

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

**SİNİRSEL BULANIK MANTIK MODELİYLE
KANSER RİSK ANALİZİ**

DOKTORA TEZİ

Atınç YILMAZ

**Enstitü Anabilim Dalı : BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM
MÜHENDİSLİĞİ**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ümit KOCABIÇAK

Ortak Danışman : Yrd. Doç. Dr. Seçkin ARI

Şubat 2015

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SİNİRSEL BULANIK MANTIK MODELİYLE
KANSER RİSK ANALİZİ


DOKTORA TEZİ

Atınc YILMAZ

Enstitü Anabilim Dalı : BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM
MÜHENDİSLİĞİ

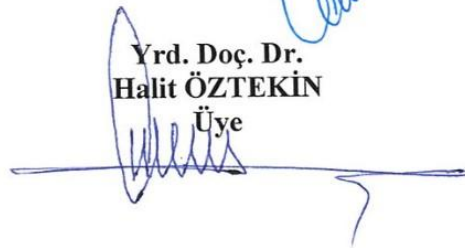
Bu tez 06 / 02 /2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr.
Ümit KOCABIÇAK
Jüri Başkanı


Prof. Dr.
Mübariz EMİNLİ
Üye

Doç. Dr.
Cemil ÖZ
Üye

Doç. Dr.
Yılmaz UYAROĞLU
Üye


Yrd. Doç. Dr.
Halit ÖZTEKİN
Üye

ÖNSÖZ

Kanser gibi hastalığa yakalandıktan sonra tedavisi çok zor olan hastalıklar için, hastalık başlangıcından önce önlem almak, risk durumunu öğrenmek veya hastalık için öntanı önemli bir konudur. Bu durum dikkate alınarak bu tez çalışmasında sinirsel bulanık mantık modeli üzerinde yöntem önerilerek kişilerin belirli kanser tipleri için yatkınlığı ve risk durumunu hesaplayacak bir yazılım geliştirilip; diğer yöntemlerle performans farkları ortaya konmuştur. Çalışma Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar ve Bilişim Mühendisliği Anabilim Dalında doktora çalışması olarak yapılmıştır.

Danışmanlığımı üstlenerek doktora eğitimim boyunca ve tez çalışmam sırasında bana her konuda yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Ümit Kocacıçak'a, ortak danışmanlığımı kabul ederek tez çalışmam konusunda her türlü yardımı, anlayışı ve sabrı göstererek teşviklerini esirgemeyip beni yönlendiren; tecrübelerini ve bilgilerini özveriyle aktaran danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Seçkin Arı'ya; tez çalışması süresince desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen tez izleme komite üyeleri hocalarım Sayın Doç. Dr. Cemil Öz'e ve Sayın Doç. Dr. Yılmaz Uyaroğlu'na; kanser ile ilgili araştırma ve değerlendirmelerim sırasında tüm bilgi ve tecrübelerini hiçbir zaman benden esirgemeyip destek sağlayan Uzm.Dr. Didem Karaçetin Korkmaz'a; çalışmalarını benden esirgemeyerek kendi çalışmamda kullanmama olanak sağlayan ve bu konuda bana destek veren Sayın Yrd. Doç. Dr. Müge Akbağ'a ve Psk. Halil Türkmen'e; manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiğim Prof.Dr. Mübariz Eminli'ye ve Prof.Dr. Muhammet Köksal'a; doktora eğitimim boyunca emeği geçen diğer tüm hocalarıma; zor günlerimde bana verdiği destek ve dostluğu için Araş.Gör. Soydan Serttaş'a; ve bugünlere gelmemi sağlayan, her zaman her koşulda yanımda olan anneme, babama ve kardeşime;

Sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ	ix
ÖZET	xiii
SUMMARY	xiv
BÖLÜM.1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM.2.	
YÖNTEM VE ALAN ARAŞTIRMASI.....	7
2.1. Yapay Zeka.....	7
2.2. Bulanık Mantık	10
2.2.1. Bulanık mantık ve belirsizlik	13
2.2.2. Bulanık mantık ve küme teorisi	14
2.2.3. Bulanık kümeler ve üyelik fonksiyonu	16
2.2.4. Bulanık mantık tabanlı sistemler.....	18
2.3. Mamdani Tipi Bulanık Modelleme	21
2.4. Takagi-Sugeno Tipi Bulanık Modelleme	24
2.5. ANFIS	26
2.5.1. Ağın eğitimi ve öğrenme algoritması.....	33
2.6. Tıpta Yapay Zeka ve Bulanık Mantık	38
2.7. Kanserin Tanımı ve Önemi	40

2.7.1. Kanserin nedenleri	42
2.8. Meme Kanseri	44
2.8.1. Meme kanserine yakalanmada etkili olan risk faktörleri	45
2.8.2. Meme kanserinden korunma	46
2.9. Akciğer Kanseri	47
2.9.1. Akciğer kanserine yakalanmada etkili olan risk faktörleri	50
2.10. Kolon Kanseri	52
2.10.1. Meme kanserine yakalanmada etkili olan risk faktörleri	54
2.11. Kanser ve Stres İlişkisi	55
2.12. Benzer Çalışmalar	56
BÖLÜM.3.	
ÖNERİLEN YÖNTEM	90
3.1. Önerilen Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı (DE*ANFIS)	90
3.1.1. Ağın eğitimi ve öğrenme algoritması	95
3.2. Önerilen Yöntemin Örnek Uygulama ile Performans Analizi	97
3.2.1. Yöntemlerin Hassasiyet Analizi	103
BÖLÜM.4.	
ÖNERİLEN YÖNTEMİN DAHA BÜYÜK PROBLEME UYGULANMASI..	110
4.1. Meme Kanseri Risk Analizi	114
4.2. Akciğer Kanseri Risk Analizi	131
4.3. Kolon Kanseri Risk Analizi	149
4.4. Stresin Kanser Tiplerine Etkisinin Risk Analizi	168
4.5. Mobil Ortamda Kanser Risk Analizi Uygulaması–Android	181
4.6. Önerilen Yöntemin Literatürdeki Çalışmalarla Kıyaslanması	183
BÖLÜM.5.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	197
KAYNAKLAR	216
ÖZGEÇMİŞ	242

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ROC	: Receiver operating characteristic - İşlem karakteristik eğrisi
DNA	: Deokrisibo nükleik asit
WHO	: Dünya sağlık örgütü
A_{χ}	: A alt kümesinin kendisine ait karakteristik fonksiyonu
$\mu_A(x)$: Bulanık kümeye karşılık gelen üyelik fonksiyonu
A	: Üçgen veya yamuk şekilli üyelik fonksiyon parametreleri
B	: Üçgen veya yamuk şekilli üyelik fonksiyon parametreleri
C	: Üçgen veya yamuk şekilli üyelik fonksiyon parametreleri
D	: Yamuk şekilli üyelik fonksiyon parametreleri
X	: Bulanık değeri çıkarılacak giriş
EKG	: Elektrokardiogram
NEFCLASS	: Sinirsel bulanık sınıflandırma
YSA	: Yapay sinir ağları
SO ₂	: Kükürt dioksit
tPSA	: Total prostat spesifik antijen
fPSA	: Serbest prostat spesifik antijen
ADALINE	: Yapay sinir ağı modeli
AUC	: Area under curve – Eğri altında kalan alan
ANFIS	: Adaptive neuro fuzzy inference system – Uyarlamalı sinirsel bulanık çıkarım sistemi
DE*ANFIS	: Değiştirilmiş Einstein çarpımı tabanlı ANFIS sistemi
E*ANFIS	: Einstein çarpımı tabanlı ANFIS sistemi
SBM	: Sinirsel bulanık mantık

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Klasik ve bulanık küme.	2
Şekil 1.2. Sinirsel-bulanık sistemlerin sinir ağları ve bulanık mantıkla ilişkisi.	2
Şekil 2.1. Klasik ve bulanık küme.	17
Şekil 2.2. Bulanık işlem süreci elemanları.	19
Şekil 2.3. Bulanık mantık tabanlı sistemin genel diyagramı.	21
Şekil 2.4. Mamdani modeline göre çıkarım.	23
Şekil 2.5. Takagi-Sugeno bulanık çıkarım.	25
Şekil 2.6. ANFIS mimarisine ait iki girişli ve iki kurallı örnek mimari.	27
Şekil 2.7. Üçgen şekilli üyelik fonksiyonu.	29
Şekil 2.8. Yamuk şekilli üyelik fonksiyonu.	29
Şekil 2.9. Genelleştirilmiş çan şekilli üyelik fonksiyonu.	29
Şekil 2.10. Üçgenlerde benzerlik - Tales teoremi.	30
Şekil 2.11. Akciğer kanseri oluşumu hücre mutasyonları.	48
Şekil 3.1. DE*ANFIS yöntemine ait iki girişli ve iki kurallı örnek mimari.	94
Şekil 3.2. Yöntemlerin sonucunun gerçek çıkış ile kıyaslanması.	102
Şekil 3.3. Yöntemlerin SE değerlerinin grafiği.	103
Şekil 3.4. S _n r ile gürültü katılan verilere ait yöntemlerin hassasiyet analizi.	104
Şekil 3.5. S _n r=0dB için gürültülü verilere uygulanan modellerin kıyaslanması.	105
Şekil 3.6. S _n r=0dB için gürültülü verilere uygulanan modellerin hata grafiği.	106
Şekil 3.7. S _n r=-20dB için gürültülü verilere uygulanan modellerin kıyası.	107
Şekil 3.8. S _n r=-20dB için gürültülü verilere uygulanan modellerin hata grafiği.	108
Şekil 4.1. Uygulanan sistemin blok diyagramı.	112
Şekil 4.2. Visual Studio.NET 2010 platformu.	113
Şekil 4.3. Yazılımın blok diyagramı.	113
Şekil 4.4. Kanser risk analizi yazılımı ana ekranı.	114
Şekil 4.5. Meme kanseri risk analizi sinirsel bulanık mantık modeli.	115
Şekil 4.6. Meme kanseri risk analizi modeli eğitim öncesi giriş parametreleri. ...	115
Şekil 4.7. Meme kanseri risk analizi yazılımı - yaş girme ekranı.	116

Şekil 4.8. Meme kanseri risk analizi yazılımı - menarş yaşı.....	116
Şekil 4.9. Meme kanseri risk analizi yazılımı - menopoz yaşı.....	116
Şekil 4.10. Meme kanseri risk analizi yazılımı - ilk doğum yaşı.....	117
Şekil 4.11. Meme kanseri risk analizi yazılımı - genetik.....	117
Şekil 4.12. Sinirsel bulanık mantık modeli ile risk analizi uygulaması.....	119
Şekil 4.13. Meme kanseri risk analizi modeli eğitim seti tanımlanması.....	119
Şekil 4.14. Meme kanseri risk analizi modeli eğitim parametreleri girilmesi.	120
Şekil 4.15. Meme kanseri risk analizi modeli parametre güncellenmesi.....	120
Şekil 4.16. ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.....	121
Şekil 4.17. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.	123
Şekil 4.18. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.....	125
Şekil 4.19. Meme kanseri risk analizi modeli test paneli.....	127
Şekil 4.20. Meme kanseri risk analizi modeli sonuç arayüzü.....	128
Şekil 4.21. Meme kanseri risk analizi karşılaştırma grafiği.....	128
Şekil 4.22. Yöntemlerin SE değerlerinin grafiği.....	130
Şekil 4.23. Meme kanseri risk analizi anket.	131
Şekil 4.24. Akciğer kanseri risk analizi sinirsel bulanık mantık modeli.....	132
Şekil 4.25. Akciğer kanseri risk analizi modeli eğitim öncesi giriş parametreleri	133
Şekil 4.26. Akciğer kanseri risk analizi yazılımı – yaş girme ekranı.....	133
Şekil 4.27. Akciğer kanseri risk analizi yazılımı - sigara.	134
Şekil 4.28. Akciğer kanseri risk analizi yazılımı – genetik.....	135
Şekil 4.29. Akciğer kanseri risk analizi yazılımı - ortam.....	136
Şekil 4.30. Akciğer kanseri risk analizi yazılımı - ten rengi ırk.	136
Şekil 4.31. ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.....	138
Şekil 4.32. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.	139
Şekil 4.33. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.....	139
Şekil 4.34. Akciğer kanseri risk analizi modeli sonuç arayüzü.....	145
Şekil 4.35. Akciğer kanseri risk analizi karşılaştırma grafiği.....	146
Şekil 4.36. Yöntemlerin SE değerlerinin grafiği.....	147
Şekil 4.37. Akciğer kanseri risk analizi online anket.....	148
Şekil 4.38. Kolon kanseri risk analizi sinirsel bulanık mantık modeli.....	149
Şekil 4.39. Kolon kanseri risk analizi modeli eğitim öncesi giriş parametreleri.	150
Şekil 4.40. Kolon kanseri risk analizi yazılımı – yaş girme ekranı.....	151

Şekil 4.41. Kolon kanseri risk analizi yazılımı – genetik.	151
Şekil 4.42. Kolon kanseri risk analizi yazılımı - kanser durumu.	152
Şekil 4.43. Kolon kanseri risk analizi yazılımı - fiziksel durum.	153
Şekil 4.44. Kolon kanseri risk analizi yazılımı – kötü alışkanlık.	155
Şekil 4.45. ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.	156
Şekil 4.46. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.	157
Şekil 4.47. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.	158
Şekil 4.48. Kolon kanseri risk analizi modeli sonuç arayüzü.	164
Şekil 4.49. Kolon kanseri risk analizi karşılaştırma grafiği.	164
Şekil 4.50. Yöntemlerin SE değerlerinin grafiği.	165
Şekil 4.51. Kolon kanseri risk analizi online anket.	167
Şekil 4.52. Stres-kanser risk analizi sinirsel bulanık mantık modeli.	168
Şekil 4.53. Stres-kanser risk analizi modeli eğitim öncesi giriş parametreleri. ...	169
Şekil 4.54. Stres-kanser risk analizi yazılımı - stres dayanıklılık.	171
Şekil 4.55. Stres-kanser risk analizi yazılımı - stres eğilimlilik.	172
Şekil 4.56. ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.	174
Şekil 4.57. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.	175
Şekil 4.58. DE*ANFIS yönteminin eğitim sonrası giriş parametreleri.	175
Şekil 4.59. Stres-kanser risk analizi modeli sonuç arayüzü.	178
Şekil 4.60. Stres-kanser risk analizi karşılaştırma grafiği.	179
Şekil 4.61. Yöntemlerin SE değerlerinin grafiği.	180
Şekil 4.62. Kanser risk analizi mobil uygulama ana ekranı.	181
Şekil 4.63. Kanser risk analizi mobil uygulama ekran görüntüleri.	182
Şekil 4.64. Kanser risk analizi mobil uygulama stresin kansere etkisi.	183
Şekil 4.65. Tüm yöntemlere verilerin uygulanması.	187
Şekil 4.66. Modele uygulanan yöntemlerin sonuçlarının karşılaştırma grafiği. ...	188
Şekil 4.67. Tüm yöntemlere verilerin uygulanması.	195
Şekil 4.68. Meme kanseri yönetimi sonuçlarının grafiksel karşılaştırılması.	196
Şekil 5.1. ROC eğrileri.	206
Şekil 5.2. Anket verilerine ait ROC eğrileri.	211

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Bulanık denetim uygulamaları.....	13
Tablo 2.2. Yıllara göre tıbbi yayınlarda yapay zeka uygulanması.....	39
Tablo 2.3. 2007 yılı için ABD’de beklenen kanser ölüm oranları.....	49
Tablo 3.1. Eğitim sonrası giriş parametreleri.....	100
Tablo 3.2. Eğitim sonrası çıkış parametreleri.....	101
Tablo 3.3. Doğruluk ölçüm tablosu.....	102
Tablo 3.4. Box-Jenkins problemine uygulanan çalışmaların kıyaslanması.....	103
Tablo 3.5. $Snr=0dB$ için gürültülü verilere ait doğruluk ölçüm tablosu.....	107
Tablo 3.6. $Snr=-20dB$ için gürültülü verilere ait doğruluk ölçüm tablosu.....	109
Tablo 4.1. Meme kanseri risk analizi modeli eğitim öncesi giriş parametreleri.....	115
Tablo 4.2. SBM meme kanseri risk analizi örnek kurallar.....	118
Tablo 4.3. ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.....	122
Tablo 4.4. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri.....	122
Tablo 4.4. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı).....	123
Tablo 4.5. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.....	124
Tablo 4.6. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri.....	124
Tablo 4.6. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı).....	125
Tablo 4.7. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.....	126
Tablo 4.8. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri.....	126
Tablo 4.8. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı).....	127
Tablo 4.9. Doğruluk ölçüm tablosu.....	129
Tablo 4.10. Anket verilerine ait doğruluk ölçüm tablosu.....	130
Tablo 4.11. Akciğer kanseri risk analizi modeli eğitim öncesi giriş parametreleri.....	132
Tablo 4.12. SBM akciğer kanseri risk analizi modeli örnek kurallar.....	137
Tablo 4.13. ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.....	138
Tablo 4.14. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.....	138

Tablo 4.15. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.	140
Tablo 4.16. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri.	140
Tablo 4.16. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı).	141
Tablo 4.17. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri.	141
Tablo 4.17. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı).....	142
Tablo 4.17. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı).....	143
Tablo 4.18. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)...	143
Tablo 4.18. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)...	144
Tablo 4.19. Doğruluk ölçüm tablosu.....	146
Tablo 4.20. Anket verilerine ait doğruluk ölçüm tablosu.	147
Tablo 4.21. Kolon kanseri risk analizi modeli eğitim öncesi giriş parametreleri.	150
Tablo 4.22. SBM kolon kanseri risk analizi örnek kurallar.	155
Tablo 4.23. ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.....	157
Tablo 4.24. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.	157
Tablo 4.25. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.	158
Tablo 4.26. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri.	158
Tablo 4.26. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı).	159
Tablo 4.26. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı).	160
Tablo 4.27. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri.	160
Tablo 4.27. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı).....	161
Tablo 4.28. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri.	161
Tablo 4.28. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)...	162
Tablo 4.28. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)...	163
Tablo 4.29. Doğruluk ölçüm tablosu.....	165
Tablo 4.30. Anket verilerine ait doğruluk ölçüm tablosu.	166
Tablo 4.31. Stres-kanser risk analizi modeli eğitim öncesi giriş parametreleri...	169
Tablo 4.32. SBM stres-kanser risk analizi örnek kurallar.....	173
Tablo 4.33. ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.....	174
Tablo 4.34. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.	174
Tablo 4.35. DE*ANFIS yönteminin eğitim sonrası giriş parametreleri.	174
Tablo 4.36. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri.	175
Tablo 4.36. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı).	176
Tablo 4.37. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri.	176

Tablo 4.37. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı).....	177
Tablo 4.38. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri.	177
Tablo 4.38. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)...	178
Tablo 4.39. Doğruluk ölçüm tablosu.....	180
Tablo 4.40. Meme kanseri risk tahmini eğitim öncesi giriş parametreleri.....	184
Tablo 4.41. ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.....	184
Tablo 4.42. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.	184
Tablo 4.43. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.	185
Tablo 4.44. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri.	185
Tablo 4.45. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri.	185
Tablo 4.46. DE*ANFIS yönteminin eğitim sonrası çıkış parametreleri.	186
Tablo 4.47. Meme kanseri yönetimi modeli eğitim öncesi giriş parametreleri....	187
Tablo 4.48. ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.....	188
Tablo 4.49. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.	188
Tablo 4.50. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri.	189
Tablo 4.51. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri.	189
Tablo 4.51. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı).	190
Tablo 4.51. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı).	191
Tablo 4.52. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri.	191
Tablo 4.52. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı).....	192
Tablo 4.52. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı).....	193
Tablo 4.53. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri.	193
Tablo 4.53. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)...	194
Tablo 4.53. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)...	195
Tablo 5.1. Uygulanan yöntemlerin doğruluk oranlarının karşılaştırılması.	200
Tablo 5.2. Bir tanı testini değerlendirirken karşılaşılabilecek durumlar.	201
Tablo 5.3. Tanı testi ölçüm formül ve tanımları.	202
Tablo 5.4. Meme kanseri risk analizi ANFIS yöntemi tanı testi.....	203
Tablo 5.5. Meme kanseri risk analizi E*ANFIS yöntemi tanı testi.	203
Tablo 5.6. Meme kanseri risk analizi DE*ANFIS yöntemi tanı testi.	203
Tablo 5.7. Akciğer kanseri risk analizi ANFIS yöntemi tanı testi.....	203
Tablo 5.8. Akciğer kanseri risk analizi için E*ANFIS yöntemi tanı testi.....	204
Tablo 5.9. Akciğer kanseri risk analizi için DE*ANFIS yöntemi tanı testi.....	204

Tablo 5.10. Kolon kanseri risk analizi ANFIS yöntemi tanı testi.....	204
Tablo 5.11. Kolon kanseri risk analizi E*ANFIS yöntemi tanı testi.....	204
Tablo 5.12. Kolon kanseri risk analizi DE*ANFIS yöntemi tanı testi.....	205
Tablo 5.13. Yöntemlerin kanser tiplerine göre ROC analizi sonuçları.....	205
Tablo 5.14. Uygulanan SBM yöntemlerinin doğruluk oranları.....	206
Tablo 5.15. Uygulanan SBM yöntemlerinin hata değerleri.....	207
Tablo 5.16. ROC eğrileri analiz sonuçları.....	207
Tablo 5.17. Meme kanseri anket verileri için ANFIS yöntemi tanı testi.....	207
Tablo 5.18. Meme kanseri anket verileri için E*ANFIS yöntemi tanı testi.....	208
Tablo 5.19. Meme kanseri anket verileri için DE*ANFIS yöntemi tanı testi.....	208
Tablo 5.20. Akciğer kanseri anket verileri için ANFIS yöntemi tanı testi.....	208
Tablo 5.21. Akciğer kanseri anket verileri için E*ANFIS yöntemi tanı testi.....	208
Tablo 5.22. Akciğer kanseri anket verileri için DE*ANFIS yöntemi tanı testi.....	208
Tablo 5.23. Kolon kanseri anket verileri için ANFIS yöntemi tanı testi.....	209
Tablo 5.24. Kolon kanseri anket verileri için E*ANFIS yöntemi tanı testi.....	209
Tablo 5.25. Kolon kanseri anket verileri için DE*ANFIS yöntemi tanı testi.....	209
Tablo 5.26. Yöntemlerin kanser tiplerine göre ROC analizi sonuçları.....	210
Tablo 5.27. Anket verileri uygulanan SBM yöntemlerinin doğruluk oranları.....	210
Tablo 5.28. Anket verileri uygulanan SBM yöntemlerinin hata değerleri.....	210
Tablo 5.29. ROC eğrileri analiz sonuçları.....	212
Tablo 5.30. Meme kanseri riski tahmini için ANFIS yöntemi tanı testi.....	212
Tablo 5.31. Meme kanseri riski tahmini için E*ANFIS yöntemi tanı testi.....	213
Tablo 5.32. Meme kanseri riski tahmini için DE*ANFIS yöntemi tanı testi.....	213
Tablo 5.33. Meme kanseri yönetimi ANFIS yöntemi tanı testi.....	213
Tablo 5.34. Meme kanseri yönetimi E*ANFIS yöntemi tanı testi.....	213
Tablo 5.35. Meme kanseri yönetimi DE*ANFIS yöntemi tanı testi.....	213
Tablo 5.36. Birinci çalışmada uygulanan yöntemlerin ROC analizi sonuçları.....	214
Tablo 5.37. İkinci çalışmada uygulanan yöntemlerin ROC analizi sonuçları.....	214
Tablo 5.38. Literatürdeki çalışmalara ait uygulamaların ROC analizi sonuçları.....	214

ÖZET

Anahtar kelimeler: Sinirsel Bulanık Mantık, Kanser, Stres, Risk Analizi, Meme Kanseri, Akciğer Kanseri, Kolon Kanseri, Ön-Tanı, Yazılım, Mobil

Bu çalışmada sinirsel bulanık mantık yöntemi önerilerek pilot olarak seçilen üç kanser tipi için kişilerin bu kanser tiplerine yakalanma risklerini ortaya çıkarma ve riski ortadan kaldırmak için kişi hakkında ön-tanı verme imkânı sunulmuştur. Çalışmada sinirsel bulanık mantık modelinin seçilmesinin sebebi bulanık karar kullanılan sistemlerin insan mantığının yapabildiği gibi, kesin olmayan dilsel bilgilere bağlı olarak etkin sonuç çıkarabilmesi ve öğrenme kabiliyetine sahip olmasıdır. Başarılı sonuç alan sistemimiz yaşam standartları veya çalışma şartları nedeniyle ileride kanser riski taşıyan kişilerde ön-tanı yapılabilmesine olanak tanımış ve bu kişilerin kanser riskine karşın önlem alması sağlanmıştır. Bunun yanında çalışmada yapay zeka konularından sinirsel bulanık mantık modelinin sağlık alanında verebileceği katkılar incelenmiştir.

Kişilerin akciğer, kolon ve meme kanserlerine olan risk durumları Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS), Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (E*ANFIS) ve önerilen sinirsel bulanık mantık yöntemi kullanılarak kurulan modeller ile test edilmiş ve kıyaslaması yapılmıştır. Ayrıca risk durumu analizi için kullanılan girişlerin modele katkısı ve bu kanser tiplerine stresin etkileri de esas alınarak değerlendirilmiştir. Başarılı bir risk analizinde önemli olan unsur, mümkün olabilecek az sayıda giriş ve en az karmaşık model ile en iyi sonucun elde edilebilmesidir. ANFIS, E*ANFIS ve önerilen Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı (DE*ANFIS) yöntemleri tüm problemlere uygulanmış, hepsi için tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. Tüm yöntemlere ait sonuçların performans farkları ve ROC analizi çalışmada gösterilmiştir. Elde edilen deneysel sonuçlar, karmaşık bir modele gereksinim duyulmadan kanser gibi yüksek risk taşıyan bir problem için risk analizinin yapılabilir olduğunu göstermiştir.

Uygulamalar masaüstü ve mobil olarak iki farklı ortam için geliştirilmiştir. Yazılım yapısı, masaüstü uygulaması için C# programlama dili aracılığıyla, nesneye yönelik programlama tekniklerinin avantajları bir araya getirilerek oluşturulmuştur. Mobil ortam için Android işletim sistemine sahip olan tüm akıllı telefonlarda ve tabletlerde çalışabilecek bir risk analizi uygulaması Java programlama dili ile yazılmıştır. Ayrıca bu yazılımlar, ilgili alanda gerçekleştirilmiş olan, Türkçe ara yüzü, ender çalışmalardan birisidir. Bu tez çalışmasında, diğer sektör çalışmalarına da kolayca adapte edilebilecek sinirsel bulanık mantık yöntemi sağlık sektöründe uygulanıp, etkili uygulama yazılımları geliştirilmiştir.

CANCER RISK ANALYSIS WITH USING NEURO-FUZZY LOGIC MODEL

SUMMARY

Keywords: Neuro-Fuzzy, Cancer, Stress, Risk Analysis, Breast Cancer, Lung Cancer, Colon Cancer, Pre-Diagnostic, Software, Mobil

In this study neuro-fuzzy method is suggested. This method suggest risk factors of three different types of cancer and gives pre-diagnostic opportunity for preventing cancer risks. In the study fuzzy logic model is chosen for the efficient results which fuzzy logic systems can obtain on uncertain linguistic information and for the learning ability of fuzzy logic systems. Our system that obtained successful results, provides opportunity to pre-diagnose and provide the prevention against cancer risks by reasoning the life standards and work standards. On the other hand, one of the artificial intelligence subjects: fuzzy logic model is searched for the contribution to the health area.

Individual's lung, colon and breast cancer risk factors are tested and compared by using the models which are based on Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS), Einstein Product Based ANFIS (E*ANFIS) and the suggested neuro-fuzzy logic system. Besides, the contribution of the inputs which are used for risk analysis and the effects on these cancer types are mainly examined. Considering a successful risk analysis, the main factor is to obtain the best result by using minimum inputs and least complex model. ANFIS, E*ANFIS and the suggested Modified Einstein Product Based ANFIS (DE*ANFIS) methods are applied to all problems and accessed consistent outcomes. The all performance differences from all methods and ROC analysis are presented in the study. Obtained experimental results show that risk analysis can be determined by using a complex model for a high risk carrying problem like cancer.

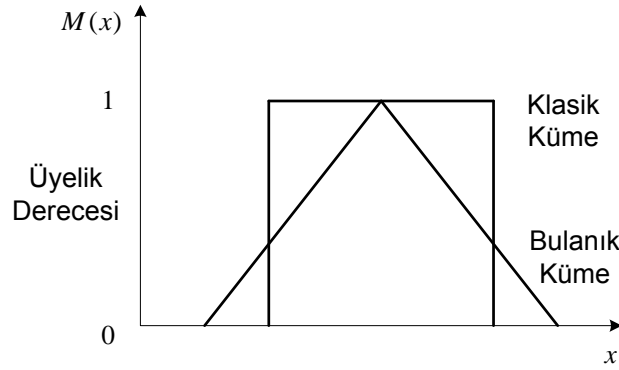
Applications are designed for two different platforms as desktop and mobile. Software structure for desktop application is developed by using C# programming language which is constituted by using the advantages of object oriented programming. Considering mobile platform, a risk analysis application is developed with Java programming language which can be executed on all smart phones and tablets including Android operation system. Besides, these software systems are the rare ones which have Turkish interface and are developed on the related area. In this thesis study; neuro-fuzzy method which can easily be adapted to the other areas are applied on the health area and efficient application software systems developed.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İlk kez karşılaşılan ya da ani olarak gelişen bir olaya uyum sağlayabilme, anlama, öğrenme, analiz edebilme, beş duyunun, dikkatin ve düşüncenin yoğunlaştırılması zeka ile gerçekleştirilebilmektedir. Günümüzde zeka, yazılım veya tümleşik yongalarla taklit edilebilmektedir. Bu durumda zeka, “Yapay Zeka” olarak adlandırılmaktadır [1].

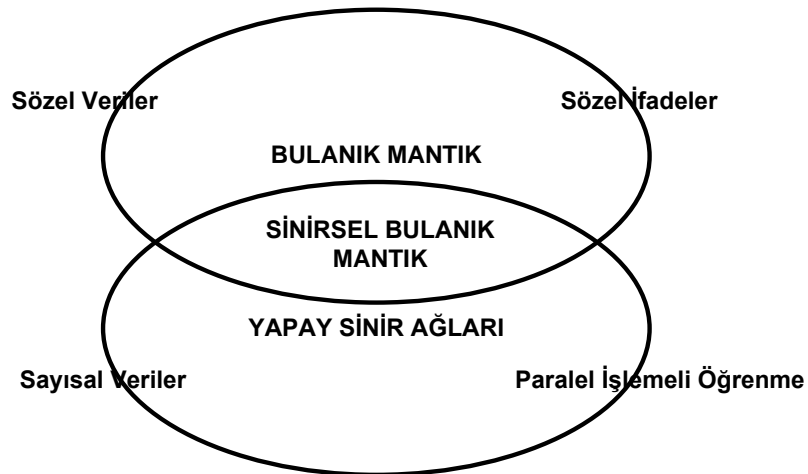
Bilgisayarlar çok karmaşık sayısal işlemleri anında çözümleyebilmelerine karşın, idrak etme ve deneyimlerle kazanılmış bilgileri kullanabilme noktasında yetersiz kalabilmektedirler. Bu olayda insanı ya da insan beynini üstün kılan temel özellik, sinirsel algılayıcılar vasıtası ile kazanılmış ve göreceli olarak sınıflandırılmış bilgileri kullanabilmesidir. Günümüzde, Uzman Sistemler, Bulanık Mantık, Genetik Algoritmalar ve Yapay Sinir Ağları gibi yapay zeka alt dalları bu tip problemler için uygulanmaktadır [1].

Bulanık Mantık yaklaşımı, makineler insanların özel verilerini işleyebilme ve onların deneyimlerinden ve önsezilerinden yararlanarak çalışabilme yeteneği verir. Bu yeteneği kazandırırken sayısal ifadeler yerine sembolik ifadeler kullanır. Bu sembolik ifadelerin makinelerle aktarılması matematiksel bir temele dayanır. Bu matematiksel temel Bulanık Mantık Kümeler Kuramı ve buna dayanan Bulanık Mantık felsefesidir [1]. Bulanık Mantık denetleyicinin temeli bu tür sözlü ifadeler ve bunlar arasındaki mantıksal ilişkiler üzerine kurulmuştur. Bulanık Mantık denetleyici uygulanırken sistemin matematiksel modelinin çıkarılması şart değildir [1]. Sözel ifadelerin bilgisayara aktarılması matematiksel bir temele dayanmaktadır. Bu matematiksel temel, bulanık kümeler kuramı ve bulanık mantık olarak adlandırılır. Bulanık Mantık, bilinen klasik mantık gibi 0 ve 1 olmak üzere iki seviyeli değil, 0 ile 1 aralığında çok seviyeli işlemleri ifade etmektedir (Şekil 1.1). Bulanık Mantık tam olarak bilinmeyen veya eksik bilgilere göre işlem yapma yeteneğine sahiptir [2].



Şekil 1.1. Klasik ve bulanık küme

Sinir ağlarının iki temel faydalı özelliği vardır. Bunların ilki, nümerik verilerden doğrusal olmayan haritalama yapabilme özelliği (öğrenme), ikincisi ise, paralel çalışma özelliğidir. Tüm bunların yanı sıra, sinir ağları pek çok zayıflığa sahiptir. örneğin; çok katmanlı perceptron ağ yapısında, sistem bilgisinin tüm ağı sinaptik ağırlıklarla dağıtılmış olmasıdır. Bu yüzden, ağırlıkların anlamsal özelliklerini açıklamak oldukça zordur ve ağ sisteminde bulunan daha önceki bilgileri birleştirmek neredeyse imkansızdır. Bulanık mantık ise sistem bilgisini açıklamak için insanın anlayabileceği yapıdaki sözel ifadeleri kullanır. Bu özellik, sistem ve insan arasındaki kapalı bir etkileşimi mümkün kılar. Bu da arzu edilen bir durumdur. Sinirsel-bulanık sistemlerin amacı her iki yaklaşımın da faydalarını toplayıp, Şekil 1.2’ de verildiği gibi birleştirmektir. Buna ek olarak, sinirsel-bulanık sistemler, sayısal ve sözel verilerin birleştirilmesine olanak verirler. Sinirsel-bulanık sistem aynı zamanda sayısal verilerden bulanık bilginin çıkarılmasını sağlar.



Şekil 1.2. Sinirsel-bulanık sistemlerin sinir ağları ve bulanık mantıkla ilişkisi

Tıpta alternatif tanı algoritmaları, tanı testleri ve tedavi uygulamaları ile bunların karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesinde bazı sorunlar yaşanmaktadır. Bu sorunlardan biri, hastalıklı ve sağlıklı grup içinde hastaları sınıflandıran bir tanı yönteminin, farklı yöntemlerden daha iyi olup olmadığının ortaya çıkartılabileceği durumdur. Örneğin radyolojideki görüntüleme yöntemlerinden birinin diğerinden daha iyi olma durumu veya hasta hikayesi bilinerek okunan bir bilgisayarlı tomografi yönteminin, hasta hikayesi bilinmeden okunan bir tomografiden daha kesin bir tanı sağlama durumu mevcuttur. Bu ve benzeri birçok sorunun açıklığa kavuşturulması aslında bir karar verme sürecidir. Çözüm için kullanılan yöntemlerden biri, İşlem Karakteristik Eğrisi (ROC - Receiver Operating Characteristic) oluşturmaktır [3-4]. ROC eğrisi, testin ayırt etme gücünün belirlenmesine, çeşitli testlerin etkinliklerinin kıyaslanmasına, uygun pozitiflik eşiğinin belirlenmesine, laboratuvar sonuçlarının kalitesinin izlenmesine, uygulayıcının gelişiminin izlenmesine ve farklı metotların tanı etkinliklerinin kıyaslanmasına olanak sağlar [5].

Tıbbi kaynakların son derece kısıtlı olması, var olan kaynakların da etkin kullanılmaması sonucu dünyada her yıl yüz binlerce kişi hayatını kaybetmektedir. Tıpta ve sağlık sistemlerinde sayısal tekniklerin kullanılması ile hasta kayıpları azaltılabilir [6]. Karar verme probleminin olduğu hemen her yerde matematiksel modeller kullanılabilir. Kanser, DNA'nın hasarı ile hücrelerin programdan çıkması sonucu hücrelerin kontrolsüz veya anormal bir şekilde büyümesi ve çoğalması sonucu oluşan genetik bir hastalıktır. Kanser ne kadar erken teşhis edilirse, tedavisi de o düzeyde başarılı olur. Bulanık mantık gibi teknikler tıp alanında kullanıldığında, gelecekte kanser gibi birçok hastalık erken teşhis sayesinde tedavi edilebilir düzeye gelebilir veya önlenir. Böylece muhtemel pahalı ameliyatlara da gerek kalmayabilir. Yapılan bilimsel çalışmalar incelendiğinde yapay zeka tekniklerinin sağlık bilimleri için büyük oranda tanı ve teşhis konması için uygulandığı görülmektedir. Kanser hastalıkları içinde aynı durum söz konusudur. Bulanık mantık gibi tekniklerin tıp alanında uygulanması sayesinde hekimlerin çok daha fazla tahlil yapılması gereği duyulmadan hastalık teşhisinin konulması şansı sağlanmıştır. Bunun yanında bu tip çalışmalar sayesinde hastalığın başlangıç seviyesinde teşhis konulması ile pahalı tedavi veya tedavi için geç kalınma durumlarının da önüne geçilebilmektedir.

Günümüzde kansere yakalanan kişilerin çoğu hastalığın ilerlemiş safhalarında hastanelere başvurmakta ve bu sebeple hastalık geç teşhis edilmektedir. Bunun sonucunda çoğu zaman tedavilerden olumlu bir sonuç elde edilememekte ve hasta kısa zamanda ölmektedir. Sağlam kişilerde ileriye yönelik olası kanser hastalığının teşhisi, üzerinde durulması gereken en mühim konulardan biridir [7].

Meme kanseri meme hücrelerinde başlayan kanser türüdür. Akciğer kanserinden sonra, dünyada görülme sıklığı en yüksek olan kanser türüdür [8]. Her 8 kadından birinin hayatının belirli bir zamanında meme kanserine yakalanacağı bildirilmektedir [8]. Erkeklerde de görülmekle beraber, kadın vakaları erkek vakalarından 100 kat fazladır [9]. 1970'lerden bu yana meme kanserinin görülme sıklığında artış yaşanmaktadır ve bu artışa modern, batılı yaşam tarzı sebep olarak gösterilmektedir. Kuzey Amerika ve Avrupa ülkelerinde görülme sıklığı, dünyanın diğer bölgelerinde görülme sıklığından daha fazladır. Meme kanseri, yayılmadan önce, erken teşhis edilirse, hasta %96 yaşam şansına sahiptir. Her yıl 44.000'de bir kadın meme kanserinden ölmektedir. Meme kanserine karşı en iyi koruyucu yöntem erken teşhistir [9].

Akciğer kanseri, akciğer dokularındaki hücrelerin kontrolsüz bir şekilde çoğalması sonucu ortaya çıkan bir hastalıktır. Bu kontrolsüz çoğalma, hücrelerin çevredeki dokuları istila etmeleri veya akciğer dışındaki organlara yayılmaları ile (metastaz) sonuçlanabilir. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) raporuna göre akciğer kanseri tüm dünyada kanser türleri arasında, erkeklerde en sık ölüme neden olan birinci, kadınlarda ise ikinci kanser türüdür ve tüm dünyada her yıl yaklaşık 1.3 milyon ölüme neden olmaktadır [10].

Kolon kanseri (kalın bağırsak kanseri) veya kolorektal kanser kalın bağırsak, rektum ve apandiste görülen kanserli hücrelerin büyümelerini kapsar. Bu kanser tipi ise, batı dünyasında en sık rastlanan üçüncü ve ölüme yol açan kanserler arasında ikinci sıradadır. Çoğunlukla kalın bağırsakta meydana gelen adenom poliplerden ortaya çıkar [11]. Kalın bağırsak kanseri her yaşta görülmesine karşın, hastaların %90'ından fazlası kırk yaş ve üzerindedir. Bu yaştan itibaren her on yılda risk yaklaşık iki katına

çıkar. Ailesinde kalın bağırsak kanseri veya kalın bağırsak polipi bulunanlar ve ülseratif kolit hastalığı olanlarda risk artar [12].

Stres, fiziksel ve sosyal çevreden gelen doğrudan hastalığa neden olmayan, ancak insan bedeninin direncini azalttığı için bedensel ve ruhsal hastalıklara neden olan bedensel bir zorlanmadır [13]. Özellikle ruhsal streslerin T lenfositleri azaltarak bağışıklık sistemini baskıladığı öne sürülmektedir. Bağışıklı sisteminin yanıtındaki bu azalma ise, enfeksiyon hastalıkları ve kanser sıklığını artırmaktadır [13]. Stres, bedenin bağışıklık sistemini bozarak kanserojen hücrelerin yerleşmesine ve tüm bedene yayılmasına yol açabilmektedir. Hayvan araştırmaları stres ile kanser arasında bu tür bir ilişki olduğunu göstermiştir [13].

Bu çalışmada amaç, t-norm ve s-norm şartlarını sağlayan bir operatör geliştirilerek; onun uygulanabilirliğini göstermektir. Önerilen sinirsel bulanık mantık yönteminin uygulanabilir olduğunu göstermek için yöntem gaz ocağı problemine uygulanmış; diğer yöntemler ve aynı problem üzerinde çalışılan literatürdeki araştırmalarla kıyaslama yapılmıştır. Bir diğer amaç ise pilot kanser tipleri belirlenerek sağlam kişilerin bu kanser tiplerine ileride yakalanma risklerini belirlemek ve ön-tanı koyabilmektir. Buna istinaden öncelikle üzerinde çalışılacak kanser tipleri belirlenmiş ve daha sonra ise bu kanser tipine yol açan etmenler incelenmiştir. Çıkarımlar yapıldıktan sonra bu etmenler, önerilen sinirsel bulanık mantık yöntemi üzerinde kullanılmıştır. Önerilen yöntemin diğer yöntemlerden performans farkını ve medikal testlerinin başarımlarını ortaya koymak için ROC analizi yapılmıştır. Sonuç olarak çalışmada kişinin belirlenen kanser tiplerine olan risk durumlarının analizi ve ön-teşhis konulma imkanı sağlanmıştır.

Bu kapsamda pilot kanser tipleri olarak meme kanseri, akciğer kanseri ve kolon kanseri seçilmiştir. Bu kanser tiplerinin seçilmesinin nedeni belirtilen kanser tipleri için hasta sayısının sıklığı ve bu tip bir çalışmaya uygun olmalarıdır. Çalışma içerisinde sinirsel bulanık mantık modeli kullanılarak kişilerin meme, akciğer ve kolon kanserlerine yakalanma riskleri ortaya çıkarılıp ön-teşhis imkanı verilecek ve bu riskleri ortadan kaldırmak için kişiye öneriler sunma imkanı sağlanacaktır. Çalışmada problemi çözmek amacıyla elde edilen veriler değerlendirilip, geliştirilen

sinirsel bulanık mantık yöntemi kullanılarak risk analizi yapılmış ve buna ait örnek sunulmuştur. Sinirsel bulanık mantık modelinin seçilmesinin nedeni, bulanık karar kullanan sistemlerin insan mantığının yapabildiği gibi, kesin olmayan dilsel bilgilere bağlı olarak etkin sonuç çıkarabilmesidir. Bunun yanı sıra modelin öğrenme kabiliyeti sayesinde daha doğru sonuçlar verebilme yeteneğine sahip olmasıdır. Bu çalışmada amaç, elimizdeki veriler ışığında sinirsel bulanık mantık modelinin kullanılabilirliğini incelemek, önerilen yeni sinirsel bulanık mantık yönteminin diğer metotlara göre performans farkını değerlendirmek ve elde edilen sonuçları değerlendirip paylaşmaktır.

Bu tez çalışmasında önerilen sinirsel bulanık mantık yöntemi sağlık sektöründe uygulanmış ve etkili bir yazılım geliştirilmiştir. Bu çalışma ile, ilgili tekniklerin sağlık alanında kullanılabilen, örnek çalışmaların yürütülebildiği, diğer sektör çalışmalarına da kolayca adapte edilebilecek güçlü bir yazılım sunulması amaçlanmaktadır. Yazılım yapısı, nesneye yönelik programlama tekniklerinin avantajları bir araya getirilerek oluşturulmuştur.

BÖLÜM 2. YÖNTEM VE ALAN ARAŞTIRMASI

2.1. Yapay Zeka

Bilgisayarlar hiçbir zaman insanoğlunun yaratıcılık, duygu ve mizacının benzeşimini aktarabilme becerisine sahip olamayacaktır. Bununla beraber, bilgisayarların belirli insan davranışlarını (nesneleri alma ve bunları belirli yerlere yerleştirme gibi) yapan makinelere yön vermesi ve belirli bir uzmanlık alanı ile ilgili (veri hesaplaması, tıbbi teşhis gibi) beşeri düşünme sürecinin benzetimini yapan sistemlere beyin olma becerisine sahip olması mümkündür [14].

Zeka, insanın düşünme, akıl yürütme, nesnel gerçekleri algılama, kavrama, yargılama, sonuç çıkarma, soyutlama, öğrenme yeteneklerinin tümüdür. Ayrıca soyutlama, öğrenme ve yeni durumlara uyma gibi yetenekler de zeka kapsamı içindedir. Yapay zeka ise, bu özelliklere sahip organik olmayan sistemlerdeki zekadır [15].

Yapay Zeka bir bilgisayar bilimi alanı olup, psikoloji, bilmeye ve kavramaya ait bilim, hesaplamalı dilbilim, veri işleme, karar destek sistemleri ve hesaplamalı modelleme gibi farklı disiplinlere yakından bağlıdır ve tüm bu disiplinleri kaynak olarak kullanır. Yapay zeka, insanın düşünme yapısını anlamak ve bunun benzerini ortaya çıkaracak bilgisayar işlemlerini geliştirmeye çalışmak olarak da tanımlanabilir. Yani programlanmış bir bilgisayarın düşünme girişimidir. Daha geniş bir tanıma göre ise, yapay zeka, bilgi edinme, algılama, görme, düşünme ve karar verme gibi insan zekasına özgü kapasitelerle donatılmış bilgisayarlardır. Yapay zeka dört kategoriye ayrılabilir [16].

1. İnsan gibi düşünen sistemler
2. İnsan gibi davranan sistemler.

3. Mantıklı düşünen sistemler.
4. Mantıklı davranan sistemler.

Yapay zekanın temelleri bir çok farklı alandan beslenmektedir. Felsefe, matematik, algoritma, ekonomi, psikoloji, bilgisayar mühendisliği, sinir bilimleri, kontrol teorisi, sağlık bilimleri, sibernetik ve dilbilim bu alanların başlıcaları olarak sayılabilmektedir [16]. Yapay Zeka kavramının geçmişi modern bilgisayar bilimi kadar eskidir. Fikir babası, “Makineler düşünebilir mi?” sorusunu ortaya atarak makine zekasını tartışmaya açan Alan Mathison Turing 'dir [17]. 1943 yılında 2. Dünya Savaşı sırasında şifreli yazı analizi gereksinimleri ile üretilen Elektro-Mekanik cihazlar sayesinde Bilgisayar Bilimi ve Yapay Zeka kavramları doğmuştur.

Alan Turing, Almanların Enigma makinesinin şifre algoritmasını çözmeye çalışan matematikçilerin en ünlülerinden biriydi. Şifre çözme amacı ile başlatılan çalışmalar, Turing 'in prensiplerini oluşturduğu bilgisayar prototipleri olan bilgisayarlar, Boole cebrine dayanan veri işleme mantığı ile Makine Zekası kavramının oluşmasına sebep olmuştur.

Yapay Zeka konusundaki ilk çalışmalardan biri Mc Culloch ve Pitts tarafından yapılmıştır [18]. Bu araştırmacıların önerdiği, yapay sinir hücrelerini kullanan hesaplama modeli, önermeler mantığı, fizyoloji ve Turing'in hesaplama kuramına dayanıyordu. Çalışmada herhangi bir hesaplanabilir fonksiyonun, sinir hücrelerinden oluşan ağlarla hesaplanabileceğini ve mantıksal “ve” ve “veya” işlemlerinin gerçekleştirilebileceğini gösterdiler. Bu ağ yapılarının uygun şekilde tanımlanmaları halinde öğrenme becerisi kazanabileceğini de ileri sürdüler. Hebb, sinir hücreleri arasındaki bağlantıların şiddetlerini değiştirmek için basit bir kural önerince, öğrenebilen yapay sinir ağlarını gerçekleştirmek de mümkün hale gelmiştir [19].

1950'lerde Shannon ve Turing bilgisayarlar için satranç programları yazıyorlardı. İlk yapay sinir ağı temelli bilgisayar SNARC, MIT'de Minsky ve Edmonds tarafından 1951'de yapıldı [20]. Çalışmalarını Princeton Üniversitesi'nde sürdüren Mc Carthy, Minsky, Shannon ve Rochester'le birlikte 1956 yılında Dartmouth'da iki aylık bir toplantı düzenledi. Toplantının en önemli özelliği Mc Carthy tarafından önerilen

“Yapay Zeka” adının konmasıdır. İlk kuram ispatlayan programlardan mantık kuramcısı, burada Newell ve Simon tarafından tanıtılmıştır [20].

Daha sonra Newell ve Simon, “insan gibi düşünme” yaklaşımına göre üretilmiş ilk program olan genel sorun çözücüyü geliştirmişlerdir [21]. Simon, daha sonra fiziksel simge varsayımını ortaya atmış ve bu kuram, insandan bağımsız zeki sistemler yapma çalışmalarıyla uğraşanların hareket noktasını oluşturmuştur.

Bundan sonraki yıllarda mantık temelli çalışmalar egemen olmuş ve programların performanslarını sergilemek için bir takım yapay sorunlar ve dünyalar kullanılmıştır. Daha sonraları bu sorunlar gerçek yaşamı hiçbir şekilde temsil etmeyen “yapay dünyalar” olmakla suçlanmış ve yapay zekanın yalnızca bu alanlarda başarılı olabileceği ve gerçek yaşamdaki sorunların çözümünde kullanılamayacağı ileri sürülmüştür [22].

Geliştirilen programların gerçek sorunlarla karşılaştığında çok kötü bir performans göstermesinin ardındaki temel neden, bu programların yalnızca yapay bir şekilde çalışıp konu ile ilgili bilgileri kullanmamasıydı. Bu dönemin en ünlü programlarından Weizenbaum tarafından geliştirilen Eliza, karşısındaki ile sohbet edebiliyor gibi görünmesine karşın, yalnızca karşısındaki insanın cümleleri üzerinde bazı işlemler yapıyordu. İlk makine çevirisi çalışmaları sırasında benzeri yaklaşımlar kullanılıp çok gülünç çevirilerle karşılaşıncaya bu çalışmaların desteklenmesi durdurulmuştur.

Her sorunu çözecek genel amaçlı program yerine belirli bir uzmanlık alanındaki bilgiyle donatılmış programlar kullanma fikri, yapay zeka alanında yeniden bir canlanmaya yol açtı. Bütün bu çalışmaların sonunda yapay zeka araştırmacıları iki gruba ayrıldılar. Bir grup, insan gibi düşünen sistemler yapmak için çalışırken, diğer grup ise rasyonel karar verebilen sistemler üretmeyi amaçlamaktaydı.

Yapay zeka'nın araştırma ve çalışma alanları çok geniş olup, günümüzde de yapay zeka uygulamaları ile bir çok alanda karşılaşılmaktadır. Bu alanlara aşağıdaki örnekleri verebiliriz [22]:

1. Oyunlar (Satranç, dama, strateji, ...)
2. Yapay yaşam
3. Teorem ispatlama (prolog, paralel prolog, cebirsel mantık programlama)
4. Doğal dil anlama, işleme ve çeviri
5. Bilgi tabanlı sistemler (Bilgi gösterimi, uzman sistemler, bilgi tabanlı benzetim, genel bilgi sistemleri, ...)
6. Makine öğrenmesi (Bilgi düzeyinde öğrenme, sembol düzeyinde öğrenme, aygıt düzeyinde öğrenme)
7. Makine buluşları (Veri madenciliği, bilimsel buluşların modellenmesi)
8. Robotik (Görev planlama, robot görmesi)
9. Şekil tanıma (Nesne tanıma, optik harf tanıma, ses tanıma, ...)

Yapay zeka 'nın temel yaklaşımları bulanık mantık, yapay sinir ağları, genetik algoritmalar ve uzman sistemler olarak sayılabilir.

2.2. Bulanık Mantık

İnsanoğlu günlük hayatını sürdürürken pek çok sorun ile karşılaşmakta ve geçmişte edindiği bilgi ve deneyimlerden yararlanarak çözümler üretmektedir. Bu sorunların bir kısmı tamamen belirli olmakta ve kolayca tanımlanabildiğinden dolayı çözüm getirilmesi de kolay olmaktadır. Bunun yanı sıra, belirsizlikler içeren veya tam olarak tanımlanamayan sorunların çözümü ise nispeten zor olmakta ve görecelilik arz etmektedir [23].

Belirsizliğin bu önemli rolünün anlaşılması, geleneksel düşünceden belirsizliği temel alan modern düşünceye geçişi sağlayan dönüşümü başlatmıştır. Bu anlayış en başta klasik görüşe ters düşmesinden dolayı çok sıcak karşılanmamıştır. Bu alandaki gelişme sürecinde belirsizlikle ilgili birçok teorinin ortaya çıktığı görülmüştür.

1930'lerde Max Black belirsizliği açıklayıcı öncü kavramlar geliştirmiş olsa da; Zadeh'in [2] çalışması, belirsizlik kavramının değerlendirilmesinde önemli bir nokta olarak kabul edilir. Bu makalesinde, Zadeh kesin olmayan sınırlara sahip kümelerin oluşturduğu bulanık küme teorisini ortaya koymuştur.

1965 de Zadeh tarafından Aristo mantığına dayanan “Bir nesne kümenin ya elemanıdır ya da elemanı değildir” şeklindeki ikili mantık sistemine karşı geliştirilmiştir [2]. Bulanık mantık, günlük hayatta karşılaştığımız olaylara üyelik dereceleri karşılık getirerek olayların hangi oranlarla gerçekleştiğini belirlemeye çalışan bir mantık sistemidir.

Bulanık mantığa bir örnek verilecek olursa; bir şehrin değişik bölgelerindeki su kirliliği ölçümlerini modelleme problemi olarak düşünülebilir. Su ya kirlidir ya da değildir şeklindeki bir modellemeden çok suyun kirlilik derecesine göre model oluşturmak daha gerçekçi bir çözüm getirebilecektir [24].

Bulanık mantığın genel özellikleri Zadeh tarafından şu şekilde ifade edilmiştir [2]:

1. Bulanık mantıkta, kesin değerlere dayanan düşünme yerine, yaklaşık düşünme kullanılır.
2. Bulanık mantıkta her şey 0 ile 1 aralığında belirli bir derece ile gösterilir.
3. Bulanık mantıkta bilgi büyük, küçük, çok az gibi dilsel ifadeler şeklindedir.
4. Bulanık çıkarım işlemi dilsel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile yapılır.
5. Her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.
6. Bulanık mantık matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için çok uygundur [1].

Bulanık küme teorisinin dereceli üyeliği ifade etmesindeki yeteneği, belirsizlikleri tanımlamada önemli bir yere sahiptir. Bulanık küme teorisi, belirsizliğin ölçülmesinde güçlü ve anlamlı araçlar sunmasına ek olarak, dilimizde ifade edilen belirsiz kavramların anlamlı bir biçimde temsilini sağlar. Ancak Aristo mantığı üzerinde temellenen klasik küme teorisi, verilen bir alana ait bütün bireyleri incelenen özelliğe göre, kümeye ait olan elemanlar ve ait olmayanlar olmak üzere ele almaktadır. Kümeye üye ve üye olmayan elemanlar arasında kesin ve belirsiz olmayan bir ayrım vardır.

Bir bulanık küme, çalışma yapılan alana ait her bir elemana matematiksel olarak kümedeki üyelik derecesini temsil eden bir değer atayarak tanımlanır. Bu değer,

elemanın bulanık küme tarafından ifade edilen kavrama üyelik derecesini ifade eder. Bundan dolayı bireylerin kümeye ait olması farklılaşır. Üyelik dereceleri 0 ile 1 arasındaki sayılarla temsil edilirler. Tam üye olma ve üye olmama durumu, bulanık kümede sırasıyla 1 ve 0 değerlerine karşı düşer [25]. Bundan dolayı da, klasik küme kavramı bulanık küme kavramının bu iki değere kısıtlanmış özel bir şekli olarak görülebilir.

Oldukça geniş bir perspektife sahip olan bulanık küme üzerine yapılan araştırmalar [26-27] ortaya çıktığı günden bu yana hızla artmıştır. Uygulama alanlarının genişliği ve bu alanlarda oluşturulan sonuçların etkisinden dolayı bulanık küme teorisi bugün bilimsel çalışmalarda önemli bir yer tutmaktadır [28-35].

Bulanık mantık yaklaşımı, makinelere insanların özel verilerini işleyebilme ve onların deneyimlerinden ve önsezilerinden yararlanılarak çalışabilme yeteneği verebilmektedir. Bu yetenek kazandırılırken sayısal ifadeler yerine sembolik ifadeler kullanılabilen ve bu sembolik ifadelerin makinelere aktarılması ise matematiksel bir temele dayandırılmaktadır. Bahsedilen matematiksel temel, bulanık küme kuramı ve bulanık mantık kavramıdır [36].

Söz konusu kuramın endüstriyel uygulaması ise ilk kez çimento sanayisinde gerçekleşmiştir [36-37]. Bulanık mantık sisteminin bir çimento fabrikasında uygulanmasıyla birlikte bulanık kavramlar dünyanın birçok yerinde kullanılmaya başlanmıştır.

Kronolojik sırada sonraki önemli bir uygulama da 1987 yılında Japonya da gerçekleşmiş, Sendai Metro sisteminde çalışan trenlerin otomatik olarak denetimi için bulanık mantık kullanılmıştır [37]. 1987'den sonraki yıllarda da elektrikli süpürgeler, çamaşır makineleri, asansörler vb gibi konularda bulanık mantık uygulamaları yapılarak günümüze kadar bu çalışmalar taşınmıştır [37].

Tablo 2.1' de bulanık mantık uygulamalarından bazı örnekler verilmiştir.

Tablo 2.1. Bulanık denetim uygulamaları

Ürün	Firma	Bulanık Mantığın İşlevi
Asansör denetimi	Fujitec –Toshiba, Mitsubishi, Hitachi	Yolcu trafiğini değerlendirir. Böylece bekleme zamanı azalır.
SLR Fotoğraf makinesi	Sanyo –Fisher, Canon, Minolta	Ekranda birkaç obje olması durumunda en iyi fokusu ve aydınlatmayı belirler.
Video kayıt cihazı	Panasonic	Cihazın elle tutulması nedeniyle çekim sırasında oluşan sarsıntıları ortadan kaldırır.
Çamaşır makinesi	Matsushita	Çamaşırın kirliliğini, ağırlığını, kumaş cinsini sezer, ona göre yıkama programını seçer.
Elektrik süpürgesi	Matsushita	Yerin durumun ve kirliliğini sezer ve motor gücünü uygun ayarlar.
Su ısıtıcısı	Matsushita	Isıtmayı kullanılan suyun miktar ve sıcaklığına göre ayarlar.
Klima	Mitsubishi	Ortam koşullarını değerlendirerek en iyi çalışma durumunu algılar, odaya birisi girerse soğutmayı artırır.
ABS Fren sistemi	Nissan	Tekerleklerin kilitlenmeden frenlenmesini sağlar.
Çelik endüstrisi	Nippon, Steel	Geleneksel denetleyicilerin yerini alır.
Sendai metro sistemi	Hitachi	Hızlanma ve yavaşlamayı ayarlayarak rahat bir yolculuk sağlanmasının yanı sıra durma konumunu iyi ayarlar, güçten tasarruf sağlar.
Çimento sanayi	Mitsubishi, Chem	Değirmende ısı ve oksijen oranı denetimi yapar.
Televizyon	Sony	Ekran kontrastını, parlaklığını ve rengini ayarlar.
El Bilgisayarı	Sony	El yazısı ile veri ve komut girişine olanak tanır.

2.2.1. Bulanık mantık ve belirsizlik

Günlük hayatta kesin olarak bilinmeyen, önceden kesinmiş gibi düşünülen ancak sonuçta kesinlik göstermeyen birçok durumla karşılaşmaktadır. Bu sistem

davranışı, genel olarak belirsizlik, kesin düşünceden uzaklık ve karar verememekten kaynaklanmaktadır. İnsan düşüncesinin tam olarak olgunlaşmaması sosyal, iktisadi ve teknik konularda belirsizlik kavramını karşımıza çıkarmaktadır. İnsanın düşünce sisteminde ve zihninde bazı olayların tam olarak kavranılmaması bu olayları yaklaşık olarak canlandırmasıyla birlikte belirsizlikler doğmaktadır [36].

Belirsizliğin göstergesi olan bulanıklık kavramı, mantık sistemi ve küme işlemlerinin bir bütünü olmaktadır. İncelenen bir konunun araştıran kişi tarafından tam kesinlikle bilinmemesi durumunda sahip olunan eksik ve belirsiz bilgilerin tümünü, bulanık olarak ifade edebilmekteyiz [37].

Söz konusu belirsiz bilgiler, rastgele karakterde olaylar ve rastgele karakterde olmayan olaylar olmak üzere iki şekilde ortaya çıkmaktadır. Rastgele karakterde olan belirsizlikler istatistik yöntemlerle ortaya konulabilmektedir. Rastgeleliğin en önemli özelliği, sonuçların ortaya çıkmasında tamamen şans faktörlerinin etkin olmasında yatmaktadır. Ancak bir gerçek vardır ki, bilinen tüm belirsizlikler rastgele karakterde olmamaktadır. Rastgele karakterde olmayan olaylar için, özellikle sözel belirsizlikler söz konusu olduğunda bulanık mantık teorisinden yararlanılırken, sayısal belirsizlikleri ortaya koymak için istatistik ve olasılık teorisinden yararlanılmaktadır [38].

2.2.2. Bulanık mantık ve küme teorisi

Küme kavramı klasik kümeler ve bulanık kümeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bulanık mantık, insan düşüncesinin getirdiği sözel bilgileri işleyebilmekte ve bulanık küme teorisi ile açıklayabilmektedir [37-39].

Klasik kümeler üye olma ve üye olmama ilişkisi çerçevesinde geliştirilmişlerdir. Bu yaklaşıma göre istediğimiz özelliğe sahip olan bir birey, eleman veya çalışma alanı içerisindeki ölçümler tanımlanmış olan bir kümeye ya aittir ya da değildir. Bu tür kümeleri ifade etmekte ise karakteristik fonksiyonlardan yararlanılmaktadır. Karakteristik fonksiyon her bir elemana 1 ve 0 değerlerinden birini üyelik durumuna göre atayarak evrensel küme üzerinde tanımlanan ve bizim ilgilendiğimiz özelliğe

sahip elemanların oluşturduğu kümeyi belirlemektedir. Klasik küme kavramında, bir X kümesindeki A alt kümesi kendisine ait karakteristik fonksiyon olan X_A ile ifade edilmektedir. Buradaki karakteristik fonksiyon X 'in elemanlarını $\{0,1\}$ kümesine dönüştürmektedir. Klasik bir A kümesini karakteristik ifadesi yardımıyla aşağıdaki şekilde ifade etmek mümkündür [40] (Denklem 2.1):

$$X_A : X \rightarrow \{0,1\} \quad (2.1)$$

$$\forall x \in X \quad \text{için} \quad X_A(x) = \begin{cases} 1 & x \in A \\ 0 & x \notin A \end{cases}$$

Söz konusu fonksiyonda 1 görüldüğünde A kümesine ait elemanlar 1 değerini alırken, ait olmayan elemanlar ise 0 değerini almaktadır. Klasik kümelerde bir eleman birden fazla kümeye ait olabilmekte ve ait olduğu kümelere de aynı üyelik derecesi ile yani üyelik derecesi 1 olarak bağlı olabilmektedir. Burada 1 değerini alan elemanlar oluşturulan kümeyi belirlemekte ve klasik kümelerde bir eleman için üyelikten üye olmamaya geçişin çok kesin olduğu görülmektedir [37], [40-41].

Bulanık küme teorisinde, bulanık kümeleri içeren bir evrensel küme içerisindeki elemanların üyelik geçişi dereceli olmaktadır. Eğer bir eleman herhangi bir kümeye ait olacaksa, o elemanın o kümeye ait olma derecesi de söz konusu olmaktadır. Bu derecelendirme bulanık kümelerin sınırlarına belirsizlik özelliğini katmaktadır. Bu sebeple bir elemanın bu kümeye aitliğine dair belirsizliğini ölçmeye yarayan bir fonksiyonla tanımlayabilmektedir. Söz konusu fonksiyon evrensel kümenin elemanlarını belirli bir aralıktaki reel sayılara karşılık getirerek, elemanlar arasındaki derecelendirmeyi gerçekleştirmektedir. Küme içerisinde değişkenlerin aldığı yüksek değerler de üyelik derecesinin yüksekliğini göstermektedir. Buradaki fonksiyon üyelik fonksiyonu ve bu fonksiyonun oluşturduğu küme de "Bulanık Küme" olarak ifade edilebilmektedir [40]. Bulanık bir A kümesini aşağıdaki şekilde ifade etmek mümkün olmaktadır: A boş olmayan bir küme olmak üzere; X 'deki bir bulanık A kümesi (Denklem 2.2);

$$\forall x \in X \Rightarrow \mu_A(x) : X \rightarrow [0,1]; X = \text{Evrensel küme}; A \subset X \quad (2.2)$$

olarak ifade edilebilmektedir. Denklem 2.2'deki $\mu_A(x)$ 'e, bulanık kümeye karşılık gelen üyelik fonksiyonu adı verilmektedir. $\mu_A(x)$, A 'nın elemanlarının istenilen özelliği hangi ölçüde sağladığının ifadesi olmaktadır [2], [40].

Bulanık küme teorisinde bir eleman bir kümeye 0 ve 1 de dahil olmak üzere 0 ile 1 arasında değişen üyelik dereceleri ile ait olmaktadır. Başka bir deyişle bulanık kümelerde bir bulanık küme elemanı bir kümeye biraz aittir veya biraz değildir denilebilmektedir. Aynı zamanda da bir bulanık küme elemanı aynı anda birbirinin aynısı veya farklı üyelik dereceleri ile iki kümeye de aitliği söz konusu olmaktadır. Klasik küme anlayışında olduğu gibi ya hep ya hiç anlayışı bulanık kümelerde geçerli olmamaktadır [36].

2.2.3. Bulanık kümeler ve üyelik fonksiyonu

Değişik belirsizlik durumları arasında sözel olanlarının mükemmel olmayan bilgi içeriği olması açısından daima yaklaşıklık ve bulanıklık içerdiği anlaşılmaktadır. Bu gibi belirsizlik durumlarında en uygun yöntem bilim esasının küme elemanlarına değişik üyelik derecelerinin verilmesi ile olacağı Lütfü Askerzade tarafından 1965 yılında belirtilmiştir [2]. Aristo mantığına göre insanlar boy bakımından ya uzundur ya da değildir. Halbuki Zadeh yaklaşımına göre uzun boyluluğun değişik dereceleri vardır. Uzun boylulardan bir tanesi gerçek uzun boylu olarak esas alınırsa ondan biraz daha uzun veya kısa olanlar uzun veya kısa olanlar uzun boylu değil diye dışlanamazlar. Esas alınan uzun boyluluğun altında ve üstündeki boylar o kadar kuvvetli olmasa bile uzun boyluluğa ait olma derecesi biraz daha az olmakla beraber yine de uzun boylular kümesine girmektedir. Böylelikle dünyadaki tüm insanlar kümesindeki insanların teker teker boy açısından birer uzunluk üyelik derecelerinin bulunduğunu söyleyebiliriz [42].

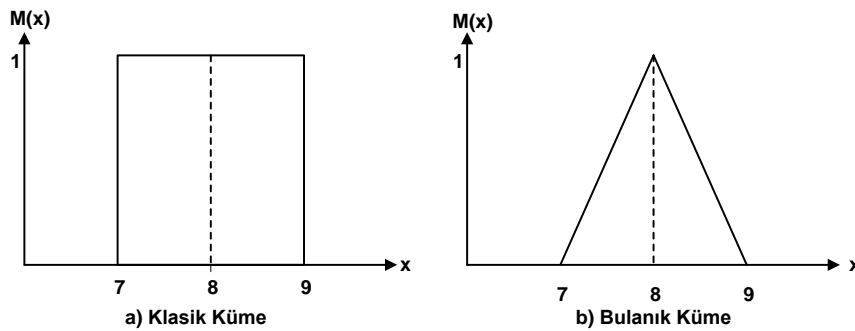
Aristo mantığına göre çalışan ve şimdiye kadar alışlagelen klasik küme kavramında bir kümeye giren öğelerin oraya ait oluşları durumunda üyelik dereceleri 1'e, ait olmamaları durumunda ise 0'a eşit sayılmıştır. Bunun arasında hiçbir üyelik derecesi

düşünülemez. Bulanık kümeler kavramında ise 0 ile 1 arasında değişen değişik üyelik derecelerinden söz etmek mümkündür. Bulanık kümenin temel özellikleri;

1. Bulanık kümenin normal olmasıdır. Bunun için en azından o kümede bulunan öğelerden bir tanesinin en büyük üyelik derecesi olan 1'e sahip bulunması gereklidir.
2. Bulanık kümenin monoton olması istenir. Bunun anlamı üyelik derecesi 1'e eşit olan öğeye en yakın sağda ve soldaki öğelerin üyelik derecelerinin 1'e yakın olmasıdır.
3. Üyelik derecesi 1'e eşit olan öğeden sağa veya sola eşit mesafede hareket edildiği zaman bulunan öğelerin üyelik derecelerinin birbirine eşit olmasıdır. Buna da bulanık kümenin simetrik özelliği adı verilir. (Bulanık küme üyelik derecesi fonksiyonlarının mutlaka simetrik olması özelliğinin sağlanması zorunlu değildir.)

Klasik kümelerde bulanık kümelerin arasındaki önemli farklardan bir tanesi, klasik kümelerin sadece bir tane dikdörtgen üyelik derecesi fonksiyonu bulunmasına karşılık, bulanık kümenin yukarıdaki üç şarttan ilk ikisini mutlaka sağlayacak biçimde değişik üyelik derecesi fonksiyonlarına sahip olmasıdır. Şekil 2.1'de 7 ile 9 arasında değişen gerçek sayıların üyelik dereceleri fonksiyonları verilmiştir.

Bulanıklığın müphemlik, belirsiz anlamlılık, değişik anlamlara gelebilen olayların özelliği, rastgeleliği ise, o olayın meydana gelmesindeki belirsizliğin sayısal ölçüsü olarak söylenebilir [42].



Şekil 2.1. Klasik ve bulanık küme

2.2.4. Bulanık mantık tabanlı sistemler

Günümüzde bilgi çağı ve bunun getirdiği sözel verilere önem verilmektedir. Bunun sebebi, insanların bir cihaz gibi sayısal değil, yaklaşık sözel verilerle konuşarak anlaşmasıdır. Sözel veriler gün geçtikçe önemini arttırmaktadır. Bu sözel insan verilerini bir sistem içinde formüle ederek, cihazların verdiği sayısal bilgilerle beraber mühendislik sistemlerinde göz önünde tutmak gerekmektedir. Bulanık sistemlerin asıl işleyeceği konu bu tür bilgilerin bulunması halinde, çözümlenmeye gitmek için nasıl düşünüleceğidir. İyi bir mühendislik teorisinin incelenen olayın önemli bazı özelliklerini yakalayarak onu yaklaşık bir biçimde modellemesi ve matematik bakımından karmaşık olmayacak çözümlerle kontrol altına alması beklenir. Bulanık yöntemlerle bir sistemin modellenmesinde yaklaşıklık ve çözümlülük bulunur [44]. Bu bakımdan bulanık sistemler teorik ve matematik aksiyomlu yaklaşımlardan bağımsız bir çözüm algoritmasını temsil eder.

Mühendislik yaklaşımlarında, elde edilebilen tüm sayısal ve sözel bilgiler çözüm algoritmasına katılarak incelenen olayın kontrolünde anlamlı çözümlere varılabilmelidir. Bu bakımdan bulanık küme, mantık ve sistem ilkeleri, uzman kişilerin de vereceği sözel bilgileri işleyerek toptan çözüme gitmeye yarar. İnsanların sunduğu sözel bilgilerin sayısal hale getirilerek bilgisayarlar veya algoritmalar tarafından algılanarak hesaplamaların yapılabilmesi için bulanık sistemlere gerek vardır. Bulanık sistemlerin klasik tasarımdan farkı, sistem davranışı kısmının ikiye ayrılarak kendi aralarında bağlantılı dört birimin olmasıdır. Bu birimlerin her birinin farklı, fakat birbiri ile ilişkili olabilen görevleri vardır.

Genel bilgi tabanı birimi, incelenecek olayın maruz kaldığı girdi değişkenlerini ve bunlar hakkındaki tüm bilgileri içerir. Buna veri tabanı veya kısaca giriş adı da verilir.

Bulanık kural tabanı birimi veri tabanındaki girişleri çıkış değişkenlerine bağlayan mantıksal EĞER-İSE türünde yazılabilen bütün kuralların tümünü içerir. Bu kuralların yazılmasında sadece girdi verileri ile çıktılar arasında olabilecek tüm aralık

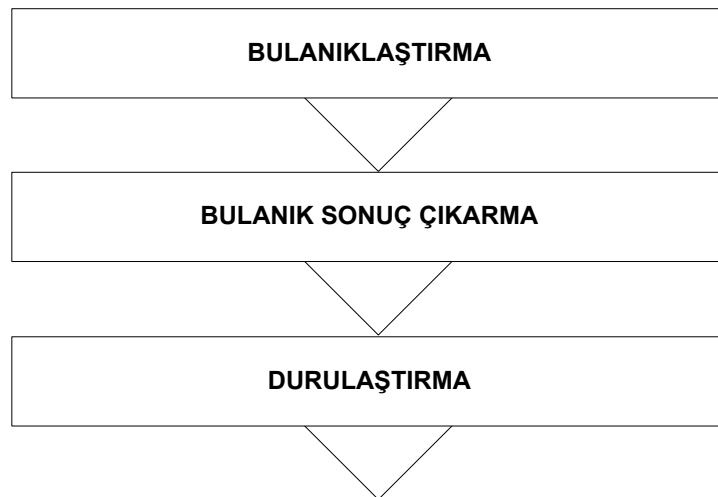
bağlantıları düşünülür. Böylece, her bir kural girdi uzayının bir parçasını çıktı uzayına mantıksal olarak bağlar. Bu bağlamaların tümü kural tabanını oluşturur.

Bulanık çıkarım motoru birimi, bulanık kural tabanında giriş ve çıkış bulanık kümeleri arasında kurulmuş olan ilişkilerin hepsini bir araya toplayarak sistemin bir çıkışlı davranmasını temin eden işlemler topluluğunu içeren bir mekanizmadır. Bu motor, her bir kuralın çıkarımlarını bir araya toplayarak tüm sistemin girdiler altında nasıl bir çıktı vereceğinin belirlenmesine yarar [43].

Çıktı birimi, bilgi ve bulanık kural tabanlarının bulanık çıkarım motoru vasıtası ile etkileşimi sonunda elde edilen çıktı değerlerinin topluluğunu belirtir [44].

Bir bulanık çıkarım işlem sürecinin elemanları ve aşamaları Şekil 2.2'deki gibi gösterilebilir.

1. Bulanıklaştırma
2. Bulanık sonuç çıkarma
3. Durulaştırma



Şekil 2.2. Bulanık işlem süreci elemanları

Bulanık mantık tabanlı sistemlerin ilk evreleri bulanık küme kurma ve tanımlama işlemlerini içerir. Bulanıklaştırma, bulanık kümelerin bir genelleştirilmesidir. Küme sözcüğü dilbilimsel değişeni veya bulanık genellemeyi ifade eder [38].

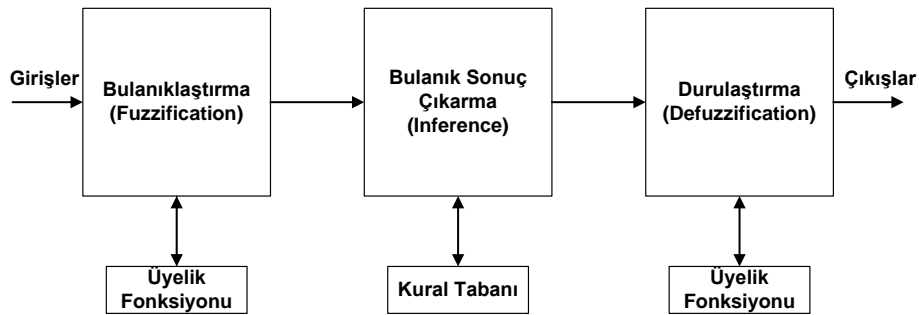
Bulanıklaştırma durumunda çok değerli mantık düşünülduğünde doğruluk derecelerine (0-1 aralığında ilgili kümeye ait olma derecesi) sahip oluruz [45]. Burada bulanık girdi değerleri üretmek için üyelik fonksiyonları depolanır; tanımlamada, kişisel kümeler ve bağıntılar kurulur. Bilgiler, bulanık küme olarak adlandırılan şeye dönüştürülür [46].

Durulaştırma, bir bulanık küme veya bulanık sayıyı gerçek sayıya dönüştüren süreçtir [47]. Bulunan çözüm alanından tek bir değer elde edilmesi işlemine denir. Çünkü sonuçta ortaya tek bir yargı çıkmalıdır. Yargılar yapıları gereği tektir. Yani bir yüklemle yüklenirler. Bulanık önermelerde genellikle üyelik değerinin en yüksek olduğu noktaya karşılık gelen değer, problemin çözümü olan tek değerdir. Bu alandan böyle tek bir değer belirlenmemesi durumunda en yüksek değerlerin ortalaması veya oluşan çözüm alanının ağırlık merkezine karşı gelen nokta çözüm değeri olarak alınır. Bu şekilde fonksiyonun değeri sadece 0 ile 1 den ibaret olmayıp bunlar arasındaki herhangi bir değer de olabilir.

Bulanık sonuç çıkarma, çözülecek problemle ilgili bulanık önerme değişkenlerinin ve karar verme kurallarının belirlenmesi ve üyelik fonksiyonunun oluşturulması işlemidir. Bilgisayarlarda kullanılan bulanık mantık dizgesinde bir önermenin bulanık işlemesi (işlemin bulanıklaştırılması), şöyle olur: İlk aşamada, belirlenen bulanık önerme değişkenlerinin kuralları kullanılarak problemin çözüm alanı belirlenir. Üyelik fonksiyonlarının üst üste konulması, kurallara göre ortak alanın bulunması işlemidir. Eğer kurallar “ve” bağlacı ile bağlanmış ise üyelik fonksiyonlarının küçük değeri “veya” bağlacı ile bağlanmış ise o zaman üyelik fonksiyonlarının büyük değeri alınarak ortak alan oluşturulur. İkinci aşamada, bulanık girişim de denilen davranış tanımlama-belirlemede, dizge girdi değerlerine dayanan dilbilimsel kuralların sayısal temsilleri oluşturulur. Son aşamada (durulaştırma) ise, tüm çıktılar birleştirilir ve sayısal bir değerle gösterilir [48].

Bir bulanık kümenin hem sınırı, hem bileşimi, hem de yapısı belirsizdir ve belirlenmemiştir. Yani bu kümeye ait olan elemanları kümeye ait olmayanlardan, dahil ya da dahil değil gibi kesin bir yargıyla belirlemek mümkün değildir. Bazı elemanları bu kümeye dahil etmek de mümkündür, etmemek de. Böylece bulanık

kümelerin ayırıcı özelliği bütün yönlerden bulanık olmasıdır. Bulanık mantıksal işlemlerde bir kümenin elemanlarının bu kümeye ait olmalarının da bir sayısal değeri vardır; bu 0 ile 1 arasında herhangi bir değerdir. Bu kümeler bulanık olduklarından kümenin her bir elemanının kümeye aidiyet derecesi farklı bir sayısal değerle gösterilir. Bulanık kümeler kavramı ile, kümenin kapsadığı elemanların kesin sınırlarla belirlenmemiş olması kastedilir. Bulanık mantığın da belirli sınırları vardır ve bu sınırlar duruma göre değişir. Onu klasik mantıktan ayıran nokta, bu sınırların daha esnek olmasıdır [44]. Bir bulanık küme tabanlı sistemin işlem aşamaları Şekil 2.3'deki gibi gösterilebilir.



Şekil 2.3. Bulanık mantık tabanlı sistemin genel diyagramı

2.3. Mamdani Tipi Bulanık Modelleme

Bu modelleme tekniğinin ilk yapısı makinelerin kontrol sistemlerinde kullanılmıştır [49-50]. Özellikle dilsel ifadelerin modellenmesinde kullanılan yöntem, uzman görüşü temel alınarak sezgisel hesaplama da elverişli olması nedeniyle farklı mühendislik sistemlerinde kullanım alanı bulmuştur [51]. Mamdani modellemede, sistem tanımlamada kullanılan matematiksel denklemlerin yerini eğer-ise (if-then) biçiminde kurallar almaktadır. Mamdani modelin yapısı denklem 2.3 eşitliği ile ifade edilmektedir [52].

$$R_i: EGER \quad x_i = A_{i1} \text{ ve } \dots \text{ ve } x_r = A_{ir} \quad İSE \quad y = B_i \quad (i = 1, 2, \dots, k) \quad (2.3)$$

Burada; k kural sayısını, r girdi değişken sayısını, x_i girdi değişkenlerini, y çıktı değişkenini A_{ij} ve B_i ise girdi ve çıktı dilsel terimleri (bulanık kümeleri) ifade

etmektedir. Mamdani modelinde, her kuralın katkısı birer bulanık kümedir. Modele girdi olarak beslenen x 'in üyelik değeri A' ve çıktının üyelik değeri ise B' olsun. Girdi çıktı ilişkisi denklem 2.4 eşitliği ile tanımlıdır.

$$B' = A' \circ R' \quad R: \text{Kuralın bulanık ilişkisi; } \circ: \text{Bileşke} \quad (2.4)$$

Bu eşitlikteki “ \circ ” sembolü, sup-t bileşimi olarak adlandırılır [40]. Sup-t, matematiksel olarak bir maksimum alma işlemidir. Kuralların etkinliğinin belirlenmesinde kullanılan bulanık ilişki terimi denklem 2.5'deki eşitlikle hesaplanır.

$$\mu_{R_i}(x, y) = I(\mu_{A_i}(x), \mu_{B_i}(y)) \quad (2.5)$$

Burada, I sembolü, içerme (implication) veya birleştirme (conjunction) operatörü (örneğin, min.) olarak kullanılır. Örnek olarak; minimum işleminin kullanıldığı bir model yapısında, $(\mu_{A_i}$ ve $\mu_{B_i})$ ifadeleri içinden küçük olan değer seçilir. Birden fazla kuralın kullanıldığı bir sistemde de, her girdinin kurallardaki etkinliklerinin minimumu alındıktan sonra, her kuralın çıktısı da minimum alınarak tespit edilir. Elde edilen minimumların maksimumunun alınması işlemine maksimum-minimum çıkarım (max-min inference) veya “Mamdani Çıkarım Yordamı” adı verilir. Yordam matematiksel olarak 3 aşamadan oluşmaktadır [53].

1. Aşama: Öncül (girdi) kısımların kurallar tarafından ifade edilme dereceleri (fulfillment) α_i , girdi değerleri x_1, x_2, \dots, x_n olmak üzere denklem 2.6 eşitliği ile belirlenir.

$$\alpha_i = \mu_{A_{i1}}(x_1) \wedge \mu_{A_{i2}}(x_2) \wedge \dots \wedge \mu_{A_{in}}(x_n), \quad 1 \leq i \leq k \quad i: \text{kural} \quad (2.6)$$

2. Aşama: Her kural için çıktı kısımlar B'_i içinden t-norm yardımıyla minimum olan üyeliğin seçimi denklem 2.7 eşitliğindeki işlemle yapılır.

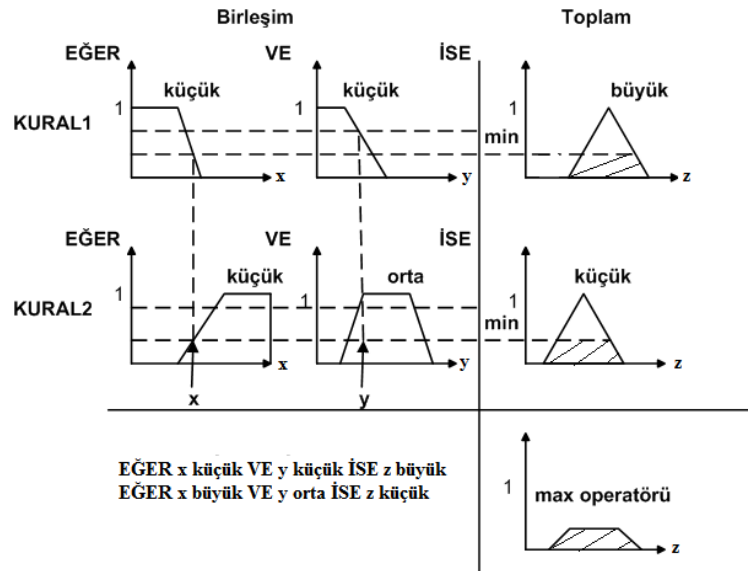
$$\mu_{B'_i}(y) = \alpha_i \wedge \mu_{B_i}(y) \quad (2.7)$$

3. Asama: Son aşamada, çıktı bulanık kümelerin toplamı (aggregation), maksimum (union) operatörü kullanılarak bulunur. İşlem denklem 2.8'deki matematiksel eşitliğe uygun olarak yapılır.

$$\mu_{B'}(y) = \max(\mu_{B'_i}(y)), \quad i = 1, 2, \dots, K \quad (2.8)$$

Çıkarım sonucunda elde edilen sonuç bulanık olduğundan bu değer durulaştırılması gereklidir. Bu aşamada, uygun bir durulaştırma yordamı kullanılarak sayısal çıktı elde edilir. İki girdi ve bir çıktıdan oluşan Mamdani modele ilişkin bir örnek, Şekil 2.4'te verilmiştir. Parametreler şunlardır:

1. Girdiler: Veriye ait x ve y koordinatları.
2. Çıktı: Koordinatlara karşılık gelen tenör değerleri.
3. Kural Sayısı: 2.
4. Seçilen operatör türü: max(min).
5. Durulaştırma Yöntemi: Ağırlıklı ortalama.



Mamdani tipi bulanık model çok kolay oluşturulur, insan davranışlarına çok uygundur. Bu nedenle çok yaygın bir kullanıma sahiptir ve diğer bulanık mantık

modellerin temelini oluşturur. İlk defa bir buhar motorunun insan tecrübelerinden elde edilen sözel kontrol kuralları yardımıyla kontrolü amacıyla kullanılmıştır [50]. Bu modelde hem girdi değişkenleri hem de çıktı değişkeni kapalı formdaki üyelik fonksiyonları ile ifade edilir [54].

Mamdani tipi bir bulanık modelinden çıkarım işlemi aşağıdaki 5 adımda yapılır:

- a) Girdilerin bulanıklaştırılması: Öncül kısımdaki bütün bulanık ifadeleri kullanarak girdi değişkenlerine ait 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecelerinin belirlenmesi.
- b) Bulanık mantık işlemlerini kullanarak kural ağırlıklarının belirlenmesi.
- c) Bulanık küme için mantıksal işlemlerin (ve, veya) uygulanması.
- d) Sonuçların toplanması: Her bir kuralın çıktısını temsil eden bulanık kümelerin birleştirilmesi.
- e) Durulaştırma: Tek bir sayıya dönüştürülmüş toplam bulanık küme sonuçlarının durulaştırılması.

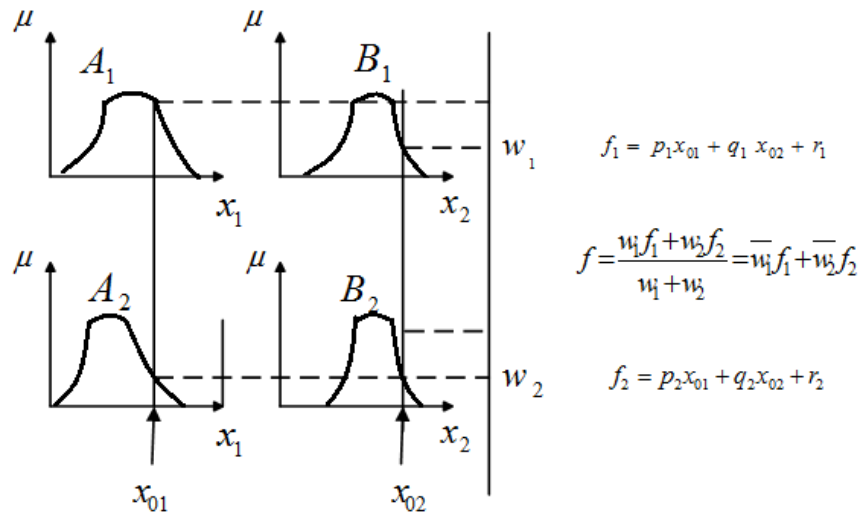
Mamdani tipi bulanık modelin avantajlarını özetlemek gerekirse;

1. Modelin oluşturulması basittir.
2. Diğer bulanık mantık modellemenin temelini oluşturur.
3. İnsan davranış ve duyularına benzerdir.

2.4. Takagi-Sugeno Tipi Bulanık Modelleme

Takagi – Sugeno bulanık mantık modeli ilk kez 1985 yılında kullanılmaya başlanmıştır [55]. Takagi ve Sugeno'nun bu çalışmasında bulanık ifadeler ve ilişkilerin kullanıldığı sistemlerin bulanık modellerinin oluşturulmasında kullanılmak üzere matematiksel gereçler önerdikleri çalışmalarında bulanık sistemlerin modellenmesi ve kontrolü için uygulamalar verilmiştir. Mamdani bulanık mantık yönteminin bir uyarlamasıdır. Girdi değişkenlerinin gerçek değerlerinin bulanıklaştırılması ve bulanık mantık işlemleri Mamdani bulanık modelleme ile tamamen aynıdır. İki yöntem arasındaki fark çıktı üyelik fonksiyonlarındadır. Takagi-Sugeno tipi bulanık modellemede çıktı üyelik fonksiyonları sadece lineer

yada sabittir. Çıktı üyelik fonksiyonları sabit olduğu zaman, sıfırinci derece, 1. derece doğru denklemi şeklinde olduğu zaman ise birinci derece Sugeno bulanık model olarak adlandırılırlar. Böylece Takagi-Sugeno tipi bulanık model, Mamdani tipi bulanık modelden daha karmaşık ve gösterim açısından daha elverişlidir. Bu nedenle Takagi-Sugeno tipi bulanık model uyarlanabilir tekniklerle birlikte kullanılabilir. Takagi-Sugeno yapısındaki bulanık çıkarım sisteminin mimarisinin kolaylıkla anlatılabilmesi için x_1 ve x_2 ve olmak üzere iki girişi ve f gibi bir çıkışı olduğu kabul edilirse, birinci derece Takagi-Sugeno bulanık modeli için iki bulanık “EĞER – İSE” kuralı denklem 2.9’daki gibi olur. Bir birinci derece Takagi-Sugeno bulanık model aşağıdaki gibi tanımlanabilir. Şekil 2.5’te iki girişli ve iki kurallı Takagi-Sugeno tipi bulanık çıkarım yöntemi verilmiştir.



Şekil 2.5. Takagi-Sugeno bulanık çıkarım

$$\text{Kural - 1: Eger } x^1 = A_1 \text{ ve } y^1 = B_1, \text{ ise } z^1 = f_1(x, y) = p_1x + q_1y + r_1 \quad (2.9)$$

$$\text{Kural - 2: Eger } x^2 = A_2 \text{ ve } y^2 = B_2, \text{ ise } z^2 = f_2(x, y) = p_2x + q_2y + r_2$$

Bu eşitlikte A ve B bulanık kümeleri, x ve y üyelik fonksiyonları için tanımlanmış giriş değişkenlerini, f_i çıkış değişkenini p_i , q_i ve r_i ise sonuç parametreleridir. Böylece her bir kural için bir çıktı değeri elde edilir. Bulanık küme mantıksal işlemleri (ve, veya) basit toplama ve çarpmadır. Takagi-Sugeno bulanık sisteminin çıktısı denklem 2.10’da verilmiştir. Denklemde verilen “I” ifadesi kural sayısını ifade etmektedir.

$$\hat{f} = \frac{\sum_{l=1}^m w^l f^l}{\sum_{l=1}^m w^l} \quad (2.10)$$

Bu ifade, f^l 'lerin ağırlıklandırılmış bir ortalamasıdır. Denklem 2.11'de w^l ağırlığının formülasyonu verilmiştir.

$$w^l = \prod_{i=1}^p \mu_{F^l_i}(x_i) \quad (2.11)$$

Eşitlikte $\mu_{F^l_i} : F^l_i$ bulanık kümesinin üyelik fonksiyonunu gösterir [56-57].

Takagi-Sugeno tipi bulanık modelin avantajları;

1. Hesaplama için çok uygundur.
2. Durulamaya gerek yoktur.
3. Lineer olmayan sistemlerin kontrol edilmesi için lineer teknikler kullanılabilir.
4. Çıktı uzayında sürekliliği garantiler.
5. Matematiksel analiz için uygundur.

Takagi-Sugeno tipi bulanık modelin dezavantajları ise;

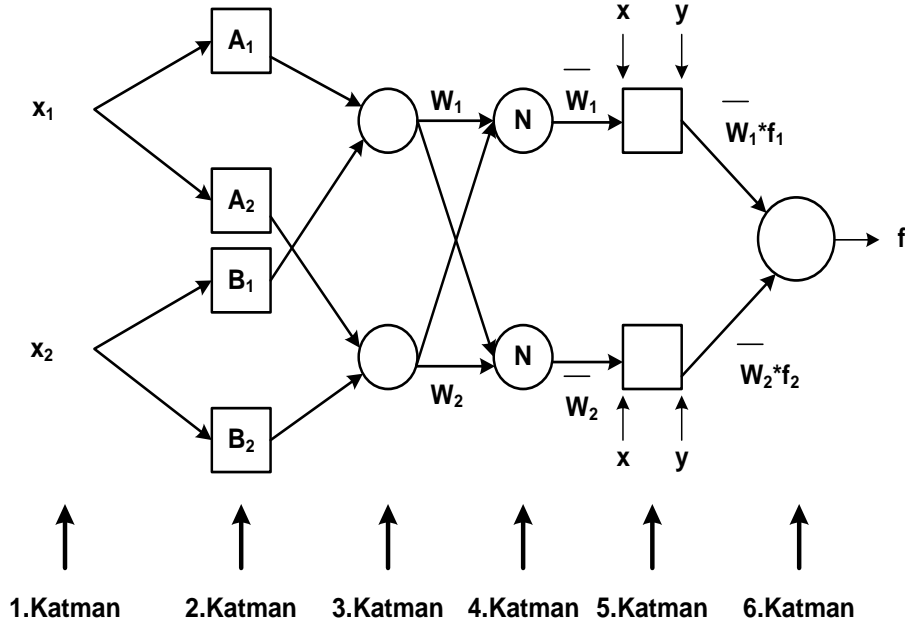
1. Yüksek derecedeki Sugeno bulanık modelleme kullanıldığında oldukça karmaşık bir yapıya sahip olur.
2. İnsan sezgilerine çok uygun değildir.

2.5. ANFIS

Bulanık mantık ve yapay sinir ağları, günümüzde akıllı sistemlerin geliştirilmesiyle birlikte kullanılan tamamlayıcı yöntemlerdir. Bulanık sistemlerin öğrenme kabiliyeti yoktur. Bu yüzden kendilerini adapte edemezler. Diğer yandan yapay sinir ağları,

eğitim yoluyla öğrenme kabiliyetine sahiptir. Bulanık mantık ise uzman görüşü ile elde edilen dilsel bilgileri kullanarak daha yüksek seviyeli ve kullanıcı tarafından anlaşılabilir sonuçlar çıkarmaktadır.

Uyarlamalı sinirsel bulanık çıkarım sistemi anlamına gelen ANFIS ismi, Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System olan isminin baş harflerinden oluşmuştur. ANFIS yapısı, Sugeno tipi bulanık sistemlerin, sinirsel öğrenme kabiliyetine sahip bir ağ yapısı olarak temsilidir. ANFIS, her biri belli bir fonksiyonu gerçekleştirmek üzere, katmanlar halinde yerleştirilmiş düğümlerin birleşiminden oluşmuştur [58]. Sinirsel bulanık sistemler, yapay sinir ağlarının paralel hesaplayabilme ve öğrenme kabiliyeti ile bulanık mantığın uzman bilgisini kullanarak sonuç çıkartabilme özelliklerinin beraber kullanımından oluşur. ANFIS 6 katmandan oluşmaktadır. ANFIS'e ait iki girişli ve iki kurallı Şekilde örnek olarak tasarlanan mimari Şekil 2.6'da gösterilmiştir. Mimari içerisindeki her katmana ait düğüm işlevleri alt başlıklarda açıklanmıştır.



Şekil 2.6. ANFIS mimarisine ait iki girişli ve iki kurallı örnek mimari

ANFIS, ele alınan problem için oluşturulan yapıya göre olası tüm kuralları atayabilmekte veya kuralların veriler yardımıyla uzman tarafından belirlenmesine olanak sağlamaktadır. ANFIS'in öğrenme algoritması, en küçük kareler yöntemi ile

geri yayımlı öğrenme algoritmasının bir arada kullanılmasından oluşan melez öğrenme algoritmasıdır.

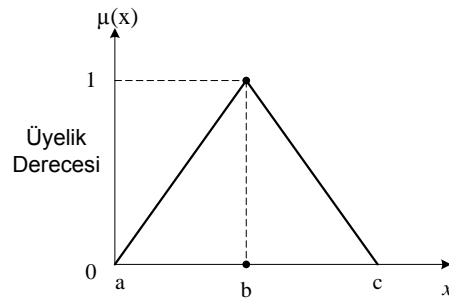
1. Katman: Bu katmandaki her düğüm, giriş sinyallerinin diğer katmanlara geçişinin yapıldığı giriş düğümleridir. Düğüm içerisinde herhangi bir etkinlik işlevi kullanılmamaktadır.

2. Katman: Bulanıklaştırma katmanıdır. Bu katmanda yer alan düğümler ayarlanabilen düğümlerdir ve bu düğümlerde giriş değişkenlerine ait bulanık kümelerle ait üyelik fonksiyonları yer almaktadır. Bu düğümlerin çıkışı, ilgili üyelik fonksiyonunun derecesini göstermektedir ve denklem 2.12’de verilmiştir.

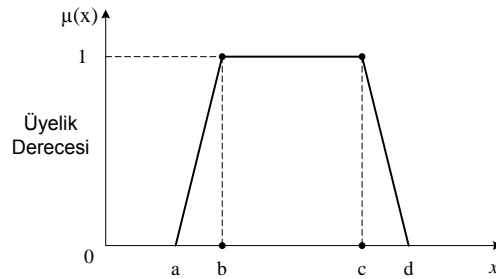
$$\begin{aligned} O_{2,i} &= \mu_{A_i}(x_1) \\ O_{2,j} &= \mu_{B_i}(x_2) \end{aligned} \quad (2.12)$$

x , y değerleri i .düğüme ait giriş değerlerini A_i ve B_i sözel olarak ifade edilen bulanık kümeleri, μ_{A_i} ve μ_{B_i} değerleri ise bu kümelerle ait üyelik fonksiyonlarının derecelerini göstermektedir. Pratikte genel olarak, klasik küme şeklinde belirtilen sayısal değişim aralıklarının bulanıklaştırılması, bulanık küme, mantık ve sistem işlemleri için gereklidir. Bunun için, bir aralıkta bulunabilecek öğelerin hepsinin, 1’e eşit üyelik derecesine sahip olacak yerde, 0 ile 1 arasında değişik değerlere sahip olması düşünülür. Bu durumda, bazı öğelerin belirsizlik içerdikleri kabul edilir. Bu belirsizliklerin, sayısal olmayan durumlardan kaynaklanması halinde bulanıklıktan söz edilir.

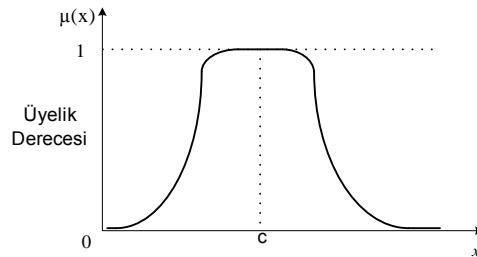
Bulanık kümelerin kullanışlılığı, farklı kavramlara uygun üyelik fonksiyonlarını oluşturabilme becerisine dayanmaktadır. Üyelik fonksiyonu olarak literatürde en sık kullanılan fonksiyonlar üçgen, yamuk, genelleştirilmiş-çan ve gauss fonksiyonlarıdır. Herhangi bir bulanık kümeye ait elemanların, üçgen üyelik fonksiyonu, yamuk üyelik fonksiyonu ve genelleştirilmiş-çan fonksiyonu ile gösterimi Şekil 2.7, Şekil 2.8 ve Şekil 2.9’ da gösterilmektedir.



Şekil 2.7. Üçgen şekilli üyelik fonksiyonu



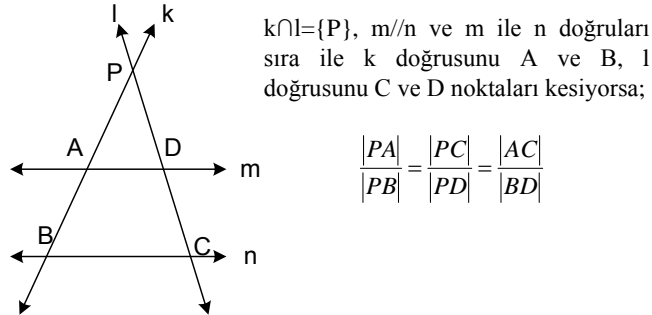
Şekil 2.8. Yamuk şekilli üyelik fonksiyonu



Şekil 2.9. Genelleştirilmiş çan şekilli üyelik fonksiyonu

İki üçgenin kenarları arasında yapılan bir eşlemeye göre, karşılıklı açıları eş ve karşılıklı kenarlarının uzunlukları orantılı oluyorsa yapılan bu eşlemeye benzer üçgenler denir. Tales teoremine göre birbirine paralel olan doğrular iki farklı doğru ile kesildiğinde, kesenler üzerinde ayrılan doğru parçaları orantılıdır. Kesişen iki doğru paralel iki doğru ile kesildiğinde oluşan üçgenlerin karşılıklı kenarları orantılıdır (Şekil 2.10). Bulanık küme için derecelendirme işlemi, üçgen üyelik fonksiyonu kullanıldığında ilgili bulanık küme için modele uygulanan giriş değerine göre hesaplanır. Giriş değeri, üçgenlerde benzerlik teoremlerinden Tales teoremi uygulanarak oluşturulan formül ile ilgili küme için kümeye ne kadar ait olduğu sonucu bulunur. Yamuk üyelik fonksiyonu için, yamuk, üçgen Şekiller halinde parçalanır ve üçgen üyelik fonksiyonu ile aynı formüller kullanılır. Üçgen ve

yamuk üyelik fonksiyonu için kullanılan formüller denklem 2.13 ve denklem 2.14'te verilmektedir.



Şekil 2.10. Üçgenlerde benzerlik - Tales teoremi

$$\text{üçgen} \begin{cases} \text{if } a > x \parallel c < x \Rightarrow \mu_{A_i}(x) = 0 \\ \text{if } a \leq x \leq b \Rightarrow \mu_{A_i}(x) = \frac{x-a}{b-a} \\ \text{if } b \leq x \leq c \Rightarrow \mu_{A_i}(x) = \frac{c-x}{c-b} \end{cases} \quad (2.13)$$

$$\text{yamuk} \begin{cases} \text{if } a > x \parallel d < x \Rightarrow \mu_{A_i}(x) = 0 \\ \text{if } a \leq x \leq b \Rightarrow \mu_{A_i}(x) = \frac{x-a}{b-a} \\ \text{if } b \leq x \leq c \Rightarrow \mu_{A_i}(x) = 1 \\ \text{if } c \leq x \leq d \Rightarrow \mu_{A_i}(x) = \frac{d-x}{d-c} \end{cases} \quad (2.14)$$

Üçgen ve yamuk tipi üyelik fonksiyonu formüllerinde kullanılan “ x ”, ilgili küme için işlemi yapılacak giriş değişkenini ve “ a, b, c, d ” parametreleri üyelik fonksiyonlarının eşik değerlerini göstermektedirler. Fonksiyonların sık kullanılan üçgen ya da yamuk şeklinde ya da diğer uygun formlarda olmasının yanında, komşu alt kümelerin birbiri ile örtüşecek şekilde olması gerekmektedir. Genelleştirilmiş-çan üyelik fonksiyonu, bulanık mantık uygulamalarında hem giriş hem de çıkış parametrelerini tanımlamak için kullanılabilir. $\{a,b,c\}$ olmak üzere üç parametre ile özelleştirilmiştir. Söz konusu dağılımda a Şekil parametresi olup

fonksiyonun şeklinin değişmesini gerçekleştirirken, c konum parametresi olup fonksiyonun merkezini belirlemekte ve b parametresi ise a parametresi ile birlikte değişmektedir. Dağılımda b parametresi geçiş noktalarını a parametresiyle birlikte kontrol etmektedir. Bu parametreler değiştiğinde dağılım da bu parametrelere bağlı olarak değişmektedir. Genelleştirilmiş-çan üyelik fonksiyonu için kullanılan formül denklem 2.15’te verilmektedir. Formülde kullanılan “x”, ilgili küme için işlemi yapılacak giriş değişkenini, “a, b, c” değişkenleri bu üyelik fonksiyonunun şeklini belirleyen parametreler ve öncül parametrelerdir. Üyelik fonksiyonlarının eşik değerlerini göstermektedirler. “c” parametresi çan fonksiyonunun merkezini, “a” parametresi fonksiyonun genişlik değerini (standart sapmasını), “b” parametresi ise fonksiyona ilişkin düzeltme faktörünü belirler.

$$\mu_{A_i}(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-c}{a}\right)^{2b}} \quad ; \quad \mu_{A_i}(x) = \exp\left[-\left(\frac{x-c}{a}\right)^2\right] \quad (2.15)$$

3. Katman: Kural katmanıdır. Bu katmandaki her bir düğüm bulanık mantık sistemine göre oluşturulan kuralları ve sayısını ifade etmektedir. Buradaki her bir düğümün çıkışı aynı zamanda bir kuralın ateşleme seviyesini göstermektedir. ANFIS’te en sık kullanılan klasik operatör için; her düğüm Π ile etiketlenmiştir ve giren tüm sinyallerin çarpımlarını gösterir (Denklem 2.16). Bu operatörü kullanan sistemler çalışmada ANFIS olarak isimlendirilecektir.

$$w_i = \mu_{A_j}(x_1)\mu_{B_j}(x_2)\dots\mu_{K_i}(x_k) \quad (2.16)$$

Bu katmanın düğüm çıkış formülü için kullanılabilen Einstein Çarpımına ait kural düğümünün çıkışı denklem 2.17’de gösterilmiştir.

$$w_i = \frac{\mu_{A_j}(x_1)\mu_{B_j}(x_2)\dots\mu_{K_i}(x_k)}{2 - (\mu_{A_j}(x_1) + \mu_{B_j}(x_2) + \dots\mu_{K_i}(x_k) - \mu_{A_j}(x_1)\mu_{B_j}(x_2)\dots\mu_{K_i}(x_k))} \quad (2.17)$$

Formüllerde simgelenen “w_i”, ilgili kural için kuralın tetikleme ağırlığı sonucunu; “μ(x_n)”, ilgili bulanık kümeler içerisinde derecelendirme sonucu hesaplanan giriş

değerlerini temsil etmektedir. Einstein çarpımı operatörünü kullanan sistemler için Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (E*ANFIS) ismi çalışmada kullanılacaktır.

4. Katman: Normalizasyon katmanıdır. Bu katmandaki her bir düğüm, kural katmanından gelen tüm düğümleri giriş değeri olarak kabul eder ve bu katmanda her bir kuralın normalleştirilmiş tetikleme seviyesi hesaplanmaktadır. “i.” düğümün çıkışı; i. kuralın tetikleme ağırlığının tüm kuralların tetikleme ağırlıklarının toplamına oranı olarak hesaplanır. Bu katmanda kullanılan formül denklem 2.18’de gösterilmiştir. Formülde simgelenen “ \bar{w}_i ”, 4. Katmanın sonucunu yani normalize edilmiş tetikleme ağırlığını; “ w_i ” i. kural için 3. katmandan gelen sonucu; “ n ” ise sonuç üreten çıkış küme sayısını temsil etmektedir.

$$\bar{w}_i = \frac{w_i}{\sum_{k=1}^n w_k} \quad (2.18)$$

5. Katman: Arındırma ve sonuç katmanıdır. Bu katmandaki her bir düğüm, giriş değerleri x_1 ve x_2 ile normalizasyon katmanının her bir düğümünün çıkış değerleriyle ilişkilidir. Her bir düğümde verilen bir kuralın ağırlıklandırılmış sonuç değerleri hesaplanmaktadır. Kuralların İSE kısımlarından sonraki ifadelerin ağırlıklandırılmış değerleri hesaplanmaktadır. Bu katmanda sistemde 2 girişi olan i. düğümün çıkış değeri denklem 2.19’da gösterilmiştir. Formülde simgelenen “ \bar{w}_i ”, bir önceki katmanın çıkışını; “ p_i, q_i, r_i ” ise i. kurala ilişkin ayarlanabilen soncul parametreleri temsil etmektedir. Aynı zamanda bu parametreler sistemdeki lineer fonksiyonun katsayıları olarak bilinmektedir.

$$O_{4_i} = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (p_i x_1 + q_i x_2 + r_i) \quad (2.19)$$

6. Katman: Çıkış katmanıdır. Bu katmanda sadece bir düğüm vardır. Burada bir önceki katmandan gelen düğüm çıkış değerleri ile işlem yapılır ve sonuçta sistemin çıkışının gerçek değeri elde edilmiş olunur (Denklem 2.20).

$$f_{cikis} = \sum_{i=1}^n \overline{w}_i f_i = \sum_{i=1}^n \overline{w}_i (p_i x_1 + q_i x_2 + r_i) \quad (2.20)$$

Çıkış katmanı formüllerinde simgelenen “ f_{cikis} ”, terimi çıkış katmanına gelen tüm sinyallerin toplamını; “ f_i ”, terimi ilgili kuralların sonucu olarak sistemin çıkış olarak ortaya çıkarttığı denklemi; “ $\overline{w}_i f_i$ ”, bir önceki katmanın çıkışını temsil etmektedir. Bütün sonuç parametreleri bir vektör olarak $(p_1, q_1, r_1, p_2, q_2, r_2)^T$ şeklinde düzenlenir ve denklem 2.21’deki eşitlik ile gösterilebilir.

$$f = \begin{bmatrix} \overline{w}_1 & \overline{w}_1 x_1 & \overline{w}_1 x_2 & \overline{w}_2 & \overline{w}_2 x_1 & \overline{w}_2 x_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_1 \\ p_1 \\ q_1 \\ r_2 \\ p_2 \\ q_2 \end{bmatrix} \quad (2.21)$$

Lineer fonksiyonun parametrelerinin ayarlanmasında öğrenme algoritması kullanılmıştır.

2.5.1. Ağın eğitimi ve öğrenme algoritması

Sinirsel bulanık mantık metodunda kullanılan üyelik fonksiyonlarının parametrelerinin güncellenmesinde hibrit öğrenme algoritması kullanılmaktadır. Hibrit algoritması, ileri yön geçişi ve geri yön geçişi olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Bu öğrenme algoritmasında parametreler ikiye ayrılarak ele alınır ve öncül parametreleri ve soncul parametreleri olarak adlandırılırlar. Hibrit algoritmasında öncül parametreleri ileri yön geçişi aşamasında, soncul parametreleri geri yön geçişinde güncellenir. İlk asama olan ileri yön geçişinde öncül parametreleri sabit tutulur ve soncul parametrelerinin lineer bir birleşimi haline gelir. Bu aşamada en küçük kareler tahmini (LSE) yöntemi kullanılmaktadır. Tasarım modellenmesi yapılan sisteme ait n tane giriş çıkış verisi ya da eğitim verisi ile öncül parametrelerinin verilen değerleri kullanılarak, ağın çıkışı, matrisel formda denklem 2.22’deki gibi gösterilebilir.

$$f = X \times Q \quad (2.22)$$

Yukarıdaki matrissel eşitlikte yer alan “ Q ” vektörü, soncul parametrelerinin elemanlarından oluşan bilinmeyen vektördür. Bu denklemden de anlaşılacağı üzere en iyi çözüm, $\|X \times Q\|^2$ ’nin minimum değerini bulmaktır. Bu çözüm standart lineer en küçük kareler probleminin çözümü ile aynıdır. “ Q ” için, en küçük kareler tahmini “ Q^* ” ile göstererek denklem 2.23’deki gibi bir denklem ortaya çıkar.

$$Q^* = (X^T X)^{-1} X^T f \quad (2.23)$$

Geri yayımlı öğrenme algoritmasında ise ağırlık çıkışından elde edilen hata değeri giriş katmanına kadar geriye doğru yansıtılarak gerekli parametre değişkenlerinin ayarlanması işlemi gerçekleştirilir. Amaç “ E ” hata ölçütünü öğrenme işlemi sonunda bütün giriş örnekleri için sıfıra veya belirtilen hata eşiğine kadar götürmektir. Ağırlık çıkışında hata “ e ”, hedeflenen değer “ d ” ile sistemin çıkışı “ f ” arasındaki farktır. Bu formül denklem 2.24’te gösterilmiştir.

$$e = d - f \quad (2.24)$$

Bu hata değerine en küçük kareler yöntemi uygulanarak hata ölçütü E , denklem 2.25’teki gibi hesaplanır. Bulunan hata ölçütü kullanılarak hata geriye doğru katman katman hesaplanır.

$$E = \frac{1}{2} e^2 \quad (2.25)$$

6. Katman: Bu katmanda herhangi bir ağırlık değeri ayarlaması yoktur; sadece sistemin çıkışındaki hatanın katman çıkışına yansıtılması denklem 2.26’daki gibi hesaplanır.

$$\delta^6 = -\frac{\partial E}{\partial f} = -\left[\frac{\partial E}{\partial e} \frac{\partial e}{\partial f} \right] = e \quad (2.26)$$

5. Katman: Bu katmanda p_i , q_i ve r_i sonuç parametrelerinin ayarlanması için gerekli hesaplamalar yapılmaktadır.

Çalışmada kullanılan yöntemde soncul parametreler en küçük kareler yöntemi ile ileri yönde hesaplama sırasında bulunup güncelleştirildiği için bu katmanda bir işlem yapılmamıştır.

4. Katman: Bu katmanda çıkış katmanından yansıyan hata değeri hesaplanır; herhangi bir ağırlık hesaplanması yoktur. Katman içerisindeki hata değeri hesaplaması denklem 2.27’de gösterilmiştir.

$$\delta_i^4 = -\frac{\partial E}{\partial w_i} = \left[-\frac{\partial E}{\partial f} \right] \left[\frac{\partial f}{\partial w_i} \right] \Rightarrow f = \sum_i \bar{w}_i f_i \Rightarrow \frac{\partial f}{\partial w_i} = f_i \quad (2.27)$$

$$\delta_i^4 = \delta^6 f_i$$

3. Katman: Bu katmanda çıkış katmanından yansıyan hata değeri hesaplanır; herhangi bir ağırlık hesaplaması yoktur. Bu katman çıkışı için hata değeri hesaplama denklem 2.28’de gösterilmiştir.

$$\delta^3 = -\frac{\partial E}{\partial w_i} = \left[-\frac{\partial E}{\partial f} \frac{\partial f}{\partial w_i} \right] \left[\frac{\partial \bar{w}_i}{\partial w_i} \right]$$

$$\bar{w}_i = \frac{w_i}{\sum_i w_i} \Rightarrow w_{toplam} = \sum_i w_i \Rightarrow \frac{\partial \bar{w}_i}{\partial w_i} = \left[\frac{w_{toplam} - w_i}{w_{toplam}^2} \right] \Rightarrow \delta_i^3 = \delta_i^4 \left[\frac{w_{toplam} - w_i}{w_{toplam}^2} \right] \quad (2.28)$$

2. Katman: Bu katmanda hem hata değeri hem de giriş üyelik işlevlerine ait değişkenlerin ayarlanması gerçekleştirilir. ANFIS operatörü için kullanılan katman içerisindeki hesaplama formülleri denklem 2.29’da gösterilmiştir.

$$\delta_i^2 = -\frac{\partial E}{\partial \mu(x)_i} = -\left[\frac{\partial E}{\partial f} \frac{\partial f}{\partial w_i} \frac{\partial \bar{w}_i}{\partial w_i} \right] \left[\frac{\partial w_i}{\partial \mu(x)_i} \right] \Rightarrow \frac{\partial w_i}{\partial \mu_{A_i}(x_i)} = \mu_{B_i}(x_2) \dots \mu_{K_i}(x_k) \quad (2.29)$$

$$\delta_i^2 = \delta_i^3 \mu_{B_i}(x_2) \dots \mu_{K_i}(x_k)$$

Bu katman için kullanılabilen diğer bir operatör olan Einstein Çarpımı için kullanılan katman içerisindeki hesaplama formülleri denklem 2.30'da gösterilmiştir.

$$\delta_i^2 = -\frac{\partial E}{\partial \mu(x)_i} = -\left[\frac{\partial E}{\partial f} \frac{\partial f}{\partial \bar{w}_i} \frac{\partial \bar{w}_i}{\partial w_i} \right] \left[\frac{\partial w_i}{\partial \mu_{A_i}(x)} \right]$$

$$\begin{aligned} pay_1 &= [\mu_{B_i}(x_2) \dots \mu_{K_i}(x_k) \cdot (1 + (1 - \mu_{A_i}(x_1))(1 - \mu_{B_i}(x_2)) \dots (1 - \mu_{K_i}(x_k)))] \\ pay_2 &= (1 - \mu_{B_i}(x_2)) \dots (1 - \mu_{K_i}(x_k)) (\mu_{A_i}(x_1) \mu_{B_i}(x_2) \dots \mu_{K_i}(x_k)) \end{aligned} \quad (2.30)$$

$$\Rightarrow \frac{\partial w_i}{\partial \mu_{A_i}(x)} = \frac{pay_1 + pay_2}{(1 + (1 - \mu_{A_i}(x_1))(1 - \mu_{B_i}(x_2)) \dots (1 - \mu_{K_i}(x_k)))^2}$$

$$\delta_i^2 = \delta_i^3 \frac{pay_1 + pay_2}{(1 + (1 - \mu_{A_i}(x_1))(1 - \mu_{B_i}(x_2)) \dots (1 - \mu_{K_i}(x_k)))^2}$$

Bu katmanda kullanılan çan eğrisi şekilli üyelik fonksiyon parametre güncelleme hesaplaması denklem 2.31'de gösterilmiştir. Bu katmanda kullanılan üçgen veya yamuk Şekilli üyelik işlevlerinin formülleri denklem 2.32'de gösterilmiştir.

$$\mu(x)_i = \exp \left[-\left(\frac{x-c}{a} \right)^2 \right] \quad v_i = -\left[\frac{x-c}{a} \right]^2 \quad \mu(x_i) = \exp[v_i]$$

$$\Delta c = -\frac{\partial E}{\partial c} = -\left[\frac{\partial E}{\partial f} \frac{\partial f}{\partial \bar{w}_i} \frac{\partial \bar{w}_i}{\partial w_i} \frac{\partial w_i}{\partial \mu(x)_i} \right] \left[\frac{\partial \mu(x)_i}{\partial v_i} \frac{\partial v_i}{\partial c} \right] \Rightarrow \frac{\partial \mu(x)_i}{\partial v_i} = \exp[v_i] = \mu(x_i)$$

$$\frac{\partial v_i}{\partial c} = 2 \left[\frac{x-c}{a^2} \right] \Delta c = 2 \left[\frac{x-c}{a^2} \right] \delta_i^2 \mu(x_i)$$

$$\Rightarrow c_{yeni} = c_{eski} + \eta \Delta c \quad (2.31)$$

$$\Delta a = -\frac{\partial E}{\partial a} = -\left[\frac{\partial E}{\partial f} \frac{\partial f}{\partial \bar{w}_i} \frac{\partial \bar{w}_i}{\partial w_i} \frac{\partial w_i}{\partial \mu(x)_i} \right] \left[\frac{\partial \mu(x)_i}{\partial v_i} \frac{\partial v_i}{\partial a} \right]$$

$$\frac{\partial v_i}{\partial a} = 2 \left[\frac{(x-c)^2}{a^3} \right] \Rightarrow \Delta a = 2 \left[\frac{(x-c)^2}{a^3} \right] \delta_i^2 \mu(x_i)$$

$$\Rightarrow a_{yeni} = a_{eski} + \eta \Delta a$$

$$\Delta a = -\frac{\partial E}{\partial a} = -\left[\frac{\partial E}{\partial f} \frac{\partial f}{\partial w_i} \frac{\partial \bar{w}_i}{\partial w_i} \frac{\partial w_i}{\partial \mu(x_i)} \right] \left[\frac{\partial \mu(x)_i}{\partial v_i} \frac{\partial u(a, b, c, x)}{\partial a} \right]$$

Ucgen icin;

$$\frac{\partial u(a, b, c, x)}{\partial a} = \Delta a = \begin{cases} 0 & \text{Eger } x \leq a \vee x \geq b \\ \frac{x-b}{(b-a)^2} & \text{Eger } a < x < b \end{cases}$$

$$\frac{\partial u(a, b, c, x)}{\partial b} = \Delta b = \begin{cases} \frac{a-x}{(b-a)^2} & \text{Eger } a \leq x < b \\ 0 & \text{Eger } x < a \vee x \geq c \\ \frac{c-x}{(b-c)^2} & \text{Eger } b \leq x < c \end{cases}$$

$$\frac{\partial u(a, b, c, x)}{\partial c} = \Delta c = \begin{cases} 0 & \text{Eger } x \leq b \vee x \geq c \\ \frac{x-b}{(b-c)^2} & \text{Eger } b \leq x < c \end{cases}$$

Yamuk icin;

(2.32)

$$\frac{\partial y(a, b, c, d, x)}{\partial a} = \Delta a = \begin{cases} 0 & \text{Eger } x \leq a \vee x \geq b \\ \frac{x-b}{(b-a)^2} & \text{Eger } a < x < b \end{cases}$$

$$\frac{\partial y(a, b, c, d, x)}{\partial b} = \Delta b = \begin{cases} \frac{a-x}{(b-a)^2} & \text{Eger } a \leq x < b \\ 0 & \text{Eger } x < a \vee x \geq b \\ 0 & \text{Eger } b \leq x < c \end{cases}$$

$$\frac{\partial y(a, b, c, d, x)}{\partial c} = \Delta c = \begin{cases} 0 & \text{Eger } x \leq b \vee x \geq d \\ 0 & \text{Eger } b \leq x < c \\ \frac{d-x}{(c-d)^2} & \text{Eger } c \leq x < d \end{cases}$$

$$\frac{\partial y(a, b, c, d, x)}{\partial d} = \Delta d = \begin{cases} 0 & \text{Eger } x \leq c \vee x \geq d \\ \frac{x-c}{(c-d)^2} & \text{Eger } c \leq x < d \end{cases}$$

Elde edilen bu ifadeler öğrenme oranı “ η ” eklenerek üçgen kuralı uygulanır. Bu ifadeler eşitlik olarak denklem 2.33’teki gibi gösterilir.

$$\begin{aligned}
 a_{yeni} &= a_{eski} + \eta\Delta a \\
 b_{yeni} &= b_{eski} + \eta\Delta b \\
 c_{yeni} &= c_{eski} + \eta\Delta c \\
 d_{yeni} &= d_{eski} + \eta\Delta d
 \end{aligned}
 \tag{2.33}$$

2.6. Tıpta Yapay Zeka ve Bulanık Mantık

Tıbbi yapay zekanın temel ilgi alanı klinik teşhis işlemlerini gerçekleştirebilecek ve tedavi önerilerinde bulunabilecek yapay zeka programlarının oluşturulmasıdır [59]. Yapay zeka tekniklerine ilişkin ilk görüşler günümüzden yıllarca önce 1965 yılında ortaya atılmış, 1969 yılında bulanık küme teorisinin tıp alanında kullanılabilirliğinin açıklanması ile pek çok çalışmalar yapılmaya başlanmış [59], 1975 yılında kardiovasküler sistemlerin klinik uygulamalarda kullanılması önerilmiş [59], 1980’de kardiyak fonksiyonlarının değerlendirilmesinde bulanık küme teorisinin kullanılması konusunda çalışmalar yapılmış, 1989’da EKG verilerinin sınıflandırılması ve tanısı konusunda ilk çalışmalar yapılmış ve bu çalışmalarda elde edilen bilgiler bulanık küme formuna getirilerek istatistiksel yaklaşımlarla sınıflandırılmıştır [60].

1990’lı yılların ortalarında kalp hastalıklarında bulanık küme ve hibrit sistemlerle tanısı ile ilgili çalışmalar yapılmış, 1994 yılında koroner arter hastalığının yapay sinirsel sistemle %89 doğruluk oranında sınıflandırılmış ve sonraki yıllarda da yapay zeka teknikleri ile çeşitli kalp hastalıklarında tanı koymada, büyük başarı kaydedilmiştir. 1996 yılında kalbin tomografik görüntüleri bulanık mantık ile %94 doğruluk oranında sınıflandırılmış, 1998 yılında koroner arter hastalıklarının bulanık mantıkla sınıflaması konusunda genetik bulanık kural tabanı kullanılarak %96 oranında başarı elde edilmiştir [61-68]. 1999 yılında NEFCLASS sinirsel bulanık mantık sistemi ile akciğer kanseri bulgularlarının sınıflandırılmasında %95 oranında başarı sağlanmıştır [69]. Uyarlanabilir sinirsel bulanık çıkarım sistem yapısı bölüm 2’de gösterilmiştir.

2002 ve 2004 yıllarında bulanık mantık ve genetik tabanlı bulanık sınıflayıcı ile kardiyak Doppler işaretlerinin sınıflandırılması başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir [70-71]. 2005 yılında yapılan bir çalışmada Doppler sonogramlarından elde edilen parametrelerle sinir ağı eğitilmiş ve orta serebral arter darlığının dereceleri tahmin edilmeye çalışılmış, sistemin performansının veri boyutuna ve eğitim için seçilen parametrelere son derece bağımlı olduğu saptanmıştır [71].

Tıbbi yayınlarda yapay zeka yöntemlerinin kullanım durumunu tespit etmek üzere PubMed veri tabanında “artificial intelligence” kelimesi aratılmıştır. Yıllara göre tıp alanında bu teknikler kullanılarak yapılan toplam makale sayısı Tablo 2.2’de verilmiştir [59]. 1998-2008 yılları arasında tıbbi yayınlarda yapay zeka yöntemlerini kullanan toplam 11.147 makale bulunmuştur. Bu makalelerin 1769 tanesi bulanık mantık, 7476 tanesi YSA, 1902 tanesi ise diğer yapay zeka yöntemlerini kullanmaktadır. Tıpta yapay zeka yöntemlerini kullanan makale sayısının üstel olarak arttığı görülmektedir.

Tablo 2.2. Yıllara göre tıbbi yayınlarda yapay zeka uygulanması

Yıl	Makale Sayısı
1998	289
1999	223
2000	322
2001	314
2002	344
2003	429
2004	1122
2005	1803
2006	1984
2007	2147
2008	2170

Tıpta kullanılan çoğu kavram bulanıktır. Tıbbi kavramların ve bu kavramlar arasındaki ilişkilerin kesin olmayan doğası nedeniyle bulanık mantık yöntemi tıbbi uygulamalar için uygundur. Kesin olmayan tıbbi durumlar bulanık kümelerle

tanımlanabilir. Bulanık mantık yaklaşık sonuç çıkarma yeteneğine sahip çözüm üretme metotları önermektedir [61].

Tıptaki pratiğin karmaşıklığı nedeniyle geleneksel nicel analiz yaklaşımları uygun olmamaktadır. Tıptaki bilgi yetersizliği ve belirsizliği ile çoğu zaman bu bilginin çelişkili oluşu genel gerçeklerdir. Belirsizliğin kaynakları aşağıdaki gibi sınıflanabilir [62]:

1. Hasta hakkında bilgi noksanlığı mevcuttur.
2. Hastanın tıbbi öyküsü çoğu zaman hastanın kendisi ve/veya ailesi tarafından sağlanır. Bu bilgi genellikle büyük ölçüde subjektif ve belirsizdir.
3. Sağlık muayenesi. Hekim çoğu zaman nesnel veri elde eder, fakat bazı durumlarda normal ve patolojik durumlar arasındaki sınır keskin değildir.
4. Laboratuvar ve diğer teşhisle ilgili test sonuçları da bazı hatalara ve hatta inceleme öncesi hastanın yanlış davranışına maruz kalabilir.
5. Hastada sahte, abartılı, olduğundan az gösterilen semptomlar olabilir. Hasta semptomların bazılarında bahsetmeyi ihmal edebilir.

Bulanık mantık tıp alanında önemli bir rol oynamaktadır ve pek çok tıbbi uygulamada araştırılmıştır [63]. Bulanık mantığın tıptaki uygulamalarından bazıları aşağıdaki gibidir [62];

1. Meme kanseri, akciğer kanseri veya prostat kanserini tespit etmek,
2. Santral sinir sistemi tümörlerinin teşhisine yardımcı olmak,
3. İyi huylu lezyonları kötü huylu olanlardan ayırt etmek,
4. İlaç kullanımının nicel tahminlerini göstermek,
5. Felç alt türlerini ve eşlik eden iskemik felci karakterize etmek,
6. Radyasyon terapisindeki karar vermeyi geliştirmek,
7. Anestezi sırasındaki hipertansiyonu kontrol etmek,
8. Fleksör-tendon onarım tekniklerini tespit etmek,
9. Uygun lityum dozajını tespit etmek,
10. Manyetik rezonans görüntülerindeki beyin dokularının hacim ve oylumunu hesaplamak ve fonksiyonel manyetik rezonans görüntülerini analiz etmek.

2.7. Kanserin Tanımı ve Önemi

Vücudu oluşturan hücreler bir araya gelerek dokuları, dokular bir araya gelerek organları oluşturmaktadır. Organ ve dokular oluşurken hücreler belirli bir düzen içinde, belirli iş bölümleri yaparak bir araya gelirler. Organizmanın temel birimi olan bu hücreler belirli bir hızda ve kontrol altında çoğalırlar. Öte yandan yaşlanan hücrelerde belirli bir hızda yıkılmaktadırlar [72].

Kanser en kısa tanımı ile hücrelerin kontrolsüz şekilde çoğalmaları demektir. Bu çoğalma sırasında kanser hücresinde, normal hücrelere göre yapısal farklılıklar çıktığı gibi, işlevleri açısından da farklılıklar çıkacaktır; bazen hücre normalde yaptığı işlevlerini yapmazken, bazen de normalde olmayan bazı yeni işlevleri de yapmaya başlayabilecektir. Anormal şekilde çoğalmaya başlayan bu hücreler buldukları yerdeki doku ve organları işgal edecek, hatta daha uzaktaki organları işgal edecek ve işgal ettiği bu bölümlerin görevlerini engelleyecektir. Hücre kontrolünün bozulup bir hastalık olarak kanser Tablosu çıkıncaya kadar geçen kanser oluşum süresi, kanser cinslerine göre değişkenlik göstermekle birlikte ortalama 15-20 yıldır. Sebebi iyi bilinmeyen bu hastalıkların oluş mekanizması da tam olarak bilinmemektedir. Ancak bu konuda son yıllarda önemli ilerlemeler kaydedilmektedir. Kanseler köken aldıkları doku ve organlara göre isimlendirilirler. Belirti, bulgu ve tedavileri de kanserin cinsine göre değişmektedir. En sık görülen kanser türleri ise deri, akciğer, meme, sindirim ve üreme sistemlerinden kaynaklanan kanserlerdir [72].

Halk sağlığı açısından en önemli hastalıklar en sık görülen, en sık sakat bırakan ve en çok öldüren hastalıklardır. Bu açıdan incelendiğinde tanı imkanlarının artması, toplumlara daha yaygın sağlık hizmeti sunulması nedeni ile her gün daha çok sayıdaki kanserli hastaya tanı koymak mümkün olmaktadır. Ayrıca, günümüzde enfeksiyon hastalıkları başta olmak üzere bir çok hastalığın kontrol altına alınıyor olması, yaşam standardının yükselmesi nedeni ile ortalama yaşam süresinin uzamış olması, kanserde tedavi olanaklarının artması ile daha çok hastanın hekime başvurması da kanserle daha çok karşılaşmamıza neden olmaktadır. Gelişen teknoloji

ile insanların kanser yapıcı maddelere daha çok maruz kalmaları da kanser sıklığını etkilemektedir [69-72].

Kanserde ölüm oranlarının yüksek olması konunun önemini daha da arttırmaktadır. Günümüzde kanser en sık ölüm nedenleri arasında, birçok gelişmiş ülkede, kalp-damar hastalıklarından sonra ikinci sırayı almaktadır. Ülkemizde de 0-1 yaş grubu hariç tutulursa ölüm nedenleri arasında ikinci sırada yer almakta ve 10 ölümden birisi kanser nedeni ile olmaktadır.

Görülme sıklığı yüksek ölüm oranına ek olarak kanser tedavisinin pahalılığı da sosyoekonomik bazı sorunları ortaya çıkarmaktadır.

Erken tanı ve tedavi ile kanserli hastalarda önemli oranda iyileşme mümkün olabilmektedir. Oysa bilgi eksikliği, korku, ihmal gibi nedenlerle insanlarımız zamanında hekime başvurmamakta, böylece tanı gecikmekte, tedavi de güçleşmektedir. Değişik nedenlerle insanlar etkisiz, bilimsel olmayan tedavi yöntemlerini bile denemektedirler. Bu nedenlerle periyodik sağlık kontrolleri yaptırılmalı, kanser belirtisi olabilecek şikayetleri olan insanlar en kısa zamanda hekime başvurmalıdır.

Ülkemizde bu konularda yol gösterebilecek merkezler mevcuttur. Birleşmiş Milletler Çocuklar Yardım Fonu (UNICEF) teşkilatının 2000 yılı için (Türkiye hedefi olarak, 2005 yılı için) planladığı sağlık hedefleri arasında 65 yaşın altında kanser nedeni ile ölüm oranının %15 azaltılması da vardır. Bu hedefin gerçekleştirilmesi sigara kullanımının azaltılması, kanserde erken tanı ve tedavi çalışmalarının yoğunlaştırılması ile yapılacaktır [71].

2.7.1. Kanserinin nedenleri

Kanserin sebebi ve oluş mekanizması tam bilinmemekle birlikte yoğun olarak yürütülen çalışmalarla son yıllarda bazı bilgiler elde edilmiştir [71-73]. Kanser bulaşıcı bir hastalık değildir. İnsanlardaki kanserlerin 1/3'ünde nedenler bilinmekte ve çoğu kanserin ortaya çıkışında çevresel faktörlerin rolü olduğu düşünülmektedir.

Ancak genetik faktörlerin de kanser oluşumunda rol oynadığı bilinmektedir. Genel olarak genetik bazı faktörlerin zemininde çevresel karsinojenlerin (kansere yapıcı etken) rolü olduğu ileri sürülmektedir. Kanserin ortaya çıkışındaki başlıca faktörler şunlardır [71]:

1. İyonize Radyasyon: Japonya'ya atılan atom bombasına maruz kalanlarda ve ankilozan spondilit hastalığı nedeni ile radyasyon verilenler baz alınarak başta lösemiler ve epitelial kanserler olmak üzere iyonize radyasyonun çeşitli kanserlere yol açtığı gösterilmiştir. Burada radyasyonun dozu önemlidir. Lösemi hastaları en sık, atom bombasının atılmasından 6-8 yıl sonra ortaya çıkmıştır.
2. Hava Kirliliği: Hava kirliliğinin tek başına veya sigara içilmesi ile birlikte akciğer kanserlerine yaklaşık olarak %10 oranında katkısı olduğu bilinmektedir.
3. Kansere Neden Olan Kimyasal Maddeler: Çeşitli mesleklerde çalışan insanlarda katran ve kömürün yanma ürünleri, benzen, naftilaminler, asbest, vinil klorür, krom vb. maddelerle temaslarının kanser oluşumuna yol açtığı bilinmektedir. Örnek verilecek olursa boya sanayisinde çalışanlarda mesane kanserleri, plastik sanayisinde çalışanlarda akciğer kanserleri, katranla uğraşanlarda deri kanserleri, asbest maddesi ile karşılaşanlarda mezotelyoma görülmektedir. Mesleki nedenlere bağlı kanserlerin tüm kanserlerin %4 kadarını oluşturduğu sanılmaktadır [71].
4. Beslenme Faktörleri: Sindirim sistemi kanserleri belirli beslenme alışkanlıkları ile ilişkilidir. Bu nedenle düşük yağ ve yüksek lif içeren beslenme programları tavsiye edilmektedir. Ayrıca karsinojen olduğu bilinen katkı maddelerinden de kaçınılmalıdır.
5. Sigara: Sigara ile akciğer kanserinin ilişkisi kesin olarak kanıtlanmış olup, sigara kanser risklerini de arttırmaktadır [71].
6. Alkol: Çok miktarda ve uzun süreli alkol alımı kanser risklerini arttırmaktadır. Çok alkol içenlerin genellikle aynı zamanda sigara da içiyor olması bu kişilerde kanser tehlikesini kat kat arttırmaktadır [71].
7. Virüsler: Bilinen en küçük mikroorganizmalar olan virüsler insanlarda çeşitli bulaşıcı hastalıklara yol açarlar. Bazı virüslerin deney hayvanlarında kansere yol açtığı gösterilmiştir. İnsanlarda da bazı virüslerin kanserle ilişkili olduğu bilinmektedir [71].

8. Genetik Faktörler: Kansere tek başına genetik bir hastalık değildir. Ancak çocuklarda görülen bir göz kanseri olan retinoblastom gibi bazı kanser türlerinde ailevi geçiş görülmektedir. Kendisi kanser olmayan bazı ailevi hastalıklarda da kanser gelişmektedir.

Sonuç olarak kanser tek bir sebebe değil birden çok sebebe bağlı olarak gelişen bir hastalıktır [71].

2.8. Meme Kanseri

Meme kanserinin tanımlanması memenin yapısından yola çıkılarak yapılmaktadır. Memede salgı yapan hücreler tarafından oluşturulan lobül adı verilen birimler bulunmakta, lobüllerin birleşmesiyle de loblar oluşmaktadır. Lobüller birbirlerine süt kanalları ile bağlanmakta ve bu süt kanalları da meme başına doğru birleşmektedir [73]. Meme kanseri, lobüllerini ya da süt kanallarını oluşturan hücrelerin kontrolsüz çoğalmaları ile gelişmektedir [74]. Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere meme kanseri memenin yapısında meydana gelen kötü huylu bir gelişimdir [75-77].

Meme kanseri, dünyada cilt kanseri dışında en yaygın olan kanser türüdür ve kanserden ölümler arasında akciğer kanserinden sonra ikinci sırayı almaktadır. Meme kanserinin görülme sıklığı ülkeden ülkeye değişiklik göstermektedir [78]. Meme kanseri kadınlarda akciğer kanserinden sonra en sık görülen kanser türüdür. Bir kadının hayatı boyunca meme kanserine yakalanma riski %12.2'dir [79]. Yani her 8 kadından biri hayatı boyunca meme kanserine yakalanacaktır. Meme kanseri kadınlarda akciğer ve kolorektal kanserden sonra kanserlerden ölümlerin en sık üçüncü nedenidir [78-81].

Türkiye'de kanser epidemiyolojisi ile ilgili çalışmalar sınırlı olmasına rağmen 1990 nüfus sayımı dikkate alınarak yapılan bir çalışmada her yıl ortalama 18.800 yeni olgunun ortaya çıktığı tahmin edilmektedir [80]. Meme kanserinden ölüm riski %3.6 olup, daha açık bir deyişle her 28 kadından birinin meme kanseri nedeniyle öleceği iddia edilebilir [80].

Meme kanseri gelişiminde en önemli risk faktörü yaştır. Vakaların çoğu 55 yaşın üzerindedir. Majör risk faktörleri yoksa 35-55 yaşları arasında meme kanserine yakalanma riski sadece %2.5'dir [82]. Ancak son 30 yıl içinde 40 yaş altında meme kanseri görülme oranında az fakat anlamlı bir artış görülmektedir.

Meme kanseri risk faktörleri arasında yaştan sonra en önemlisi aile hikayesidir.

Meme kanseri gelişiminde hormonal faktörlerin rolü inkar edilemez. Erken menarş ve geç menopoz riski artırır. Menarşın geciktiği her yıl meme kanseri riskini %20 azaltır. Aynı şekilde 45 yaşından önce menopoza girenlerde rölatif risk %50'dir [83-84]. Nulliparlarda ve ilk doğumunu 30 yaşından sonra yapanlarda risk %50 artar [85-86].

Yüksek yağ tüketimi ve alkol alımının da meme kanseri riskini artırdığına dair kanıtlar vardır [87-88].

Riski arttıran veya azaltan faktörlerin çoğu tek bir hastada bulunabilir ve bu faktörlerin birbirleri ile etkileşimleri bilinmemektedir. Ayrıca, meme kanserine yakalanan kadınların yaklaşık %50'sinde bilinen herhangi bir risk faktörü bulunmaz [77].

2.8.1. Meme kanserine yakalanmada etkili olan risk faktörleri

Meme kanserinin halen yeni bilgilerin ortaya çıktığı ve gelişmelerin yaşandığı oldukça geniş bir alan olduğu ifade edilmektedir [89]. Bununla birlikte meme kanserinin hangi nedene bağlı olarak ortaya çıktığı tam olarak bilinmemekte, tüm dünyada yapılan araştırmalar sonucunda bazı özelliklere sahip olan kadınlarda meme kanseri görülme riskinin daha yüksek olduğu belirtilmekte [89-90] ve bu özelliklere de kısaca "risk faktörü" adı verilmektedir [90-91].

Birçok risk faktörü ile ilişkili olan meme kanserinin, risk faktörlerinin azalmasına ve artmasına göre, görülme sıklığı da farklılık göstermektedir [91-92]. Kadınlarda

meme kanseri görülme riskini yükselten bu faktörler şu şekilde sıralanmaktadır [93-95]:

1. Cinsiyet: Kadınlarda meme kanseri riski erkeklere göre daha fazladır.
2. İleri yaşta olmak: Meme kanserine yakalanmada etkili olan risk faktörleri incelendiğinde ileri yaşa sahip olmanın önemli bir risk faktörü olarak ele alındığı görülmektedir [73]. Meme kanseri tanısı konan kadınlar üzerinde yapılan çalışmalarda, %70'inin yaşının 50 yaş ve üzerinde olduğu ifade edilmekte ve yaşı 50 yaş ve üzerinde olan kadınların meme kanseri görülme sıklığının, yaşı 50 yaşın altında olan kadınlara nazaran 4 kat daha fazla olduğunun altı çizilmektedir [75].
3. Birinci derece yakınlarında meme kanseri öyküsü olması: Aile bireyleri arasında meme kanserine yakalanmış kimse bulunmasının, kişilerin meme kanserine yakalanma olasılığını yükselttiği ifade edilmektedir. Özellikle kız kardeşi veya annesi meme kanserine yakalanan bir kadının, meme kanserine yakalanma riski, diğer kadınlara nazaran 2 ila 5 kat oranında daha fazladır. Bu kadınların diğer kadınlara nazaran daha dikkatli izlenmeleri; meme kanseri genetik danışmanlığının yapıldığı kliniklere başvurarak risklerini hesaplattırmaları gerekmektedir [90-91].
4. Menarşın 12 yaşın altında olması: Kadınların adet görmeye erken yaşta başlamaları fertil çağını uzatmaktadır. Bu sırada kadının daha uzun süre östrojen hormonu etkisi altında kaldığı, bunun da meme kanseri gelişme riskini yükselttiğine işaret edilmektedir [89-93].
5. Menopoz döneminin 55 yaşın üzerinde başlaması: Kadınlarda ilerleyen yaşlarda menopoza girilmesi fertil çağını uzatmaktadır. Bu sırada kadının daha uzun süre östrojen hormonu etkisi altında kaldığı, bunun da meme kanseri gelişme riskini yükselttiğine işaret edilmektedir [92-96].
6. İlk doğumun 30 yaşın üzerinde yapılması: Kadınların ilk çocuğunu doğurma yaşı meme kanserine yakalanma açısından önemlidir. İlk çocuğunu 30 yaşından sonra doğuran kadınlarda meme kanseri görülme oranı 20 yaşından önce doğuranlara göre 2 kat daha fazladır. Hiç çocuk doğurmayan kadınlarda ise risk daha da yükselmektedir [89-93].

7. Günlük alkol alımı: Her ne kadar bu konu tam anlamıyla netlik kazanmasa da alkol kullanan kişilerde meme kanserine yakalanma riskinin nispeten arttığı ifade edilmektedir [93].
8. Yağlı diyet: Bazı çalışmalarda şişmanlığın özellikle 50 yaş ve üzerindeki kişilerde (özellikle kadınlarda) meme kanserine yakalanma riskini yükselttiğine işaret edilmektedir [90].

2.8.2 Meme kanserinden korunma

Meme kanserinin etiyojisi çok kesin olmadığı ve risk faktörleri kontrol edilebilir etmenler olmadığı için meme kanserinden tam korunma söz konusu değildir. Ancak aşağıdaki önlemler meme kanseri riskini azaltabilmektedir [97-99].

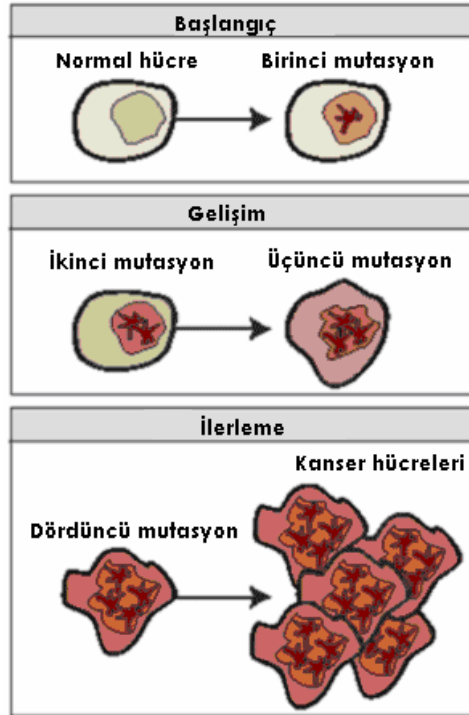
1. Emzirme
2. İlk çocuğun 30 yaş öncesinde doğması
3. Haftada 3 kez egzersiz yapma
4. Tamoksifen Kullanımı: Meme kanserinin önlenmesinde başvurulan yöntemlerden biri de tamoksifen kullanımıdır. Yapılan çalışmalar tamoksifen kullanımının özellikle menopoza girmiş kadınlar ve meme kanseri yönünden yüksek risk taşıyanlarda uygun olduğunu göstermektedir.
5. Profilaktik mastektomi: Bir diğer yöntem ise profilaktik mastektomidir. Bu yöntemin yüksek riskli kadınlarda meme kanseri gelişimini %90 azalttığı belirtilmektedir [96].

2.9. Akciğer Kanseri

Akciğeri döşeyen hücrelerden biri kanserleştiğinde, vücut bu hücrenin çoğalmasını önleyemez. Normal hücrelerin kanserleşmesi bir dizi mutasyon sonucu olur. Hücrenin mutasyonlar sonrası kanserleşmesi için belli bir süreçten geçmesi gerekir. Önce iç yüzeyi döşeyen hücreler normal olmayan bir şekilde çoğalmaya başlarlar, daha sonra bu hücreler normalin dışında büyüme özellikleri (displazi) gösterirler ve sonuçta kanserleşirler. Bu kanserleşme olduktan sonra bile, hücrelerin normal

özelliklerinde değişme, şifrelerinde bozulma (mutasyon) devam eder. Bu mutasyonlardan iki tanesi önemlidir [100].

Birinci mutasyonla kanser hücresi, köken aldığı yerin dışına çıkıp, vücudun diğer kısımlarına yayılma özelliği kazanır (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. Akciğer kanseri oluşumu hücre mutasyonları

Akciğerden köken alan kanser hücreleri, bu mutasyondan sonra genellikle kemik, beyin, karaciğer, böbreküstü bezi ve lenf bezlerine yayılırlar. Kanser akciğerden farklı organa yayıldığında hastalar yanlışlıkla oranın kanseri olduğunu düşünürler, ama bu tamamen farklı bir durumdur.

İkinci mutasyonla kanser hücresi tedaviye dirençli hale gelir (Şekil 2.11). Bunun nedeni, ilaçların zarar verdiği kanser hücrelerinin, normal hücelere oranla çok daha hızlı tamir olabilme özelliğine sahip olmalarıdır. Verilen ilaçlar, hem kanser hücrelerini hem de normal hücreleri etkilediğinden, kanser hücrelerinin bu özelliğini bozacak dozda ilaç verilmesi, normal hücreleri daha fazla etkileyeceğinden mümkün değildir. Bu duruma “İlaça direnç (rezistans) gelişmesi” adı verilir.

Akciğer kanseri, 1900'lü yılların başında nadir gözlenen bir hastalık iken, günümüzde sıklığı artan önemli bir sağlık problemi haline gelmiştir [101]. Sigara tüketiminin arttığı son yıllarda akciğer kanserinde ciddi bir artış gözlenmiştir. Genel ölüm nedenleri arasında kalp hastalıklarından sonra ikinci sırayı alan akciğer kanseri, kanser ölümlerinin %28'ini oluşturmaktadır. 2007 yılında ABD'nde tahmini kanser vaka sayısı 1.444.920 ve bunun %14.76'sının (213.380 kişi) yeni akciğer kanseri vakası olduğu bildirilmiştir. Akciğer kanseri nedeniyle toplam 160.390'dan fazla ölüm beklendiği de rapor edilmiştir [101] (Tablo 2.3).

Akciğer kanserinin 5 yıllık sağ kalım oranı %14'tür. Erken evre (evre 0 veya evre 1A) küçük hücreli olmayan akciğer kanserli hastaların 5 yıllık sağ kalım oranı ise %80'dir. Hastaların çoğunun semptomatik olduğu ve doktora başvurduğu dönemde hastalık ilerlemiş ve ameliyat edilemez duruma gelmiş olmaktadır. Bu dönemde tedavi yöntemleri hastaya fayda sağlayamaz. Bu nedenle akciğer kanserini erken dönemde belirleyip lokalize edebilen yöntemlere ihtiyaç vardır [102-103].

Tablo 2.3. 2007 yılı için ABD'de beklenen kanser ölüm oranları

Kanser Tipi (Erkek)	%	Kanser Tipi (Kadın)	%
Akciğer ve bronş	31	Akciğer ve bronş	26
Prostat	9	Meme	15
Kolon ve Rektum	9	Kolon ve rektum	10
Pankreas	6	Over	6
Lösemi	4	Pankreas	6
Ozofagus	4	Lösemi	4
Karaciğer ve safra yolları	4	Non-hodgkin Lenforma	3
Non-hodgkin Lenforma	3	Uterus	3
Mesane	3	Karaciğer ve safra yolları	2
Böbrek	3	Beyin	2
Diğer bölümler	24	Diğer bölümler	23

Akciğer kanseri insidansı, yaşla artan bir hastalık olup en sık 50-70 yaşlarında görülmektedir. Akciğer kanseri gelişmiş ülkelerde erkek kanser ölümlerinde önde gelen nedenlerdendir. Kadınlar için insidansı da sigara içiminin artışına bağlı olarak hızlı bir şekilde artmaktadır [104-105]. Türkiye'de 2003 yılında, genel kanser insidansı Sağlık Bakanlığı Kanser Savaş Dairesi'nin raporuna göre

70.32/100.000'dir. Akciğer kanseri insidansı, Türkiye genelinde 11.04/100.000'dir [106].

Dünya geneline bakıldığında, akciğer kanseri erkekler arasında en yüksek olarak Türkiye'de görülmektedir. Olguların çoğunda sigara öyküsü olması ve sigara içme oranlarında artış nedeni ile ülkemizde akciğer kanseri epidemisi yaşandığını söylemek gerçekçi bir yaklaşım olacaktır.

2.9.1. Akciğer kanserine yakalanmada etkili olan risk faktörleri

Akciğer kanseri için tespit edilen risk faktörleri aşağıdaki sebeplerle sıralanabilir [107].

Akciğer kanserinin görülme sıklığı yaşla birlikte artar. Hastaların çoğu 50-70 yaş grubundadır. Ortalama tanı yaşı 60 civarındadır. Ancak %3'ü 40 yaşın altında genç hastalardır [107].

Sigara, akciğer kanserinin en önemli risk faktörüdür. Sigara ve akciğer kanseri arasındaki ilişki dünya çapındaki epidemiyolojik çalışmalarla da kanıtlanmıştır. Akciğer kanserinin %80-90'ı sigara içenlerde ortaya çıkmaktadır. Sigara içenlerde akciğer kanseri riski, hiç sigara içmemiş kişilere göre 10-65 kat fazladır. Sigarayı bırakanlarda ise, akciğer kanseri riskinin 10-15 yılda içmeyenlerin oranına düştüğü bildirilmektedir [108].

Akciğer kanserlerinin yaklaşık %15'inde mesleğe bağlı predispozisyon olduğu düşünülmektedir. Endüstri ve madencilikte kullanılan birçok madde karsinojenik faktör olarak bilinmektedir [109].

Her ne kadar sigara içimi, akciğer kanserlerinin yaklaşık %85-90'ını ile ilişkili bulunmuş olsa da, sigara içenlerin sadece %10-15'inde kanser gelişmektedir. Buna ek olarak akciğer kanserinin %10-15'i sigara ile ilişkisiz olarak gelişmektedir. Aileler üzerinde yapılan çalışmalar ve moleküler biyoloji çalışmaları sonucunda bu hastalığın bazı ailelerde toplandığı görülmüştür. Amerika Birleşik Devletleri'nde

yapılan akciğer kanseri konsorsiyumu genetik epidemiyolojisi araştırma sonucuna göre, 6. kromozomunda anormallik olan kişilerde, çok az sigara içseler dahi akciğer kanseri gelişme riski daha fazladır [110].

Hastalık erkeklerde daha sık görülür. Avrupa Birliği ülkelerinde erkeklerdeki kanserlerin %1'i, kadınlardaki kanserlerin %5'i akciğer kanseridir. Bu sigara alışkanlıklarındaki farktan kaynaklanmaktadır. Akciğer kanseri erkeklerde ölüme yol açan birinci sıradaki kanserdir. Kadınlarda da son yıllarda meme kanserini geçerek birinci sıraya yerleşmiştir [111].

Ten rengi durumuna göre siyah ırkta beyaz ırka göre daha fazla görülür [112].

Sigara, akciğer kanseri etiolojisinde sorumlu başlıca faktördür. Akciğer kanseri hastalarının yaklaşık %90'ı sigara kullanmaktadır. Sigara ile akciğer kanseri ilişkisi ilk defa 1950 yılında gösterilmiş ve daha sonra yapılan çalışmalarla doğrulanmıştır [111]. Akciğer kanseri görülme riski sigara kullananlarda 24-36 kat daha fazladır. Sigara dumanında 4.000'den fazla kimyasal madde bulunur. 60'dan fazlasının kanıtlanmış karsinojen özelliği vardır. Bunların bir kısmı radyoaktif özelliktedir [113].

Sigara içme süresi, içilen sigara sayısı, içilen sigara tipi ve sigaraya başlama yaşı kanser gelişimini etkiler [114].

Pasif sigara içiminde de akciğer kanseri riski 3.5 kat artmıştır. Çünkü etrafa yayılan sigara dumanında tüm karsinojen aynen bulunur ve sigara filtresinden de geçmediğinden çok daha yoğundur [114-115].

20 yıldan daha az sigara içenlerde sigarayı bıraktıktan 5 yıl sonra risk çok azalır ve 10-15 yıl sonra sigara içmeyenlerle aynı düzeye inmektedir [115].

Akciğer kanseri gelişiminde erkeklerde %15, kadınlarda %5 oranında mesleki durum sorumlu tutulmuştur [115]. Mesleki durum yanında doğada da bulunan radonun son yıllarda akciğer kanserine yol açabileceğine dair bulgular mevcuttur. Radon doğada

bulunan uranyumun bozunma ürünlerinden biridir. Üzerinde bulunduğu topraktaki radon miktarı yüksek olan evlerde de radon yüksek miktarda bulunabilir. Yer ve duvarlardaki çatlaklardan, borulardan, elektrik tesisatı ve diğer girişlerden girer. Akciğer kanseri riskini 2 kat artırdığı ve ABD'deki akciğer kanseri olgularının %6'sının sebebi olduğu hesaplanmıştır [116-117].

Hava kirliliği akciğer kanserlerinin %1 kadarından sorumlu tutulmaktadır. Benzopiren, SO₂ gibi maddelere maruz kalan farelerde akciğer kanseri gelişmiştir. Aromatik hidrokarbonların yoğun olduğu bölgelerde akciğer kanseri olguları daha fazladır. Kentlerde yaşayanlarda risk 1.2-2.3 kat daha fazladır [117].

Kalıtsal faktörler de akciğer kanseri gelişiminde araştırılmıştır. Birinci derece akrabalarında kanser olanlarda akciğer kanseri riski 2.4 kat arttığı gözlenmiştir. [117-118].

Beslenme diyetindeki eksiklikler akciğer kanseri gelişiminde etkili olabilir. Vitamin A ve beta karotenden fakir beslenmenin hayvan modellerinde akciğer kanseri riskini artırdığı gösterilmiştir. İnsanlardaki çalışmalarda da diyetinde beta karoten/retinol miktarı yüksek olanlarda akciğer kanseri riskinin %40 azaldığını tespit etmiştir. Beta karoten, A vitamininin öncülüdür ve turunçgiller, yeşil sebzeler ile balıkta bulunur. Ayrıca yüksek yağlı diyetle beslenen sigara içicilerde kanser riski daha yüksektir. Sarı-yeşil sebze ve meyvelerin yeterli alımı riski azaltır [118-119].

Sosyoekonomik durumu kötü olanlarda akciğer kanseri riski 2-6 kat fazladır ve bu muhtemelen bu grubun etiyolojideki faktörlere daha fazla maruz kalması ile ilişkilidir [119].

2.10. Kolon Kanseri

Küçük bağırsak büyük bağırsağa, sağ alt karın bölgesinden bağlanır. Kalın bağırsağın ilk ve en uzun bölümü kolondur. Kolonda, besin maddelerinden su ve mineral maddeler absorbe edilir [120].

Büyük bağırsakta bir kanser formu, kolon veya rektum duvarının içine ve astarlanma yoluyla gelişmeye başlayabilir. Hücresel sıvı ve atıkları taşıyan kanallar olan lenf damarları veya kan damarlarında gelişebilen kanserler duvarları istila ederler. Kanser hücreleri, enfeksiyonlarla mücadeleye yardım eden bezelye tanesi biçimli yapılar olan lenf nodları yakınına süzülürler. Kanser hücreleri kan veya lenfatik damarlar yoluyla vücudun uzak bölümlerine taşınırlar [121].

Kolon kanseri genellikle uzun yıllar boyunca yavaş yavaş ilerler. Kanser gelişiminden önce, kansere dönüşen polipler gelişir. Polip, kolon hattında dokunun büyümesidir [121].

Gelişmiş ülkelerde üçüncü sıklıkta görülen kanser tipi olup bütün kanserlerin yaklaşık %9'unu oluşturur [122-123]. Kolon kanseri için her yıl tahmin edilen yeni vaka sayısı 150.000'dir. Hayat boyunca kolon kanseri gelişme riski yaklaşık %6'dır [124-125]. Ortalama görülme yaşı 62'dir [126]. Gelişme riski 40 yaşından sonra erkek ve kadınlar için artmaktadır [125].

Kolon kanseri 1990 yılında dünya çapındaki ölümlerin 472.000'inden sorumludur ve kanserden ölümlerin dördüncü en sık sebebidir [123].

Kolon kanseri geniş bir coğrafik alanda gözlenir. En sık Batı Avrupa, Kuzey Amerika, Yeni Zelanda, Avustralya gibi endüstriyel ülkelerde görülür. Ayrıca, ülke içinde de görülme sıklığı açısından farklı bölgeler mevcuttur. Japonya, Polonya gibi düşük riskli bölgelerden Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya gibi yüksek riskli bölgelere göç edenlerde kolon kanser oranları hızlı bir artış göstermektedir. Kolon kanser, gelişmişlik artışıyla çoğalmaktadır [123], [127-128].

1999 yılı Sağlık Bakanlığı verilerimize göre ülkemizdeki kolon kanseri, tüm kanserler arasında insidans açısından erkeklerde dördüncü, kadınlarda ise ikinci sırada gelmektedir [129].

Kolon kanser sıklığı aynı ülkede yörelere ve topluluklara göre farklılıklar göstermektedir. Bu farklılığın diyet ve çevresel faktörlerin farklılık göstermesinden

kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Düşük riskli bölgelerden yüksek riskli bölgelere göç edenlerde risk artmaktadır [130-131].

Kolon kanserinin üçte ikisi sol kolonda, üçte biri sağ kolonda görülmekte, %3'ünde aynı anda birden fazla odakta birden belirmektedir [130].

Kolon kanserin erkek/kadın oranı 1.34'tür. Hayat boyu kolon kanseri görülme oranı erkeklerde %6.14, kadınlarda %5.92'dir [130]. Yaşın ilerlemesi ile kolon kanseri gelişme riski arasında doğru orantı vardır. Genel popülasyonda 40 yaşından sonra kolon kanseri gelişme riski artmaya başlar ve her dekatta katlanarak artar. Kolon kanserinin %90'dan fazlası 50 yaşından sonra geliştiğinden, tarama programlarını başlatma yaşı buna göre belirlenmiştir. En sık hastalık görülme yaşı 60-65'tir ve ortalama tanı yaşı 62'dir [130-131].

2.10.1. Kolon kanserine yakalanmada etkili olan risk faktörleri

Kolon kanserinin oluşumunda bilinen belli başlı risk faktörleri şunlardır [129]:

1. Yaş: Yaşın ilerlemesi ile kolon kanseri gelişme riski arasında doğru orantı vardır. Genel popülasyonda 40 yaşından sonra kolon kanseri gelişme riski artmaya başlar ve her dekatta katlanarak artar.
2. Genetik: Sporadik kolorektal kanserlilerin birinci derece yakınlarında kolorektal kanser gelişme riski 2-4 kat artmaktadır. Eğer kanser aile üyesinin 50 yaşından küçük bir bireyinde ortaya çıkmışsa risk daha da artmıştır [130].
3. Kişinin daha önce kalın bağırsak, meme, yumurtalık veya rahim kanseri geçirmiş olması: Yapılan çalışmalara göre kolon kanserlerin büyük bir kısmı daha önce var olan kanser hücrelerinden kaynaklanmaktadır.
4. Ülseratif kolit veya Crohn hastalığı gibi kronik iltihabi bir barsak hastalığının bulunması: Özellikle ülseratif koliti olanlarda daha belirgin olmak üzere inflamatuvar bağırsak hastalığı olanlarda risk artmıştır. Kolon kanseri, Crohn hastalığının önemli bir komplikasyonudur.
5. Beslenme: Kolon kanseri, yağ tüketimi az olan toplumlarda daha az sıklıkta görülür.

6. Obezite, aşırı kalori alımı: Epidemiyolojik çalışmalarda bel çevresi, bel-kalça oranı ve kolon kanseri arasında ilişki gösterilmiştir.
7. Fiziksel aktivite: Fiziksel aktivite de kolon kanseriyle ters ilişkili bulunmuştur.
8. Sigara kullanımı: Japon erkek ve kadınlarını içeren bir çalışmada, sigara öyküsü ile adenom gelişme riskinin 1,6-4,5 kat arttığı bildirilmiştir [132].
9. Alkol tüketimi: Alkol tüketimi ile adenom gelişimi doğru oranda ilişkili bulunmuştur.

2.11. Kanser ve Stres İlişkisi

Kansere neden olan risk etkenlerini belirlemek önemli korunma yöntemlerindedir. Bu risk etkenlerinden birisi de strestir. Çağımızın sorunu olan stresin, birçok hastalıklara temel hazırlayan bir etken olarak her geçen gün önemi artmaktadır. Stres, fiziksel ve sosyal çevreden gelen doğrudan hastalığa neden olmayan, ancak insan bedeninin direncini azalttığı için bedensel ve ruhsal hastalıklara neden olan bedensel bir zorlanmadır. Özellikle ruhsal streslerin T lenfositleri azaltarak bağışıklık sistemini baskıladığı öne sürülmektedir [14]. Bağışıklık sisteminin yanıtındaki bu azalma ise, enfeksiyon hastalıkları ve kanser sıklığını artırmaktadır [133].

Stres, bedenin bağışıklık sistemini bozarak kanserojen hücrelerin yerleşmesine ve tüm bedene yayılmasına yol açabilmektedir. Hayvan araştırmaları stres ile kanser arasında bu tür bir ilişki olduğunu göstermiştir. Kansere yatkınlığı olan fareler ile 400 gün süren bir çalışmada, fareler yoğun kalabalık koşullarda tutularak insanlar tarafından strese maruz bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda farelerin %90'ında kanser gelişmiştir. Oysa sessiz, düşük stres koşullarında tutulan karşılaştırma grubundaki farelerin sadece %7'sinde kanser gelişmiştir. İnsanlar üzerinde yapılan çalışmalar da yaşam stresi ile kanserin görülme sıklığı arasında ilişki olduğunu göstermiştir. Kanser tanısı konmuş hastaların tanıdan bir yıl öncesinde çok fazla yaşam olayı geçirdikleri saptanmıştır [14].

Stresin ortaya çıkmasına neden olan çeşitli yaşam olayları vardır. Bir çalışmada sosyoekonomik sorunların stres düzeyini artırdığı, böylece meme kanseri oluşturabileceği belirlenmiştir. Başka bir çalışmada ise, mamografi birimine

başvuran kadınların meme kanseri ile ilgili önemli sayılan risk etkenlerinin bulunmadığı; ancak yoğun stres, yoksulluk, şiddet gibi etkenlerin olduğu bildirilmiştir.

Biyolojik Kimya Dergisi'nin Mart sayısında yayınlanan bir araştırmada “epinephrine” isimli stres hormonunun kanser hücrelerini güçlendirerek bu hücrelerin ömrünü uzattığını ortaya koymaktadır. Araştırmaya göre stres, hem kanser hücrelerinin gelişip çoğalmasına sebep oluyor, hem de kanser tedavilerinin etkinliğini azaltıyor. Stresli olaylar karşısında epinephrine hormonu ani yükselişe geçiyor ve uzun süreli sıkıntı veya depresyon durumlarında da yüksek kalmaya devam ediyor. Kanser hücreleri bu hormona maruz kaldığında hücrenin ölmesi için gerekli olan “BAD” isimli protein etkisiz hale geliyor [133-134].

2.12. Benzer Çalışmalar

Kanser ne kadar erken teşhis edilirse, tedavisi de o düzeyde başarılı olur. Sağlık bilimleri, yapay sinir ağları, bulanık mantık ve sinirsel bulanık mantık gibi teknikleri kendi alanlarında kullanabilirse gelecekte kanser gibi birçok hastalık da erken teşhis sayesinde tedavi edilebilir düzeye gelebilir veya önlenir. Böylece pahalı tedavilere veya ameliyatlara gerek kalmayabilir.

Günümüzde kansere yakalanan kişilerin çoğu hastalığın ilerlemiş safhalarında hastanelere başvurmakta ve bu sebeple hastalık geç teşhis edilmektedir. Bunun sonucunda tedaviler çoğu zaman işe yaramamakta ve hasta kısa zamanda ölmektedir. Sağlam kişilerde ileriye yönelik kanser hastalığının teşhisi, üzerinde durulması gereken en mühim konulardan biridir.

Balanica ve ark. klinik bulgular ağırlıklı olmak üzere meme kanseri riskini bulanık mantık yöntemi ile tespit etmeye çalışmışlardır [135]. Çalışmada metot olarak Mamdani tipi kullanılmış, çalışma platformu olarak ise Matlab ve FuzzyTECH yazılımlarının bulanık mantık için geliştirilmiş araçları tercih edilmiştir. Çalışmada klinik bulgulara ağırlık verilmiş; tümör yüzeyi, aksil, yaş ve menarş yaşı bulanık

mantık modeli risk faktörleri girişleri olarak belirlenmiştir. Çalışmada 60 kişiye geliştirilen model uygulanmış ve 8 inde “hasta” sonucu bulunmuştur.

Saleh ve ark., meme kanseri için kişilerin risk durumu bulanık mantık yöntemiyle tespit etmeye çalışılmıştır [136]. Çalışmada metot olarak Mamdani tipi kullanılmış, çalışma platformu olarak ise Matlab yazılımının bulanık mantık için geliştirilmiş araçları tercih edilmiştir. Diğer çalışmada olduğu gibi tahlil ve uzman görüşü alınmadan bilinmeyen bulgular, modelde ağırlıklandırılarak giriş olarak belirlenmiştir.

Caramihai ve ark. kişilerin meme kanseri hususunda risk değerlendirilmesini Mamdani tipi bulanık mantık metodu ile tespit etmeye çalışmışlardır [137]. Kurallar içerisinde meme görüntüleme veri sistemi ağırlıklı giriş olarak hazırlanmıştır. Bu durumdan ötürü yine tahlil ve uzman görüşü alınmadan bilinmeyen bulgular, modelde ağırlıklandırılarak giriş olarak belirlenmiştir. Çalışmada, çalışma platformu olarak ise FuzzyTECH yazılımının bulanık mantık için geliştirilmiş araçları tercih edilmiştir.

Çınar, yüksek lisans tez çalışmasında prostat kanser riskini yapay sinir ağları yöntemleriyle tespit edilmeye çalışmıştır [138]. Geliştirilen yapay sinir ağları uyarlamasına giriş parametreleri tahlilsel veriler olarak baz alınmıştır. Araştırma sonucunda yapay sinir ağları yöntemlerinden en başarılı sonuç, %79.3 ile Levenberg-Marquardt algoritmasından elde edilmiştir.

Keleş ve ark., aynı belirtilere sahip olan prostat kanseri ve iyi huylu prostat büyümesi hastalıkları üzerinde sinirsel bulanık mantık yöntemi kullanarak teşhisi ayırt etmeyi amaçlamışlardır [139]. Tahlilsel verilerin kullanıldığı çalışmada, sinirsel bulanık mantık sınıflama modelinin esnek kullanımlı yapısıyla tıbbi teşhislerin değerlendirilmesi için iyi bir model olduğu gözlenmiştir.

Benecci, prostat kanseri teşhisi için, yapay sinir ağı ve bulanık mantığın gücünden faydalanarak sinirsel bulanık mantık yöntemi kullanmıştır [140]. Sinirsel bulanık mantık sisteminin tahmin edici doğruluğunu elde edilen tahlilsel sonuçları

karşılaştırmıştır. Araştırmada koaktif bulanık sonuç çıkarma sistem modeli kullanılarak, sinirsel bulanık mantık sistemi geliştirilmiştir. Yüzde 95 duyarlılıktaki karşılaştırma, sinirsel bulanık mantık sisteminin en iyi özellikli olduğunu göstermiştir.

Sarıtaş ve ark., prostat kanseri alanında Mamdani tipi bulanık mantık metoduyla tanı yapmaya çalışmışlardır [141]. Çalışma platformu olarak Matlab yazılımının bulanık mantık için geliştirilmiş araçları tercih edilmiştir. Prostat hacmi ve prostat spesifik antijen giriş olarak kullanıldığı için tahlil ve uzman görüşü alınmadan bilinmeyen bulgular modelde giriş olarak belirlenmiştir.

Phillips ve ark. çalışmalarında, Mamdani tipi bulanık mantık modeli ile kanser tahmini yapılması hedeflenmiştir [142]. Modelin test edilmesi sonucu %68 performans ölçümü elde edilmiştir. Kanser hücreleri giriş olarak belirlendiği için girişler tahlisel durumlarla belirlenmekte olup bunun yanında çalışma risk durumundan çok tanı için sonuç üretmektedir.

Brand ve ark. çalışmalarında ANFIS modeli ile kolon kanseri için sigara içen kişilerde risk değerlendirmesi yapılması hedeflenmiştir [143]. Çalışma sadece sigara kullanımının ağırlığı ile hazırlanmış, bunun yanında girişler kolon kanseri riski hesaplanması için oldukça az sayıda kalmıştır.

Balachandran ve ark. araştırmalarında akciğer kanseri olma durumunu, bulanık yapı ve ADALINE yöntemleriyle tespit etmeye çalışmışlardır [144]. Çalışmada hem bulanıklık kullanılmış hem de çok katmanlı yapay sinir ağları modellerinden ADALINE yöntemi kullanılmıştır. Çalışma platformu olarak Matlab yazılımının bulanık mantık için geliştirilmiş araçları tercih edilmiştir. Çalışma üzerinde uygulamadan çok metodoloji üzerinde konuşulmuştur. Uygulama için düşünülen girişler risk faktörlerinin yanında semptomlar olduğu için girişler tahlisel durumlarla belirlenmektedir.

Özdemir, doktora tezinde, Markov modellemesi kullanılarak kanser tanısı yapılmasını amaçlamıştır [145]. Çalışmada probleme karşı, öğrenme kümesindeki

örnek sayısını ve varyansını artırarak sınıflandırıcının genelleme kapasitesini artıran, yeni bir tekrar örnekleme yöntemi sunulmaktadır. Markov modeller ile bu örnekler modellenmiş ve etiketlenmemiş örneklerin sınıflandırılmasında kullanılmıştır. Kanseri tanısı için kullanılan veriler hastaneden alınan ve ancak test-tahlil yoluyla elde edilebilecek verilerden oluşmaktadır.

Altındağ, yüksek lisans tezinde Bayes sınıflandırıcı, uzaklık ölçümü temelli sınıflandırıcı (KNN sınıflandırıcı), karar ağacı sınıflandırıcı (ID3 ile karar ağacı), yapay sinir ağları tabanlı sınıflandırıcı ve SVM sınıflandırıcı yöntemleri ile doku örneklerinin kanser sınıflandırmasında kullanılmasını hedeflemiştir [146]. Çalışmada meme kanseri için dokusal veriler kullanılmış ve parametrelerin baskınlığı değerlendirilmiştir.

Kimyanok, doktora tezinde karar ağaçları kullanılarak prostat kanseri teşhisi konulmasını hedeflemiştir [147]. Uygulamada ilk hedef, Benzetimli Tavlama yöntemi kullanarak, hatasız kanser teşhisi yapabilmek ve kanser olmayan hastaların gereksiz yere biyopsiye gitmesini engelleyecek karar ağaçları oluşturmak; ikinci hedef ise kanser olmayan hastalara doğru tanı koymaktır. Öğrenme sonucunda oluşturulan ağaçlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Gerçek pozitiflik oranı, yanlış pozitiflik oranı ve başarı oranı her bir ağaç için belirtilmiştir. Her durum için %90 düzeyinde güvenilirlik aralıkları çalışmada gösterilmiştir.

Koçgil, doktora tezinde hasta sağlık bilgisinin araştırma ve kanser kayıt amaçlı kullanımını sağlamak ve klinik hizmetleri desteklemek amacı ile önerilen bir bütünleştirilmiş meme hastalıkları sistemi tasarlanmasını ve gerçekleştirilmesini amaçlamaktadır [148]. Açık, esnek ve modüler olarak tasarlanmış Meme Hastalıkları Araştırma ve Meme Kanseri Kayıt Sistemi (BDRS) üç katmanlı web tabanlı sistem mimarisi ve nesne yönelimli teknolojiler sistemin geliştirebilirliğini ve genişleyebilirliğini sağlamak amacı ile kullanılmıştır. Farklı yapıdaki sistemlerden BDRS 'ye ara yüzler tanımlanarak sağlık verisi klinik araştırma, kanser kayıt ve hasta bakımı amacıyla uygun formatlarda elde edilmiştir.

Şentürk, yüksek lisans tezinde hastane veritabanlarında tutulan teşhisi konmuş kanserli hasta bilgileri kullanılarak, henüz teşhisi konmamış fakat diğer verileri (laboratuvar sonuçları) mevcut olan yeni hastalar için muhtemel kanser tanıları tahmin edilmiştir [149]. Tahmin etme işleminde çeşitli algoritmalar kullanılmış ve güvenilirliği en yüksek olanı tercih edilmiştir. Kullanılan örneklerdeki tüm veriler laboratuvar sonuçlarından oluşmaktadır. Tanı için RapidMiner very madenciliği aracı kullanılmıştır. Çalışma içerisinde veri madenciliği algoritmalarından hangisinin kullanıldığı ve kanser tanısı için hangi bilgilerin kullanılacağı net belirtilmemiştir.

Şenol, doktora tezinde birçok farklı yöntemi farklı problemlere uygulayarak yöntemlerin başarımlarını ortaya koymak istemektedir [150]. Çalışmada Hibrid olmayan çok katmanlı algılayıcı, radyal temelli fonksiyonlu ağlar, konik kesit fonksiyonlu sinir ağı ve ANFIS yöntem olarak uygulanmıştır. Uygulanan problemler için ise ROC Analizi yapılmıştır. Yöntemler iris çiçeği tanıma, imza tanıma, tiroid bezi teşhisi, fetüs teşhisi, diabet teşhisi, meme kanseri teşhisi, lens önerme problemi, hepatit teşhisi, dermatoloji teşhisi, karaciğer bozukluğu teşhisi ve akciğer kanseri teşhisi problemlerine uygulanmıştır. KKFSFA, literatürde ilk defa bulanık mantık ile beraber bu tezde uygulandığı belirtilmiştir. Önerilen yöntemin başarımlarını ortaya koymuştur. İlgili yöntem, bazı uygulamalarda diğer yöntemlerden doğruluk oranı daha yüksek, kalanlarında ise doğruluk oranı daha düşük sonuçlar vermiştir.

Taşkıran, tez çalışmasında yapay sinir ağları yöntemi ile prostat kanseri teşhisini uygulanmıştır [151]. Tasarlanan sistemde tahlisel olarak gerçek klinik veriler kullanılmıştır. Programın denenmesi için dört farklı rastgele küme oluşturularak çapraz doğrulama yöntemiyle denenmiş ve test başarımları dört denemede de %73,0 olmuştur. Ayrıca Prostat büyüklüğünün prostat kanseri teşhisinde teşhis başarımlarını artırmadığı görülmüştür. YSA uygulamasının başarımları diğer yöntemlerle teşhise göre kıyaslandığında daha başarılı olduğu görülmüştür.

Altındal, doktora tezinde bir takım öğrenme algoritmalarının çocukluk döneminde görülen küçük, yuvarlak, mavi hücreli tümörleri, gen profillerine dayanarak, sınıflandırma ve teşhis koymadaki başarımlarını incelenmektedir [152]. Numuneleri sınıflandırmak üzere mantıksal model ağaçları ve de çok katmanlı yapay sinir ağları

eğitilmiştir. Her bir numune için yapay sinir ağlarından ve mantıksal model ağaçlarından elde edilen sınıf olasılıkları kullanılarak modelin yaptığı sınıflandırmaya paralel bir teşhis konulup konulmayacağını belirleyen bir kriter oluşturulmuştur.

Keleş, yüksek lisans tezi çalışmasında yapay zeka modellerinin tıbbi teşhislere uygulanabilmesi için örnek olarak prostat kanseri ve iyi huylu prostat büyümesi olan Benign Prostat Hiperplazisi (BPH) hastalıkları seçilmiştir [153]. Araştırmada sinirsel bulanık sınıflama modelinin esnek kullanım yapısıyla tıbbi teşhislerin değerlendirilmesi için iyi bir model olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın devamında; tıp ğrencilerinin eğitimine ve doktorların teşhislerine destek olacak bir asistan doktor programının tasarımı düşünüldüğü belirtilmiştir. Bu tez çalışmasında tasarımı düşünülen sistemin alt yapısı oluşturulmuştur. Prostat kanseri için kullanılan veriler hastaneden alınan ve ancak test-tahlil yoluyla elde edilebilecek verilerden oluşmaktadır.

Cihan, yüksek lisans tezinde meme kanser teşhisi yapmıştır [154]. Çalışmada, mamogramlar üzerindeki hastalığın başlangıç aşamasında ortaya çıkan mikrokalsifikasyonların bulunması amacıyla bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntem topolojik açma işleminin eksiltmeli kümelendirme yöntemi ile birleştirilmesi sonucu elde edilmiştir. Toplam otuz dört nomogram üzerinde denenen yöntem, mamogram üzerindeki mikrokalsifikasyon içeren bölgelerin bulunması ve sınırlarının belirlenmesinde %93 oranında başarı sağlamıştır. Çalışmada teşhiste kullanılan veriler mamografi verileridir.

ınar ve ark., araştırmalarında prostat kanser riskini YSA yöntemleriyle tespit etmeye çalışmışlardır [155]. YSA uygulamasına bilgi girilmeden veriler istatistiksel olarak incelendiğinde sigaranın prostat kanserini tetikleyen bir parametre olduğu kanaati çıkarılmıştır. Ayrıca beden kütle endeksi arttıa prostat kanseri daha hızlı yayılım göstermekte olduğu bulunmuştur. Araştırma sonucunda YSA yöntemlerinden en başarılı sonucu LM (Levenberg-Marquardt) algoritmasında elde edilmiş, ve bu başarıda %79,3 olarak tespit edilmiştir.

Stephan ve ark., araştırmalarında gereksiz prostat biyopsilerini azaltmak için PSA ve %fPSA-bazlı yapay sinir ağları ve de lojistik regresyon (LR) modellerini kullanılmışlardır [156]. Araştırmada tPSA ve %fPSA'nın yapay sinir ağlarının (YSA) sonucu üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu ve başarının artırılması için yeni giriş değerlerinin bulunması gerektiğini ancak bunların klinik faydalarını kanıtlamak için, daha fazla deney gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Daha sonra Stephan ve ark., prostat biyopsisi endikasyonu açısından iki farklı yapay sinir ağının karşılaştırılması için çalışma yapılmıştır [157]. YSA ve LR modellerine ait %90 ve %95 duyarlılık ve özgülük sonuçları %fPSA'nın özgülüklerine nazaran anlamlı derecede daha fazla tespit edilmiştir. YSA uygulamasının farklı nüfuslara uygulanmasının mümkün olduğunu fakat sınırlamalara sahip olduğu belirtilmiştir.

Rodriguez ve ark., araştırmalarında klinik değerşenlerden oluşan yapay sinirsel ağ eğiterek, prostat biyopsisi (PB) sonucunu tahmin etmeyi amaçlamışlardır [158]. Tahlisel verilerin kullanıldığı çalışmada, mantıksal regresyon analizi ve ileri beslemeli sinirsel ağ geliştirilmiştir. Tahmin edici kapasite ROC eğrileri ve eğri altında kalan alan (AUC) aracılığıyla belirlenmiştir. AUC, PSA için 0,693, prostat hacmi için 0,707, mantıksal regresyon için 0,815 ve YSA için 0,819 olarak gösterilmiştir. YSA, Prostat kanserini tahmin etme kapasitesinin tek düğümlü teşhis modelinden daha yüksek olduğunu ve mantıksal regresyonunkine benzer olduğu ortaya konmuştur.

Stephan ve ark., araştırmalarında prostat kanseri ile iyi huylu prostat hiperplazia (BPH) arasında ayırım yapmak amacıyla yapay sinir ağlarından faydalanmıştır [159]. Teşhis geçerliliği ve alıcı çalışma karakteristikleri eğrisi (ROC) analizi ile değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda hK2 bazlı YSA, f/tPSA'nın sonucunu iyileştirmekle birlikte, analiz edilen hemen hemen tüm alt gruplarla hK2/(f/tPSA)'da böyle bir şey söz konusu olmadığı gösterilmiştir. Bulgular, % 90 ve 95 duyarlık düzeyinde karşılaştırıldığı zaman, hK2 bazlı YSA, sadece en düşük tPSA aralığında f/tPSA'dan anlamlı derecede daha iyi performans göstermiştir. Sadece daha düşük tPSA aralıklarında, hK2 bazlı YSA'lar, prostat kanseri teşhisini daha fazla geliştirmek için bir avantaj gösterdiği bulunmuştur.

Bayram, doktora tez çalışmasında 2000–2005 tarihleri arasındaki 93 prostat iğne biyopsisi yapılan hasta bilgisini incelenmiştir [160]. Çalışma sonucunda PSA<10 ng/ml olanlarda PSA, fPSA ve fPSA/PSA düzeyleri açısından istatistiksel yönden anlamlı bir fark bulunamamıştır. PSA>10 ng/ml olanlarda PSA ve fPSA/PSA düzeyi bakımından hastalarla sağlamlar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir fark vardır. fPSA açısından istatistiksel yönden anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Kurtuluş ve ark., araştırmalarında 1998-2002 tarihleri arasında kliniğe başvuran, şüpheli rektal inceleme ve/veya PSA>4 ng/ml bulguları bulunan, yaşları 42 ila 80 arasında değişen 233 hasta bilgisi kullanılmışlardır [161]. Araştırma sonucunda kanser belirleme oranları sırasıyla yalnızca PRİ:%0, yalnızca PSA: %7.89, PRİ ve PSA: %52, PRİ-PSA 10 ve üstü: %72, PSA ve TRUS: %62.5, PRİ, PSA ve TRUS: %76, PRİ normal-PSA 4-10, PSAD; 0.15 ise oran %14. Yaşa göre PSA'da 70-79 yaş grubu göz önüne alındığında 81 hastada 11 biyopsiden kaçınılırken 2 hastada kanser atlanmıştır. f/t PSA< 0.20 alındığında duyarlılık %33, özgüllük %31 olduğu bulunmuştur.

Zlotta ve ark., araştırmalarında biyopsi ve klinik parametrelerdeki değişkenleri esas alan radikal prostatektomiden önce patolojik aşamanın tahminini ilerletmek/iyileştirmek için bir yapay sinirsel ağ geliştirmişlerdir [162]. Çalışmada tahlisel veriler ile iki katmanlı perceptron sinirsel ağları eğitilmiştir. Araştırma sonucunda yapay sinir ağı, mantıksal regresyon analizini daha iyi yapmış ve klinik, biyokimyasal ve biyopsi verilerine dayanan 10ng/ml veya daha az serum PSA'sı olan doğrulama hastalarının %90'ından daha fazlasında patolojik aşamayı doğru bir şekilde tahmin etmiştir.

Mergen, yüksek lisans tezinde prostat kanseri tanısı için tahlisel 64 veri üzerinde çalışmıştır [163]. PSA, Kolesterol ve Triglicerit değişkenleri için yapılan incelemede, PSA ile Kolesterol ve Triglicerit çiftinde anlamlı sonuçlar bulunmuş ($p<0.01$), Kolesterol ve Triglicerit çiftinde anlamlı sonuçlar bulunamamıştır ($p<0.05$). Sonuç olarak prostat kanseri tanısında kritik değer olarak PSA>3,70 ng/ml olarak araştırmada belirtilmiştir.

Stephan ve ark., araştırmalarında prostat kanserinin risk değerlemesini geliştirmek için, %fPSA'nın tanısal kullanışlılığını, tek başına ve 2 -4 ng/ml'lik dūřuk bir aralığın da dahil olduğu farklı PSA konsantrasyon aralıklarında YSA ile bağlantılı Őekilde değerlendirmişlerdir [164]. YSA'nın kullanımı, 2-10 ng/ml PSA aralığında gereksiz biyopsi sayılarını daha fazla dūřürerek %fPSA performansını artırmıştır.

Yılmaz, uzmanlık tezinde 116 hasta bilgisiyle prostat kanseri üzerine çalıřılmıřtır [165]. alıřmasında prostat kanserinin kandaki PSA deęerinin yūkseklilięinin, TRUS ve parmakla rektal inceleme bulguları ile desteklenirse çok daha yūsek oranda kanseri yakalama Őahsının olacaęını ayrıca bu bulguların prostat volümü kūuk olan hastalarda prostat kanserine yakalanma oranının yūsek olduęunu belirtmektedir. Arařtırmasında en etkin parametrenin f/tPSA ile PSA dansitesi kombinasyonu olduęunu tespit etmiřtir.

Djavan ve ark., arařtırmalarında toplam prostata Őzgū antijen dūzeyleri 2,5'tan 4 ng/ml'ye ve 4'den 10 ng/ml'ye kadar olan erkeklerde prostat kanserinin erken teřhisi için, yapay sinirsel aęı geliřtirmişlerdir [166]. Arařtırmada Alıcı operatōr karakteristik (ROC) AUC (Eęri altında kalan alan), 2,5-4 ng/ml ve 4-10 ng/ml için sırasıyla, %87,6 ve %91,3 deęerleri elde edilmiřtir. Tahlisel veriler ile giriř alan YSA'nın tahmin edici doęruluęu geleneksel PSA parametrelerinin doęruluęundan daha Őstūn olarak bulunmuřtur.

Finne ve ark., çalıřmalarında yapay sinir aęının MLP ve LR modelleriyle prostat kanseri taramasındaki serbest PSA (fPSA) oranından daha fazla ayırt edici olup olamayacaęını test etmeye çalıřılmıřtır [167]. Çalıřmada tPSA, fPSA, Dijital Rektal İnceleme (DRE) ve prostat būyūklūęu (Prostat Volume) deęerleriyle yapay sinir aęının MLP ve LR modelleri kullanılarak çalıřma yapılmıřtır. % 80'den % 99'a kadar ki duyarlık dūzeylerinde, MLP ve LR modellerinin doęruluęu, fPSA'nın oranının doęruluęundan anlamlı dūzeyde daha yūsek bulunmuřtur. % 89'dan 99'a kadar duyarlılıkta, MLP'nin doęruluęu LR'ninkinden daha yūsek bulunmuřtur.

Soria ve ark., çalışmalarında meme kanserini 7 farklı klinik gruplara ayırarak bulanık yōntemlerin kullanımını incelemiştir [168]. Çalışmada kullanılan tūm parametreler

tahlisel verilerdir. Hastaların bütün seti uygulandığında, orijinal referans sınıf dağılımına sahip Kendall Tau kullanılarak elde edilen sınıflarının dağılımı 0.9 olarak bulunmuştur. Sonuca ulaşılırken , 1073 üzerinden sadece 38 hastada doğru sınıflama yapılmamıştır. Sonuç olarak çalışmada yedi klinik gruplardan birine meme kanseri teşhisi için bulanık algoritma kullanılmış ve hastalarının % 95 in üzerinde doğru sınıflandırma yapılmıştır.

Zhou ve ark., çalışmalarında mide kanseri teşhisi için kural tabanlı bir sistem tasarlamışlardır [169]. Çalışmada , klinik karar destek sistemi tabanlı yeni bir iki seviyeli kural tabanı önerilmiştir. Ayrıca, yeni bir klonal Seçim Algoritması kural tabanı sistemini eğitmek için önerilmiştir. Önerilen prototip karar destek sistemi gerçek hasta verilerinin bir set kullanarak doğrulanmış ve son derece iyi bir performans sergilemiştir. Önerilen sistem özellikle vaka çalışmasında tek katmanlı kural tabanlı bir sistemden daha güvenilir ve bilgi teşhis sağlama yeteneğine sahip olduğu belirtilmiştir. Çalışmada sonuç olarak lenf bezi metastazını gruplara ayrılmış ve %57 ile %91 arasında gruplar için doğruluk oranı hesaplanmıştır.

Tatari ve ark., çalışmalarında bulanık olasılıklar sıralaması ile, çoklu ajan sistemi üzerinden meme kanseri gelişme riski yüksek veya düşük olup olmadığına karar verilir [170]. Bu bilgiler daha sonra sigorta primi ayarlama ve risk uygunluğunun ayarlanması için kullanılmaktadır. Kullanılan parametreler hem tahlisel hem de tahlisel olmayan verilerden oluşmaktadır. Çalışmanın uygulaması MATLAB ortamı üzerinden yapılmıştır. Sonuç olarak bulanık-olasılıksal model %88.14; bulanık model %73.14 oranında doğruluk sonucuna ulaşmıştır.

Hassanien ve ark., çalışmalarında çok katmanlı yapay sinir ağları, bulanık kümeler ve karınca temelli kümeleme yöntemlerinin avantajlarından yararlanarak melez bir yaklaşım uygulayarak MR görüntüleri yardımı ile meme kanseri teşhisi yapmışlardır [171]. Sisteme giriş için görüntülerin kontrastının geliştirilmesi için Tip-II bulanık kümlere dayanan bir algoritma kullanılmıştır. Ardından optimum sonucu koruyan bir optimizasyon yöntemi ile hedef nesnelere belirlemek için uyarlamalı karınca temelli kümeleme denilen klasik karınca temelli kümeleme algoritması, geliştirilmiş bir versiyonu tarafından takip edilmektedir. Son olarak, çok katmanlı yapay sinir ağları

sınıflandırıcı sistemi çıkış olarak iyi huylu veya kötü huylu olup olmadığını belirlemek için farklı bölgeleri değerlendirmek için kullanılmıştır. Sonuç olarak çalışmada elde edilen deneysel sonuçlar adaptif karınca tabanlı segmentasyonun, klasik karınca temelli kümeleme tekniği ve kullanılan hibrit tekniğe göre üstünlüğünü göstermiştir. Çalışmada giriş parametreleri MR görüntüleri üzerinden değerlendirildiğinden tamamen tahlisel verilerden oluşmaktadır.

Latha ve ark., makale çalışmalarında hastanelere yardımcı olmak adına kaydedilen meme kanseri verileri ile bir karar destek sistemi gerçekleştirilmiştir [172]. Çalışmada bulanık mantım yöntemi olarak Mamdani; girişlerde üyelik fonksiyonu olarak ise gauss seçilmiştir. Sistem MATLAB ortamında gerçekleştirilmiştir.

Obi ve ark., çalışmalarında önerilen kendi kendine öğrenen adaptif sinirsel bulanık çıkarım ile kolon kanseri teşhisi ve analizi yapmışlardır [173]. Çalışma için uygulama Visual Basic üzerinde yazılmıştır. Sistem için kullanılan veriler sisteme kişi tarafından verilen semptomlar ile oluşmaktadır. Fakat bu semptomların sisteme nasıl bulanık hale geldiği ve sistemin doğruluk sonuçları makalede açıklanmamıştır.

Hosseini ve ark., makale çalışmalarında uyarlanabilir sinirsel bulanık çıkarım sistemi kullanarak tıbbi görüntü sınıflandırması yapmışlardır [174]. Çalışmada tıbbi görüntü sınıflandırmasında bir sınıflandırıcı olarak ANFIS modeli kullanılmıştır. Çalışmada ilgili problemlere ANFIS uygulanarak diğer yöntemlere göre doğruluk oranı farkları ortaya konmuştur. Prostat kanseri için 111 test seti verisinde %85.6, 230 eğitim seti verisinde %90 doğruluk oranı bulunmuştur.

Zadeh ve ark., makale çalışmalarında kızılötesi görüntüler üzerinden bulanık mantık tabanlı genetik algoritma yöntemi ile meme kanseri tanısı yapmışlardır [175]. Önemli parametreler, genetik algoritma yardımıyla termal kameradan alınan görüntülerden elde edilmiştir. Meme kanseri tanısı için ise bulanık mantıktan faydalanılmıştır. Sonuç olarak yöntemin sonuçları %93 oranında doğruluk göstermektedir.

Senthilkumar ve ark., makale çalışmasında meme kanseri tanısı için Bulanık C kümeleme (FCMC) yöntemi ile 30 mamogram görüntüleri için test edilmiş ve

mevcut diğer yöntemlere göre daha iyi olduğu % 98.1 'mikrokalsifikasyon algılama hassasiyetini ile ortaya konulmuştur [176]. Çalışmada yöntem olarak kullanılan bulanık c kümeleme tekniğinin doğruluk oranı ve ROC analizi yapılmış; diğer yöntemlerle performans farkları ortaya konmuştur.

Beg ve ark., çalışmalarında meme kanseri tanısı için kullanılan çeşitli teknikleri incelemişlerdir [177]. Çalışmada meme kanserinin teşhisi için, çoğu yapay sinir ağları kombinasyonunun kullanımı ile doğru sonuçlar vermekte olduğu ve bu yöntemlerin kullanımının aynı zamanda diğer hastalıklara yönelik kullanılabilir olduğu gösterilmiştir. Kullanılan veriler tamamen tahlilsel verilerden meydana gelmektedir. Uygulama Matlab ortamında yapılmıştır ve uygulama sonunda yöntemlerin performans farkları ortaya konmuştur.

Sizilio ve ark., çalışmada bulanık mantık kullanımı ile kitle ince iğne analizi ile elde edilen meme kitleleri kullanılarak meme kanseri teşhisi konusunda bir yöntem sunmaktadır [178]. Geliştirilen bulanık yöntem % 98.59 duyarlılık ve %85.43 özgülük oranlarına sahip olmuştur. Kullanılan giriş parametreleri tamamen tahlilsel verilerden meydana gelmektedir.

Kovalerchuk ve ark., çalışmalarında mamografi görüntülerini giriş parametresi olarak Mamdani yöntemi kullanılarak meme kanseri tanısı yapmışlardır [179]. Çalışmada tamamen tahlilsel verilerle mamografi görüntüleriyle çalışılmış; uygulama ortamı olarak Matlab tercih edilmiştir.

Seker ve ark., makale çalışmasında meme kanserli hastalarda lenf düğümü tutulumu değerlendirilmesi için en çok/az, klinik olarak anlamlı görüntü faktörlerini belirlemek için istatistik, yapay sinir ağları ve bulanık mantık tabanlı özellik değerlendirme endeksleri üzerinde odaklanmışlardır [180]. Çalışmada kullanılan tüm veriler tahlilseldir. Uygulamada %88 doğruluk oranına ulaşılmıştır.

Seker ve ark., makale çalışmalarında bulanık sinir ağı yöntemi, en yakın komşu algoritması gibi geleneksel bir istatistiksel yöntem ve çok katmanlı geri yayılım yapay sinir ağı vasıtasıyla meme kanseri hastalığının prognozunu tahmin etmeye

çalışmışlardır [181]. Uygulanan yöntemlerden en yüksek öngörü %87 ile çok katmanlı geri beslemeli yapay sinir ağı yöntemi sağlamıştır. Çalışmada üç yöntem farklı sonuçlanmış olsa da, her üç yöntemin de doğru ve güvenilir olduğu ve meme kanseri prognoz tahmini elde etmek için en önemli faktörün histoloji , DNA ploidi ve SPF olabileceğini gösterilmiştir. Kullanılan veriler tahlilseldir.

Seker ve ark., makale çalışmalarında meme kanserli hastalarda lenf düğümü tutulumu değerlendirilmesi için geliştirilen yeni bir hibrit sistem sunmaktadırlar [182]. Bahsedilen hibrit sistemi bir sinir ağı ve bulanık kural tabanlı sistem öğrenme yöntemleri bütünleştirmektedir. Hibrit sistem istatistik, yapay sinir ağları ve bulanık mantık yöntemleri ile karşılaştırıldığında,% 73, en yüksek öngörü doğruluğunu vermiştir.

Seker ve ark., çalışmalarında meme ve prostat kanser tiplerinin prognostik kararı ve değerlendirmesi için kesinlik derecesi sağlayan bulanık mantık yöntemi ve istatistiksel bir yöntem (lojistik regresyon ve çok katmanlı ileri beslemeli geri yayımlı sinir ağları) kullanmışlardır [183]. Elde edilen sonuçlar bulanık mantık tabanlı en yakın komşu bazlı yöntemin yüksek öngörü doğruluğunu vermiş; istatistiksel ve yapay sinir ağ - tabanlı yöntemlere göre daha güvenilir model olduğunu göstermiştir. Seker ve ark.'nın makalelerinde aynı veriler üzerinde çalışılmış ve hepsi tahlilseldir.

Marengo ve ark., makale çalışmasında 2D-jel elektroforezi hücrel protein kalıplarının tekniği ile bulanık mantık yöntemi uygulamışlardır [184]. Yöntem, görüntünün; görselleştirme: a benzerlik matrisin numune ve hesaplama; bulanıklaştırma, karşılaştırılma: uygulanan tekniğin doğal değişkenlik dikkate almak amacıyla dijitalleştirilmiş görüntü, örneklerin kümelerinin olduğunu doğrulamak amacıyla benzerlik matrisi için çok boyutlu çöçkleme tekniğinin uygulanması şeklinde dört adımda özetlenebilir. Parametre olarak kullanılan veriler tahlisel verilerdir.

Arita ve ark., çalışmalarında Japonyada son yıllarda meme kanseri olan hastaların sayısı artmakta olduğundan mamografi görüntüleme ile meme kanseri teşhis sistemi

ortaya koymuştur [185]. Veri olarak mamografi verileri kullanılmış ve bu yüzden tüm parametreler tahlisel bilgilere dayanmaktadır. Yöntem olarak ise bulanık mantık yöntemlerinden Mamdani seçilmiştir.

Uriarte ve ark., makale çalışmalarında iki farklı bulanık mantık metodu kullanarak meme kanseri tanısında sonuçların karşılaştırılmasını açıklamışlardır [186]. Kullanılan ilk yöntem bulanık C ortalama algoritması ile farklı değişkenler arasındaki benzerlikleri bulmaya çalışır ve bulanık kümeleme ile kullanılır. İkinci yöntem ise uygun kurallar oluşturmak ve etkinleştirmek için bir genetik algoritma ile bulanık çıkarım sistemidir. Kullanılan verilerin hepsi tahliseldir. Doğruluk oranlarına bakıldığında bulanık c ortalama yöntemi %99; bulanık çıkarım yöntemi ise %80 oranında performans göstermiştir.

Gallardo ve ark., makale çalışmasında mamografi görüntüsünde şüpheli bölgeleri veya tümörlerin tıbbi yorumunu yapabilmek için bulanık mantık yöntemi kullanan bir araç önermiştir [187]. Yöntem olarak Mamdani yöntemi kullanılan çalışmada; giriş olarak mamografi görüntüden alınan göğüs bölgesinin log, doku, asimetri durumu ve Şekil giriş parametreleri olarak alınmıştır. Sistemin çıkışı ise BI-RADS derecesi olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak çalışmada kullanılan sistemin performansı, iyi huylu bölge için doğruluk oranı %90; kötü huylu bölge için doğruluk oranı %95 olarak gösterilmiştir.

Senol ve ark., çalışmada sinir ağı ve bulanık mantık yönteminin kombine edildiği yeni bir melez yapısı önerip ve algoritma geliştirmiştir [188]. Çalışmada bulanık-konik bölüm fonksiyonlu sinir ağı (CSFNN), bulanık-katmanlı algılayıcı (MLP) ve bulanık-radyal baz fonksiyonları (RBF) yapıları oluşturularak onların performansları karşılaştırılmıştır. Konik bölüm fonksiyonlu sinir ağı ağ yapısı içerisinde çok katmanlı algılayıcı ve radyal baz fonksiyonları barındırmıştır. Önerilen yaklaşım, tiroid ve meme kanseri hastalığının tanısında gerçek klinik verilerine uygulanmıştır. Önerilen melez yapı Matlab ortamında uygulanmıştır. Özelliklerin tümü tahlisel verilerden oluşmaktadır. Önerilen yöntem tiroid problemi için %92, meme kanseri problemi için %98 doğruluk oranına ulaşmıştır. Çalışmada ayrıca diğer modellerle performans farkları ortaya konmuş ve ROC analizi yapılmıştır.

Mzenda ve ark., makale çalışmasında bilgi tabanlı bulanık mantık tekniğinin bir uygulaması, prostat kanseri dış radyoterapi kullanımında marjları elde etmek için kullanılmıştır [189]. Sonuçlar Sugeno tipi bulanık çıkarım sistemi için kural tabanı ve üyelik fonksiyonlarını formüle etmek için kullanılmıştır. Çalışmada önerilen sistem prostat kanseri tedavi planlaması için uygulanmış; sonuçlar geçerli tekniklere kıyasla iyi bulunmuştur. Parametreler tamamen tahlilsel verilerdir.

Daniel ve ark., makale çalışmasında akciğer, prostat, meme ve mesane gibi kanser tipleri için nefes analizi ile kanser teşhisi yapan bir sistem üzerine değinilmiştir [190]. Çalışmada bu tür bir kontrolün biyopsi gibi kötü sonuçlar doğurabilecek kontrollere göre daha sağlıklı ve kullanılabilir olduğu vurgulanmıştır.

Lee ve ark., makale çalışmasında baş ve boyun kanseri için 14 tedavi planlama doz parametreleri, radyasyon tedavi planı sınıflandırılması ve bulanık sistem modülünün istatistiksel analizini kurmak için karakteristik fonksiyon olarak kabul edilmiştir [191]. Çalışmada, bulanık kurallar ve bulanık küme üyelik fonksiyonları kullanarak, tedavi planının kalitesini artırmak amaçlanmıştır. Yöntem olarak Mamdani tipi seçilmiştir.

Wang ve ark., çalışmalarında radyoterapi öncesi yemek borusu kanseri hastası 271 kişinin bir grupta C-reaktif protein (CRP) ve albümin serum konsantrasyonları dayalı bir risk skorunun öngörü performansını artırmak için bulanık mantık tabanlı sistem geliştirmişlerdir [192]. Çalışmada ayrıca diğer prognostik skorlama sistemleri ile bulanık risk skorunun prediktif performansını karşılaştırmak için , ROC analizi yapılmıştır. Çalışmada kullanılan bulanık mantık temelli yaklaşım -Glasgow prognostik skoru- diğer sistemlerden daha tutarlı bir sonuç ortaya koyduğu gösterilmiştir (AUC=0.75). Giriş parametreleri tahlil ile elde edilen CRP ve albumin değerleri; çıkış olarak ise risk skoru belirlenmiştir.

Lim ve ark., çalışmalarında genetik algoritmalar ile birlikte Kohonen'in Kendiliğinden Organize Haritası (SOM) ve sinirsel bulanık sınıflandırıcı kolon histopatolojik görüntülerin yorumlanması için kullanılmıştır [193]. Çalışmada sonuç olarak elde edilen sınıflandırma doğrulukları sırasıyla eğitim ve test setleri için % 86

ve % 87 olarak bulunmuştur. Uygulama Matlab ortamında gerçekleştirilmiştir. Görüntüye ait girişler baz alınarak ANFIS yöntemi ile görüntüye ait kişinin kolon kanseri olup olmadığı teşhisi yapılmıştır.

Tabakov ve ark., çalışmalarında meme kanseri tanısı için histopatoloji görüntüleri üzerinden Sugeno tipi bulanık mantığa dayalı bir destek sistemi önerilmiştir [194]. Görüntülerin sınıflandırılması için bulanık karar ağaçları kullanılmıştır. Ardından gelen sonuçları sınıflandırmak için ise Sugeno yöntemi kullanılmıştır. Önerilen yaklaşım gerçek klinik veriler üzerinde test edilmiştir. Giriş verilerin histopatoloji görüntülerin yorumlanmasıyla ortaya çıktığı için tahlisel bilgilerden oluşmaktadır. Çalışmada 60 hasta üzerinde gerçek histopatoloji verileri altında sistemi test edilmiş ve % 83 doğruluk oranı elde edilmiştir.

Hamed, makale çalışmasında Mamdani yöntemi kullanarak meme kanseri riskini ortaya çıkartmaktadır [195]. Uygulama Matlab ortamında gerçekleştirilmiştir. Kullanılan veri kümesi, veri seti ve performans durumu makalede açıklanmamıştır.

Alamelumangai ve ark., makale çalışmalarında bulanık C ortalama tekniği kullanarak ultrason görüntüleri üzerinden meme kanseri teşhisi yapmışlardır [196]. Önerilen metodoloji veritabanından alınan görüntülerde kümeleme yapabilmek için öncelikle meme görüntünün karşısında benek gürültüsünü görüntü sentezi yapar. Gürültülerin düzeltilme işleminden sonra bulanık C ortalama kümeleme algoritması ve ANFIS yöntemi ile görüntü üzerinden sınıflandırma yapılmaktadır. Uygulama Matlab üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Matbouli ve ark., çalışmalarında bulanık mantık yaklaşımı ile kanser risk durumunu değerlendirmeyi ve yönetmeyi amaçlamışlardır [197]. Uygulama Matlab ortamında gerçekleştirilmiştir. Giriş parametreleri ise risk değerlendirme ve kontrol tedbirleri olarak tehlike türü, kimyasal doz ve deri tarafından emilen kirletici maddelere 1 gün içerisinde 16 saatten fazla maruz kalma durumu; çıkış parametresi olarak ise risk kontrolü (iyileştirme) olarak belirlenmiştir.

Archana ve ark., makale çalışmalarında beyin MR görüntüleri üzerinde bulanık mantığa dayalı tam bir yaklaşım önermektedir [198]. Sistemde, MR görüntüsü bulanık c ortalama algoritması kullanılarak bölümlenmiştir. Çalışmada hem görüntü işleme hem de bulanık mantık teknikleri kullanılmıştır. Veriler MR görüntülerinden elde edilmiştir. Uygulama Matlab ortamında gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak %80 üzerinde doğruluk oranına ulaşılmıştır.

Kalas, makale çalışmasında beyinden alınan MR görüntülerini giriş parametresi olarak alarak geliştirilen model ile beyin kanseri tanısı koyabilecek bir model geliştirilmiştir [199]. Parametre olarak kullanılmadan önce görüntüler üzerinde histogram eşitleme yapılmaktadır. Çalışmada yöntem olarak ise sinirsel bulanık mantık kullanarak MR görüntü için otomatik tanıma sistemi sunulmaktadır. Doğruluk seviyesi diğer sınıflandırıcılar ile karşılaştırıldığında geliştirilmiş tanıma yaklaşık % 50-60 oranında doğruluk oranı hesaplandığı gösterilmiştir.

Lopez ve ark., makale çalışmasında tahlisel veriler ile bulanık ilişkiler kullanarak meme kanseri tanısı konusunda araştırma yapılmıştır [200]. Çalışmada yöntem olarak bulanık mantık kullanılmış ve model %77 oranında doğruluk oranına ulaşmıştır.

Tabatabaee ve ark., genetik-bulanık sınıflandırma sistemi ile kanser tespiti çalışması gerçekleştirmişlerdir [201]. Kullanılan veri kümesinin tamamı tahlilseldir. Önerilen genetik yaklaşımda kromozom olarak bulanık sınıflandırıcıyı kodlamaktadır. Sonrasında her çözüm için sınıflandırmanın doğruluk oranı en önemli faktör olarak hesaba katılır. Çalışma sonuç olarak %97 oranında doğruluk oranında performans göstermiştir.

Lakshmi ve ark., makale çalışmasında boyun kanseri tanısı için bulanık eşikleme ve aktif konturlar kullanarak yeni bir yöntem önermişlerdir [202]. Çalışmada arka plan kenar keskinleştirme ve adaptif histogram denkleştirme gibi ön işleme yöntemleri ile çıkarılır. Bulanık eşikleme ve aktif hatlar ise sitoplazma ve çekirdek içeren ilgi bölgesini ayıklamak için kullanılmaktadır. Önerilen yöntemde paptan gelen nükleus ve sitoplazma hem lineer kontrast germe, bulanık eşikleme ve aktif hatlarını

kullanarak boyun görüntülerine ait simirleri ayırır. Çalışmada elde edilen sonuçlar tatmin edici olduğu söylenmiştir.

Keleş ve ark., çalışmalarında bulanık çıkarım ile mamografi görüntülerinden meme kanseri tanısı yapan bir uygulama yapmışlardır [203]. Bu uygulama için, NEFCLASS adlı bir sinirsel bulanık sınıflandırma aracı kullanılmıştır. Yöntemin öğrenme algoritması sezgiseldir. Çalışmada probleme uygulanan yöntem, %93 doğruluk oranına sahiptir.

Ghaderzadeh ve ark., makale çalışmasında prostat hastalıkları için yapay sinir ağı teknikleri ile sınıflandırma yaparak bir karşılaştırma sunmaktadırlar [204]. Sınıflandırma yaparak performans karşılaştırması için geri yayımlı yapay sinir ağı, genel regresyonlu yapay sinir ağı, olasılıksal yapay sinir ağı ve radyal taban fonksiyonlu yapay sinir ağı yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada değerlendirme sonucu olarak dört yöntem arasında ilgili problem için en başarılı yöntemin radyal taban fonksiyonlu yapay sinir ağı olduğu gösterilmiştir. Uygulama Matlab ortamında gerçekleştirilmiştir. Verilerin hepsi tahlisel kayıtlardan oluşmaktadır. Çalışmada sonuç olarak geri yayımlı yapay sinir ağı için %87, genel regresyonlu yapay sinir ağı için %81, olasılıksal yapay sinir ağı için %83 ve radyal taban fonksiyonlu yapay sinir ağı için %90 doğruluk oranı hesaplandığı gösterilmiştir.

Senapati ve ark. makale çalışmasında yerel doğrusal dalgacıklı YSA kullanarak meme kanseri tanısı koymayı hedeflemişlerdir [205]. Çalışmada modelin performansını artırmak için en küçük kareler yaklaşımını kullanarak parametrelerin eğitimi yapılmıştır. Çalışmada sonuç olarak önerilen yöntemin ilgili problem için en iyi sonuca ulaştığı ve %97 doğruluk oranına ulaştığı gösterilmiştir.

Kecheril ve ark., makale çalışmasında akciğer kanseri algılaması için iyi huylu ve kötü huylu hücrelere uygulanan balgam sitolojisi görüntü analiz sistemi geliştirmeyi amaçlanmıştır [206]. Uygulama için 690 veri kullanılmıştır. Bu verilerin 480'i iyi huylu, 210 tanesi ise kötü huylu hücrelere ait görüntüden oluşmaktadır. Verilerin hepsi görüntülerle elde edilen bilgiler olduğu için tahlisel verilerdir. Çalışmada önerilen yöntem destek vektör makinesi yöntemidir. Bu yöntem denetimli öğrenme

yönteminin bir örneğidir. Sonuç olarak önerilen yöntem %87 doğruluk oranı ile iyi bir performans göstermiştir.

Sheeba ve ark., makale çalışmasında ilişkisel bulanık haritalar yöntemiyle kadınların meme kanseri hastası olma durumu ile meslekleri arasındaki ilişkisi yorumlanmıştır [207]. Sonuç olarak kullandıkları yöntem ile gece ışığa maruz kalma, sağlıksız gıda, kozmetik kimyasal maddelere ve güneşe maruz kalma, gıdaların kimyasallara maruz kalması, düşük d vitamini düzeyleri etmenlerine maruz kalan meslekleri meme kanseri riskini artıran meslekler olarak göstermiştir.

Reyes ve ark., makale çalışmalarında bulanık-genetik yaklaşım ile meme kanseri teşhisi konusu üzerinde durmuşlardır [208]. Veri setinin tümü tahlisel örneklerden oluşmaktadır. Çalışmada sonuç olarak önerilen yöntem eğitim seti için %97, test seti için %96 değerinde doğruluk oranına ulaştığı gösterilmiştir.

Kovalerchuk ve ark., araştırmalarında meme görüntüleme gözlük terimleri üzerinde bir bulanık yaklaşım ile çalışmışlardır [209]. Mevcut uygulamada, radyologlar meme kanseri tanısı ile ilgili sözlüğe birçok terimler için tespit yapmışlardır. Çalışmada yöntem olarak bulanık mantık yöntemlerinden Mamdani yöntemi kullanılmıştır. Sonuç olarak yöntemin uygulanabilirliği ve diğer problemlerde de kullanılabilirliği gösterilmiştir.

Wang ve ark., makale çalışmasında normal insanların genlerini ve hastanın oluşturulan gen değerlerinin farklılıklarını tanımlamak için kurulan Tip-2 bulanık üyelik fonksiyonu ile DNA mikro dizisine dayalı hastalıkla ilişkili genlerin belirlenmesi gerçekleştirmiştir [210]. Ayrıca çalışmada, geleneksel bulanık yöntem ile Tip-2 bulanık yöntemi arasında bir karşılaştırma yapılmıştır. Sonuç olarak Tip-2 bulanık yöntemin değerlerinin klasik yöntem sonuçlarından daha makul ve inandırıcı olduğu gösterilmiştir.

Indhumathi ve ark., makale çalışmasında bilgisayarlı tomografi görüntülerinden bulanık tabanlı bir sistemle akciğer kanseri tanısı yapılmasını hedeflemiştir [211]. Yöntem olarak başlangıçta medyan filtre, erozyon ve genişleme gibi temel görüntü

işleme teknikleri gürültü çıkarmak ve küçük boşlukları delikleri doldurmak için kullanılmıştır. Çıkarılan özelliklerden kanser nodüllerini ortaya çıkartmak için bulanık kural seti oluşturulmuştur. Destek vektör makinesi daha iyi sınıflandırma oranına sahip olduğundan dolayı nodülleri sınıflandırmak için kullanılmıştır. Destek vektör makinesi sonuç olarak %92.5 değerinde doğruluk oranı sağlamıştır.

Sharmila ve ark., bulanık mantık yöntemi ile bilek enerjisinden kanser tanısı yapmayı hedeflemişlerdir [212]. Veriler sensörler yoluyla elde edilmiştir. Daha sonra örüntü tanıma ve özellik çıkarma ile darbeden gelen sinyallerin genlik, eğim ve frekansları kontrol edilir. Son olarak ise bilgisayar destekli bulanık teşhis sistemi devreye girmektedir.

Malathi ve ark., makale çalışmasında akciğer kanseri tanısı için sinirsel bulanık mantık yönteminden faydalanmıştır [213]. Akciğer kanseri tanısı için 2 seviyeli model geliştirilmiştir. İlk modelden alınan sonuç ikinci model için giriş parametresi olarak kullanılmaktadır. Sonuç olarak kullanılan yöntem uygulanan problem için %82 oranında doğruluk oranına sahip olmuştur.

Valarmathi ve ark., çalışmalarında Hindistan'da Tamil Nadu batı bölgesi için bulanık mantık yöntemi ile meme kanseri risk değerlendirmesi yapmışlardır [214]. Meme kanseri yoğunluğu aralığı Matlab bulanık mantık araç kutusu kullanılarak tahmin edilmiştir. Yöntem olarak bulanık kurallar için Mamdani max - min çıkarım mekanizması uygulanmıştır. Çalışma alanında yüksek meme kanseri, risk altındaki bölgelerde ID3(tekrarlamalı karar ağacı) algoritması kullanarak haritada gösterilmiştir. Kuzey ve güney bölgeler diğer alanlar ile karşılaştırıldığında % 20 oranında meme kanseri için yüksek risk altında olduğu bulunmuştur.

Vishnukumar ve ark., makale çalışmasında mamografi görüntüleri üzerinden görüntü geliştirme algoritması ile meme kanseri tanısı yapmışlardır [215]. Çalışmada önce mamografi görüntüsü giriş olarak alındıktan sonra görüntüye gabor filtresi, fourier dönüşümü uygulayarak görüntü üzerinde işlem yapılmıştır. Daha sonra segmentasyon yapılarak özellikler çıkartılmaktadır. Veriler tomografik veriler olduğu için tahlisel verilerdir. Çalışmada sonuç olarak hızlı Fourier dönüşümü ile Gabor

algoritmasının birleşimi ve katlamalı maske segmentasyonunun gürültüyü ortadan kaldırması ve kenarlarının arttırılması konusunda etkili bir yöntem olduğu gösterilmiştir. Bu şekilde sinyal-gürültü oranının iyileştirilmesi sağlanmıştır.

Bagherieh ve ark., makale çalışmasında bulanık mantık yöntemi kullanarak bilgisayarlı tomografi görüntüleri ile otomatik olarak akciğer nodülleri tespiti amaçlamaktadır [216]. Çalışmada akciğer tomografi görüntülerinden segmentasyon yöntemi ile büyüyen bölgeyi ortaya çıkartarak; sistemin verimliliğini arttırmayı amaç edinerek bulanık mantık tarafından akciğer kanseri teşhisi yapan bir yöntem sunulmuştur. Önerilen yöntem üç adımdan oluşmaktadır. İlk adım CT görüntüsü üzerinde ön işleme için doğrusal filtreleme ile gürültü çıkarma, kontrast artırma işlemleri yapılmaktadır. İkinci basamakta, bölge büyütme bölümlenme yöntemi ile CT görüntülerinde segmentasyon yapılmaktadır. Son adımda ise iyi huylu veya kötü huylu bulgular arasında ayırım yapıp karar veren bir uzman sistem geliştirilmiştir. Bu sistemde, görüntüdeki anormalliğin tipinin bulmak için kuralları biçiminde ifade edilebilmesi için bulanık üyelik fonksiyonlarını kullanılmıştır. Sistemde kullanılan bulanık mantık yöntemi Mamdani yöntemidir. Sonuç olarak önerilen yöntemin duyarlılığının %95 üzerinde olduğu belirtilmiştir.

Palaniappan ve ark., çalışmalarında dernek kuralları ve yapay sinir ağına dayalı meme kanseri tahmini için otomatik teşhis sistemi sunmaktadırlar [217]. Çalışmada, kural1 ve kural2 meme kanseri kümesi boyutunun azaltılması için; yapay sinir ağları ise akıllı sınıflandırma işlemi için kullanılmıştır. Ardından önerilen kurallar ve yapay sinir ağlarının bütünleşik çalışması ile ortaya çıkan yönteminin performansı yapay sinir ağı modeli ile karşılaştırılmıştır. Parametrelerin hepsi tahlisel bilgilerle elde edilen durumlar olarak belirlenmiştir. Önerilen sistemin doğru sınıflama oranı %98 olarak gösterilmiştir. Sonuç olarak karşılaştırma yapıldığında ilgili probleme yapay sinir ağları kullanıldığında %95; kural1+yapay sinir ağları uygulandığında %97; kural2+yapay sinir ağları uygulandığında %95, kural1+kural2+yapay sinir ağları uygulandığında %98 oranında doğruluk oranına sahip olduğu belirtilmiştir.

Pokoradi, makale çalışmasında risk değerlendirme için bulanık mantık yönteminin kullanılabilirliğini incelemiştir [218]. Öncelikle risk yönetiminin temel ilkeleri

üzerinde durulmuş ardından bulanık değerlendirme sistemi geliştirilmiştir. Sistem bulanık mantık yöntemlerinden Mamdani metodu ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada modelin performans değerlendirilmesi yapılmamıştır.

Zhou ve ark., makale çalışmalarında, deniz taşımacılığının yüksek riske sahip olduğu bu nedenle amaçları karşılamak için dinamik bir bulanık mantık modeli tasarlandığı anlatılmıştır [219]. Çalışmada kullanılan sistemdeki ön sonuçlar risk değerlendirme süresinin azalıp; güvenilirliğin arttığını göstermektedir. Çalışmada Mamdani modeli kullanılmış; fakat sistem geleneksel olarak değil dinamik olarak tasarlanmıştır. Sistemin dinamikliği üyelik fonksiyonlarının ve kurallarının güncellenebiliyor olmasından dolayıdır.

Zlateva ve ark., makale çalışmasında Bulgaristan'ın güneybatı bölgesi için bölgesel kalkınma durumu için dört girişi ve bir çıkışı olan hiyerarşik bir bulanık mantık modeli kullanılmıştır [220]. Model Matlab üzerinde tasarlanmış ve uygulanmıştır. Bulanık Mantık modeli birçok girişi ve çıkışı ile hiyerarşik bir yapı olarak tasarlanmıştır. Sistemin simülasyon sonuçlarında Dupnitsa %72, Simitli %86, Kresna %92 ve Sandanski %53 oranında doğruluk oranları hesaplanmıştır.

Sendi ve ark., makale çalışmalarında bilgi güvenliği riski için bulanık çok kriterli karar veren bir model sunup değerlendirmiştir [221]. Model çok kriterli karar vermeye dayanan bulanık mantık kullanmaktadır. Çalışmada sonuç olarak SAW ve TOPSIS metodlarının karşılaştırılması ve servislerin risk durumu hesaplanarak verilmiştir. SAW ilgili problem için TOPSIS metoduna göre daha iyi sonuç verdiği gösterilmiştir.

Fares ve ark., makale çalışmasında hiyerarşik bulanık uzman kullanılarak suyun başarısızlık riski değerlendirmiştir [222]. Bilgilerin çoğu literatürden; diğer kısmı ise anket yolu ile elde edilmiştir. Sonuç olarak faktörlerin risk durumuna etkisi çalışmada gösterilmiştir.

Chongfu ve ark., makale çalışmalarında deprem konusunda bulanık risk hesaplanması yapmışlardır [223]. Modelde risk değerlendirilmesi üç aşamada

gerçeklenmiştir. Bunlar serbest değerlendirme, maruziyet değerlendirmesi ve sonuç değerlendirmesi şeklindedir. Daha sonra modelin deprem konusunda başarılı olduğu benzer modelin başka çalışmalarda da kullanılabilir olduğu anlatılmıştır.

Zhao ve ark., çalışmalarında ağ güvenliği konusunda bulanık mantık modeli ile risk değerlendirmesi yapmıştır [224]. Ağ güvenliği risk değerlendirmesinin gerçekleşmesi için AHP yöntemi ile bulanık mantık yöntemini birleştiren bir yöntem uygulanmıştır. Her bir risk faktörü olasılık, etki şiddeti ve kontrolsüzlüğü yönleriyle tahmin edilip; her risk faktörünün önem derecesi elde edilmiştir. Riskler her faktörün önem derecesi ile karşılaştırılarak kontrol edilmiştir. Ayrıca tüm sistemin risk derecesinin hesaplanması için entropi ağırlık katsayısı sisteme tanıtılmıştır. Çalışmada sonuç olarak uygulanan yöntemin kolaylıkla ağ güvenliği risk değerlendirmesi için kullanılabilir ve sonuçlarının fiili duruma uygun olduğu gösterilmiştir.

Mofarrah ve ark., çalışmalarında insan sağlığı risk ölçümü gibi belirsizlik içeren risk analizi modelinde bulanık küme teorisi ile birlikte olasılık teorisi kullanılmıştır [225]. Önerilen yaklaşım olasılık ve bulanık küme teorisi kombinasyonunu kullanarak sağlık risk değerlendirmesinde belirsizlikleri yönetmiştir.

Guimaraes ve ark., makale çalışmalarında nükleer vaka çalışması için alternatif bir yaklaşım olarak bulanık çıkarım sistemi ile risk analizi yapmışlardır [226]. Çalışmanın temel amacı, önemli bir nükleer güç sisteminin yaşlanma sürecinin elde edilmesi ve bunun genel tesis güvenliğine etkisini görebilmektir. Bu düşünceyle problemi çözmek amacı ile temel bulanık mantık sistemi kavramı kullanılmıştır. Çalışma Matlab ortamında simüle edilmiştir. Model için bulanık mantık yöntemlerinden Mamdani tipi seçilip kullanılmıştır.

Darbra ve ark., makale çalışmasında çevre alanında belirsizlikler ile başa çıkmak için en iyi yolu tartışarak çevresel risk değerlendirmesine uygulanan olasılık ve bulanık mantık yaklaşımlarına örnekler verilmiştir [227]. Verilen örneklerde kullanılan metodolojiler iki boyutlu dağılımları oluşturarak olasılık teknikleri, olasılıksal metodolojiye dayanan ayırık Kriging, olasılık dağılım fonksiyonları, Monte-Carlo

simülasyon teknikleri, olasılık teorisi, stokastik modeli içeren belirsizlik, kural tabanlı bulanık küme yaklaşımı, karar destek sistemi, bulanık mantık, bulanık uzman sistem, hybrid bulanık model olarak gösterilmiştir.

Li ve ark., çalışmalarında proje yaşam döngüsü bakış açılarından risk tanımlama modeli geliştirmeyi amaçlamaktadır [228]. Bu modelde bulanık analitik hiyerarşik süreç (AHP) kullanılarak Kamu-Özel Sektör Ortaklığı (PPP) projeleri ile ilgili riskler değerlendirilmiştir. Literatürde tanımlanan riskler proje yaşam döngüsü kullanılarak sınıflandırılmıştır. Bunun dışında çalışmada AHP nin avantajları sunulmaktadır. Çalışmada önerilen bulanık AHP yönteminin risklerin değerlendirilmesi için uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Haggag ve ark., çalışmalarında risk değerlendirme sürecinin her aşamasında ortaya çıkan belirsizlikler ile uğraşan ve risk değerlendirme sürecini geliştirmek için risk matrisi kullanılan bulanık mantık uygulaması gerçekleştirmişlerdir [229]. Durulaştırma için SOM, LOM, MOM, açıortay ve ağırlık merkezi yöntemleri denenmiş ve performansları ortaya konmuştur. Çalışma Matlab ortamında simüle edilmiştir ve bulanık mantık yöntemlerinden Mamtani tipi metot olarak seçilmiştir. Sonuç olarak risk belirleme süreci için geleneksel risk matrisi uygulandığında bulanık mantık olumlu sonuç vermiştir. Son olarak çalışmanın daha iyi sonuç verebileceği düşünülen sinirsel bulanık mantık yönteminin gelecekte ilgili probleme uygulanacağı söylenmiştir.

Dinmohammadi ve ark., makale çalışmalarında önerdikleri yöntemi, mekanik, elektrik ve yardımcı parçaları ile birlikte bir açık deniz rüzgar türbini sistemine uygulamış; sonuçlar geleneksel yöntemler ile karşılaştırılmıştır [230]. Çalışma Matlab ortamında simüle edilmiştir. Problemi çözmek için bulanık mantık yöntemlerinden Mamdani tipi bir model kullanılmıştır. Bu modelde durulaştırma birimi için ağırlık merkezi yöntemi kullanılmıştır. Sonuç olarak geleneksel FMEA ile kural tabanlı bulanık mantık ve gri teori yaklaşımlarının karşılaştırmaları yapılmıştır.

Nunes ve ark., risk değerlendirmesi için bulanık mantık yaklaşımı ile uzman sistem tasarlanması üzerinde araştırma yapmışlardır [231]. Gelecekte adım olarak ise bu tür sistemleri tabletlerde ve mobil cihazlarda uygulanması gerektiği belirtilmiştir.

Deng ve ark., makale çalışmasında yeni bir bulanık risk modeli sunmuşlardır [232]. Bu modelin geliştirilmiş bulanık sayılara dayalı daha verimli bir bulanık risk analiz yöntemi olduğu belirtilmiştir. Bunun için öncelikle geliştirilmiş bulanık sayılar arasında yeni aritmetik işlemler tanımlanmış; ardından geliştirilmiş bulanık sayılar arasındaki benzerlik derecesini ölçmek için yeni bir yöntem önerilmiştir. Son olarak bulanık risk analizi problemleri için önerilen yöntemlerin uygulanabilirliği çalışmada gösterilmiştir.

Choudhary ve ark., makale çalışmasında nitel ve nicel yöntemleri bir arada kullanan bulanık mantık yöntemi ile risk analizi işlemleri önermişlerdir [233]. Araştırma sonucunda, yeni bir bulanık risk değerlendirme modeli önerilmiştir. Sonuç olarak yöneticilerin yeni veya mevcut risk analizi değerlendirmesi için önerilen sistemin uygulanabilirliği çalışmada gösterilmiştir. Çalışma Matlab ortamında uygulanmıştır.

Kucukali, makale çalışmasında nehir tipi hidroelektrik santral projeleri için bulanık değerlendirme aracı geliştirilmiştir [234]. Uygulanan çok kriterli karar analizi metodolojisi sayesinde proje risk analizinin esnek ve kolay anlaşılır olacağı söylenmiştir. Risk faktörlerinin önem derecesi anket sonuçlarına göre belirlenmiştir. Önerilen risk analizinin yatırımcıların kararları üzerinde daha rasyonel bir temel olacağı ve bunun maliyet ve zamanlama aşımalarını önleyebileceği çalışmada anlatılmıştır.

Namee ve ark., makale çalışmasında tehlikeli madde taşıma konusunda bulanık bir model geliştirmişlerdir [235]. Çalışmada ilgili problemin çözümü için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi uygulanmıştır.

Ingle ve ark., makale çalışmasında risk analizinde bulanık mantık yönteminin kullanılabilirliği incelemiştir [236]. Çalışmada sunulan model yazılım geliştirme endüstrisi için tasarlanmıştır. Sonuç olarak risk analizinde yeni bir düşünceyle

projenin gecikme olasılığı ve bunun etkisi konusunda önceden önlem alma şansı yakalanmıştır. Önerilen yapının sadece yazılım sektöründe değil; diğer tüm alanlarda da kullanılabilirliği çalışmada anlatılmıştır.

Dadios ve ark., makale çalışmalarında kredi risk yönetimi problemini çözmek için melez bulanık mantık ve yapay sinir ağı algoritması sunmuşlardır [237]. Çalışma içerisinde kullanılan kredi skorlama yöntemi için melez bulanık mantık-sinirsel ağ (HFNN) modeli kullanılmıştır. Yöntem üzerinde sinir ağı öğrenme durumu için; bulanık mantık ise uygulayıcı olarak kullanılmıştır. Deney sonuçları önerilen modelin performansının sağlam ve güvenilir olduğunu göstermiştir. Literatürdeki benzer sistemlerle bu sonuçlar karşılaştırılmış ve çalışmada sunulmuştur.

Dong ve ark., çalışmada tıbbi bir konuda erken risk değerlendirmesi için bir sistem geliştirmiştir [238]. Metodoloji olarak genetik algoritma ve bulanık mantık tekniklerini birleştirerek akıllı bir sistem sunmuşlardır. Modelde kullanılan özelliklerin arasında tahlil ile elde edilen bilgilerde mevcuttur. Sistem, 54 kişiden 46'sında doktor ile aynı kararı vermiş; %85.2 doğruluk oranına sahip olmuştur.

Darbra ve ark., çalışmada insan faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkilerini en aza indirmek için bulanık mantık yöntemi ile çalışma yapmışlardır [239]. Çalışmada, metodoloji olarak bulanık mantık kimya tesislere ilişkin çevresel belirsizliği yönetmek için kullanılmıştır. Geliştirilen sistem, kimyasal tehlike durumlarında kamu otoritelerine ve yöneticilere karar almak konusunda yardımcı olup; güçlü bir araç olarak kullanılabilir olduğu anlatılmıştır. Çalışma Matlab ortamında simüle edilmiştir ve bulanık mantık yöntemlerinden Mamdani tipi kullanılmıştır.

Xu ve ark., makale çalışmalarında Çin'de kamu-özel sektör ortaklığı projeleri ile ilgili belirli bir kritik risk grubunu ve genel risk düzeyini değerlendirmek için bulanık sentetik değerlendirme modeli geliştirilmesini amaçlamışlardır [240]. Çalışmada kritik risk faktörlerinin korelasyonu ile analiz yapılarak en kritik olan 6 risk faktörü ortaya çıkartılmıştır. Sonuç olarak devlet müdahalesi en kritik risk faktörü, hükümet vade riski ikinci, ekonomik canlılık riski üçüncü, piyasa ortamı riski dördüncü, inşaat

ve işletme riski beşinci ve makroekonomik risk risk durumları arasında sonuncu olarak belirlenmiştir.

Caniani ve ark., makale çalışmalarında kontrolsüz atık depolama ile bağlantılı yeraltı kirliliği riskinin hızlı ve etkili değerlendirilmesi için bulanık mantık modeline dayanan bir metodoloji sunmaktadırlar [241]. Çalışma, bir bulanık kavramsal model geliştirip uygulayarak, Basilicata Bölgesi topraklarında (Güney İtalya) bazı kontrolsüz atıkların depolanmasının altında yatan akiferlerin kirlenme riski değerlendirmesini sağlamıştır. Bulanık mantık tiplerinden Mamdani tipi tercih edilmiş ve girişlere ait üyelik fonksiyonları test edilerek en uygun model ortaya konmuştur.

Rezekhani ve ark., makale çalışmalarında risk modelleri ve bulanık risk değerlendirmesi konusunda kapsamlı bir literatür araştırması yapmışlardır [242]. Sonuç olarak bir çok araştırmacının risk değerlendirme durumları için bulanık mantık yöntemlerinin uygun görüp uyguladıkları çalışmada anlatılmıştır.

Golmohammadi ve ark., çalışmalarında bulanık kümelere dayalı bir model ile mesleki bir gürültü maruziyet değerlendirme yöntemi önermektedir [243]. Çalışma Matlab ortamında uygulanmıştır. Bulanık mantık yöntem tiplerinden Mamdani ilgili problemde seçilip kullanılmıştır.

Yang ve ark., çalışmalarında bulanık matematik ve temel bileşen analizi (PCA) yöntemleri birleştirilerek Pekin'de 2001-2008 yılları arasındaki su sıkıntısı riskini değerlendirmişlerdir [244]. Modelde tarımsal su, endüstriyel su, yurtiçi su, atık su arıtma oranı ve su kaynakları parametre olarak alınmıştır. Pekin bölgesi için bu parametreler 2001-2008 yılları için alınarak sistemde uygulanmıştır.

Zlateva ve ark., makale çalışmasında mevcut bilgi kaynaklarına ve uzman bilgisine dayanarak Güneybatı Bulgaristan için bölgenin doğal tehlikelere karşı risk tahmini konusunda bulanık mantık modeli sunmuşlardır [245]. İlgili problemi çözmek için bulanık mantık yöntemi kullanılmış; tip olarak ise Mamdani tercih edilmiştir. Beş giriş ve bir çıkışı olan hiyerarşik bulanık mantık sistemi, Matlab ortamında tasarlanıp,

uygulanmıştır. Araştırma ve uygulama Güneybatı Bulgaristan bölgesi için yapılmıştır.

Rodin ve ark., makale çalışmasında bulanık mantık yöntemi ile bilgi güvenliği kullanımını önermişlerdir [246]. Bulanık bilgi tabanı oluşturulması için sınıflandırma ve kaynakların listesi, güvenlik konusunda nitel ve sayısal değerlendirme kriterleri, riskler listesi, güvenlik önlemleri işlem yöntemleri olarak belirlenmiştir.

Chongfu ve ark., makale çalışmasında şehirler için deprem tehlikesi konusunda bulanık mantık yöntemi ile risk tahmini üzerinde tartışmışlardır [247]. Çalışma San Francisco gibi deprem mühendisliği üzerinde çalışabilecek zenginlikte şehirler için uygulanabilir görülmüştür. Özellikle Çin'de veri çokluğu nedeniyle yöntemin orada daha kullanılabilir olduğu söylenmiştir.

Khaleghi ve ark., makale çalışmasında tipik bir doğal gaz taşıma sistemi için önceki kaza deneyimlerine dayanarak olası kazaların değerlendirmesini yapmışlardır [248]. Sonuç olarak koruma analize dayalı bulanık risk matrisi ve olay ağacı analizi yöntemi ilgili probleme uygulanmış ve klasik yöntemler ile karşılaştırılmıştır. Vaka çalışmasının sonuçları, küçük ve orta ölçekli durumlarda klasik risk endekslerinden %8-%30 arasında farklı olduğu gösterilmiştir. Bu durum önerilen yöntemin ilgili belirsizliğin üstesinden geldiğini göstermiştir.

Huang ve ark., makale çalışmasında bir yazılım maliyet tahmini modelinde risk bilgilerini gömmek için bulanık karar ağacı yaklaşımını önermişlerdir [249]. Bu model kullanılarak, bir yazılım maliyeti tahmini için bulanık bir dizi şeklinde kestirim hatayı belirlemek mümkün olduğu belirtilmiştir. Test sonucunda, yazılım maliyet tahmini riski değerlendirmesinde önerilen modelin COCOMO modeline kıyasla daha doğru sonuçlar verdiği gösterilmiştir.

Dadzie ve ark., araştırmalarında bulanık mantık modeli ile sosyal ağ sitelerinde güvenlik düzeyi algısını değerlendirmek için bir teknik sunmuşlardır [250]. Yöntem olarak bulanık mantık tiplerinden Mamdani tercih edilmiş ve uygulanmıştır. Modelin tasarımı ve simülasyonu Matlab ortamı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sistem popüler

online sosyal ağ siteleri Facebook, Twitter ve LinkedIn için bilgi güvenliği algısını değerlendirmiştir.

Zhang ve ark., makale çalışmasında DRASTIC modele dayalı bir bulanık yaklaşım sunup; test etmişlerdir [251]. Çalışmada öncelikle yeraltı suyunu kirleten risk faktörleri tanımlanmıştır. Ardından DRASTIC modeline dayalı risk değerlendirmesine karşılık gelen bir indeks sistemi oluşturulmuştur. Son olarak ise riskler ve kirlilik faktörleri arasındaki hesaplamalar için bulanık kümeler teorisi uygulanmıştır. Sonuç olarak önerilen yöntemin ilgili problem için avantajları, esnekliği ve güvenilirliği çalışmada anlatılmıştır.

Froutan ve ark., çalışmalarında yerleşim alanlarında risk değerlendirmesi için coğrafi bilgi sistemleri tabanlı bulanık bir yaklaşım sunmuşlardır [252]. Çalışmada uygulama Matlab ortamında tasarlanmış ve uygulanmıştır. Yöntem olarak Mamdani tipi tercih edilmiş; parametre olarak okula uzaklık, hastaneye uzaklık, parka uzaklık ve benzin istasyonuna uzaklık baz alınmıştır.

Samani ve ark., inşaat projelerinin risk değerlendirilmesi için bulanık bir yapısal yaklaşım sunmuşlardır [253]. Çalışmada bulanık karar verme deneme ve değerlendirme laboratuvarı (DEMATEL) yöntemi kullanılarak bulanık mantık modeline dayanan hiyerarşik bir sistematik yapı oluşturulmuştur. Araştırmada ilk kez bulanık DEMATEL yöntemi İran'da bulunan Körfez Köprüsü için risk değerlendirilmesi başarıyla uygulanmıştır.

Kentel ve ark., makale çalışmalarında 2 boyutlu Monte Carlo analizine alternatif olarak, karşılaşılan zorlukları aşmak için 2 boyutlu Bulanık Monte Carlo analizi önerip; sağlık risk analizinde kullanmışlardır [254]. Çalışmada önerilen yöntem için yeni kavramlar ve risk tanımlama yöntemleri tanıtılırken; her iki yaklaşımın karşılaştırılması yapılmıştır. Bulanık Monte Carlo analizinde diğer yöntemden farklı olarak görüntüdeki parametreler üzerinde risk denklemleri bulanık sayılar tanımlanmıştır. Sonuç olarak önerilen yöntemin uygunluğu ve başarımlı durumu ortaya konmuştur.

Mohammadi ve ark., atmosferik tehlike riskini değerlendirmek için bulanık mantık tabanlı uzman sistem uygulaması geliştirmişlerdir [255]. Oluşturulan sisteme AFRA adı verilmiştir. Atmosferik bulanık risk değerlendirme aracı (AFRA) ölüme neden olabilecek tehlikeleri öncede tanıma konusunda yardımcı olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak AFRA veya diğer risk değerlendirme araçları bu tür problem için kullanılması tavsiye edilmiştir.

Tacacs, çalışmasında risk yönetim uygulamalarının temel özelliklerinin incelemesi vermiş; hiyerarşik, çok seviyeli risk yönetimi yönteminin bulanık bir karar verme ortamında uygulanabilir olduğunu göstermiştir [256]. Çalışmada önerilen yöntem seyahat risk seviyesi problemine uygulanarak örnek çalışma olarak gösterilmiştir. Uygulama Matlab ortamında tasarlanmış ve simüle edilmiştir. Yöntem olarak önce Mamdani tipi uygulanıp ardından grup tabanlı risk yönetimi için AHP modeli uygulanmıştır.

Kharola ve ark., risk değerlendirme sürecini geliştirmek için bulanık risk değerlendirme modeli önermişlerdir [257]. Problemi çözmek için oluşturulan bulanık model Matlab ortamında tasarlanmış ve uygulanmıştır. Geliştirilen Risk Yönetiminde Bulanık Risk Değerlendirme Modeli (FRAM) uzmanların deneyimi üzerine inşa edilerek esnek bir çerçeve sunmaktadır ve etkili bir kontrol sistemi olduğu çalışmada gösterilmiştir. Matlab ortamında tasarlanan modelin giriş parametreleri olayın olasılığı ve şiddeti; çıkışı ise risk analizi olarak belirlenmiştir.

Zirakja ve ark., e-ticaret gelişiminde risk değerlendirilmesi için bulanık karar destek sistemi geliştirilmesini çalışmalarında açıklamışlardır [258]. Web tabanlı prototip bulanık karar destek sistemi e-ticaret risk faktörlerini ve ilgili proje risklerini belirleyerek e-ticaret proje yöneticilerine yardımcı olmak için önerilmiştir. Bulanık küme yaklaşımını tasarlayıp çalıştırmak için araştırmacılar Matlab yazılımını kullanmışlardır. Bulanık sistemde üç katman vardır ve her katmanın çıkışı bir sonraki katman için girdi olarak ayarlanmıştır. Ardından, sistem e-ticaret problemi için Sugeno çıkarsama motoru aracılığıyla nihai riski hesaplamaktadır.

Naieni ve ark., forklift gibi araçlar ile çalışmaktan kaynaklanan kazaların risk tahmini ve değerlendirilmesi için bulanık yaklaşım kullanılmışlardır [259]. Çalışmada önerilen yeni yaklaşım, daha güvenilir ve güçlü bilimsel destek ile üst düzey yöneticilerin risk ve kaza yönetiminde kararlar almasına yardımcı olabileceği söylenmiştir. Uygulanan bulanık mantık yöntemi Mamdani tipi olarak seçilmiştir. Modelin tasarlanması ve uygulanması Matlab ortamında gerçekleştirilmiştir.

Alidoosti ve ark., bulanık mantık yöntemiyle petrol ve doğal gaz taşımada güvenli yol oluşturulabilmesi için boru hatlarında risk değerlendirmesi yapmışlardır [260]. Kritik Varlık Koruma (RAMCAP) risk analizi ve yönetimi güvenlik risklerini değerlendirmek için en iyi yöntemlerinden biri olarak gösterilmiş; fakat bu yöntemde belirsizliğin sorun olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle, bulanık küme teorisi belirsizliği modellemek için kullanılmıştır. Böylece, bulanık RAMCAP boru hattı sistemleri için analiz ve risk yönetimi amacıyla tanıtılmıştır. Son olarak, önerilen yöntem boru hattı sistemleri ile ilgili bir örneğe uygulanmıştır. Uygulama Matlab ortamında tasarlanmış ve simüle edilmiştir.

Malinaowska, bir binanın sosyal ve ekonomik değer açısından yapısal hasar derecesini değerlendirmek için bir bulanık çıkarım sistemi kullanan yöntem anlatmıştır [261]. Çalışmada teorik çerçeve özetledikten sonra, Polonya'da ki maden bölgelerinden birinde yapısal hasar risk değerlendirmesi için bir bulanık çıkarım modeli uygulanmıştır. Model Matlab ortamında tasarlanıp, uygulanmıştır.

Choudhary ve ark., güvenlik risk yönetimi kapsamında tehdit ve güvenlik açıklarının değerlendirilmesi ve analizi için bulanık tabanlı bir metodoloji geliştirilmesi üzerinde durmuşlardır [262]. Araştırma sonunda, yeni bir bulanık tabanlı tehdit değerlendirme modeli önerilmektedir. Sonuç olarak yöneticilerin yeni veya mevcut risk analizi değerlendirmesi için önerilen sistemin uygulanabilirliği çalışmada gösterilmiştir. Çalışma Matlab ortamında uygulanmış; bulanık mantık yöntemlerinden Mamdani tipi, yöntem olarak belirlenmiştir.

Fitzpatrick ve ark., çalışmalarında yazılım risk tahmini için bulanık mantık yaklaşımına dayalı bir yöntem sunmaktadırlar [263]. Sonuç olarak bulanık

matematiksel yaklaşıma alternatif olarak çalışmada sunulan kural tabanlı yaklaşımın uygulanabilirliği gösterilmiştir.

McGill, bulanık mantık kavramları kullanılarak güvenlik sistemi olmayan sistemler için hızlı değerlendirmeleri kolaylaştıran basit ama analitik ses aracı geliştirmiştir [264]. Çalışmada, önerilen modelin uygulanabilirliğini göstermek için yöntem bir örnek üzerinde gösterilmiştir. Bulanık mantık tiplerinden Mamdani tipi modelde kullanılmıştır. Microsoft Excel 2007 ortamında örnek uygulanmıştır.

Satsangi ve ark., çalışmalarında bulut teknolojisi için bulanık mantık yöntemi ile risk yönetimi üzerinde tartışmışlardır [265]. Bulanık mantık modeli olarak Mamdani tipi seçilmiştir. Tasarım ve uygulama Matlab ortamında yapılmıştır. Çalışmada sonuç olarak, bulanık tabanlı bulut bilişim modelinin daha sağlam, daha ölçeklenebilir, maliyet ve etkin olarak daha olumlu sonuç vereceği anlatılmıştır.

Su ve ark., çalışmalarında bir tarım sistemi içerisinde risk bütünleştirici değerlendirilmesi için metodoloji geliştirilmişlerdir [266]. Sistem için önemli hususlar hiyerarşik holografik modelleme ile tarım sistemi için risk kaynaklarının belirlenip, sıralanır ve bunların olasılık ve potansiyel sonuçlarına dayanarak risk tanımlanan kaynaklara öncelik verilir; son olarak ise risk değerlendirmesi için bulanık mantık yöntemi uygulanmıştır. Sonuç olarak bu çalışmada önerilen modelin tarımsal riskleri değerlendirmek için ilgili kuruluşlarda kullanılabilirliği anlatılmıştır.

Yao ve ark., makale çalışmalarında e-ticaret alanında kredi derecelendirme sektörü için bulanık matris tabanlı bir uygulama geliştirilmişlerdir [267]. Bu uygulama için bulanık mantık yöntemi seçilerek kapsamlı bir kredi riski değerlendirme sistemi oluşturulmuştur. Bulanık tutarlı matris kredi risk göstergeleri içine kriterlerin entegre olmasına yardımcı olmuştur. Sonuç olarak kredi risk sınırlaması online mağazalar için sağlanmıştır.

Yılmaz ve ark. bulanık mantık modeli kullanarak kanser risk analizi çalışması yapmışlardır [268]. Çalışmada meme, akciğer ve kolon kanseri üzerinde risk analizi yapılmış ve önerdikleri sistemin diğer modellere nazaran kıyaslamasını yapmışlardır.

Oluşturdukları masaüstü yazılım ile çalışan sistem, girişleri olarak yazılım içerisinde bulanık denetleyici ile ilgili çıkışı hesaplamaktadır. Daha iyi sonuç almak için parametreleri güncellenebilen ve öğrenebilen sistem üzerinde çalışma yapılabileceği üzerinde durmuşlardır.

Yılmaz ve ark. ANFIS tabanlı bir sinirsel mantık yöntemi önererek kanser risk analizi çalışması yapmışlardır [269]. Eğitim yoluyla risk modellerine ait parametreler belirlendikten sonra Android işletim sistemine sahip tüm mobil cihazlarda çalışabilecek mobil bir uygulama geliştirmişlerdir. Çalışmada önerilen yöntemin diğer yöntemlerden farkı ortaya konarak, önerilen yöntemin uygulanabilirliği ortaya konmuştur.

Literatürde yapılan çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada hazırlanan uygulamanın sadece performans sonuçları, istatistikî verilerinin çıkarılması ve meme, akciğer ve kolon kanserlerini etkileyen risk faktörlerinin tespit edilmesi değil, meme, akciğer ve kolon kanseri olduğu veya olabileceği şüphesi olan kişiler için doktorun veya potansiyel hastanın kullanabileceği her bilgisayar sisteminde çalışabilecek bir uygulama geliştirmek hedeflenmiştir. Buradaki amaç, herhangi bir akademik veya bilgisayar bilgisine ihtiyaç duyulmadan çok basit bilgisayar okur-yazarlığı ile bu yazılımın kullanılabilir seviyede olmasıdır.

Bunun yanında bir diğer hedef ise daha başarılı sonuçlar üretebilecek t-norm şartlarını sağlayan operatöre sahip bir sinirsel bulanık mantık yöntemi ortaya çıkarabilmektir. Ayrıca pilot olarak seçilen kanser tiplerinden meme, akciğer ve kolon kanserleri için belirlenen sinirsel bulanık mantık modellerinin girişlerinin hiçbiri tahlil ve uzman görüşü alınmadan bilinen bulgulardan oluşması hedeflenmiştir. Bunun sonucunda herhangi bir tahlil sonucu veya uzman olmadan kişi üç kanser tipinden herhangi biri için risk durumunu rahatlıkla yazılım yardımıyla tahmin edebilecektir.

Bunların dışında çağımızda her türlü hastalık konusunda tetikleyici rol üstlenen stres konusunun da diğer çalışmalardan farklı olarak yazılım içerisinde kanser tiplerine etkisi yorumlanmaya çalışılacaktır. Çalışmada öncelikle sinirsel bulanık mantık

modellerinden ANFIS metodu kullanılıp performans raporu çıkarıldıktan sonra, ANFIS algoritması üzerinde önerme yapılarak; önerilen sistem ile klasik sistemler arasındaki performans farklarının ortaya konması hedeflenmiştir.

Kanser gibi hastalığa yakalandıktan sonra tedavisi ve geri dönüşü çok zor olan hastalıklar için, hastalık başlangıcından önce önlem almak, risk durumunu öğrenmek veya hastalık için ön-tanı önemli bir konudur. Bu durum dikkate alınarak bu tez çalışmasında yapay zeka tekniklerinden sinirsel bulanık mantık modeli seçilerek sağlıklı veya hasta tanısı konmamış kişilerin belirli kanser tipleri için o kanser tipine yakınlığını ve risk durumunu tahmin edecek bir yazılım geliştirilecektir.

Bu kapsamda kanser tipleri olarak meme, akciğer ve kolon kanserleri seçilmiştir. Belirtilen kanser tiplerinin seçilmesinin nedeni bu hastalıklara yol açan etmenlerin bu tip bir çalışmaya uygun olmasıyla birlikte dünyada ve ülkemizde görülme sıklığının oldukça fazla olmasıdır.

BÖLÜM 3. ÖNERİLEN YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde, ANFIS sinirsel bulanık mantık sisteminin 3. katmanında kullanılacak t-norm şartlarını sağlayan bir yöntem önerilip; uygulanabilirliği klasik bir problem üzerinde gösterilecektir.

3.1. Önerilen Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (DE*ANFIS)

Bu çalışmada önerilen sinirsel bulanık mantık yöntemi, sinirsel bulanık mantık tekniklerinden ANFIS sinirsel bulanık mantık modellerinde kullanılan operatörlere ait formüller üzerinde bazı değişiklikler yapılarak ortaya çıkartılmıştır. ANFIS tabanlı sistemlerin 3. katmanı olan kural katmanında kullanılabilmesi için t-norma uygun formül önerilmesi yapılmıştır. Çalışmada sunulan bu önerme Einstein çarpımı formülü üzerinde çalışılarak ortaya çıkartılmıştır. Önermeler için kural düğümünün çıkış formülü denklem 3.1’de gösterilmiştir. Formülde düğüme gelen sinyal sayısının düğümün çıkış sonucunu etkilemesi düşünülerek önerilmiştir. Bu önerme için çalışmanın diğer kısımlarında Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (DE*ANFIS) ismi kullanılacaktır.

$$w_i = \frac{K\mu_{A_i}(x_1)\mu_{B_i}(x_2)\dots\mu_{K_i}(x_k)}{K + (1 - \mu_{A_i}(x_1))(1 - \mu_{B_i}(x_2))\dots(1 - \mu_{K_i}(x_k))} \quad (3.1)$$

Formüllerde simgelenen “wi”, ilgili kural için kuralın tetikleme ağırlığı sonucunu; “K”, ilgili kural için kurala gelen giriş değeri sayısını; “ $\mu_{A_i}(x_i)$ ” ilgili bulanık kümeler içerisinde derecelendirme sonucu hesaplanan giriş değerlerini temsil etmektedir. Denklem 3.1’de önerilen kesişim formülü olan DE*ANFIS yönteminin t-norm’a uygunluğu sağlama yapılarak denklem 3.2, denklem 3.3, denklem 3.4 ve denklem 3.5’de gösterilmiştir. Herhangi bir $\mu \in [0,1]$ aralığı için t-norm $T(a,1) = a$ şeklinde tanımlanır ve aşağıdaki özellikleri sağlar.

1) Sınır Koşulu $T(x_1,0) = 0$ ve $T(x_1,1) = x_1$; $x_1, y_1 \in [0,1]$: Önerilen yönteminin sınır koşulunu sağlaması denklem 3.2'de gösterilmiştir.

$$T(x_1,0) \Rightarrow \frac{2x_1 \cdot 0}{2 + (1-x_1)(1-0)} = 0; \quad T(x_1,1) = \frac{2x_1 \cdot 1}{2 + (1-x_1)(1-1)} = x_1 \quad (3.2)$$

2) Değişme Özelliği $T(x_1, x_2) = T(x_2, x_1)$; $x_1, x_2 \in [0,1]$: Önerilen yöntemin değişme özelliğine uygunluğu denklem 3.3'te gösterilmiştir.

$$T(x_1, x_2) = T(x_2, x_1) \Rightarrow \frac{2x_1 x_2}{2 + (1-x_1)(1-x_2)} = \frac{2x_2 x_1}{2 + (1-x_2)(1-x_1)} \quad (3.3)$$

3) Artan Olmama Durumu $x_1 \leq x_1'; x_2 \leq x_2' \Rightarrow T(x_1, x_2) \leq T(x_1', x_2')$; $x_1, x_2 \in [0,1]$: Duruma ait sağlama önerilen yöntem için uygulanmış; denklem 3.4'te gösterilmiştir.

$$T(x_1, x_2) = \frac{2x_1 x_2}{2 + (1-x_1)(1+x_2)}; T(x_1', x_2') = \frac{2x_1' x_2'}{2 + (1-x_1')(1+x_2')} \quad (3.4)$$

$$x_1 \leq x_1'; x_2 \leq x_2' \Rightarrow T(x_1, x_2) \leq T(x_1', x_2')$$

4) Birleşme Özelliği $T(T(x_1, x_2), x_3) = T(x_1, T(x_2, x_3))$; $x_1, x_2, x_3 \in [0,1]$: Önerilen yöntemin birleşme özelliğine uygunluğunun sağlaması denklem 3.5'de gösterilmiştir.

$$T(x_1, x_2) = \frac{2x_1 x_2}{2 + (1-x_1)(1-x_2)} \Rightarrow T(T(x_1, x_2), x_3) = \frac{\frac{2x_1 x_2}{2 + (1-x_1)(1-x_2)} x_3}{2 + (1 - \frac{2x_1 x_2}{2 + (1-x_1)(1-x_2)}) (1-x_3)}$$

$$\Rightarrow T(T(x_1, x_2), x_3) = \frac{2x_1 x_2 x_3}{9 - 3x_2 - 3x_1 + x_1 x_2 - 3x_3 + x_2 x_3 + x_1 x_3 + x_1 x_2 x_3}$$

$$T(x_2, x_3) = \frac{2x_2 x_3}{2 + (1-x_2)(1-x_3)} \Rightarrow T(x_1, T(x_2, x_3)) = \frac{x_1 \frac{2x_2 x_3}{2 + (1-x_2)(1-x_3)}}{2 + (1-x_1)(1 - \frac{2x_2 x_3}{2 + (1-x_2)(1-x_3)})} \quad (3.5)$$

$$\Rightarrow T(x_1, T(x_2, x_3)) = \frac{2x_1 x_2 x_3}{9 - 3x_3 - 3x_2 + x_2 x_3 - 3x_1 + x_1 x_3 + x_1 x_2 + x_1 x_2 x_3}$$

$$\Rightarrow T(T(x_1, x_2), x_3) = T(x_1, T(x_2, x_3))$$

Önerilen kesişim formülü olan DE*ANFIS yönteminin birleşim formülü denklem 3.6'da gösterilmiştir.

$$S(x_1, x_2) = \frac{(K + x_1 x_2) - (K - (1 - x_1)(1 - x_2))}{K + x_1 x_2} \quad (3.6)$$

Bu formülün s-norm'a uygunluğu sağlama yapılarak denklem 3.7, denklem 3.8, denklem 3.9 ve denklem 3.10 denklemlerinde gösterilmiştir.

Herhangi bir $\mu \in [0,1]$ aralığı için t-norm $S(a,0) = a$ şeklinde tanımlanır ve aşağıdaki özellikleri sağlar.

1) Sınır Koşulu $S(x_1,0) = x_1$ ve $s(x_1,1) = 1$; $x_1, x_2 \in [0,1]$: DE*ANFIS yöntemi s-norm formülünün sınır koşuluna sağlaması yapılmış; denklem 3.7'de gösterilmiştir.

$$\begin{aligned} S(x_1,0) &\Rightarrow \frac{(K + x_1 0) - (K(1 - x_1)(1 - 0))}{K + x_1 0} = \frac{K - K(1 - x_1)}{K} = \frac{K - K + Kx_1}{K} = x_1 \\ S(x_1,1) &= \frac{(K + x_1 1) - (K(1 - x_1)(1 - 1))}{K + x_1 1} = \frac{K + x_1}{K + x_1} = 1 \end{aligned} \quad (3.7)$$

2) Değişme Özelliği $S(x_1, x_2) = S(x_2, x_1)$; $x_1, x_2 \in [0,1]$: Önerilen yöntemin s-norma ait formülünün değişme özelliğine uygunluğu denklem 3.8'de gösterilmiştir.

$$\begin{aligned} S(x_1, x_2) &= S(x_2, x_1) \\ &\Rightarrow \frac{(K + x_1 x_2) - (K(1 - x_1)(1 - x_2))}{K + x_1 x_2} = \frac{(K + x_2 x_1) - (K(1 - x_2)(1 - x_1))}{K + x_2 x_1} \end{aligned} \quad (3.8)$$

3) Artan Olmama Durumu $x_1 \leq x_1'; x_2 \leq x_2' \Rightarrow S(x_1, x_2) \leq S(x_1', x_2')$; $x_1, x_2 \in [0,1]$: Artan olmama durumuna ait sağlama önerilen DE*ANFIS yönteminin s-norm formülü için uygulanmış; ve sağlaması denklem 3.9'de gösterilmiştir.

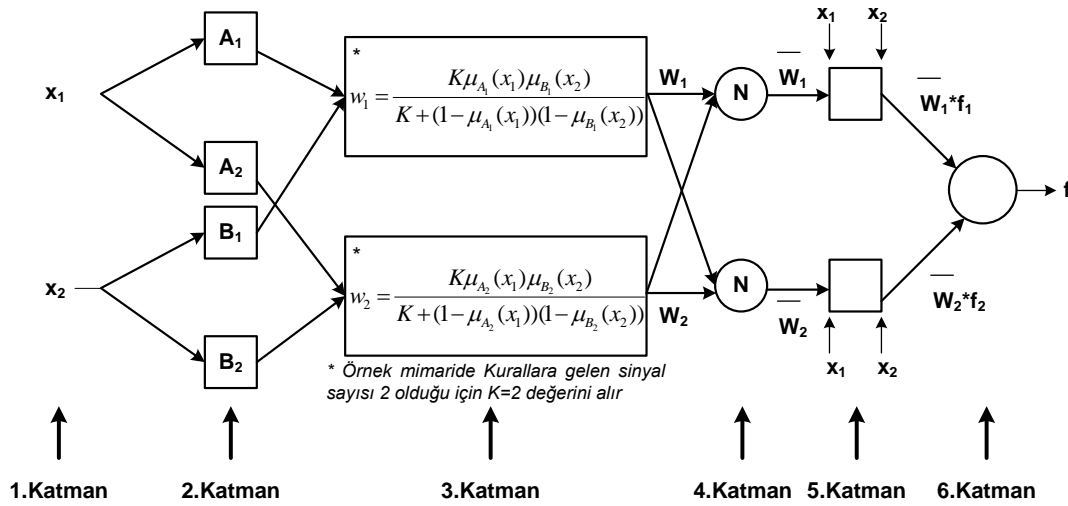
$$\begin{aligned}
S(x_1, x_2) &= \frac{(K + x_1x_2) - (K(1-x_1)(1-x_2))}{K + x_1x_2}; \\
S(x_1', x_2') &= \frac{(K + (1-x_1)(1-x_2)) - (K(1-1-x_1)(1-1-x_2))}{K + (1-x_1)(1-x_2)} = \frac{(K + (1-x_1)(1-x_2)) - (Kx_1x_2)}{K + (1-x_1)(1-x_2)} \quad (3.9) \\
\frac{(K + x_1x_2) - (K(1-x_1)(1-x_2))}{K + x_1x_2} &\leq \frac{(K + (1-x_1)(1-x_2)) - (Kx_1x_2)}{K + (1-x_1)(1-x_2)} \\
x_1 \leq x_1'; y_1 \leq y_1' &\Rightarrow S(x_1, x_2) \leq S(x_1', x_2')
\end{aligned}$$

4) Birleşme Özelliği $S(S(x_1, x_2), x_3) = S(x_1, S(x_2, x_3))$; $x_1, x_2, x_3 \in [0,1]$: Önerilen yöntemin s-norm formülünün birleşme özelliğine uygunluğunun sağlanması denklem 3.10'de gösterilmiştir.

$$\begin{aligned}
S(x_1, x_2) &= \frac{(K + x_1x_2) - (K(1-x_1)(1-x_2))}{K + x_1x_2} \\
S(S(x_1, x_2), x_3) &= \frac{K + \frac{(K + x_1x_2) - (K(1-x_1)(1-x_2))}{K + x_1x_2}x_3 - (K(1 - \frac{(K + x_1x_2) - (K(1-x_1)(1-x_2))}{K + x_1x_2})(1-x_3))}{K + \frac{(K + x_1x_2) - (K(1-x_1)(1-x_2))}{K + x_1x_2}x_3} \\
pay_1 &= 2KK + x_1x_2x_3 + Kx_2x_3 + Kx_1x_3 + Kx_1x_2 + Kx_1x_2x_3 - KKx_3 \\
pay_2 &= KKx_2 + KKx_2x_3 - KKx_1 + KKx_1x_3 + KKx_1x_2 - KKx_1x_2x_3 \\
S(S(x_1, x_2), x_3) &= \frac{pay_1 - pay_2}{KK + Kx_1x_2 + x_1x_2x_3 + Kx_2x_3 + Kx_1x_3 - Kx_1x_2x_3} \\
S(x_2, x_3) &= \frac{(K + x_2x_3) - (K(1-x_2)(1-x_3))}{K + x_2x_3} \quad (3.10) \\
S(x_1, S(x_2, x_3)) &= \frac{(K + x_1 \frac{(K + x_2x_3) - (K(1-x_2)(1-x_3))}{K + x_2x_3}) - (K(1-x_1)(1 - (K + x_1 \frac{(K + x_2x_3) - (K(1-x_2)(1-x_3))}{K + x_2x_3})))}{K + x_1 \frac{(K + x_2x_3) - (K(1-x_2)(1-x_3))}{K + x_2x_3}} \\
pay_3 &= 2KK + x_1x_2x_3 + Kx_1x_3 + Kx_1x_2 + Kx_2x_3 + Kx_1x_2x_3 - KKx_1 \\
pay_4 &= KKx_3 + KKx_3x_1 - KKx_2 + KKx_2x_1 + KKx_2x_3 - KKx_1x_2x_3 \\
S(x_1, S(x_2, x_3)) &= \frac{pay_3 - pay_4}{KK + Kx_2x_3 + x_1x_2x_3 + Kx_3x_1 + Kx_2x_1 - Kx_1x_2x_3} \\
\Rightarrow S(S(x_1, x_2), x_3) &= S(x_1, S(x_2, x_3))
\end{aligned}$$

Önerilen yöntemde katmanlar içerisindeki işlemlerde farklı teknikler kullanılmıştır.

Önerilen DE*ANFIS yönteminin mimarisi iki girişli ve iki kurallı şekilde örnek olarak tasarlanarak Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Mimari içerisindeki her katmana ait düğüm işlevleri alt başlıklarda açıklanmıştır.



Şekil 3.1. DE*ANFIS yöntemine ait iki girişli ve iki kurallı örnek mimari

1. Katman: Bu katmandaki her düğüm, giriş sayısal sinyallerin diğer katmanlara geçişinin yapıldığı giriş düğümleridir. Düğüm içerisinde herhangi bir etkinlik işlevi kullanılmamaktadır.

2. Katman: Bulanıklaştırma katmanıdır. Bu katmanda yer alan düğümler ayarlanabilen düğümlerdir ve bu düğümlerde giriş değişkenlerine ait bulanık kümelerine ait üyelik fonksiyonları yer almaktadır. Bu düğümlerin çıkışı, ilgili üyelik fonksiyonunun derecesini göstermektedir ve denklem 2.12’de gösterilen formül hesaplama için kullanılmaktadır.

3. Katman: Kural katmanıdır. Bu katmandaki her bir düğüm sinirsel bulanık mantık sistemine göre oluşturulan kuralları ve sayısını ifade etmektedir. Buradaki her bir düğümün çıkışı aynı zamanda bir kuralın ateşleme seviyesini göstermektedir. Çalışma içerisinde bu katman hesaplaması için t-norm şartlarını sağlayan önerme sunulmuştur. Bu katmanın düğüm çıkışı için t-norm şartlarını sağlayan önerilen kesişim operatörü denklem 3.1’de gösterilmiştir.

4. Katman: Normalizasyon katmanıdır. Bu katmandaki her bir düğüm, kural katmanından gelen tüm düğümleri giriş değeri olarak kabul eder ve bu katmanda her bir kuralın normalleştirilmiş tetikleme seviyesi hesaplanmaktadır. “i.” düğümün çıkışı; i. kuralın tetikleme ağırlığının tüm kuralların tetikleme ağırlıklarının

toplamına oranı olarak hesaplanır. Bu katmanda kullanılan formül denklem 2.18'de gösterilmiştir.

5. Katman: Arındırma ve sonuç katmanıdır. Bu katmandaki her bir düğüm, giriş değerleri x_1 ve x_2 ile normalizasyon katmanının her bir düğümünün çıkış değerleriyle ilişkilidir. Her bir düğümde verilen bir kuralın ağırlıklandırılmış sonuç değerleri hesaplanmaktadır. Kuralların İSE kısımlarından sonraki ifadelerin ağırlıklandırılmış değerleri hesaplanmaktadır. Bu katmanda sistemde 2 girişi olan i . düğümün çıkış değeri denklem 2.19'da gösterilmiştir.

6. Katman: Çıkış katmanıdır. Bu katmanda sadece bir düğüm vardır. Burada bir önceki katmandan gelen düğüm çıkış değerleri ile işlem yapılır ve sonuçta sistemin çıkışının gerçek değeri elde edilmiş olunur. Sistemin çıkış değerinin hesaplanması denklem 2.20'de gösterilmiştir.

Lineer fonksiyonun parametrelerinin ayarlanmasında öğrenme algoritması kullanılmıştır.

3.1.1. Ağın eğitimi ve öğrenme algoritması

Bu çalışmada önerilen sinirsel bulanık mantık metodunun eğitimi ve öğrenme işlemleri için hibrit algoritma kullanılmıştır. Bu algoritma, ileri yönde hesaplama ve geri yönde hesaplama olarak iki aşamadan oluşmaktadır. Bu öğrenme algoritmasında parametreler ikiye ayrılarak ele alınır ve öncül parametreleri ve soncul parametreleri olarak adlandırılırlar. Hibrit algoritmasında öncül parametreleri ileri yön geçişi aşamasında, soncul parametreleri geri yön geçişinde güncellenir.

Önerilen yöntem ANFIS tabanlı olduğu bir sistem üzerinde uygulanacağından dolayı, önerilen yöntemin uygulandığı katman dışında 2.5.1 bölümünde verilen denklemler eğitim için kullanılmaktadır. Önerilen yöntem uygulandığında, geriye doğru hesaplama yapılırken eğitim esnasında hatanın geriye yansıdığı 2.katman üzerinde farklı bir formül uygulanmaktadır.

6. Katman: Bu katmanda herhangi bir ağırlık değeri ayarlaması yoktur; sadece sistemin çıkışındaki hatanın katman çıkışına yansması denklem 2.26'da gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

5. Katman: Bu katmanda p_i , q_i ve r_i sonuç parametrelerinin ayarlanması için gerekli hesaplamalar yapılmaktadır. Çalışmada kullanılan yöntemde soncul parametreler en küçük kareler yöntemi ile ileri yönde hesaplama sırasında bulunup güncelleştirildiği için bu katmanda bir işlem yapılmamıştır.

4. Katman: Bu katmanda çıkış katmanından yansıyan hata değeri hesaplanıp; herhangi bir ağırlık hesaplanması yoktur. Katman içerisindeki hata değeri hesaplaması denklem 2.27'de gösterilmiştir.

3. Katman: Bu katmanda çıkış katmanından yansıyan hata değeri hesaplanır; herhangi bir ağırlık hesaplaması yoktur. Bu katman çıkışı için hata değeri hesaplama denklem 2.28'de gösterilmiştir.

2. Katman: Önerilen yöntemde ait geri yayılım bu katmanda olduğu için sistemde farklı bir hesaplama yapılmaktadır. Bu katmanda hem hata değeri hem de giriş üyelik işlevlerine ait değişkenlerin ayarlanması gerçekleştirilir. Çalışmada DE*ANFIS yöntemi için katman içerisindeki hesaplama formülü denklem 3.11'de gösterilmiştir.

$$\delta_i^2 = -\frac{\partial E}{\partial \mu(x)_i} = -\left[\frac{\partial E}{\partial f} \frac{\partial f}{\partial w_i} \frac{\partial \bar{w}_i}{\partial w_i} \right] \left[\frac{\partial w_i}{\partial \mu_{A_i}(x)} \right]$$

$$pay_1 = [(K\mu_{B_i}(x_2) \dots \mu_{K_i}(x_k))(K + (1 - \mu_{A_i}(x_1))(1 - \mu_{B_i}(x_2)) \dots (1 - \mu_{K_i}(x_k)))]$$

$$pay_2 = [(K\mu_{A_i}(x_1)\mu_{B_i}(x_2) \dots \mu_{K_i}(x_k))((1 - \mu_{B_i}(x_2)) \dots (1 - \mu_{K_i}(x_k)))]$$

$$\Rightarrow \frac{\partial w_i}{\partial \mu_{A_i}(x)} = \frac{pay_1 + pay_2}{(K + (1 - \mu_{A_i}(x_1))(1 - \mu_{B_i}(x_2)) \dots (1 - \mu_{K_i}(x_k)))^2} \quad (3.11)$$

$$\delta_i^2 = \delta_i^3 \frac{pay_1 + pay_2}{(K + (1 - \mu_{A_i}(x_1))(1 - \mu_{B_i}(x_2)) \dots (1 - \mu_{K_i}(x_k)))^2}$$

Elde edilen bu ifadelerle öğrenme oranı “ η ” eklenerek bu katmanda kullanılan üçgen, yamuk veya çan eğrisi Şekilli üyelik işlevlerinin değerleri güncellenerek, giriş parametreleri yenilenmiş olur. Bu işlem için denklem 2.31 ve denklem 2.32 formülleri kullanılmaktadır.

3.2. Önerilen Yöntemin Örnek Uygulama ile Performans Analizi

Önerilen yöntemin uygulanabilirliğini ölçmek amacıyla örnek bir uygulama yapılmıştır. Bu amaçla zaman serisi problemlerinden Box-Jenkins’in çalışmalarında çözmüş olduğu gaz ocağı problemi tercih edilmiştir [270]. Bu çalışmada sistemin girdisi gaz oranı çıktısı (u) ise CO₂ (y) yüzdesi olarak gösterilmiştir. Gaz ocağı probleminde 296 veri üzerinde çalışılarak zaman serisi tahmini yapılmaktadır [271].

Bu problemin önerilen sinirsel bulanık mantık yöntemiyle çözümlenmesi için giriş ve çıkış ilişkisi incelenmiş ve fark denklemi oluşturulmuştur. Aynı problem Sugeno ve Yasukawa tarafından bulanık mantık yöntemiyle çözülmüştür [272]. Problemin çözümü için veriler üzerinde çalışılarak; sistemin girişi t . zamanda, gaz oranı çıktısı değerinin ($t-3$). ve ($t-4$). değerleri ve ($t-1$). CO₂ yüzdesi değeri olarak belirlenmiştir. Önerilen yöntemlerin uygulandığı sistemin, girişi olarak bu veriler kullanılmıştır. Gaz ocağı probleminde bulunan 296 veriden her t zamanı için toplam 292 veri elde edilmiştir. Bu 292 verinin 250’si sinirsel bulanık mantık sisteminin eğitimi için kullanılmış; 42 veri ise test için kullanılmıştır. Sistemin girişleri Matlab üzerinde genfis1, genfis2 ve genfis3 fonksiyonları kullanılarak kararlı ve tutarlı bir sistem geliştirilmesi sağlanmıştır [273]. Her üç fonksiyon ile oluşturulan sistemlerden en tutarlı sonucu veren Genfis3 fonksiyonu yardımı ile oluşturulan sistem üç girişli, her girişe ait ikişer adet üyelik fonksiyonu bulunan ve dört kurala sahip sistemdir [273]. Bu sayede sistemin optimum üyelik fonksiyonları ve kuralları bulanık FCM - C ortalamalar kümeleme algoritmasını kullanan genfis3 fonksiyonu yardımı ile geliştirilmiştir. Genfis3 ile elde edilen sistem, Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (DE*ANFIS)’e başlangıç bulanık sistem olarak kullanılmıştır.

Genfis3 fonksiyonunun kümeleme algoritması olarak kullandığı bulanık c-ortalamalar (FCM) algoritması, bulanık bölünmeli kümeleme tekniklerinden en iyi

bilinen ve yaygın kullanılan yöntemdir. Bulanık c-ortalama algoritması 1973 yılında Dunn tarafından ortaya atılmış ve 1981’ de Bezdek tarafından geliştirilmiştir [274-275]. Bulanık c-ortalama algoritması, nesnelerin iki veya daha fazla kümeye ait olabilmesine izin verir. Bulanık mantık prensibi gereği her veri, kümelerin her birine $[0,1]$ arasında değişen birer üyelik değeri ile aittir. Bir verinin tüm sınıflara olan üyelik değerleri toplamı “1” olmalıdır. Nesne hangi küme merkezine yakın ise o kümeye ait olma üyeliği diğer kümelere ait olma üyeliğinden daha büyük olacaktır. Fonksiyonun belirlenen minimum ilerleme değerine yakınsaklaşmasıyla kümeleme işlemi tamamlanır. Amaç, veri kümesindeki noktalar ile küme merkezleri (V) arasındaki uzaklıklar toplamının minimize edilmesidir. Uzaklık ölçümleri D ile, etiket matrisi U ile ve uzaklıklar toplamı J ile gösterilmektedir. U üyelik matrisi rasgele atanarak algoritma başlatılır. İkinci adımda ise merkez vektörleri hesaplanır. Bu model için optimizasyon problemi denklem 3.12’te tanımlanmıştır.

$$J = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^C u_{ij} \|x_i - v_j\|^2 \quad (3.12)$$

Burada m, 1 den büyük herhangi bir gerçekteki sayıdır ve $1 \leq m < \infty$ dir. u_{ij} , j kümesindeki x_i nin üyelik derecesidir. x_i ise verinin d boyutlu i. elemanıdır. c_j kümenin d boyutlu merkezidir. $\| \|$ ise giriş verisi ile merkez arasındaki Öklid uzaklığını ifade eder. Bulanık kümeleme yukarıda verilen fonksiyonu, u_{ij} üyelik derecesinin ve C_j nin aşağıda belirtilen fonksiyonlarla güncellenerek ve iterasyonlar yaparak en uygun şekle sokar. İlgili formül denklem 3.13’te gösterilmiştir.

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^C \left(\frac{\|x_i - c_k\|}{\|x_i - c_j\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}} ; c_j = \frac{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m x_i}{\sum_{i=1}^N u_{ij}^m} \quad (3.13)$$

Yapılan bu iterasyonlar denklem 3.14’te verilen şartla bitirilir:

$$\max_{ij} \left\{ |u_{ij}^{k+1} - u_{ij}^k| \right\} < \varepsilon \quad (3.14)$$

Burada ε , 0 ile 1 arasındaki sonlandırma ölçütü, k lar ise iterasyon basamaklarıdır.

U üyelik matrisinde her nokta için hangi kümeye ne oranda ait olduğunu gösteren etiketler bulunmaktadır. Böylece, her nokta için ait olduğu küme merkezine uzaklığını hesaplamak mümkündür. Probleme amaç hesaplanan bu ağırlıklı uzaklıklar toplamının minimize edilmesidir. Gaz ocağı problemi için uygulanan genfis3 fonksiyonu, bulanık c-ortalama kümeleme algoritmasını kullanarak her bir giriş ve çıkış değişkenleri için bulanık üyelik fonksiyonlarını üretir. Üretilen bu üyelik fonksiyonları ile bunlara uygun kurallar oluşturularak sistem tutarlı bir duruma gelmiştir.

Gaz ocağı probleminin çözümü için genfis3 fonksiyonu ile başlangıç olarak belirlenip geliştirilen modelde üç giriş ($u(t-3)$, $u(t-4)$, $y(t-1)$) ve dört kural bulunmaktadır. Problemin eğitimi için 250 verilik eğitim seti; test için ise 42 verilik test seti 2.5 bölümünde gösterilen denklemler uygulanarak önerilen Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (DE*ANFIS), Einstein çarpımı tabanlı ANFIS (E*ANFIS) ve ANFIS yöntemlerine uygulanmış ve başarılı sonuçlar almıştır. Sistemlerin eğitim işlemi için öğrenme katsayısı 0.4 olarak belirlenmiş; 15 epok sonunda modellerin öğrenme işlemini tamamlamıştır. DE*ANFIS yöntemi öğrenme işlemini 11.38 saniyede tamamlarken; E*ANFIS yöntemi ile 11.56 saniyede, ANFIS yönteminde ise 10.80 saniyede eğitim tamamlanmıştır. Modellerin eğitim süresi baz alındığında DE*ANFIS yönteminin E*ANFIS yöntemine göre daha hızlı, ANFIS yöntemine göre daha yavaş öğrendiği gözlemlenmiştir.

Üç girişli sistemde a bilinmeyen katsayılar olmak üzere kurallara ait fonksiyonlar olan $f_i = a_1 * u(t-3) + a_2 * u(t-4) + a_3 * y(t-1) + a_0$ denklemlerindeki bilinmeyen çıkış parametreleri, yöntemlere ait formüller kullanılarak eğitim setindeki veriler sisteme öğrenme için sunulduğunda 15 epok sonrası belirlenmiştir. Tablo 3.1'de her üç yöntemle ait eğitim sonrası giriş parametreleri, Tablo 3.2'de eğitim sonrası çıkış parametreleri verilmiş; Şekil 3.2'de ise gerçek çıkış ve yöntemlerin sonuçlarının test verileri için kıyaslanması gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Eğitim sonrası giriş parametreleri

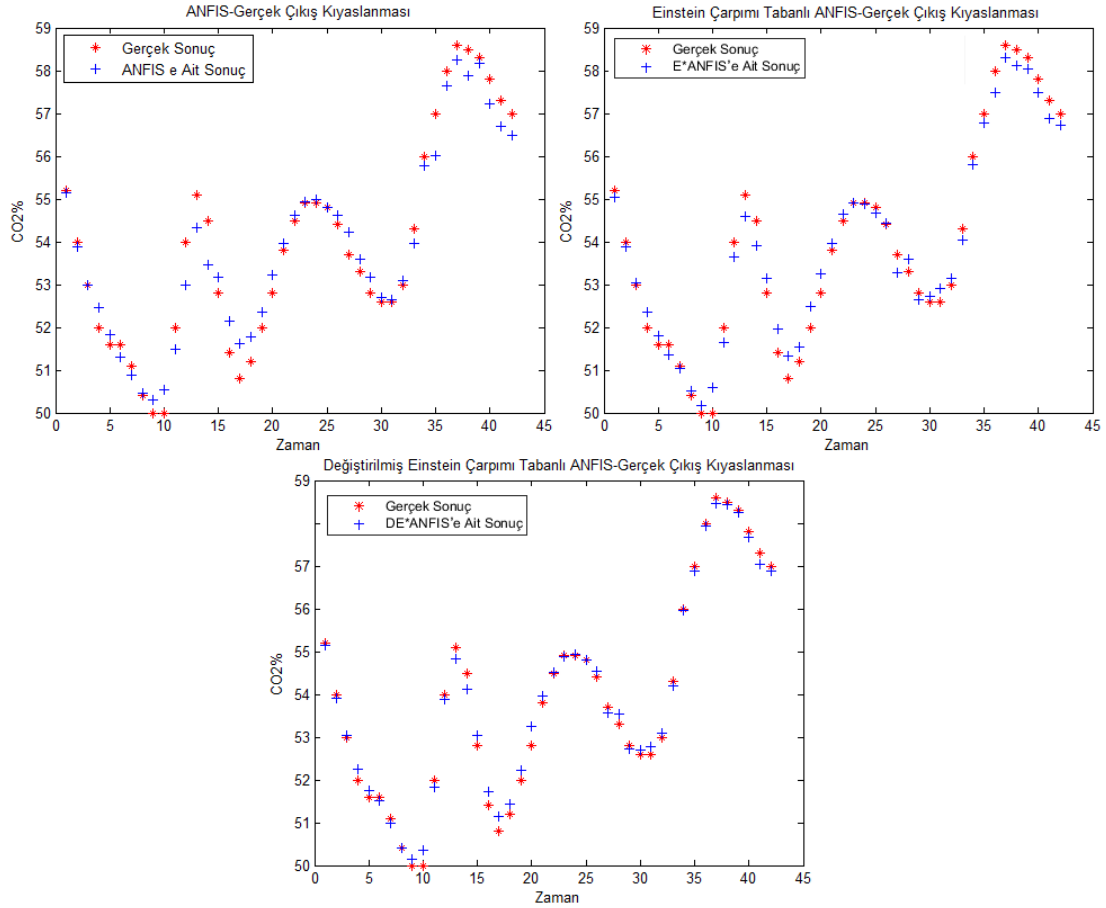
	Girişler	Üyelik Fonksiyonu	a	b	c
Genfis3 Fonksiyonu ile Oluşturulan Sistemin İlk Hali	y(t-1)	μ_{A1}	40	50	55
		μ_{A2}	52	58	70
	u(t-3)	μ_{B1}	-4	-1,5	1
		μ_{B2}	-1	1,5	4
	u(t-4)	μ_{C1}	-4	-1,5	1
		μ_{C2}	-1	1,5	4
ANFIS	y(t-1)	μ_{A1}	39,30513657	49,9732	57,4534
		μ_{A2}	53,28227262	56,5434	70,69436
	u(t-3)	μ_{B1}	-4,01582923	-2,08143	0,704753
		μ_{B2}	-1,28378485	1,48359	4
	u(t-4)	μ_{C1}	-4,00100569	-1,91547	0,722606
		μ_{C2}	-0,71388253	0,878369	3,914434
E*ANFIS	y(t-1)	μ_{A1}	39,25994968	51,65231	57,349112
		μ_{A2}	53,79502	58,53212	70,13971
	u(t-3)	μ_{B1}	-4,25419345	-0,08182	2,777383
		μ_{B2}	-1,80149202	0,553415	4,224099
	u(t-4)	μ_{C1}	-3,58048575	-0,25217	3,036868
		μ_{C2}	-2,34663715	0,193955	4,83466
DE*ANFIS	y(t-1)	μ_{A1}	39,98258251	52,7963	70,30536
		μ_{A2}	52,493822	57,3225	70,18617
	u(t-3)	μ_{B1}	-4,01441695	-2,86985	2,282211
		μ_{B2}	-5,275803	-1,82758	4,009479
	u(t-4)	μ_{C1}	-3,98486657	-2,41694	3,440728
		μ_{C2}	0,22038417	-3,00538	3,822582

Eđitim sonrasında optimum hale getirilen modeller eđitimde kullanılmayan 42 veri ile test edilmiř; ardından dođruluk ołcmeleri yapılmıřtır. Dođruluk ołcm,  yöntemin sonuçlarının gerçek çıkıřlarla kıyaslanarak MSE, RMSE, MAE, MAPE, RKARE ve PI deđerlerinin bulunması ile ortaya konmuřtur. E*ANFIS, Deđiřtirilmiř DE*ANFIS ve ANFIS için test setine ait dođruluk ołcmeleri Tablo 3.3'te gösterilmiřtir.

Tablo 3.2. Eğitim sonrası çıkış parametreleri

Yöntemler		Kural Tabanı Fonksiyonları			
		$f = a_1 * u(t-3) + a_2 * u(t-4) + a_3 * y(t-1) + a_0$			
		a_1	a_2	a_3	a_0
ANFIS	f_1	0,66046	-0,80199	-0,44201	17,83527
	f_2	0,671274	-2,12514	0,811646	16,21792
	f_3	0,962826	-0,86242	1,182238	3,472149
	f_4	0,693705	-0,80001	-0,21628	16,2732
E*ANFIS	$f1$	0,706503	0,630961	-0,14989	-1,14237
	$f2$	1,050724	-0,39508	-0,04683	-2,81289
	$f3$	0,861933	1,560688	1,364276	7,27447
	$f4$	1,029312	-0,66312	-0,19398	-2,49184
DE*ANFIS	f_1	1,059446	-3,59901	3,276694	-2,091
	f_2	0,339371	9,269888	-14,2224	38,79434
	f_3	0,376821	1,874898	-3,45651	32,38036
	f_4	0,991433	-8,44762	9,831829	-1,43271

Dođruluk ołcm tablosu ortaya çıkartıldıktan sonra probleme uygulanan her  yöntem için MSE değerlerine karşılık karesel hatalarına ait Box&Whisker grafiği test verileri için çizdirilmiştir (şekil 3.3). Bu grafikte de en iyi yakınsamayı Deđiřtirilmiř Einstein arpımı Tabanlı ANFIS yöntemin verdiğini göstermektedir.

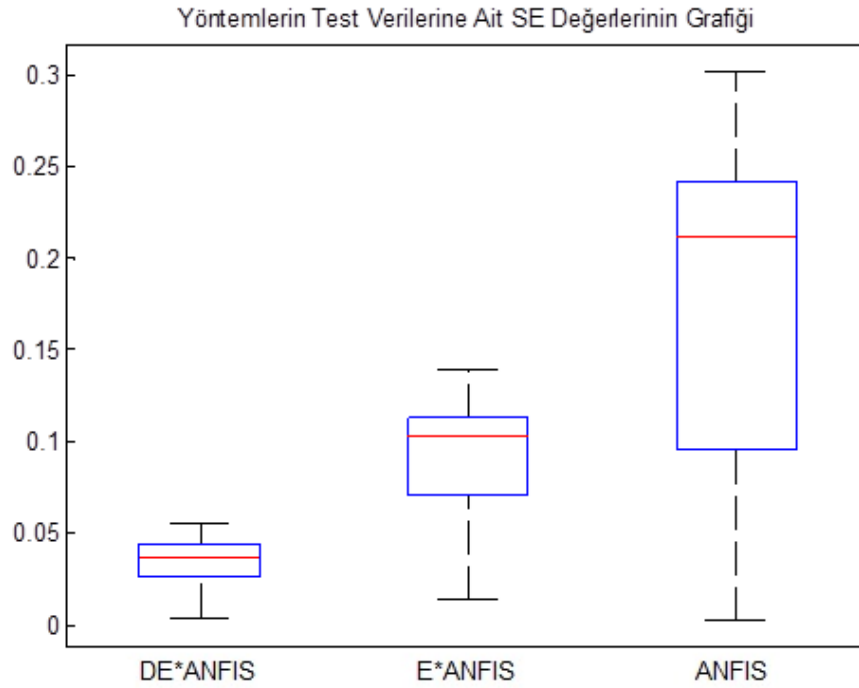


Şekil 3.2. Yöntemlerin sonucunun gerçek çıkış ile kıyaslanması

Tablo 3.3. Doğruluk ölçüm tablosu

	ANFIS	E*ANFIS	DE*ANFIS
MSE	0,216601534	0,103712847	0,034570489
RMSE	0,465404699	0,32204479	0,185931409
MAE	0,371622482	0,278791995	0,149810975
MAPE	0,00688931	0,005185513	0,002813451
RKARE	0,970876221	0,98834856	0,995641229
PI	0,001332465	0,000922022	0,000532326

Yapılan ölçümler sonrasında önerilen DE*ANFIS yönteminin en iyi sonuca ulaştığı görülmüştür. Önerilen yöntemin uygulanabilirliği ve daha kesin sonuçları ortaya koyduğunu göstermek amacıyla aynı problemin uygulandığı çalışmalar kıyas edildiğinde önerilen yöntemin başarılı olduğu görülmektedir [274] (Tablo 3.4).



Şekil 3.3. Yöntemlerin SE değerlerinin grafiği

Tablo 3.4. Box-Jenkins problemine uygulanan çalışmaların kıyaslanması

Metot	Kural Sayısı	Giriş Sayısı	MSE
Sugeno ve Yasukawa [272]	4	$u(t-3), u(t-4), y(t-1)$	0.190
Lin ve Cunnigham [276]	4	$u(t-6), u(t-3), y(t-2), y(t-1)$	0.261
Nie [277]	45	$u(t-3), u(t-4), u(t-5), y(t-1), y(t-2)$	0.169
Kim, Kim ve Lee [278]	2	$u(t-1), u(t-3), y(t-1)$	0.129
Önerilen DE*ANFIS	4	$u(t-3), u(t-4), y(t-1)$	0,034

3.2.1. Yöntemlerin hassasiyet analizi

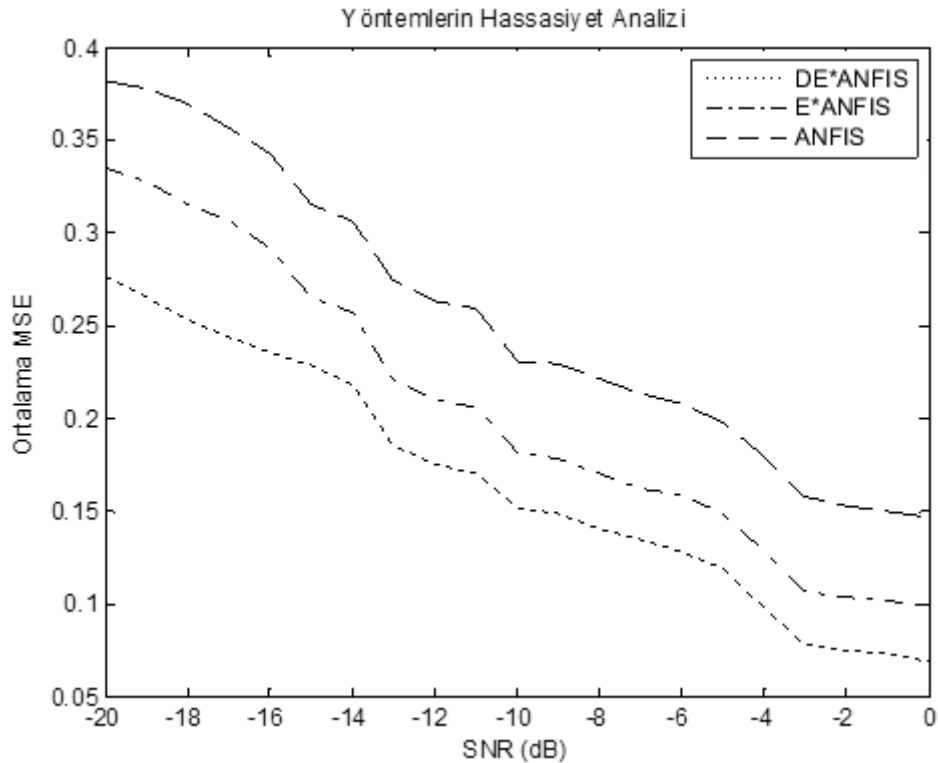
Yöntemlerin hassasiyet analizini yapmak için gaz ocağı problemine uyguladığımız test verisine aynı çekirdek kullanarak farklı sinyal-gürültü oranı (snr) değerlerinde gürültü ilavesi yapılmıştır. Gürültülü hale gelen veriler üzerinde yöntemler uygulanıp hassasiyet analizi kıyaslanması yapılmıştır.

Matlab üzerinden beyaz gürültü oluşturulması için randn fonksiyonu ile normal dağılımlı ortalaması 0 ile varyansı 1 olan rasgele 42 adet gürültü oluşturulmuştur.

Beyaz gürültü elde edildikten sonra dB karşılığının -20'den 0'a kadar birer birer azalacak şekilde sinyal-gürültü oranı için $dB=10*\log_{10}(snr)$ fonksiyonu ile snr değerleri (0.01, 0.012589254, 0.015848932, 0.019952623, 0.025118864, 0.031622777, 0.039810717, 0.050118723, 0.063095734, 0.079432823, 0.1, 0.125892541, 0.158489319, 0.199526232, 0.251188643, 0.316227766, 0.398107171, 0.50118723363, 0.630957344, 0.794328235, 1) bulunmuştur.

Eğitim setinde kullanılmayan 42 adet test verisi üzerine her snr değeri için gürültü eklenerek 21 adet test seti oluşturulmuştur. Aynı işlem bir döngü içerisine sokularak, deney 20 kez daha yapılmış; böylece her snr değeri için 20 farklı gürültülü set oluşturulmuştur.

DE*ANFIS, E*ANFIS ve ANFIS yöntemleri gürültülü setlere uygulanmıştır. Uygulama sonucunda her yöntemle ait sinyal-gürültü oranına karşılık gelen 21 adet ortalama MSE değerinin birbirleriyle kıyaslanması Şekil 3.4'te gösterilmiştir.

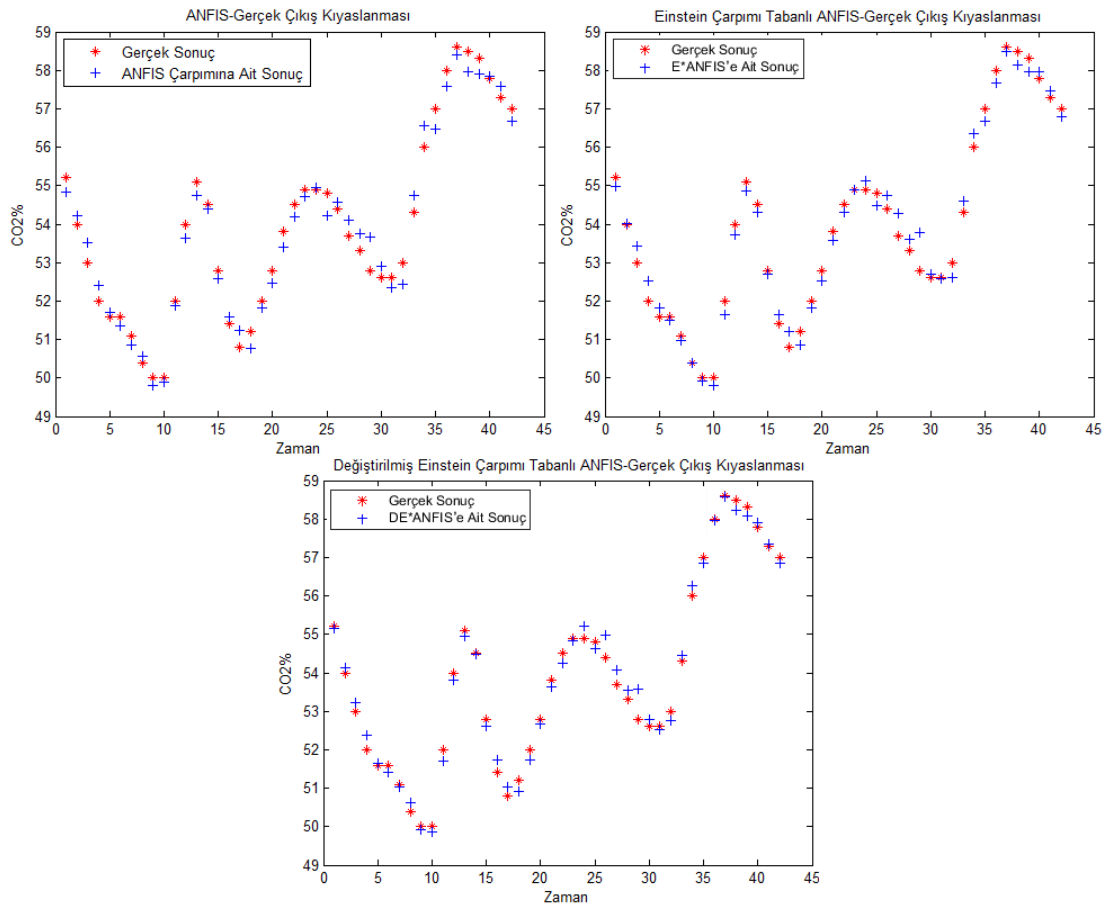


Şekil 3.4. Snr ile gürültü katılan verilere ait yöntemlerin hassasiyet analizi

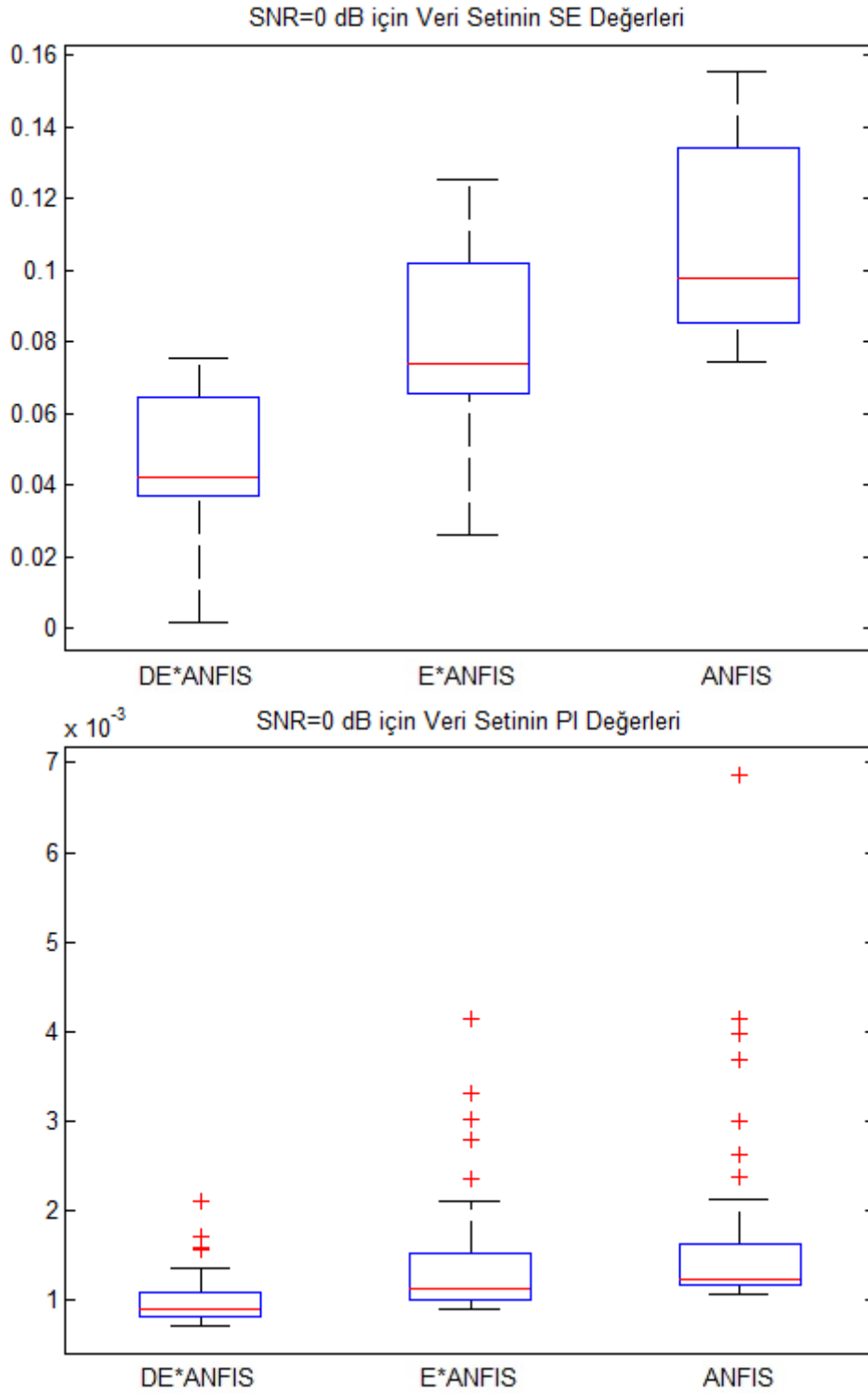
Hassasiyet analizi yapıldığında 21 farklı sinyal-gürültü oranı ile gürültülü hale gelen test verilerine yöntemler uygulandığında MSE değeri en düşük olan Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (DE*ANFIS) yöntemi olmuş; önerilen yöntemin uygulanabilirliği gösterilmiştir. Her üç yöntem için, gürültü katılan setlerde en küçük MSE değerlerine $snr=0dB$ iken ulaşılmış; en düşük MSE değerini DE*ANFIS yöntemi uygulanmış set almıştır. snr değeri 0 için 42 adet gürültülü test verisinin üç yönteme ait çıkışlar gerçek çıkışlarla kıyaslanmıştır (Şekil 3.5).

snr 0 değeri aldığı gürültülü hale gelen verilere uygulanan üç yöntemin sonuçları için doğruluk ölçümü yapılmıştır (Tablo 3.5).

Gürültü katılmış verilerin modellere uygulanmasının yöntemler için başarımlarını ortaya koymak için $snr=0dB$ değerinde parazitlenmiş veri setinin her üç yönteme ait MSE ve PI değerleri Box&Whisker grafiği ile gösterilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.5. $snr=0dB$ için gürültülü verilere uygulanan modellerin kıyaslanması



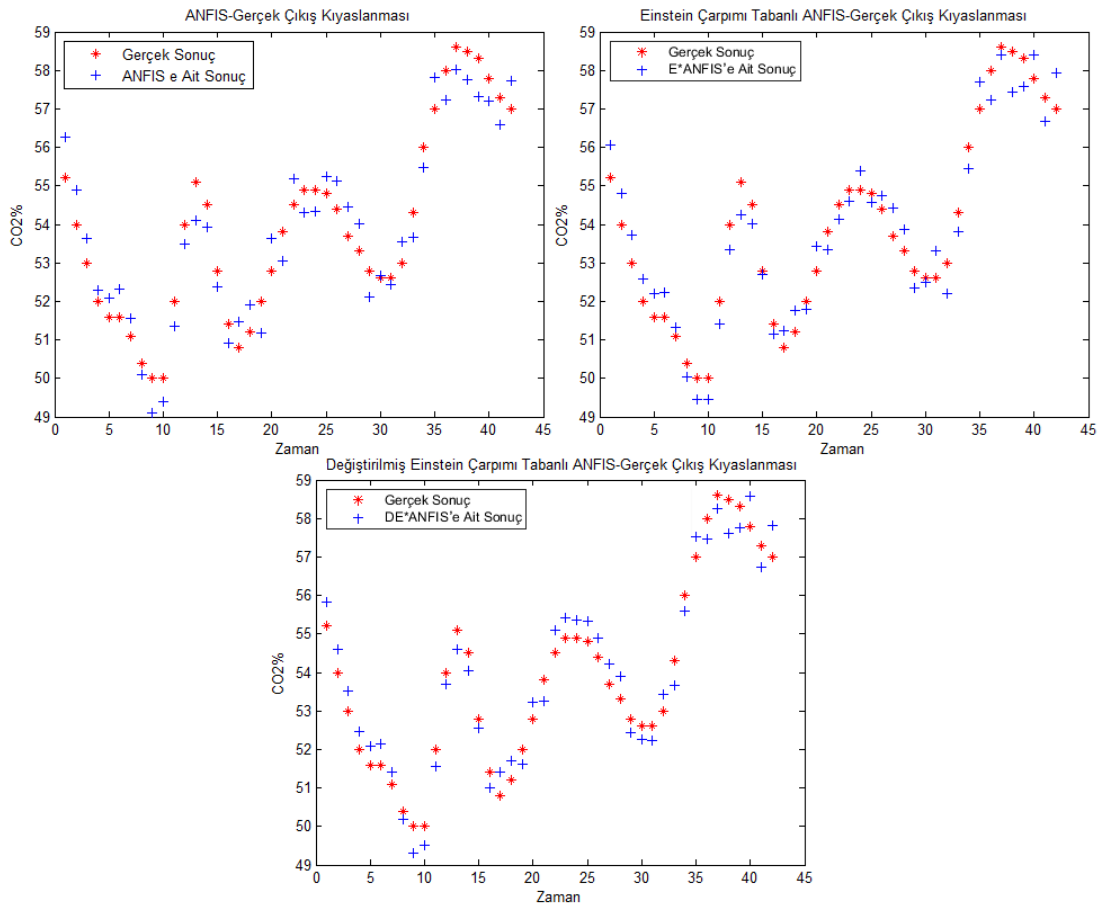
Şekil 3.6. Snr=0dB için gürültülü verilere uygulanan modellerin hata grafiği

Farklı snr değerleri ile gürültülü hale gelen veriler üzerinde çalışılırken set üzerine uygulanan yöntemlerde en büyük MSE değerlerine snr değeri -20dB iken ulaşılmıştır. Bu veri üzerinde uygulanan yöntemler arasında ise en düşük MSE

değerini Değiştirilmiş Einstein Yöntemi uygulanmış set almıştır. Snr değeri 0.01 için 42 adet gürültülü test verisinin üç yönteme ait çıkışlar gerçek çıkışlarla kıyaslanmıştır (Şekil 3.7). dB -20 değeri aldığıında gürültülü hale gelen verilere uygulanan üç yöntemin sonuçları için doğruluk ölçümü yapılmıştır (Tablo 3.6).

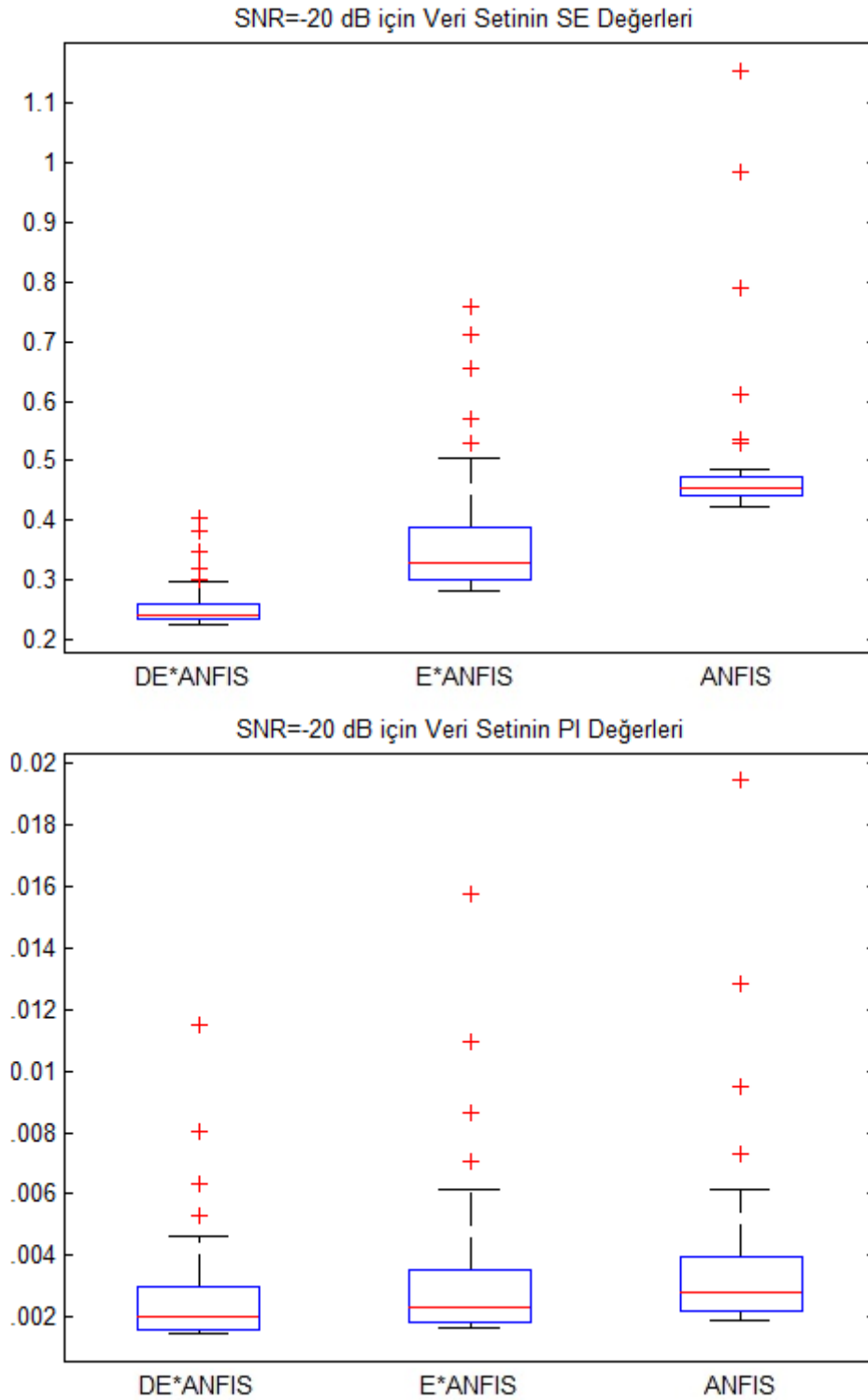
Tablo 3.5. Snr=0dB için gürültülü verilere ait doğruluk ölçüm tablosu

	ANFIS	E*ANFIS	DE*ANFIS
MSE	0,134385096	0,097016323	0,061133171
RMSE	0,366585728	0,311474434	0,24725123
MAE	0,324760387	0,241844574	0,206994479
MAPE	0,006011654	0,004503331	0,003839955
RKARE	0,97736425	0,983173658	0,990444682
PI	0,001049544	0,000891759	0,000707886



Şekil 3.7. Snr=-20dB için gürültülü verilere uygulanan modellerin kıyası

Snr değeri 0.01 iken gürültü katılmış verilerin modellere uygulanmasının yöntemler için başarımlarını ortaya koymak için gürültülü veri setinin her üç yönteme ait MSE ve PI değerleri Box&Whisker grafiği ile gösterilmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Snr=-20dB için gürültülü verilere uygulanan modellerin hata grafiği

Tablo 3.6. Snr=-20dB için gürültülü verilere ait doğruluk ölçüm tablosu

	ANFIS	E*ANFIS	DE*ANFIS
MSE	0,447359428	0,343808406	0,270419878
RMSE	0,668849331	0,586351777	0,520019113
MAE	0,63657042	0,542708588	0,501050763
MAPE	0,011782706	0,010027014	0,009269491
RKARE	0,923028549	0,940561227	0,954096976
PI	0,001914932	0,001678739	0,001488827

Farklı snr değerleri için alınan doğruluk ölçümlerine bakıldığında önerilen DE*ANFIS yönteminin en iyi sonuca ulaştığı gözlemlenmiştir. Örnek olarak uygulanan gaz ocağı problemi, önerilen yöntem uygulanarak hem gürültüsüz veri ile hem de gürültülü veri ile çözülmüştür. Her iki durumda da önerilen yöntemin hem ANFIS'e göre, hem E*ANFIS yöntemlerine göre, hem de aynı problemin uygulandığı diğer çalışmalardan daha kesin sonuç verip daha başarılı doğruluk oranına sahip olduğu görülmüştür. Bu edinimlerden ötürü önerilen yöntemlerin diğer problemlere uygulanabilirliği, uygunluğu ve doğruluk ölçümü konusunda diğer yöntemlere ait performans farkı ortaya kanser risk analizinde konulacaktır.

BÖLÜM 4. ÖNERİLEN YÖNTEMİN DAHA BÜYÜK PROBLEME UYGULANMASI

Kanser ne kadar erken teşhis edilirse, tedavisi de o düzeyde başarılı olur. Sağlık bilimleri, yapay sinir ağları, bulanık mantık ve sinirsel bulanık mantık gibi teknikleri kendi alanlarında kullanabilirse gelecekte kanser gibi birçok hastalık da erken teşhis sayesinde tedavi edilebilir düzeye gelebilir veya önlenir. Böylece pahalı tedavilere veya ameliyatlara gerek kalmayabilir.

Günümüzde kansere yakalanan kişilerin çoğu hastalığın ilerlemiş safhalarında hastanelere başvurmakta ve bu sebeple hastalık geç teşhis edilmektedir. Bunun sonucunda tedaviler çoğu zaman işe yaramamakta ve hasta kısa zamanda ölmektedir. Sağlam kişilerde ileriye yönelik kanser hastalığının teşhisi, üzerinde durulması gereken en mühim konulardan biridir.

Kanser gibi hastalığa yakalandıktan sonra tedavisi ve geri dönüşü çok zor olan hastalıklar için, hastalık başlangıcından önce önlem almak, risk durumunu öğrenmek veya hastalık için ön-tanı önemli bir konudur. Bu durum dikkate alınarak bu tez çalışmasında yapay zeka tekniklerinden sinirsel bulanık mantık modeli seçilerek sağlıklı veya hasta tanısı konmamış kişilerin belirli kanser tipleri için o kanser tipine yatkınlığını ve risk durumunu hesaplayacak bir yazılım geliştirilmiştir.

Bu kapsamda pilot kanser tipi olarak meme, akciğer ve kolon kanserleri seçilmiştir. Belirtilen kanser tiplerinin seçilmesinin nedeni bu hastalıklara yol açan etmenlerin bu tip bir çalışmaya uygun olmasıyla birlikte dünyada ve ülkemizde görülme sıklığının oldukça fazla olmasıdır.

İlk olarak daha önce kullanılan bulanık mantık modelleri incelenmiştir. Ardından ANFIS ve Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (E*ANFIS) sinirsel bulanık mantık

yöntemleri probleme uygulanarak ilgili kanser tipleri için çözümler üretilmiştir. Meme, akciğer ve kolon kanser hastalıkları için modellerin ROC analizi ile performans ölçümleri yapıldıktan sonra sinirsel bulanık mantık modellerinde kullanılan formüller üzerinde değişiklikler yapılarak önerilen yöntem ortaya çıkartılmıştır.

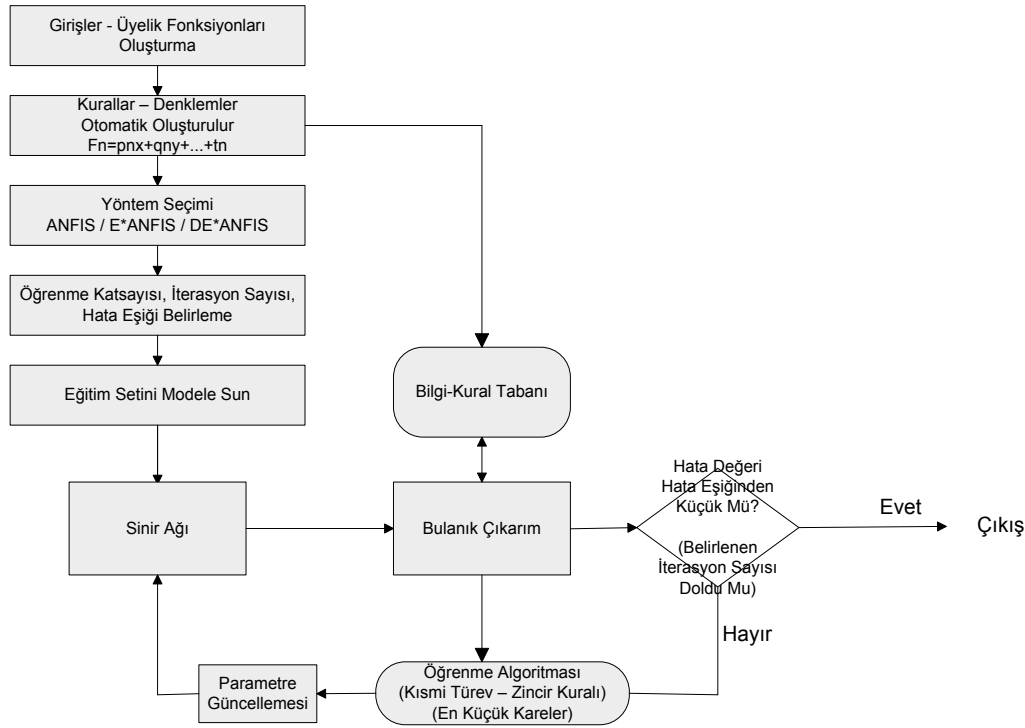
Önerilen sinirsel bulanık mantık metodu meme, akciğer ve kolon kanser hastalıkları için kullanılmıştır. Önerilen sinirsel bulanık mantık yöntemi olan Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (DE*ANFIS) yöntemi, ANFIS yöntemi ve Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (E*ANFIS) yöntemine göre üç kanser tipi için istatistiksel analiz yapıp, yöntemlerin performans ölçümleri hesaplanacaktır.

Tez çalışmasında problemi çözmek amacıyla eldeki veriler değerlendirilip yeni bir yaklaşım olarak önerilen sinirsel bulanık mantık yöntemi ile risk analizi örneği sunulmuştur.

Çalışmada sinirsel bulanık mantık modelinin seçilmesinin sebebi bulanık karar kullanılan sistemlerin insan mantığının yapabildiği gibi, kesin olmayan dilsel bilgilere bağlı olarak etkin sonuç çıkarabilmesi ve modelin öğrenme yetisine sahip olmasıdır. Bu çalışmada, elimizdeki veriler ışığında önerilen sinirsel bulanık mantık yönteminin kullanılabilirliği incelenmiş; önerilen metodun diğer metotlara göre performans farkı ve elde edilen sonuçları değerlendirilmiştir.

Matlab üzerinde sistemin girişlerine genfis1,genfis2 ve genfis3 fonksiyonları ile problemlere uygulanacak modeller için kararlı ve tutarlı sistemler geliştirilmesi sağlanmıştır [273]. Her üç fonksiyon ile oluşturulan sistemlerden en tutarlı sonuçları Genfis3 fonksiyonu yardımı ile oluşturulan sistemler vermiştir. Sistemlerin optimum üyelik fonksiyonları ve kuralları bulanık C-ortalamalar (FCM) kümeleme algoritmasını kullanan genfis3 fonksiyonu yardımı ile geliştirilmiştir. Genfis3 ile elde edilen sistemler, tüm ANFIS'lerde yapıyı belirlemek için kullanılmıştır.

Yazılım üzerinde uygulanan sinirsel bulanık yöntemlerine ait blok diyagramları Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

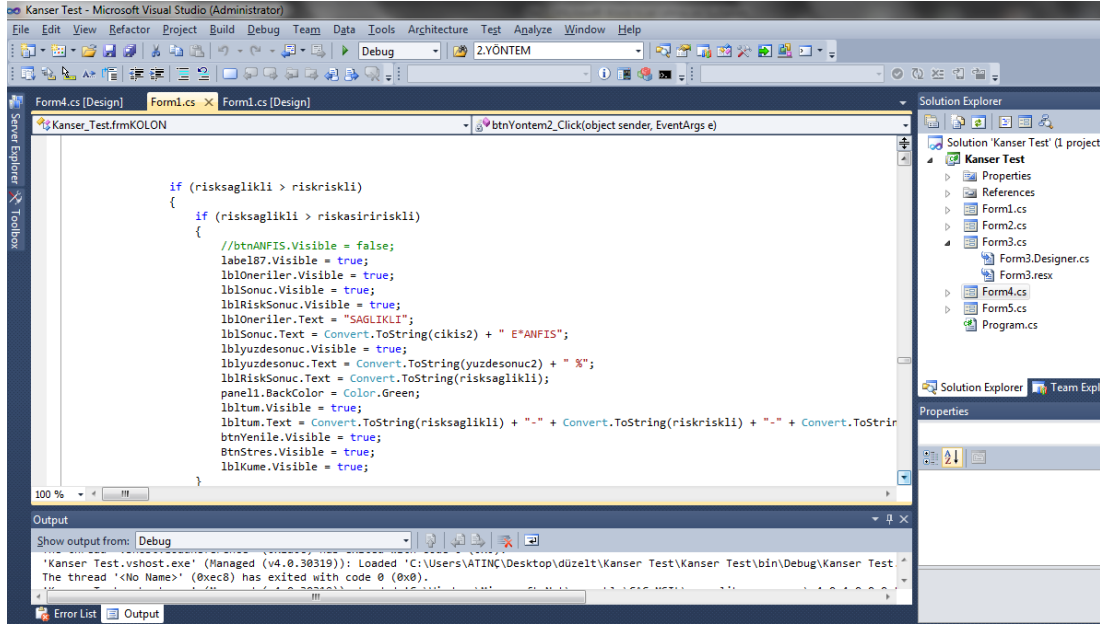


Şekil 4.1. Uygulanan sistemin blok diyagramı

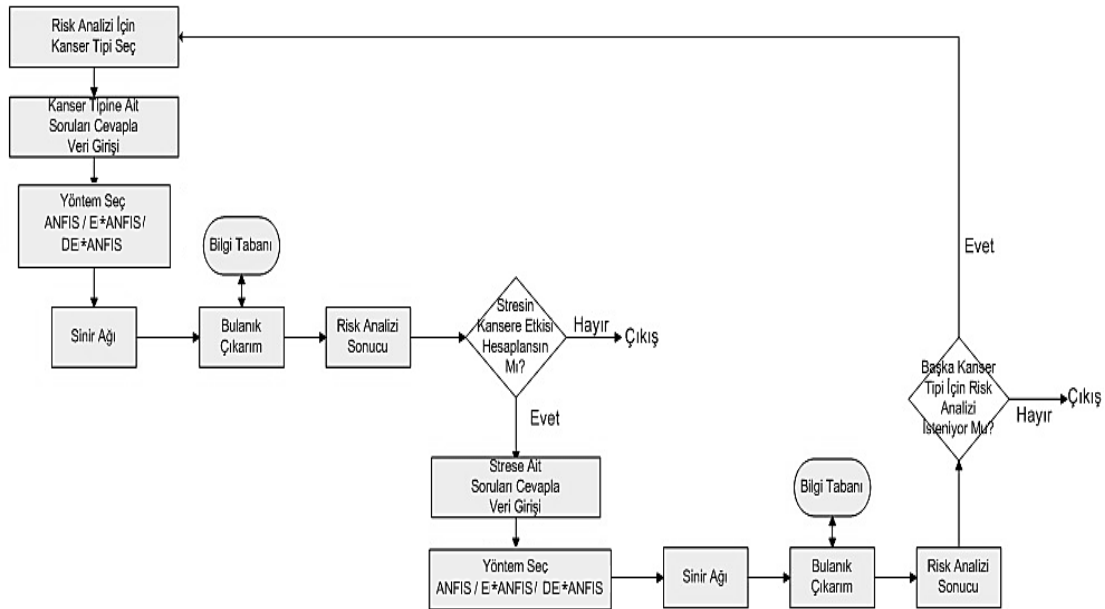
Yazılım yapısı, Visual Studio. Net 2010 platformunda nesneye yönelik programlama tekniklerinin avantajları bir araya getirilerek oluşturulmuştur (Şekil 4.2). Yazılım, yüklü olan her bilgisayarda hızlı bir şekilde çalışabilmektedir.

Yazılım grafiksel arayüz geliştirilerek, 5 farklı görsel tabanlı form ile gerçekleştirilmiştir. Bu formlardan birincisi risk analizi hesaplanacak olan kanser tipinin seçildiği kısımdır. Yapılan seçime göre ikinci, üçüncü veya dördüncü formlar açılacaktır. İkinci uygulama yazılımı meme kanseri için kişinin risk durumunu önerilen sinirsel bulanık mantık yöntemi ile tahmin ederken; üçüncü uygulama yazılımı akciğer kanseri için kişinin risk durumunu hesaplar; dördüncü uygulama yazılımı ise kolon kanseri için kişinin risk durumunu hesaplamaktadır. Beşinci form ise meme, akciğer veya kolon kanserleri için tahmin edilen risk sonucuna binaen stres faktörünün ilgili kanser tiplerini tetiklemesiyle oluşacak risk durumunu hesaplamaktadır. Uygulama üzerinde sayısal değerlerle gösterilmeyen ve kullanıcıdan alınan girdiler uzman görüşü alınarak üyelik fonksiyonlarının hesaplanması için bilgiler sayısal olarak skorlanarak sistem içinde alınmaktadır.

Tüm kanser tipleri için ölçüm alındıktan sonra tutulan giriş değerleri oluşturulan diğer yazılım üzerinde kullanılarak eğitim ve test kısmında kullanılacaktır. Yazılımın blok diyagramı Şekil 4.3'te gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Visual Studio.NET 2010 platformu



Şekil 4.3. Yazılımın blok diyagramı

Yazılımın ana ekranı Şekil 4.4'te gösterilmektedir.

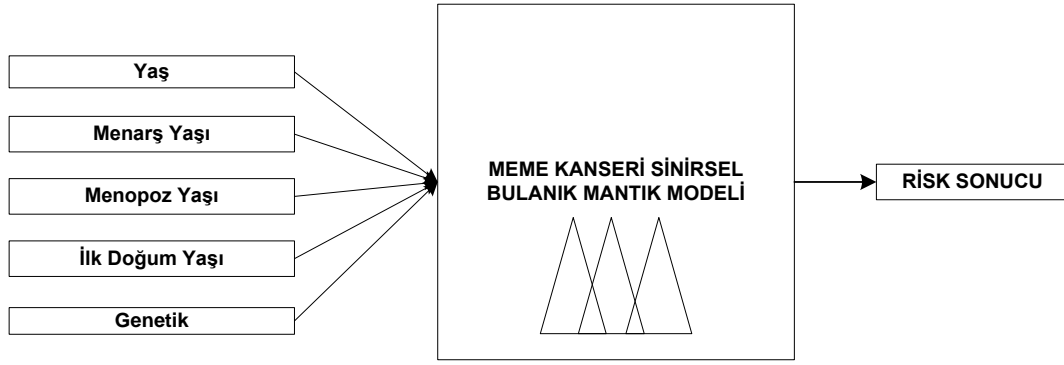


Şekil 4.4. Kanser risk analizi yazılımı ana ekranı

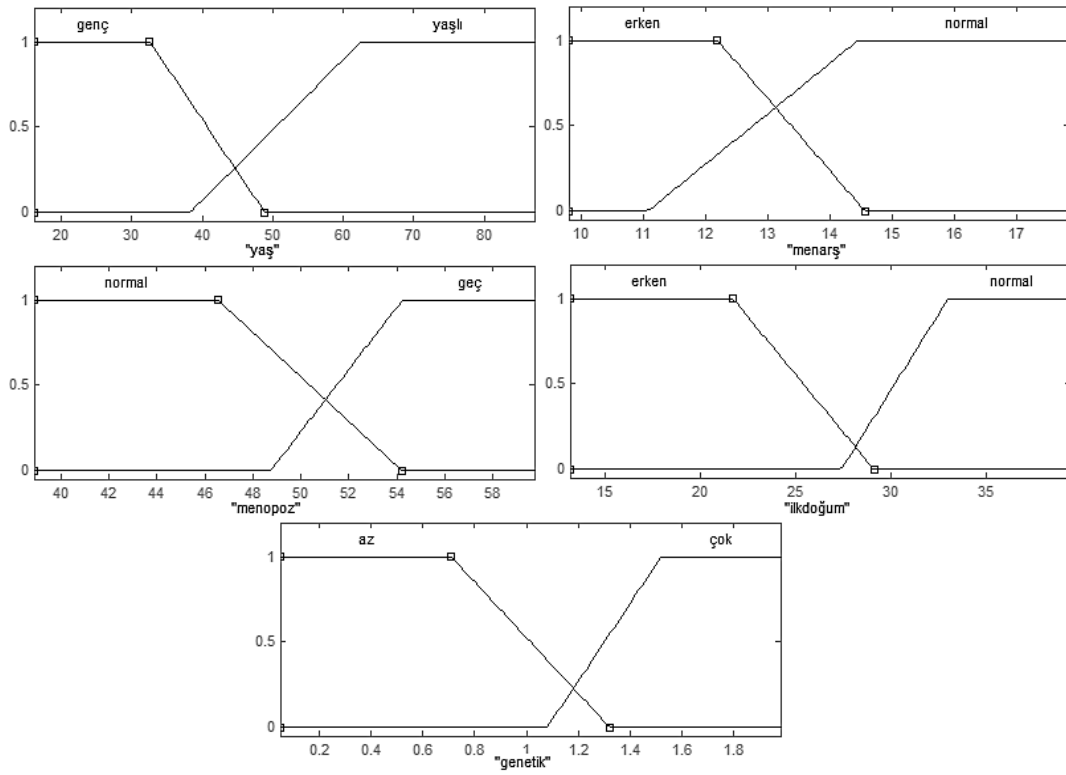
4.1. Meme Kanseri Risk Analizi

Meme kanseri hastalığının risk etmenleri, bu konu hakkındaki uzman görüşleri alınıp, literatür çalışmalarıyla belirlendikten sonra sinirsel bulanık mantık modelinin tasarımına başlanılmıştır ve meme kanseri için sinirsel bulanık mantık modeli geliştirilmiştir.

Meme kanseri risk analizi modelinde yaş, genetik durum, menarş yaşı, menopoz yaşı ve ilk doğum yaşı uzman görüşleri alınarak ve kanser riskleri üzerine yapılan bilimsel çalışmalar incelenerek meme kanseri riski için etmen olarak belirlenmiştir. Bu 5 etmenden alınan verilerin çıkış sonucu olarak kişinin bu kanser tipine risk durumu model içerisinde analiz edilmiştir (Şekil 4.5). Bu girişler için Matlab üzerinde genfis3 fonksiyonu ile 5 farklı etmenin üyelik fonksiyonları oluşturulmuştur. Meme kanseri risk analizi modelinin giriş parametrelerinin üyelik fonksiyonlarının parametrelerinin genfis 3 fonksiyonu ile oluşturulan ilk durumu Şekil 4.6'da ve Tablo 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.5. Meme kanseri risk analizi sinirsel bulanık mantık modeli



Şekil 4.6. Meme kanseri risk analizi modeli eğitim öncesi giriş parametreleri

Tablo 4.1. Meme kanseri risk analizi modeli eğitim öncesi giriş parametreleri

	YAŞ		MENARŞ		MENOPOZ		İLKDOĞUM		GENETİK	
	genç	yaşlı	erken	normal	normal	geç	erken	normal	az	çok
a	16,16	38,3	9,8	11,07	38,88	48,74	13,18	27,4	0,04971	1,08
b	16,16	62,5	9,8	14,45	38,88	54,23	13,18	33	0,04971	1,52
c	32,53	87,1	12,19	17,84	46,54	59,73	21,7	39,4	0,7091	1,98
d	48,9	87,1	14,56	17,84	54,2	59,73	29,1	39,4	1,321	1,98

Meme kanseri için uzman görüşleri ve literatür araştırması sonucu risk etmenleri belirlenip, genfıs3 yardımı ile sistemin yapısı ve parametrelerin başlangıç değerleri belirlendikten sonra uygulama geliştirilmiştir. Sisteme girilecek olan yaş, genetiklik, menarş yaşı, menopoz yaşı ve ilk doğum yaşına göre, yazılım içerisinde bir değere sahip olan giriş değerleri, 2.5 bölümünde verilen denklemler kullanılarak üç yöntem için model içerisinde hesaplanmaktadır. Meme kanseri için risk faktörlerinden ilki yaştır [73]. Meme kanserine yakalanmada etkili olan risk faktörleri incelendiğinde ileri yaşa sahip olmanın önemli bir risk faktörü olarak ele alındığı görülmektedir. Yazılımda kişinin yaş bilgisinin girilmesi istenmektedir (Şekil 4.7).

 A screenshot of a software interface showing a label 'Yaş :' in blue text followed by a white rectangular input box with a thin border.

Şekil 4.7. Meme kanseri risk analizi yazılımı - yaş girme ekranı

Kadınların menarşa erken yaşta başlamaları, bununla birlikte ilerleyen yaşlarda menopoza girilmesi fertil çağını uzatmaktadır. Bu sırada kadının daha uzun süre östrojen hormonu etkisi altında kaldığı bunun da meme kanseri gelişme riskini yükselttiğine işaret edilmektedir [89-95]. Bu yüzden bayanlar için, menarş başlama yaşı ve menopoza girme yaşı meme kanserinde risk faktörlerindedir. Yazılımda kişi eğer bayansa, menarşa ilk başladığı yaş, menapoz yaşı ve ilk doğum yaşı bilgilerinin girilmesi ile birlikte ilgili kümeler için üyelik dereceleri hesaplanmaktadır (Şekil 4.8, Şekil 4.9) .

 A screenshot of a software interface showing a label 'Menarş Yaşı :' in blue text followed by a white rectangular input box with a thin border.

Şekil 4.8. Meme kanseri risk analizi yazılımı - menarş yaşı

 A screenshot of a software interface showing a label 'Menopoz Yaşı :' in blue text. Below the label are two radio buttons: 'Yok' (None) and 'Var' (Yes). Below the radio buttons is a white rectangular input box with a thin border.

Şekil 4.9. Meme kanseri risk analizi yazılımı - menopoz yaşı

Kadınların ilk çocuğunu doğurma yaşı meme kanserine yakalanma açısından önemlidir. İlk çocuğunu 30 yaşından sonra doğuran kadınlarda meme kanseri

görülme oranı 20 yaşından önce doğurana göre 2 kat daha fazladır. Hiç çocuk doğurmayan kadınlarda ise risk daha da yükselmektedir [89-94]. Bu nedenle meme kanseri için bayanlarda ilk doğum yaşı önemli risk faktörlerinden biridir (Şekil 4.10).

Şekil 4.10. Meme kanseri risk analizi yazılımı - ilk doğum yaşı

Aile bireyleri arasında meme kanserine yakalanmış kimse bulunmasının, kadınların meme kanserine yakalanma olasılığını yükselttiği ifade edilmektedir [89-91]. Bu sebepten dolayı genetik durum meme kanseri için risk faktörleri arasında gösterilmektedir.

Yazılımda kişinin ailesinde meme kanseri hastalığı geçmişi olan birinin olup olmadığı sorulmakta; eğer var ise meme kanseri geçmişi olan kişiyle akrabalık durumlarının seçilmesi istenmektedir.

Bunun yanında yazılım içerisinde oluşturulan bulanık mantık modelinde genetik durum için 2 farklı küme oluşturulmuştur. Seçilen genetik durumlarına göre yazılım içerisinde bir değer giriş olarak alınarak, oluşturulan bulanık mantık modeli için üyelik dereceleri hesaplanmaktadır (Şekil 4.11).

Şekil 4.11. Meme kanseri risk analizi yazılımı - genetik

Meme kanseri için oluşturulan model için üyelik fonksiyonları ve üyelik dereceleri belirlendikten sinirsel bulanık mantık (SBM) modeli için genfis3 fonksiyonu yardımı ile 32 kural oluşturulmuştur. Modele ait örnek kurallar Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. SBM meme kanseri risk analizi örnek kurallar

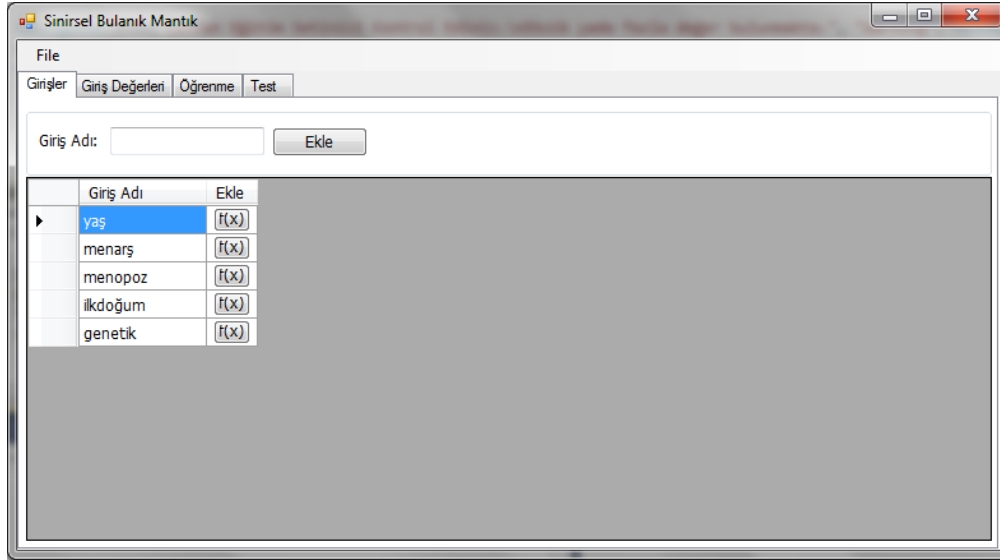
Meme Kanseri Risk Analizi Modeli Örnek Kurallar
$f_i = p_i * \text{yaş} + q_i * \text{menarş} + r_i * \text{menopoz} + s_i * \text{ilkdoğum} + t_i * \text{genetik} + u_i$
Yaş= Genç & Menarş=Erken & Menopoz=Normal & İlk Doğum=Erken & Genetik=Az → $f_1 = p_1 * \text{yaş} + q_1 * \text{menarş} + r_1 * \text{menopoz} + s_1 * \text{ilkdoğum} + t_1 * \text{genetik} + u_1$
Yaş= Genç & Menarş=Erken & Menopoz=Normal & İlk Doğum=Erken & Genetik=Çok → $f_2 = p_2 * \text{yaş} + q_2 * \text{menarş} + r_2 * \text{menopoz} + s_2 * \text{ilkdoğum} + t_2 * \text{genetik} + u_2$
Yaş= Genç & Menarş=Erken & Menopoz=Normal & İlk Doğum=Geç & Genetik=Az → $f_3 = p_3 * \text{yaş} + q_3 * \text{menarş} + r_3 * \text{menopoz} + s_3 * \text{ilkdoğum} + t_3 * \text{genetik} + u_3$
Yaş= Genç & Menarş=Erken & Menopoz=Normal & İlk Doğum=Erken & Genetik=Çok → $f_4 = p_4 * \text{yaş} + q_4 * \text{menarş} + r_4 * \text{menopoz} + s_4 * \text{ilkdoğum} + t_4 * \text{genetik} + u_4$

Probleminin çözümü için $genfis3$ fonksiyonu ile başlangıç olarak belirlenip geliştirilen 5 giriş ve 32 kural ile oluşturulan modele, giriş parametreleri ve çıkış parametrelerinin eğitimi için 616 verilik eğitim seti kullanılmıştır.

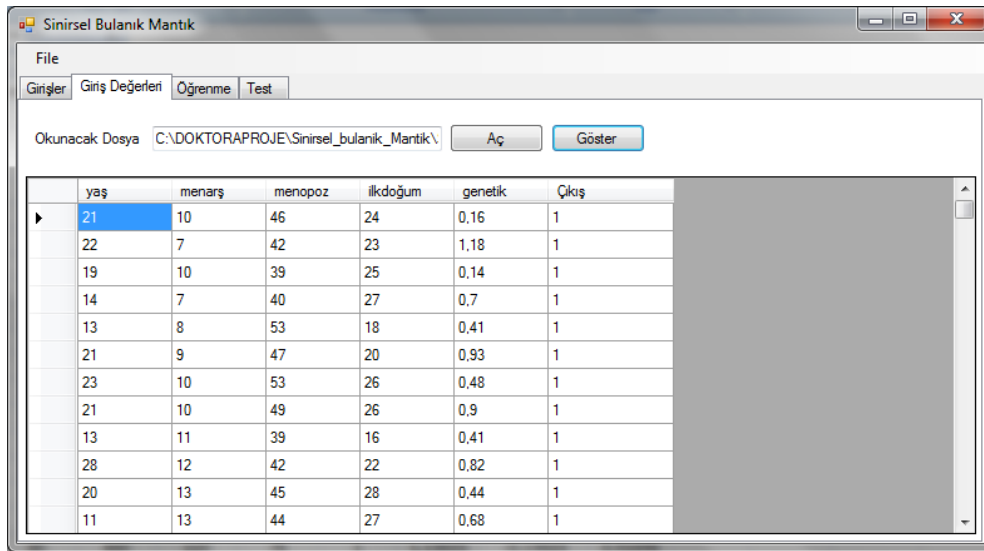
Meme kanseri için sinirsel bulanık mantık model tasarımı tamamlandıktan sonra Visual Studio.Net 2010 platformu üzerinde yazılım oluşturulmuştur (Şekil 4.12). Yazılım üzerinde modele ait olan tüm girişleri ve bu girişlere ait olan üyelik fonksiyonlarının tanımları yapıldıktan sonra uygulamanın eğitim setinde kullanacağı verilerin okunması sağlanır (Şekil 4.13).

Bu işlemlerden sonra meme kanseri modeli için modelin eğitimi için öğrenme katsayısı, iterasyon sayısı ve hata eşiği değerleri girilerek modelin eğitimine başlanır (Şekil 4.14).

Belirlenen iterasyon sayısı bitiminde veya belirlenen hata eşiğine ulaşıldıktan sonra model için eğitim sonlanır. Eğitim sonlandığında girişlerin üyelik fonksiyonlarına ait olan giriş parametreleri ve kuralların çıkış parametreleri belirlenmiş ve güncellenmiş olmaktadır (Şekil 4.15).



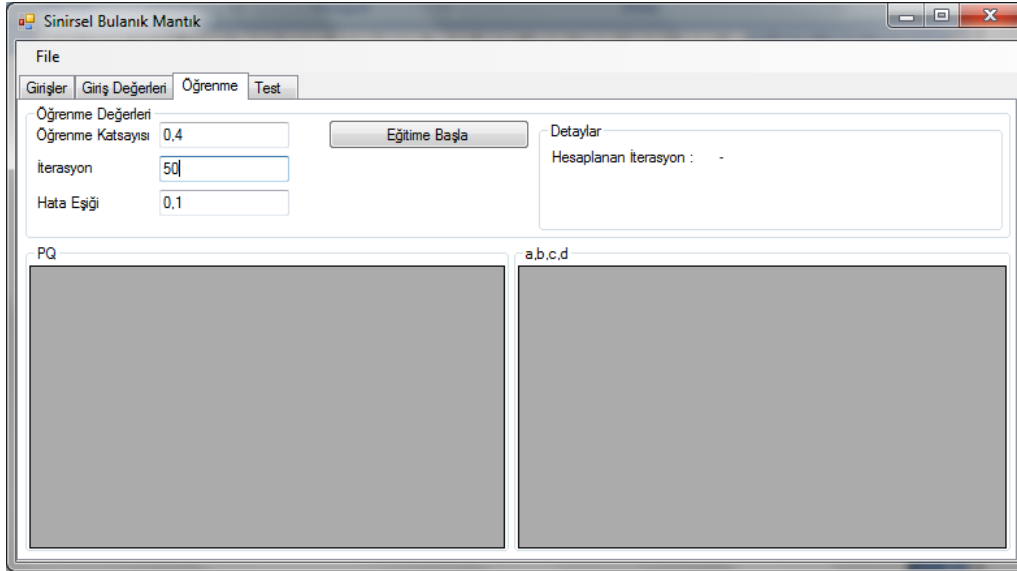
Şekil 4.12. Sinirsel bulanık mantık modeli ile risk analizi uygulaması



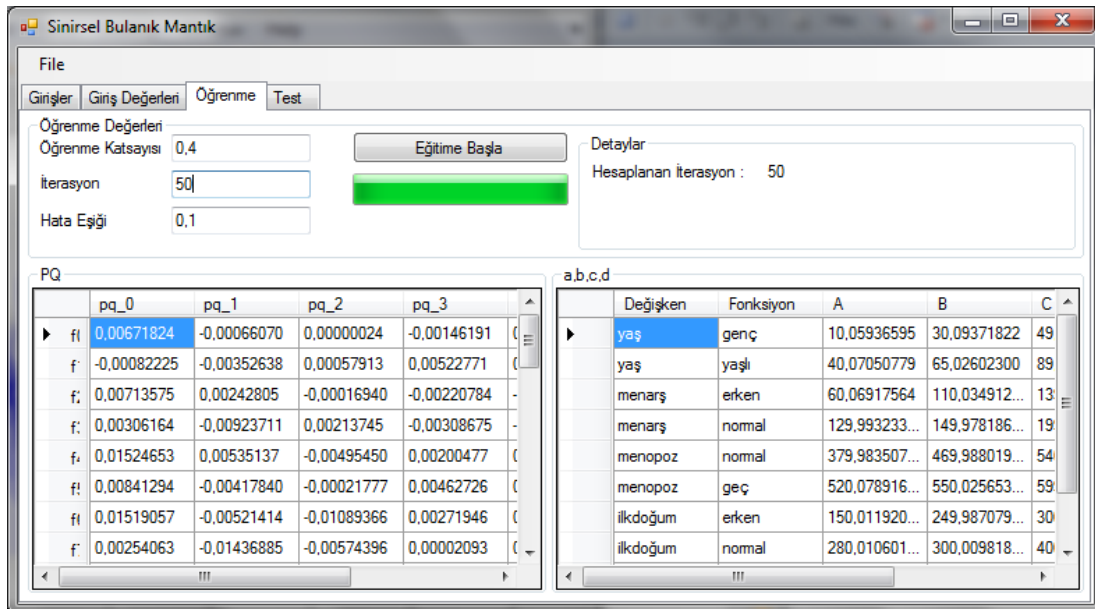
Şekil 4.13. Meme kanseri risk analizi modeli eğitim seti tanımlanması

Sistemlerin eğitim işlemi için öğrenme katsayısı 0.4 olarak belirlenmiş; 50 epok sonunda modellerin öğrenme işlemi tamamlamıştır. Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (DE*ANFIS) yöntemi öğrenme işlemi 75.86 saniyede tamamlarken; Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (E*ANFIS) yöntemi ile 77.06 saniyede, ANFIS yönteminde ise 73.10 saniyede sistemler eğitilmiştir. Modellerin eğitim süresi baz alındığında DE*ANFIS yönteminin E*ANFIS yöntemine göre daha hızlı, ANFIS yöntemine göre daha yavaş öğrendiği gözlemlenmiştir. Beş girişli sistemde p_i , q_i , r_i , s_i , t_i ve u_i bilinmeyen katsayılar olmak üzere kurallara ait

fonksiyonlar olan $f_i = p_i * \text{yaş} + q_i * \text{menarş} + r_i * \text{menopoz} + s_i * \text{ilkdoğum} + t_i * \text{genetik} + u_i$ denklemlerindeki bilinmeyen çıkış parametreleri, bölüm 2.5’de gösterilen formüller ile eğitim setindeki veriler sisteme öğrenme için sunulduğunda 50 epok sonrası belirlenmiştir.

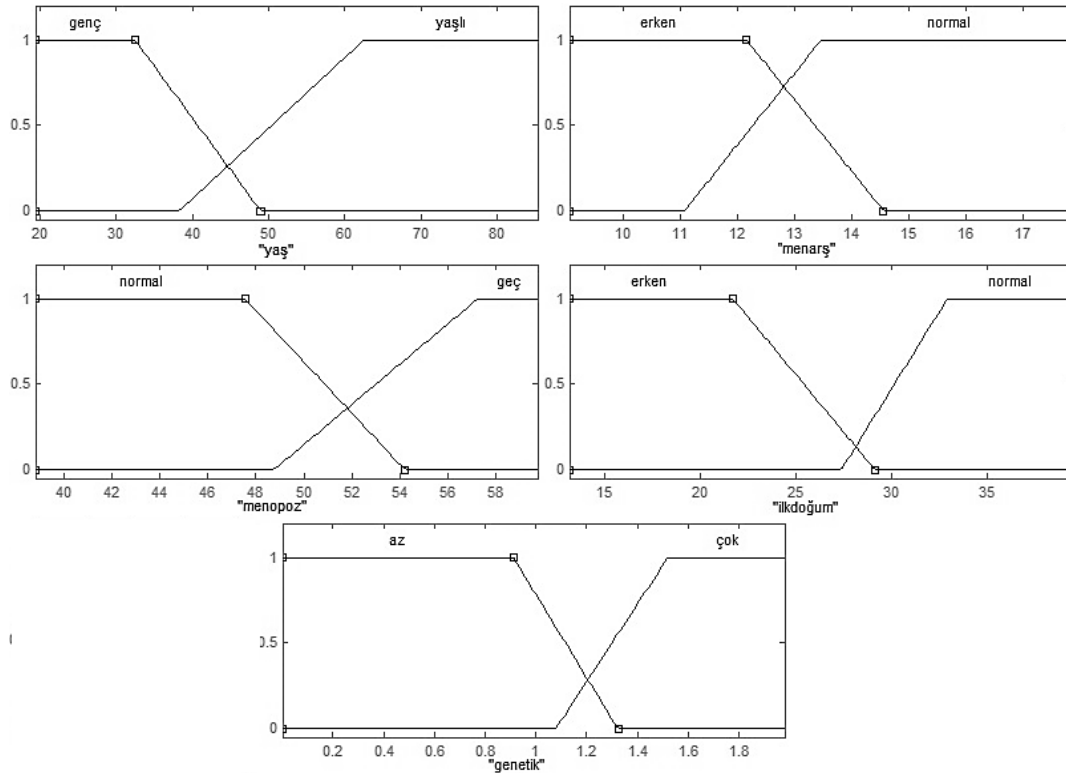


Şekil 4.14. Meme kanseri risk analizi modeli eğitim parametreleri girilmesi



Şekil 4.15. Meme kanseri risk analizi modeli parametre güncellenmesi

Sistemlerin eğitim işlemi için öğrenme katsayısı 0.4 olarak belirlenmiş; 50 epok sonunda modellerin öğrenme işlemi tamamlamıştır. Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (DE*ANFIS) yöntemi öğrenme işlemi 75.86 saniyede tamamlarken; Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (E*ANFIS) yöntemi ile 77.06 saniyede, ANFIS yönteminde ise 73.10 saniyede sistemler eğitilmiştir. Modellerin eğitim süresi baz alındığında DE*ANFIS yönteminin E*ANFIS yöntemine göre daha hızlı, ANFIS yöntemine göre daha yavaş öğrendiği gözlemlenmiştir. Beş girişli sistemde p_i , q_i , r_i , s_i , t_i ve u_i bilinmeyen katsayılar olmak üzere kurallara ait fonksiyonlar olan $f_i = p_i * \text{yaş} + q_i * \text{menarş} + r_i * \text{menopoz} + s_i * \text{ilkdoğum} + t_i * \text{genetik} + u_i$ denklemlerindeki bilinmeyen çıkış parametreleri, bölüm 2.5’de gösterilen formüller ile eğitim setindeki veriler sisteme öğrenme için sunulduğunda 50 epok sonrası belirlenmiştir. Meme kanseri risk analizi modeline ANFIS, E*ANFIS ve DE*ANFIS yöntemleri uygulanmıştır. Her üç yöntem için 616 veri eğitim setinde 408 veri ise test seti için uygulanmıştır. Modele ilk olarak ANFIS algoritması uygulanmıştır. Modelin eğitimi sonrasında giriş parametrelerinin yeni hali Şekil 4.16 ve Tablo 4.3’te verilmiştir.



Şekil 4.16. ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

Tablo 4.3. ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

	YAŞ		MENARŞ		MENOPOZ		İLKDOĞUM		GENETİK	
	genç	yaşlı	erken	normal	normal	geç	erken	normal	az	Çok
a	19,444179	38,276585	9,0632287	11,0688013	38,8345368	48,7453460	13,177	27,367	0,00236	1,0783
b	19,444179	62,495283	9,0632287	13,4632607	38,8345368	57,2360217	13,177	32,999	0,00236	1,5207
c	32,478469	85,291835	12,1569019	17,8370082	47,5362687	59,7150587	21,698	39,382	0,91172	1,97987
d	48,968358	85,291835	14,5532934	17,8370082	54,1972610	59,7150587	29,117	39,382	1,32350	1,97987

ANFIS algoritması meme kanseri risk analizi modeline uygulandığındaki çıkış parametreleri Tablo 4.4'te verilmiştir.

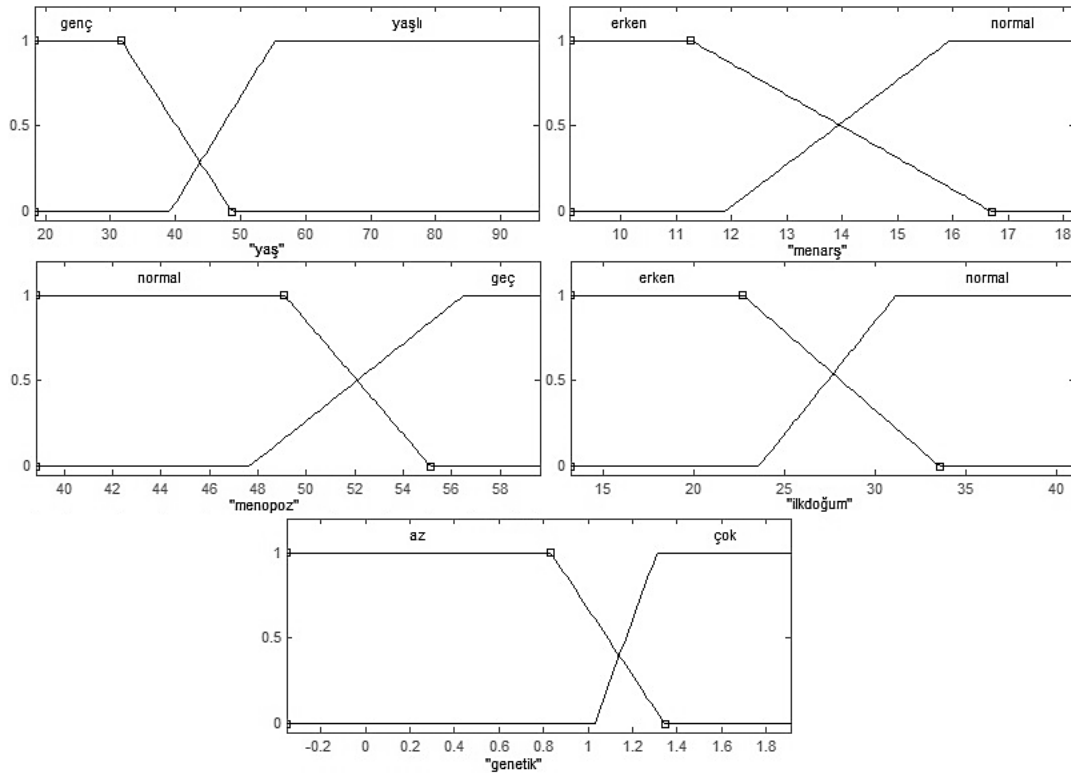
Tablo 4.4. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri

	p	q	r	s	t	u
1	0,00414758	-0,01340880	-0,00165835	-0,00206246	0,00504341	0,00414758
2	-0,04527744	-0,04940421	-0,01022855	0,00501430	-0,00634851	-0,04527744
3	-0,02011297	-0,03326632	-0,00908755	-0,00305559	-0,02040818	-0,02011297
4	0,02695407	0,05661299	-0,00327253	-0,00588359	-0,01169039	0,02695407
5	0,00332474	0,02503669	-0,00348252	0,00367968	0,00287053	0,00332474
6	0,02561376	0,02016112	-0,00887807	-0,00258795	0,00169595	0,02561376
7	0,00888581	0,05885681	-0,01486183	-0,00391981	0,02977884	0,00888581
8	0,02148870	-0,01638407	-0,00772372	-0,00597753	0,01308776	0,02148870
9	0,00723206	0,00100531	-0,00343000	0,00036856	0,00427877	0,00723206
10	-0,01901949	-0,03402306	0,00361603	-0,00198661	0,00033554	-0,01901949
11	0,02978428	-0,01791397	0,00422636	0,00277956	0,01666075	0,02978428
12	0,04524801	0,06105451	-0,00617337	-0,00135756	0,00871784	0,04524801
13	0,00870977	-0,01254414	-0,01304748	-0,00019290	0,00182995	0,00870977
14	0,01103021	0,02305468	-0,00554315	0,00941935	-0,00953029	0,01103021
15	-0,04217324	0,03832442	-0,01441846	0,00706138	0,00522182	-0,04217324
16	-0,02185761	-0,01095822	-0,00150478	0,00063025	-0,00625918	-0,02185761
17	-0,00191497	-0,00010766	-0,00333111	0,00381279	0,00963744	-0,00191497
18	-0,03309805	-0,04495471	0,01513779	0,00390167	0,00467658	-0,03309805
19	0,01319537	-0,03870154	0,00345465	-0,00948118	0,00703768	0,01319537
20	0,00473487	0,04318187	-0,00115764	0,00323451	0,00733126	0,00473487
21	0,00283681	0,02968463	0,01028667	-0,00103109	0,00307157	0,00283681
22	0,01555381	0,02795668	0,01860686	0,00051575	-0,01420069	0,01555381

Tablo 4.4. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

23	0,01216383	0,09204658	-0,00824973	0,00224789	-0,00018188	0,01216383
24	-0,02612392	-0,00557369	-0,00230068	0,00197528	-0,01232969	-0,02612392
25	0,00844878	-0,00398047	-0,00024208	0,00064510	0,00114988	0,00844878
26	-0,01159833	-0,00742361	-0,00970443	0,00151161	-0,00093840	-0,01159833
27	0,04203293	-0,00283078	-0,00518045	0,00511154	-0,00844972	0,04203293
28	-0,00406939	0,01679269	0,00032944	-0,00212802	-0,01964444	-0,00406939
29	0,00105981	0,01046150	-0,00170629	0,00000235	0,01072555	0,00105981
30	0,00438120	0,02527518	-0,02145833	0,00479394	0,00867022	0,00438120
31	0,01094668	0,03120454	0,00019171	-0,00260128	-0,00548669	0,01094668
32	0,02971264	-0,00887114	0,00089148	0,00535595	-0,00106312	0,02971264

Meme kanseri risk uygulaması modeline E*ANFIS yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntem uygulandıktan sonra güncellenen giriş parametreleri Şekil 4.17 ve Tablo 4.5.'te verilmiştir.



Şekil 4.17. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

Tablo 4.5. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

	YAŞ		MENARŞ		MENOPOZ		İLKDOĞUM		GENETİK	
	genç	yaşlı	erken	normal	normal	geç	erken	normal	az	Çok
a	18,33932	39,17459	9,09537726	11,882363	38,837055	47,6514	13,1929	23,5697	-0,35446	1,027892
b	18,33932	55,29196	9,09537726	15,945588	38,837055	56,5030	13,1929	31,1526	-0,35446	1,309704
c	31,62448	95,8060	11,2627892	18,202999	49,084733	59,6356	22,6994	40,9951	0,832187	1,910088
d	48,73917	95,8060	16,7007873	18,202999	55,134529	59,6356	33,5574	40,9951	1,344750	1,910088

Eğitim sonlandıktan sonra bu yöneme ait olan çıkış parametreleri Tablo 4.6'da verilmiştir.

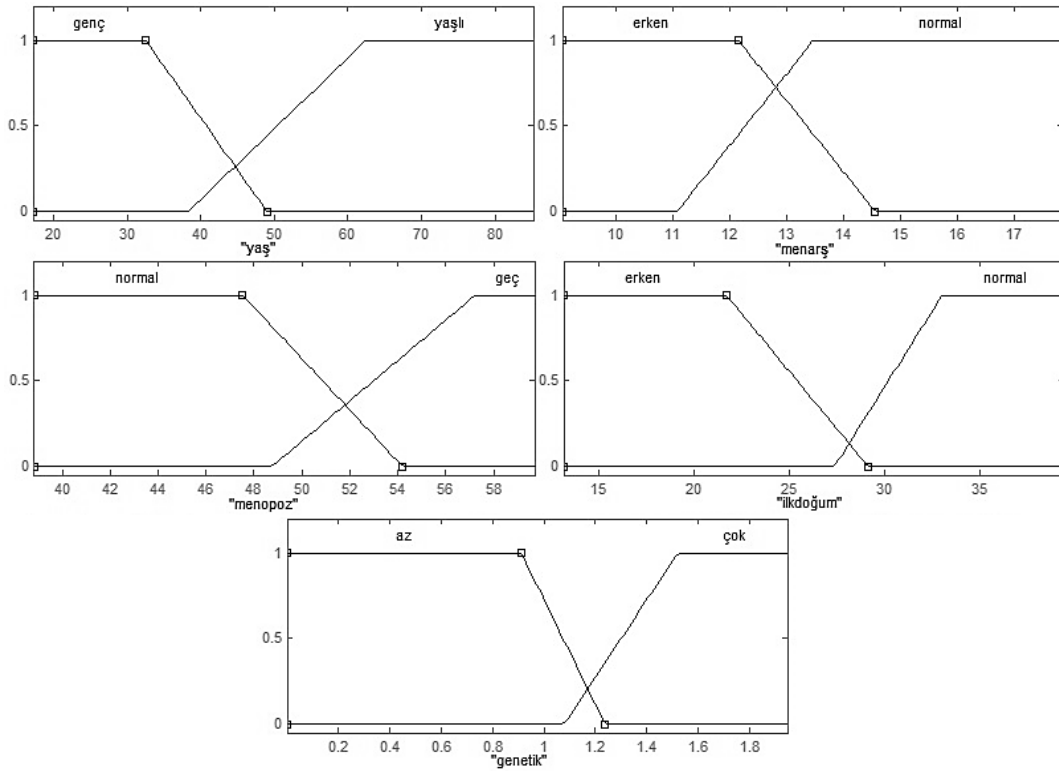
Tablo 4.6. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri

	p	q	r	s	t	u
1	0,03136159	-0,00123066	-0,00273352	0,00501476	-0,00136985	0,50722470
2	-0,01414157	-0,02032145	-0,00583900	0,00012615	-0,00570930	8,75150061
3	-0,00521405	0,00995870	-0,00398752	0,00210200	0,00375179	0,73714638
4	0,00727386	-0,00636085	0,00237249	0,00656551	0,01291904	-1,98800772
5	-0,02118010	-0,00614447	-0,00301276	-0,00818722	0,00473912	5,54781970
6	0,00748565	-0,00176321	0,00011067	0,00751622	-0,00945890	2,02654942
7	-0,00715968	-0,02753976	-0,02074681	-0,01681248	0,00429927	20,46794441
8	0,01698020	-0,04594184	0,00980750	0,01102818	-0,01569805	1,03269839
9	-0,01072511	0,00480214	0,00394900	-0,00541655	0,00785639	-0,28954267
10	0,02920349	0,01008394	-0,00218036	-0,00045512	0,00976599	-1,02789088
11	0,00039797	-0,00288148	0,00635028	0,00029597	0,00254326	-1,36543751
12	0,02648845	-0,02622412	0,00084819	-0,01063075	-0,00533810	9,08581831
13	0,02932639	-0,00999857	-0,00413016	0,00495710	0,00589698	2,36994081
14	0,00137937	-0,01198490	-0,01743129	0,00558165	0,00224500	12,08858665
15	0,05397638	-0,05363689	0,01196360	0,00398678	0,00094784	0,98225220
16	0,00373717	0,00933146	-0,01403214	-0,00315818	0,00670278	8,21086339
17	0,00079616	-0,00901721	0,00732344	0,00301086	0,00633545	-2,04948273
18	-0,01621407	0,00570755	0,00311086	0,00790732	-0,01073983	0,90089626
19	-0,01513454	0,01334590	0,00503280	0,00274837	-0,00051491	-1,42950337
20	-0,00538847	0,01181313	0,00472619	0,00384046	-0,00146787	-1,23502610
21	0,00302182	0,00571223	0,01094956	0,00015429	0,00555148	-5,34342570

Tablo 4.6. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

22	-0,00222174	-0,01843796	-0,00141187	-0,00424648	-0,01081774	8,77490842
23	0,01436201	-0,00867342	-0,00187676	0,00466623	-0,00468269	2,95232273
24	0,00624339	-0,01082005	0,00975323	0,00099461	0,00345374	-2,73833864
25	0,01204994	-0,00256564	0,00364119	0,00634408	0,00770175	-2,59918995
26	0,01007279	0,00088448	0,00161286	0,00848335	0,00903415	-2,79611735
27	0,01952837	-0,00779333	0,00760850	-0,00553826	0,00094982	-0,25562571
28	-0,00451161	-0,00233824	0,00201656	0,01079255	-0,00775366	0,13730416
29	0,00267741	0,00468422	0,01106826	0,00257952	0,00411286	-5,70458523
30	0,02694043	-0,01111054	0,00848136	-0,00122960	0,01617290	-4,27893376
31	0,02944140	0,01116173	0,00765212	0,00024419	0,00979875	-5,78708743
32	0,00787099	-0,00365503	0,00802308	-0,00157003	-0,00793923	0,62323921

Son olarak meme kanseri risk uygulaması modeline önerilen yöntem olan DE*ANFIS yöntemi uygulanmıştır. Yöntem modele uygulandığında eğitim sonunda güncellenen giriş parametreleri Şekil 4.18 ve Tablo 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.18. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

Tablo 4.7. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

	YAŞ		MENARŞ		MENOPOZ		İLKDOĞUM		GENETİK	
	genç	yaşlı	erken	normal	normal	geç	erken	normal	az	çok
a	17,16101	38,27162	9,05755433	11,0687348	38,8429374	48,747	13,17711	27,35929	0,001714	1,077921
b	17,16101	62,49844	9,05755433	13,4631676	38,8429374	57,23288	13,17711	32,99894	0,001714	1,521054
c	32,46677	85,21798	12,1455938	17,8354765	47,5348099	59,71068	21,69775	39,38286	0,912628	1,945795
d	48,99357	85,21798	14,5516957	17,8354765	54,1961341	59,71068	29,12209	39,38286	1,238286	1,945795

Yöntem meme kanseri risk analizi modeline uygulandığındaki çıkış parametreleri Tablo 4.8’de verilmiştir.

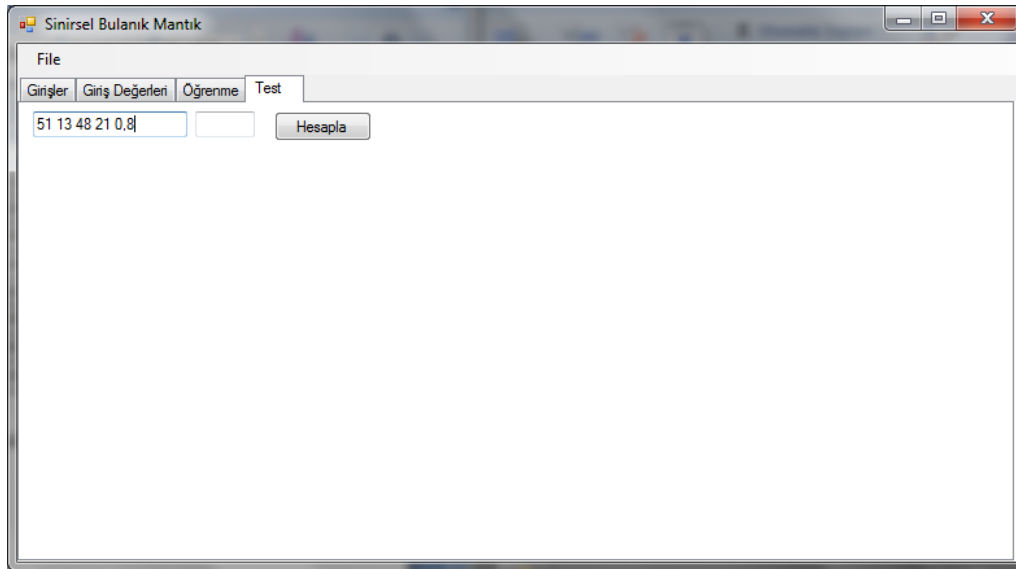
Tablo 4.8. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri

	p	q	r	s	t	u
1	0,00414880	-0,01287278	-0,00180055	-0,00162890	0,00550679	3,27560368
2	-0,02924891	-0,07675290	-0,00779406	0,00293017	-0,00812241	15,61078632
3	-0,01364053	-0,04044702	-0,00631435	-0,00151449	-0,01785425	10,03252304
4	-0,02176077	0,06885828	-0,00729951	-0,00675286	-0,02314963	5,39596629
5	0,00313445	0,02217932	-0,00363324	0,00299491	0,00283873	-0,31728952
6	0,00911619	0,03075762	-0,00690932	-0,00064142	-0,00104880	2,77181850
7	-0,00727254	0,06211990	-0,01605283	-0,00300813	0,03097940	3,01689502
8	0,00472535	-0,04755026	-0,02233402	-0,01543008	0,00639628	24,50143690
9	0,00741593	0,00288099	-0,00354436	0,00039700	0,00461517	1,59159403
10	-0,00885245	-0,04563527	0,00325563	0,00013018	0,00262922	7,33569063
11	0,01180538	-0,01885276	0,00227732	0,00113783	0,01363728	1,81012651
12	0,02791267	0,05979931	-0,00124243	0,00017574	0,00753504	-8,44196663
13	0,00632616	-0,01406279	-0,01304123	0,00029417	0,00160164	9,90961630
14	0,00973079	0,02357169	-0,00473218	0,00576781	-0,01012283	0,93448903
15	-0,00382350	0,03820764	-0,01660232	0,00378217	0,00363919	2,98915354
16	0,01276427	-0,01548714	0,00919836	0,00609806	-0,00275855	-2,69293899
17	-0,00139148	0,00037484	-0,00345426	0,00368259	0,00984763	1,30623074
18	-0,03332604	-0,04528363	0,01450505	0,00418042	0,00634348	1,32852594
19	0,01415915	-0,03970961	0,00314349	-0,00941624	0,00666245	6,66698594
20	0,00080658	0,04350910	-0,00286610	0,00294927	0,00741469	-2,77523908
21	0,00260902	0,02947364	0,01012801	-0,00097029	0,00310830	-6,91682216
22	0,01489285	0,02769510	0,01864037	0,00037513	-0,01480690	-9,18433324

Tablo 4.8. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

23	0,00997232	0,09186587	-0,00809578	0,00267019	-0,00061642	-4,32683675
24	-0,02712796	-0,00544628	-0,00339313	0,00206853	-0,01233775	8,55728548
25	0,00821651	-0,00377855	-0,00023674	0,00069816	0,00107350	0,95418902
26	-0,01029954	-0,00628711	-0,00935504	0,00118747	-0,00072619	7,72473135
27	0,03977620	-0,00335795	-0,00445804	0,00511345	-0,00792879	1,13411379
28	-0,00428300	0,01764801	0,00074624	-0,00239920	-0,02005192	4,07658154
29	0,00041153	0,01059952	-0,00198885	0,00008145	0,01055366	0,98581613
30	0,00525389	0,02493829	-0,02152142	0,00523384	0,00867206	8,27000257
31	0,01659952	0,02956653	0,00141587	-0,00230762	-0,00431916	-2,85295316
32	0,03211425	-0,01021905	0,00212750	0,00514875	-0,00059908	-0,46867846

Meme kanseri risk analizi modeline üç yöntemde uygulandıktan sonra test seti üç yöntem içinde uygulanmıştır (Şekil 4.19, Şekil 4.20).



Şekil 4.19. Meme kanseri risk analizi modeli test paneli

Test setinde bulunan 408 verinin üç yöntem için sonuçlarının karşılaştırması grafiği Şekil 4.21’de, doğrulama tablosu Tablo 4.9’da verilmiştir. Karşılaştırma grafiğinde gerçek çıkışta belirtilen 1 değerinin karşılığı sağlıklı; 2 değerinin karşılığı verilerin giriş anında sağlıklı olup daha sonrasında ilgili kanser tipi için tanı koyulan; 3 değerinin karşılığı ise tanı koyulmuş hasta anlamındadır.

Meme Kanseri Risk Analizi

Bilgiler

Cinsiyet:

Yaş:

Genetik :

Ailenizde Meme Kanseri Geçmiş Olan Var mı?

Yok Var

Anne-Baba-Kardeş Diğer Uzak Akraba

Teyze-Hala-B.Anne Bilmiyorum

Kuzen-Yeğen

Menarş Yaşı:

Menopoz Yaşı: Yok Var

İlk Doğum Yaşı: Yok Var

ANFIS - Meme Kanseri - Risk Sonucu Hesapla

E*ANFIS - Meme Kanseri - Risk Sonucu Hesapla

DE*ANFIS - Meme Kanseri - Risk Sonucu Hesapla

Risk Sonucu AŞIRI RİSKLİ

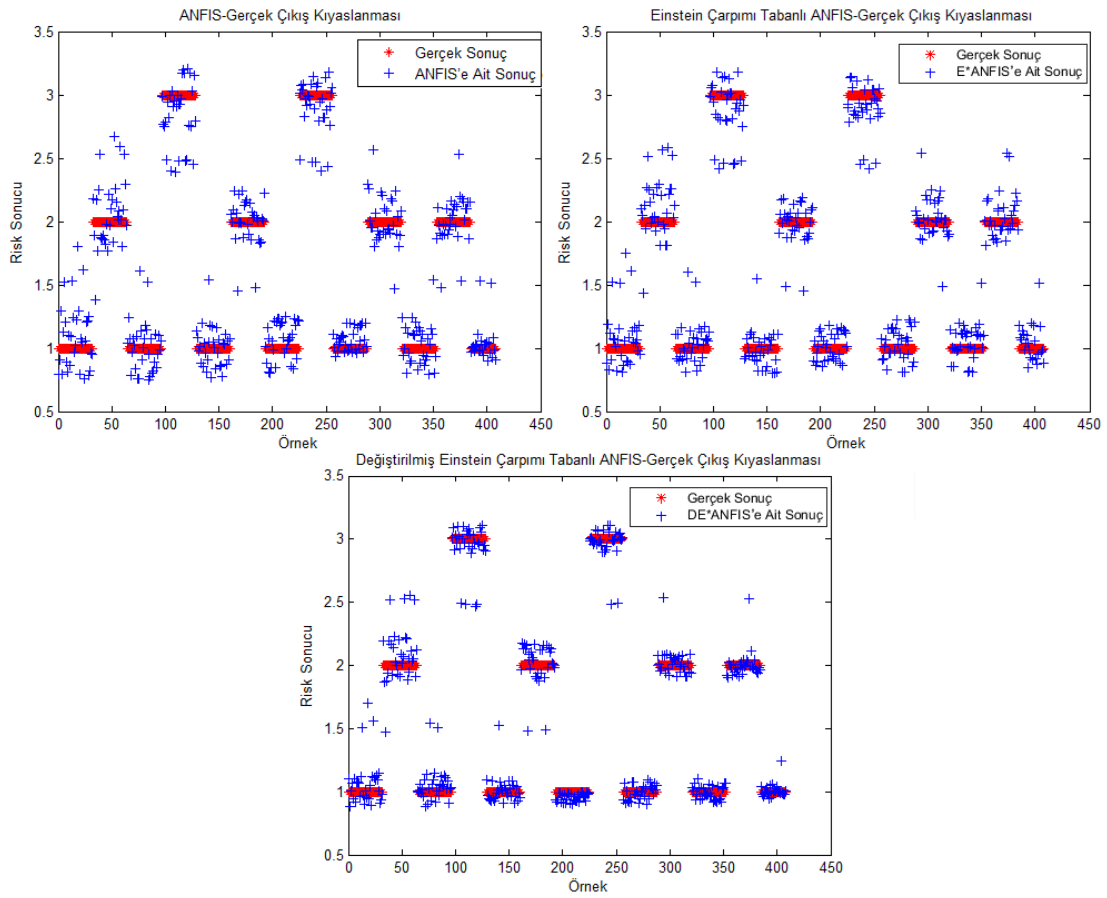
2,5858186 ANFIS

86,19395333333333 %

Küme Değeri 0,3096976666666666

0-0,0236356666666674-0,3096976666666666

Şekil 4.20. Meme kanseri risk analizi modeli sonuç arayüzü



Şekil 4.21. Meme kanseri risk analizi karşılaştırma grafiği

Tablo 4.9. Doğruluk ölçüm tablosu

	ANFIS	E*ANFIS	DE*ANFIS
MSE	0,042771688	0,03544542	0,0196038
RMSE	0,206813172	0,18826954	0,14001357
MAE	0,149454031	0,133932362	0,08251883
MAPE	0,102169914	0,090861137	0,05344041
RKARE	0,922094056	0,935575065	0,96444823
PI	0,006291297	0,005727196	0,004259240

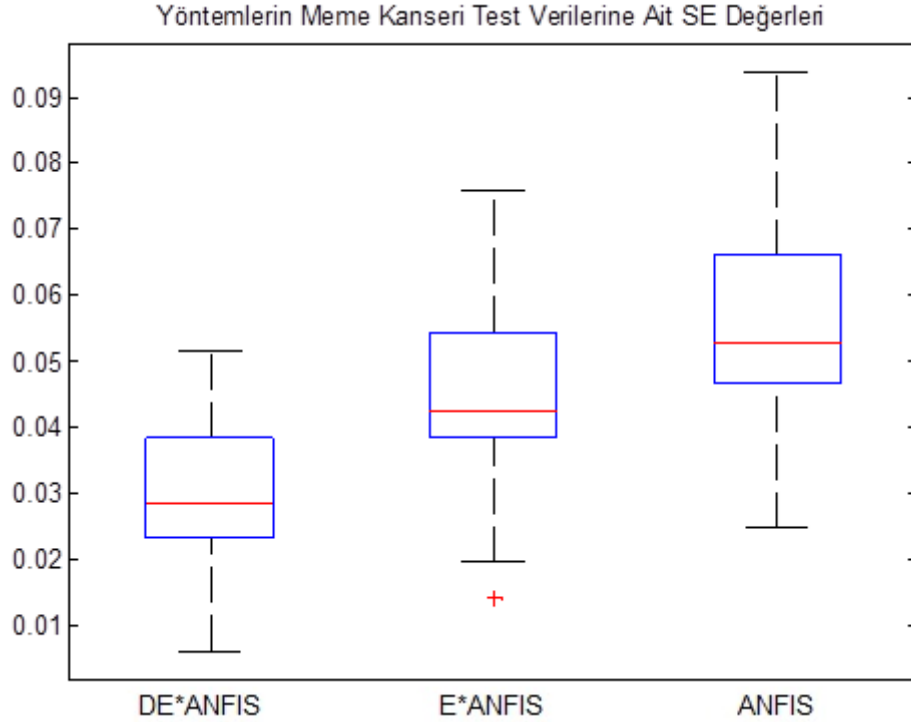
Sonuçların istatistiksel analizinde doğruluk oranına bakmak için modelin verdiği sonuç ile gerçek sonuç karşılaştırılmıştır. Radyasyon Onkolojisi Kliniği'nden meme kanseri için alınan verilerin 616 tanesi sinirsel bulanık modelleme verisi olarak kullanılırken, geriye kalan 408 veri ise test verisi olarak kullanılmıştır. Önerilen metot ile oluşturulan ve meme kanseri için risk analizi yapan sinirsel bulanık mantık modeli yazılımında ilgili kanser tipi için elimizde bulunan hasta ve sağlıklı kişilerin bilgileri sisteme girilerek sonuçlar gözlemlenmiştir. Test setinde kullanılan toplam 408 veri için ANFIS yöntemi %91.66, E*ANFIS yöntemi %92.64 ve DE*ANFIS yöntemi %94.85 oranında doğruluk performansı hesaplanmıştır.

Doğruluk ölçüm tablosu ortaya çıkartıldıktan sonra probleme uygulanan her üç yöntem için MSE değerlerine karşılık karesel hatalarına ait Box&Whisker grafiği test verileri için çizdirilmiştir (Şekil 4.22). Bu grafikte de en iyi yakınsamayı Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (DE*ANFIS) yöntemin verdiği göstermektedir.

Daha sonra oluşturulan modelin sadece elimizde bulunan verilere bağlı kalıp kalmadığını kontrol etmek amacıyla online anket sitesi olan Surveey.com sitesi üzerinde meme kanseri risk analizi anketi oluşturulmuştur (Şekil 4.23).

Anket sitesine ait adres üzerinden toplam 188 veri elde edilmiştir [279]. Anket yoluyla elde edilen verilerin 97 adedi meme kanseri tanısı konulmuş; 91 adet veri ise sağlıklı kişilere ait olan verilerden oluşmuştur. 188 anket verisine her üç yöntem uygulandığında ANFIS yöntemi %92.02, E*ANFIS yöntemi %93.61 ve DE*ANFIS

yöntemi %95.21 oranında doğruluk oranına sahip olmuşlardır. Anket yoluyla elde edilen verilere yöntemler uygulandığında, elde edilen doğruluk tablosu Tablo 4.10'da gösterilmiştir.



Şekil 4.22. Yöntemlerin SE değerlerinin grafiği

Tablo 4.10. Anket verilerine ait doğruluk ölçüm tablosu

	ANFIS	E*ANFIS	DE*ANFIS
MSE	0,17805774	0,142510017	0,110442503
RMSE	0,42196889	0,377504989	0,332328908
MAE	0,29754731	0,275812872	0,23589392
MAPE	0,1767839	0,163813592	0,141529854
RKARE	0,79471465	0,838923697	0,875452649
PI	0,013975232	0,012502627	0,011006436

Elde edilen sonuçlar hedeflenen sonuçlar ile karşılaştırılarak yöntemlerin doğruluk oranlarına ve Tablo 4.10'daki doğruluk ölçüm değerlerine bakıldığında; bu problem için DE*ANFIS yönteminin ANFIS ve E*ANFIS yöntemlerine göre daha iyi sonuca ulaştığı görülmüştür.

Kanser Risk Analizi - Meme Kanseri

Lütfen yaşınızı giriniz

Lütfen menarş döneminin ilk başladığı yaşınızı giriniz.

Lütfen menopoza girdiğiniz yaşı giriniz. (Henüz girmediyse 0 olarak yazınız)

Doğum yaptıysanız ilk doğum yaşınızı lütfen giriniz. (Doğum yapmadıysanız lütfen 0 değerini giriniz)

Ailenizde meme kanseri geçmişi olan var mı?

Yok

Anne-Baba-Kardeş

Teyze-Hala-Büyükanne

Kuzen-Yeğen

Diğer uzak akraba

Bilmiyorum

Lütfen ilk satırda yaşadığınız şehri, ikinci satırda doğduğunuz şehri, son satırda ise meme kanseri konusunda rahatsızlığınız olup olmadığını yazınız. Örneğin; İstanbul Kocaeli Sağlıklı

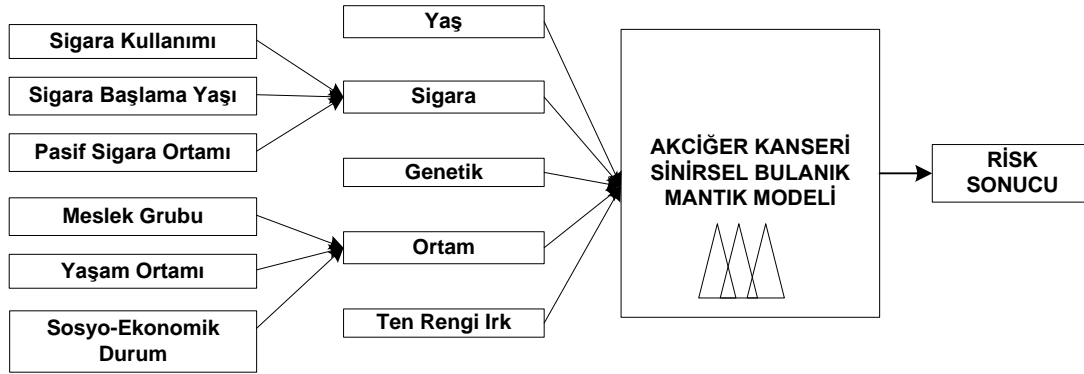
[Surveey.com](https://www.surveeey.com)

Şekil 4.23. Meme kanseri risk analizi anket

4.2. Akciğer Kanseri Risk Analizi

Akciğer kanseri hastalığının risk etmenleri, bu konu hakkındaki uzman görüşleri alınıp, literatür çalışmalarıyla belirlendikten sonra sinirsel bulanık mantık modelinin tasarımına başlanılmıştır ve akciğer kanseri için sinirsel bulanık mantık modeli geliştirilmiştir. Akciğer kanseri risk analizi modelinde yaş, ten durumu, sigara kullanımı, sigara başlama yaşı, pasif sigara ortamı, meslek durumu, yaşam ortamı, genetik durum, sosyoekonomik durum ve beslenme alışkanlığı uzman görüşleri alınarak ve kanser riskleri üzerine yapılan bilimsel çalışmalar incelenerek akciğer kanseri riski için etmen olarak belirlenmiştir. Sigara kullanımı, sigaraya başlama yaşı ve pasif sigara ortamı sigara girişini; sosyoekonomik durum, meslek grubu ve yaşam

ortamı ise ortam girişimini oluşturmaktadır. Girişlerden alınan verilerin çıkış sonucu olarak kişinin bu kanser tipine risk durumu model içerisinde analiz edilmiştir (Şekil 4.24).



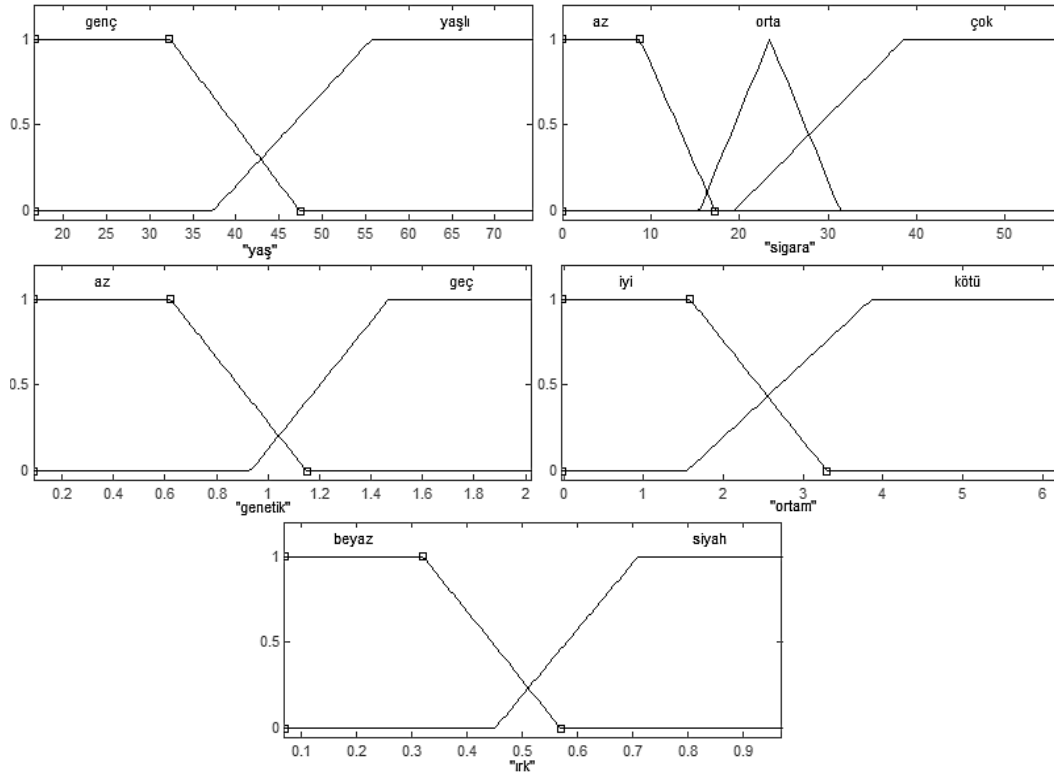
Şekil 4.24. Akciğer kanseri risk analizi sinirsel bulanık mantık modeli

Bu girişler için Matlab üzerinde genfis3 fonksiyonu ile girişlerin üyelik fonksiyonları ve kural tabanı oluşturulmuştur. Akciğer kanseri risk analizi modelinin giriş parametrelerinin üyelik fonksiyonlarının genfis3 fonksiyonu ile oluşturulan ilk durumu Şekil 4.25'te ve Tablo 4.11'de verilmiştir.

Meme kanseri için uzman görüşleri ve literatür araştırması sonucu risk etmenleri belirlenip genfis3 yardımı ile başlangıç bulanık sistemi belirlendikten sonra uygulama geliştirilmiştir.

Tablo 4.11. Akciğer kanseri risk analizi modeli eğitim öncesi giriş parametreleri

	YAŞ		SİGARA			GENETİK		ORTAM		IRK	
	genç	yaşlı	Az	orta	çok	az	çok	iyi	kötü	Beyaz	siyah
a	16,7	37,28	-0,02	15,42	19,29	0,09	0,93	-0,02	1,54	0,07	0,45
b	16,7	55,74	-0,02	23,4	38,6	0,09	1,47	-0,02	3,86	0,07	0,71
c	32,2	74,28	8,73	31,39	56,1	0,62	2,02	1,58	6,21	0,32	0,97
d	47,4	74,28	17,25		56,1	1,15	2,02	3,3	6,21	0,57	0,97



Şekil 4.25. Akciğer kanseri risk analizi modeli eğitim öncesi giriş parametreleri

Sisteme girilecek olan yaş, sigara kullanımı, sigara başlama yaşı, pasif sigara ortamı, meslek grubu, yaşam ortamı, genetik durum, ekonomik durum ve ten rengi durumuna göre yazılım içerisinde bir değere sahip olan giriş değerleri ilgili denklemlerle üç yöntem için de hesaplanmaktadır.

Akciğer kanseri için risk faktörlerinden ilki yaştır. Görülme sıklığı yaşla birlikte artar. Hastaların çoğu 50-70 yaş grubundadır [103]. Yazılımda kişinin yaş bilgisinin girilmesi istenmektedir (Şekil 4.26).

Yaş :

Şekil 4.26. Akciğer kanseri risk analizi yazılımı – yaş girme ekranı

Sigara, akciğer kanserinin en önemli risk faktörüdür. Sigara ve akciğer kanseri arasındaki ilişki dünya çapındaki epidemiyolojik çalışmalarla da kanıtlanmıştır [104]. Yazılımda kişiye sunulan seçeneklere göre gün bazında sigara kullanım miktarını

seçmesi istenmektedir. Seçilen sigara kullanımına göre yazılım içerisinde bir değer giriş olarak alınacaktır (Şekil 4.27).

Sigara içme süresi ve sigaraya başlama yaşı kanser gelişimini etkiler [110]. Bu nedenle sigara başlama yaşı ve süresi akciğer kanseri için risk etkenlerinden biridir.

Yazılımda kişi eğer sigara kullanımı bilgilerinde hiç kısmını işaretlememişse sigara başlama yaşı bilgisinin girilmesi istenmektedir. Kişinin girdiği yaş değeri ile sigaraya başlama yaşı için girilen değer formülize edilerek yazılım içerisinde bir değer giriş olarak alınacaktır. Akciğer kanseri için bir diğer risk faktörü kişilerin pasif sigara ortamı durumunda kalınmasıdır. Pasif sigara içiminde akciğer kanseri riski 3.5 kat artmıştır. Çünkü etrafa yayılan sigara dumanında tüm karsinogenler aynen bulunur ve sigara filtresinden de geçmediğinden çok daha yoğundur [110-111]. Yazılımda kişiye sunulan seçeneklere göre kişinin yaşam ortamındaki pasif sigara ortamı durumunu seçmesi istenmektedir (Şekil 4.27). Seçilen pasif sigara ortamı durumuna göre yazılım içerisinde bir değer giriş olarak alınacaktır. Sigara kullanımı, sigara başlama yaşı ve pasif sigara ortamı için girilen değerler toplanarak sigara etmeni için giriş olarak kullanılacaktır (Şekil 4.27).

The image shows a web-based form for lung cancer risk analysis. It is divided into two main sections. The first section, titled 'Sigara Kullanımı : Sigara Kullanımınız - Gün Bazında', contains five radio button options: 'Hiç', '1-2 Dal', 'Yarım Paket', 'Bir Paket', and '2 Paket ve Fazlası'. To the right of this section is a text input field labeled 'Sigara Başlama Yaşı :'. The second section, titled 'Pasif Sigara Ortamı : Yaşam ortamınızda sigara içiliyor mu?', contains six radio button options: 'Hayır', 'Sadece Ev', 'Sadece İş', 'Sadece Arkadaş', 'Çalışma ve Arkadaş Ortamı', and 'Tüm Ortamlar'.

Şekil 4.27. Akciğer kanseri risk analizi yazılımı - sigara

Kalıtsal faktörler de akciğer kanseri gelişiminde araştırılmış ve birinci derece akrabalarında kanser olanlarda akciğer kanseri riski 2.4 kat artmış bulunmuştur [113-114]. Bu sebepten dolayı genetik durum akciğer kanseri için risk faktörleri arasında gösterilmektedir.

Yazılımda kişinin ailesinde akciğer kanseri hastalığı geçmişi olan birinin olup olmadığı sorulmakta; eğer var ise akciğer kanseri geçmişi olan kişiyle akrabalık

durumlarının seçilmesi istenmektedir. Seçilen genetiklik durumlarına göre yazılım içerisinde sayısal bir değer giriş olarak alınarak, model için hesaplama yapılmaktadır (Şekil 4.28).

Genetik : Ailenizde Akciğer Kanseri Geçmiş Olan Var Mı?

Yok Var

Anne-Baba-Kardeş B.Anne-A.Anne-Dede

Teyze-Hala-Amca-Dayı Kuzen-Yeğen

Diğer Uzak Akraba Bilmiyorum

Şekil 4.28. Akciğer kanseri risk analizi yazılımı – genetik

Akciğer kanseri için mesleki durum risk faktörlerinden biridir. Akciğer kanseri gelişiminin erkeklerde %15, kadınlarda %5 oranında mesleki durum sorumlu tutulmuştur [112].

Yazılımda kişi masa başı, riskli saha, riskli işçi, temiz saha ve temiz işçi çalışma tiplerinden kendi için uygun olanı seçmesi gerekmektedir.. Kişinin seçtiği meslek çalışma tipi yazılım içerisinde sayısal bir değer alıp giriş olarak tutulmaktadır (Şekil 4.29).

Hava kirliliği akciğer kanserlerinin %1 kadarından sorumlu tutulmaktadır. Kentlerde yaşayanlarda risk 1.2-2.3 kat daha fazladır [113]. Bu sebeple yaşam ortamı akciğer kanseri için risk etmenlerinden biridir.

Yazılımda kişi kendi yaşam ortamı için uygun olan bahçe ormanlık, deniz kenarı, fabrika yerleşkesi, şehir merkezi, dağ evi ve şehir site yaşam ortamlarından birini seçmesi gerekmektedir. Kişinin seçtiği yaşam ortamı tipi yazılım içerisinde bir değer alıp giriş olarak tutulmaktadır (Şekil 4.29).

Sosyoekonomik durumu kötü olanlarda akciğer kanseri riski 2-6 kat fazladır [116]. Bu nedenle sosyoekonomik durum akciğer kanseri için risk etmenlerinden biri olarak kabul görmektedir. Yazılımda kişi, kendi ekonomik durumuna uygun olan maaş aralığını seçmesi gerekmektedir (Şekil 4.29). Meslek grubu, yaşam ortamı ve

sosyoekonomik grup için girilen değerler toplanarak ortam için giriş olarak kullanılacaktır. Ortam girişi için 2 farklı küme oluşturulmuştur (Şekil 4.29).

Şekil 4.29. Akciğer kanseri risk analizi yazılımı - ortam

Akciğer kanseri için risk etmenlerinden biri ten rengi durumudur. Ten rengi durumuna göre siyah ırkta beyaz ırka göre daha fazla görülür [108]. Yazılımda kişinin kendine uygun ten renginin seçilmesi istenmektedir (Şekil 4.30).

Şekil 4.30. Akciğer kanseri risk analizi yazılımı - ten rengi ırk

Akciğer kanseri risk analizi modeli için giriş ve üyelik fonksiyonları belirlendikten sonra akciğer kanseri oluşumu hakkında yapılan bilimsel çalışmalar, modelleme verileri ve uzman görüşünün ışığında oluşturulan sinirsel bulanık mantık (SBM) modeli için genfis3 fonksiyonu yardımı ile 48 kural belirlenmiştir. Örnek kurallar Tablo 4.12’de verilmiştir. Sistemlerin eğitim işlemi için öğrenme katsayısı 0.4 olarak belirlenmiş; 50 epok sonunda modellerin öğrenme işlemini tamamlamıştır. DE*ANFIS yöntemi öğrenme işlemini 90.46 saniyede tamamlarken; E*ANFIS yöntemi ile 93.32 saniyede, ANFIS yönteminde ise 86.83 saniyede sistemler eğitilmiştir. Modellerin eğitim süresi baz alındığında Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (DE*ANFIS) yönteminin Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (E*ANFIS) yöntemine göre daha hızlı, ANFIS yöntemine göre daha yavaş öğrendiği gözlemlenmiştir.

Beş girişli sistemde p_i , q_i , r_i , s_i , t_i ve u_i bilinmeyen katsayılar olmak üzere kurallara ait fonksiyonlar olan $f_i = p_i * \text{yaş} + q_i * \text{sigara} + r_i * \text{genetik} + s_i * \text{ortam} + t_i * \text{ten rengi} + u_i$ denklemlerindeki bilinmeyen çıkış parametreleri, eğitim setindeki veriler sisteme öğrenme için sunulduğunda 50 epok sonrası belirlenmiştir.

Tablo 4.12. SBM akciğer kanseri risk analizi modeli örnek kurallar

Akciğer Kanseri Risk Analizi Modeli Örnek Kurallar
$f_i = p_i * \text{yaş} + q_i * \text{sigara} + r_i * \text{genetik} + s_i * \text{ortam} + t_i * \text{ten rengi} + u_i$
Yaş= Genç & Sigara=Az & Genetik=Az & Ortam=İyi & Ten Rengi=Beyaz → $f_1 = p_1 * \text{yaş} + q_1 * \text{sigara} + r_1 * \text{genetik} + s_1 * \text{ortam} + t_1 * \text{ten rengi} + u_1$
Yaş= Genç & Sigara=Az & Genetik=Az & Ortam=Kötü & Ten Rengi=Siyah → $f_4 = p_4 * \text{yaş} + q_4 * \text{sigara} + r_4 * \text{genetik} + s_4 * \text{ortam} + t_4 * \text{ten rengi} + u_4$
Yaş= Genç & Sigara=Orta & Genetik=Az & Ortam=Kötü & Ten Rengi=Beyaz → $f_{12} = p_{12} * \text{yaş} + q_{12} * \text{sigara} + r_{12} * \text{genetik} + s_{12} * \text{ortam} + t_4 * \text{ten rengi} + u_{12}$
Yaş= Yaşlı & Sigara=Çok & Genetik=Çok & Ortam=Kötü & Ten Rengi=Siyah → $f_{48} = p_{48} * \text{yaş} + q_{48} * \text{sigara} + r_{48} * \text{genetik} + s_{48} * \text{ortam} + t_{48} * \text{ten rengi} + u_{48}$

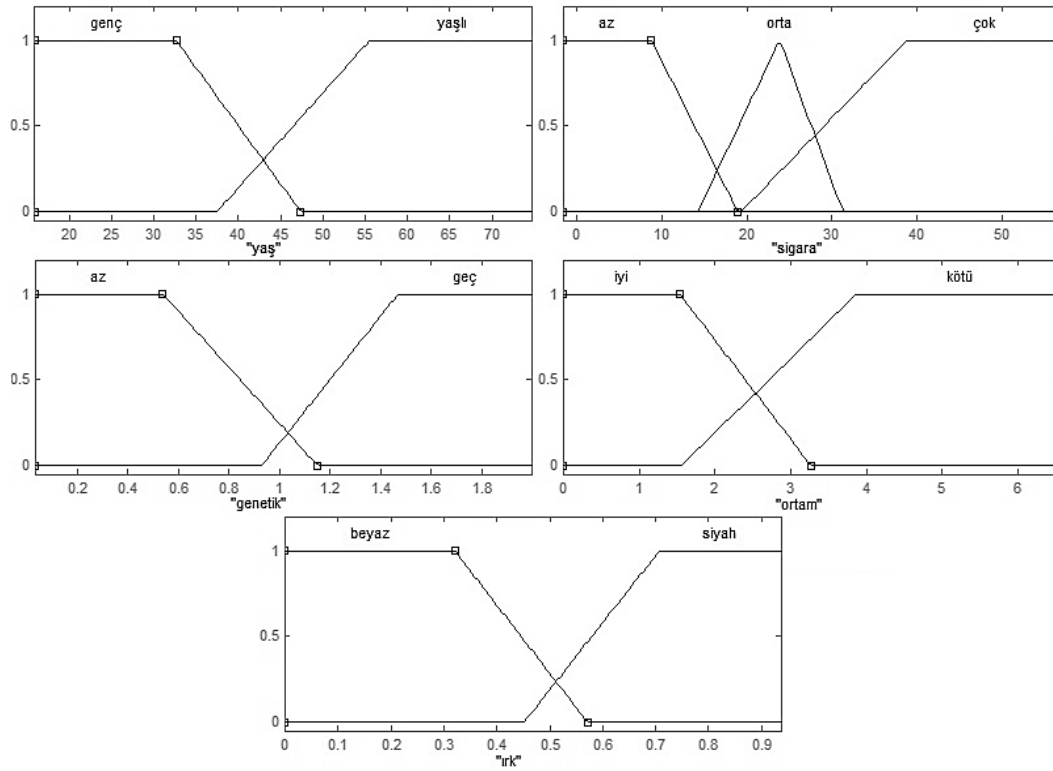
5 giriş ve 48 kural ile oluşturulan modele, giriş parametreleri ve çıkış parametrelerinin eğitimi için 920 veri eğitim setinde kullanılmıştır. Akciğer kanseri için sinirsel bulanık mantık model tasarımı tamamlandıktan sonra Meme Kanseri Risk Analizi modelinde olduğu gibi Visual Studio.Net 2010 platformu üzerinde oluşturulan yazılımda hesaplama yapılmıştır.

Akciğer kanseri risk analizi modeli ANFIS, E*ANFIS ve DE*ANFIS yöntemleri için uygulanmıştır. Her üç yöntem için 920 veri eğitim setinde 616 veri ise test seti için uygulanmıştır. Model üç yöntem de uygulanarak ayrı ayrı eğitilmiştir.

Eğitim sonrasında güncellenen giriş parametreleri Şekil 4.31, Şekil 4.32, Şekil 4.33, Tablo 4.13, Tablo 4.14 ve Tablo 4.15’te verilmiştir.

Tablo 4.13. ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

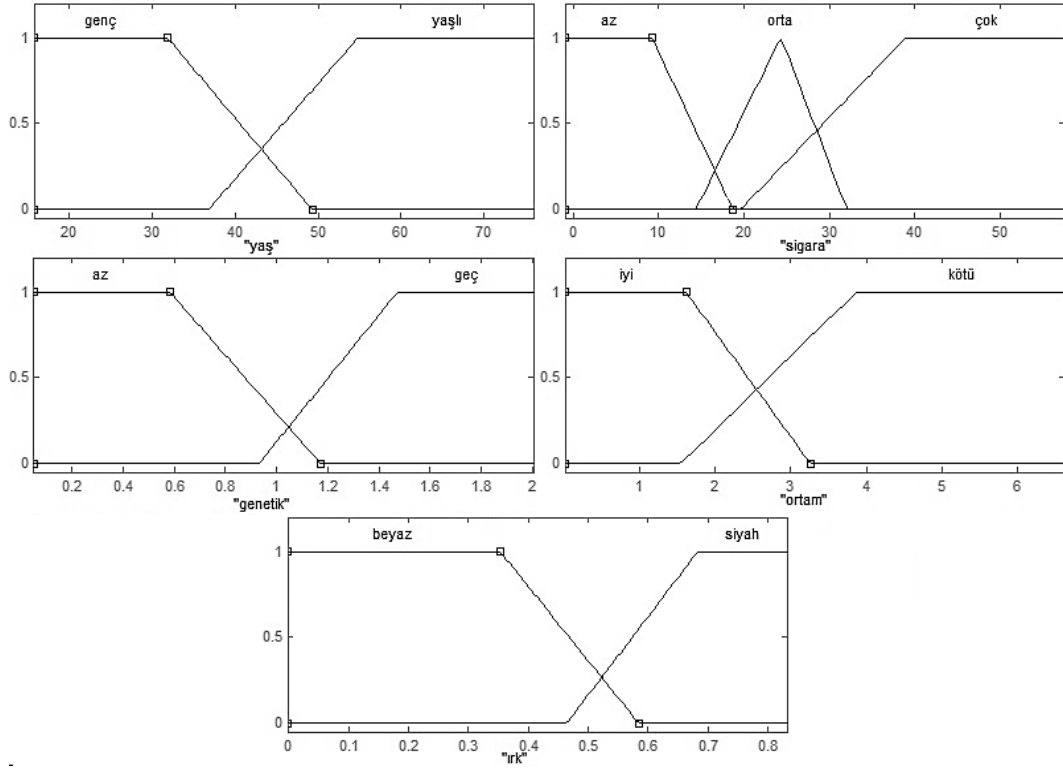
	YAŞ		SİGARA			GENETİK		ORTAM		IRK	
	genç	yaşlı	az	orta	çok	az	çok	iyi	kötü	beyaz	Siyah
a	15,95343	37,46112	-1,60033	14,23086	19,30856	0,03304	0,92979	-0,01138	1,55576	-0,001629	0,451557
b	15,95343	55,51241	-1,60033	23,85683	38,78418	0,03304	1,46823	-0,01138	3,86475	-0,001629	0,707040
c	32,65152	74,64442	8,80540	31,29511	56,69133	0,53965	1,99610	1,53459	6,55059	0,320316	0,936894
d	47,37004	74,64442	18,93711		56,69133	1,15063	1,99610	3,26658	6,55059	0,571084	0,936894



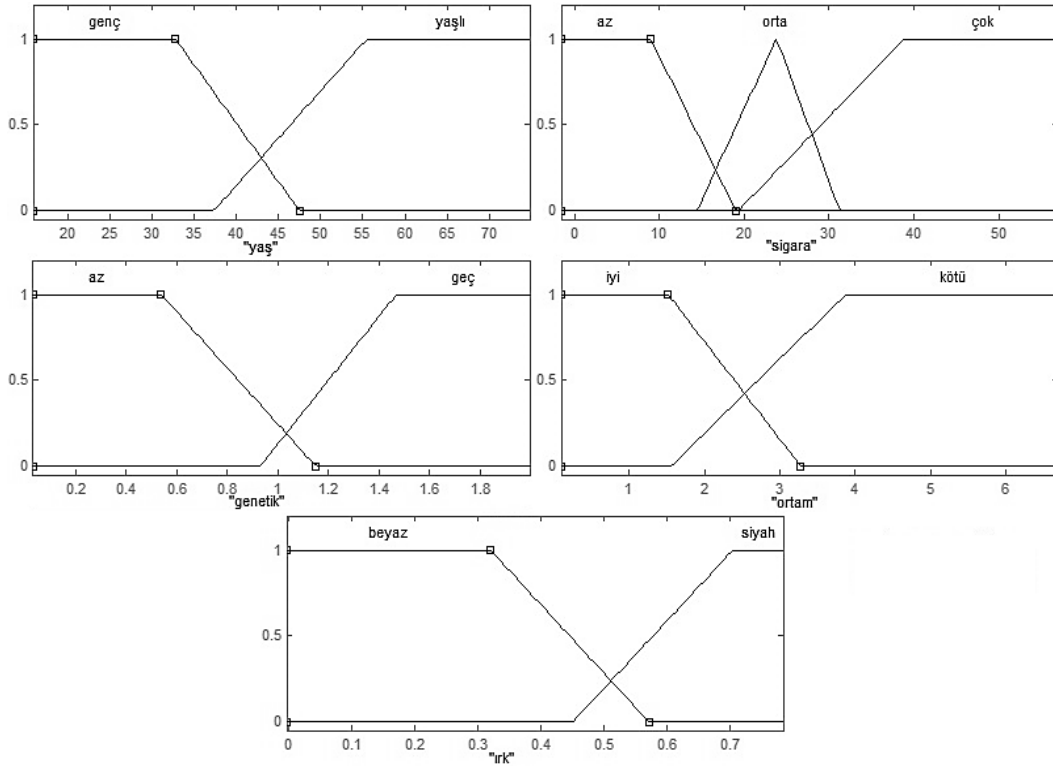
Şekil 4.31. ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

Tablo 4.14. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

	YAŞ		SİGARA			GENETİK		ORTAM		IRK	
	genç	yaşlı	az	orta	çok	az	çok	iyi	kötü	beyaz	Siyah
a	15,78243	36,82531	-0,96231	14,37076	19,59213	0,05323	0,93252	0,01138	1,54032	-0,00193	0,464234
b	15,78243	54,79232	-0,96231	24,32683	38,92113	0,05323	1,47231	0,01138	3,87325	-0,00193	0,683241
c	31,81231	75,93231	9,23180	32,06323	57,53123	0,58213	2,00324	1,61252	6,62424	0,35321	0,832432
d	48,29801	75,93231	18,74371		57,53123	1,17213	2,00324	3,25734	6,62424	0,58432	0,832432



Şekil 4.32. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri



Şekil 4.33. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

Tablo 4.15. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

	YAŞ		SİGARA			GENETİK		ORTAM		IRK	
	genç	yaşlı	az	orta	çok	az	çok	İyi	kötü	beyaz	Siyah
a	15,93159	37,34726	-1,59108	14,41245	19,30219	0,03291	0,92992	0,095934	1,5493	-0,00268	0,45058
b	15,93159	55,45104	-1,59108	23,80872	38,83061	0,03291	1,46814	0,095934	3,8695	-0,00268	0,70433
c	32,78673	74,78984	8,99040	31,28177	56,97257	0,53933	1,99625	1,516	6,68466	0,32055	0,78368
d	47,46910	74,78984	19,02341		56,97257	1,15054	1,99625	3,27536	6,68466	0,57191	0,78368

Akciğer kanseri risk analizi modeline eğitim için üç yöntem de kullanılarak uygulanan 920 eğitim verisi sonrasında güncellenen çıkış parametreleri Tablo 4.16, Tablo 4.17 ve Tablo 4.18’de verilmiştir.

Tablo 4.16. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri

	p	q	r	s	t	u
1	-0,00631944	0,04858329	-0,00438142	-0,02560481	-0,00822720	1,71796392
2	-0,00748186	0,04286679	0,00375514	0,00929876	-0,00020503	0,65244885
3	0,00992971	0,00118913	0,00284693	0,00623486	0,00621583	0,27447884
4	0,01762289	-0,01731917	0,00143845	0,00901775	-0,00127067	1,11846891
5	0,01716072	0,00688361	0,00401911	-0,01119390	0,00482909	0,93439549
6	-0,00465959	0,01964457	0,00037002	0,03150178	-0,00069279	1,73546061
7	-0,00722253	-0,00696040	-0,00006736	0,01055684	0,00119793	2,72396923
8	-0,00460408	0,02194671	0,00464377	0,00508259	0,00734840	1,34683314
9	0,04326397	-0,11311025	0,00372576	-0,04628101	0,00706439	2,60352757
10	-0,00358768	-0,09843043	-0,00495937	-0,00122389	0,01102870	3,82806850
11	0,01023744	0,07050134	-0,00321532	-0,01036929	0,04070341	-0,57061998
12	0,08987647	-0,06907461	-0,00643215	0,01070389	-0,01581200	2,61045308
13	0,02458745	0,03247705	0,01372313	0,02789055	0,00580648	-1,60702789
14	-0,02524160	-0,04476994	0,00483546	0,01697098	0,05958028	-0,14051243
15	0,01218760	0,11795105	0,01184059	0,05002612	-0,02331273	-3,46787298
16	0,02565401	0,05814374	0,00320666	-0,00515410	0,00346617	0,48276332
17	-0,04120846	-0,00888135	-0,00014639	-0,00245418	-0,01238645	4,18007206
18	0,00212126	0,00268280	0,00255488	-0,01184567	0,00087069	1,84490366
19	0,01277315	0,03824948	0,00572235	0,00252938	0,00442376	-0,62871617
20	0,02114632	0,03070522	-0,00591424	-0,01551209	-0,00158005	0,99195844
21	-0,00091085	-0,00051275	0,00214567	-0,00730925	0,00973453	1,66043733

Tablo 4.16. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

22	-0,00482677	0,01544878	0,00346714	0,01510885	0,00695631	0,95272605
23	-0,01072164	0,01390373	0,00110967	0,00168024	-0,00006316	2,26916769
24	-0,01260983	0,00666753	0,00215253	-0,00039928	-0,00564189	3,12451677
25	-0,01471761	-0,00872590	-0,00599563	-0,01837254	-0,00584755	2,72178283
26	-0,00044826	0,06543283	0,00922903	0,01475913	-0,00379023	0,28569528
27	0,01948869	-0,00563736	-0,00365739	-0,00435371	-0,00340308	1,30674435
28	0,01256014	0,01497300	0,00394450	0,00411690	0,00139238	0,56947726
29	0,01697351	0,03169114	0,00285736	0,00523699	0,00538558	0,34155159
30	-0,00452480	0,04075669	0,00867757	0,00832362	0,01793654	-0,08923499
31	0,01469225	-0,02147804	0,00567524	0,00983325	-0,00365127	1,10032763
32	-0,00393035	-0,00097185	0,00092709	-0,00088412	-0,01137678	3,85805356
33	0,04017085	-0,00348560	-0,00729051	0,04068217	0,00482683	-0,84238071
34	-0,00116868	-0,01380625	0,00013989	-0,03235082	-0,00106517	2,85312485
35	-0,00191966	-0,10221163	-0,00183499	-0,01299974	0,00911351	4,98238527
36	0,04389548	0,08462396	-0,00633146	0,02935604	0,05325545	-6,72647219
37	-0,01548301	-0,13733715	-0,00122996	-0,02573834	0,00558870	6,99325844
38	0,00241632	-0,00092965	0,01693483	0,00632142	0,00499182	-0,33937311
39	-0,00201672	-0,06518755	-0,00026209	-0,01394005	0,00270027	5,25810469
40	0,00662092	-0,01084998	-0,00337760	0,00591459	-0,01341436	3,92746433
41	-0,00740251	-0,00699779	0,00031655	-0,02455141	-0,00667170	3,31316823
42	-0,00304832	-0,00337514	-0,00149196	-0,01863713	-0,00360072	2,74570240
43	0,02180255	0,00604114	0,00029819	-0,00454153	0,00245231	1,47076400
44	0,02594002	-0,01612796	0,00562352	-0,01878340	0,01063223	1,63011473
45	0,02552500	-0,02148550	0,00447055	0,00211809	0,01005575	1,50523622
46	-0,01159639	0,00717894	0,00459784	-0,00752797	0,00600919	2,36915276
47	0,00154087	0,00526303	-0,00070957	0,00114900	-0,00067824	2,77902159
48	0,00652519	-0,00962036	0,00531077	0,01517809	-0,00047816	1,46683870

Tablo 4.17. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri

	p	q	r	s	t	u
1	0,006704	-0,00119	0,000839	-0,00036	0,002837	0,76591
2	-0,01276	0,008966	0,003427	0,013382	0,003963	0,695632
3	0,001723	0,007533	0,011366	0,012815	0,003724	-0,26104
4	0,00214	-0,0195	0,0035	0,006707	0,000667	1,555064

Tablo 4.17. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

5	0,012439	-0,02853	0,002949	0,000415	-0,00243	1,444694
6	-0,00211	-0,00721	-0,00287	0,040864	0,002512	2,13873
7	0,009256	-0,03219	0,001143	0,023214	0,010101	1,367225
8	0,001543	0,008516	0,000153	0,01595	0,00538	1,51879
9	-0,00171	0,018334	0,000422	-0,02305	0,008132	1,220536
10	0,01048	0,026822	0,005416	0,029622	0,011401	-0,33023
11	0,037598	0,095216	-0,0011	-0,00155	0,001122	-1,39228
12	0,046001	0,00956	0,003197	0,025927	-0,01209	0,280122
13	0,025329	-0,00369	0,007903	0,001951	-0,00289	0,504287
14	-0,00924	0,048764	0,002216	0,007556	0,006313	1,105013
15	0,006054	0,004442	0,005703	0,011215	-0,01079	1,462587
16	0,005438	-0,00686	0,000603	0,002908	0,005173	2,395455
17	-0,00949	0,014963	-0,00196	-0,00335	-0,00511	1,825425
18	0,010092	0,017246	0,001478	-0,00836	-2,3E-05	1,013281
19	0,013368	0,03625	0,01011	-0,01196	0,017123	-0,4063
20	0,006494	0,00743	-0,00292	-0,00296	0,010388	1,078407
21	0,003116	0,003772	-0,00088	0,009076	0,011177	1,641284
22	-0,00176	0,009508	0,001888	0,006054	0,00907	1,353167
23	-0,00693	0,001651	0,006102	0,005583	-0,00172	1,788139
24	0,004074	-0,00122	0,001677	0,00553	0,002373	2,218447
25	-0,01298	0,001774	-0,00686	-0,01552	-0,00981	2,928683
26	-0,00073	0,02891	0,009229	0,022405	0,005598	-0,11267
27	0,010124	-0,00168	0,000284	0,003256	-0,00493	1,220577
28	-0,01069	-0,00644	0,00693	0,011978	-0,00491	2,065831
29	0,025609	0,021687	0,003755	0,039443	0,020615	-1,05555
30	-0,00549	0,005406	0,010817	0,010438	0,011161	0,242573
31	0,009448	-0,01811	0,002542	0,00827	-0,00777	1,906616
32	-0,00295	0,010388	0,003598	-0,00651	-0,00698	3,310123
33	0,012696	0,078058	0,007545	-0,0039	-0,00231	-0,66119
34	0,015207	0,018573	0,001411	-0,00863	0,001544	0,652211
35	0,010162	0,022439	0,002123	-0,00268	0,010918	0,824498
36	0,028303	0,051655	-0,00219	0,017511	0,02001	-2,48376
37	6,14E-05	0,02728	0,005212	-0,01405	0,012483	1,230843
38	-0,00116	-0,03507	0,007084	0,000684	0,0078	1,935622
39	0,002204	-0,00845	-8,9E-05	-0,00166	0,004873	3,008768

Tablo 4.17. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

40	0,007077	0,005032	-0,00014	-0,00311	-0,00779	3,13617
41	-0,00371	0,007866	0,001539	-0,00202	-0,00019	2,05757
42	0,002752	-0,00276	0,005696	0,006834	0,002198	1,495007
43	0,019902	0,016653	0,00196	0,004403	-0,00194	0,533895
44	0,013867	-0,00985	0,002972	0,004692	0,002469	1,821521
45	0,009023	0,00403	0,001624	0,000358	0,008968	1,67918
46	-0,00496	-0,0002	0,005423	-0,00526	0,001861	2,385066
47	0,000161	0,005879	0,000132	-0,0008	0,000482	2,748634
48	0,01483	-0,00586	0,003969	0,011227	0,002058	1,001921

Tablo 4.18. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri

	p	q	r	s	t	u
1	0,00514304	-0,04040109	-0,00503240	-0,08012309	-0,02024296	3,71492674
2	-0,02917972	-0,03516230	0,02570371	-0,05888534	-0,02479670	3,30708222
3	0,00631588	0,00825612	0,00375356	0,00386569	0,00885352	0,35387838
4	0,01158709	0,00920182	-0,00585696	-0,01549721	0,01074815	1,90191939
5	0,02526532	0,02552212	0,00643373	-0,04835751	0,00182930	0,88625556
6	0,03888262	-0,01420709	-0,01730032	-0,01465406	0,06459406	0,46114365
7	-0,00510679	-0,00270522	0,00104203	0,00662303	-0,00279869	2,79648596
8	-0,01367842	0,02853242	0,00737303	0,00397903	0,00186624	1,59355637
9	0,10925393	-0,02352194	-0,00012627	0,05363089	0,03105809	-3,55104678
10	0,16830724	-0,29340311	0,02064051	0,04814930	0,12941190	-5,99810051
11	-0,00415096	0,02749308	-0,00401480	0,00650602	0,03095127	0,31165362
12	0,10639095	-0,04842900	-0,00079757	0,02471825	-0,01161661	0,71971938
13	-0,00538584	0,01879733	0,02309087	-0,04470443	-0,02462366	0,18947884
14	-0,03627001	-0,13231520	0,00258583	0,20006524	0,07339597	-1,36043322
15	0,00718501	0,14753675	0,00974241	0,03666456	-0,01517468	-3,12850222
16	0,02492974	0,08419028	0,00130085	0,04384614	-0,00133620	-2,17714513
17	-0,05211963	0,02326268	0,01338808	-0,00835199	0,00004846	2,27168513
18	-0,03455515	0,03110276	0,00037174	-0,14670518	0,07311474	-0,51115165
19	0,02035161	0,03984883	0,00855102	-0,00192754	0,01173804	-0,91163340
20	0,00470344	0,00187139	-0,01385128	-0,16615665	0,00660267	7,88218274
21	-0,00975132	-0,05218766	0,00058998	0,04737197	0,01977120	3,03655436
22	0,02874798	-0,02049753	0,01068318	-0,01470606	-0,00219959	1,53595964

Tablo 4.18. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

23	-0,00911012	0,03015134	0,00208697	0,00511403	-0,00097655	1,12811765
24	-0,01377629	0,01878813	-0,01115262	-0,01525732	0,01121439	4,17699429
25	-0,01164367	0,10075655	-0,00733939	0,03537541	0,00332707	0,24142387
26	0,03756547	0,08619249	-0,00826975	-0,06191848	-0,03378267	2,32252436
27	0,01954338	-0,01218026	-0,00378981	-0,00610779	-0,00342844	1,42729488
28	-0,01186896	0,03384093	0,00916904	0,01096462	0,00287156	1,22844908
29	0,02543061	0,01916676	0,00420140	0,03990312	0,00442109	-0,76398308
30	-0,04808990	0,09292124	0,00114714	-0,02503029	-0,02465913	6,38912279
31	0,01366199	-0,02204641	0,00514867	0,01508362	-0,00424166	0,99108394
32	0,00245373	-0,01245847	0,00147634	-0,00402422	-0,00945814	3,56743272
33	-0,02391210	0,25576689	-0,00146175	0,05166475	0,00366714	-3,48672661
34	0,01320654	0,05375740	0,01070343	-0,01158026	0,03307087	-2,05283959
35	0,00995541	-0,12930494	-0,00020710	-0,01466842	0,01166411	4,90357159
36	0,04011391	-0,11198437	-0,03604549	0,02896758	0,04138135	-1,28601297
37	-0,03866079	0,03947105	0,00076580	-0,06432213	0,03774657	3,84971362
38	0,05387108	-0,09873681	0,04841051	-0,00571871	-0,06097728	-1,31580999
39	-0,00112328	-0,11364825	0,00009377	-0,02116036	0,00395713	6,55604136
40	-0,00786484	0,03546280	-0,00605115	-0,00716297	0,00869005	3,47320853
41	-0,00691727	0,03720512	0,00262112	-0,03015818	-0,00193778	0,91932463
42	-0,00984612	-0,00631253	-0,00695357	0,05519833	-0,00674929	2,71992834
43	0,02550471	-0,00047269	-0,00175688	-0,00872754	0,00257430	1,80986847
44	-0,01390338	-0,13169050	0,02281312	0,08108997	-0,02521324	6,69637291
45	0,03968440	-0,00979340	0,00248588	0,02212958	0,00970731	0,02110472
46	-0,01222080	0,00734487	-0,00590181	-0,11900235	-0,00358792	6,63684505
47	0,00033727	0,00170374	-0,00063971	0,00194189	-0,00140530	2,98068818
48	-0,00168749	-0,00285614	0,01235229	0,01307102	-0,01365258	1,61267907

Sonuçların istatistiksel analizinde doğruluk oranına bakmak için modelin verdiği sonuç ile gerçek sonuç karşılaştırılmıştır. Radyasyon Onkolojisi Kliniği'nden akciğer kanseri için alınan verilerin 920 tanesi eğitim için sinirsel bulanık modelleme verisi olarak kullanılırken, geriye kalan 616 veri ise test verisi olarak kullanılmıştır. Akciğer kanseri risk analizi modeline üç yöntemde uygulandıktan sonra test seti üç yöntem içinde uygulanmıştır (Şekil 4.34).

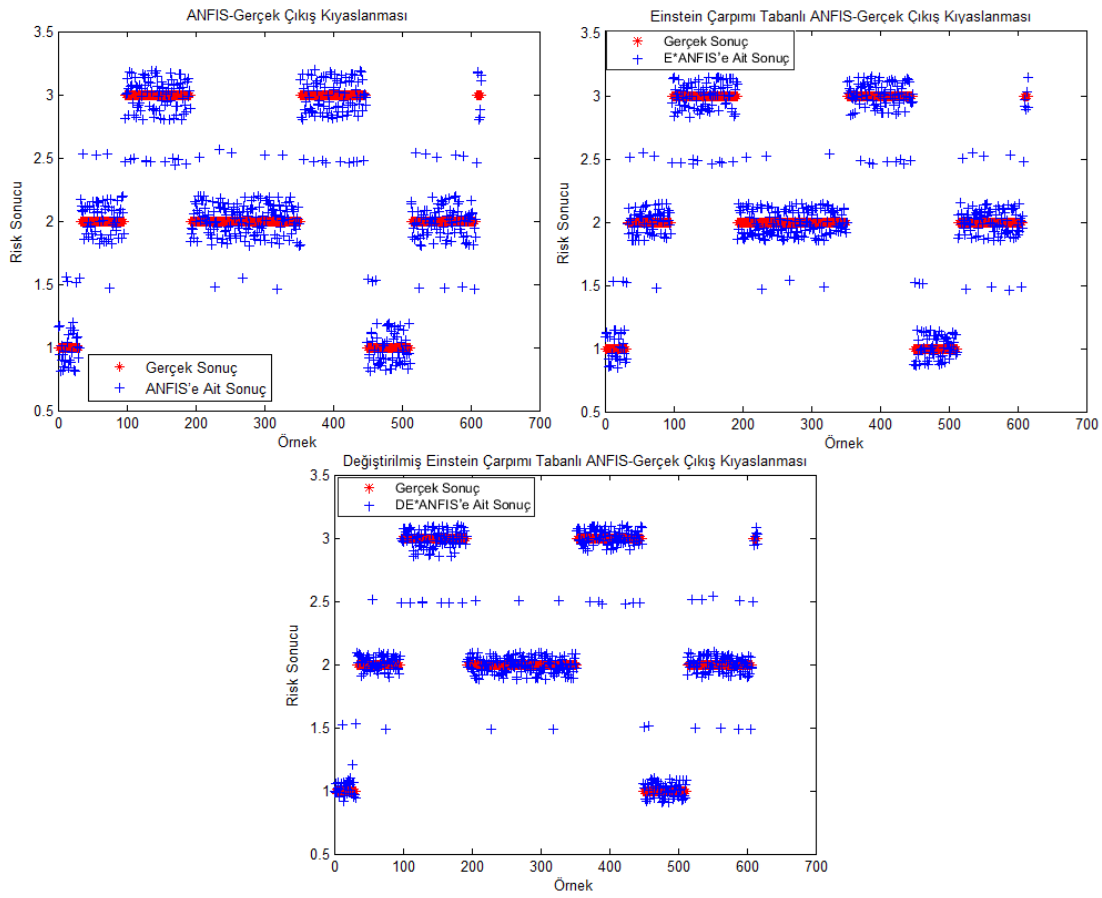
Test setinde bulunan 616 verinin üç yöntem için sonuçlarının karşılaştırma grafiği Şekil 4.35'te, doğrulama tablosu Tablo 4.19'da verilmiştir. Karşılaştırma grafiğinde gerçek çıkışta belirtilen 1 değerinin karşılığı sağlıklı; 2 değerinin karşılığı verilerin giriş anında sağlıklı olup daha sonrasında ilgili kanser tipi için tanı koyulan; 3 değerinin karşılığı ise tanı koyulmuş hasta anlamındadır.

Şekil 4.34. Akciğer kanseri risk analizi modeli sonuç arayüzü

Doğruluk ölçüm tablosu ortaya çıkartıldıktan sonra probleme uygulanan her üç yöntem için MSE değerlerine karşılık karesel hatalarına ait Box&Whisker grafiği test verileri için çizdirilmiştir (Şekil 4.36). Bu grafikte de en iyi yakınsamayı DE*ANFIS yöntemi verdiğini göstermektedir.

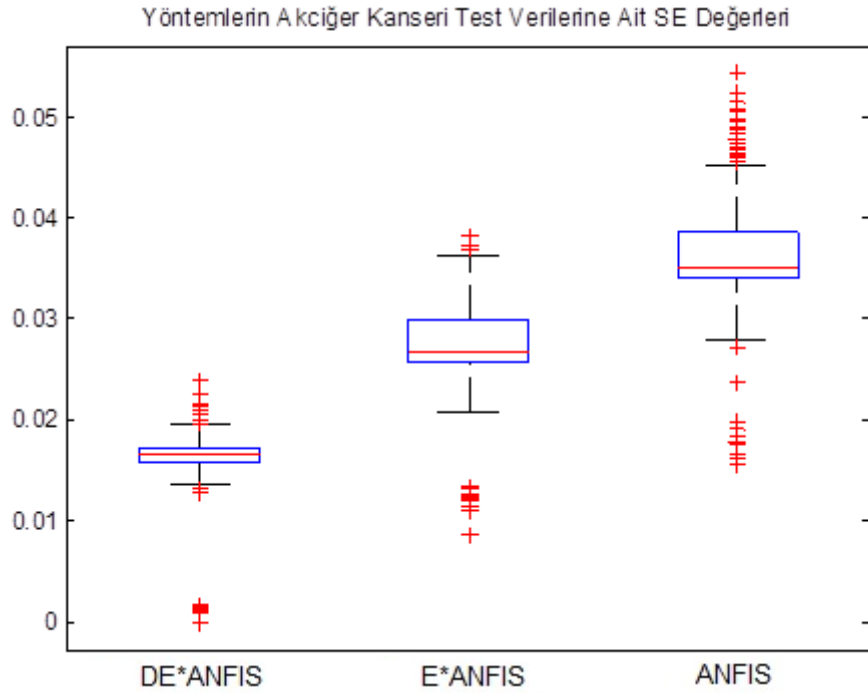
Tablo 4.19. Doğruluk ölçüm tablosu

	ANFIS	E*ANFIS	DE*ANFIS
MSE	0,03448595	0,026253437	0,01736026
RMSE	0,185703932	0,162029124	0,13175835
MAE	0,135380817	0,109684344	0,07549456
MAPE	0,06970703	0,056781264	0,03856006
RKARE	0,924706824	0,942311606	0,96168133
PI	0,003449888	0,003010073	0,002447722



Şekil 4.35. Akciğer kanseri risk analizi karşılaştırma grafiği

Önerilen metot ile oluşturulan ve akciğer kanseri için risk analizi yapan sinirsel bulanık mantık modeli yazılımında ilgili kanser tipi için elimizde bulunan hasta ve sağlıklı kişilerin bilgileri sisteme girilerek sonuçlar gözlemlenmiştir. Test setindeki toplam 616 veri kullanılarak ANFIS yöntemi için %92.04, E*ANFIS için %93.18 ve DE*ANFIS yöntemi için %94.64 doğruluk oranı hesaplanmıştır.



Şekil 4.36. Yöntemlerin SE değerlerinin grafiği

Akciğer kanseri risk analizi için oluşturulan modelin sadece elimizde bulunan verilerde doğruluk oranının yüksek olup olmadığını kontrol etmek amacıyla online anket sitesi olan Surveey.com sitesi üzerinde akciğer kanseri risk analizi anketi oluşturulmuştur (Şekil 4.37). Anket sitesinin internet adresi üzerinden toplam 246 veri elde edilmiştir [280]. Anket yoluyla elde edilen verilerin 122 adedi akciğer kanseri tanısı konulmuş; 124 adet veri ise sağlıklı kişilere ait olan verilerden oluşmuştur. Anket yoluyla elde edilen verilere yöntemler uygulandığında, elde edilen doğruluk tablosu Tablo 4.20’de gösterilmiştir.

Tablo 4.20. Anket verilerine ait doğruluk ölçüm tablosu

	ANFIS	E*ANFIS	DE*ANFIS
MSE	0,19602764	0,180247929	0,10722436
RMSE	0,44275009	0,424556156	0,32745131
MAE	0,31345239	0,226644361	0,248288918
MAPE	0,165087	0,123466088	0,127897936
RKARE	0,7597204	0,778841341	0,877010157
PI	0,013053127	0,012516735	0,009653897

Kanser Risk Analizi - Akciğer Kanseri

Lütfen yaşınızı giriniz.

Ailenizde akciğer kanseri geçmişi olan var mı?

- Yok
- Anne-Baba-Kardeş
- Teyze-Hala-Amca-Dayı
- Büyükanne-Dede
- Kuzen-Yeğen
- Diğer uzak akraba
- Bilmiyorum

Gün bazında sigara kullanımınız ne kadardır?

- Hiç
- 1-2 dal
- Yarım paket
- Bir paket
- İki paket ve fazlası

Sigaraya başlama yaşınızı lütfen giriniz. (Sigara içmiyorsanız lütfen 0 giriniz)

Yaşam ortamınızda sigara içiliyor mu?

- Hayır
- Sadece ev
- Sadece iş
- Sadece arkadaş
- Çalışma ortamı ve arkadaş ortamı
- Tüm ortamlar

Lütfen aylık gelirinizi giriniz.

Lütfen meslek çalışma tipini seçiniz.

Lütfen yaşam ortamını seçiniz.

- Bahçe-Ormanlık
- Deniz kenarı
- Fabrika yerleşkesi
- Şehir merkezi
- Dağ evi
- Şehir site

Lütfen ten renginizi seçiniz.

Lütfen ilk satırda yaşadığınız şehri, ikinci satırda doğduğunuz şehri, son satırda ise akciğer kanseri konusunda rahatsızlığınız olup olmadığını yazınız. Örneğin: İstanbul Kocaeli Sağlıklı

Survey.com

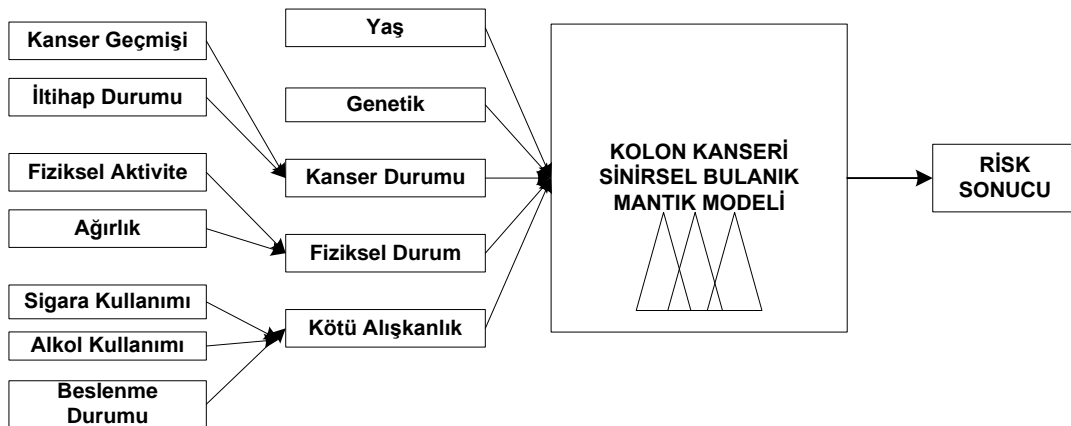
Kaydet

Şekil 4.37. Akciğer kanseri risk analizi online anket

246 anket verisine her üç yöntem uygulandığında ANFIS yöntemi %89.83, E*ANFIS yöntemi %91.46 ve DE*ANFIS yöntemi %92.68 oranında doğruluk oranına sahip olmuşlardır. Elde edilen sonuçlar hedeflenen sonuçlar ile karşılaştırılarak yöntemlerin doğruluk oranlarına ve Tablo 4.20'deki doğruluk ölçüm değerlerine bakıldığında; bu problem için DE*ANFIS yönteminin, ANFIS ve E*ANFIS yöntemlerine göre daha iyi sonuca ulaştığı görülmüştür.

4.3. Kolon Kanseri Risk Analizi

Kolon kanseri hastalığının risk etmenleri, bu konu hakkındaki uzman görüşleri alınıp, literatür çalışmalarıyla belirlendikten sonra sinirsel bulanık mantık modelinin tasarımına başlanılmıştır ve kolon kanseri için sinirsel bulanık mantık modeli geliştirilmiştir. Kolon kanseri risk analizi modelinde yaş, genetik durum, kanser geçmişi, bağırsaktaki iltihap durumu, fiziksel aktivite durumu, ağırlık durumu, sigara kullanımı, alkol kullanımı ve beslenme alışkanlığı uzman görüşleri alınarak ve kanser riskleri üzerine yapılan bilimsel çalışmalar incelenerek kolon kanseri riski için etmen olarak belirlenmiştir. Kanser geçmişi ve iltihap durumu kanser durumu etmenini; ağırlık durumu ve fiziksel aktivite durumu fiziksel durumu girişini; sigara kullanımı, alkol kullanımı ve beslenme alışkanlığı ise kötü alışkanlık durumu girişini oluşturmaktadır. Bu girişler için Matlab üzerinde genfis3 fonksiyonu yardımı ile bulanık kümeler oluşturulmuştur. Alınan verilerin çıkış sonucu olarak kişinin bu kanser tipine risk durumu model içerisinde analiz edilmiştir (Şekil 4.38).

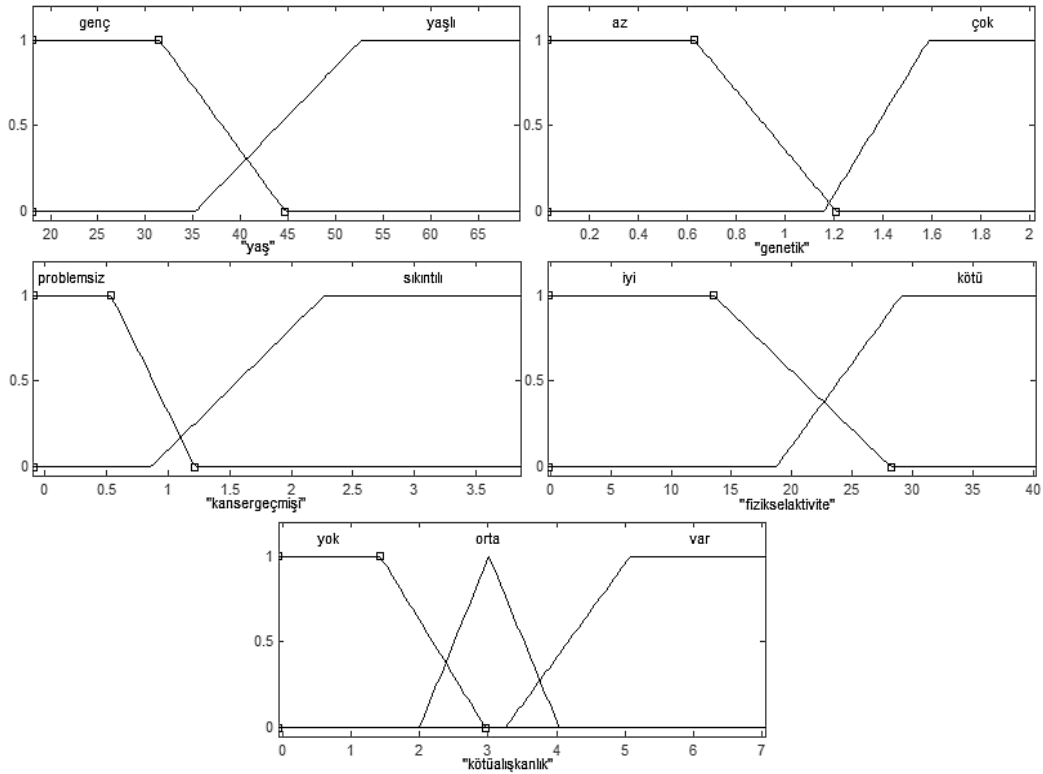


Şekil 4.38. Kolon kanseri risk analizi sinirsel bulanık mantık modeli

Kolon kanseri için uzman görüşleri ve literatür araştırması sonucu risk etmenleri belirlenip genfis3 yardımı ile başlangıç bulanık sistemi belirlendikten sonra uygulama geliştirilmiştir. Kolon kanseri risk analizi modelinin genfis3 fonksiyonu yardımıyla oluşturulan giriş parametrelerinin ilk durumu Şekil 4.39'da ve Tablo 4.21'de verilmiştir.

Tablo 4.21. Kolon kanseri risk analizi modeli eğitim öncesi giriş parametreleri

	YAŞ		GENETİK		KANSER GEÇMİŞİ		FİZİKSEL AKTİVİTE		KÖTÜ ALIŞKANLIK		
	genç	yaşlı	az	çok	problemsiz	sıkıntılı	iyi	kötü	yok	orta	var
a	18,1	35,22	0,03	1,16	-0,09	0,86	-0,138	18,7	-0,07	1,99	3,25
b	18,1	52,72	0,03	1,59	-0,09	2,27	-0,138	29,1	-0,07	3,01	5,08
c	31,44	69,32	0,63	2,02	0,54	3,86	13,5	40,2	1,42	4,04	7,05
d	44,7	69,32	1,21	2,02	1,22	3,86	28,2	40,2	2,96		7,05



Şekil 4.39. Kolon kanseri risk analizi modeli eğitim öncesi giriş parametreleri

Sisteme girilecek olan yaş, genetik durum, kanser geçmişi durumu, iltihap durumu, fiziksel aktivite durumu, ağırlık durumu, sigara kullanımı, alkol kullanımı ve

beslenme durumuna göre, yazılım içerisinde bir değere sahip olan giriş değerleri, 2.5 bölümünde verilen denklemler kullanılarak üç yöntem için de hesaplanmaktadır.

Yaş, akciğer kanseri için risk faktörlerinden biridir. Yaşın ilerlemesi ile kolon kanseri gelişme riski arasında doğru orantı vardır. Genel popülasyonda 40 yaşından sonra kolon kanser gelişme riski artmaya başlar [126]. Yazılımda kişinin yaş bilgisinin girilmesi istenecektir (Şekil 4.40).

The image shows a user interface element for entering age. It consists of a label 'Yaş :' in blue text followed by a white rectangular input box with a thin grey border.

Şekil 4.40. Kolon kanseri risk analizi yazılımı – yaş girme ekranı

Sporadik kolorektal kanserlilerin birinci derece yakınlarında kolorektal kanser gelişme riski 2-4 kat artmaktadır [127]. Bu nedenle genetik durum kolon kanseri için risk etmenlerinden biridir.

Yazılımda kişinin ailesinde akciğer kanseri hastalığı geçmişi olan birinin olup olmadığı sorulmakta; eğer var ise akciğer kanseri geçmişi olan kişiyle akrabalık durumlarının seçilmesi istenmektedir.

Seçilen genetiklik durumlarına göre yazılım içerisinde bir değer giriş olarak alınarak, sinirsel bulanık mantık modeli için üyelik dereceleri hesaplanmaktadır (Şekil 4.41).

The image shows a form titled 'Genetik : Ailenizde Kolon Kanseri Geçmiş Olan Var Mı?' (Genetic: Is there anyone in your family with a history of colon cancer?). It has two radio buttons: 'Yok' (No) and 'Var' (Yes). Below the 'Var' option, there are six checkboxes for different family relationships: 'Anne-Baba-Kardeş' (Mother-Father-Brother), 'B. Anne-A. Anne-Dede' (Paternal Grandmother-Maternal Grandfather), 'Teyze-Hala-Amca-Dayı' (Aunt-Uncle-Cousin), 'Kuzen-Yeğen' (Cousin-Nephew), 'Diğer Uzak Akraba' (Other Distant Relative), and 'Bilmiyorum' (I don't know).

Şekil 4.41. Kolon kanseri risk analizi yazılımı – genetik

Yapılan çalışmalara göre kolon kanserlerin büyük bir kısmı daha önce var olan kanser hücrelerinden kaynaklanmaktadır [127]. Kolon kanseri için kanser geçmişi bu nedenle risk etmenlerinden biri olarak gösterilmektedir. Yazılımda kişi daha önce geçirmiş olduğu kanser tipi için yok, meme kanseri, kalın bağırsak, yumurta kanseri

ve rahim kanseri seçeneklerinden birini seçmesi gerekmektedir. Kişinin seçtiği kanser geçmişi yazılım içerisinde bir değer alıp giriş olarak tutulmaktadır. (Şekil 4.42).

Bağırsak üzerinde iltihap varlığı kolon kanseri konusunda risk durumunu arttıran faktörlerden biridir. Özellikle ülseratif koliti olanlarda daha belirgin olmak üzere inflamatuvar bağırsak hastalığı olanlarda risk artmıştır [126].

Yazılımda kişi bağırsağındaki iltihap hastalığı durumu hakkında hiç olmadı, uzun zaman önce vardı iyileşti, yakın zaman önce vardı iyileşti ve var seçeneklerinden birini seçmesi gerekmektedir. Kişinin seçtiği iltihap durumu yazılım içerisinde bir değer alıp giriş olarak tutulmaktadır (Şekil 4.42). Kanser durumu giriş değeri yazılım üzerinde kanser geçmişi ve iltihap durumu giriş değerlerinin toplamı ile oluşmaktadır (Şekil 4.42).

Kanser Geçmişi : Daha önce geçirdiğiniz kanser tipi?
Değer Seçiniz..

İltihap Durumu :
Ülseratif Kolit veya Crohn Hastalığı gibi bağırsakta iltihap hastalığı durumu
Değer Seçiniz..

Şekil 4.42. Kolon kanseri risk analizi yazılımı - kanser durumu

Fiziksel aktivite durumu, kolon kanseriyle ters ilişkili bulunmuştur. Bu sebepten ötürü fiziksel aktivite durumu kolon kanseri riskini arttıran etkenlerden biridir [127].

Yazılımda kişi fiziksel aktivitede bulunup bulunmadığını ortaya çıkaran sorulara cevap vermesi gerekmektedir (Şekil 4.43). Kişinin düzenli spor yapıp yapmadığı, yapıyorsa haftada kaç kere bu aktiviteyi tekrarladığı; bunun yanında günde ne kadar süre yürüyüş yaptığı ve ulaşım gerektiğinde hangi yola başvurduğu fiziksel aktivite durumunu ortaya çıkaran sorulardır. Kişinin cevapladığı fiziksel aktivite durumu soruları yazılım içerisinde bir değer alıp fiziksel durum girişine etki olarak kullanılmaktadır.

Kişinin ağırlık durumu kolon kanseri için risk faktörleri arasındadır. Epidemiyolojik çalışmalarda obezite, aşırı kalori alımı, bel çevresi, bel-kalça oranı ve kolon kanseri arasında ilişki gösterilmiştir [127].

Yazılımda kişi ağırlık durumunun hesaplanması için ağırlık durumunu kg cinsinden, boyunu ise cm cinsinden girmesi gerekmektedir (Şekil 4.43). Denklem 4.1'e göre ağırlık durumu hesaplanıp bir değer olarak fiziksel durum girişine etki olarak tutulmaktadır.

$$\text{Ağırlık Durumu} = \frac{\text{ağırlık(kg)}}{\text{boy(cm)}} \times 10000 \quad (4.1)$$

Fiziksel durum giriş değeri yazılım üzerinde ağırlık durumu ve fiziksel aktivite giriş değerlerinin toplamı ile oluşmaktadır (Şekil 4.43).

Fiziksel Aktivite :

Düzenli spor yapıyor musunuz? Evet Hayır

Yaptığınız aktiviteyi haftada kaç gün tekrarlıyorsunuz?

Günde ne kadar yürüyüş yapıyorsunuz?

İşinize hangi yolla geliyorsunuz?

Ağırlık Durumu : Ağırlığınızı giriniz (kg):

Boyunuzu giriniz (cm):

Şekil 4.43. Kolon kanseri risk analizi yazılımı - fiziksel durum

Sigara, kolon kanseri oluşumunda risk faktörlerinden biridir. Japon erkek ve kadınlarını içeren bir çalışmada, sigara öyküsü ile adenom gelişme riskinin 1.6-4.5 kat arttığı bildirilmiştir [129]. Yazılımda kişiye sunulan seçeneklere göre gün bazında sigara kullanım miktarını seçmesi istenmektedir (Şekil 4.44). Seçilen sigara kullanımına göre yazılım içerisinde bir değer olarak, modelde kötü alışkanlık girişine etki olarak tutulmaktadır.

Alkol tüketimi ile adenom gelişimi doğru oranda ilişkili bulunmuştur [126]. Bu nedenle alkol kullanımı kolon kanseri konusunda risk etmeni olarak sayılmaktadır. Yazılımda kişiye sunulan seçeneklere göre alkol kullanım miktarını seçmesi istenmektedir (Şekil 4.44). Seçilen alkol kullanımına göre yazılım içerisinde bir değer giriş olarak tutulmaktadır.

Kolon kanseri için belirtilen risk faktörlerinden biri beslenme durumudur. Kolon kanseri, yağ tüketimi az olan toplumlarda daha az sıklıkta görülür [126]. Bu sebeple yazılım üzerinde kişilerin ne kadar sağlıklı/yağsız veya sağlıklı/yağlı beslenme biçimini tercih ettiğini ölçmek için bir ölçüm yapılması gereği ortaya çıkmıştır.

Beslenme konusunda ölçek ortaya çıkarmak için kanser konusunda uzman tıp hekimleri ve beslenme konusunda uzmanların görüşleri alınıp literatür araştırması yapılmıştır. Prof. Dr. Refik Burgut danışmanlığında, Asiye Uncu Soykan'ın hazırlamış olduğu "Beslenme Sıklığı Anketlerinin Geçerliliği ve Güvenilirliği" konulu yüksek lisans tezi içerisindeki beslenme alışkanlıkları testi, yazılım içerisinde 20 soru olarak kullanılmıştır [281].

Yazılımda kişi, beslenme alışkanlıkları ile ilgili hazırlanan 20 sorunun tümünü cevaplamalıdır (Şekil 4.44). Cevaplarda her şıkkın belli puan değeri bulunmaktadır. Cevaplanan beslenme alışkanlıkları sorularına göre oluşan değer kötü alışkanlık etmenine etki sağlayacaktır.

Kolon kanseri risk analizi modeli için giriş ve üyelik fonksiyonları belirlendikten sonra kolon kanseri oluşumu hakkında yapılan bilimsel çalışmalar, modelleme verileri ve uzman görüşünün ışığında sinirsel bulanık mantık modeli için genfis3 fonksiyonu yardımı ile 48 kural belirlenmiştir. Sisteme ait örnek kurallar Tablo 4.22'de gösterilmiştir. 5 giriş ve 48 kural ile oluşturulan modele, giriş parametreleri ve çıkış parametrelerinin eğitimi için 920 veri eğitim setinde kullanılmıştır. Kolon kanseri için sinirsel bulanık mantık model tasarımı tamamlandıktan sonra Meme Kanseri Risk Analizi modelinde olduğu gibi Visual Studio.Net 2010 platformu üzerinde oluşturulan yazılımda hesaplama yapılmıştır.

Sigara Kullanımı : Sigara Kullanımınız - Gün Bazında

Hiç 1-2 Dal Yarım Paket

Bir Paket 2 Paket ve Fazlası

Alkol Kullanımı : Alkol Kullanım Miktarınız

Hiç Çok Az (15 Günde 1)

Ara Sıra (Haftada 1) Bazen (Haftada 2)

Genellikle (3 Günde 1) Çok Sık (2 Günde 1)

Sürekli (Hergün)

Beslenme Durumu :

1- Geçen sene içerisinde 5 kilodan fazla kilo kaybettiniz/aldınız mı?

Evet Hayır

2- Özel bir diyet/beslenme programı uyguluyormusunuz?

Evet Hayır

3- Halen sigara içiyor musunuz

Evet Hayır

4- Geçen sene süresince vitamin/mineral takviyesi aldınız mı?

Evet Hayır

5- Yemekleriniz genellikle nasıl pişirilir?

a) Buharda/Kaynatma b) Izgara c) Kızartma

6- Alışveriş yaparken az yağlı yiyeceklere yöneliyor musunuz?

a) Yalnızca az yağlı besin satın alırım

b) Tamamen yağsız besinler alırım

c) Daha lezzetli olduğu için yağlı yiyecekleri tercih ederim.

7- Günde kaç kaşık şeker tüketiyorsunuz?

a) Hiç - 1 b) 2 - 4 c) En az 5-6

8-Yemeğe tuzu hangi sıklıkla ekliyorsunuz?

a) Nadiren/Hiç b) Bazen c) Sık/Her zaman

9- Hangi sıklıkta alkollü içecek alıyorsunuz?

a) Özel durumlar hariç, asla / Hiç

b) Bazen c) Sık / Her zaman

10- Yemeklerinizde en çok kullandığınız yağ tipi hangisidir?

a) Hiç kullanmam - Zeytinyağı

b) Ayçiçek - Mısırozü c) Tereyağı - Margarin

11- Haftada kaç kez fast-food yersiniz

a) En fazla 1 b) 2-3 c) En az 4

12- Tavuğun derisini ayırır mısınız?

a) Sık/Her zaman b) Ara sıra c) Nadiren/Hiç

13- Hangi sıklıkta taze meyve yersiniz

a) Günde birkaç kere

b) Günde bir c) Her gün yemem

14- Etin yağını hangi sıklıkla yiyorsunuz?

a) Nadiren/Hiç

b) Bazen

c) Sık/Her zaman

15- Her yemekte sebze veya salata bulundurumusunuz?

a) Her zaman b) Ara sıra c) Hiç

16- Kahvaltıda ne yersiniz?

a) Taze sıkılmış meyve suyu, peynir-zeytin, taze sebze

b) Çay veya Kahve, ekmekek, reçel, yumurta, peynir-zeytin

c) Kahvaltı yapmıyorum

17- En fazla hangi öğüne önem veriyorsunuz?

a) Kahvaltı b) Öğle c) Akşam

18- En fazla atladığınız öğün hangisidir?

a) Atlamıyorum/Akşam b) Öğle c) Kahvaltı

19- Günde ne kadar su tüketiyorsunuz?

a) 7 veya daha fazla b) 3-6 bardak c) 1-2 bardak

20- Hangi tür ekmekek tüketiyorsunuz?

a) Tam Tahıllı Ekmekek

b) Kepekli Ekmekek

c) Beyaz Ekmekek

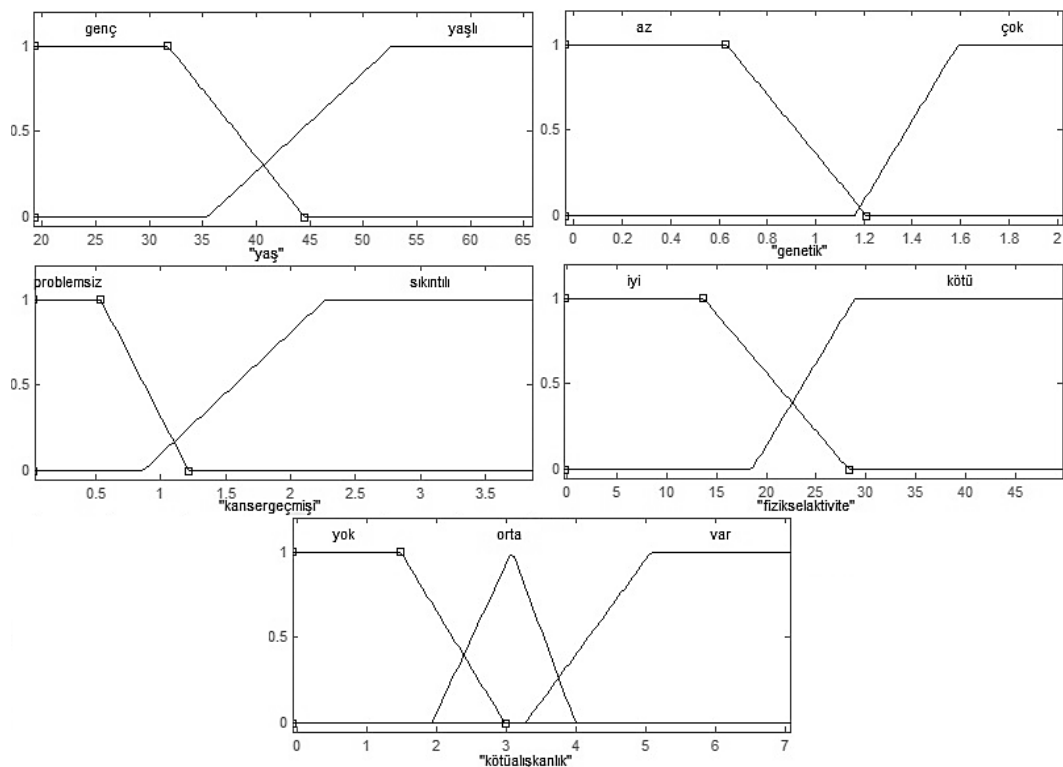
Şekil 4.44. Kolon kanseri risk analizi yazılımı – kötü alışkanlık

Tablo 4.22. SBM kolon kanseri risk analizi örnek kurallar

Kolon Kanseri Risk Analizi Modeli Örnek Kurallar	
$f_i = p_i * \text{yaş} + q_i * \text{genetik} + r_i * \text{kanser durumu} + s_i * \text{fiziksel aktivite} + t_i * \text{kötü alışkanlık} + u_i$	
Yaş= Genç & Genetik=Az & Kanser Durumu=Problemsiz & Fiziksel Aktivite=Kötü & Kötü Alışkanlık=Orta	$\rightarrow f_5 = p_5 * \text{yaş} + q_5 * \text{genetik} + r_5 * \text{kanser durumu} + s_5 * \text{fiziksel aktivite} + t_5 * \text{kötü alışkanlık} + u_5$
Yaş= Genç & Genetik=Az & Kanser Durumu=Sıkıntılı & Fiziksel Aktivite=İyi & Kötü Alışkanlık=Var	$\rightarrow f_{17} = p_{17} * \text{yaş} + q_{17} * \text{genetik} + r_{17} * \text{kanser durumu} + s_{17} * \text{fiziksel aktivite} + t_{17} * \text{kötü alışkanlık} + u_{17}$
Yaş= Yaşlı & Genetik=Çok & Kanser Durumu=Problemsiz & Fiziksel Aktivite=İyi & Kötü Alışkanlık=Yok	$\rightarrow f_{33} = p_{33} * \text{yaş} + q_{33} * \text{genetik} + r_{33} * \text{kanser durumu} + s_{33} * \text{fiziksel aktivite} + t_{33} * \text{kötü alışkanlık} + u_{33}$
Yaş= Yaşlı & Genetik=Çok & Kanser Durumu=Sıkıntılı & Fiziksel Aktivite=Kötü & Kötü Alışkanlık=Orta	$\rightarrow f_{41} = p_{41} * \text{yaş} + q_{41} * \text{genetik} + r_{41} * \text{kanser durumu} + s_{41} * \text{fiziksel aktivite} + t_{41} * \text{kötü alışkanlık} + u_{41}$

Sistemlerin eğitim işlemi için öğrenme katsayısı 0.4 olarak belirlenmiş; 60 epok sonunda modellerin öğrenme işlemini tamamlamıştır. DE*ANFIS yöntemi öğrenme

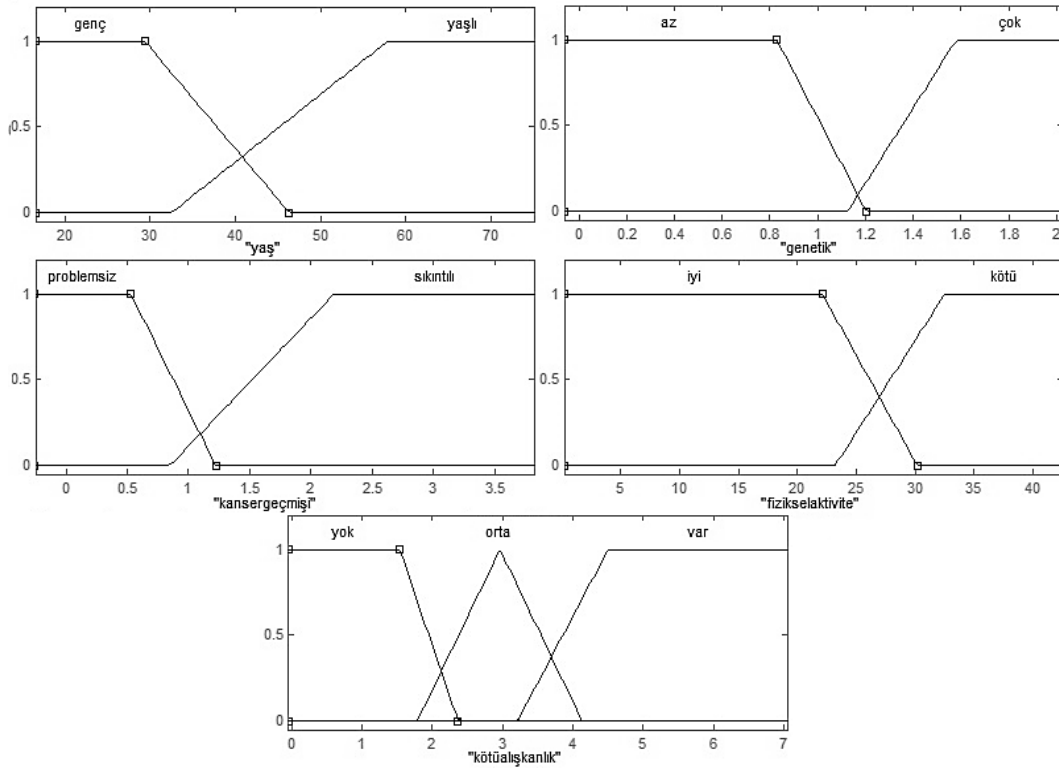
işlemini 98.12 saniyede tamamlarken; E*ANFIS yöntemi ile 102.24 saniyede, ANFIS yönteminde ise 93.36 saniyede sistemler eğitilmiştir. Modellerin eğitim süresi baz alındığında Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (DE*ANFIS) yönteminin, Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (E*ANFIS) yöntemine göre daha hızlı, ANFIS yöntemine göre daha yavaş öğrendiği gözlemlenmiştir. Beş girişli sistemde p_i , q_i , r_i , s_i , t_i ve u_i bilinmeyen katsayılar olmak üzere kurallara ait fonksiyonlar olan $f_i = p_i * \text{yaş} + q_i * \text{genetik} + r_i * \text{kanser durumu} + s_i * \text{fiziksel aktivite} + t_i * \text{kötü alışkanlık} + u_i$ denklemlerindeki bilinmeyen çıkış parametreleri, bölüm 2.5'te ve bölüm 3'te gösterilen formüller ile eğitim setindeki veriler sisteme öğrenme için sunulduğunda 60 epok sonrası belirlenmiştir. Kolon kanseri risk analizi modeli ANFIS, E*ANFIS VE DE*ANFIS yöntemleri için uygulanmıştır. Her üç yöntem için 920 veri eğitim setinde 616 veri ise test seti için uygulanmıştır. Model üç yöntem de uygulanarak ayrı ayrı eğitilmiştir. Eğitim sonrasında güncellenen giriş parametreleri Şekil 4.45, Şekil 4.46, Şekil 4.47, Tablo 4.23, Tablo 4.24 ve Tablo 4.25'de verilmiştir.



Şekil 4.45. ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

Tablo 4.23. ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

	YAŞ		GENETİK		KANSER GEÇMİŞİ		FİZİKSEL AKTİVİTE		KÖTÜ ALIŞKANLIK		
	genç	yaşlı	az	çok	problemsiz	sıkıntılı	iyi	kötü	yok	orta	var
a	19,31062	35,40216	-0,03724	1,16283	0,02948	0,86145	-0,22491	18,56	-0,072384	1,922966	3,262402
b	19,31062	52,69233	-0,03724	1,59008	0,02948	2,26987	-0,22491	28,91921	-0,072384	3,076404	5,070574
c	31,74791	65,74772	0,62979	2,02116	0,53917	3,86027	13,64631	49,72808	1,47315	3,985513	7,060833
d	44,54066	65,74772	1,21262	2,02116	1,21729	3,86027	28,29798	49,72808	2,977636		7,060833



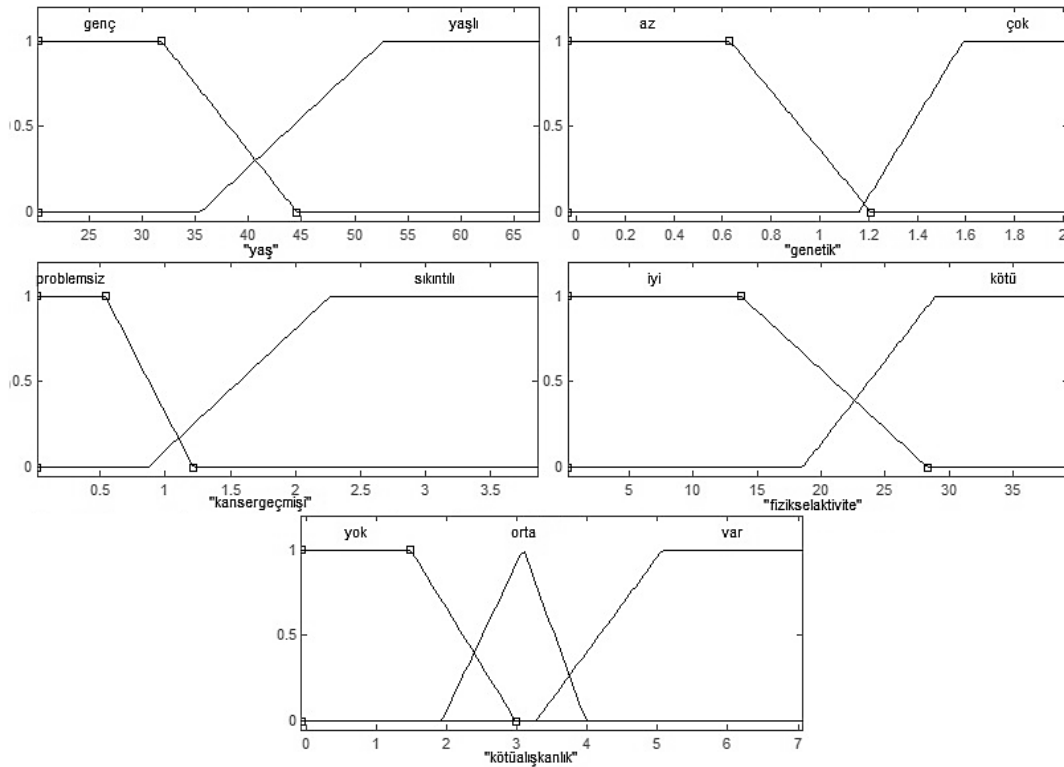
Şekil 4.46. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

Tablo 4.24. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

	YAŞ		GENETİK		KANSER GEÇMİŞİ		FİZİKSEL AKTİVİTE		KÖTÜ ALIŞKANLIK		
	genç	yaşlı	az	çok	problemsiz	sıkıntılı	iyi	kötü	Yok	orta	var
a	16,54571	32,4926	-0,06146	1,12546	-0,24823	0,84703	0,18798	23,19771	-0,03931	1,79115	3,21437
b	16,54571	57,86637	-0,06146	1,58179	-0,24823	2,19095	0,18798	32,519	-0,03931	2,96619	4,5054
c	29,3422	75,03022	0,83041	2,02688	0,532	3,82222	22,12866	42,534	1,54068	4,13543	7,04609
d	46,32625	75,03022	1,20564	2,02688	1,22386	3,82222	30,18397	42,534	2,36871		7,04609

Tablo 4.25. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

	YAŞ		GENETİK		KANSER GEÇMİŞİ		FİZİKSEL AKTİVİTE		KÖTÜ ALIŞKANLIK		
	Genç	yaşlı	az	çok	problemsiz	sıkıntılı	iyi	kötü	Yok	orta	var
a	20,2057	35,41579	-0,03668	1,16299	0,01439	0,861561	0,205931	18,52903	-0,07155	1,92056	3,26391
b	20,2057	52,73717	-0,03668	1,5900	0,01439	2,269846	0,205931	28,90862	-0,07155	3,08418	5,06864
c	31,78913	67,31475	0,62973	2,02098	0,53903	3,860226	13,70629	39,27071	1,48054	3,9832	7,05692
d	44,55144	67,31475	1,21223	2,02098	1,21711	3,860226	28,31436	39,27071	2,98149		7,05692



Şekil 4.47. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

Kolon kanseri risk analizi modeline eğitim için üç yöntem de kullanılarak uygulanan 768 eğitim verisi sonrasında güncellenen çıkış parametreleri Tablo 4.26, Tablo 4.27 ve Tablo 4.28'de verilmiştir.

Tablo 4.26. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri

	p	q	r	s	t	u
1	0,04791533	0,00765465	-0,00054871	-0,01901531	-0,02798976	-0,12474111
2	0,00659537	0,00537828	0,00338137	0,05608958	-0,07327451	2,31032963
3	-0,00189457	0,00504963	-0,00451589	-0,01501505	0,00575077	2,04296270

Tablo 4.26. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

4	-0,03824072	0,00214488	-0,00124835	-0,01098517	0,02526473	2,45183069
5	-0,02439411	0,00327452	0,00563018	0,01795155	0,07517742	-0,77496744
6	-0,00369846	-0,00226251	-0,00001062	-0,02701897	0,01528104	3,26741971
7	0,03181080	-0,00548610	0,00099500	0,02385516	-0,06290332	0,66845744
8	0,05103140	0,00876202	0,00079090	0,00579777	0,00897235	-0,38618029
9	0,00005912	-0,00388489	-0,00113131	0,01568674	0,02149920	2,01582721
10	-0,01243814	0,00112445	0,00343890	-0,02795364	0,04222786	2,12278102
11	0,00066059	-0,00231866	-0,00019229	0,03447359	0,07094743	-0,36785372
12	-0,00352462	0,00152550	0,00034185	0,00505776	0,00003231	2,76051076
13	0,00782010	0,00453551	0,00925548	0,02020257	0,01061577	-0,90597453
14	-0,00215750	-0,00136443	0,00923971	-0,01436235	0,10132415	-1,04634646
15	-0,01858293	0,00557359	-0,00255563	0,01364429	0,01903392	1,57086852
16	-0,00191265	-0,00224704	-0,00109780	0,01627107	0,01305573	1,79018717
17	0,00769847	0,00379633	0,00422973	0,04678716	0,07399656	-2,47570643
18	-0,00432012	-0,00347464	-0,00094115	-0,00033667	0,00610502	3,33209088
19	0,00840013	0,00946744	0,00120403	0,02587684	-0,02783601	0,17157610
20	-0,02134581	0,00236114	-0,00173846	-0,02960668	0,03407729	2,79951049
21	0,00616901	-0,00153282	0,00000794	0,00130078	0,00014999	3,08046727
22	0,00597255	-0,00798152	0,00092371	-0,05949490	0,03700192	4,61045740
23	-0,02672186	0,01175941	-0,00111592	0,00307224	0,03939695	0,94809674
24	-0,00262248	0,00051206	-0,00016955	-0,00023277	-0,00035535	3,05821202
25	0,02867756	0,00435062	-0,00274248	0,01408193	0,05806902	-1,13834468
26	0,00486768	0,00755377	-0,00993982	0,00245627	0,03400050	0,67701241
27	0,02501131	0,00485207	0,00490503	0,01406491	-0,01818845	1,17655000
28	-0,02263745	0,00217241	0,00206952	0,02265158	0,00466980	1,53549447
29	-0,00960003	0,00072030	0,00256867	0,01253367	0,07976304	-0,27358676
30	-0,01855887	0,00326735	-0,00243845	0,02126445	0,01372265	2,36116234
31	0,04040319	0,00405725	-0,00232544	-0,00789945	0,01379958	-0,03063418
32	0,02652087	-0,00252523	0,00272548	0,00381365	-0,01803463	1,66984482
33	-0,00841107	0,00067790	0,00114544	0,00898011	-0,00237477	3,17992910
34	-0,01254997	0,00754466	-0,00061558	0,02356504	0,01675467	1,67746308
35	0,01888546	0,00358732	0,00075487	0,01299701	0,04600611	-0,41318104
36	0,00023948	-0,00049603	-0,00013241	-0,00188285	0,00103890	3,05819049
37	-0,00825225	-0,00185103	-0,00234534	0,00527247	0,02132129	2,62772602
38	-0,00251229	0,01145653	0,00938466	0,01012607	0,01586006	0,08110215

Tablo 4.26. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

39	-0,00831994	-0,00660353	-0,00109897	0,01249143	0,00671104	4,08240943
40	-0,00707911	-0,00542356	0,00052575	0,02950271	0,01802644	2,09282034
41	0,01337351	-0,00514147	0,00385499	-0,02174465	-0,03524315	4,50293168
42	0,00406813	0,00208874	-0,00138789	0,00537180	-0,00791894	2,82591874
43	0,02953786	0,00761673	-0,00115600	0,01491245	0,00598305	0,02348571
44	0,00581709	-0,00318574	0,00123624	0,00425031	-0,02055255	3,45532194
45	0,00057346	0,00210546	-0,00065132	-0,00010066	-0,00586885	3,09757387
46	0,02762146	-0,00311640	0,00009190	0,04756221	0,01048176	0,35697106
47	-0,00904707	0,00305841	-0,00009813	-0,00299582	0,00901140	2,83826605
48	0,00112546	-0,00135256	0,00008626	-0,00008796	0,00342707	2,97586778

Tablo 4.27. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri

	p	q	r	s	t	u
1	0,04305956	0,01179015	-0,01553336	-0,02328524	-0,00624017	0,63591153
2	-0,03817810	-0,00230131	0,00051624	0,01557817	0,05978654	0,48786299
3	-0,02454344	0,00121959	-0,00715144	0,01725912	0,03373315	1,49250512
4	-0,04036471	-0,00242367	0,01296479	0,03805743	0,06729797	0,14747161
5	0,01459101	-0,00005966	0,00364568	0,03144025	0,06459268	-1,34558946
6	-0,00625098	0,00636539	0,01194569	0,05321326	-0,00323143	0,58121190
7	0,03793929	0,00859616	-0,00006911	0,04482569	0,04636976	-1,45292057
8	0,01783418	0,00873005	0,00073337	-0,00507262	0,05714647	-0,76789202
9	0,02392583	-0,00088879	0,00202838	0,01034764	0,02463657	0,35273591
10	0,00858903	-0,00140082	0,00350967	0,00158267	0,00335249	0,77126514
11	0,00218176	0,00608261	0,00230082	0,02681886	0,01631615	0,51202455
12	-0,00140476	-0,00492654	-0,00089394	0,03742526	-0,00195563	2,49763903
13	-0,00320898	-0,00291302	0,00883719	-0,01822229	0,02435889	1,51447195
14	0,03160694	0,00638984	0,00506722	0,02606829	0,11026434	-3,83726983
15	0,00480240	0,00472387	-0,00506733	0,00825990	0,00914381	1,75223321
16	0,00657015	0,00297475	0,00515158	0,08719406	0,03095629	-1,63120669
17	-0,01316352	-0,00334892	-0,00180527	0,01205012	0,07602883	0,47642823
18	0,00631231	-0,00681608	0,00147750	-0,00127052	0,01102889	3,13182186
19	0,00010691	0,00500132	0,00024878	0,00605244	-0,02679128	1,20704057
20	-0,01193934	0,00345833	0,00159241	0,01300700	0,00722586	1,72676956
21	-0,00611814	-0,00077523	-0,00008126	-0,00160707	-0,00950854	3,99213249

Tablo 4.27. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

22	0,02882706	0,00563766	0,00180071	-0,02127103	0,02634508	0,51566555
23	-0,01259344	0,00721737	-0,00273214	-0,00363593	0,10883669	-0,39626081
24	0,00708323	-0,00026550	-0,00037429	0,00845290	0,01483273	1,83966510
25	-0,00204293	0,00271205	-0,01024812	0,01038934	0,01268934	1,48107822
26	-0,02004617	0,00445355	-0,00122025	0,00484370	0,08424336	0,24041185
27	-0,03899366	0,00804474	0,00846655	0,01014145	-0,04103743	5,60024025
28	-0,00505722	0,00147025	0,00692952	-0,01942702	0,04950347	0,95876047
29	0,01394393	0,00899208	-0,01380984	0,00016901	0,02064696	1,11074038
30	0,03788314	0,00050550	-0,00075869	0,05140336	0,04638493	-2,96681282
31	0,01064003	0,00750183	-0,00049315	-0,01155313	0,04702781	0,81834607
32	0,01055341	-0,00131347	0,00201952	-0,00755006	0,05293273	0,31250062
33	-0,01981341	0,00064981	0,00433713	-0,00915674	0,01227052	2,59211405
34	0,03511243	0,00004684	-0,00293313	0,02952261	0,00892438	-0,12231225
35	0,02530991	-0,00255220	-0,00399892	0,01456306	0,05421868	0,73117819
36	0,01298925	0,00345710	0,00041465	0,01088514	-0,00208267	1,71573650
37	-0,01936647	0,01480094	0,00509577	0,02665928	0,01325556	0,09697589
38	-0,00100200	-0,00192655	0,00952090	0,01229506	0,05490306	1,01794765
39	-0,01395246	-0,01057850	-0,00591051	-0,01265109	0,01449070	5,07116585
40	-0,01851858	-0,00448629	-0,01033448	0,01521351	0,02153501	3,54967310
41	-0,02277556	-0,00075554	0,00326761	-0,00511074	-0,04316557	5,32312899
42	0,03208897	0,01249935	0,00689175	0,01550965	-0,02905323	0,19783644
43	0,02522070	0,00501874	0,00019583	0,01006170	0,02520895	0,02162640
44	-0,00721491	-0,00765950	0,00491055	0,00517471	0,02873066	2,57662965
45	0,00482370	0,00646997	-0,00165157	-0,00284941	0,00191415	1,92414553
46	0,02286586	-0,00379301	0,00149849	0,00563405	0,01739891	1,38736681
47	0,01118569	0,00068204	-0,00414365	0,00168215	0,00570833	2,90209883
48	-0,00166006	-0,00236062	0,00009373	0,00193004	0,01112349	2,85574629

Tablo 4.28. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri

	p	q	r	s	t	u
1	0,05588629	0,00835124	-0,00111106	-0,01390403	-0,02883002	-0,49185149
2	0,00779871	0,00475285	0,00313028	0,04943663	-0,07832845	2,57092573
3	-0,00450519	0,00366867	-0,00255546	-0,01249864	0,00537129	2,09402842
4	-0,02341832	0,00211475	-0,00207379	0,00630822	0,02899423	1,41560916

Tablo 4.28. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

5	-0,02672667	0,00335764	0,00575307	0,01315097	0,07841066	-0,64897275
6	-0,01531795	-0,00048069	0,00038032	-0,03662005	0,02301995	3,42794510
7	0,05535704	-0,00452175	0,00228227	0,03040581	-0,09319324	-0,19679398
8	0,05288549	0,00899371	0,00072855	0,00123247	0,00350648	-0,19242252
9	0,00023301	-0,00371128	-0,00096885	0,01773911	0,02208187	1,90523337
10	-0,01802674	0,00120531	0,00326356	-0,02322298	0,04348991	2,14704024
11	-0,00258105	-0,00246701	-0,00015725	0,03304954	0,06815361	-0,14165936
12	-0,00336802	0,00112368	0,00048311	0,00634670	-0,00065639	2,71927987
13	-0,01453034	-0,00078849	0,00849796	0,00784654	0,02508125	0,77561140
14	-0,01759530	-0,00525320	0,01091563	-0,00082300	0,15858757	-1,94656177
15	-0,01786697	0,00438173	-0,00360252	0,02171296	0,02358331	1,43668787
16	-0,00087606	-0,00344996	-0,00104162	0,01195147	0,01260035	2,12021388
17	0,00858395	0,00409902	0,00450576	0,04847451	0,07394899	-2,62666447
18	-0,00562465	-0,00358504	-0,00098275	0,00199505	0,00579769	3,32345722
19	0,02972241	0,00710829	0,00138531	0,00691048	-0,03221437	0,07211256
20	-0,02066020	-0,00202618	-0,00165084	-0,03591191	0,01318986	4,11396963
21	0,00960175	-0,00198917	0,00015466	0,00629826	0,00134722	2,90902459
22	0,01197270	-0,00997995	0,00079007	-0,07092077	0,04070536	5,12106610
23	-0,03291609	0,01367853	-0,00140121	-0,00501395	0,04604099	0,96703874
24	-0,00290885	0,00069318	-0,00021308	0,00300930	-0,00094595	2,97595505
25	0,01304811	0,00418267	-0,00266008	0,01771571	0,05244816	-0,34230544
26	0,01029405	0,00711121	-0,00922429	0,00152452	0,04262173	0,16123824
27	0,01790356	0,00662111	0,00326815	0,00784896	-0,01562145	1,44315235
28	-0,01308441	0,00208650	0,00273734	0,01492128	0,00653321	1,22030835
29	-0,01270497	0,00005788	0,00220870	0,01148972	0,07778862	0,04499518
30	-0,00677756	0,00286401	-0,00140273	0,01764605	0,01215137	1,94146579
31	0,03729459	0,00293597	-0,00239686	-0,01530068	0,02796452	0,06607116
32	0,01786424	-0,00150110	0,00168550	0,00727251	-0,00674687	1,82480196
33	-0,00606754	-0,00004423	0,00104704	0,00753062	-0,00454033	3,27331471
34	-0,01869532	0,00698977	-0,00064264	0,00946159	0,01627266	2,50068542
35	0,01208623	0,00466145	0,00105181	0,00920292	0,05819004	-0,42934790
36	0,00017549	-0,00057661	-0,00007840	-0,00223906	0,00214935	3,00385962
37	-0,03174268	0,00272010	-0,00254704	0,01961967	0,02514643	2,85445834
38	-0,00245989	0,01071096	0,00984765	0,01117022	0,00850300	0,38790773
39	-0,00345606	-0,00486205	-0,00167344	0,00587581	0,00425738	3,79855009

Tablo 4.28. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

40	0,00039322	-0,00468917	-0,00017480	0,03078540	0,01803474	1,55172438
41	0,01408117	-0,00356728	0,00241261	-0,02085056	-0,03388039	4,22964535
42	0,00181145	0,00156541	-0,00077468	0,00284109	-0,00805930	3,08545343
43	0,02804737	0,00860112	-0,00096802	0,02447086	0,00630531	-0,24541966
44	0,00515202	-0,00270570	0,00110828	0,00444728	-0,01689925	3,33416550
45	0,00111976	0,00223428	-0,00066703	-0,00056831	-0,00608494	3,05635420
46	0,03070420	-0,00298879	0,00007361	0,05285173	0,01067471	0,00061383
47	-0,01136779	0,00292953	-0,00009107	-0,00118955	0,00839263	2,95228777
48	0,00153053	-0,00135413	0,00012834	-0,00022482	0,00334007	2,94935133
35	0,01208623	0,00466145	0,00105181	0,00920292	0,05819004	-0,42934790
36	0,00017549	-0,00057661	-0,00007840	-0,00223906	0,00214935	3,00385962
37	-0,03174268	0,00272010	-0,00254704	0,01961967	0,02514643	2,85445834
38	-0,00245989	0,01071096	0,00984765	0,01117022	0,00850300	0,38790773
39	-0,00345606	-0,00486205	-0,00167344	0,00587581	0,00425738	3,79855009
40	0,00039322	-0,00468917	-0,00017480	0,03078540	0,01803474	1,55172438
41	0,01408117	-0,00356728	0,00241261	-0,02085056	-0,03388039	4,22964535
42	0,00181145	0,00156541	-0,00077468	0,00284109	-0,00805930	3,08545343
43	0,02804737	0,00860112	-0,00096802	0,02447086	0,00630531	-0,24541966
44	0,00515202	-0,00270570	0,00110828	0,00444728	-0,01689925	3,33416550
45	0,00111976	0,00223428	-0,00066703	-0,00056831	-0,00608494	3,05635420
46	0,03070420	-0,00298879	0,00007361	0,05285173	0,01067471	0,00061383
47	-0,01136779	0,00292953	-0,00009107	-0,00118955	0,00839263	2,95228777
48	0,00153053	-0,00135413	0,00012834	-0,00022482	0,00334007	2,94935133

Kolon kanseri risk analizi modeline üç yöntemde uygulandıktan sonra test seti üç yöntem için uygulanmıştır (Şekil 4.48). Test setinde kullanılan 616 verinin üç yöntem için sonuçlarının karşılaştırma grafiği Şekil 4.49’da, doğrulama tablosu Tablo 4.29’da verilmiştir. Karşılaştırma grafiğinde gerçek çıkışta belirtilen 1 değerinin karşılığı sağlıklı; 2 değerinin karşılığı verilerin giriş anında sağlıklı olup daha sonrasında ilgili kanser tipi için tanı koyulan; 3 değerinin karşılığı ise tanı koyulmuş hasta anlamındadır.

Kolon Kanseri Risk Analizi

Bilgiler
Yaş : 24

Genetik : Ailenizde Kolon Kanseri Geçmiş Olan Var mı?
 Yok Var
 Anne-Baba-Kardeş B.Anne-A.Anne-Dede
 Teyze-Hala-Amca-Dayı Kuzen-Yeğen
 Diğer Uzak Akraba Bilmiyorum

Kanser Geçmişi : Daha önce geçirdiğiniz kanser tipi?
YOK

İltihap Durumu : Ülseratif Kolit veya Crohn Hastalığı gibi bağırsakta iltihap hastalığı durumu
Hiç olmadı

Fiziksel Aktivite : Düzenli spor yapıyor musunuz? Evet Hayır
Yaptığınız aktiviteyi haftada kaç gün tekrarlıyorsunuz?
Haftada 1-2 gün
Günde ne kadar yürüyüş yapıyorsunuz? 30 Dakika
İşinize hangi yolla geliyorsunuz? Kendi aracımlla

Ağırlık Durumu : Ağırlığınızı giriniz (kg): 80
Boyunuzu giriniz (cm): 180

Sigara Kullanımı : Sigara Kullanımınız - Gün Bazında
 Hiç 1-2 Dal Yarım Paket
 Bir Paket 2 Paket ve Fazlası

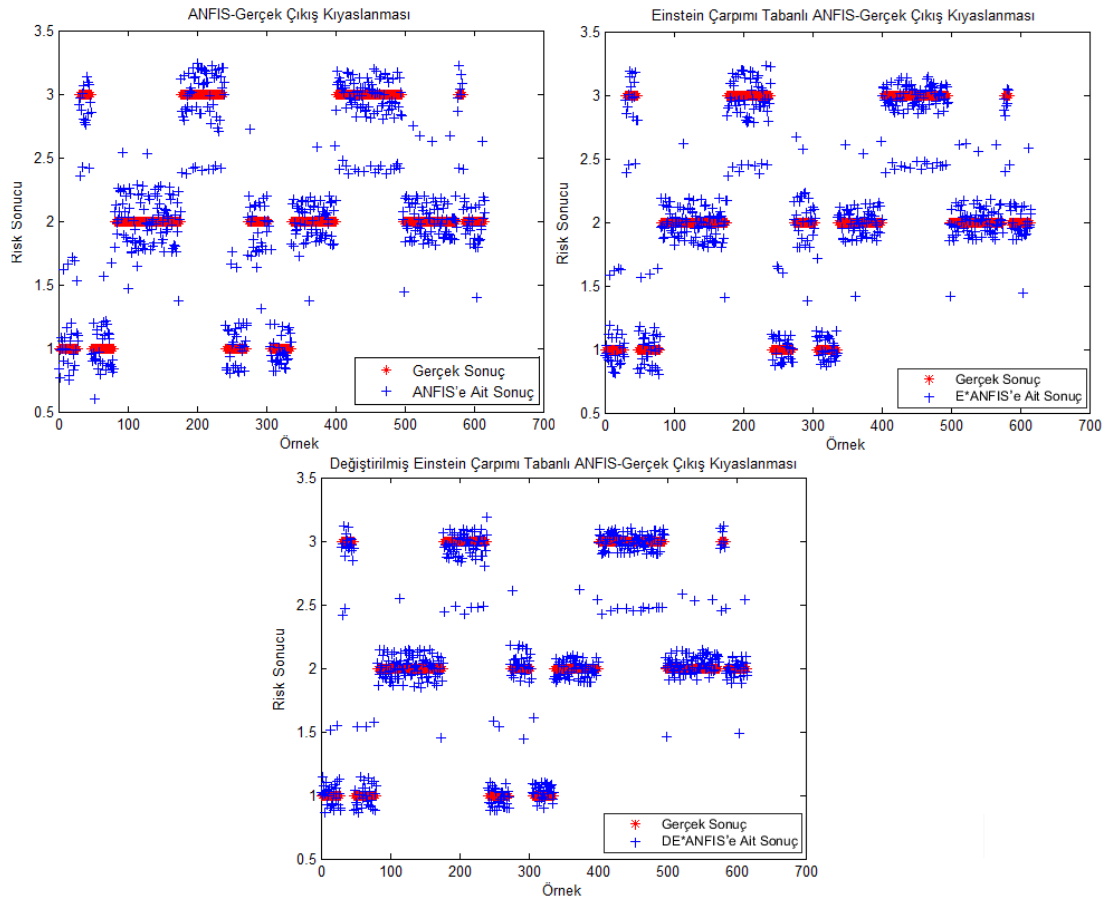
Beslenme Durumu :
1- Geçen sene içerisinde 5 kilodan fazla kilo kaybettiniz/aldınız mı?
 Evet Hayır
2- Özel bir diyet/beslenme programı uyguluyormusunuz?
 Evet Hayır
3- Halen sigara içiyor musunuz
 Evet Hayır
4- Geçen sene süresince vitamin/mineral takviyesi aldınız mı?
 Evet Hayır
5- Yemekleriniz genellikle nasıl pişirilir?
 a) Buharda/Kaynatma b) Izgara c) Kızartma
6- Alışveriş yaparken az yağlı yiyeceklere yöneliyor musunuz?
 a) Yalnızca az yağlı besin satın alırım b) Tamamen yağsız besinler alırım c) Daha lezzetli olduğu için yağlı yiyecekleri tercih ederim.
7- Günde kaç kaşık şeker tüketiyorsunuz?
 a) Hiç - 1 b) 2 - 4 c) En az 5-6
8- Yemeğe tuzu hangi sıklıkla ekliyorsunuz?
 a) Nadiren/Hiç b) Bazen c) Sık/Her zaman
9- Hangi sıklıkta alkolü içecek alıyorsunuz?
 a) Özel durumlar hariç, asla / Hiç b) Bazen c) Sık / Her zaman
10- Yemeklerinizde en çok kullandığınız yağ tipi hangisidir?
 a) Hiç kullanmam - Zeytinyağı b) Ayçiçek - Mısırözü c) Tereyağı - Margarin
11- Haftada kaç kez fast-food yersiniz?
 a) En fazla 1 b) 2-3 c) En az 4

Alkol Kullanımı : Alkol Kullanım Miktarınız
 Hiç Çok Az (15 Günde 1)
 Ara Sıra (Haftada 1) Bazen (Haftada 2)
 Genellikle (3 Günde 1) Çok Sık (2 Günde 1)
 Sürekli (Hergün)

12- Tavuğun derisini ayırır mısınız?
 a) Sık/Her zaman b) Ara sıra c) Nadiren/Hiç
13- Hangi sıklıkta taze meyve yersiniz
 a) Günde birkaç kere b) Günde bir c) Her gün yemem
14- Etin yağını hangi sıklıkta yersiniz?
 a) Nadiren/Hiç b) Bazen c) Sık/Her zaman
15- Her yemekte sebze veya salata buldurur musunuz?
 a) Her zaman b) Ara sıra c) Hiç
16- Kahvaltıda ne yersiniz?
 a) Taze sıkılmış meyve suyu, peynir-zeytin, taze sebze b) Çay veya Kahve, ekmekek, reçel, yumurta, peynir-zeytin c) Kahvaltı yapmıyorum
17- En fazla hangi öğüne önem veriyorsunuz?
 a) Kahvaltı b) Öğle c) Akşam
18- En fazla atladığınız öğün hangisidir?
 a) Akşam b) Öğle c) Kahvaltı
19- Günde ne kadar su tüketiyorsunuz?
 a) 7 veya daha fazla b) 3-6 bardak c) 1-2 bardak
20- Hangi tür ekmekek tüketiyorsunuz?
 a) Tam Tahıllı Ekmekek b) Kepekli Ekmekek c) Beyaz Ekmekek

Risk Sonucu : **SAGLIKLI**
1,00212596188167 E*ANFIS
33,4041987293892 %
Küme Değeri 0,996962911597608

Şekil 4.48. Kolon kanseri risk analizi modeli sonuç arayüzü

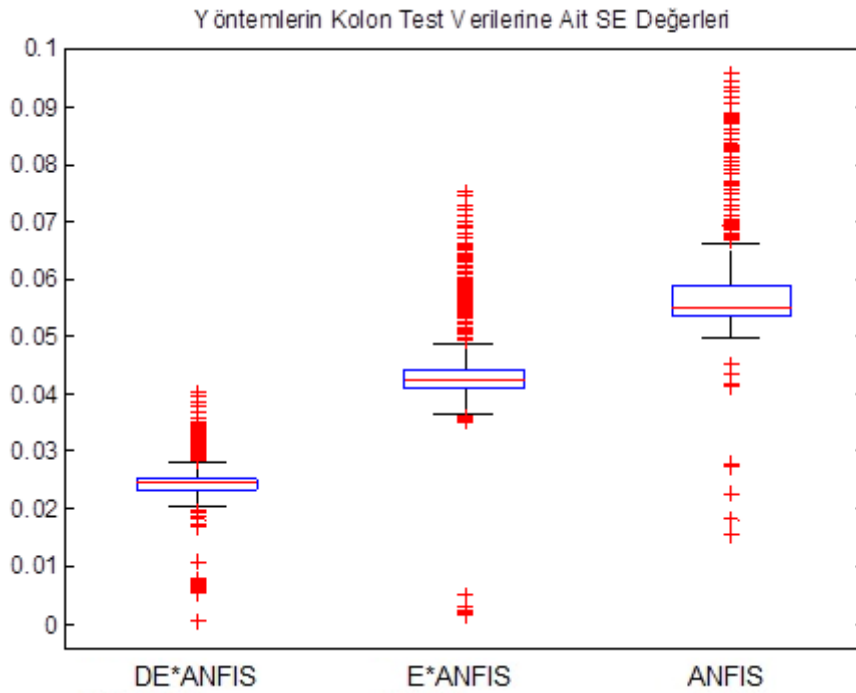


Şekil 4.49. Kolon kanseri risk analizi karşılaştırma grafiği

Tablo 4.29. Doğruluk ölçüm tablosu

	ANFIS	E*ANFIS	D*ANFIS
MSE	0,053262854	0,041130324	0,02502814
RMSE	0,230787465	0,202806124	0,15820285
MAE	0,166586663	0,133638389	0,09420783
MAPE	0,088473822	0,070658889	0,04985224
RKARE	0,895003385	0,917770517	0,94984701
PI	0,004430003	0,003892897	0,003036730

Doğruluk ölçüm tablosu ortaya çıkartıldıktan sonra probleme uygulanan her üç yöntem için MSE değerlerine karşılık karesel hatalarına ait Box&Whisker grafiği test verileri için çizdirilmiştir (Şekil 4.50). Bu grafikte de en iyi yakınsamayı Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS yöntemin verdiğini göstermektedir.



Şekil 4.50. Yöntemlerin SE değerlerinin grafiği

Sonuçların istatistiksel analizinde doğruluk oranına bakmak için modelin verdiği sonuç ile gerçek sonuç karşılaştırılmıştır. Radyasyon Onkolojisi Kliniği'nden kolon kanseri için alınan verilerin 920 tanesi eğitim için sinirsel bulanık modelleme verisi olarak kullanılırken, geriye kalan 616 veri ise test verisi olarak kullanılmıştır.

Önerilen metot ile oluşturulan ve kolon kanseri için risk analizi yapan sinirsel bulanık mantık modeli yazılımında ilgili kanser tipi için elimizde bulunan hasta ve sağlıklı kişilerin bilgileri sisteme girilerek sonuçlar gözlemlenmiştir. Test setinde kullanılan toplam 616 veri için ANFIS yöntemi %89.93, E*ANFIS yöntemi %90.90 ve DE*ANFIS yöntemi %93.34 oranında doğruluk performansı göstermiştir.

Daha sonra oluşturulan modelin sadece elimizde bulunan verilere bağlı kalıp kalmadığını kontrol etmek amacıyla online anket sitesi olan Surveey.com sitesi üzerinde kolon kanseri risk analizi anketi oluşturulmuştur (Şekil 4.51). Anket sitesine ait internet adresi üzerinden toplam 205 veri elde edilmiştir [282].

Anket yoluyla elde edilen verilerin 100 adedi kolon kanseri tanısı konulmuş; 105 adet veri ise sağlıklı kişilere ait olan verilerden oluşmuştur. 205 anket verisine her üç yöntem uygulandığında ANFIS yöntemi %90.24, E*ANFIS %91.70 ve DE*ANFIS yöntemi %93.17 oranında doğruluk oranına sahip olmuşlardır. Anket yoluyla elde edilen verilere yöntemler uygulandığında, elde edilen doğruluk tablosu Tablo 4.30'da gösterilmiştir.

Tablo 4.30. Anket verilerine ait doğruluk ölçüm tablosu

	ANFIS	E*ANFIS	DE*ANFIS
MSE	0,15425164	0,144683208	0,112560304
RMSE	0,39274882	0,38037246	0,335500081
MAE	0,30318581	0,290713991	0,279064323
MAPE	0,1913037	0,168315496	0,156977639
RKARE	0,81967115	0,829856076	0,87881446
PI	0,012552025	0,012156484	0,010722389

Elde edilen sonuçlar hedeflenen sonuçlar ile karşılaştırılarak yöntemlerin doğruluk oranlarına ve Tablo 4.30'daki doğruluk ölçüm değerlerine bakıldığında; bu problem için Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (DE*ANFIS) yönteminin, ANFIS ve Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (E*ANFIS) yöntemlerine göre daha iyi sonuca ulaştığı görülmüştür.

Kanser Risk Analizi - Kolon Kanseri

Lütfen yaşınızı giriniz.

45

Ailenizde kolon kanseri geçmişi olan var mı?

Yok

Anne-Baba-Kardeş

Teyze-Hala-Amca-Dayı

Büyükanne-Dede

Kuzen-Yeğen

Diğer uzak akraba

Bilmiyorum

Lütfen daha önce geçirdiğiniz kanser tipini seçiniz.

Yok

Üsereatif Kolit veya Crohn Hastalığı gibi bağırsakta iltihap hastalığı durumunuzu işaretleyiniz.

Uzun zaman önce vardı: iyileşti

Düzenli spor yapıyor musunuz?

Evet

Hayır

Yaptığınız aktiviteyi haftada kaç gün tekrarlıyorsunuz? (Bir önceki soruda evet i işaretlediyseniz lütfen cevaplayınız; hayır seçtiyseniz seçim yapmayınız)

Lütfen Seçiniz

Günde ne kadar yürüyüş yapıyorsunuz

30 Dakika

İşinize hangi ulaşım yoluyla geliyorsunuz

Kendi aracımla

Taksiyle

Toplu taşıma aracıyla

Yürüyerek

Gün bazında sigara kullanımınız ne kadardır?

Hiç

1-2 dal

Yarım paket

1 paket

2 paket veya daha fazla

Lütfen alkol kullanım miktarınızı seçiniz.

Hiç

Çok az (15 günde 1)

Ara sıra (Haftada 1)

Bazen (Haftada 2)

Genellikle (3 günde 1)

Çok sık (2 günde 1)

Sürekli (Her gün)

Lütfen boyunuzu giriniz (cm)

175

Lütfen ağırlığınızı giriniz (kg)

82

Lütfen ilk satırda yaşadığınız şehri, ikinci satırda doğduğunuz şehri, son satırda ise kolon kanseri konusunda rahatsızlığınız olup olmadığını yazınız. Örneğin; İstanbul Kocaeli Sağlık

Kocaeli
Bursa
Sağlıklı

Surveey.com

Devam

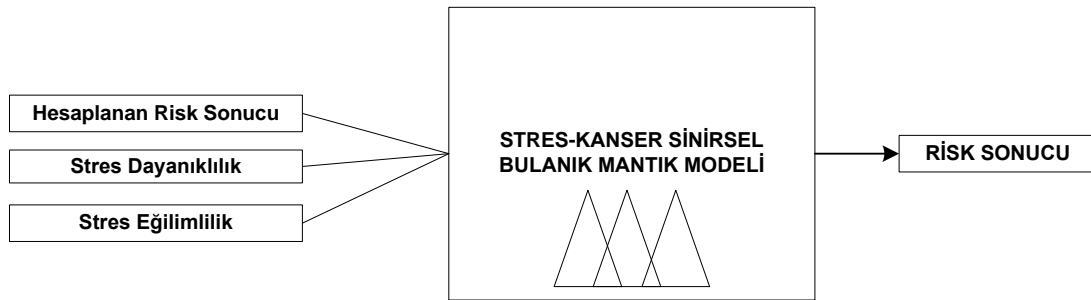
Şekil 4.51. Kolon kanseri risk analizi online anket

4.4. Stresin Kanser Tiplerine Etkisinin Risk Analizi

Meme kanseri, akciğer kanseri ve kolon kanseri risk analizi modellerinden herhangi birinden hesaplanan risk sonucuna göre stresin kanser hastalığına etkisini hesaplamak için sinirsel bulanık mantık modeli kullanılarak stres modeli oluşturulmuştur.

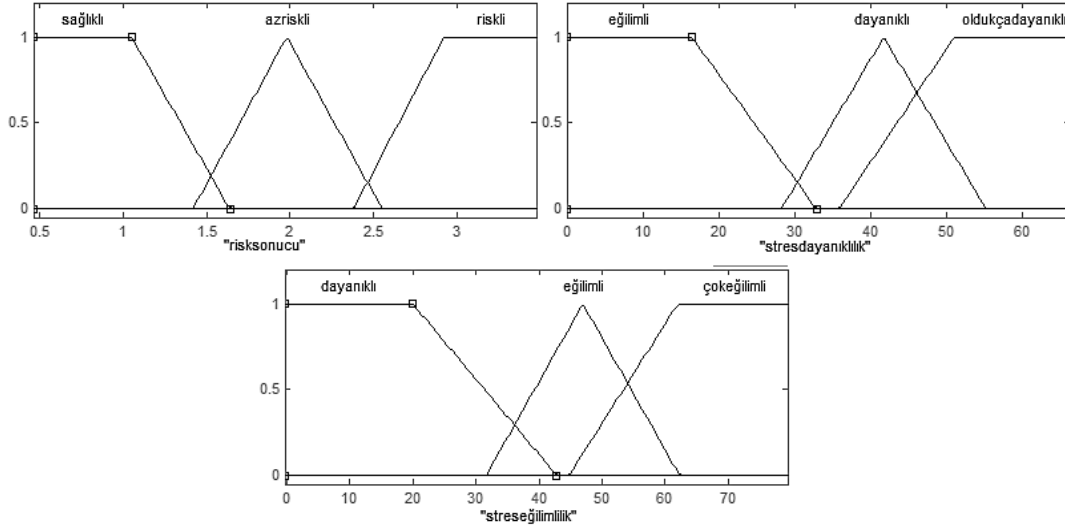
Stresin meme kanseri, akciğer kanseri ve kolon kanseri hastalığına etkileri hakkında uzman görüşleri alınıp, literatür çalışmalarıyla durum belirlendikten sonra sinirsel bulanık mantık modeli geliştirilmiştir.

Stres-kanser risk analizi modelinde kanser tipleri için modelin hesapladığı risk sonucu, stres dayanıklılık testi sonucu ve stres eğilimlilik uzman görüşleri alınarak ve bilimsel çalışmalar incelenerek kanser riski için etmen olarak belirlenip; girişler için Matlab üzerinde genfis3 fonksiyonu ile bulanık kümeler oluşturulmuştur. Üç etmeden alınan verilerin çıkış sonucu olarak kişinin bu kanser tipine risk durumu model içerisinde analiz edilmiştir (Şekil 4.52).



Şekil 4.52. Stres-kanser risk analizi sinirsel bulanık mantık modeli

Stres-kanser risk analizi modelinin giriş parametrelerinin üyelik fonksiyonlarının genfis3 fonksiyonu ile oluşturulan ilk durumu Tablo 4.31’de ve Şekil 4.53’te verilmiştir.



Şekil 4.53. Stres-kanser risk analizi modeli eğitim öncesi giriş parametreleri

Tablo 4.31. Stres-kanser risk analizi modeli eğitim öncesi giriş parametreleri

	RISK SONUCU			STRES DAYANIKLILIK			STRES EĞİLİMLİLİK		
	sağlıklı	az riskli	riskli	eğilimli	dayanıklı	oldukça dayanıklı	dayanıklı	eğilimli	çok eğilimli
a	0,467	1,42	2,38	-0,09	28,2	35,8	-0,29	31,6	44,7
b	0,467	1,98	2,92	-0,09	41,7	51	-0,29	46,95	62
c	1,053	2,55	3,47	16,35	55,2	66,2	19,95	62,3	79,4
d	1,64		3,47	32,8		66,2	42,8		79,4

Stresin kanser tiplerine etkisi için uzman görüşleri ve literatür araştırması sonucu risk etmenleri belirlenip genfis3 yardımı ile başlangıç bulanık sistemi belirlendikten sonra uygulama geliştirilmiştir.

Sisteme girilecek olan stres dayanıklılık ve stres eğilimlilik testleri sonuçlarının yanında ilk model sonucu ortaya çıkan risk sonucuna göre, yazılım içerisinde bir değere sahip olan giriş değerleri, 2.5 bölümünde verilen denklemler kullanılarak üç yöntem için hesaplanmaktadır.

Kişinin strese dayanıklılığını ölçmek için 22 soruluk Stres Dayanıklılık testi; kişinin strese eğilimini ölçmek için ise 26 soruluk Stres Eğilimlilik testi Uzman psikologlar tarafından hazırlanmıştır. Meme kanseri, akciğer kanseri ve kolon kanserleri için önerilen metotla oluşturulan sinirsel bulanık mantık modeli sayesinde yazılım

içerisinde hesaplanan risk sonucu stres sinirsel bulanık mantık modeli için ilk giriş değeri olarak belirlenmiştir. Buradaki amaç modelin belirlediği risk sonucunun stres etkisiyle beraber tetikleme durumunun kıyaslanabilmesidir.

Yazılımda meme kanseri, akciğer kanseri veya kolon kanserleri için model çıkışı olarak hesaplanan değer stres bulanık mantık modelinde giriş olarak alınarak, oluşturulan sinirsel bulanık mantık modelleri için sonuçlar hesaplanmaktadır..

Çağımızın sorunu olan stresin, birçok hastalıklara temel hazırlayan bir etken olarak her geçen gün önemi artmaktadır. Kanser tanısı konmuş hastaların tanıdan bir yıl öncesinde çok fazla yaşam olayı geçirdikleri saptanmıştır [13]. Bu nedenle öncelikle kişinin yaşadığı strese karşı ne kadar dayanıklı olup olmadığı konusunda bir ölçüm yapılması gereği ortaya çıkmıştır. Yazılım üzerinde kişilerin strese karşı ne kadar dayanıklı olabileceği konusunda ölçek ortaya çıkarmak için kanser konusunda uzman tıp hekimleri ve psikoloji konusunda uzmanların görüşleri alınıp literatür araştırması yapılmıştır.

Prof. Dr. Adnan Kulaksızoğlu danışmanlığında, Müge Akbağ'ın hazırlamış olduğu “Stresle Başa Çıkma Tarzlarının Üniversite Öğrencilerinde Olumsuz Otomatik Düşünceler, Transaksiyonel Analiz Ego Durumları ve Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi” konulu doktora tezi içerisindeki “Stresle Başa Çıkma” ölçeği [283] ile Uzman Psikolog Halil Türkmen tarafından yapılan ve psikolojik danışma ve rehberlik servisine başvuran kişilere uygulanan “Strese Dayanıklılık ve Stres Eğilim Düzeyi” ölçeği içerisindeki stres dayanıklılık ölçeği yazılım içerisinde “Stres Dayanıklılık” ve “Stres Eğimlilik” ölçekleri olarak kullanılmaktadır [284]. Yazılım içerisinde “Stres Dayanıklılık Ölçeği” içerisinde toplam 22 soru bulunmaktadır. Yazılımda kişi, strese karşı dayanıklılığın ölçülmesi için hazırlanan 22 sorunun tümünü cevaplamalıdır. Cevaplarda bulunan her şikkın ağırlıklandırılmış Şekilde belirli puanlama değeri bulunmaktadır. Cevaplanan stres dayanıklılık ölçeği sorularının ağırlıklandırılmış puan değerleri toplanarak yazılım içerisinde bir değer giriş olarak alınıp hesaplanmaktadır (Şekil 4.54).

Stres Dayanıklılık Ölçeği

1. Yaptığım iş yada etkinlikten zevk alırım <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	12. Yaşamayı çok seviyorum <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
2. Yakın çevremle olumlu ilişkiler içindeyim <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	13. Geçmişimdeki olumsuzluklar, beni fazla etkilemiyor <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
3. İnsanlara hoşgörü ve yargılamadan, esneklikle yaklaşırım. <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	14. Herşeye rağmen, güvenebileceğim dostlarım da var <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
4. Yaşamdan mücadele etmekten, hoşlanırım. <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	15. İstediklerimi yapmak için boş zaman bulurum <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
5. İnsanlarla iyi ilişkiler içinde olmayı isterim. <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	16. Sıkıntıda olayı/olayları büyütmeyip, üzerinde durmam <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
6. Sorunun nedenini anlayabilmek için başkalarına danışırım <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	17. Gelecekte umutluyum <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
7. Yeri geldiğinde, öfkemi kontrol edebilirim. <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	18. Kötü alışkanlıklarım bulunmamaktadır. <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
8. İştahımın yerinde olduğuna inanıyorum <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	19. Günde en az 8 saat uyurum <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
9. Bir güçlükle karşılaştığımda onu yenmeye çalışırım <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	20. Çok çabuk sinirlenecek kadar asabi değilim <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
10. Olayın değerlendirmesini yaparak en iyi karar için çabalarım <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	21. Hakımı savunabileceğime inanırım <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
11. Duygularımı çekinmeden belirtirim <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	22. İçinde olduğum kötü durumu kimse bilsin istemem <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman

Şekil 4.54. Stres-kanser risk analizi yazılımı - stres dayanıklılık

Stres, bedenın bağıışıklık sistemini bozarak kanserojen hücrelerin yerleşmesine ve tüm bedene yayılmasına yol açabilmektedir. Bağıışıklık sisteminin yanıtındaki bu azalma ise, enfeksiyon hastalıkları ve kanser sıklığını artırmaktadır [133]. Bu nedenle kişinin strese eğilimi konusunda bir çalışma yapıp strese karşı eğilimi olup olmadığı konusunda bir ölçüm yapılması gereği ortaya çıkmıştır.

Yazılım üzerinde kişilerin strese karşı ne kadar eğilimli olabileceği konusunda ölçek ortaya çıkarmak için kanser konusunda uzman tıp hekimleri ve psikoloji konusunda uzmanların görüşleri alınıp literatür araştırması yapılmıştır.

Yazılım içerisinde “Stres Eğimlilik Ölçeği” içerisinde toplam 26 soru bulunmaktadır. Yazılımda kişi, strese karşı eğimliliğin ölçülmesi için hazırlanan 26 sorunun tümünü cevaplamalıdır. Cevaplarda bulunan her şikkın ağırlıklandırılmış Şekilde belirli puanlama değeri bulunmaktadır. Cevaplanan stres eğimlilik ölçeği sorularının ağırlıklandırılmış puan değeri toplanarak hesaplanmaktadır (Şekil 4.55).

Strese Eğilimlilik Ölçeği

1. Sıkıntıda elimden hiçbir şeyin gelmeyeceğine inanırım <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	14. Çevremdeki insanlara güvenmiyorum <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
2. Kendimi hep yalnız hissediyorum <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	15. Olaylar karşısında, gergin olduğum durumlar oluyor <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
3. "Keşke daha güçlü bir insan olsaydım" diye düşünürüm <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	16. Hayatın güçlükleri ile mücadele edecek gücüm yoktur <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
4. Hayattan artık zevk almıyorum <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	17. Şu anki yaşantım güçlüklerle geçiyor <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
5. Olaylar ve durumlar karşısında çabuk öfkelenirim <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	18. Gergin bir kişilik yapısına yapıya sahibim <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
6. Çocukluk yaşantılarım hep güçlüklerle geçti <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	19. Sorunumu çözmek için mücadele edemiyorum <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
7. "Hep benim yüzümden oldu" diye düşünürüm <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	20. Çevremdeki insanlarla, iletişim kuramıyorum <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
8. Hiç bir sorunum olmamasına rağmen uyuyamıyorum <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	21. Dostluk, arkadaşlık bana yabancı kelimeler <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
9. Geçmişimdeki olumsuzlukları kafamdan atamıyorum <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	22. Başkaları tarafından reddedilmek istemiyorum <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
10. Geleceğe karşı olumsuz düşüncelere sahibim <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	23. Olanları kafama takıp düşünmekten kendimi alamam <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
11. Kendimi her konuda sürekli yetersiz hissediyorum <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	24. Benim için yaşamın bir anlamı yoktur <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
12. Oldukça şüpheli biriyim <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	25. Gerçek yaşamdan çok hayal dünyam beni mutlu ediyor <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman
13. Dinlenmek için hiç zaman bulamıyorum <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman	26. Yaşamdan artık hoşlanmıyorum <input type="radio"/> Hiç <input type="radio"/> Bazen <input type="radio"/> Sık <input type="radio"/> Her Zaman

Şekil 4.55. Stres-kanser risk analizi yazılımı - stres eğilimlilik

Stresin kansere etkisi için oluşturulan sinirsel bulanık mantık modeli için giriş ve üyelik fonksiyonları belirlendikten sonra uzman görüşünün ışığında sinirsel bulanık mantık modeli için genfis3 fonksiyonu yardımı ile 27 kural belirlenmiştir. Örnek kurallar Tablo 4.32'de verilmiştir. Sistemlerin eğitim işlemi için öğrenme katsayısı 0.4 olarak belirlenmiş; 35 epok sonunda modellerin öğrenme işlemi tamamlamıştır. DE*ANFIS yöntemi öğrenme işlemi 43.62 saniyede tamamlarken; E*ANFIS yöntemi ile 46.08 saniyede, ANFIS yönteminde ise 40.75 saniyede sistemler eğitilmiştir. Modellerin eğitim süresi baz alındığında DE*ANFIS yönteminin, E*ANFIS yöntemine göre daha hızlı, ANFIS yöntemine göre daha yavaş öğrendiği gözlemlenmiştir.

Üç girişli sistemde p_i , q_i , r_i ve s_i bilinmeyen katsayılar olmak üzere kurallara ait fonksiyonlar olan $f_i = p_i * \text{risk sonucu} + q_i * \text{stres dayanıklılık} + r_i * \text{stres eğilimlilik} + s_i$ denklemlerindeki bilinmeyen çıkış parametreleri, bölüm 2.5'deki formüller ile eğitim setindeki veriler sisteme öğrenme için sunulduğunda 35 epok sonrası belirlenmiştir. 3

giriş ve 27 kural ile oluşturulan modele, giriş parametreleri ve çıkış parametrelerinin eğitimi için 110 veri eğitim setinde kullanılmıştır.

Tablo 4.32. SBM stres-kanser risk analizi örnek kurallar

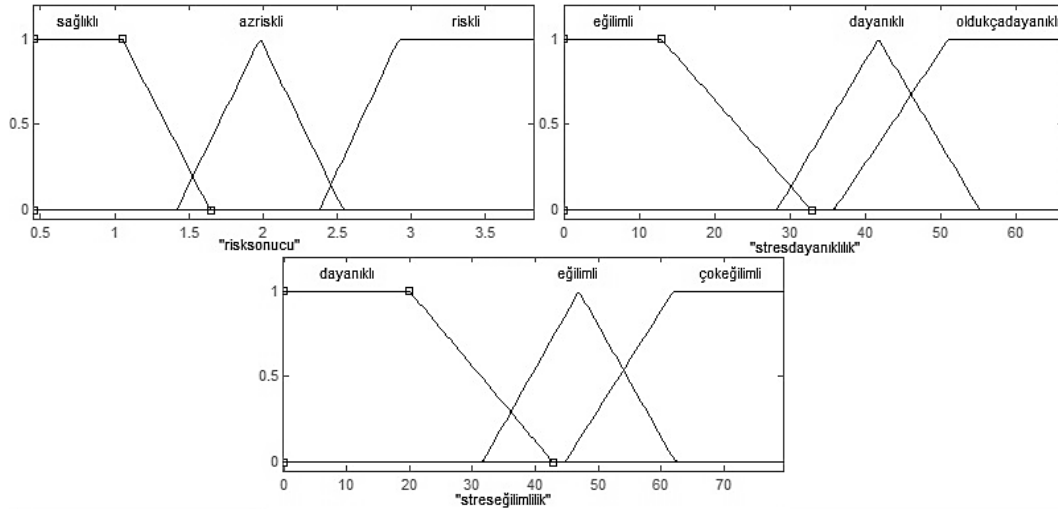
Stres-Kanser Risk Analizi Modeli Örnek Kurallar	
$f_i = p_i * \text{risk sonucu} + q_i * \text{stres dayanıklılık} + r_i * \text{stres eğilimlilik} + s_i$	
Risk Sonucu = Sağlıklı & Stres Dayanıklılık = Eğilimli & Stres Eğilimlilik = Dayanıklı	$\rightarrow f1 = p1 * \text{risk sonucu} + q1 * \text{stres dayanıklılık} + r1 * \text{stres eğilimlilik} + s1$
Risk Sonucu = Az Riskli & Stres Dayanıklılık = Dayanıklı & Stres Eğilimlilik = Dayanıklı	$\rightarrow f15 = p15 * \text{risk sonucu} + q15 * \text{stres dayanıklılık} + r15 * \text{stres eğilimlilik} + s15$
Risk Sonucu = Riskli & Stres Dayanıklılık = Eğilimli & Stres Eğilimlilik = Eğilimli	$\rightarrow f21 = p21 * \text{risk sonucu} + q21 * \text{stres dayanıklılık} + r21 * \text{stres eğilimlilik} + s21$
Risk Sonucu = Riskli & Stres Dayanıklılık = Oldukça Dayanıklı & Stres Eğilimlilik = Çok Eğilimli	$\rightarrow f27 = p27 * \text{risk sonucu} + q27 * \text{stres dayanıklılık} + r27 * \text{stres eğilimlilik} + s27$

Üç girişli sistemde p_i , q_i , r_i ve s_i bilinmeyen katsayılar olmak üzere kurallara ait fonksiyonlar olan $f_i = p_i * \text{risk sonucu} + q_i * \text{stres dayanıklılık} + r_i * \text{stres eğilimlilik} + s_i$ denklemlerindeki bilinmeyen çıkış parametreleri, bölüm 2.5'deki formüller ile eğitim setindeki veriler sisteme öğrenme için sunulduğunda 35 epok sonrası belirlenmiştir. 3 giriş ve 27 kural ile oluşturulan modele, giriş parametreleri ve çıkış parametrelerinin eğitimi için 110 veri eğitim setinde kullanılmıştır.

Stres-kanser risk analizi modeli için sinirsel bulanık mantık model tasarımı tamamlandıktan sonra Meme Kanseri Risk Analizi modelinde olduğu gibi Visual Studio.Net 2010 platformu üzerinde oluşturulan yazılımda hesaplama yapılmıştır. Stres-kanser risk analizi modeli ANFIS, E*ANFIS, DE*ANFIS yöntemleri ile uygulanmıştır. Her üç yöntem için 110 veri eğitim setinde 106 veri ise test seti için uygulanmıştır. Model üç yöntem de uygulanarak ayrı ayrı eğitilmiştir. Eğitim sonrasında güncellenen giriş parametreleri Şekil 4.56, Şekil 4.57, Şekil 4.58, Tablo 4.33, Tablo 4.34 ve Tablo 4.35'de verilmiştir.

Tablo 4.33. ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

	RİSK SONUCU			STRES DAYANIKLILIK			STRES EĞİLMİLİK		
	sağlıklı	az riskli	riskli	eğilimli	dayanıklı	oldukça dayanıklı	dayanıklı	eğilimli	çok eğilimli
a	0,45574	1,41803	2,38126	-0,086058	28,19986	35,80006	-0,0354	31,59984	44,69994
b	0,45574	1,98333	2,91978	-0,086058	41,69945	51,00013	-0,0354	46,95002	61,9997
c	1,05375	2,54593	3,82473	12,84032	55,19995	66,20194	19,95005	62,30003	79,40001
d	1,64656		3,82473	32,80012		66,20194	42,80006		79,40001



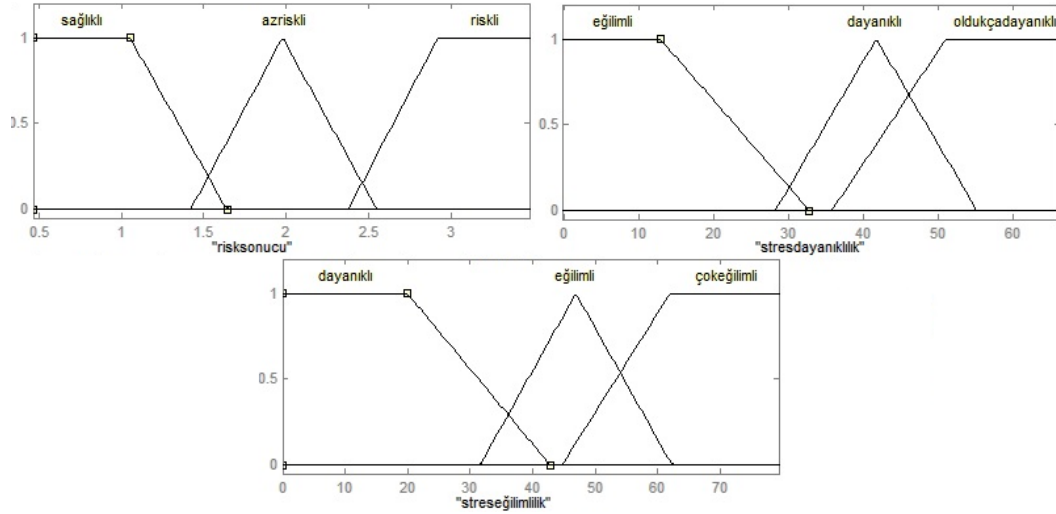
Şekil 4.56. ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

Tablo 4.34. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

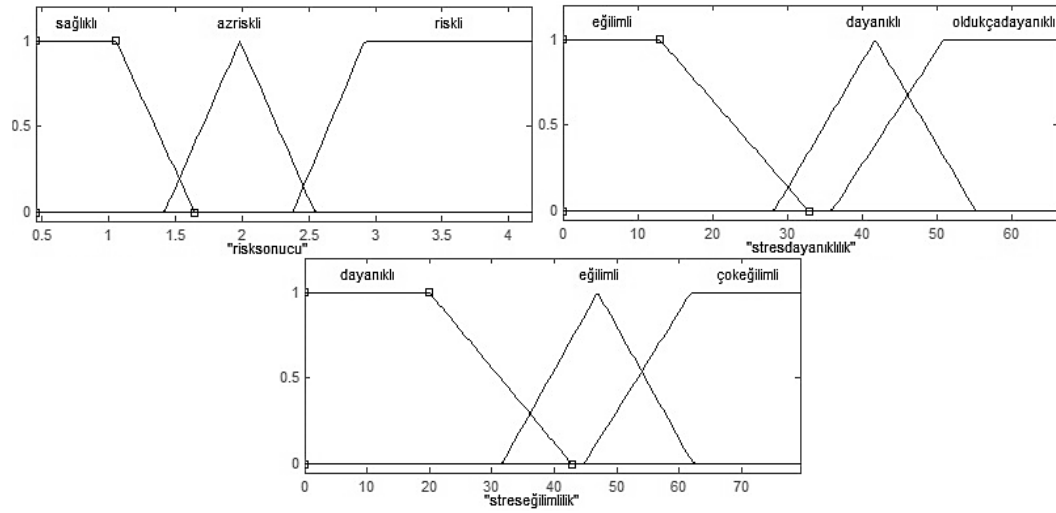
	RİSK SONUCU			STRES DAYANIKLILIK			STRES EĞİLMİLİK		
	sağlıklı	az riskli	riskli	eğilimli	Dayanıklı	oldukça dayanıklı	dayanıklı	eğilimli	çok eğilimli
a	0,46741	1,42133	2,37750	-0,08843	28,19991	35,78999	-0,0124	31,580014	44,67998
b	0,46741	1,97842	2,91943	-0,08843	41,69995	51,00014	-0,0124	46,94007	62,00137
c	1,05341	2,54847	3,47209	12,84008	55,20001	66,20121	19,93998	62,31001	79,40012
d	1,6407		3,47209	32,79999		66,20121	42,77993		79,40012

Tablo 4.35. DE*ANFIS yönteminin eğitim sonrası giriş parametreleri

	RİSK SONUCU			STRES DAYANIKLILIK			STRES EĞİLMİLİK		
	sağlıklı	az riskli	riskli	eğilimli	Dayanıklı	oldukça dayanıklı	dayanıklı	eğilimli	çok eğilimli
a	0,4548	1,418003	2,379311	-0,086012	28,19982	35,80008	-0,0035	31,59984	44,69991
b	0,4548	1,984043	2,919935	-0,086012	41,69929	51,00006	-0,0035	46,95003	61,99961
c	1,053652	2,546835	4,168127	12,84034	55,19994	66,20211	19,95006	62,30002	79,40008
d	1,646536		4,168127	32,80011		66,20211	42,80007		79,40008



Şekil 4.57. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri



Şekil 4.58. DE*ANFIS yönteminin eğitim sonrası giriş parametreleri

Stres-kanser risk analizi modeline eğitim için üç yöntem de kullanılarak uygulanan 110 eğitim verisi sonrasında güncellenen çıkış parametreleri Tablo 4.36, Tablo 4.37 ve Tablo 4.38'de verilmiştir.

Tablo 4.36. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri

	p	q	r	s
1	-0,00659194	0,00049121	-0,00006512	0,98872660
2	0,07286023	0,00190422	0,00468521	-1,00636521
3	-0,03819138	0,00021182	0,00189095	0,98416046

Tablo 4.36. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

4	-0,04039440	0,00471893	-0,00076288	-0,15050185
5	-0,04562067	0,01142982	-0,01315979	4,65991423
6	0,02984222	0,00510490	-0,00425893	2,85282260
7	0,04719673	0,00387872	0,00156564	-2,01685715
8	-0,03130414	0,01404081	0,01300556	-13,39506875
9	0,01707306	0,00278220	0,00229442	-1,63721986
10	0,02704781	-0,00009909	0,00071061	1,27742742
11	0,01359471	0,00138439	0,00102984	2,04913215
12	-0,03447801	0,00128722	0,00028156	3,32261254
13	0,02429549	-0,00190706	0,00000652	2,19886707
14	0,00993245	0,01103468	-0,01090097	4,09086729
15	0,00726820	0,01097566	-0,00681088	3,69301138
16	-0,04356805	-0,00116772	0,00083540	3,53702137
17	-0,10598532	0,02168774	0,00980656	-12,41192334
18	-0,02532292	0,00351928	0,00704213	-3,99975524
19	0,00960370	-0,00025048	0,00007908	2,73510368
20	-0,00524122	-0,00070555	-0,00099277	3,63015711
21	-0,01135891	0,00001070	-0,00106362	4,06038974
22	0,00543919	-0,00136700	0,00024139	3,24287170
23	0,02865350	-0,02154302	0,00039920	9,04635827
24	0,00962366	0,00905049	0,00047323	-0,61678266
25	-0,02456609	-0,00078611	-0,00091068	4,43847486
26	0,02032132	-0,02902915	-0,00558951	21,40674071
27	0,02830742	0,01251281	-0,00089061	-4,16093260

Tablo 4.37. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri

	p	q	r	s
1	-0,01554653	0,00041658	-0,00067548	1,18531980
2	0,05658958	0,00140225	0,00281999	-0,00525536
3	-0,02125693	0,00012755	0,00081105	1,60752487
4	-0,02176370	0,00144677	-0,00002746	0,62657619
5	0,00247551	-0,00315060	-0,01103297	8,01098604
6	0,02802485	0,00006874	-0,00213130	3,08449304
7	0,02169880	0,00059337	0,00103518	0,29047697

Tablo 4.37. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

8	-0,07402691	0,00397786	0,01433701	-6,97175398
9	0,01204651	-0,00298478	0,00443633	0,23991427
10	0,04192605	0,00002744	0,00098695	0,90800574
11	0,00427224	0,00097382	0,00164289	2,00153636
12	-0,02003275	0,00156328	0,00045261	2,84879663
13	0,01265335	-0,00070866	-0,00010595	2,04436646
14	-0,02341415	0,00116898	-0,01317737	8,83586239
15	-0,06354403	0,00852563	-0,00847084	6,70640461
16	-0,04651435	-0,00048002	0,00091046	3,18072621
17	-0,06626284	0,01283419	0,00905822	-7,59341568
18	0,02175062	-0,00065397	0,00539844	-1,16041174
19	0,01154000	-0,00025786	0,00003743	2,68682922
20	-0,00979072	-0,00039949	-0,00017407	3,41269257
21	-0,00865235	-0,00001020	-0,00022329	3,41672480
22	-0,00118868	-0,00019833	0,00014746	3,08214040
23	0,03065898	-0,00576383	0,00270666	2,84664968
24	0,00374103	-0,00047789	0,00030208	2,86861594
25	-0,02217818	0,00043034	-0,00072418	3,59987731
26	0,02215419	-0,01530261	-0,01774301	19,26403210
27	-0,02270306	0,00194139	-0,00174856	3,95236171

Tablo 4.38. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri

	p	q	r	s
1	-0,00664544	0,00047696	-0,00006175	0,98971456
2	0,07258186	0,00190973	0,00464242	-0,98865504
3	-0,03757768	0,00025865	0,00183548	1,01374039
4	-0,04065516	0,00446542	-0,00079378	-0,05885891
5	-0,04970740	0,01098984	-0,01462763	5,51102280
6	0,03387157	0,00494856	-0,00495082	3,32165958
7	0,04799500	0,00372141	0,00166666	-1,93843005
8	-0,02763152	0,01408807	0,01501114	-14,31050948
9	0,00810206	0,00194341	0,00340842	-1,88542983
10	0,02729330	-0,00009416	0,00070257	1,27205280
11	0,01452995	0,00142087	0,00101088	2,03727995

Tablo 4.38. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

12	-0,03079170	0,00127774	0,00032158	3,21458814
13	0,02321750	-0,00162231	0,00001374	2,12028519
14	0,01954076	0,01306164	-0,00989178	2,79270536
15	-0,00367130	0,00959976	-0,00644086	4,07373550
16	-0,03952620	-0,00097176	0,00077381	3,34065235
17	-0,10469093	0,02445454	0,00864215	-13,47268121
18	-0,01789317	0,00211041	0,00683793	-3,16916987
19	0,00936248	-0,00024310	0,00007298	2,74229414
20	-0,00501239	-0,00069093	-0,00098779	3,62043050
21	-0,01151618	0,00000292	-0,00103937	4,05024079
22	0,00474647	-0,00115572	0,00028944	3,18585328
23	0,03993010	-0,02220810	0,00064866	8,79413589
24	0,00488965	0,00934653	0,00021110	-0,40455307
25	-0,02522061	-0,00063516	-0,00088922	4,36341359
26	0,01216977	-0,03018720	-0,00687630	22,90357924
27	0,02930990	0,01286491	-0,00096277	-4,32767621

Stres-kanser risk analizi modeline test seti üç yöntem için uygulanmıştır (Şekil 4.59).

Stresin Kansere Etkisi

Stres Dayanıklılık Ölçeği

1.Yaptığım iş yada etkinlikten zevk alırım
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

2.Yakın çevremle olumlu ilişkiler içindeyim
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

3.Insanlara hoşgörü ve yargılamadan, esneklikle yaklaşıyorum.
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

4.Yaşamdan mücadele etmekten, hoşlanırım.
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

5.Insanlarla iyi ilişkiler içinde olmayı isterim.
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

6.Sorunun nedenini anlayabilmek için başkalarına danışırım
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

7.Yeri geldiğinde, öfkemi kontrol edebilirim.
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

8.İştahımın yerinde olduğuna inanıyorum
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

9.Bir güçlükle karşılaştığımda onu yenmeye çalışırım
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

10.Olayın değerlendirilmesini yaparak en iyi karar için çabalanırım
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

11.Duygularımı çekinmeden belirtirim
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

12.Yaşamaya çok seviyorum
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

13.Geçmişimdeki olumsuzluklar, beni fazla etkilemiyor
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

14.Herşeye rağmen, güvenebileceğim dostlarımla da var
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

15.İstediklerimi yapmak için boş zaman bulurum
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

16.Sıkıntıda olay/olayları büyütmeyip, üzerinde durmam
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

17.Gelecekten umutluyum
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

18.Kötü alışkanlıklarım bulunmamaktadır.
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

19.Günde en az 8 saat uyurum
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

20.Çok çabuk sinirlenecek kadar asabi değilim
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

21.Hakkımı savunabileceğime inanırım
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

22.İçinde olduğum kötü durumu kimse bilsin istemem
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

Strese Eşimlilik Ölçeği

1.Sıkıntıda elimden hiçbir şeyin gelmeyeceğine inanır
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

2.Kendimi hep yalnız hissediyorum
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

3."Keşke daha güçlü bir insan olsaydım" diye düşünürüm
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

4.Hayattan artık zevk almıyorum
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

5.Olaylar ve durumlar karşısında çabuk öfkelenirim
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

6.Çocukluk yaşantılarım hep güçlükle geçti
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

7."Hep benim yüzümden oldu" diye düşünürüm
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

8.Hiç bir sorunum olmamasına rağmen uyuyamıyorum
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

9.Geçmişimdeki olumsuzlukları kafamdan atamıyorum
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

10.Geleceğe karşı olumsuz düşüncelere sahibim
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

11.Kendimi her konuda sürekli yetersiz hissediyorum
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

12.Olduğuça şüpheli biriyim
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

13.Dinlenmek için hiç zaman bulamıyorum
 Hiç Bazen Sık Her Zaman

Stres Etkisi İle AŞIRI RİSKLİ
2,7042613477147 E*ANFIS
90,1420449238232 %
Küme Değeri 0,507102246191162

Yenile

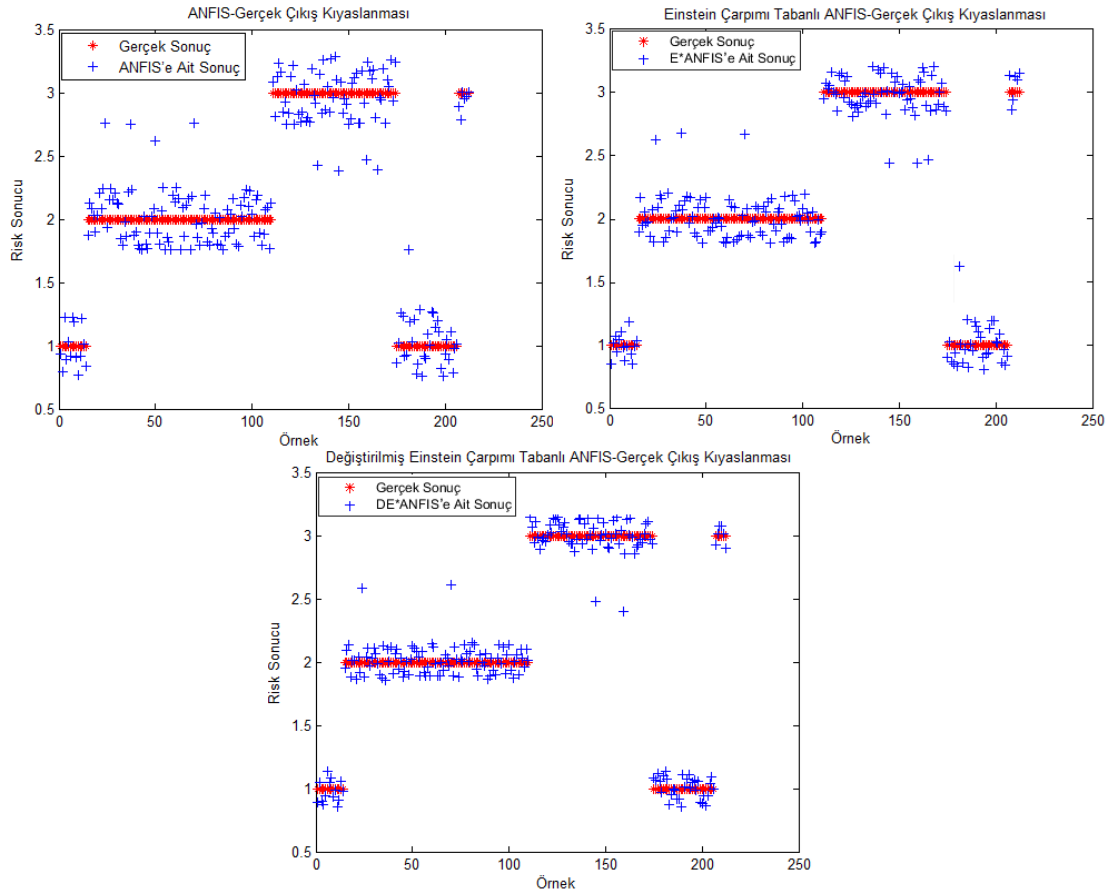
ANFIS - Stres Etkisini Hesapla

E*ANFIS - Stres Etkisini Hesapla

DE*ANFIS - Stres Etkisini Hesapla

Şekil 4.59. Stres-kanser risk analizi modeli sonuç arayüzü

Sonuçların istatistiksel analizinde doğruluk oranına bakmak için modelin verdiği sonuç ile gerçek sonuç karşılaştırılmıştır. Radyasyon Onkolojisi Kliniği'nden alınan verilerin 110 tanesi eğitim için sinirsel bulanık modelleme verisi olarak kullanılırken, geriye kalan 106 veri ise test verisi olarak kullanılmıştır. Önerilen metot ile oluşturulan ve stres-kanser etkileşimi için risk analizi yapan sinirsel bulanık mantık modeli yazılımında ilgili tipi için elimizde bulunan hasta ve sağlıklı kişilerin bilgileri sisteme girilerek sonuçlar gözlemlenmiştir. Test setinde kullanılan toplam 106 veri sunulduğunda ANFIS yöntemi %95.75, E*ANFIS yöntemi %96.69 ve DE*ANFIS yöntemi %98.11 doğruluk oranı göstermiştir. Test setinde bulunan 106 verinin üç yöntem için sonuçlarının karşılaştırma grafiği Şekil 4.60'ta, doğrulama tablosu Tablo 4.39'da verilmiştir.



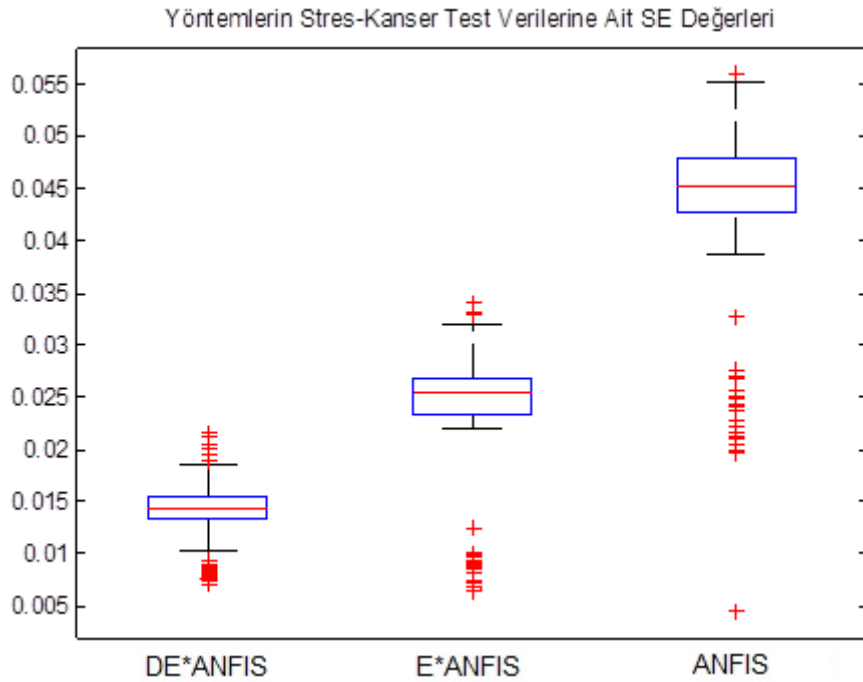
Şekil 4.60. Stres-kanser risk analizi karşılaştırma grafiği

Karşılaştırma grafiğinde gerçek çıkışta belirtilen 1 değerinin karşılığı sağlıklı; 2 değerinin karşılığı verilerin giriş anında sağlıklı olup daha sonrasında ilgili kanser tipi için tanı koyulan; 3 değerinin karşılığı ise tanı koyulmuş hasta anlamındadır.

Tablo 4.39. Doğruluk ölçüm tablosu

	ANFIS	E*ANFIS	DE*ANFIS
MSE	0,044419148	0,025388132	0,0136169
RMSE	0,210758507	0,159336536	0,11669148
MAE	0,166721161	0,117180397	0,08365289
MAPE	0,089948867	0,063090602	0,04510938
RKARE	0,918952627	0,953750036	0,9751346
PI	0,006849755	0,005178516	0,003792530

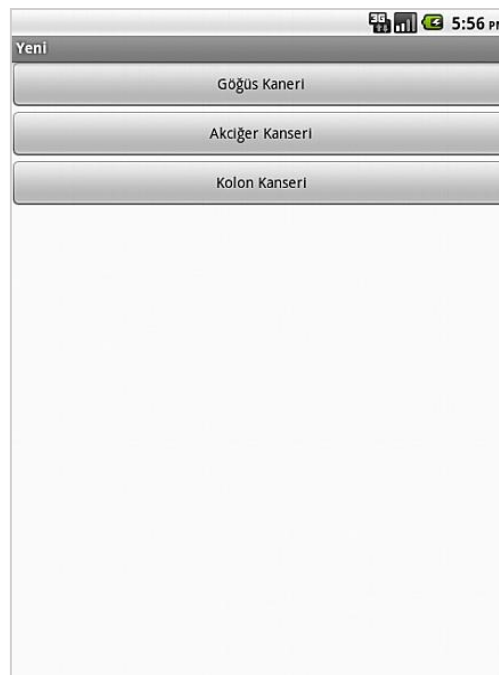
Doğruluk ölçüm tablosu ortaya çıkartıldıktan sonra probleme uygulanan her üç yöntem için MSE değerlerine karşılık karesel hatalarına ait Box&Whisker grafiği test verileri için çizdirilmiştir (Şekil 4.61). Bu grafikte de en iyi yakınsamayı DE*ANFIS yönteminin verdiğini göstermektedir. Elde edilen sonuçlar hedeflenen sonuçlar ile karşılaştırılarak doğruluk ve hata değerlerine bakıldığında; bu problem için Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (DE*ANFIS)'in, ANFIS ve Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (E*ANFIS) yöntemlerine göre daha iyi sonuca ulaştığı görülmüştür.



Şekil 4.61. Yöntemlerin SE değerlerinin grafiği

4.5. Mobil Ortamda Kanser Risk Analizi Uygulaması – Android

Visual Studio .Net platformunda C# programlama dili ile hazırlanan kanser risk analizi masaüstü uygulamasında eğitim seti ile belirlenip; test seti ile performans değerlendirmesi yapılan modellerin parametreleri aynen kullanılarak Java programlama dili ile mobil bir uygulama geliştirilmiştir. Geliştirilen mobil uygulama Eclipse derleyicisi üzerinden Android SDK ile Android işletim sistemi barındıran tüm mobil cihazlar için tasarlanmıştır. Kanser risk analizi yapan mobil uygulama meme kanseri, akciğer kanseri ve kolon kanseri için ANFIS, E*ANFIS ve DE*ANFIS yöntemi için risk sonucu hesaplamaktadır. Üç kanser tipinden herhangi birinin sonucu alındıktan sonra kişi isterse stresin ilgili kanser tipine etkisini de üç yöntemden herhangi birini tercih ederek hesaplabilmektedir. Android ortamında çalışabilen mobil uygulamanın ilk açılışında risk analizi yapılması için kanser tipi seçilmesi istenmektedir (Şekil 4.62). Seçilen kanser tipine ait sorular uygulama üzerinden cevaplandıktan sonra ANFIS, Einstein Çarpımı veya Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS yöntemlerinden herhangi birisi tercih edilerek kanser risk analizinin sonucu görüntülenmektedir. Meme kanseri, akciğer kanseri ve kolon kanseri için mobil uygulamanın ekran görüntüleri Şekil 4.63’de gösterilmiştir.



Şekil 4.62. Kanser risk analizi mobil uygulama ana ekranı

<p>Yeni</p> <p>Yaş : 42</p> <p>Sigara İçiyormusunuz : <input checked="" type="checkbox"/> Evet</p> <p>21</p> <p>Sigara Kullanımınız(Gün Bazında)</p> <p><input type="radio"/> Hiç <input checked="" type="radio"/> 1-2 Dal <input type="radio"/> Yarım Paket</p> <p><input type="radio"/> Bir Paket <input type="radio"/> İki Paket ve Fazlası</p> <p>Yaşam ortamınızda sigara içiliyor mu?</p> <p><input type="radio"/> Hayır <input checked="" type="radio"/> Sadece Ev <input type="radio"/> Sadece Arkadas</p> <p><input type="radio"/> Çalışma ve Arkadaş Ortamı <input type="radio"/> Tüm Ortamlar</p> <p>Ailenizde Akciğer Geçmiş Olan Kimse Var Mı?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Var</p> <p>21</p> <p>1000TL veya az <input type="radio"/> 1000-2000 <input type="radio"/> 2000-3000</p> <p><input type="radio"/> 3000-4000 <input type="radio"/> 5000TL üstü</p> <p>Yaşam Ortamınız</p> <p><input type="radio"/> Bahçe Ormanlık <input checked="" type="radio"/> Deniz Kenarı <input type="radio"/> Fabrika Yerleşkesi</p> <p><input type="radio"/> Şehir Merkezi <input type="radio"/> Dağ Evi <input type="radio"/> Şehir Site</p> <p>Ten Renginizi Seçiniz</p> <p><input type="radio"/> Siyahi <input type="radio"/> Esmer <input checked="" type="radio"/> Koyu Buğday</p> <p><input type="radio"/> Açık Buğday <input type="radio"/> Beyaz</p> <p>Anfıs ile Hesapla</p> <p>Birind Yöntem ile Hesapla</p> <p>İkinci Yöntem ile Hesapla</p>	<p>Yeni</p> <p>Risk Aşırı Riskli 0.0</p> <p>Risk Riskli 0.21180661</p> <p>Risk Sağlıklı 0.2470229</p> <p>Sonuç 1.527084</p> <p>Stres Etkisini Hesaplayın</p>
<p>Yeni</p> <p>Yaş : 53</p> <p>Ailenizde Kolon Kanseri Geçmiş Olan Kimse Var Mı?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Var</p> <p><input type="checkbox"/> Anne-Baba-Kardeş</p> <p><input type="checkbox"/> B.Anne-A.Anne-Dede</p> <p><input type="checkbox"/> Teyze-Hala-Amca-Dayı</p> <p><input type="checkbox"/> Kuzen-Yeğen</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Diğer Uzak Akraba</p> <p><input type="checkbox"/> Bilmiyorum</p> <p>Daha önce geçirdiğiniz kanser tipi</p> <p><input type="radio"/> Yok <input checked="" type="radio"/> Meme <input type="radio"/> K.Bağırsak</p> <p><input type="radio"/> Yumurta <input type="radio"/> Rahim</p> <p>İltihap Durumu: Ülseratif Kolit veya Crohn Hastalığı gibi bağırsakta iltihap hastalığı durumu</p> <p><input type="radio"/> Hiç olmadı <input checked="" type="radio"/> Uzun Zaman Önce İyileşti</p> <p><input type="radio"/> Yakın Zaman Önce İyileşti <input type="radio"/> Var</p> <p>Düzenli Spor Yapıyormusunuz?</p> <p><input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Hayır</p> <p>Kahvalt yapmıyorum <input type="radio"/></p> <p>17. En fazla hangi öğüne önem veriyorsunuz?</p> <p><input type="radio"/> Kahvalt <input checked="" type="radio"/> Öğle <input type="radio"/> Akşam</p> <p>18. En fazla atladığınız öğün hangisidir</p> <p><input type="radio"/> Atlamıyorum/Akşam <input type="radio"/> Öğle <input checked="" type="radio"/> Kahvalt</p> <p>19. Günde ne kadar su tüketiyorsunuz?</p> <p><input type="radio"/> 7 veya daha fazla <input checked="" type="radio"/> 3-6 bardak <input type="radio"/> 1-2 bardak</p> <p>20. Hangi tür ekme tüketiyorsunuz?</p> <p><input checked="" type="radio"/> Tam Tahıllı Ekme <input type="radio"/> Kepekli Ekme <input type="radio"/> Beyaz Ekme</p> <p>Anfıs ile Hesapla</p> <p>Birinci Yöntem ile Hesapla</p> <p>İkinci Yöntem ile Hesapla</p> <p>91</p>	<p>Yeni</p> <p>Risk Aşırı Riskli 0.0</p> <p>Risk Riskli 0.6981485</p> <p>Risk Sağlıklı 0.0</p> <p>Sonuç 2.1811109</p> <p>Stres Etkisini Hesaplayın</p>
<p>Yeni</p> <p>Yaş : 44</p> <p>Menarş Yaşı : 14</p> <p>İlk Doğum Yaşı : <input checked="" type="checkbox"/> Var</p> <p>21</p> <p>Menapoz Girdiniz Mi? <input checked="" type="checkbox"/> Evet</p> <p>Ailenizde Meme Geçmiş Olan Kimse Var Mı?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Var</p> <p><input type="checkbox"/> Anne-Baba-Kardeş</p> <p><input type="checkbox"/> B.Anne-A.Anne-Dede</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Teyze-Hala-Amca-Dayı</p> <p><input type="checkbox"/> Kuzen-Yeğen</p> <p><input type="checkbox"/> Diğer Uzak Akraba</p> <p><input type="checkbox"/> Bilmiyorum</p> <p>Anfıs ile Hesapla</p> <p>Birind Yöntem ile Hesapla</p> <p>İkinci Yöntem ile Hesapla</p>	<p>Yeni</p> <p>Risk Aşırı Riskli 0.0</p> <p>Risk Riskli 0.0</p> <p>Risk Sağlıklı 0.52525425</p> <p>Sonuç 0.66767794</p> <p>Stres Etkisini Hesaplayın</p>

Şekil 4.63. Kanser risk analizi mobil uygulama ekran görüntüleri

Meme kanseri, akciğer kanseri veya kolon kanseri için kanser risk analizi sonucu alındıktan sonra eğer istenirse stresin kansere olan etkisi ilgili sorular cevaplanarak ölçümlenebilir. Sorular uygulama üzerinden cevaplandıktan sonra ANFIS, E*ANFIS veya DE*ANFIS yöntemlerinden biri tercih edilerek ilgili kanser için stresinde etkisi ile risk analizi sonucu görüntülenmektedir (Şekil 4.64).

Soru	Hiç	Bazen	Sık	Her zaman
1. Yaptığım iş yada etkinlikten zevk alırım.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Yakın çevremle olumlu ilişkiler içindeyim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
3. İnsanlara hoşgörü ve yargılamadan, esneklikte yaklaşırım.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Yaşamdan mücadele etmekten hoşlanırım.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. İnsanlarla iyi ilişkiler içinde olmayı isterim.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Sorunun nedenini anlayabilmek için başkalarına danışırım.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Yeri geldiğinde öfkemi kontrol edebilirim	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. İştahımın yerinde olduğuna inanırım.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Bir güçlükle karşılaştığımda onu yenmeye çalışırım.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Olayın değerlendirilmesini yaparak en iyi karar için	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
19. Sorunumu çözmek için mücadele edemiyorum.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20. Çevremdeki insanlarla iletişim kuramıyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
21. Dostluk, arkadaşlık bana yabancı kelimeler.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
22. Başkaları tarafından reddilmek istemiyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
23. Olanları kafama takıp düşünmekten kendimi alamam.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
24. Benim için yaşamın bir anlamı yoktur.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
25. Gerçek yaşamdan çok hayal dünyam beni mutlu ediyor.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
26- Yaşamdan artık hoşlanmıyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Çıkış : 0.75
Risk Sağlıklı 0.6428571428571429
Risk Riskli 0.0
Risk Aşırı Riskli 0.0

Anfis ile Hesapla
Birinci Yöntem ile Hesapla
İkinci Yöntem ile Hesapla

Şekil 4.64. Kanser risk analizi mobil uygulama stresin kansere etkisi

4.6. Önerilen Yöntemin Literatürdeki Çalışmalarla Kıyaslanması

Son olarak önerilen metodlarının uygunluğunun ortaya konması için literatürde bulanık mantık modeli uygulanmış iki çalışma üzerinde önerilen yöntem uygulanarak çalışma içerisindeki model ile ve diğer yöntemler ile doğruluk oranları karşılaştırılmıştır. İlk olarak bulanık mantık kullanılarak meme kanseri riskinin tahmininin yapıldığı çalışma incelenmiştir [137].

Bu çalışmada bulanık mantık modelinin girişleri kişinin yaş ve mamografi için kullanılan BIRADS verileri ile oluşturulmuş; modelin çıkışı ise meme kanseri risk sonucu olarak tasarlanmıştır. Önerilen bulanık mantık metodu çalışma içerisindeki problem için tasarlanıp uygulanmıştır ve makalede uygulanan model ile doğruluk oranları karşılaştırılmıştır. Kaliforniya Üniversitesi'nin Bilgi ve Bilgisayar Bilimleri

Bölümü'ne ait olan makine öğrenmesi deposu içerisinde yer alan mamografik kitle veri seti önerilen metodun çalışma içerisindeki metod ile kıyaslanması için kullanılmıştır [285-286].

Tüm metodlar için eğitim setinde 36, test setinde ise 36 veri kullanılmış; bu verilerin sonucuna göre doğruluk oranları saptanmıştır. ANFIS, E*ANFIS ve DE*ANFIS yöntemleri için toplam 9 kural belirlenmiştir. Modelinin giriş parametrelerinin ilk durumu Tablo 4.40'da verilmiştir.

Tablo 4.40. Meme kanseri riski tahmini eğitim öncesi giriş parametreleri

	AGE			BIRADS		
	low	medium	High	low	medium	high
a	10	30	50	0	1,25	2,5
b	20	40	60	1,25	2,5	3,75
C	30	50	70	2,5	3,75	5

Modelin eğitim sonrasındaki ANFIS, E*ANFIS, DE*ANFIS yöntemlerine ait giriş parametreleri Tablo 4.41, Tablo 4.42 ve Tablo 4.43'te verilmiştir.

Tablo 4.41. ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

	AGE			BIRADS		
	Low	medium	High	low	Medium	high
a	10,01368	29,51256	49,97517	0	1,244888	2,512949
b	19,92103	40,00352	60,03864	1,252173	2,502554	3,747569
c	29,30096	50,00975	70,0156	2,501696	3,74287	5

Tablo 4.42. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

	AGE			BIRADS		
	Low	medium	High	low	medium	High
a	10,05235	28,45891	49,90717	0	12,30344	24,95579
b	20,11209	39,43931	60,30691	12,51046	24,73587	37,39388
c	30,13248	49,28789	70,17714	25,0713	37,33056	50

Tablo 4.43. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

	AGE			BIRADS		
	Low	medium	High	low	Medium	high
a	10,10498	29,65935	49,91245	0	1,194314	2,408438
b	19,92244	39,88232	60,03504	1,252646	2,508123	3,753256
c	29,07731	50,29664	70,08274	2,504399	3,733103	5

Meme kanseri riski tahmini modeline eğitim için üç yöntem de kullanılarak güncellenen çıkış parametreleri Tablo 4.44, Tablo 4.45 ve Tablo 4.46'da verilmiştir.

Tablo 4.44. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri

	p	q	r
1	-0,04061	-1,07904	13,20476
2	0,028928	-1,52565	38,15358
3	0,192451	-0,99725	43,97455
4	-0,01127	0,20518	0,332458
5	-0,01091	0,698867	-14,0414
6	-0,11802	0,700685	-19,7894
7	-0,00564	-0,00509	2,363942
8	0,018585	-0,08294	4,216485
9	0,002384	-0,01519	3,479252

Tablo 4.45. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri

	p	q	r
1	-0,00173	-0,09774	2,0735
2	0,038332	-0,19006	4,741818
3	0,100115	-0,4735	22,2733
4	-0,00176	0,113501	0,472681
5	-0,08349	0,449503	-5,42411
6	-0,06761	0,371538	-8,82263
7	0,006915	0,009688	1,502059
8	0,017391	-0,03674	3,037624
9	-0,00034	-0,00119	3,068748

Tablo 4.46. DE*ANFIS yönteminin eğitim sonrası çıkış parametreleri

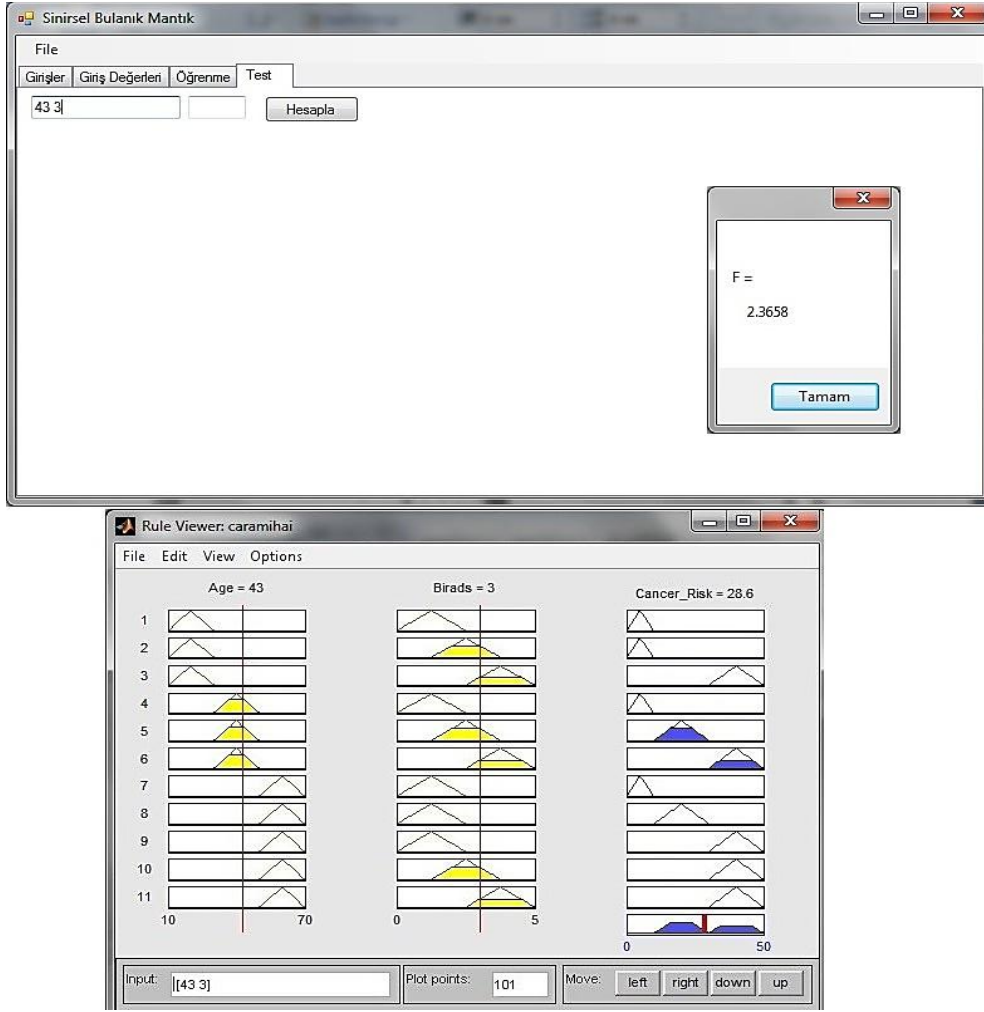
	p	q	r
1	0,020404	0,84905	-8,3455
2	0,082768	0,555042	-17,7193
3	0,054741	-0,15203	8,726463
4	0,009492	-0,08183	1,108661
5	-0,22999	-0,88303	28,25778
6	0,208213	-1,26408	44,29302
7	-0,02778	-0,02997	3,819018
8	0,078078	0,081755	-2,44009
9	-0,04123	0,158623	-1,05802

36 verinin önerilen DE*ANFIS, E*ANFIS ve ANFIS yöntemlerine ve çalışmada kullanılan yönteme uygulanması Şekil 4.65'te; karşılaştırma grafikleri Şekil 4.66'da verilmiştir.

Sonuçlar karşılaştırıldığına tüm yöntemler arasında doğruluk değerleri en iyi sonucu veren E*ANFIS yöntemi olduğu saptanmıştır. DE*ANFIS yöntemi ise ANFIS e göre daha iyi sonuç vererek en iyi ikinci sonucu veren yöntem olmuştur.

İkinci olarak ise meme kanseri yönetimi için bulanık karar sisteminin tasarlandığı çalışma incelenmiştir [136]. Bu çalışmada bulanık mantık modelinin girişleri kişinin HER2 (epidermal büyüme faktörü reseptörü), hormon reseptörü, yaş, tümör derecesi, lenf bezi derecesi ve tümör boyutu verileri ile oluşturulmuş; modelin çıkışı ise meme kanseri risk durumu olarak belirlenmiştir.

Tüm metotlar için eğitim seti için 278 veri, test seti için 278 veri uygulanmış; bu verilerin sonucuna göre doğruluk oranları saptanmıştır. ANFIS yöntemi, E*ANFIS ve önerilen DE*ANFIS yöntemi için toplam 64 kural belirlenmiştir. Modelinin giriş parametrelerinin ilk durumu Tablo 4.47'de verilmiştir.

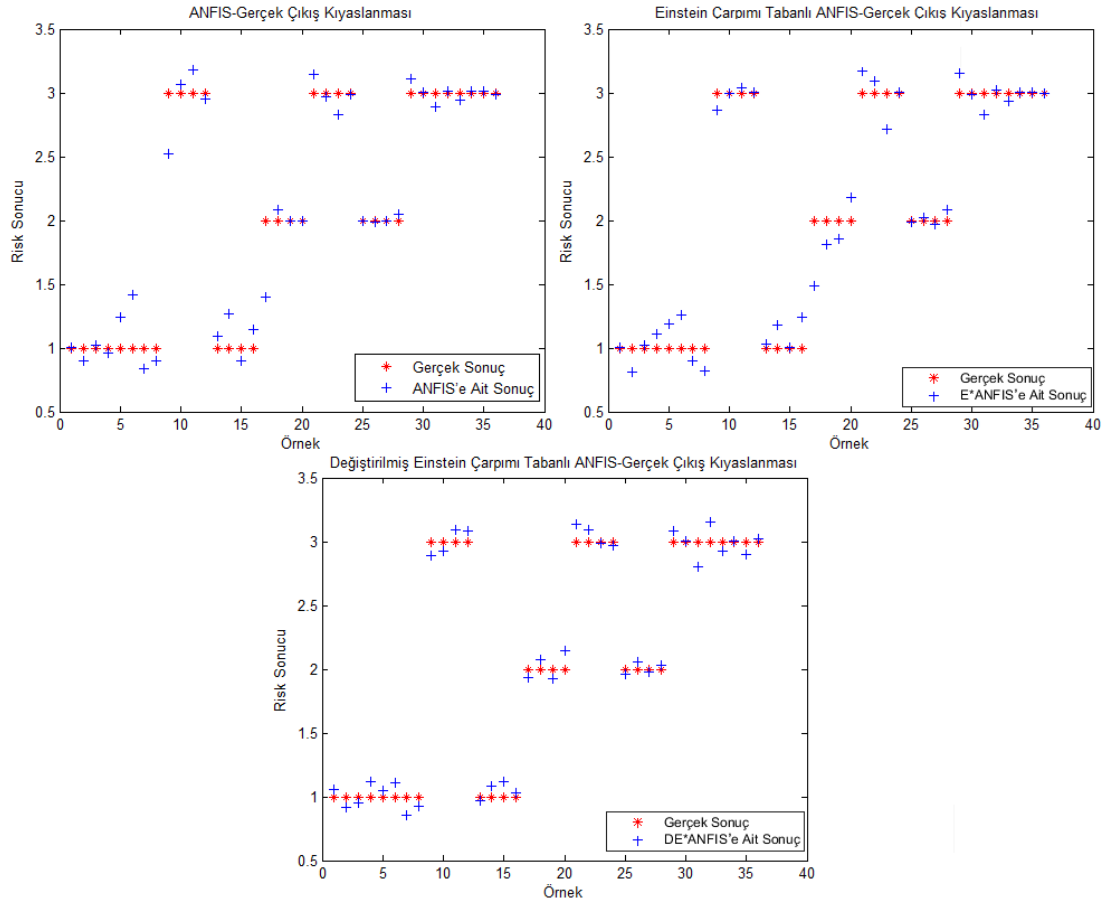


Şekil 4.65. Tüm yöntemlere verilerin uygulanması

Tablo 4.47. Meme kanseri yönetimi modeli eğitim öncesi giriş parametreleri

	HER2		HORMONE RECEPTOR		RISK AGE		TUMOR GRADE		LYMPH NODE		TUMOR SIZE	
	neg.	pos.	neg.	pos.	high	low	low	high	interm.	high	small	interm.
a	0	1,5	0	15	0	35	0	4	1	2	0	2
b	1,5	3	10	32,5	22,5	47,5	4	7	2	12	1	10
c	3	5	20	50	45	60	5	10	10	14	4	12

Modelin eğitim sonrasındaki ANFIS, E*ANFIS ve DE* ANFIS için giriş parametreleri Tablo 4.48, Tablo 4.49 ve Tablo 4.50’de verilmiştir.



Şekil 4.66. Modele uygulanan yöntemlerin sonuçlarının karşılaştırma grafiği

Tablo 4.48. ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

	HER2		HORMONE RECEPTOR		RISK AGE		TUMOR GRADE		LYMPH NODE		TUMOR SIZE	
	neg.	pos.	neg.	pos.	high	low	neg.	pos.	neg.	pos.	high	low
a	-0,0067	1,4999	3,2895	15,2575	6,5523	35,1262	-0,1170	4,0337	-0,4502	1,9994	-0,0021	2,0001
b	1,5005	3,0002	10,2972	32,3873	22,6072	47,3366	4,0324	6,9874	2,0566	11,9982	1,0002	9,9999
c	3,0000	4,9976	19,7635	47,1583	44,9085	52,4076	4,9278	9,9255	9,9995	13,7806	3,9998	11,998

Tablo 4.49. E*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

	HER2		HORMONE RECEPTOR		RISK AGE		TUMOR GRADE		LYMPH NODE		TUMOR SIZE	
	neg.	pos.	neg.	pos.	high	low	neg.	pos.	neg.	pos.	high	low
a	-0,0047	1,5001	7,0363	15,9812	8,0587	35,3177	0,0192	4,0840	0,3852	2,0015	-0,0072	2,0003
b	1,5009	3,0003	10,638	32,3264	22,6425	47,3287	4,0492	6,9821	2,0905	11,9852	0,9999	9,9997
c	3,0001	4,9962	19,791	43,4352	44,6571	40,8953	4,9350	9,8744	10,0002	13,5672	3,9996	11,9957

Tablo 4.50. DE*ANFIS yöntemi eğitim sonrası giriş parametreleri

	HER2		HORMONE RECEPTOR		RISK AGE		TUMOR GRADE		LYMPH NODE		TUMOR SIZE	
	neg.	pos.	neg.	pos.	high	low	neg.	pos.	neg.	pos.	High	low
a	-0,0002	1,4997	0,941	14,8827	2,3771	35,2088	-0,1171	3,9992	0,2971	1,9957	-0,0002	2,0000
b	1,5002	3,0001	10,192	32,4600	22,5494	47,4147	4,0101	6,9956	2,0193	12,0066	1,0002	10,0000
c	2,9999	4,9993	19,641	49,7256	45,0278	55,8594	4,9317	9,9411	9,9993	14,0506	3,9999	11,9999

Meme kanseri yönetimi modeline eğitim için üç yöntem de kullanılarak güncellenen çıkış parametreleri Tablo 4.51, Tablo 4.52 ve Tablo 4.53'te verilmiştir.

Tablo 4.51. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri

	p	q	r	s	t	u	v
1	0,001698	0,008493	-0,00863	0,001445	0,022632	-0,00022	0,731647
2	0,001453	0,030479	-0,00869	-0,00196	0,005461	0,000314	1,681359
3	-0,00086	0,006434	0,009324	0,005706	0,01543	3,83E-06	-0,1861
4	0,000688	-0,00035	-0,01039	-0,00053	0,010044	0,000303	1,644874
5	0,000168	0,039433	0,008047	-0,00013	0,018861	-0,00182	1,454009
6	0,000111	-0,00065	-0,00468	0,00533	0,005759	0,00012	2,438012
7	0,000593	-0,00606	-0,00476	0,012398	0,010078	0,000582	0,745924
8	0,000751	-0,01068	-0,00141	0,00253	0,003272	0,000102	2,339278
9	-0,00013	-0,02079	-0,02598	-0,00619	0,018294	0,001719	2,32762
10	0,001759	0,002784	-0,00399	-0,0011	0,017024	0,000419	1,547986
11	0,00036	-0,02718	0,016895	0,010312	0,012142	0,000916	-0,56817
12	0,000147	0,007112	-0,00842	0,001433	0,017908	0,000744	0,186442
13	0,004157	-0,00884	0,010221	0,0151	-0,01283	0,001401	0,296678
14	-0,00201	0,00168	-0,00699	-0,00229	-0,00068	0,00054	3,14647
15	0,003909	-0,02258	-0,0088	0,007503	-0,00149	0,000136	2,17367
16	0,000949	-0,00117	0,002344	5,54E-05	-0,00177	0,000317	2,662587
17	0,004062	0,006171	-0,01729	0,008779	-0,0057	-0,00093	1,840195
18	-0,00078	0,014221	-0,01064	-0,00181	-0,00259	-4,9E-05	2,778117
19	0,003439	0,00409	0,012283	0,001077	-0,00729	0,000198	2,268918
20	0,000356	-0,00195	-0,00078	0,001072	-0,00071	0,000104	3,007753
21	0,000178	-0,00152	-0,00475	0,010243	0,000662	3,01E-05	2,223635
22	0,000375	0,001904	0,001115	-0,0003	0,002112	2,34E-05	2,824421
23	-0,00097	0,005753	-0,00475	0,002278	0,000689	0,000185	2,718959

Tablo 4.51. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

24	0,000254	-0,00406	0,00218	0,001336	-5E-05	0,000148	2,799736
25	0,004152	0,00481	0,00473	0,010826	0,001464	-0,00206	0,561605
26	0,004561	-0,0016	-0,02029	0,002075	0,00471	0,000245	2,670733
27	0,000663	-0,00713	0,031689	-0,00943	0,002751	0,000546	0,513719
28	-0,00172	0,006875	0,009476	-0,00171	0,00767	-0,00057	2,119373
29	-0,00051	0,010029	-0,00015	0,006597	-0,00641	0,000131	2,28193
30	0,000319	-0,00135	0,002018	0,00535	0,001341	3,98E-05	2,38198
31	-0,00078	0,006869	0,006241	0,000803	-0,00242	-5,2E-06	2,739068
32	-0,00012	0,00121	-9,4E-05	-0,00128	0,00031	1,52E-05	3,028018
33	0,002062	0,024963	0,011776	-0,0177	0,007425	0,002508	0,232606
34	0,002606	0,020027	0,001721	-0,00682	0,016218	0,001032	0,706362
35	0,001501	0,034773	-0,01251	0,003958	0,004277	6,34E-05	0,809712
36	0,001135	-0,00584	0,004124	-0,00197	0,011002	0,000472	0,646793
37	-0,00054	0,00289	-0,01081	0,005866	0,000919	0,000693	2,624043
38	2,34E-05	0,004157	-0,00403	0,002106	-0,00436	0,000172	2,803582
39	0,000929	0,001142	0,002833	0,005466	-0,00145	-2,6E-05	2,327575
40	0,000462	0,00801	0,00225	-0,00218	-0,00216	-6,2E-05	3,2115
41	0,002591	-0,00151	0,022802	0,017117	-0,00947	-0,00035	-1,11699
42	-0,00095	0,030523	-0,02837	0,001744	0,005853	0,000881	2,646631
43	-0,00124	0,013427	-0,00598	-0,00111	0,002483	-0,0007	2,533625
44	-0,00144	-0,00554	0,011689	-0,00268	0,010382	-1E-04	1,771127
45	0,001796	0,001355	-0,03141	0,011791	0,017052	0,000486	2,348186
46	-0,00165	-0,00782	6,95E-06	0,009122	0,010548	-0,00015	2,968092
47	0,004248	0,000542	0,017098	0,002952	0,009025	0,000827	-1,07964
48	0,000207	0,00352	-0,00014	0,00055	0,009586	9,14E-05	1,520211
49	0,002188	0,055672	0,009468	-0,00598	0,002284	-0,00025	-0,15692
50	-0,00016	0,006409	0,004859	0,000691	0,007906	-3,6E-05	2,591319
51	0,002229	0,005885	-0,00259	0,004158	0,002046	0,001854	1,167124
52	0,000146	0,000761	0,002794	-0,00266	0,00322	0,000163	2,353666
53	-0,00014	0,000466	-0,00205	-0,001	-0,00042	0,0004	3,126353
54	1,44E-05	-0,00029	0,001255	-0,00119	-0,00109	-9,6E-06	3,089432
55	-0,00022	0,000693	-0,00145	0,001343	0,00202	-0,00019	2,791698
56	6,87E-05	0,00215	0,000137	-6E-05	-0,00033	-7,4E-06	2,952579
57	0,003198	-0,02682	-0,01056	-0,01074	0,012304	0,001405	2,161234
58	0,004389	0,001718	0,009828	-0,00011	0,003602	0,0009	-0,35684

Tablo 4.51. ANFIS yöntemi eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

59	0,00216	0,018202	-0,01437	0,010862	0,009846	-0,00174	0,773272
60	-0,00028	-0,00106	-0,00022	-0,00113	0,002125	5,21E-05	2,89266
61	0,000578	-0,01256	-0,00894	0,008327	0,000857	-0,00065	3,052214
62	0,000429	0,001982	0,000971	0,000363	-0,00254	-0,00017	2,902241
63	-0,00023	0,004629	0,000259	0,000638	0,001044	-0,00045	2,795676
64	-4,8E-05	-0,00038	0,001331	0,000537	-0,00113	-2,5E-05	3,101324

Tablo 4.52. E*ANFIS yönteminin eğitim sonrası çıkış parametreleri

	p	q	r	s	t	u	v
1	0,001178	0,009828	-0,00522	0,003109	0,023836	6,46E-05	0,628084
2	0,002106	0,034058	-0,00813	0,000128	0,010526	0,000343	1,407076
3	-0,00038	0,014336	0,007759	0,007238	0,0148	0,000992	-0,32052
4	0,001202	0,001614	-0,01176	-0,00123	0,012194	0,000455	1,204517
5	0,00082	0,038614	0,006368	0,001754	0,012121	-0,00111	1,398417
6	0,00033	0,002087	-0,00396	0,005126	0,00519	0,000227	2,275966
7	0,000322	-0,00238	-0,00337	0,010326	0,005359	0,000587	1,442401
8	0,00076	-0,01051	-0,00268	0,003755	0,002867	0,000116	2,313717
9	-0,00055	-0,02095	-0,01463	-0,00475	0,014334	0,001993	1,821631
10	0,000479	0,000349	0,001503	0,0019	0,01474	0,000636	1,156513
11	0,00015	-0,02399	0,009819	0,009183	0,010576	0,001033	0,033586
12	0,000732	0,014913	-0,00989	0,001009	0,014422	0,000511	0,81117
13	0,004015	-0,00827	0,003927	0,016478	-0,00804	0,001239	0,497196
14	-0,00114	0,003125	-0,01052	-0,00042	-0,00328	0,000554	3,160105
15	0,004108	-0,01408	-0,00769	0,006813	0,002091	0,000628	1,587756
16	0,000702	0,001555	0,002008	8,44E-05	-0,00161	0,000339	2,643551
17	0,003761	0,005508	-0,01481	0,008522	0,001026	-0,00032	1,706053
18	-0,00024	0,013471	-0,00669	0,000859	0,000529	7,93E-05	2,409203
19	0,002525	0,004782	0,006628	0,003921	-0,00188	0,000284	1,755894
20	0,000208	8,14E-05	-0,00234	0,000927	0,000175	8,09E-05	2,881967
21	0,000351	0,00179	-0,00617	0,012132	0,00266	-0,00015	1,940872
22	0,00028	0,00215	-0,00054	0,001749	0,002115	-1,3E-05	2,705546
23	-0,00079	0,004175	-0,00523	0,003655	0,00099	5,71E-05	2,623615
24	0,000313	-0,00344	0,002752	0,001449	-0,00041	0,00014	2,804348
25	0,00402	0,00372	-0,00215	0,014046	0,008886	-0,00164	0,753137

Tablo 4.52. E*ANFIS yönteminin eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

26	0,003591	0,003729	-0,01633	0,002736	0,006923	0,000425	2,122049
27	0,001705	0,001416	0,025385	-0,00501	0,008871	0,001045	-0,38033
28	-0,00142	0,009491	0,001093	-0,00103	0,008511	-0,00035	2,087738
29	-7,2E-05	0,009226	0,002494	0,008845	-0,00397	0,000126	1,892576
30	0,000357	-0,00068	-0,00264	0,003713	0,001041	2,59E-05	2,730868
31	-0,00068	0,007076	0,006288	0,003698	0,000462	0,000171	2,090109
32	-5E-05	0,000891	7,34E-05	-0,00064	7,5E-05	8,39E-06	3,00508
33	0,001845	0,024699	0,006012	-0,00845	0,00737	0,002597	0,31427
34	0,00299	0,014042	0,004636	-0,00468	0,004488	0,001164	0,543373
35	0,001842	0,041309	-0,01131	0,005035	0,006852	0,000149	0,318531
36	0,001634	-0,00117	0,002081	0,00055	0,004782	0,000418	1,267432
37	0,000284	0,003051	-0,00695	0,007639	0,004255	0,000791	1,98366
38	-3,8E-05	0,006099	-0,00524	0,003026	-0,00019	0,000204	2,656578
39	0,00094	0,002139	-0,00178	0,007926	-0,00107	-0,00015	2,171728
40	0,000268	0,004883	0,002125	-0,00103	0,00062	-3,1E-05	2,844817
41	0,001816	0,010097	0,017005	0,020436	0,004899	0,000641	-0,97764
42	-0,0015	0,031495	-0,02904	0,002436	0,009661	0,000907	2,790545
43	-0,00058	0,016591	-0,00852	0,000832	0,013231	0,000346	0,940754
44	-0,00111	-0,00605	0,014799	0,000261	0,01253	0,000151	0,907064
45	0,001609	0,002591	-0,0319	0,012029	0,009339	0,000739	2,468274
46	-0,00092	-0,00138	-0,00016	0,006863	0,005805	-6,4E-05	2,738496
47	0,004251	-0,00081	0,011961	0,003011	0,004332	0,001045	-0,20982
48	0,000208	0,000817	-0,00394	0,003534	0,005947	0,000107	1,9702
49	0,002152	0,049709	0,006894	-0,00282	0,002775	0,000427	-0,05771
50	0,000107	0,006048	-6,7E-05	-0,00017	0,00588	9,16E-05	2,508783
51	0,001977	0,009088	-0,00104	0,005052	0,002199	0,001552	1,117799
52	3,45E-06	0,002316	0,003285	-0,00164	0,001307	0,000205	2,518121
53	0,000163	0,000752	-0,00119	0,000804	-0,00063	0,000425	2,83241
54	-5,6E-05	-0,00019	0,001251	-0,00123	-0,00077	-5,1E-07	3,107232
55	1,8E-05	0,002268	-0,00094	0,001942	0,001748	-0,00026	2,629419
56	0,000122	0,001869	0,000463	0,000498	8,2E-05	-1,7E-05	2,854382
57	0,002877	-0,01646	-0,00872	-0,00669	0,012725	0,001017	1,846161
58	0,003409	0,00216	0,002328	0,001575	0,003008	0,000895	0,362728
59	0,00301	0,018363	-0,00568	0,0104	0,010601	-0,00118	-0,15105
60	-3,7E-05	-0,00139	-0,001	-0,00155	0,001376	1,19E-05	2,977695

Tablo 4.52. E*ANFIS yönteminin eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

61	0,000742	-0,01085	-0,0085	0,008987	-0,00018	-0,00087	2,912362
62	0,000593	0,004558	0,003542	0,00265	-0,00308	-9,2E-05	2,401623
63	0,000108	0,001423	0,000481	0,000948	0,001601	-0,00027	2,663959
64	-6,5E-05	-0,00089	0,000749	-0,00016	-0,00121	-1,5E-05	3,199025

Tablo 4.53. DE*ANFIS yönteminin eğitim sonrası çıkış parametreleri

	p	q	r	s	t	u	v
1	0,002867	0,007997	-0,01413	-0,00263	-0,02993	0,000247	1,525776
2	-0,00129	0,030301	-0,00937	-0,00462	-0,01029	0,000512	1,887465
3	-0,00146	0,004036	0,00967	-0,00079	-0,01702	-0,00128	4,303331
4	-0,00081	-0,00711	-0,00575	-0,00279	-0,00285	-2E-05	3,739747
5	0,000394	0,030806	0,008508	0,000464	0,000477	-0,00242	1,730239
6	-0,00015	-0,00891	-0,00332	0,005017	0,001148	5,62E-05	2,714362
7	0,000682	-0,00955	-0,00824	0,011696	-0,00339	0,000439	2,678972
8	0,000506	-0,00491	-0,00035	0,000199	0,000777	9,38E-05	2,792901
9	0,002583	-0,02033	-0,0313	-0,00678	0,026438	0,000274	2,41749
10	0,002295	0,010221	-0,01643	0,001533	-0,04526	-8,9E-05	3,385992
11	0,001039	-0,02243	0,013292	0,011166	0,017631	0,000262	-1,18823
12	0,001146	-0,00985	-0,00115	0,004647	-0,02391	0,000537	5,38558
13	0,001125	-0,00923	0,013279	0,013076	-0,01025	0,001342	0,420714
14	-0,00246	-0,00073	0,000504	-0,00216	0,011695	0,000359	2,762019
15	0,001324	-0,03262	-0,00689	0,006359	-0,00182	-0,00074	2,493357
16	0,000263	-0,00785	0,0012	0,000271	0,007031	0,00029	1,745667
17	0,004105	0,005673	-0,0214	0,007316	-0,01542	-0,00109	1,980017
18	-0,00056	0,013089	-0,01097	-0,00419	-0,0024	-0,00021	3,046898
19	0,002514	0,003346	0,01962	-0,00388	-0,01452	-0,0008	3,28676
20	0,000597	-0,00328	9,71E-05	0,001502	9,37E-05	5,79E-06	3,021145
21	-8,9E-05	-0,00547	-0,00199	0,007019	0,001037	0,000121	2,597003
22	0,00058	0,000619	0,004352	-0,00112	-0,00119	7,16E-05	2,90355
23	-0,00113	0,006103	-0,00413	0,001861	0,001927	0,000329	2,583422
24	4,6E-05	-0,00324	0,000652	0,001143	-0,00184	0,00019	3,029167
25	0,001801	0,001065	-0,0015	0,004139	-0,05297	-0,00275	2,041105
26	0,003387	0,000497	-0,01678	-0,00133	0,002913	0,000172	2,623904
27	-0,00108	-0,00019	0,050503	-0,0114	-0,03598	0,001265	4,331981

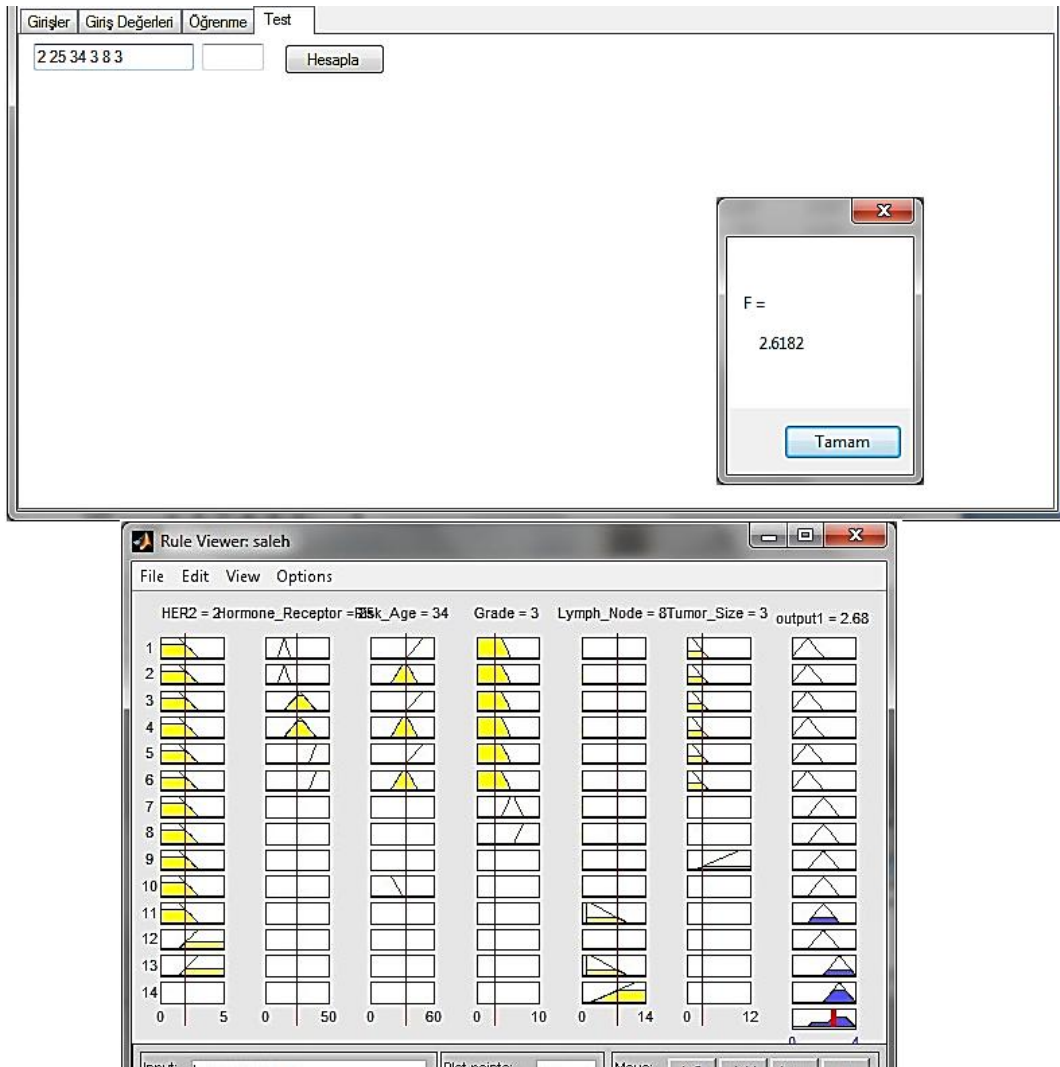
Tablo 4.53. DE*ANFIS yönteminin eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

28	-0,00231	0,003787	0,011907	-0,0008	0,004047	-0,0003	2,275452
29	-0,00107	0,010912	-0,0018	0,002722	-0,01316	-8,5E-05	2,798392
30	-1,9E-05	-0,00066	0,00919	0,005738	0,000326	4,74E-05	1,996594
31	-0,00042	0,002298	0,008619	-0,00126	-0,00792	-0,00057	3,696599
32	0,000103	-0,00084	0,000222	-0,00088	-0,00059	-0,00011	3,271628
33	0,003017	0,020016	0,016703	-0,02933	-0,01501	0,000245	0,338276
34	-1,5E-05	0,02743	-0,00597	-0,01043	-0,00274	-1,6E-05	3,292491
35	0,000152	0,014628	-0,01744	-0,00047	-0,01522	-0,00015	4,163161
36	0,000278	-0,01159	0,003249	0,003062	0,000973	0,000548	2,126281
37	-0,00072	-0,00318	-0,00917	0,004349	0,010018	0,000596	2,785787
38	0,000118	0,003272	-0,00335	-0,00045	-0,00133	0,000164	2,90845
39	0,00159	0,006319	0,005379	0,003035	0,006625	8,04E-05	1,13887
40	0,000212	0,006213	0,003408	-0,00158	-0,00029	-8,7E-05	3,041738
41	0,004638	-0,00643	0,023665	0,004899	-0,02964	-0,00051	-1,60129
42	-0,0006	0,020737	-0,0248	-0,00101	0,002529	0,000821	2,554943
43	-0,00073	0,010208	0,001437	-0,00574	-0,01541	-0,00182	4,511847
44	-0,00058	-0,00202	0,010156	-0,00667	0,00786	-8,7E-05	1,872033
45	-0,00012	0,003777	-0,01868	0,008227	0,011067	0,000351	2,959418
46	-0,0021	-0,01205	-9,3E-05	0,01065	-0,00489	-0,00017	3,37853
47	0,001604	-0,00174	0,019995	0,00577	0,005619	0,000386	0,051371
48	-0,00017	0,006588	0,005137	-0,00134	-0,00215	-5,1E-05	3,148324
49	0,001759	0,050516	0,012216	-0,01033	0,015601	-0,00088	0,15191
50	0,000152	0,006229	0,005926	0,000507	0,003447	-6,9E-05	2,579652
51	0,000916	0,00531	-0,00782	0,004957	0,011065	0,002127	0,591577
52	0,00035	-0,00257	0,003532	-0,0034	4,22E-05	8,3E-05	2,864392
53	-0,00041	0,000262	-0,00193	-0,00335	-0,00302	0,000458	3,476491
54	0,000235	-0,00016	0,000657	-0,00137	8,74E-05	-1,1E-06	2,984128
55	-0,00057	0,000272	-0,00148	0,000628	0,000179	-0,00024	3,242183
56	-5,9E-06	0,001399	-5,2E-05	-0,00016	0,000346	1,03E-05	2,921048
57	0,001663	-0,03003	-0,00575	-0,01305	-0,02164	0,00157	3,044097
58	0,003793	0,0033	0,010021	-0,00188	-0,00541	0,000886	0,020283
59	0,000831	0,015528	-0,02647	0,009386	-0,01443	-0,00231	5,223109
60	-0,00079	-0,00166	0,000601	-0,00267	-0,003	-3E-05	3,89714
61	0,000403	-0,01121	-0,00777	0,008006	8,2E-05	-0,0004	3,011763
62	-3,3E-05	-0,00155	-0,0024	-0,00231	0,002639	-0,00018	3,496034

Tablo 4.53. DE*ANFIS yönteminin eğitim sonrası çıkış parametreleri (Devamı)

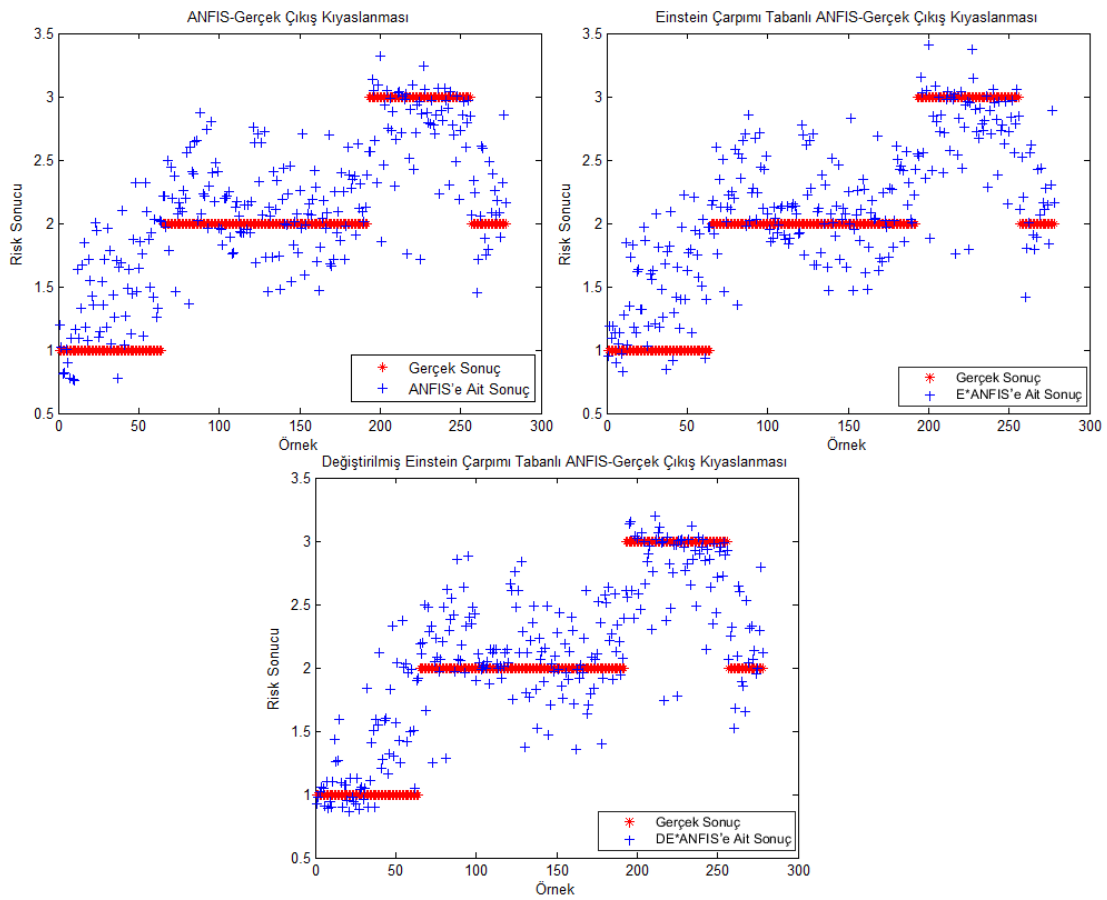
63	-0,00021	0,00778	-0,0017	0,001285	-0,00077	-0,0004	2,934365
64	0,000164	0,001417	0,000123	0,000534	0,002273	1,69E-05	2,546053

Sinirsel bulanık mantık metotları çalışma içerisindeki problem için tasarlanıp uygulanmıştır ve makalede uygulanan model ile doğruluk oranları karşılaştırılmıştır. Test setindeki verilerin toplamı olan 278 verinin ANFIS, E*ANFIS, DE*ANFIS ve çalışmada kullanılan yöntemlere uygulanması Şekil 4.67’de; karşılaştırma grafikleri ise Şekil 4.68’te verilmiştir.



Şekil 4.67. Tüm yöntemlere verilerin uygulanması

Sonuçlar karşılaştırıldığına tüm yöntemler arasında doğruluk oranı en iyi sonucu veren Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS yöntemi olduğu saptanmıştır. Bulanık mantık kullanılarak meme kanseri riskinin değerlendirilmesinin yapıldığı çalışma için ANFIS yöntemi %91.67, E*ANFIS yöntemi %95.84 ve DE*ANFIS yöntemi için %93.06 doğruluk oranı hesaplanmıştır. Meme kanseri yönetimi için bulanık karar sisteminin tasarlandığı çalışmada ise ANFIS yöntemi %82.73, E*ANFIS yöntemi %83.28 ve DE*ANFIS yöntemi için %85.46 doğruluk oranı hesaplanmıştır.



Şekil 4.68. Meme kanseri yönetimi sonuçlarının grafiksel karşılaştırılması

Her iki çalışmaya uygulanan önerilen Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (DE*ANFIS) yönteminin ulaştığı doğruluk oranları ve diğer yöntemlerle doğruluklarının karşılaştırılması; önerilen yöntemin tutarlı sonuç alabildiğini ve yöntemin uygulanabilirliğini göstermiştir.

BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan bu tez çalışması uygulamasında sinirsel bulanık mantık metodu önerilip kullanılarak; kişilere pilot olarak belirlenen kanser tipleri olan meme kanseri, akciğer kanseri ve kolon kanseri konusunda risk analiziyle hastalık için ön teşhis yapma imkanı sunulmuştur. Bu sayede, ilgili kanser tipleri için kendilerine ileride yakalanmamaları hususunda riski azaltabilmeleri veya ortadan kaldırebilmeleri imkanını sunan bir sistem geliştirilmiştir.

Bu amaç için modelleri eğiterek optimum parametre değerlerine ulaşmasını sağlayacak bir masaüstü yazılımı; bilgisayar kullanım becerisi alt düzeyde olan insanların bile kolayca uygulayıp sonuç alabileceği risk analizi masaüstü yazılımı ve günümüzde dünyasında oldukça öneme sahip olan mobil ortam için de Android cihazlar için mobil risk analizi uygulaması geliştirilmiştir.

İlk olarak yapay zeka yöntemlerinden bulanık mantık ve sinirsel bulanık mantık metotları incelenerek yöntem önerilmiştir. Önerilen metodun t-norm uygunluğu kontrol edildikten sonra yöntemin problemlere uygulanabilirliğinin görülmesi için Box-Jenkins'in gaz ocağı problemi üzerinde yöntem uygulanıp diğer çalışmalarla kıyas edilmiştir. Önerilen Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (DE*ANFIS) yöntemine ait doğruluk ölçümleri, aynı problemin çözümü için kullanılan yöntemlerin sonuçlarından daha iyi sonuç vermiştir.

Ardından daha önce kullanılan bulanık mantık modelleri incelenerek öncelikle ANFIS ve E*ANFIS yöntemleri kullanan sinirsel bulanık mantık modeli ile ilgili kanser tipleri için çözümler üretilmiştir. Meme, akciğer ve kolon kanser hastalıkları için modellerin performans ölçümleri yapıldıktan sonra ANFIS ve E*ANFIS yöntemlerine ait formüller üzerinde değişiklikler yapılarak önerilen metod ortaya çıkartılmıştır. Önerilen sinirsel bulanık mantık yöntemi olan DE*ANFIS yöntemi,

meme, akciğer ve kolon kanser hastalıkları için kullanılmış ve ortaya konan modelin diğer modellerden performans farkını ve medikal testlerin başarı durumunu ortaya koymak için ROC analizi yapılmıştır. Önerilen DE*ANFIS yöntemi, ANFIS ve E*ANFIS yöntemlerine göre üç kanser modeli içinde daha iyi sonuçlar üretmiştir.

Oluşturulan modellerin oluşturulmasının yanında, sistemlerin doğruluk oranlarının ve istatistiksel analizinin yapılabilmesi için Radyasyon Onkolojisi Kliniği'nden meme kanseri için 1024, akciğer kanseri için 1536 ve kolon kanseri için 1536 adet veri alınmıştır. Meme kanseri için alınan verilerin 320 adedi hastalık tanısı koyulmuş, 319 adedi hastalık tanısı konulmamış, 385 adedi ise veri girişi anında hastalık tanısı koyulmamışken ileride ilgili hastalık tanısı koyulmuş kişilere ait verilerdir. Akciğer kanseri için alınan verilerin 703 adedi akciğer kanseri teşhisi konulan kişilere aitken, 225 adedi akciğer kanseri tanısı konulmamış, 608 adedi ise veri girişi anında hastalık tanısı koyulmamışken ileride akciğer kanseri tanısı koyulmuş kişilere ait verilerdir. Kolon kanseri için alınan verilerin 800 adedi kolon kanseri için tanı koyulmuş kişilerin verisi, 224 adedi bu hastalık için teşhis konmamış kişilere aitken; 512 adedi ise veri girişi anında hastalık tanısı koyulmamışken ileride akciğer kanseri tanısı koyulmuş kişilere ait verilerdir. Meme kanseri tipi için 616 veri eğitim setinde, 408 veri test setinde; akciğer ve kolon kanser tipleri için ise 920 veri eğitim setinde, 616 veri test setinde kullanılmıştır.

DE*ANFIS yöntemi kullanılarak hesaplama yapan ve meme kanseri için risk analizi yapan sinirsel bulanık mantık modeli yazılımında ilgili kanser tipi için hasta ve sağlıklı kişilerin verileri ile sistemimiz test edilerek en iyi sonuca ulaşıldığı görüldü. Sistemin bu konudaki performansı %94.85 oranında olduğu hesaplanmıştır. İlk olarak ANFIS tipi sinirsel bulanık mantık modeli için 408 veriden 374'ünde doğru sonuç alınmış, %91.66 oranında doğruluk oranı hesaplanmıştır. Ardından E*ANFIS yöntemi kullanılarak 408 veriden 378'inde doğru sonuç alınmış, %92.64 oranında doğruluk oranı sağlanmıştır. Son olarak DE*ANFIS yöntemi için 408 veriden 387'sinde doğru sonuç alınmış, %94.85 oranında performans ölçümü sağlanmıştır (Tablo 5.1).

Akciğer kanseri için risk analizi yapan bulanık mantık yazılımında ise ilgili kanser tipi için hasta ve sağlıklı kişilerin verileri ile DE*ANFIS yöntemi ile çalışan sistemimiz test edilerek en iyi sonuca ulaşıldığı görüldü. Sistemin bu konudaki performansı %94.64 oranında olduğu hesaplanmıştır. İlk olarak ANFIS tipi sinirsel bulanık mantık modeli için 616 veriden 567'sinde doğru sonuç alınmış, %92.04 oranında doğruluk oranı hesaplanmıştır. Ardından E*ANFIS yöntemi kullanılarak 616 veriden 574'ünde doğru sonuç alınmış, %93.18 oranında doğruluk oranı sağlanmıştır. Son olarak DE*ANFIS yöntemi için 616 veriden 583'ünde doğru sonuç alınmış, %94.64 oranında doğruluk oranına ulaşılmıştır (Tablo 5.1).

Performans ölçümünün son adımında hesaplama için DE*ANFIS yöntemi ile oluşturulan ve kolon kanseri için risk analizi yapan bulanık mantık modeli yazılımında ilgili kanser tipi için hasta ve sağlıklı kişilerin verileri ile sistemimiz test edilerek en iyi sonuca ulaşıldığı görüldü. Sistemin bu konudaki performansı %93.34 oranında olduğu hesaplanmıştır. İlk olarak ANFIS tipi sinirsel bulanık mantık modeli için 616 veriden 554'ünde doğru sonuç alınmış, %89.93 oranında doğruluk oranı sağlanmıştır. Ardından E*ANFIS yöntemi kullanılarak 616 veriden 560'ında doğru sonuç alınmış, %90.90 oranında doğruluk oranı hesaplanmıştır. Son olarak DE*ANFIS yöntemi için 616 veriden 575'inde doğru sonuç alınmış, %93.34 oranında doğruluk oranına ulaşılmıştır (Tablo 5.1).

Meme, akciğer ve kolon kanserleri için kişilerin risk analizi yapan sinirsel bulanık mantık modeli yazılımı tamamlandıktan sonra stres durumunun kansere etkisi araştırılmış ve stresin kanseri tetikleme durumu için sinirsel bulanık mantık modeli geliştirilmiştir. Üç kanser tipi içinde, sağlıklı veya kanser hastalığı bulunan 212 kişiye DE*ANFIS ile oluşturulan sinirsel bulanık mantık modeli yazılımı üzerinde test yapıldığında 212 verinin 208'inde doğru sonuç alınmış ve % 96.69 doğruluk oranı hesaplanmıştır. Aynı problem için ANFIS yöntemi %95.75(203/212), E*ANFIS yöntemi %96.69(205/212) oranında doğruluk oranları hesaplanmıştır (Tablo 5.1).

Tablo 5.1. Uygulanan yöntemlerin doğruluk oranlarının karşılaştırılması

Kanser Tipi	ANFIS Performansı (%)	E*ANFIS Performansı (%)	DE*ANFIS Performansı (%)
Meme Kanseri	91.66	92.64	94.85
Akciğer Kanseri	92.04	93.18	94.64
Kolon Kanseri	89.93	90.90	93.34
Stres Etkisi Kanser Analizi	95.75	96.69	98.11

ROC eğrisi; testin ayırt etme gücünün belirlenmesine, çeşitli testlerin etkinliklerinin kıyaslanmasına, uygun pozitiflik eşiğinin belirlenmesine, laboratuvar sonuçlarının kalitesinin izlenmesine, uygulayıcının gelişiminin izlenmesine ve farklı metotların tanı etkinliklerinin kıyaslanmasına olanak sağlar [287]. ROC Analizi, sadece bir duyarlılık ve özgüllük değeri kullanarak tanı koymanın getirdiği sakıncaları ortadan kaldırmak için geliştirilmiş istatistik değerlendirme yöntemidir [288-289].

ROC eğrisi, ikili sınıflandırma sistemlerinde ayırım eşik değerinin farklılık gösterdiği durumlarda, hassasiyetin kesinliliğe olan oranıyla ortaya çıkmaktadır. ROC daha basit anlamda doğru pozitiflerin, yanlış pozitiflere olan kesri olarak da ifade edilebilir [290]. Her sınıflandırma işleminde yapıldığı gibi, metotlar kesinlik (yanlış pozitifleri eleme kabiliyeti) ve hassasiyet (doğru pozitifleri tespit etme kabiliyeti) arasındaki dengeyi kurmakla uğraşmaktadır. Veri kümesindeki pozitif ve negatif örnekler, eşit bir şekilde dağılım göstermediğinden dolayı, doğrudan kesinlik ve hassasiyet ölçütlerinden önce,

ROC [291] adı verilen eğri, kesinlik ve hasiyet arasındaki dengeyi değerlendirmek için kullanılmıştır. ROC eğrisi altında kalan alan ROC puanı olarak tanımlanabilir. ROC eğrisi değişen sınıflandırma eşik değerlerine göre doğru pozitiflerin sayısının, yanlış pozitiflerin bir fonksiyonu olarak çizilmesiyle oluşmaktadır. ROC puanı 1 (bir) olduğunda anlamı, pozitifler mükemmel bir şekilde negatiflerden ayrılmıştır, olmaktadır. ROC puanı 0 (sıfır) olduğunda ise herhangi bir pozitif bulunamadı anlamına gelir. ROC eğrisi, değişik kesim noktalarında testin duyarlılığının (y-ekseni), testin özgüllüğüne (x-ekseni) karşı noktalanması ile elde edilir. Her kesim noktasındaki doğru pozitif ve yanlış pozitive karşılık gelen noktalar birleştirilerek ROC eğrisi çizilir. En faydalı tanı testi, doğru pozitiflik oranı yüksek ve yanlış

pozitiflik oranı düşük olan testtir. Mükemmel yakın bir tanı testi, hemen hemen dikey “0,0” ’dan “0,1” ‘e ve sonra yatayda “1,1” ‘den geçen bir ROC eğrisine sahip olmalıdır [287]. Kısaca sol üst köşeye en yakın geçen ROC eğrisini veren test en kullanışlı testtir [5], [286-287]. ROC eğrisi, $Y=X$ fonksiyonuna yaklaştıkça başarısız bir test ortaya çıkar. Bu çizgiye yakın bir ROC eğrisine sahip bir tanı testi hastalıkların taranmasında yararsız bir tanı testidir [5], [287], [292-295].

Bir tanı testinin tanısal yeterliliğini belirlemek için kullanılabilen pratik bir yöntem, performansın tek bir değer ile ifadesidir [295-297]. En yaygın kullanılan ölçüm ise, ROC eğrisinin altında kalan alandır (AUC-Area Under Curve) [5], [292], [295], [297]. AUC ne kadar büyük ise hastalığın tahmin edilmesinde test o kadar iyi olur [296-297]. AUC’nin olası değerleri 0.5’ten (tanı konulamaz) 1.0’e (mükemmel tanı konulabilir) kadar değişim gösterir [298-300]. Önerilen modellerin diğer modellerden performans farkını ve medikal testlerinin başarımlarını ortaya koymak için ROC analizi yapılmıştır.

Tanı testi sonuçlarının incelenebilmesi ve yorumlanabilmesi için testin üzerinde uygulandığı olguların gerçek tanı sonuçları bilinmelidir [301]. Bir tanı testinin yeterliliğini değerlendirmek için kullanılan çeşitli ölçütler vardır. Bu ölçütlerin hesaplanış biçiminin gösterilmesi ve karşılaştırılması sonucu karşılaşılabilecek durumların özetlenmesi amacıyla Tablo 5.2 düzenlenmiş ve ölçütlerin hesaplanış aşağıda verilmiştir.

Tablo 5.2. Bir tanı testini değerlendirirken karşılaşılabilecek durumlar

Tanı Testi Sonucu	Pozitif (Hasta)	Negatif (Sağlam)	Toplam
Pozitif (Hasta)	A (DP)	B (YP)	A+B
Negatif(Sağlam)	C (YN)	D (DN)	C+D
Toplam	A+C	B+D	A+B+C+D

Tablo 5.2’de; A, Gerçekte hasta olup, tanı testi sonucuna göre de hasta olarak belirlenen olguları (Doğru pozitif, DP); B, gerçekte sağlam oldukları halde testin hatalı olarak hasta dediği olguları (Yanlış pozitif, YP); C, gerçekte hasta olup, tanı

testi sonucuna göre sağlam olarak belirlenen olguları (Yanlış negatif, YN); D, gerçek tanı sonucuna uygun olarak testinde sağlam dediği gerçek negatif olguları ifade etmektedir (Doğru negatif, DN). Tablo 5.3'te tanı testi için bu değerler hangi formülle kullanıldığı gösterilmiştir.

Tablo 5.3. Tanı testi ölçüm formül ve tanımları

Oranlar	Tanım ve Formül
Duyarlılık Oranı	Testin, gerçek hastalar içinden hastaları ayırma yeteneğidir. $A / (A+C) = DP / (DP + YN)$
Özgüllük Oranı	Testin, gerçek sağlamlar içinden sağlamları ayırma yeteneğidir. $D / (B + D) = DN / (DN + YP)$
Pozitif Tanımlama Oranı	Tanı testinin sonucuna göre belirlenen pozitifler içerisindeki doğru pozitiflerin oranıdır. $A / (A+B) = DP / (DP + YP)$
Negatif Tanımlama Oranı	Tanı testinin sonucuna göre belirlenen negatifler içerisindeki doğru negatiflerin oranıdır. $D / (C+D) = DN / (DN + YN)$
Doğruluk Oranı	Gerçekte testin hasta ve sağlam olarak toplam doğru tanı oranıdır $(A+D)/(A+B+C+D) = (DP+DN) / (DP+YP+YN+DN)$

ROC eğrilerinde; x ekseninde YPO (Yanlış Pozitif Orantı) yer alırken, y ekseninde DPO (Doğru Pozitif Orantı) bulunmaktadır [302]. Farklı eşik değerleri için DPO ve YPO değerleri yani duyarlılık ve 1-seçicilik değerleri hesaplanır. DPO ve YPO ikilileri ROC eğrisini oluşturur. ROC Eğrisi (0,0) ile (1,1) arasında artan bir fonksiyondur. ROC analizi sonrası tanı koymadaki başarısı değerlendirilen bir testin yararsız mı yoksa çok iyi bir test mi olduğu kararı verilebilir.

Tanı testi hasta olanları ve sağlıklı olanları birbirinden ayıramıyor ise o teste yararsız bir test; tanı testi hasta olanları ve sağlıklı olanları birbirinden tam anlamıyla ayırabiliyor ise mükemmel bir testtir denir.

İlk olarak Meme kanseri modelinde ROC analizi yapılması için üç farklı tablo hazırlanmıştır. ANFIS, E*ANFIS ve DE*ANFIS yöntemlerine ait başarımlar sonuçları sırasıyla Tablo 5.4, Tablo 5.5 ve Tablo 5.6'da verilmiştir.

Tablo 5.4. Meme kanseri risk analizi ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (114)	H- (294)	408
Medikal Test Sonucu	H+	102	22	T+ (124)
	H-	12	272	T- (284)

Tablo 5.5. Meme kanseri risk analizi E*ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (114)	H- (294)	408
Medikal Test Sonucu	H+	104	20	T+ (124)
	H+	10	274	T- (284)

Tablo 5.6. Meme kanseri risk analizi DE*ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (114)	H- (294)	408
Medikal Test Sonucu	H+	108	15	T+ (123)
	H+	6	279	T- (285)

İkinci olarak akciğer kanseri için hazırlanan bulanık mantık modellerinin ROC analizlerinin yapılabilmesi için üç farklı tablo hazırlanmıştır ANFIS, E*ANFIS ve DE*ANFIS yöntemlerine ait başarımları sırasıyla Tablo 5.7, Tablo 5.8 ve Tablo 5.9'da verilmiştir.

Tablo 5.7. Akciğer kanseri risk analizi ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (268)	H- (348)	616
Medikal Test Sonucu	H+	247	28	T+(275)
	H-	21	320	T- (341)

Tablo 5.8. Akciğer kanseri risk analizi için E*ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (268)	H- (348)	616
Medikal Test Sonucu	H+	250	24	T-+(274)
	H-	18	324	T- (342)

Tablo 5.9. Akciğer kanseri risk analizi için DE*ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (268)	H- (348)	616
Medikal Test Sonucu	H+	254	19	T-+(273)
	H-	14	329	T- (343)

Kolon kanseri için hazırlanan bulanık modellerinin ROC analizlerinin yapılabilmesi için üç farklı tablo hazırlanmıştır. ANFIS, E*ANFIS ve DE*ANFIS yöntemlerinin başarımları sonuçları sırasıyla Tablo 5.10, Tablo 5.11 ve Tablo 5.11’de verilmiştir.

Tablo 5.10. Kolon kanseri risk analizi ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (325)	H- (291)	616
Medikal Test Sonucu	H+	294	31	T-+(325)
	H-	31	260	T- (291)

Tablo 5.11. Kolon kanseri risk analizi E*ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (325)	H- (291)	616
Medikal Test Sonucu	H+	296	27	T-+(323)
	H-	29	264	T- (293)

Üç kanser tipine uygulanan üç farklı sinirsel bulanık mantık yöntemi için ROC analizi yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Uygulanan yöntemlere ait ROC analizi sonuçları sırasıyla Tablo 5.13’de verilmiştir.

Tablo 5.12. Kolon kanseri risk analizi DE*ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (325)	H- (291)	616
Medikal Test Sonucu	H+	304	20	T-+(324)
	H-	21	271	T- (292)

Tablo 5.13. Yöntemlerin kanser tiplerine göre ROC analizi sonuçları

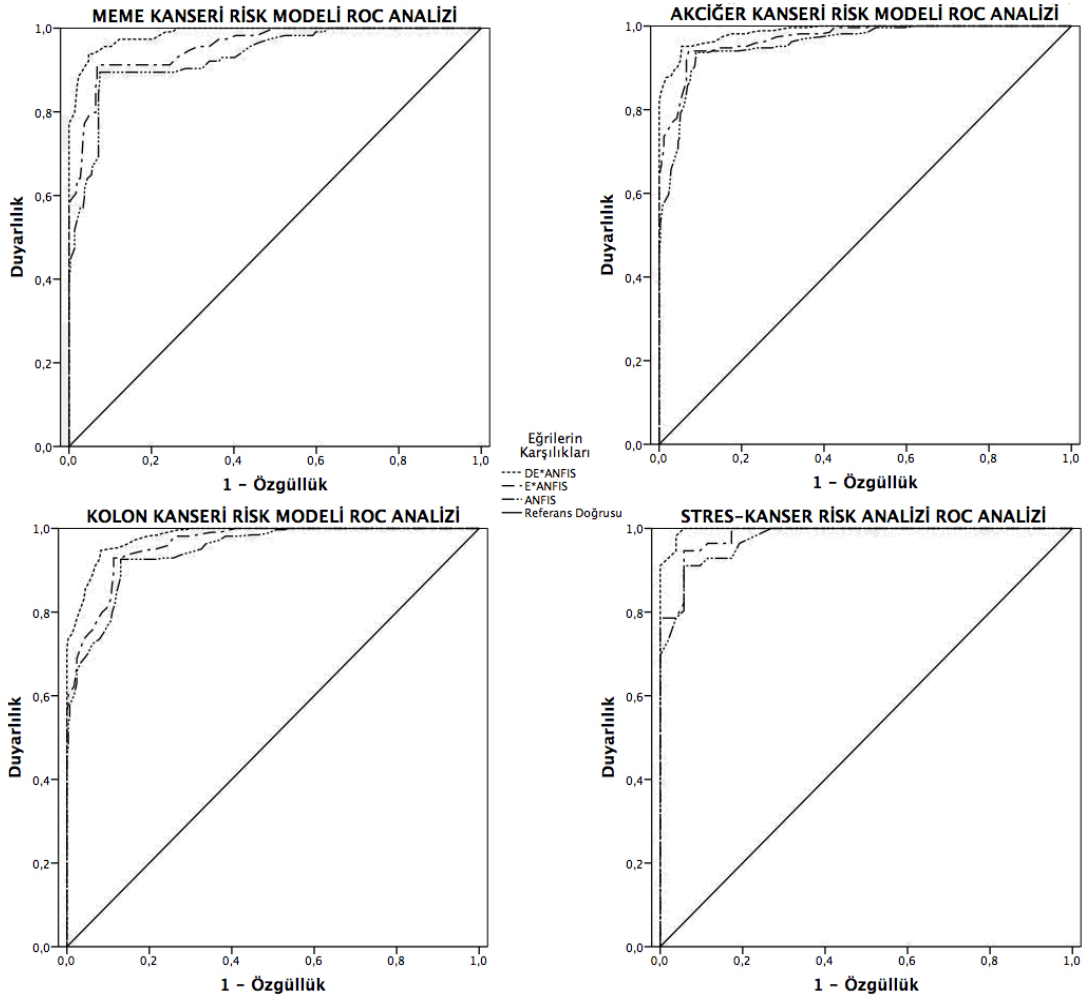
Yöntemler	Kanser Tipleri	Duyarlılık Oranı	Özgüllük Oranı	Pozitif Tanımlama Oranı	Negatif Tanımlama Oranı	Doğruluk Oranı
ANFIS	Meme Kanseri	0,894737	0,92517	0,822581	0,177419	0,916667
	Akciğer Kanseri	0,921642	0,91954	0,898182	0,101818	0,920455
	Kolon Kanseri	0,904615	0,893471	0,904615	0,095385	0,899351
	Stres-Kanser	0,953704	0,961538	0,962617	0,037383	0,957547
E*ANFIS	Meme Kanseri	0,912281	0,931973	0,83871	0,16129	0,926471
	Akciğer Kanseri	0,932836	0,931034	0,912409	0,087591	0,931818
	Kolon Kanseri	0,910769	0,907216	0,916409	0,083591	0,909091
	Stres-Kanser	0,962963	0,971154	0,971963	0,028037	0,966981
DE*ANFIS	Meme Kanseri	0,947368	0,94898	0,978049	0,121951	0,948529
	Akciğer Kanseri	0,947761	0,945402	0,930403	0,069597	0,946429
	Kolon Kanseri	0,935385	0,931271	0,938272	0,061728	0,933442
	Stres-Kanser	0,981481	0,980769	0,981481	0,018519	0,981132

ROC analizi sonuçlarından açıkça görülmektedir ki; önerilen Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (DE*ANFIS) yöntemi, ANFIS ve E*ANFIS yöntemlerine göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Yöntemlerin medikal konulardaki başarısını gösteren ROC eğrisi Şekil 5.1’de gösterilmiştir.

Ayrıca probleme uygulanan yöntemlerin doğruluk oranları ve hata değerleri Tablo 5.14. ve Tablo 5.15’te verilmiştir. Elde edilen ROC eğrisine ve hata değerlerine göre her üç kanser tipi için de önerilen DE*ANFIS yönteminin başarılı bir test ortaya koyduğu görülmektedir.

Tablo 5.14. Uygulanan SBM yöntemlerinin doğruluk oranları

Yöntemler	Meme Kanseri (%)	Akciğer Kanseri (%)	Kolon Kanseri (%)	Stresin Etkisi Kanseri Analizi (%)
ANFIS	91.66	92.04	89.93	95.75
E*ANFIS	92.64	93.18	90.90	96.69
DE*ANFIS	94.85	94.64	93.34	98.11



ROC analizleri ile çizilen ROC eğrileri sonucu ortaya çıkan istatistiksel veriler Tablo 5.16'da verilmiştir.

Hastane verilerinden sonra anket yoluyla elde edilen veriler üzerinde de başarımlarını ortaya koyabilmek için ROC analizi yapılmıştır. Meme kanseri modelinde ROC analizi yapılması için üç farklı tablo hazırlanmıştır. ANFIS,

E*ANFIS ve önerilen DE*ANFIS yöntemlerine ait başarımları sırasıyla Tablo 5.17, Tablo 5.18 ve Tablo 5.19’da verilmiştir.

Tablo 5.15. Uygulanan SBM yöntemlerinin hata değerleri

		MSE	RMSE	MAE	MAPE	R ²	PI
Meme Kanseri	ANFIS	0.0427	0.2068	0.1494	0.1021	0.9220	0.0062
	E*ANFIS	0.0354	0.1882	0.1339	0.0908	0.9355	0.0057
	DE*ANFIS	0.0196	0.1400	0.0825	0.0534	0.9644	0.0042
Akciğer Kanseri	ANFIS	0.0344	0.1857	0.1353	0.0697	0.9247	0.0034
	E*ANFIS	0.0262	0.1620	0.1096	0.0567	0.9423	0.0030
	DE*ANFIS	0.0173	0.1317	0.0759	0.0385	0.9616	0.0024
Kolon Kanseri	ANFIS	0.0532	0.2307	0.1665	0.0884	0.8950	0.0044
	E*ANFIS	0.0411	0.2028	0.1336	0.0706	0.9177	0.0038
	DE*ANFIS	0.0250	0.1582	0.0942	0.0498	0.9498	0.0030
Stres- Kanser	ANFIS	0.0444	0.2017	0.1667	0.0899	0.9189	0.0068
	E*ANFIS	0.0253	0.1593	0.1171	0.0630	0.9537	0.0051
	DE*ANFIS	0.0136	0.1166	0.0836	0.0451	0.9751	0.0037

Tablo 5.16. ROC eğrileri analiz sonuçları

		AUC (Eğri Altında Kalan Alan)	Standart t Hata	%95 Güven Aralığı	P Anlamlılık Düzeyi (Alan=0.5)
Meme Kanseri	ANFIS	0.932	0.014	0.905-0.959	<0.0001
	E*ANFIS	0.956	0.010	0.936-0.976	<0.0001
	DE*ANFIS	0.987	0.004	0.978-0.995	<0.0001
Akciğer Kanseri	ANFIS	0.957	0.007	0.943-0.972	<0.0001
	E*ANFIS	0.971	0.006	0.960-0.982	<0.0001
	DE*ANFIS	0.987	0.003	0.981-0.993	<0.0001
Kolon Kanseri	ANFIS	0.946	0.008	0.930-0.961	<0.0001
	E*ANFIS	0.961	0.006	0.948-0.973	<0.0001
	DE*ANFIS	0.981	0.004	0.973-0.989	<0.0001
Stres- Kanser	ANFIS	0.952	0.011	0.952-0.997	<0.0001
	E*ANFIS	0.966	0.003	0.966-1.000	<0.0001
	DE*ANFIS	0.992	0.009	0.992-1.000	<0.0001

Tablo 5.17. Meme kanseri anket verileri için ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (97)	H- (91)	188
Medikal Test Sonucu	H+	89	7	T+ (96)
	H-	8	84	T- (92)

Tablo 5.18. Meme kanseri anket verileri için E*ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (97)	H- (91)	188
Medikal Test Sonucu	H+	90	5	T+ (95)
	H-	7	86	T- (93)

Tablo 5.19. Meme kanseri anket verileri için DE*ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (97)	H- (91)	188
Medikal Test Sonucu	H+	92	4	T+ (96)
	H-	5	87	T- (92)

Ardından akciğer kanseri için hazırlanan bulanık mantık modellerinin ROC analizlerinin yapılabilmesi için üç farklı tablo hazırlanmıştır. Uygulanan yöntemlere ait başarımlar sonuçları sırasıyla Tablo 5.20, Tablo 5.21 ve Tablo 5.22’de verilmiştir.

Tablo 5.20. Akciğer kanseri anket verileri için ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (122)	H- (124)	246
Medikal Test Sonucu	H+	110	13	T+ (123)
	H-	12	111	T- (123)

Tablo 5.21. Akciğer kanseri anket verileri için E*ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (122)	H- (124)	246
Medikal Test Sonucu	H+	112	11	T+ (123)
	H-	10	113	T- (123)

Tablo 5.22. Akciğer kanseri anket verileri için DE*ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (122)	H- (124)	246
Medikal Test Sonucu	H+	114	10	T+ (124)
	H-	8	114	T- (122)

Son olarak kolon kanseri için hazırlanan bulanık modellerinin elimizdeki anket verileri ile ROC analizlerinin yapılabilmesi için üç farklı tablo hazırlanmıştır.

ANFIS, E*ANFIS ve önerilen DE*ANFIS yöntemlerine ait modelinin başarımlarını sonuçları sırasıyla Tablo 5.23, Tablo 5.24 ve Tablo 5.25'te verilmiştir.

Tablo 5.23. Kolon kanseri anket verileri için ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (100)	H- (105)	205
Medikal Test Sonucu	H+	91	11	T+ (102)
	H-	9	94	T- (103)

Tablo 5.24. Kolon kanseri anket verileri için E*ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (100)	H- (105)	205
Medikal Test Sonucu	H+	93	10	T+ (103)
	H-	7	95	T- (102)

Tablo 5.25. Kolon kanseri anket verileri için DE*ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (100)	H- (105)	205
Medikal Test Sonucu	H+	94	8	T+ (102)
	H-	6	97	T- (103)

Anket verileri ile uygulanan üç kanser tipine sinirsel bulanık mantık modelleri için ROC analizi yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Uygulanan yöntemlere ait ROC analizi sonuçları Tablo 5.26'da verilmiştir.

Anket verileri ile uygulanan üç yöntem için sistemlerin medikal konulardaki başarımlarını gösteren ROC eğrisi Şekil 5.2'de gösterilmiştir.

ROC analizi sonuçlarından açıkça görülmektedir ki; önerilen Değiştirilmiş Einstein Çarpımı Tabanlı ANFIS (DE*ANFIS) her iki yöntemden de daha iyi sonuçlar vermiştir. Ayrıca probleme uygulanan yöntemlerin doğruluk oranları ve hata değerleri Tablo 5.27. ve Tablo 5.28'de verilmiştir.

Tablo 5.26. Yöntemlerin kanser tiplerine göre ROC analizi sonuçları

Yöntemler	Kanser Tipleri	Duyarlılık Oranı	Özgüllük Oranı	Pozitif Tanımlama Oranı	Negatif Tanımlama Oranı	Doğruluk Oranı
ANFIS	Meme Kanseri	0,917526	0,923077	0,927083	0,072917	0,920213
	Akciğer Kanseri	0,901639	0,895161	0,894309	0,105691	0,898374
	Kolon Kanseri	0,91	0,895238	0,892157	0,107843	0,902439
E*ANFIS	Meme Kanseri	0,927835	0,945055	0,947368	0,052632	0,93617
	Akciğer Kanseri	0,918033	0,91129	0,910569	0,089431	0,914634
	Kolon Kanseri	0,93	0,904762	0,902913	0,097087	0,917073
DE*ANFIS	Meme Kanseri	0,948454	0,956044	0,958333	0,041667	0,952128
	Akciğer Kanseri	0,934426	0,919355	0,919355	0,080645	0,926829
	Kolon Kanseri	0,94	0,92381	0,921569	0,078431	0,931707

Tablo 5.27. Anket verileri uygulanan SBM yöntemlerinin doğruluk oranları

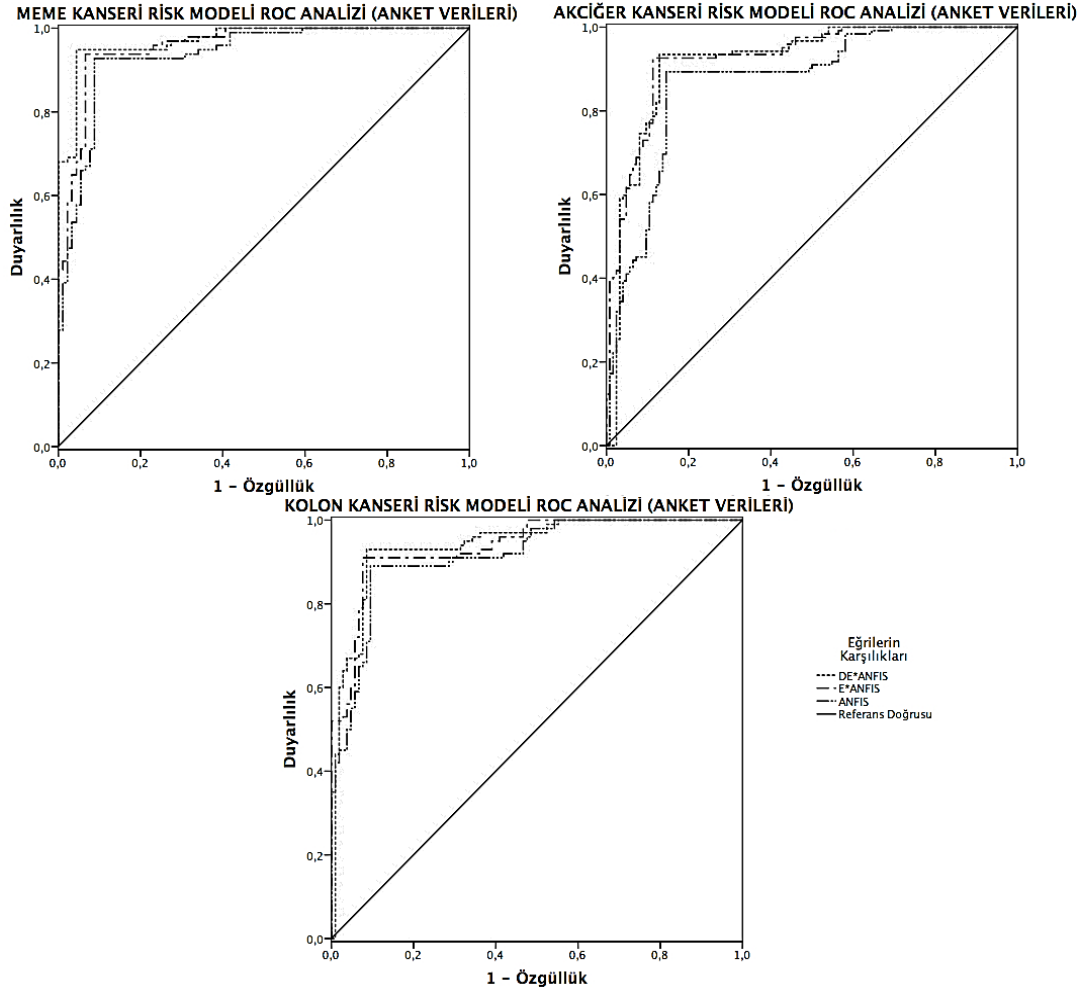
Yöntemler	Meme Kanseri (%)	Akciğer Kanseri (%)	Kolon Kanseri (%)
ANFIS	92.02	89.83	90.24
E*ANFIS	93.61	91.64	91.70
DE*ANFIS	95.21	92.68	93.17

Tablo 5.28. Anket verileri uygulanan SBM yöntemlerinin hata değerleri

		MSE	RMSE	MAE	MAPE	R ²
Meme Kanseri	ANFIS	0.4016	0.6337	0.4523	0.2780	0.7317
	E*ANFIS	0.3449	0.5873	0.4303	0.2551	0.7868
	DE*ANFIS	0.3228	0.5677	0.4155	0.2528	0.8208
Akciğer Kanseri	ANFIS	0.3955	0.6289	0.4331	0.2805	0.5190
	E*ANFIS	0.2729	0.5224	0.3691	0.2290	0.6724
	DE*ANFIS	0.3299	0.5744	0.3883	0.2616	0.5995
Kolon Kanseri	ANFIS	0.2806	0.5298	0.3609	0.2082	0.6676
	E*ANFIS	0.2355	0.4853	0.3378	0.1847	0.7242
	DE*ANFIS	0.2407	0.4906	0.3460	0.2012	0.7064

Elde edilen ROC eğrisine ve hata değerlerine göre her üç kanser tipi için DE*ANFIS yönteminin başarılı bir test ortaya koyduğu görülmektedir.

ROC analizleri ile çizilen ROC eğrileri sonucu ortaya çıkan istatistiksel veriler Tablo 5.29'da verilmiştir.



Şekil 5.2. Anket verilerine ait ROC eğrileri

Sonuç olarak, önerilen DE*ANFIS sinirsel bulanık mantık yöntemi, E*ANFIS yöntemi ve ANFIS sinirsel bulanık mantık yöntemlerinin doğruluk oranları karşılaştırıldığında, önerilen yöntemin ortaya konan problemler için çok daha başarılı sonuçlar verdiği ve önerilen yöntemin uygulanabilirliği hem klasik bir probleme, hem kanser risk analizi problemine, hem de literatürdeki benzer çalışmalara uygulanarak ortaya konulmuştur.

Sonuçlar $AUC > 0.5$ hipotezine göre SPSS istatistik paket programı ile analiz edilmiştir. ROC eğrileri nonparametrik yöntemlerle oluşturularak AUC'leri saptanmıştır. AUC değerlerinin, her tanı testi için 0.5'ten daha büyük oldukları istatistiksel olarak gösterilmiştir ($p < 0.0001$). Buna göre önerilen yöntemlerle oluşturulan modeller risk analizinde kullanılabilir.

Tablo 5.29. ROC eğrileri analiz sonuçları

		AUC (Eğri Altında Kalan Alan)	Standar t Hata	%95 Güven Aralığı	P Anlamlılık Düzeyi (Alan=0.5)
Meme Kanseri	ANFIS	0.936	0.018	0.901-0.971	<0.0001
	E*ANFIS	0.958	0.014	0.931-0.984	<0.0001
	DE*ANFIS	0.971	0.010	0.951-0.991	<0.0001
Akciğer Kanseri	ANFIS	0.872	0.023	0.826-0.917	<0.0001
	E*ANFIS	0.918	0.017	0.893-0.959	<0.0001
	DE*ANFIS	0.926	0.019	0.880-0.955	<0.0001
Kolon Kanseri	ANFIS	0.917	0.019	0.879-0.954	<0.0001
	E*ANFIS	0.939	0.016	0.907-0.970	<0.0001
	DE*ANFIS	0.940	0.017	0.907-0.973	<0.0001

Çalışmanın uygunluğunu ve performansı ölçülmesi için hasta ve sağlıklı kişilerin verileri kullanılarak risk analizi sistemde denenmiştir. Fakat risk oranı az olan bir kişinin ileride farklı yaşam şartları ve etmenlerle beraber risk durumu değişebileceğinden dolayı sistemde %100 doğruluk saptanamamıştır.

Son olarak önerilen yöntemin uygunluğunun ortaya konması için literatürde bulanık mantık modeli uygulanmış iki çalışma üzerinde önerilen model uygulanarak çalışma içerisindeki model ile doğruluk oranları karşılaştırılmıştır. Seçilen iki çalışma sonucunda birinci çalışmada ANFIS yöntemi %91.67, E*ANFIS yöntemi %95.84, DE*ANFIS yöntemi ise %93.06 doğruluk oranına ulaşırken; ikinci çalışma için ANFIS yöntemi %82.73, E*ANFIS yöntemi %83.28, DE*ANFIS yöntemi ise %85.46 oranında doğruluk oranları hesaplanmıştır.

Önerilen yöntemin literatürde yapılan çalışmalar içerisinde kullanılan modellerden performans farkını ortaya koymak için ROC analizi yapılmıştır. Modellerin ROC analizlerinin yapılabilmesi için tablolar hazırlanmıştır. Yöntemlere ait ROC analizi tanı testi tabloları sırasıyla Tablo 5.30, Tablo 5.31, Tablo 5.32, Tablo 5.33, Tablo 5.34 ve Tablo 5.35'te verilmiştir.

Tablo 5.30. Meme kanseri riski tahmini için ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (54)	H- (18)	72
Medikal Test Sonucu	H+	51	3	T+ (54)
	H-	3	15	T- (18)

Tablo 5.31. Meme kanseri riski tahmini için E*ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (54)	H- (18)	72
Medikal Test Sonucu	H+	52	1	T+ (53)
	H-	2	17	T- (19)

Tablo 5.32. Meme kanseri riski tahmini için DE*ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (54)	H- (18)	72
Medikal Test Sonucu	H+	51	2	T+ (53)
	H-	3	16	T- (19)

Tablo 5.33. Meme kanseri yönetimi ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (448)	H- (108)	556
Medikal Test Sonucu	H+	427	68	T+ (495)
	H-	21	40	T- (61)

Tablo 5.34. Meme kanseri yönetimi E*ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (448)	H- (108)	556
Medikal Test Sonucu	H+	425	70	T+ (495)
	H-	23	38	T- (61)

Tablo 5.35. Meme kanseri yönetimi DE*ANFIS yöntemi tanı testi

		H+ (448)	H- (108)	556
Medikal Test Sonucu	H+	426	70	T+ (496)
	H-	22	38	T- (60)

Uygulanan bulanık mantık modelleri için ROC analizi yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Literatür içerisinde seçilen meme kanseri riski tahmini [137] ve meme kanseri yönetimi [136] çalışmalarına uygulanan yöntemlerin ROC analizi sonuçları sırasıyla Tablo 5.36 ve Tablo 5.37’de verilmiştir.

Tablo 5.36. Birinci çalışmada uygulanan yöntemlerin ROC analizi sonuçları

	Duyarlılık Oranı	Özgüllük Oranı	Pozitif Tanımlama Oranı	Negatif Tanımlama Oranı	Doğruluk Oranı
ANFIS	0,9444444	0,8333333	0,9444444	0,1666667	0,9166667
E*ANFIS	0,962963	0,9444444	0,9811321	0,1052632	0,9583333
DE*ANFIS	0,9444444	0,8888889	0,9622642	0,1578947	0,9305556
Çalışma içerisinde kullanılan bulanık mantık metodu	0.6842	0.7884	0.7027	0.7735	0.7444

Tablo 5.37. İkinci çalışmada uygulanan yöntemlerin ROC analizi sonuçları

	Duyarlılık Oranı	Özgüllük Oranı	Pozitif Tanımlama Oranı	Negatif Tanımlama Oranı	Doğruluk Oranı
ANFIS	0,953125	0,3703704	0,8626263	0,3442623	0,8273281
E*ANFIS	0,9486607	0,3518519	0,8585859	0,3770492	0,8327338
DE*ANFIS	0,9508929	0,3518519	0,858871	0,3666667	0,8545324
Çalışma içerisinde kullanılan bulanık mantık metodu	0.7272	0.8148	0.8275	0.7096	0.7666

ROC analizi sonuçlarından görüldüğü üzere; önerilen DE*ANFIS yöntemi anlamlı ve iyi sonuçlar vermiştir. ROC eğrileri sonucu ortaya çıkan istatistiksel veriler Tablo 5.38’de verilmiştir.

Sonuçlar $AUC > 0.5$ hipotezine göre SPSS istatistik paket programı ile analiz edilmiştir. ROC eğrileri nonparametrik yöntemlerle oluşturularak AUC’leri saptanmıştır. AUC değerlerinin, her tanı testi için 0.5’ten daha büyük oldukları istatistiksel olarak gösterilmiştir ($p < 0.0001$).

Tablo 5.38. Literatürdeki çalışmalara ait uygulamaların ROC analizi sonuçları

	AUC (Eğri Altında Kalan Alan)	Standart Hata	%95 Güven Aralığı	z İstatistiği	P Anlamlılık Düzeyi (Alan=0.5)
Meme Kanseri Riski Tahmini - ANFIS	0.9886	0.00115	0.929-0.999	42.396	<0.0001
Meme Kanseri Riski Tahmini - E*ANFIS	1.0000	0.00000	0.950-1.000	123.240	<0.0001
Meme Kanseri Riski Tahmini - DE*ANFIS	0.9958	0.00402	0.942-1.000	123.232	<0.0001
Meme Kanseri Yönetimi - ANFIS	0.9547	0.00851	0.934-0.970	53.470	<0.0001
Meme Kanseri Yönetimi - E*ANFIS	0.9557	0.00832	0.935-0.971	54.790	<0.0001
Meme Kanseri Yönetimi - DE*ANFIS	0.9578	0.00812	0.937-0.972	56.357	<0.0001

Çalışma içerisinde uygulanan Box-Jenkins gaz ocağı problemi, kanser risk analizi problemi ve önerilen metotların uygunluğunu test etmek amacıyla uygulanan hastane verileri, anket verileri ve literatürdeki benzer çalışma uygulamaları gözlemlendiğinde önerilen DE*ANFIS yönteminin diğer yöntemlere göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüş ve uygulanabilirliği ortaya konmuştur. Ayrıca sistemlerin eğitim süresi baz alındığında DE*ANFIS öğretilecek olan sistemi ANFIS yöntemine göre daha yavaş,

E*ANFIS yöntemine göre daha hızlı öğrenmektedir. Bunun yanında önerilen DE*ANFIS yönteminin, özellikle giriş sayısı ve kural sayısı fazlalaştıkça diğer yöntemlere göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak, önerilen yöntemin klasik bir probleme ve tez çalışmasında ortaya konan problemler için başarılı sonuçlar verdiği ortaya konulmasının yanında, literatürde yapılan çalışmalarda kullanılan modeller ile önerilen DE*ANFIS yönteminin doğruluk oranları ve istatistiksel analizleri karşılaştırıldığında; önerilen DE*ANFIS yönteminin sinirsel bulanık mantık ve bulanık mantık ile çözülebilecek her türlü probleme uygulanabilir olduğu gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] ELMAS, Ç., Yapay zeka uygulamaları, Seçkin Yayıncılık, 2007.
- [2] ZADEH, L.A., Fuzzy sets, information and control, 8(3):338-353, 1965.
- [3] HANLEY, J.A., MCNEIL, B.J., A method of comparing the areas under receiver operating characteristic curves derived from the same cases, Radiology, 148(3):839-843, 1983.
- [4] WAGNER, R.F., METZ, C.E., CAMPBELL, G., Assessment of medical imaging systems and computer aids: a tutorial review, Academic Radiology, 14(6):723-748, 2007.
- [5] DİRİCAN, A., Tanı testi performansının değerlendirilmesi ve kıyaslanması, Cerrahpaşa Tıp Dergisi, 32(1):25-30, 2001.
- [6] ALVAREZ, M.G., BESA, P.C., Molecular basis of cancer and clinical applications, Surgical Clinics of North America, 80(2):443-457, 2000.
- [7] ABBOD, M. F., VON KEYSERLINGK, D. G., LINKENS, D. A., MAHFOUF M., Survey of utilization of fuzzy technology in medicine and healthcare, Fuzzy Sets and Systems, 120(2):331-349, 2001.
- [8] TEMİZ, A.E., Determination of breast cancer using ANN, Electronic Letters on Science & Engineering, 3(2):15-20, 2007.
- [9] WOLBERG, W.H., MANGASARIAN, O.L., Multisurface method of pattern separation for medical diagnosis applied to breast cytology, Proceedings of the National Academy of Sciences, 87(23):9193-9196, 1990.
- [10] ALBERG, A.J., FORD J.G., SAMET J.M., Epidemiology of lung cancer, ACCP Evidence-based clinical practice guidelines, 132(3):29-55, 2007.
- [11] ÖZBAL, A., DOBRUCALI, A., Kolon kanserinde sınıflandırma, Kolon Rektum ve Anal Bölge Hastalıkları, İstanbul Tasarım Ofset, pp. 395-419, 2003.

- [12] DOĞUSOY, G., Kolon kanserinin patolojik özellikleri, Kolon Rektum ve Anal Bölge Hastalıkları, Ajans Plaza, İstanbul, 2003.
- [13] BİLGE, A., ÇAM, O., Kanseri önlemede önemli bir faktör olarak kadınların stres ile başa çıkma tarzları ve sağlık inanışlarının incelenmesi, Anadolu Psikiyatri Dergisi, 9:16-21, 2008.
- [14] BOZÜYÜK, T., YAĞCI, C., GÖKÇE, İ., AKAR, G., Yapay zeka teknolojilerinin endüstrideki uygulamaları, Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler MYO Elektrik Programı, Tez Çalışması, 2005.
- [15] NABIYEV, V.V., Yapay zeka - problemler, yöntemler, algoritmalar, Seçkin Yayıncılık, 2010.
- [16] RUSSELL, S., NORVIG, P., Artificial intelligence: a modern approach, Prentice-Hall, 2009.
- [17] YURAN, A.F., TAŞGETİREN, S., Doğadan esinlenerek tasarım, Biyoteknoloji Elektronik Dergisi, 1(2):23-30, 2010.
- [18] MCCULLOCH, W.S., PITTS, W.H., A logical calculus of the immanent in nervous activity, Bulletin of Mathematical Biophysics, 5:115-133, 1943.
- [19] HEBB, D., The organization of behavior, Wiley, 1949.
- [20] AKIN, H.L., Yapay zekada vücut beyin problemi, Bilgisayar ve Beyin, pp. 149-158, 1997.
- [21] NEWELL, A., SIMON, H.A., GPS, a program that simulates human thought, Computers and Thought, McGraw Hill, pp. 279-293, 1963.
- [22] KALAYCI, T. E., Yapay zeka teknikleri kullanan üç boyutlu grafik yazılımları için extensible 3d ile bir altyapı oluşturulması ve gerçekleştirimi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2006.
- [23] SARI, M., MURAT, Y. Ş., KIRABALI, M., Fuzzy logic modelling approach and applications, Dumlupınar University Journal of Institute of Sciences, 9(9):77-92, 2005.
- [24] KOCATÜRK, Y., Bulanık değişkenler ve bulanık yenileme süreçleri, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2007.
- [25] MEI, F., MAN, Z., NGUYEN, T., Fuzzy modelling and tracking control of nonlinear systems, Mathematical and Computer Modelling, 33(6-7):759-770, 2001.

- [26] CAO, S. G., REES, N.W., FENG, G., Analysis and design for a class of complex control systems Part I: Fuzzy modeling and identification, *Automatica*, 33(6):1017-1028, 1997.
- [27] CAO, S. G., REES, N.W., FENG, G., Analysis and design for a class of complex control systems Part II: Fuzzy controller design, *Automatica*, 33(6):1029-1039, 1997.
- [28] ŞEN, Z., Bulanık mantık ve modelleme ilkeleri, ISBN: 9758509233, Bilge Kültür Sanat Yayınevi, İstanbul, 2001.
- [29] MURAT, Y.Ş., Sinyalize kavşaklarda bulanık mantık tekniği ile trafik uyumlu sinyal devre modeli, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul, 2001.
- [30] HWANG, H.S., Automatic design of fuzzy rule base for modelling and control using evolutionary programming, *IEE Proceedings - Control Theory and Applications*, 146(1):9-16, 1999.
- [31] MCCOY, M.S., LEVARY, R.R., A rule-based pilot performance model, *International Journal of Systems Science*, 31(6):713-729, 2000.
- [32] HONGXING, L., JIAYIN, W., ZHIHONG, M., Modelling on fuzzy control systems, *Science in China Series A: Mathematics*, 45(12):1506-1517, 2002.
- [33] SELEKWA, M.F., EMMANUEL G., COLLINS, Jr., Numerical solutions for systems of qualitative nonlinear algebraic equations by fuzzy logic, *Fuzzy Sets and Systems*, 150(3):599-609, 2005.
- [34] LIU, J., YANG, J.B., WANG, J., SII, H.S., Engineering system safety analysis and synthesis using the fuzzy rule-based evidential reasoning approach, *Quality and Reliability Engineering International*, 21(4):387-411, 2005.
- [35] KRATMULLER, M., MURGAS, J., Fuzzy modelling and adaptive control of uncertain system, *Journal of Electrical Engineering*, 55(9-10):251-255, 2004.
- [36] ŞENTÜRK, S., Deney planlamasında bulanık mantık yaklaşımı, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 2006.
- [37] SUGENO, M., An introductory survey of fuzzy control, *Information Sciences*, 36(1-2):59-83, 1985.
- [38] TIMOTHY, J.R., Fuzzy logic with engineering applications, Wiley, New York, 1995.

- [39] ÖZTÜRK, C.A., MERCAN, D.E., TOPRAK, F., KİŞİ, Ö., ŞAHİN, U., Bulanık mantık notları, İTÜ Bulanık Mantık ve Teknoloji Kulübü, İstanbul, 2003.
- [40] KLIR, J.G., YUAN, B., Fuzzy sets and fuzzy logic theory and applications, Prentice Hall-New Jersey, 1995.
- [41] TANAKA, K., An introduction to fuzzy logic for practical applications, Springer-New York, 1997.
- [42] ŞEN, Z., Mühendislikte bulanık mantık ile modelleme prensipleri, Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 2004.
- [43] ŞEN, Z., Bulanık mantık ilkeleri ve modelleme, Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 2009.
- [44] IŞIKLI, Ş., Bulanık mantık ve bulanık teknolojiler, Araştırma Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Felsefe Bölümü Dergisi, 19:105-126, 2008.
- [45] BLAIR, B., Interview with Lotfi Zadeh creator of fuzzy logic, Azerbaijan International, pp. 46-50, 1994.
- [46] BARON, J.J., Putting fuzzy logic into focus: when dealing with ambiguous data, desktop fuzzy-logic applications deliver precise results, Journal BYTE, 18(4):111-118, 1993.
- [47] BAYRAM, H., UGUR, A.F., DANIŞMAN, K., FPGA (Field programmable gate array) tabanlı bulanık kontrolör tasarımı ve bir uygulama, ELECO 2002, 2002.
- [48] ÖZTEMEL, E., Yapay sinir ağları, Papatya Yayınları, I. Baskı, İstanbul, 2003.
- [49] MAMDANI, E.H., Applications of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant, Proceedings IEEE, 121(12):1585-1588, 1974.
- [50] MAMDANI, E.H., ASSILIAN, S., 1975, An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller, Int. Journal of Man-Machine Studies, 7(1):1-13, 1975.
- [51] GRIMA, M.A., Neuro-Fuzzy Modeling in Engineering Geology, A.A.Balkema, Rotterdam, pp. 244, 2000.
- [52] MAMDANI, E.H., 1977, Application of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic synthesis, IEEE Trans. on Computers, 26(12):1182-1191, 1977.

- [53] BABUSKA, R., Fuzzy Modeling for Control, Kluwer Academic, pp. 260, 1998.
- [54] AKYILMAZ, O., Esnek Hesaplama Yöntemlerinin Jeodezide Uygulamaları, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul, 2005.
- [55] TAKAGI, T., SUGENO, M., Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control, IEEE Trans. On Systems, Man and Cybernetics, 15(1):116-132, 1985.
- [56] CHI-BIN, C., LEE, E.S., Applying fuzzy adaptive network to fuzzy regression analysis, An International Journal Computers & Mathematics With Applications, 38:123-140, 1998.
- [57] DEMİRHAN, A., KILIÇ, Y.A., GÜLER, İ., Tıpta yapay zeka uygulamaları, Yoğun Bakım Dergisi, 9(1):31-41, 2010.
- [58] TSOUKALAS, L.H., UHRIG, R.E., Fuzzy and neural approaches in engineering, John Wiley & Sons, 1996.
- [59] SHING, J., JANG, R., ANFIS: Adaptive-network-based fuzzy inference system, IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics, 23(3):665-685, 1993.
- [60] KALMANSON, D., STEGALL, H.F., Cardiovascular investigations and fuzzy set theory, American Journal of Cardiology, 35(1):80-84, 1975.
- [61] PHUONG, N.H., KREINOVICH, V., Fuzzy logic and its applications in medicine, International Journal of Medical Informatics, 62(2-3):165-173, 2001.
- [62] TORRES, A., NIETO J.J., Fuzzy logic in medicine and bioinformatics, Journal of Biomedicine and Biotechnology, pp. 1-7, 2006.
- [63] ABBOD, M.F., VON KEYSERLINGK D.G., LINKENS, D.A., MAHFOUF, M., Survey of utilization of fuzzy technology in medicine and healthcare, Fuzzy Sets and Systems, 120(2):331-349, 2001.
- [64] SCHUH, C., HIESMAYR, M., ADLASSNIG, K.P., FuzzyKBWear: A fuzzy control system for weaning from artificial ventilation, Workshop on Fuzzy Diagnostic and Therapeutic Decision Support, 2000.
- [65] SCHUH C., Managing uncertainty with fuzzy-automata and control in an intensive care environment, Theoretical Advances and Applications of Fuzzy Logic and Soft Computing, 42:263-271, 2007.

- [66] SCHUH, C., KOLLER, W., KOLB, M., ZELENKA, C., HIESMAYR, M., ADLASSNIG, K.P., Knowledge acquisition for crisp- and fuzzy-controlled weaning in intensive care units, Proceedings of the World Automation Congress, pp. 583-588, 2000.
- [67] HAYKIN, S., Neural networks: a comprehensive foundation, Macmillan College Publishing-New York, 1994.
- [68] GÜLER, İ., ÜBEYLİ, E.D., Çok katmanlı perseptron sinir ağları ile diyabet hastalığının teşhisi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 21(2):319-326, 2006.
- [69] ETİKAN, İ., CUMURCU, B.E., ÇELİKEL, F.Ç., ERKORKMAZ, Ü., Yapay sinir ağları yöntemi ve bu yöntem kullanılarak psikiyatrik tanıların sınıflanması, Tıp Bilimleri Dergisi, 29(2):314-320, 2009.
- [70] PRABHUDESAI, S.G., GOULD, S., REKHRAJ, S., TEKKIS, P.P., GLAZER, G., ZIPRIN, P., Artificial neural networks: Useful aid in diagnosing acute appendicitis, World Journal of Surgery, 32(2):310-311, 2008.
- [71] KUTLUK, T., KARS, A., Kanser konusunda genel bilgiler, T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü - Üçüncü Bin Yıla Hazırlanıyoruz, pp. 14-19, 2001.
- [72] DEVITA, V.T., HELLMAN, S., ROSENBERG, S.A., Cancer: principles and practice of oncology, JB Lippincott Company, 1989.
- [73] PIZZO, P.A., POPLACK, D.G., Principles and practice of pediatric oncology, JB Lippincott Company, 1989.
- [74] SHERMAN, C.D., CALMAN, K.D., ECKKHARDT, S., ELSEBAI, I., FIRAT, D., Klinik onkoloji, Uluslararası Kanser Savaş Örgütü Yayını, Çeviri: FIRAT, D., Sağlık Bakanlığı ve Türk Kanser Araştırma ve Savaş Kurumu, Ankara, 1990.
- [75] FIRAT, D., KÜÇÜKSU, N., Kanser konusunda genel bilgiler, Türk Kanser Araştırma ve Savaş Kurumu Yayınları, Ankara, 1985.
- [76] SOMUNOĞLU, S., Meme kanserinde risk faktörleri, Fırat Sağlık Hizmetleri Dergisi, 2(5):2-12, 2007.
- [77] <http://www.cancer.ca>, Erişim Tarihi: 21.06.2011.
- [78] <http://www.nlm.nih.gov>, Erişim Tarihi: 21.06.2011.

- [79] ZİNCİR, H., Malatya il merkezinde 40 yaş üzeri kadınların meme kanseri ve korunma konusunda bilgi, tutum ve davranışları, İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 1999.
- [80] KALAN, A., Tamoksifen kullanan meme kanseri hastalarının endometrium patolojileri açısından değerlendirilmesinde transvajinal ultrasonografi, histeroskopi ve endometrial biyopsinin yeri, Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi 1. Kadın Hastalıkları ve Doğum Kliniği, Uzmanlık Tezi, 2005.
- [81] BARING, C.C., SQUIRES T.S., TONG, T., Cancer statistics 1993, CA-A Cancer Journal For Clinicians, 43(1):7-26, 1993.
- [82] SPRATT, J.S., DONEGAN, W.L., SIGDESTAD C.P., Epidemiology and etiology, In: Cancer of the breast, WB Saunders Company, pp. 116-141, 1995.
- [83] YILMAZ, U., SELENOĞLU, B., ALAKAVALALAR, M., UNDA, B., ALANYALI, H., Diğer ülkelerdeki yıllık meme kanseri insidansının yaş grupları esas alınarak Türkiye'ye uyarlanmasıyla elde edilen insidans tahminleri, Türk Onkoloji Dergisi, 10:60-64, 1995.
- [84] MILLER, B.A., FEUER, E.J., HANKEY, B.F., The significance of the rising incidence of breast cancer in the United States, Important Advances in Oncology, pp. 193-207, 1994.
- [85] SEIDMAN, H., MUSHINSKI, M., GELB, S., Probability of eventually developing and dying of breast cancer in United States, CA-A Cancer Journal For Clinicians, 35(1):36- 56, 1985.
- [86] MACMAHON, B., COLE, P., BROWN, J., Etiology of human breast cancer: a review, Journal of the National Cancer Institute, 50(1):21-42, 1973.
- [87] TRICHOPOULOS, D., MACMAHON, B., COLE, P., Menopause and breast cancer risk, Journal of the National Cancer Institute, 48(3):605-613, 1972.
- [88] MACMAHON, B., COLE, P., LIN, T.M., LOWE, C.R., MIRRA, A.P., RAVNIHAR, B., SALBER, E.J., VALAORAS, V.G., YUASA, S., Age at first birth and breast cancer risk, Bulletin World Health Organization, 43(2):209-221, 1970.
- [89] TRICHOPOULOS, D., HSIEH, C.C., MACMAHON, B., LIN, T.M., LOWE, C.R., MIRRA, A.P., RAVNIHAR, B., SALBER, E.J., VALAORAS, V.G., YUASA, S., Age at any birth and breast cancer risk, International Journal of Cancer, 31(6):701-704, 1983.

- [90] WILLETT, W., STAMPFER, M., COLDITZ, G., Dietary fat and risk of breast cancer, *The New England Journal of Medicine*, 316(1):22-28, 1987.
- [91] LONGNECKER, M.P., BERLIN, J.A., ORZA, M.J., CHALMERS, T.C., A meta-analysis of alcohol consumption in relation to breast cancer risk, *The Journal of the American Medical Association*, 260(5):652-656, 1988.
- [92] CAMPBELL, J.B., Breast cancer-race, ethnicity, and survival: a literature review, *Breast Cancer Research and Treatment*, 74(2):187-192, 2002.
- [93] DRIEDGER, S.M., EYLES, J., Organochlorines and breast cancer: the uses of scientific evidence in claimsmaking, *Social Science and Medicine*, 52(10):1589-1605, 2001.
- [94] BOTTORFF, J.L., JOHNSON, J.L., BHAGAT, R., GREWAL, S., BALNEAVES, L.G., CLARKE, H., HILTON, B.A., Beliefs related to breast health practices: the perceptions of south asian women living in Canada, *Social Science and Medicine*; 47(12):2075-2085, 1998.
- [95] BENTLEY, J.R., DELFINO, R.J., TAYLOR, T.H., HOWE, S., ANTON-CULVER H., Differences in breast cancer stage at diagnosis between non-hispanic white and hispanic populations, San Diego County 1988-1993, *Breast Cancer Research and Treatment*, 50(1):1-9, 1998.
- [96] YILMAZ, A., AYAN, K., ADAK., E., Risk analysis in cancer disease by using fuzzy logic, *Fuzzy Information Processing Society NAFIPS'11 Annual Meeting of the North American*, 2011.
- [97] MANJER, J., BERGLUND, B.L., BONDESSON, L., GARNE, J.P., JANZON, L., MALINA, J., Breast cancer incidence in relation to smoking cessation, *Breast Cancer Research and Treatment*, 61(2):121-129, 2000.
- [98] KELSEY, J.L., GAMMON, M.D., The epidemiology of breast cancer, *CA-A Cancer Journal for Clinicians*, 41(3):146-165, 1991.
- [99] VATTEN, L.J., Can breast cancer be prevented? Article in Norwegian, *Tidsskrift For Den Norske Legeforening*, 111(14):1745-1748, 1991.
- [100] TAŞTEMİR, D., Akciğer kanserli hastalarda gözlenen kromozomal düzensizlikler ile hücre ölüm resepsörü-4 genindeki polimorfizmlerin incelenmesi, Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 2008.
- [101] JEMAL, A., SIEGEL, R., WARD, E., MURRAY, T., XU, J., THUN, M.J., Cancer Statistics 2007, *CA-A Cancer Journal For Clinicians*, 57(1):43-66, 2007.

- [102] KALKAN, N., Primer Akciğer karsinomu nedeni ile opere olan hastaların takibinde otofloresan bronkoskopinin yeri, Yedikule Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi 7. Göğüs Hastalıkları Kliniği İstanbul, Uzmanlık Tezi, 2005.
- [103] BOZKURT, B., SELÇUK, Z.T., FIRAT, P., KALYONCU, A.F., ARTVİNLİ, M., 1972-2002 döneminde Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nde akciğer kanseri tanısı konulan hastaların histolojik ve epidemiyolojik değerlendirmesi, Türk Toraks Dergisi, 5(3):148-153, 2004.
- [104] RUSSI, E.W., Lung cancer- a common and deadly disease, Respiration, 69(3):199-200, 2002.
- [105] T.C. Sağlık Bakanlığı - Türkiye'de sağlığa bakış 2007, T.C. Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzıssıha Merkezi Başkanlığı, Hıfzıssıha Mektebi Müdürlüğü, Ankara, 2007.
- [106] DEMİR, D., Akciğer kitlelerinin görüntülenmesinde düşük doz bilgisayarlı tomografinin rolü, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiagnostik Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, 2008.
- [107] KIRKIL, G., DEVECİ F., TURGUT, T., MUZ, M.H., KAÇAR, C., Akciğer kanserinin epidemiyolojik özelliklerinin retrospektif olarak karşılaştırmalı değerlendirilmesi, Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 19(3):165-169, 2005.
- [108] NAKİ, G., Akciğer kanserinde 99Tcm-MIBI toraks görüntülemesi, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Uzmanlık Tezi, 1998.
- [109] YİĞİTBAŞ, B.A., Primer akciğer karsinomu nedeniyle opere edilecek hastalarda otofloresan bronkoskopi ile prekanseröz lezyonların ve senkron tümörlerin sıklığının araştırılması, Yedikule Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi 6.Göğüs Hastalıkları Kliniği, Uzmanlık Tezi, 2006.
- [110] MÜSELLİM, B., Akciğer kanserinin epidemiyolojisi ve etyolojisi, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri, Türkiye'de Sık Karşılaşılan Hastalıklar II, 58:113-118, 2007.
- [111] İTİL, O., Akciğer kanserlerinin epidemiyolojisi ve etyolojisi, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, pp. 15-34, 2000.
- [112] TALCOTT, J.A., THURBER, W.A., KANTOR, A.F., GAENSLER, E.A., DANAHY, J.F., ANTMAN, K.H., LI, F.P., Asbestos-associated diseases in a cohort of cigarette-filter workers, The New England Journal of Medicine, 321(18):1220-1223, 1989.

- [113] SIMONATO, L., AGUDO, A., AHRENS, W., BENHAMOU, E., BENHAMOU, S., BOFFETTA, P., BRENNAN, P., DARBY, S.C., FORASTIERE, F., FORTES, C., GABORIEAU, V., GERKEN, M., GONZALES, C.A., JÖCKEL, K.H., KREUZER, M., MERLETTI, F., NYBERG, F., PERSHAGEN, G., POHLABELN, H., RÖSCH, F., WHITLEY, E., WICHMANN, H.E., ZAMBON, P., Lung cancer and cigarette smoking in Europe: an update of risk estimates and an assessment of inter-country heterogeneity, *International Journal of Cancer*, 91(6):876-887, 2001.
- [114] HECHT, S.S., Cigarette smoking and lung cancer: chemical mechanism and approaches to prevention, *The Lancet Oncology*, 3(8):461-469, 2002.
- [115] HALILÇOLAR, H., TATAR, D., ERTUĞRUL, G., ÇAKAN, A., ACITAŞ, M.G., KÖMÜRCÜOĞLU, B., *Epidemiyoloji*, In: AKKOÇLU, A., ÖZTÜRK, C., *Akciğer kanseri; multidisipliner yaklaşım*, Toraks Kitapları, Ankara, 1999; 1:17-22, 1999.
- [116] SKULADOTTIR, H., OLSEN, J.H., *Epidemiology of lung cancer*, *European Respiratory Monograph*, 17:1-12, 2001.
- [117] VAN ZANDWIJK, N., *Aetiology and prevention of lung cancer*, *European Respiratory Monograph*, 17:13-33, 2001.
- [118] ALBERT A.J., SAMET, J.M., *Epidemiology of lung cancer*, *Chest*, 123(1):21-49, 2003.
- [119] VAN LOON, A.J.M., BRUG, J., GOLDBOHM, R.A., VAN DEN BRANDT, P.A., *Differences in cancer incidence and mortality among socio-economic groups*, *Scandinavian Journal of Public Health*, 23(2):110-120, 1995.
- [120] DURHAN, E., *Kolon kanseri tanılı olgularda PCR-RFLP metodu ile p53 gen mutasyonlarının saptanması*, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2006.
- [121] WARD, E., COKKINIDES, V., JEMAL, A., SAMUELS, A., *Colorectal Cancer Facts and Figures*, American Cancer Society, Atlanta, pp. 1-19, 2005.
- [122] LEE, M., HAN, W.S., KIM, O.K., SUNG, S.H., CHO, M.S., LEE, S.N., *Prognostic value of p16INK4a and p14ARF gene hypermethylation in human colon cancer*, *Pathology-Research and Practice*, 202(6):415-424, 2006.

- [123] PREISER, F.C.M., NOFFSINGER, A.E., STEMMERMANN, G.N., LANTZ, P.E., LISTROM, M.B., RILKE, F.O., Carcinomas and other epithelial and neuroendocrine tumors of the large intestine, In: *Gastrointestinal Pathology an Atlas and Text*, 2nd edition, Lippincott-Raven Publishers-Philadelphia, pp. 909-1068, 1999.
- [124] WIENCKE, J.K., ZHENG, S., LAFUENTE, A., LAFUENTE, M.J., GRUDZEN, C., WRENSCH, M.R., MIIKE, R., BALLESTA, A., TRIAS, M., Aberrant methylation of p16INK4a in anatomic and gender-specific subtypes of sporadic colorectal cancer, *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention*, 8(6):501-506, 1999.
- [125] LACOBUZIO, D.C.A, MONTGOMERY, E.A., Epithelial neoplasms of the colorectum, In: *Gastrointestinal and liver pathology*, Churchill Livingstone Elsevier, pp. 367-394, 2005.
- [126] ROSAI, J., ACKERMAN, L.V., Rosai and Ackerman's surgical pathology, Elsevier Mosby, pp. 776-855, 2004.
- [127] FİGEN, D., Kolorektal karsinomda sınıflama ve prognostik faktörler, *Türk Patoloji Derneği Mezuniyet sonrası Eğitim Toplantısı Gastrointestinal Sistem Patolojisi Günleri*, pp. 47- 56, 2005.
- [128] GÜRBÜZEL, M., Kolorektal karsinomlarda p16 ekspresyonu ve prognostik parametrelerle karşılaştırılması, *Sağlık Bakanlığı Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi Patoloji Bölümü, Uzmanlık Tezi*, 2008.
- [129] YILDIZ, M.K., Evre I-III kolon kanserinde prognostik faktörlerin araştırılması, *Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi*, 2008.
- [130] KUŞAKÇIOĞLU, Ö., Kolorektal kanser hastalıkları, *Nobel Tıp Kitabevi*, pp. 1-27, 2003.
- [131] GÖNEN, Ö., Kolorektal kanser epidemiyolojisi, *Türkiye Klinikleri Cerrahi Dergisi*, 9(1):11-14, 2004.
- [132] SKIBBER, J.M., MINSKY, B.D., HOFF, P.M., Cancer of the colon, In: *DEVITA, V.T., HELLMAN, S., ROSENBERG, S.A., Cancer principles and practice of oncology 6th edition*, Lipincott Williams and Wilkins-Philadelphia, pp. 1216-1271, 2001.
- [133] ELBİ, H., Kanserın psikolojik yönleri, *Türk Psikiyatri Dergisi*, 2(2):60-64, 1991.
- [134] <http://www.jbc.org>, Erişim Tarihi: 10.06.2011.

- [135] BALANICA, V., DUMITRACHE, I., CARAMIHAI, M., RAE, W., HERBST, C., Evaluation of breast cancer risk by using fuzzy logic, *Universitatea Politehnica Bucuresti Buletin Stiintific Series C*, 73(1): 53-64, 2011.
- [136] SALEH, A.A.E., BARAKAT, S.E., AWAD, A.A.E., A fuzzy decision support system for management of breast cancer, *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 2(3):34-40, 2011.
- [137] CARAMIHAI, M., SEVERIN, I., BLIDARU, A., BALAN, H., SAPTEFRATI, C., Evaluation of breast cancer risk by using fuzzy logic, *Proceedings of the International Conference on Applied Informatics and Communications - New Aspects of Applied Informatics, Biomedical Electronics and Informatics and Communications*, pp. 37-42, 2010.
- [138] ÇINAR, M., Prostat kanser riskinin tespitinde sınıflandırıcı tabanlı uzman sistem kullanımı, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 2007.
- [139] KELEŞ, A., HASILOĞLU A.S., KELEŞ A, AKSOY, Y., Neuro-fuzzy classification of prostate cancer using NEFCLASS-J, *Computers in Biology in Medicine*, 37(11):1617-1628, 2007.
- [140] BENECCHI, L., Neuro-fuzzy system for prostate cancer diagnosis, *Adult Urology*, 68(2):357-361, 2006.
- [141] SARITAŞ, İ., ALLAHVERDİ, N., SERT, İ.Ü., A fuzzy expert system design for diagnosis of prostate cancer, *International Conference on Computer Systems and Technologies*, pp. 345-351, 2003.
- [142] PHILLIPS, M., ALTORKI, N., AUSTIN, J.H.M., CAMERON, R.B., CATANEO, R.N., GREENBERG, J., KLOSS, R., MAXFIELD, R.A., MUNAWAR, M.I., PASS, H.I., RASHID, A., ROM, W.N., SCHMITT, P., Prediction of lung cancer using volatile biomarkers in breath, *Cancer Biomarkers*, 3(2):95-109, 2007.
- [143] BRAND, R.M., JONES, D.D., LYNCH, H.T., BRAND, R.E., WATSON, P., ASHWATHNAYARAN, R., ROY, H.K., Risk of colon cancer in hereditary non-polyposis colorectal cancer patients as predicted by fuzzy modeling: influence of smoking, *World Journal of Gastroenterology*, 12(28):4485-4491, 2006.
- [144] BALACHANDRAN, K., ANITH, R., Study on fuzzy and multi layered ADALINE approach in the pre-processing of lung cancer pre-diagnosis, *International Journal of Advanced Networking and Applications*, 2(2):519-522, 2010.

- [145] ÖZDEMİR, E., Otomatik kanser tanısı için yeniden örnekleme bazlı markov modelleme, Bilkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği ABD, Doktora Tezi, 2013.
- [146] ALTINDAĞ, O., Kanser Sınıflandırmada mikroRNA Ve mRNA Anlatım Bilgilerinin Entegrasyonu, Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, 2013.
- [147] KİMYANOK, A., Tavlama benzetimi yöntemi varyantlarıyla oluşturulmuş karar ağaçlarının prostat kanser tanısına uygulanması, Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği ABD, Doktora Tezi, 2012.
- [148] KOÇGİL, O. D., Bütünleşik meme hastalıkları araştırma veri tabanı ve ulusal kanser kayıt sistemi tasarımı ve geliştirme önerisi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Enformatik Enstitüsü Bilişim Sistemleri, Doktora Tezi, 2012.
- [149] ŞENTÜRK, Z. K., Veri madenciliği ile kanser tanısı, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Eğitimi, Yüksek Lisans Tezi, 2011.
- [150] ŞENOL, C., Yapay sinir ağları ve bulanık mantık hibrid yapı ve algoritmalarının geliştirilmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Haberleşme ABD, Doktora Tezi, 2010.
- [151] TAŞKIRAN, U. Ş., Prostat kanser riski hesaplamalarında yapay sinir ağları kullanımı, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Sistemleri Eğitimi ABD, Doktora Tezi, 2008.
- [152] ALTINDAL, T., Öğrenme algoritmalarının gen profillerinden yola çıkarak kanser türlerinin sınıflandırılması ve teşhisinde kullanımı, Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik ABD, Doktora Tezi, 2006.
- [153] KELEŞ, A., Tıbbi teşhislerin (kanser) sınıflandırılması için yapay zeka modellerinin kullanılması , Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, 2003.
- [154] CİHAN, İ. K., Topolojik ortanca yöntemi ile mamogramlarda kanser teşhisi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik ve Elektronik ABD, Yüksek Lisans Tezi, 2002.
- [155] ÇINAR, M., ENGİN, E., ATEŞÇİ, Y.Z., prostat kanser riskinin değerlendirilmesi, Elektrik- Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 12. Ulusal Kongresi ve Fuarı, 2007.
- [156] STEPHAN, C., CAMMANN, H., MEYER, H., LEIN, M., JUNG, K., PSA and new biomarkers within multivariate models to improve early detection of prostate cancer, Cancer Letter, pp. 18-29, 2007.

- [157] STEPHAN, C., XU, C., FINNE, P., CAMMANN, H., MEYER, H.A., LEIN, M., JUNG, K., STENMAN, U.H., Comparison of two different artificial neural networks for prostate biopsy indication in two different patient populations, *Basic Science*, Elsevier Inc, 2007.
- [158] RODRIGUEZ, A. DIAZ, A.P., BLANCO, S.G., FERNANDEZ, P., PASCUAL, S., PEREZ, C., The utility of artificial neural networks in the prediction of prostate cancer on transrectal biopsy, *Actas Urologicas Espanolas*, 30(1):18-24, 2006.
- [159] STEPHAN, C., JUNG, K., SOOSAIPILLAI, A., GEORGE, M.Y., CAMMANN, H., MEYER, H., XU, C., DIAMANDIS, E.P., Clinical Utility Of Human Glandular Kallikrein 2 Within a neural network for prostate cancer detection, *BJU. International*, pp. 521-527, 2005.
- [160] BAYRAM, M., Prostat biyopsi indikasyonunda serbest prostat spesifik antijen yüzdesinin özgüllük ve duyarlılık araştırılması, *Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Üroloji Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi*, 2005.
- [161] KURTULUŞ, F., FAZLIOĞLU, A., EVİRGEN, M., CEYLAN, O., SAKALLI, E. VE ÇEK, M., Prostat kanseri tanısında parmakla rektal inceleme, prostat spesifik antijen (psa), transrektal ultrasonografi, psa dansitesi, yaşa göre psa, serbest/total psa oranının doğruluğu, *Türk Üroloji Dergisi*, pp. 40-44, 2004.
- [162] ZLOTTA, A., MESUT, R., SNOW, P., SCHULMAN, C., MARBERGER, M., DJAVAN, B., An artificial neural network for prostate cancer staging when serum prostate specific antigen is 10 ng./ml. or less, *Journal of Urology*, 169(5):1724-1728, 2003.
- [163] MERGEN, O.İ., Prostat kanseri tanısında ROC analizi, *İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 2003.
- [164] STEPHAN, C., JUNG, K., CAMMANN, H., VOGEL, B., BRUX, B., KRİSTIANSEN, G., RUDOLPH, B., HAUPTMANN, S., LEIN, M., SCHNORR, D., SİNHA, P., STEFAN, A.L., An artificial neural network considerably improves the diagnostic power of percent free prostate-specific antigen in prostate cancer diagnosis: results of a 5-year investigation, *Int. J. Cancer*, 99:466–473, 2002.
- [165] YILMAZ, S., Prostat kanseri erken tanısında serum prostat spesifik antijen, *Parmakla Rektal İnceleme ve Transrektal Ultrasonografi Etkinliği Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Üroloji Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi*, 2002.
- [166] DJAVAN, B., REMZİ, M., , ZLOTTA, A., SEITZ, C., SNOW, P., MARBERGER, M., Artificial neural network for early detection of prostate cancer, *Journal of Clinical Oncology*, 20(4):921-929, 2002.

- [167] FINNE, P., FINNE, R, AUVINEN A., JUUSELA H., ARO J., MAATTANEN L., HAKAMA M., RANNIKKO S., TEUVO L., TAMMELA J., STENMAN U.H., Predicting the outcome of prostate biopsy in screen-positive men by a multilayer perceptron network, *Adult Urology*, Elsevier Science Inc., pp. 418-422, 2000.
- [168] SORIA, D., GARIBALDI, J.M., GREEN, A.R., POWE, D.G., NOLAN, C.C., LEMETRE, C., BALL, B.R., ELLIS, I.O., A quantifier-based fuzzy classification system for breast cancer patients, *Artificial Intelligence in Medicine*, 58:175– 184, 2013.
- [169] ZHOU, Z.G., LIU F., JIAO, L.C., ZHOU, Z.J., YANG, J.B., GONG, M.G., ZHANG, X.P., A bi-level belief rule based decision support system for diagnosis of lymph node metastasis in gastric cancer, *Knowledge-Based Systems*, 54:128–136, 2013.
- [170] TATARI, F., AKBARZADEH, M.R.T., SABAHI, A., Fuzzy-probabilistic multi agent system for breast cancer risk assessment and insurance premium assignment, *Journal of Biomedical Informatics*, 45:1021–1034, 2012.
- [171] HASSANIEN, A.E., MOFTAH, H.M., AZAR, A.T., SHOMAN, M., MRI breast cancer diagnosis hybrid approach using adaptive ant-based segmentation and multilayer perceptron neural networks classifier, *Applied Soft Computing*, 14:62–71, 2013.
- [172] LATHA, K.C., MADHU, B., AYESHA, S., RAMYA, R., SRIDHAR, R., BALASUBRAMANIAN, S., Visualization of risk in breast cancer using fuzzy logic in matlab environment, *International Journal of Computational Intelligence Techniques*, 4(1):114-117, 2013.
- [173] OBI, J.C., IMIANVAN, A.A., Fuzzy neural approach for colon cancer prediction, *Scientia Africana*, 11(1):65-76, 2012.
- [174] HOSSEINI, M.S., ZEKRI, M., Review of medical image classification using the adaptive neuro-fuzzy inference system, *Journal of Medical Signals & Sensors*, 2(1): 49-60, 2012.
- [175] ZADEH, H.G., PAKDELAZER, O., HADDADNIA, J., RAD, G.R., ZADEH, M.M., Diagnosing breast cancer with the aid of fuzzy logic based on data mining of a genetic algorithm in infrared images, *Middle East Journal of Cancer*, 3(4):119-129, 2011.
- [176] SENTHILKUMAR, B., UMAMAHESWARI, G., Combination of novel enhancement technique and fuzzy c means clustering technique in breast cancer detection, *Biomedical Research*, 24 (2):252-25, 2013.

- [177] BEG., M.M., JAIN, M., An analysis of the methods employed for breast cancer diagnosis, *International Journal of Research in Computer Science*, 2:25-29, 2012.
- [178] SIZILIO, G.R.M.A., LEITE, C.R.M., GUERREIRO, A.M.G., NETO, A.D., Fuzzy method for pre-diagnosis of breast cancer from the fine needle aspirate analysis, *BioMedical Engineering OnLine*, 11(83):1-21, 2012.
- [179] KOVALERCHUK, B., TRIANTAPHYLLOU, E., RUIZ, J.F., CLAYTON, J., Fuzzy logic in digital mammography: analysis of lobulation, *Fuzzy Systems - Proceedings of the Fifth IEEE International Conference*, pp. 1726-1731, 1996.
- [180] SEKER, H., ODETAYO, M.O., PETROVIC, D., NAGUIB, R.N.G., Soft feature evaluation indices for the identification of significant image cytometric factors in assessment of nodal involvement in breast cancer patients, *Fuzzy Systems 02 - FUZZ-IEEE'02, Proceedings of the 2002 IEEE International Conference*, pp. 1592-1595, 2002.
- [181] SEKER, H., ODETAYO, M., PETROVIC, D., NAGUIB, R.N.G., Prognostic comparison of statistical, neural and fuzzy methods of analysis of breast cancer image cytometric data, *Engineering in Medicine and Biology Society, Proceedings of the 23rd Annual International Conference of the IEEE*, pp. 3811 - 3814, 2001.
- [182] SEKER, H., ODETAYO, M., PETROVIC, D., NAGUIB, R.N.G., A hybrid system for nodal involvement assessment in breast cancer patients, *Engineering in Medicine and Biology, 2002. 24th Annual Conference and the Annual Fall Meeting of the Biomedical Engineering Society EMBS/BMES Conference, Proceedings of the Second Joint*, pp. 1049-1050, 2002.
- [183] SEKER, H., ODETAYO, M., PETROVIC, D., NAGUIB, R.N.G., A fuzzy logic based-method for prognostic decision making in breast and prostate cancers, *IEEE Transactions On Information Technology In Biomedicine*, 7(2):114-122, 2003.
- [184] MARENGO, E., ROBOTTI, E., CECCONI, D., SCARPA, A., RIGHETTI, P.G., Application of fuzzy logic principles to the classification of 2D-page maps belonging to human pancreatic cancers treated with trichostatin-a, fuzzy systems, *Proceedings. 2004 IEEE International Conference*, pp. 359-364, 2004.
- [185] ARITA, S., NOMURA, T., SONOO, H, Diagnostic system of breast cancer based on imaging data of mammography using fuzzy logic, *Automation Congress, WAC '06*, pp. 1 - 6, 2006.

- [186] URIARTE, J.F., GARCIA, M., CASTILLO, O., Comparative study of fuzzy methods in breast cancer diagnosis, Fuzzy Information Processing Society, NAFIPS 2008. Annual Meeting of the North American, pp. 1-5, 2008.
- [187] GALLARDO, J.R.P., VERA, B.H., LASSERRE, A.A.A., GOMEZ, R.P., Interpretation of mammographic using fuzzy logic for early diagnosis of breast cancer, Artificial Intelligence, MICAI '08. Seventh Mexican International Conference, pp. 278-283, 2008.
- [188] SENOL, C., YILDIRIM, T., Thyroid and breast cancer disease diagnosis using fuzzy-neural networks, Electrical and Electronics Engineering, 2009. ELECO 2009. International Conference, pp. 390-393, 2009.
- [189] MZENDA, B., HOSSEINI-ASHRAFI, M., GEGOV, A., BROWN, D.J., Implementation of a fuzzy model for computation of margins in cancer treatment, Fuzzy Systems, 2010 IEEE International Conference, pp. 1-8, 2010.
- [190] DANIEL, D.A.P.D., THANGAVEL, K., BOSS, R.S.C., A review of early detection of cancers using breath analysis, Pattern Recognition, Informatics and Medical Engineering (PRIME), 2012 International Conference, pp. 433-438, 2012.
- [191] LEE, T.F., LEE, C.Y., CHAO, P.J., WU, L.F., SHIEH, C.S., CHENG, P.S., LIAO, K.C., FANG, C.H., A fuzzy system for evaluating radiation treatment plans of head and neck cancer, 9th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD 2012), pp. 510-514, 2012.
- [192] WANG, C.Y., LEE, T.F., FANG, C.H., CHOU, J.H., Fuzzy logic-based prognostic score for outcome prediction in esophageal cancer, IEEE Transactions On Information Technology In Biomedicine, 16(6):1224-1230, 2012.
- [193] LIM, G.L.A., NAGUIB, R.N.G., DADIOS, E.P., AVILA, J.M.C., Implementation of GA-KSOM and ANFIS in the classification of colonic histopathological images, TENCON 2012 - 2012 IEEE Region 10 Conference, pp. 1-5, 2012.
- [194] TABAKOV, M., OKOLOW, M.P., Using fuzzy sugeno integral as an aggregation operator of ensemble of fuzzy decision trees in the recognition of HER2 breast cancer histopathology images, International Conference on Computer Medical Applications, IEEE ICCMA' 2013, pp. 1-6, 2013.
- [195] HAMED, R.I., Evaluation of breast cancer risk by using formal reasoning algorithm, Computer Science and Information Technology (CSIT), 2013 5th International Conference, pp. 142-149, 2013.

- [196] ALAMELUMANGAI, N., DEVISHREE, J., Novel fuzzy technique for cancer detection in noisy breast ultrasound images, *American Journal of Applied Sciences*, 9(5):779-783, 2012.
- [197] MATBOULI, Y.T., HIPEL, K.W., KILGOUR, D.M., KARRAY, F., A fuzzy logic approach to assess, Manage, and Communicate Carcinogenic Risk, *Human and Ecological Risk Assessment*, pp.1-40, 2013.
- [198] ARCHANA, S., SRIDHAR, S., A Fuzzy framework for segmentation, feature matching and retrieval of brain MR images, *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, 3(4):45-55, 2011.
- [199] KALAS, M.S., An artificial neural network for detection of biological early brain cancer, *International Journal of Computer Applications*, 1(6):17-24, 2010.
- [200] LOPEZ, F.J., CUADROS, M., CANO, C., CONCHA, A., BLANCO, A., Biomedical application of fuzzy association rules for identifying breast cancer biomarkers, *Medical & Biological Engineering & Computing*, 50:981–990, 2012.
- [201] TABATABAEE, H.Y., MEHRNEJAD, M., SHEKOFTEH, S.K., Cancer detection based on experimental sampling by genetic-fuzzy classification system, *International Review on Computers and Software*, pp. 1062-1069, 2012.
- [202] LAKSHMI, K.G., KRISHNAVENI, K., Automated extraction of cytoplasm and nuclei from cervical cytology images by fuzzy thresholding and active contours, *International Journal of Computer Applications*, 73(15):26-30, 2013.
- [203] KELEŞ, A., KELEŞ, A., Extracting fuzzy rules for the diagnosis of breast cancer, *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences - TUBITAK*, 21:1495-1503, 2013.
- [204] GHADERZADEH, M., FEIN, R., STANDRING, A., Comparing performance of different neural networks for early detection of cancer from benign hyperplasia of prostate, *Applied Medical Informatics*, 33(3):45-54, 2013.
- [205] SENAPATI, M.R., MOHANTY, A.K., DASH, S., DASH, P.K., Local linear wavelet neural network for breast cancer recognition, *Neural Computing and Applications*, 22:125-131, 2013.
- [206] KECHERIL, S.S., VENKATARAMAN, D., SUGANTHI, J., SUJATHAN, K., Automated lung cancer detection by the analysis of glandular cells in sputum cytology images using scale space features, *Signal, Image and Video Processing*, pp. 1863-1711, 2013.

- [207] SHEEBA, J.J., BAVIA, M.S., A study on relation between occupation of women and emerging risk factors of breast cancer using fuzzy relational maps, Indo-Bhutan International Conference On Gross National Happiness, 2:231-236, 2013.
- [208] REYES, C.A.P., SIPPER, M., A fuzzy-genetic approach to breast cancer diagnosis, *Artificial Intelligence in Medicine*, 17:131–155, 1999.
- [209] KOVALERCHUK, B., TRIANTAPHYLLOU, E., RUIZ, J.F., CLAYTON, J., Fuzzy logic in computer-aided breast cancer diagnosis: Analysis of lobulation, *Artificial Intelligence in Medicine*, 11:75-85, 1997.
- [210] WANG, D., WANG, Y., Disease-related gene identification by an improved Type-2 fuzzy method on microarrays, *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 6(2):78-84, 2013.
- [211] INDHUMATHI, N., KANNAN, B., Fuzzy based tumor and lymph node detection in thoracic images using soft computing, *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 2(2):1-5, 2013.
- [212] SHARMILA, B.M., NIVETHITHA, S., Wrist energy fuzzy assist cancer engine – WE-FACE, *International Journal of Engineering and Technology (IJET)*, 5(2):1239-1244, 2013.
- [213] MALATHI, A., SANTRA, A.K., Diagnosis of lung cancer disease using neuro-fuzzy logic, *CARE Journal of Applied Research*, pp. 6-9, 2013.
- [214] VALARMATHI, S., AYESHA, S., RATHAN R., LATHA, K.C., BALASUBRAMANIAN, S., SRIDHAR, R., Prediction of risk in breast cancer using fuzzy logic toolbox in matlab environment, *International Journal of Current Research*, 4(9):72-79, 2012.
- [215] VISHNUKUMAR, K.P., UVAID, S., SUTHAR, A.C., Mammogram of breast cancer detection based using image enhancement algorithm, *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2(8):143-147, 2012.
- [216] BAGHERIEH, H., HASHEMI, A., PILEVAR, A.H., Mass detection in lung ct images using region growing segmentation and decision making based on fuzzy systems, *I.J. Image, Graphics and Signal Processing*, 1:1-8, 2014.
- [217] PALANIAPPAN, S., PUSHPARAJ T., A Novel prediction on breast cancer from the basis of association rules and neural network, *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 2(4):269-277, 2013.
- [218] POKORADI, L., Fuzzy logic-based risk assessment, *Atlantic Association Research in the Mathematical Sciences*, 1(1):63-73, 2002.

- [219] ZHOU LI, Y., HU, H., Dynamic fuzzy logic model for risk assessment of marine 1 crude oil transportation, Transportation Research Board Annual Meeting, 2012.
- [220] ZLATEVA, P., PASHOVA, L., STOYANOV, K., VELEV, D., Fuzzy logic model for natural risk assessment in SW Bulgaria, 2nd International Conference on Education and Management Technology, 13:119-113, 2011.
- [221] SENDI, A.S., SHAJARI, M., HASSANABADI, M., JABBARIFAR, M., DAGENAIS, M., Fuzzy multi-criteria decision-making for information security risk assessment, The Open Cybernetics& Systemics Journal, 6:26-37, 2012.
- [222] FARES, H., ZAYED, T., Risk assessment for water mains using fuzzy approach, Construction Research Congress 2009, pp. 1125-1134, 2009.
- [223] CHONGFU, H., Fuzzy risk assesment of urban natural hazards, Fuzzy Sets and Systems, 83:271-282, 1996.
- [224] ZHAO, D.M., WANG, J.H., MA, J.F., Fuzzy risk assessment of the network security, International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Dalian, pp. 4400-4405, 2006.
- [225] MOFARRAH, A., HUSAIN, T., Modeling for uncertainty assessment in human health risk quantification: a fuzzy based approach, International Congress on Environmental Modelling and Software Modelling for Environment's Sake -Fifth Biennial Meeting, Ottawa, pp. 88-96, 2010.
- [226] GUIMARAES, A.C.F., LAPA, C.M.F., Fuzzy inference to risk assessment on nuclear engineering systems, Applied Soft Computing, 11(8):17-28, 2007.
- [227] DARBRA, RM., ELJARRAT, E., BARCELO, D., How to measure uncertainties in environmental risk assessment, Trends in Analytical Chemistry, 27(4):377-385, 2008.
- [228] LI, J., ZOU, P.X.W., Risk identification and assessment in PPP infrastructure projects using fuzzy analytical hierarchy process and life-cycle methodology, Australasian Journal of Construction Economics and Building, 8(1):34-48, 2008.
- [229] HAGGAG, O.Y.A., BARAKAT, W., Application of fuzzy logic for risk assessment using risk matrix, International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 3(1):49-54, 2013.
- [230] DINMOHAMMADI, F., SHAFIEE, M., A fuzzy-FMEA risk assessment approach for offshore wind turbines, International Journal of Prognostics and Health Management, 2013.

- [231] NUNES, I.L., MARQUES, M.S., Applications of fuzzy logic in risk assessment – The RA_X Case, *Fuzzy Inference System – Theory and Applications*, pp. 21-40, 2012.
- [232] DENG, Y., SU, X., JIANG, W., XU, J., XU, P., Risk analysis method: a fuzzy approach, *Third International Symposium on Electronic Commerce and Security Workshops (ISECS '10)*, pp. 146-150, 2010.
- [233] CHOUDHARY, R., RAGUVANSHI, A., Risk assessment of a system security on fuzzy logic, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 3(12):1-4, 2012.
- [234] KUCUKALI, S., Risk assessment of river-type hydropower plants by using fuzzy logic approach, *World Renewable Energy Congress 2011*, pp. 1432-1439, 2011.
- [235] NAMEE, S., WITCHAYANGKON, B., KAROONSOONTAWONG, A., Fuzzy logic modeling approach for risk area assessment for hazardous materials transportation, *American Transactions on Engineering & Applied Sciences*, pp. 127-142, 2012.
- [236] INGLE, M., ATIQUE, M., DAHAD, S.O., Risk analysis using fuzzy logic, *International Journal of Advanced Engineering Technology*, 3(3):96-99, 2011.
- [237] DADIOS, E.P., SOLIS, J., Fuzzy-neuro model for intelligent credit risk management, *Intelligent Information Management*, 4:251-260, 2012.
- [238] DONG, W., HUANG, Z., JI, L., DUAN, H., A genetic fuzzy system for unstable angina risk assessment, *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 14(1):2-12, 2014.
- [239] DARBRA, RM., CASAL, J., Environment risk assessment of accidental releases in chemical plants through fuzzy logic, *Chemical Engineering Transaction*, 17:287-292, 2009.
- [240] XU, Y., YEUNG, J.F.Y., CHAN, A.P.C., CHAN, D.W.M., WANG, S.Q., KE, Y., Developing a risk assessment model for PPP projects in China - a fuzzy synthetic evaluation approach, *Automation in Construction*, 19:929-943, 2010.
- [241] CANIANI, D., LIONI, D.S., MANCINI, I.M., MASI, S., SDAO, F., Fuzzy logic model development for groundwater pollution risk assessment, *European Water*, 35:13-22, 2011.
- [242] REZEKHANI, P., A review of fuzzy risk assessment models for construction projects, *Slovak Journal Of Civil Engineering*, pp. 35-40, 2012.

- [243] GOLMOHAMMADI, R., ESHAGHI, M., KHORAM, M.R., Fuzzy logic method for assessment of noise exposure risk in an industrial workplace, *International Journal of Occupational Hygiene*, 3(2):49-55, 2011.
- [244] YANG, L., LI, A., BAI, H., Using fuzzy theory and principal component analysis for water shortage risk assessment in Beijing, China, *Energy Procedia*, 11:2085-2092, 2011.
- [245] ZLATEVA, P., PASHOVA, L., STOYANOV, K., VELEV, D., Social risk assessment from natural hazards using fuzzy logic, *International Journal of Social Science and Humanity*, 1(3):193-198, 2011.
- [246] RODIN, Y.S., SINITSYN, I.P., Using fuzzy logic system for making decisions about information security in grid infrastructure, *Third International Conference - High Performance Computing*, pp. 336-339, 2013.
- [247] CHONGFU, H., PEIJUN, S., XINLI, LIU, Fuzzy risk assessment of earthquake hazard on city, *BUSE FAL*, 64:18-27, 1995.
- [248] KHALEGHI, S., GIVEHCHI, S., KARIMI, S., fuzzy risk assessment and categorization, based on event tree analysis (ETA) and layer of protection analysis (lopa): case study in gas transport system, *World Applied Programming*, 3(9):417-426, 2013.
- [249] HUANG, S.J., LIN, C.Y., CHIU, N.H., Fuzzy decision tree approach for embedding risk assessment information into software cost estimation model, *Journal of Information Science and Engineering*, 22:297-313, 2006.
- [250] DADZIE, E.A., VESELY, A., User perception of security on social networking sites using fuzzy logic, *British Journal of Applied Science & Technology*, 3(4):714-734, 2013.
- [251] ZHANG, Q., YANG, X., ZHANG, Y., ZHONG, M., Risk assessment of groundwater contamination: A multilevel fuzzy comprehensive evaluation approach based on DRASTIC model, *The Scientific World Journal*, pp. 1-9, 2013.
- [252] FOROUTAN, E., MALEKI, J., Risk assessment for urban area using fuzzy logic, *Geo-Information for Disaster Management*, 2011.
- [253] SAMANI, B.A., SHAHBODAGHLOU, F., A fuzzy systematic approach to construction risk analysis, *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, 2(4):275-284, 2012.
- [254] KENTEL, E., ARAL, M.M., 2D Monte Carlo versus 2D fuzzy monte carlo health risk assessment, *Stochastic Environmental Research Risk Assessment*, 19:86-96, 2005.

- [255] MOHAMMADI, L., MEECH, J.A., Atmospheric fuzzy risk assessment of confined space entry at mine reclamation sites, *Proceedings Tailings and Mine Waste Conference 2011*, pp. 583-595, 2011.
- [256] TACACS, M., Multilevel fuzzy approach to the risk and disaster management, *Acta Polytechnica Hungarica*, 7(4):91-102, 2010.
- [257] KHAROLA, A., A fuzzy risk assessment model (FRAM) for risk management (RM), *Project Management (PM) World Journal*, 3(2), 2014.
- [258] ZIRAKJA, M.H., SAMIZADEH, R., Risk analysis in e-commerce via fuzzy logic, *International Journal of Management and Business Research*, 1(3):99-112, 2011.
- [259] NAIENI, J., MAKUI, A., GHOUSI, R., An approach for accident forecasting using fuzzy logic rules: a case mining of lift truck accident forecasting in one of the Iranian car manufacturers, *International Journal of Industrial Engineering & Production Research*, 23(1):53-64, 2012.
- [260] ALIDOOSTI, A., JAMSHIDI, A., YAKHCHALI, S.H., BASIRI, M.H., AZIZI, R., CHAMZINI, A.Y., Fuzzy logic for pipelines risk assessment, *Management Science Letters*, 2:1707-1716, 2012.
- [261] MALINOWSKA, A., Fuzzy logic-based approach to building damage risk assessment considering the social and economic value, *21st World Mining Congress*, pp. 75-85, 2008.
- [262] CHOUDHARYI R., RAGHUVANSHI, A., Fuzzy based evaluation model of a system security, *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 2(9):413-416, 2012.
- [263] FITZPATRICK, W., SKIPPER, D., McNEIL, J., ROGERS J.P., Software risk assessment: fuzzy logic approach to risk estimation (FLARE), *30th International System Safety Conference*, 2012.
- [264] MCGILL, W.L., Multicriteria security system performance assessment using fuzzy logic, *The Journal of Defense Modeling and Simulation Applications, Methodology, Technology*, 4(4):356-376, 2007.
- [265] SATSANGI, R., DASHORE, P., DUBEY, N., Risk management in cloud computing through fuzzy logic, *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management*, 1(4):1-4, 2012.
- [266] SU, X., ZHAO, Z., ZHANG, H., LI, Z., DENG, Y., An integrative assessment of risk in agriculture system, *Journal of Computational Information Systems*, 7(1): 9-16, 2011.
- [267] YAO, Y., Credit risk assessment of online shops based on fuzzy consistent matrix, *Applied Mathematics & Information Sciences*, 5(2):163-169, 2011.

- [268] YILMAZ, A., AYAN, K., Cancer risk analysis by fuzzy logic approach and performance status of the model, Turkish Journal of Electrical Engineering&Computer Sciences- TUBITAK, 21:897-912, 2013.
- [269] YILMAZ, A., ARI, S., KOCABIÇAK, Ü., Sinirsel bulanık mantık modeli ile kanser risk analizi uygulaması, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Basım Aşamasında, Kabul Ediliş Tarihi: 16.12.2014.
- [270] BOX, G.E.P., JENKINS, G.M., REINSEL, G.C., Time Series Analysis- Forecasting and Control, Üçüncü Baskı Prentice Hall, 1994.
- [271] <http://www.stat.wisc.edu/~reinsel/bjr-data/gas-furnace>, Erişim Tarihi: 08.09.2014.
- [272] SUGENO, M., T., YASUKAWA, T., A Fuzzy logic based approach to qualitative modeling, IEEE International Conference on Fuzzy Systems, 1(1):7-31, 1993.
- [273] Matlab User Guide, http://www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/getstart.pdf, Erişim Tarihi: 08.09.2014.
- [274] ASKARI, M., MARKAZI, A.H.D., A new evolving compact optimised Takagi-Sugeno fuzzy model and its application to nonlinear system identification, International Journal of System Science, 43(4):776-785, 2012.
- [275] DUNN, J.C., A fuzzy relative of the ISODATA process and its use in detecting compact well-seperated clusters, Journal of Cybernetics, 3(3):32-57, 1973.
- [276] LIN, Y., CUNNINGHAM, G.A., A new approach to fuzzy-neural system modelling, IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 3(2):190-198, 1995.
- [277] NIE, J., Constructing fuzzy model by self-organizing counterpropagation network, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 25(6):963-970, 1995.
- [278] KIM, M., S., KIM, C., H., LEE, J., J., Evolving compact and interpretable takagi-sugeno fuzzy models with a new encoding scheme, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part B: Cybernetics, 36(5):1006–1023, 2006.
- [279] <http://surveey.com/Survey.Start.aspx?lang=1&surv=f81ce978a8a64f56bfaf81ce978a8a64f56bfa4b8c3a49b0d67>, Erişim Tarihi: 20.09.2014.
- [280] <http://www.surveey.com/SurveyStart.aspx?lang=1&surv=0a05c16cc0a44610944a1430cb1fdf0e>, Erişim Tarihi: 20.09.2014.

- [281] SOYKAN, A.U., Beslenme sıklığı anketlerinin geçerliliği ve güvenilirliği, Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyoistatistik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2007.
- [282] <http://www.surveey.com/SurveyStart.aspx?lang=1&surv=d11fcfe19dd8417ca05236636202446c>, Erişim Tarihi: 20.09.2014.
- [283] AKBAĞ, M., Stresle başa çıkma tarzlarının üniversite öğrencilerinde olumsuz otomatik düşünceler, transaksiyonel analiz ego durumları ve bazı değişkenler açısından incelenmesi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 2000.
- [284] TÜRKMEN, H., Stres düzeyini belirleme ölçeği, Araştırma, 1991-2003.
- [285] <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets>, Erişim Tarihi: 17.07.2014.
- [286] <http://www.sgi.com/tech/mlc/db>, Erişim Tarihi: 17.07.2014.
- [287] TOMAK, L., BEK, Y., İşlem karakteristik eğrisi analizi ve eğri altında kalan alanların karşılaştırılması, Deneysel ve Klinik Tıp Dergisi, 27(2): 58-65, 2010.
- [288] METZ, C.E., Basic principles of ROC analysis, Seminars in Nuclear Medicine, 8(4): 283-298, 1978.
- [289] METZ, C.E., Receiver operating characteristic analysis: a tool for the quantitative evaluation of observer performance and imaging systems, Journal of The American College of Radiology, 3(6):413-422, 2006.
- [290] SWETS, J.A., Signal detection theory and ROC analysis in psychology and diagnostics, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1996.
- [291] GRIBSKOV, M., ROBINSON, N.L., Use of receiver operating characteristic (ROC) analysis to evaluate sequence matching, Computers & Chemistry, 20(1):25-33, 1996.
- [292] DİRİCAN, A., ROC eğrisi çözümlenmesi ile tanı testlerinin değerlendirilmesi ve bilgisayar uygulaması, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyoistatistik Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 1991.
- [293] SASSE, E.A., Objective evaluation of data in screening for disease, Clinica Chimica Acta, 315(1-2):17-30, 2002.
- [294] WEINSTEIM, S., OBUCHOWSKI, N.A., LIEBER, M.L., Clinical evaluation of diagnostic tests, American Journal of Roentgenology, 184(1):14-19, 2005.
- [295] OBUCHOWSKI, N.A., ROC analysis, American Journal of Roentgenology, 184(2):364-372, 2005.

- [296] FARAGGI, D., REISER, B., Estimation of the area under the ROC curve, *Statistics in Medicine*, 21:3093-3106, 2002.
- [297] OBUCHOWSKI, N.A., MCCLISH, D., Sample size determination for diagnostic accuracy studies involving binormal ROC curve indices, *Statistics in Medicine*, 16(13):1529-1542, 1997.
- [298] OBUCHOWSKI, N.A., LIEBER, M.L., WIANS, F.H., ROC curves in clinical chemistry: uses, misuses, and possible solutions, *Clinical Chemistry*, 50(7):1118-1125, 2004.
- [299] HANLEY, J.A., MCNEIL, B.J., The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve, *Radiology*, 143(1):29-36, 1982.
- [300] GROVE, W.M., *Mathematical aspects of diagnosis*, University of Minnesota-Twin Cities, pp. 50-75, 2006.
- [301] ERTORSUN, A.D., BAĞ, B., UZAR, G., TURANOGLU, M.A., YAZICI, A.C., ROC eğrisi yöntemi ile tanı testlerinin performanslarının değerlendirilmesi, *Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Öğrenci Sempozyumu*, pp.1-7, 2012.
- [302] KILIC, S., Klinik karar vermede ROC analizi, *Journal of Mood Disorders*, 3(3):135-140, 2013.

ÖZGEÇMİŞ

Atınç Yılmaz, 01.05.1983 de Kocaeli'nde doğdu. İlkokul eğitimini İzmit Ulugazi İlköğretim Okulu'nda, Ortaokul eğitimini Kocaeli Anadolu Lisesi'nde ve lise eğitimini Kadıköy Kenan Evren Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2001 yılında Kadıköy Kenan Evren Anadolu Lisesi, Fen Bölümünden mezun oldu. 2001 yılında burslu olarak kazandığı Haliç Üniversitesi Bilgisayar mühendisliği bölümünü 2005 yılında bitirdi. 2005 yılında başladığı Haliç Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Yüksek Lisans programından 2007 yılında mezun oldu. 2005 yılından 2008 yılına kadar Haliç Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak çalıştı. 2008 yılından günümüze kadar Haliç Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde öğretim görevlisi olarak görev yapmaktadır.