

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAYES AĞLARI KULLANARAK MEDİKAL TRANSTORASİK
EKOKARDİYOĞRAFI VERİLERİNİN İŞLENMESİ VE TEŞHİS YAZILIMI
GELİŞTİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Bedia Sündüz KILIÇ**


Anabilim Dalı : Bilgisayar Mühendisliği


Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Kadir KAVAKLIOĞLU

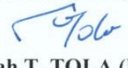
Haziran 2011

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY FORMU


Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 081281008 nolu öğrencisi Bedia Sündüz KILIÇ tarafından hazırlanan "BAYES AĞLARI KULLANARAK MEDİKAL TRANSTORASİK EKOKARDİYOGRAFI VERİLERİNİN İŞLENMESİ VE TEŞHİS YAZILIMI GELİŞTİRİLMESİ" başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı :  Yrd. Doç. Dr. Kadir KAVAKLIOĞLU (PAÜ)
(Jüri Başkanı)

Jüri Üyesi :  Doç. Dr. Sezai TOKAT (PAÜ)

Jüri Üyesi :  Doç. Dr. Abdullah T. TOLA (PAÜ)

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 03.08.2011 tarih ve ...21/21.... sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Prof. Dr. Nuri KOLSUZ

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

İmza

Öğrenci Adı Soyadı: Bedia Sündüz KILIÇ

ÖNSÖZ

Tez konusunun belirlenmesinde yardımcı olan ve çalışmanın gerçekleşmesinde değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren tez danışmanım Pamukkale Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği öğretim üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Kadir KAVAKLIOĞLU'na, tez çalışmasını Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında destekleyen Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne, çalışmamın gerçekleşmesinde gösterdiği her türlü destek ve anlayıştan dolayı sevgili eşime ve aileme teşekkür ederim.

Haziran 2011

Bedia Sündüz KILIÇ
Bilgisayar Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	xii
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı.....	3
1.2 Literatür Özeti.....	4
1.3 Hipotez.....	5
1.4 Tezin İçeriği.....	5
2. OLASILIK	7
2.1 Olasılığa Giriş.....	7
2.2 Çeşitli Olasılık Tanımları.....	7
2.2.1 Klasik tanım.....	7
2.2.2 Bağıl frekans tanımı.....	7
2.2.3 Sübjektif tanım.....	7
2.3 Olasılıkta Kullanılan Tanımlar.....	8
2.3.1 Olasılıkla ilgili terimler ve küme işlemleri.....	8
2.3.2 Koşullu olasılık.....	9
2.3.3 Birleşik olasılık.....	10
2.4 Olasılık Teorisi.....	10
2.4.1 Tanımlar.....	10
2.4.2 Teoremler.....	12
2.5 Tıpta Olasılık ve Belirsizlik.....	12
2.6 Olasılığın Mühendislikteki Uygulamaları.....	13
3. BAYESÇİ YAKLAŞIM VE BAYES AĞLARI	14
3.1 Bayesci Yaklaşım ve Bayes Teoremi.....	14
3.1.1 Giriş.....	14
3.1.2 Bayes Teoremi.....	14
3.1.3 Bayes Teoreminin genişletilmiş hali.....	16
3.1.4 Önsel ve sonsal dağılımlar.....	16
3.1.4.1 Önsel bilgi.....	16
3.1.4.2 Sonsal bilgi.....	17
3.1.4.3 Önsel dağılım.....	17
3.1.4.4 Olabilirlik fonksiyonu.....	17
3.1.4.5 Sonsal dağılım.....	17
3.1.4.6 Önsel dağılımın seçimi.....	17
3.1.4.7 Önsel çeşitleri.....	19
3.1.4.8 Sonsal dağılımın oluşturulması.....	19
3.1.5 Bayesci yaklaşım ile klasik yaklaşım arasındaki farklılıklar.....	19
3.1.6 Bayesci yaklaşımın zorlukları ve üstünlükleri.....	20
3.2 Bayes Ağları.....	21
3.2.1 Bayes ağ modelleri.....	22
3.2.2 Birleşik olasılık dağılımının temsili.....	22
3.2.3 Bayes ağlarının oluşturulması.....	23

3.2.4	Bayes ağ modellerinde öğrenme	24
3.2.5	Kullanım alanları	24
3.3	Naive Bayes Sınıflandırıcı	25
3.3.1	Naive Bayes olasılık modeli	25
4.	TRANSTORASİK EKOKARDİYOĞRAFI	27
4.1	Ekokardiyografi Nedir	27
4.2	Ekokardiyografi Cihazının Çalışma Prensipleri	28
4.3	Türkiye’de Ekokardiyografi	29
5.	VERİLERİN ELDE EDİLMESİ	30
5.1	Verilerin Bayes Ağında Kullanılabilir Hale Getirilmesi	31
5.2	Ara Program	33
6.	BAYES AĞLARININ TASARLANMASI	46
6.1	Netica Programı	46
6.1.1	Genel bilgi	46
6.1.2	Ağ oluşturma	46
6.1.2.1	Düğüm ekleme	46
6.1.2.2	Düğüm özellikleri	47
6.1.2.3	Durum ekleme	47
6.1.2.4	Bağlantı ekleme	48
6.1.2.5	Düğüm tablo penceresi	49
6.1.3	Olay ve olay dosyaları	50
6.1.3.1	Bulgu ekleme ve çıkarma	50
6.1.3.2	Olay dosyası oluşturma	50
6.1.4	Bayes öğrenmesi	51
6.1.4.1	Olaylardan öğrenme	51
6.1.4.2	Olay verisinden öğrenme	51
6.1.4.3	Olay dosyasından öğrenme	52
6.1.4.4	Öğrenme algoritmaları	52
6.1.5	Hassasiyet analizi	54
6.1.6	Ağın test edilmesi	55
6.2	Netica Programı Kullanılarak Ağın Tasarlanması	55
6.2.1	Tüm düğümler kullanılarak elde edilen modeller	55
6.2.2	Düğüm sayısı azaltılarak elde edilen modeller	61
6.2.3	Naive Bayes sınıflandırma yöntemi uygulanarak elde edilen modeller	62
6.2.4	Hassasiyet analiz sonuçları dikkate alınarak elde edilen modeller	62
7.	SONUÇ VE ÖNERİLER	73
	KAYNAKLAR	76
	EKLER	79

KISALTMALAR

KOT	: Koşullu Olasılık Tablosu
TTE	: Transtorasik Ekokardiyografi
RTF	: Rich Text File
EM	: Expectation-maximization
MI	: Mutual Info
VOB	: Variance of Beliefs
PROP	: Ekokardiyografi İşleminde Ses Dalgaları Yayan Cihaz

TABLO LİSTESİ

Tablolar

5.1: Bir hastaya ait TTE raporu.....	30
5.2: Formata uymayan örnek TTE raporu.....	33
5.3: <i>Sonuc</i> parametresindeki verilerin bulunma sıklığı.....	37
5.4: <i>Sonuc</i> parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar.....	37
5.5: <i>SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Mitral E/A Oranı</i> parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar.....	38
5.6: <i>AORT KAPAĞI Yapısı</i> parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar.....	38
5.7: <i>AORT KAPAĞI Yetmezlik</i> parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar.....	39
5.8: <i>MİTRAL KAPAK Yapısı</i> parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar.....	40
5.9: <i>MİTRAL KAPAK Yetmezlik</i> parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar.....	41
5.10: <i>SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Anteriyor</i> parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar.....	41
5.11: <i>SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Septum</i> parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar.....	42
5.12: <i>SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Apex</i> parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar.....	42
5.13: <i>SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Inferior</i> parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar.....	43
5.14: <i>SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Posteriyor</i> parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar.....	43
5.15: <i>SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Lateral</i> parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar.....	43
5.16: <i>TRİKÜSPİT KAPAK Yapısı</i> parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar.....	44
5.17: <i>TRİKÜSPİT KAPAK Yetmezlik</i> parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar.....	44
5.18: <i>PULMONER KAPAK Yetmezlik</i> parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar.....	45
6.1: Örnek veri yapısı.....	51
6.2: Model 1 ve Model 2’de kullanılan düğümlerin listesi.....	56
6.3: Model 1’de kullanılan düğümlerin içerdiği durumlar.....	57
6.4: Model 2 ve Model 2’den sonra oluşturulan modellerde kullanılan düğümlerin içerdiği durumlar.....	60
6.5: Model 1 ve Model 2’de kullanılıp, Model 3’de kullanılmayan düğümlerin listesi.....	61
6.6: Model 3’de kullanılıp, Model 4’de kullanılmayan düğümlerin listesi.....	62
6.7: Diğer düğümlerin <i>Sonuc</i> düğümüne olan etkileri.....	64
6.8: Düğüm listesi.....	66
6.9: Modellerde kullanılan düğümlerin listesi.....	67
7.1: Öğretilen ağların hata oranları.....	74

A.1: SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol Atriyum (19-40) parametresinin içerdiği veri listesi.....	101
A.2: SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol Ventrikül Diyastol (37-56) parametresinin içerdiği veri listesi.....	101
A.3: SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol Ventrikül Sistol (19-40) parametresinin içerdiği veri listesi.....	101
A.4: SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) IVS Diyastol(6-11) parametresinin içerdiği veri listesi.....	101
A.5: SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol Ventrikül Arka Duvar (6-11) parametresinin içerdiği veri listesi.....	101
A.6: SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Aort kökü Genişliği (22-37) parametresinin içerdiği veri listesi.....	101
A.7: SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Aort Kapak Açıklığı (15-26) parametresinin içerdiği veri listesi.....	101
A.8: SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Ejeksiyon Fraksiyonu (%) (55-75) parametresinin içerdiği veri listesi.....	102
A.9: SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) DT (msn) (160-240) parametresinin içerdiği veri listesi.....	102
A.10: SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Mitral E/A Oranı parametresinin içerdiği veri listesi.....	102
A.11: SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) VPR parametresinin içerdiği veri listesi.....	102
A.12: AORT KAPAĞI Yapısı parametresinin içerdiği veri listesi.....	102
A.13: AORT KAPAĞI Kapak Alanı(2,5-3,5cm ²) parametresinin içerdiği veri listesi.....	102
A.14: AORT KAPAĞI Max Gradyent parametresinin içerdiği veri listesi.....	103
A.15: AORT KAPAĞI Ortalama Gradyent parametresinin içerdiği veri listesi.....	103
A.16: AORT KAPAĞI Yetmezlik parametresinin içerdiği veri listesi.....	103
A.17: MİTRAL KAPAK Yapısı parametresinin içerdiği veri listesi.....	103
A.18: MİTRAL KAPAK Kapak Alanı(4-6cm ²) parametresinin içerdiği veri listesi.....	103
A.19: MİTRAL KAPAK Max Gradyent parametresinin içerdiği veri listesi.....	103
A.20: MİTRAL KAPAK Ortalama Gradyent parametresinin içerdiği veri listesi.....	103
A.21: MİTRAL KAPAK Yetmezlik parametresinin içerdiği veri listesi.....	104
A.22: SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Anteriyor parametresinin içerdiği veri listesi.....	104
A.23: SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Septum parametresinin içerdiği veri listesi.....	104
A.24: SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Apex parametresinin içerdiği veri listesi.....	104
A.25: SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Inferior parametresinin içerdiği veri listesi.....	104
A.26: SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Posteriyor parametresinin içerdiği veri listesi.....	105
A.27: SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Lateral parametresinin içerdiği veri listesi.....	105
A.28: TRİKÜSPİT KAPAK Yapısı parametresinin içerdiği veri listesi.....	105
A.29: TRİKÜSPİT KAPAK Kapak Alanı(6-8cm ²) parametresinin içerdiği veri listesi.....	105
A.30: TRİKÜSPİT KAPAK Max Gradyent parametresinin içerdiği veri listesi.....	105

A.31: <i>TRİKÜSPİT KAPAK Ortalama Gradyent</i> parametresinin içerdiği veri listesi	105
A.32: <i>TRİKÜSPİT KAPAK Yetmezlik</i> parametresinin içerdiği veri listesi	106
A.33: <i>PERİKARD Sistolik</i> parametresinin içerdiği veri listesi	106
A.34: <i>PERİKARD Diyastolik</i> parametresinin içerdiği veri listesi	106
A.35: <i>PULMONER KAPAK Yapısı</i> parametresinin içerdiği veri listesi.....	106
A.36: <i>PULMONER KAPAK Sistolik PAB</i> parametresinin içerdiği veri listesi	106
A.37: <i>PULMONER KAPAK Ortalama PAB</i> parametresinin içerdiği veri listesi	106
A.38: <i>PULMONER KAPAK Max Gradyent</i> parametresinin içerdiği veri listesi	106
A.39: <i>PULMONER KAPAK Yetmezlik</i> parametresinin içerdiği veri listesi.....	106
A.40: <i>PULMONER KAPAK Şant Oranı (Qp/Qs)</i> parametresinin içerdiği veri listesi	106
A.41: <i>SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ Vent. Diy. (9-26)</i> parametresinin içerdiği veri listesi.....	107
A.42: <i>SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ Ventduvar kal(5-8)</i> parametresinin içerdiği veri listesi.....	107
A.43: <i>SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ Atriyum (20-30)</i> parametresinin içerdiği veri listesi.....	107
A.44: <i>SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ Vent. EF (%)</i> parametresinin içerdiği veri listesi.....	107
A.45: <i>Sonuc</i> parametresinin içerdiği veri listesi.....	107
B.1: <i>Sonuc</i> parametresindeki verilerin bulunma sıklığı.....	108

ŞEKİL LİSTESİ

Şekiller

4.1: Ekokardiyografi görüntüsü	27
5.1: tblekoRapor tablosunun yapısı	31
5.2: tblListe tablosunun yapısı	32
5.3: tblAlan tablosunun yapısı.....	33
6.1: Örnek düğüm.....	46
6.2: Örnek düğüme ait özellik penceresi.....	47
6.3: Örnek düğüme ait durumlar	48
6.4: Durumlar eklenmiş düğüm.....	48
6.5: Birbirine bağlanmış düğümler ve aralarındaki ilişki	48
6.6: Tüberküloz_Kanser düğümünün KOT'su.....	49
6.7: Örnek Bayes ağı.....	50
6.8: Genel ağ yapısı	58
6.9: 1. grup düğümler.....	58
6.10: 2. grup düğümler.....	58
6.11: 3. grup düğümler.....	58
6.12: 4. grup düğümler.....	59

SEMBOL LİSTESİ

Ω	Evrensel Küme, Örneklem Uzayı
F	Olaylar Ailesi
P	Olasılık Ölçüsü
P()	Olasılık Dağılımı
f()	Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu
$\rho()$	Ortak Olasılık Fonksiyonu
y	Gözlemler
θ	Parametre Vektörü
x	Kitleden Seçilen Örnek
$\xi(\theta)$	Önsel Olasılık Fonksiyonu
$\xi(\theta x)$	Sonsal Olasılık Fonksiyonu
g()	Marjinal Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu
C	Bağımlı Sınıf Değişkeni
F_i	Özellik Değişkeni
N	Ağ
D	Veri

ÖZET

BAYES AĞLARI KULLANARAK MEDİKAL TRANSTORASİK EKOKARDİYOGRAFI VERİLERİNİN İŞLENMESİ VE TEŞHİS YAZILIMI GELİŞTİRİLMESİ

Karar destek sistemleri; karar vericiyi ortadan kaldırmadan analitik tekniklerle karar vericiye karar vermede yardımcı olan, tavsiyelerde bulunan sistemlerdir. Tıp alanında karar verici olan doktorlara yardımcı olan karar destek sistemleri tıbbi teşhis sistemleridir. Tıbbi teşhis sistemleri; hasta bilgilerini kullanarak doktorların veya diğer sağlık personelinin hastanın durumu hakkında karar almalarına yardımcı olan programlardır. Kararların zamanında alınmasına, deneyimsizlikten ya da insani durumlardan dolayı gözden kaçırılabilen belirtiler sonucu oluşabilecek hataların önüne geçilmesine aynı zamanda da hastalıkların erken teşhis edilebilmesine yardımcı olurlar. Böylece verimlilik artar ve alınan kararların kalitesi yükselir.

Tıbbi teşhis sistemleri yapay sinir ağları, bulanık mantık, kural tabanlı yaklaşım, karar ağaçları ve Bayes ağları gibi yöntemler kullanılarak geliştirilebilir.

Tez kapsamında yukarıda bahsi geçen tekniklerden Bayes ağ yapısı ile bir teşhis destek sistemi oluşturulmuştur. Bu sistem kalp hastalarının kalp ölçümlerinin yapıldığı Transtorasik Ekokardiyografi işlemi sonucu elde edilen veriler ile geliştirilmiş olup vakaların %85'ini doğru teşhis edebilmektedir. Sistemin oluşturulabilmesi için örnek seçilen bir hastaneye ait elektronik hasta kayıtlarından yararlanılmıştır. Ayrıca teşhise gitme aşamasında gerekli olan verileri sınıflandırma bilgileri alan uzmanlarının yardımlarıyla belirlenmiştir.

Bu çalışmayla test sonuçlarının yorumlanma zamanının azaltılmasına, insan hatalarından kaynaklanabilecek sorunların giderilmesine katkıda bulunulması planlanmaktadır. Böylece sistemin toplam güvenilirliğinin artırılması yönünde katkılar sağlanacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Transtorasik Ekokardiyografi, Bayes Ağları, Uzman Sistemler

SUMMARY

PROCESSING OF MEDICAL TRANSTHORACIC ECHOCARDIOGRAPHY DATA USING BAYESIAN NETWORKS AND DIAGNOSTIC SOFTWARE DEVELOPMENT

Decision support systems use mathematical techniques to help decision makers by assisting them in diagnosis. In the field of medicine, decision makers are usually doctors and other medical personnel. Medical diagnosis systems use patient data to make decisions on the status of a given patient. Computerized diagnosis systems can complement inexperience by medical staff and human errors that are encountered in hospitals and clinics. This leads to improved efficiency and quality.

Medical diagnosis systems use artificial neural networks, fuzzy logic, rule-based approach, decision trees and Bayesian networks among many other methods.

Within the present thesis, Bayesian networks were used to develop a diagnosis software. This system interprets Transthoracic Echocardiography results and produces an output about the status of the patient. Models built within this thesis proceed 85% accuracy. Modeling data for this study were obtained from a local hospital.

This study aims at developing a Bayesian network based model to reduce analysis times and contribute towards eliminating human errors. This helps improving overall system reliability.

Key Words: Transthoracic Echocardiography, Bayesian Networks, Expert Systems

1. GİRİŞ

Karar bir iş veya sorun hakkında düşünülerek varılan kesin yargıdır. Karar bir fiil olarak düşünüldüğünde ise karar verme süreci akla gelir. Doğru karara ulaşmak için konu hakkında belli bir birikime sahip olunması ve konuya ilişkin ayırt edici olabilecek tüm durumların bilinmesi gereklidir. Ayrıca bu gereklerin yanısıra kararların hızlı olarak oluşturulması ihtiyacından ve bilgisayar teknolojisinin günlük hayatta önemli bir yere sahip olmasından dolayı bilgisayarın bir yardımcı olarak da kullanılması düşüncesi ile karar destek sistemleri kullanılmaya başlanmıştır.

Tıp ve teknoloji alanında görülen sürekli gelişmeler, sağlık hizmetlerinde etkinlik, verimlilik, kalite, erken teşhis konularının daha fazla gündeme gelmesine yol açmıştır. Bir sağlık kuruluşunun bu niteliklere sahip olması ancak bilişim teknolojilerinin yoğun ve güvenilir olarak kullanılmasıyla mümkün olmaktadır. Bu sebeple çoğu alanda kullanımında fayda görülen karar destek sistemlerinden tıp alanında da yararlanılmaktadır. Bu amaçla oluşturulan tıbbi teşhis sistemleri doktor ve diğer sağlık personeline hasta bilgileri doğrultusunda vereceği klinik kararlarda destek sağlamaktadır.

Tıbbi bilgi her geçen gün artış göstermektedir. Doktorların bu bilgileri muayene esnasında gözden geçirerek doğru teşhise ulaşmalarını ve karar verebilmelerini kolaylaştırmak için tıp alanında karar destek sistemlerine ihtiyaç vardır.

Bu tür sistemlerin kullanılmasıyla verilen hizmetin kalitesi artmakta, işlemler hızlanmakta, kullanıcı dikkatsizliğinden ya da uzman bilgi eksikliğinden kaynaklanabilen tıbbi hatalar azalmaktadır.

Bu tez kapsamında bir tıbbi teşhis problemi olan Transtorasik Ekokardiyografi (TTE) işlemi ile elde edilen kalp ölçümlerinin Bayes ağı yaklaşımı kullanılarak değerlendirilmesi ele alınmıştır. Alan uzmanlarından alınan yardımlarla ilgili teşhise gidilirken kullanılacak ölçüm parametreleri sınıflandırılarak Bayes ağına yerleştirilmiştir. Bu verilerin birbirleriyle olan bağımlılık ilişkilerinden yararlanılarak koşullu olasılık değerleri çıkarılmıştır. Bu bilgiler ışığında varılacak teşhisin olabilirliği de kullanıcıya bilgi olarak verilmiştir.

Yöntem olarak kullanılan Bayes ağları temsil ettikleri dünyanın rastgele değişkenlerini ve bu değişkenlerin koşullu bağımsızlıklarını yönlendirilmiş çevrimsiz grafik (directed acyclic graph) ile temsil eden olasılıksal grafik modelidir.

Bayes ağları olasılıksal grafik modeli ailesine aittir. Bu grafiksel yapılar belirsiz bir alan hakkındaki bilgileri temsil ederler. Grafikteki her düğüm rastlantısal bir değişkeni, düğümler arasındaki keskin kenarlar düğümler arasındaki olasılıklı bağıllığı, ilişkiyi temsil eder.

Bayes ağları, olasılık teorisinin koşullu olasılık terimini temel alan Bayes teoremini kullanır. Bayes teoremi bir rastlantısal değişken için olasılık dağılımı içinde koşullu olasılıklar ile marjinal (önsel) olasılıklar arasındaki ilişkiyi gösterir. Bu ilişkiler ağda her düğüme ait Koşullu Olasık Tablo(KOT)'larında tutulur.

Bayes ağları değişkenler arasındaki bağlantıyı göstermek için Bayes teoremini kullanır. Bayes teoremi kullanılan uygulamalarda yeni bir gözlem elde edildiğinde bir önceki gözlemdeki sonsal dağılım önsel dağılım olarak düşünülür. Oluşan bu tekrarlı mekanizma sayesinde çıkarım elde edilir. Bu çıkarım sonuç düğümünün içerdiği durumlara olasılıksal bir değer atar. Mevcut girdilerle elde edilen olasılıksal çıkarım, yüzde bazında toplamları 100 olacak şekilde sonuç düğümüne ait durumlara atanan sayısal değerlerdir.

Bayes ağları belirsizlik durumunda mantık yürütmeyi etkin kılar ve sezgisel görsel sunumun avantajını Bayes olasılığındaki matematik ilkeleri ile birleştirir. Bayes ağları ile değişik parametreler arasındaki bağlantılar hakkında uzman görüşü söylemek ve belirsiz sonuçların olasılıklarında bulgunun gücünü tutarlı bir şekilde çoğaltmak mümkündür. Model yapısı ve koşullu olasılıklar oluşturulurken uzman görüşleri ve veriden tahmin etme işlemi kullanılabilir. Olasılık dağılımları, uzman görüşü ise Bayes ağlarına bilimsel kesinliğin katılımına izin verir. Bu hem uzman görüşünün güvenilirliğini artırır, hem de bazı kararlara has olan beklenmeyen durumları açığa çıkarır.

Eğer Bayes ağı ile modeli gerçekleştirilecek dünyadaki değişkenlerin sayısı çok büyük olursa, olasılık tabloları da büyüyeceği için bu tabloları oluşturmak zorlaşır, ağ verileri kullanılarak öğretilmez. Naive Bayes sınıflandırma böyle bir durumda problemi basitleştirerek çok boyutluluğun etkisini azaltır. Böylece ağdaki düğümlerin KOT'larının oluşturulup, ağın öğretilmesi mümkün olabilir.

1.1 Tezin Amacı

TTE, kardiyoloji bölümleri tarafından sık kullanılan bir test olarak büyük önem taşımaktadır. Bu tezin temel amacı hastanelerin ve diğer medikal kurum ve kuruluşların kardiyoloji bölümlerinde sıkça kullanılan TTE verilerinin bir bilgisayar yazılımı ile modellenmesidir. TTE, 40 adet sözel ve sayısal parametre içeren bir rapor olarak hastanın durumunu teşhis etmek için kullanılmaktadır. Bu rapora dayanarak hekimler hastanın durumunu teşhis etmektedirler.

Tezde verileri kullanılan hastanede TTE ölçüm sonuçları hastaya işlem uygulanırken kağıt üzerine not alınmaktadır. Her hasta için üzerinde yukarıda adı geçen 40 adet parametrenin bulunduğu A4 boyutundaki bir kağıda ölçüm değerleri yazılmaktadır. İşlem bittikten sonra bir test personeli aracılığıyla bu ölçüm bilgileri otomasyon sistemine kaydedilmektedir. Bu gibi durumlardan ve ayrıca oldukça fazla sayıda ölçüm parametresi olmasından dolayı, test sonuçlarının yorumlanması zaman almakta ve insan hatalarına açık bir zemin oluşturmaktadır. Bu verilerin test personeli ve hekimlerin yanısıra bir bilgisayar yazılımı ile de yorumlanıp sonuçların karşılaştırılması sistemin toplam güvenilirliğinin artırılması yönünde büyük katkılar sağlayacaktır.

Tezin diğer bir amacı ise veriler ile teşhisler arasındaki belirsizliklerin ölçülebilir şekilde belirlenmesidir. Bu amaç için Bayes ağları yöntemi kullanılmıştır. Bayes ağları koşullu olasılıkların temeli olan Bayes teoremini kullanan ve ağ topolojisine sahip olan uzman sistemlerdir. Tez kapsamında TTE verileri kullanılarak optimal Bayes ağı oluşturulmuş ve bu ağ teşhis için kullanılmıştır.

Ayrıca TTE verilerinin içinde bulunan parametrelerin çoğu NORMAL-ANORMAL gibi iki-değerli Aristo mantığı ile açıklanamayıp, çok-değerli yapıları gerektirmektedir. Bu parametrelerin ve dolayısı ile son teşhisin belirsizliği sayısal olarak hesaplanabilmelidir. Tezde kullanılan Bayes ağlarının tamamen bütün bilim çevrelerinde kabul gören olasılık teorisinin temellerine dayandığı düşünüldüğünde, bu tezin belirsizlik hesaplamaları için de önemi ortaya çıkmaktadır.

1.2 Literatür Özeti

Bayes ağları; tıbbi uzman sistemler [1], kaza analizi [2], enflasyon [3], hedef takibi [4], gen çalışmaları [5], otomatik öğrenme sistemi [6], metin işleme [7] gibi birçok konuda kullanılmıştır.

Günümüze kadar Bayes ağları kullanılarak birçok tıbbi teşhis destek sistemi geliştirilmiştir. MUNIN [8], Painulim [9], Pathfinder [10]; Bayes ağları ile oluşturulmuş tıbbi destek sistemlerinden bazılarıdır. Aşağıda Bayesci yaklaşımla geliştirilmiş önemli sistemlerden bahsedilecektir.

Çabuk Tıbbi Referans Sistemi: Tıpta geniş sayılabilecek alanları içeren ve olasılıksal grafik modeli kullanılarak kesin çıkarsama yapabilen bir yöntem olarak geliştirilmiştir. Bu yapı uzman ve istatistik bilgisine dayanan altı yüzün üzerinde hastalık ve yaklaşık dört bin bulgu içermektedir. Teşhis problemini verilen bulgular doğrultusunda hastalıkların olasılık dağılımlarını bulmak olarak tanımlamaktadır. Birçok belirti birden fazla hastalıkta görülebileceği için sistemde oluşturulan çizgeler oldukça yoğun olmuştur. Bu yoğunluktan doğacak işlem karmaşıklığı, Heckerman'ın (1989) geliştirdiği "Hızlı skor" algoritması ile azaltılmaya çalışılsa da çalışma zamanı, pozitif bulguların sayısı oranında üstel olarak artmaktadır [11].

Promedas: Promedas (Olasılıksal Tıbbi Teşhis Tavsiye Sistemi) hastaya özel teşhissel bir tıbbi karar destek sistemidir. Bu sistem hasta bulgularını kullanarak ayrımsal bir teşhis koyabilmektedir. Ayrıca bu teşhisin daha da kesin olabilmesi için yapılması gereken testleri kullanıcıya önerebilmektedir [12].

Promedas diğer sistemlerden şeffaflığı ve kesine yakın sonuç üretebilmesi ile ayrılır. Bu kesinliğin en büyük nedeni sistem oluşturulurken çok sayıda tıbbi uzmanın bilgisinden yararlanmasıdır. Sadece uzman bilgisiyle yetinilmemiş tıbbi literatür de detaylı olarak taranmıştır. Kullanılabilirliği arttırmak için ICD-10 gibi standartlar sağlanmıştır [12].

Bu sistemin amacı çok geniş bir alanı kapsayan ve kesine yakın sonuçlar üretebilen bir tıbbi teşhis destek sistemini gerçekleştirmektir. Ancak Promedas şu an sadece anemi hastalıkları üzerinde istenen başarıyı sağlamaktadır [12].

Trauma Scan: Bayes ağları kullanılarak oluşturulmuş, göğüs ve karın bölgesindeki travma vakalarının teşhisini gerçekleştiren bir teşhis destek sistemidir. Bu sistemin

çıkartım motoru, hastanın dış ve iç yara yeri bulduktan sonra bu bilgileri kullanarak yaralanmanın izlediği yol ile oluşabilecek anatomik rahatsızlıklar arasındaki nedensel ilişkileri çıkarır [13].

Deneysel olarak gözlemlenememiş ilişkiler için karın bölgesi travmalar konusunda uzman olan Dr. John Clarke'ın yardımı alınmıştır. Kullanılan Bayes ağ yapısı bir vakadan diğerine değişiklik göstermektedir. Mimari oluşum aynı kalsa da yaralanma hipotezlerinin ve koşullu olasılıkların sayısı, üzerinde durulan yaralanmaya göre değişebilmektedir [13].

Geliştirilen bu sistem MCP-Hahnemann Üniversitesi'nden alınan yirmi altı silahla yaralanma vakası üzerinde çalıştırılmıştır. Sonuçları önceden bilinen bu deney kümesi üzerinde çalıştırılan TraumaScan yüzeysel ve içsel yaraların yeri verilip hasta bulguları verilmediğinde 0,8647'lik bir doğruluk oranı yakalanmıştır. Yaralanma yerlerine ek olarak hastaların bulguları da sisteme verildiğinde bu doğruluk oranı 0,8801'e çıkmıştır [13].

1.3 Hipotez

Bu çalışma ile TTE işlemini gerçekleştiren doktorların sistemden dönen önerilerden en iyi sonuç vereni seçmesi beklenmektedir.

Ayrıca karar vericiye alternatif çözümler elde etme, eldeki verileri yeniden gözden geçirme imkanı verilebilecektir. Bu şekilde verilerin test personeli ve hekimlerin yanısıra bir bilgisayar yazılımı ile de yorumlanıp sonuçların karşılaştırılmasıyla, insan hatalarından ya da uzman bilgi eksikliğinden kaynaklanabilecek problemlerin önüne geçilmesi, verilen hizmet kalitesinin artması, işlemlerin hızlanması, sistemin toplam güvenilirliğinin artırılması planlanmaktadır. Doktorların karar verebilmesinde yardımcı olacağı düşünülmektedir.

1.4 Tezin İçeriği

Tez yedi bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde literatür özeti ve tezin tanıtımı yapılmıştır. İkinci bölümde olasılık teorisi hakkında genel bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde Bayes teoremi ve Bayesci yaklaşım anlatılarak çalışmanın altyapısı oluşturulmuştur. Dördüncü bölümde TTE hakkında kısaca bilgi verilmiştir.

Beşinci bölümde örnek hastaneden alınan TTE ölçüm verilerinin Bayes ağına öğretilmesi için veriler üzerinde yapılan işlemlerden bahsedilmiştir. Altıncı bölümde verilerin incelenmesiyle sahip olunan bilgi kullanılarak tasarlanan Bayes ağları detaylı olarak anlatılmıştır.

Son bölümde ise oluşturulan Bayes ağlarının öğretilmesiyle elde edilen sonuçlar yorumlanmış ve konu hakkında gelecekte yapılabilecek çalışmalar önerilmiştir.

2. OLASILIK

2.1 Olasılığa Giriş

Olasılık teorisi belirsizliği matematiksel olarak modeller. Bu belirsizlikler, olaylara ait değişken ve fonksiyonların bilinmesiyle ortadan kalkar. Fakat bu değişken ve fonksiyonların kesin olarak bilinmesi pratikte pek mümkün değildir. Bu yüzden olasılık teorisi tekrarlanan olayların ortalama davranışlarıyla ilgilenir. Yani olasılık temelde olayların ortalama davranışlarını tanımlar ve kestirir [14].

2.2 Çeşitli Olasılık Tanımları

Olasılık, bir olayın olup veya olmama durumunun matematiksel değeri yani olabilirlik yüzdesi değeridir. Olasılığın klasik teori, frekansçı teori ve subjektif teori ile açıklanan 3 temel tanımı vardır. Aşağıda bu tanımlar açıklanacaktır.

2.2.1 Klasik tanım

Klasik tanımda bir olayın olasılığı, o olayın gerçekleşebileceği farklı durumlar sayılıp, elde edilen sayının mümkün olan bütün sonuçlara oranı ile bulunur [14].

2.2.2 Bağlı frekans tanımı

Bir deneme n kere tekrarlanarak A olayının olasılığı bağlı frekans yoluyla belirlenebilir. Bu n deneme sırasında A olayının görüldüğü durumlar sayılır ve bu n_A ile gösterilir. A olayının olasılığı

$$P(A) = n_A/n \quad (2.1)$$

olarak verilir. Sonsuz sayıda deneme yapılamayacak olunmasına rağmen olasılık teorisini gerçek dünya olaylarına uyarlamada önemli bir yere sahiptir [14].

2.2.3 Subjektif tanım

Bu tanım aynı duruma bakan iki kişinin gelecek durumlar hakkında farklı olasılık ifadeleri elde edebileceğini belirtir [15].

2.3 Olasılıkta Kullanılan Tanımlar

2.3.1 Olasılıkla ilgili terimler ve küme işlemleri

Olasılık kavramının anlaşılabilmesi için öncelikle küme, deney, sonuç, örneklem uzayı, olay gibi terimler; küme işlemleri ve küme işlem kuralları açıklanacaktır [14].

Küme, belirlenmiş nesnelere topluluğudur. Bütün elemanları daha büyük bir kümenin içinde bulunan kümeye alt küme denir. Hiç elemanı olmayan kümeye boş küme denir. \emptyset ya da $\{ \}$ ile gösterilir.

İstatistikte gözleme ve ölçme süreçlerine deney denir. Deneyden elde edilen bulgular ise deneyin sonuçlarıdır.

Bir deneyin bütün mümkün sonuçlarını içeren kümeye örneklem uzayı denir ve Ω ile gösterilir. Örneklem uzayının herhangi bir alt kümesine ise olay denir.

Küme İşlemleri

- 1) $p \in A$: p , A kümesinin bir elemanıdır.
- 2) $A \subset B$: A kümesi B kümesinin alt kümesidir.
- 3) $A = B$: A 'nın her elemanı B 'nin ve B 'nin her elemanı da A 'nın elemanıdır, A ve B kümeleri eşittir.
- 4) $p \in A$, $A \subset B$, $A = B$ ifadesinin karşıtları sırasıyla $p \notin A$, $A \not\subset B$, $A \neq B$ 'dir.
- 5) Herhangi bir A kümesi için $\emptyset \subset A \subset \Omega$ ifadesi yazılabilir.
- 6) Birleşim: A ve B herhangi iki küme olsun. A ve B kümelerinin birleşimi A 'ya ya da B 'ye bağlı elemanlar kümesidir. $A \cup B$ ile gösterilir.

$$A \cup B = \{x: x \in A \text{ ya da } x \in B\} \quad (2.2)$$

- 7) Kesişim: A ve B herhangi iki küme olsun. A ve B kümelerinin kesişimi A ve B kümelerinin her ikisine de bağlı elemanların kümesidir. $A \cap B$ ile gösterilir.

$$A \cap B = \{x: x \in A \text{ ya da } x \in B\} \quad (2.3)$$

- 8) Ayrık Kümeler: Eğer $A \cap B = \emptyset$ ise yani A ve B 'nin ortak elemanı yoksa A ve B ayrık kümelerdir.
- 9) Fark: $A \setminus B$ biçiminde gösterilen B kümesinin A 'ya bağlı olup B 'ye bağlı olmayan elemanların kümesidir.

$$A \setminus B = \{x: x \in A \text{ ya da } x \in B\} \quad (2.4)$$

Burada $A \setminus B$ ve B ayrıktır yani $(A \setminus B) \cap B = \emptyset$ dır.

10) Tümlen: A^c ile gösterilen A 'nın salt tümleneni, A 'ya bağlı olmayıp örnek uzayına bağlı olan elemanların kümesidir.

$$A^c = \{x: x \in \Omega \text{ ya da } x \notin A\} \quad (2.5)$$

Küme İşlem Kuralları

- 1) $P[A] \geq 0$
- 2) $P[\Omega] = 1$
- 3) $A \cup A = A, A \cap A = A$ (Tanımlama Kuralı)
- 4) $(A \cup B) \cup C = A \cup (B \cup C), (A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C)$ (Birliktelik Kuralı)
- 5) $A \cup B = B \cup A, A \cap B = B \cap A$ (Değişme Kuralı)
- 6) $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C), A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$ (Dağılma Kuralı)
- 7) $A \cup \emptyset = A, A \cap \emptyset = \emptyset, A \cup \Omega = \Omega, A \cap \Omega = A$ (Özdeşlik Kuralı)
- 8) $A \cup A^c = \Omega, A \cap A^c = \emptyset, (A^c)^c = A, \Omega^c = \emptyset, \emptyset^c = \Omega$ (Tümlenme Kuralı)
- 9) $(A \cup B)^c = A^c \cap B^c, (A \cap B)^c = A^c \cup B^c$ (De Morgan Kuralı)
- 10) $P[A \cup B] = P[A] + P[B]$ ($A \cap B = \emptyset$ ise)
- 11) $P[\emptyset] = 0$
- 12) $P[A \cap B^c] = P[A] - P[A \cap B]$
- 13) $P[A] = 1 - P[A^c]$
- 14) $P[A \cup B] = P[A] + P[B] - P[A \cap B]$

2.3.2 Koşullu olasılık

Bazen, bir olayın gerçekleşmesi, başka olayların gerçekleşip gerçekleşmemesine bağlıdır. Bu durumda koşullu olasılık kavramı kullanılır.

A ve B , Ω örneklem uzayında iki olay ise A verilince B 'nin koşullu olasılığı

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)}; \quad (P(A) \neq 0 \text{ için}) \quad (2.6)$$

olur [16].

2.3.3 Birleşik olasılık

İki olayın birlikte görülme olasılığıdır [17].

2.4 Olasılık Teorisi

Olasılık teorisi, belirsizlik durumunda nedenselliğe ilişkin bir sistemdir. Bu sistemde kesinlik ile ilgili bilgi yoktur. Olasılık teorisi tümevarımsal mantık olarak da bilinir. Bu bölümde olasılık teorisi ile ilgili bazı tanım ve teoremler verilmiştir [18].

2.4.1 Tanımlar

Tanım 1: (Ω, \mathcal{F}, P) bir olasılık uzayı, $X: \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ yani X, Ω üzerinde reel değerli bir fonksiyon olsun. Bu fonksiyona bir boyutlu rastgele değişken denir [18].

Tanım 2: X , bir boyutlu rastgele bir değişken olsun. X 'in sonlu veya sonsuz sayılabilir sayıda farklı değerleri varsa, X 'e bir boyutlu kesikli rastgele değişken denir. X sayılamayan sonsuz sayıda noktadan oluşuyorsa, X 'e bir boyutlu sürekli rastgele değişken denir [18].

Tanım 3: X , bir boyutlu kesikli rastgele değişken olsun. $P(x) = P(X = x) = P(\{w \in \Omega: X(w) = x\})$ olmak üzere; tüm x değerleri için $P(x) \geq 0$ ve $\sum_x P(x) = 1$ koşullarını sağlayan $P(x)$ fonksiyonu X 'in olasılık dağılımı veya olasılık fonksiyonu olarak adlandırılır [18].

Tanım 4: X , bir boyutlu sürekli rastgele değişken olsun. $\forall x \in \mathbb{R}$ için $f(x) \geq 0$; $\int_{\mathbb{R}} f(x)dx = 1$; tüm α, β için $\alpha \leq \beta$ ve $P(\alpha \leq X \leq \beta) = P(\{w \in \Omega: \alpha \leq X(w) \leq \beta\}) = \int_{\alpha}^{\beta} f(x)dx$ koşullarını sağlayan $f(x)$ fonksiyonu X rastgele değişkeninin olasılık yoğunluk fonksiyonu olarak adlandırılır [18].

Tanım 5: (Ω, \mathcal{F}, P) bir olasılık uzayı, $X: \Omega \rightarrow \mathbb{R}^n$ bir fonksiyon olsun. Bu fonksiyona n -boyutlu rastgele değişken denir. X 'in sonlu veya sayılabilir sonsuz sayıda alabileceği farklı değerler varsa, X 'e n -boyutlu kesikli rastgele değişken denir. X 'in sayılamaz sonsuz sayıda alabileceği farklı değerler varsa, X 'e n -boyutlu sürekli rastgele değişken denir [18].

Tanım 6: $\mathbf{X} = (\mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_n)$, n-boyutlu kesikli rastgele değişken olsun. Tüm x değerleri için $P(x) \geq 0$ ve $\sum_x P(x) = 1$ koşullarını sağlayan,

$$P(x) = P(x_1, \dots, x_n) = P(X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n) = P(\mathbf{X} = x) \quad (2.7)$$

fonksiyonu \mathbf{X} 'in ortak olasılık fonksiyonu veya ortak olasılık dağılımı olarak adlandırılır [18].

Tanım 7: $\mathbf{X} = (\mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_n)$, n-boyutlu sürekli rastgele değişken olsun. $\forall x \in \mathbb{R}^n$ için $f(x) \geq 0$; $\int_{\mathbb{R}} \int_{\mathbb{R}} f(x_1, \dots, x_n) dx_1 \dots dx_n = 1$; tüm i 'ler için, $\alpha_i < \beta_i$ olacak şekilde $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n)$ ve $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_n)$ için $P(\alpha \leq X \leq \beta) = P(\{w \in \Omega: \alpha \leq X(w) \leq \beta\}) = \int_{\alpha_1}^{\beta_1} \int_{\alpha_{n1}}^{\beta_{n1}} f(x_1, \dots, x_n) dx_1 \dots dx_n$ koşullarını sağlayan, $f(x) = f(x_1, \dots, x_n)$ fonksiyonu \mathbf{X} rastgele değişkeninin ortak olasılık yoğunluk fonksiyonu olarak adlandırılır [18].

Tanım 8: $\mathbf{X} = (\mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_n)$, n-boyutlu karışık bir rastgele değişkeni gösterebilir. \mathbf{X} 'in iki uygun alt kümesi $\mathbf{Y} = (\mathbf{Y}_1, \dots, \mathbf{Y}_r)$ ve $\mathbf{Z} = (\mathbf{Z}_1, \dots, \mathbf{Z}_{n-r})$ olmak üzere; $\mathbf{Y} \cup \mathbf{Z} = \mathbf{X}$ ve $\mathbf{Y} \cap \mathbf{Z} = \emptyset$ 'dir. \mathbf{Y} , r-boyutlu kesikli rastgele değişken ve \mathbf{Z} , n-r boyutlu sürekli rastgele değişkendir. Tüm y ve \mathbb{R}^{n-r} için $\rho(x) \geq 0$, $\sum_{y_1} \dots \sum_{y_r} \int_{\mathbb{R}} \dots \int_{\mathbb{R}} \rho(z_1, \dots, z_{n-r}) dz_1 \dots dz_{n-r} = 1$ koşullarını sağlayan $\rho(x) = \rho(x_1, \dots, x_n)$ fonksiyonuna, \mathbf{X} için genelleştirilmiş ortak olasılık fonksiyonu denir [18].

Tanım 9: $\mathbf{X} = (\mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_n)$ ve $\mathbf{Y} = (\mathbf{Y}_1, \dots, \mathbf{Y}_r)$ çok boyutlu rastgele değişkenler olsun. $\mathbf{Y} = y$ verildiğinde, \mathbf{X} 'in genelleştirilmiş koşullu ortak olasılık fonksiyonu,

$$\rho(x|y) = \frac{\rho(x,y)}{\rho(y)} \quad , \rho(y) > 0 \quad (2.8)$$

olarak gösterilir [18].

Tanım 10: $\mathbf{X} = (\mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_n)$ ve $\mathbf{Y} = (\mathbf{Y}_1, \dots, \mathbf{Y}_r)$ çok boyutlu rastgele değişkenler olsun. Tüm $\mathbf{Y} = y$ 'ler için, $P(x/y) = P(x)$ ise, \mathbf{X} ve \mathbf{Y} bağımsızdır. \mathbf{X} ve \mathbf{Y} bağımsız değilse bağımlıdır [18].

Tanım 11: $\mathbf{X} = (\mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_n)$, $\mathbf{Y} = (\mathbf{Y}_1, \dots, \mathbf{Y}_r)$ ve $\mathbf{Z} = (\mathbf{Z}_1, \dots, \mathbf{Z}_m)$ çok boyutlu rastgele değişkenler olsun. Tüm $\mathbf{Y} = y$ ve $\mathbf{Z} = z$ 'ler için, $P(x/y, z) = P(x/z)$ ise, \mathbf{Z} verildiğinde, \mathbf{X} ve \mathbf{Y} koşullu bağımsızdır. \mathbf{Z} verildiğinde, \mathbf{X} ve \mathbf{Y} koşullu bağımsız değilse koşullu bağımlıdır [18].

2.4.2 Teoremler

Teorem 1: $\mathbf{X} = (X_1, \dots, X_n)$, n-boyutlu rastgele değişken olsun. arpım teoremi

$$P(x) = P(x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=2}^n P(x_i | x_1, \dots, x_{i-1}) \quad (2.9)$$

teoremidir [18].

Teorem 2: $\mathbf{X} = (X_1, \dots, X_n)$ ve $\mathbf{Y} = (Y_1, \dots, Y_r)$ çok boyutlu rastgele değişkenler olsun.

Bayes teoremi

$$P(x|y) = \frac{P(y|x)P(x)}{P(y)} \quad , \quad P(y) > 0 \quad (2.10)$$

teoremidir [18].

2.5 Tıpta Olasılık ve Belirsizlik

Olasılık, bir belirsizlik ölçütü, belirsizliği göstermek ve işlemek için oluşturulmuş bir metottur. Bu belirsizliklerle her konuda karşılaşılabileceği gibi tıpta da karşılaşılmaktadır. Tıp konusunda geliştirilen karar destek sistemleri iki tip belirsizlikle karşı karşıyadırlar. İlk tip belirsizlik hastalıktan belirtilere gidilirken görülür. Örneğin, enfeksiyonu olan bir hastanın her zaman ateş olmayabilir. İkinci tip belirsizlik ise, belirtilerden teşhise gidilirken görülür. Örneğin, yüksek ateş çoğu hastalıkta görüldüğü için kesin olarak tek bir hastalığa ait bir belirti değildir. Bu nedenle de ayırt ediciliği azdır [1].

Belirsizliğin en temel sebeplerinden biri alakalı olduğu alana ait tüm değişkenleri gözlemenin zor olmasıdır. Bunun yanında gözlemlenebilen değişkenler, ait oldukları alan deterministik olsa da, gelişigüzel davranırlar. Bu yüzden ilgili alanın tüm değişkenlerini ve bu değişkenlerin aralarındaki ilişkileri belirlemek zaman ve maliyet açısından çoğu zaman pratik olarak mümkün değildir. Fakat bütün bu zorluklara rağmen insanoğlu belirsizlik altında karar alabildiğini fark etmiş ve bu becerisini programladığı sistemlere aktarmak istemiştir. Bu beceri sistemlere aktarılırken çıkan en önemli problemlerden ilki belirsizlik içerisindeki ilişkilerin nasıl temsil edileceğidir [1].

Bu durum ve ilişkilerinin temsili için olasılık kuramı kullanılabilir. Bu yöntemde gerçekler bir veya daha fazla değeri olabilen rastlantısal değişkenlerle gösterilirler. Rastlantısal değişkenler ikili değerler (hastalık var-yok), çoklu değerler (kan değeri düşük-normal-yüksek) veya sürekli değerler (nabız 0-250) alabilirler. Sonra bu rastlantısal değişkenler işleme konulup, hastalığa ait bilgi olasılıksal olarak elde edilir [1].

2.6 Olasılığın Mühendislikteki Uygulamaları

Olasılık, mühendislik alanında elektrik devrelerde ısı gürültü, zayıf radar ve radyo sinyallerinin algılanması, enformasyon teorisi, haberleşme sistem tasarımı, sistemlerin güvenilirliği, sistem/cihaz hata/başarısızlık oranları ve olasılıkları, ağ trafiği, haberleşme ağları gibi birçok uygulama alanına sahiptir [14].

3. BAYESCI YAKLAŞIM VE BAYES AĞLARI

3.1 Bayesci Yaklaşım ve Bayes Teoremi

3.1.1 Giriş

Günlük yaşantıda karşılaşılan düşüncelerin, sezgilerin bilimsel amaçlara yönelik kullanılmasında Bayesci yaklaşım ortaya çıkmaktadır [2].

Bayesci yaklaşımın temeli olan Bayes teoremi ve toplam olasılık formülü, 18. yüzyılın son yarısında Thomas Bayes (1793) tarafından geliştirilen koşullu olasılıkların hesaplanması için ortaya atılmasına rağmen, 19. ve 20. yüzyılın özellikle ilk yarısı Bayesci fikirler açısından pek parlak geçmemiştir. Bayesci düşünce DeFinette, Savage, Jeffreys ve diğer bazı istatistikçiler tarafından gerçekleştirilen çalışmalarla önem kazanmıştır [3].

Bayesci yaklaşımda sübjektif olasılık tanımı kullanılmaktadır. Bir olayın olasılığı, o olaya ilişkin ön bilgi ile denemeden elde edilen sonuçların yani verinin birleştirilmesi ile oluşmaktadır. Birleştirme işlemi, Bayes teoremine dayanmaktadır [17].

Günümüzde bilimsel öğrenme ve karar vermede, Bayesci yaklaşım önemli bir ilgi odağı olmuştur ve özellikle son yarım yüzyılda, Bayesci yaklaşım temelli bilimsel çalışmaların sayısında büyük bir artış görülmektedir. Bu yaklaşım istatistikte, ekonometrik çalışmalarda ve pek çok alanda uygulanmaktadır [3, 19].

3.1.2 Bayes Teoremi

Bayes teoremi önsel bilgiler toplandıktan sonra parametreler hakkında önsel bilgilerin yardımıyla yorum yapılmasını sağlayan, sayısal çıkarımdan sözel yoruma geçişte yardımcı bir teoremdir [20].

Bayes teoreminin tanımında θ parametre vektörünü, y gözlemleri temsil etmektedir. Buna göre Bayes teoremi aşağıdaki eşitlikte gösterildiği gibidir.

$$P(\theta|y) = \frac{P(y|\theta)P(\theta)}{P(y)} \quad , \quad P(y) > 0 \quad (3.1)$$

$P(\theta | y)$: θ 'nın y kanıtından sonraki olasılığı (sonsal)

$P(y)$: y 'nin θ kanıtından önceki olasılığı (önsel), y 'nin marjinal olasılığı

$P(y | \theta)$: y kanıtının θ olayının gerçekleşmesi için oluşma olasılığı (olabilirlik)

(3.1)'deki ifade aşağıda verilen iki olasılık kuralı ile elde edilir.

$$P(\theta, y) = P(y|\theta)P(\theta) \quad (3.2)$$

$$P(\theta|y) = \frac{P(\theta, y)}{P(y)} \quad (3.3)$$

(3.2) ifadesi (3.3) eşitliğinde yerine konulduğunda, (3.1)'deki parametre vektörüne ait sonsal dağılım elde edilir. Burada θ 'ya göre sabit terim olarak algılanabilen gözlemlerin marjinal dağılımı olan **$P(y)$** ,

$$P(y) = \int P(y|\theta)P(\theta)d\theta \quad (3.4)$$

olarak elde edilir [20].

Burada, sonsal dağılımın integralinin bire eşit olmasını sağlayan sabit bir terim olan **$P(y)$** , literatürde normalleştirme katsayısı olarak adlandırılır. Bayesci analizlerde amaç, θ 'nın dağılımını elde etmek olduğu için (3.1) eşitliğinde yer alan **$P(y)$** terimi ihmal edilerek aşağıda verilen orantı elde edilir:

$$P(\theta|y) \propto P(y|\theta)P(\theta) \quad (3.5)$$

Bu orantıya göre,

$$\text{Sonsal Dağılım} \propto \text{Olabilirlik} \times \text{Önsel Dağılım}$$

yazılabilir. (3.5) sözel olarak; sonsal bilgi, önsel bilgi ve örneklemeden gelen bilginin çarpımına orantısal olarak eşit demektir [20].

Sonsal dağılım gözlemlerin ardışık olarak elde edildiği uygulamalarda oldukça faydalı olmaktadır. Bayes teoremi, bu tür uygulamalarda sonsal dağılımın güncellenmesi için tekrarlı bir mekanizma sağlar. Her yeni gözlem elde edildiğinde bir önceki gözlemdeki sonsal dağılım önsel dağılım olarak düşünülür ve aşağıdaki zincir meydana getirilir [21].

$$P(\theta) \Rightarrow P(\theta|y_1) \Rightarrow P(\theta|y_1, y_2) \Rightarrow P(\theta|y_1, y_2, y_3) \Rightarrow \dots \quad (3.6)$$

Bayes teoreminin bu şekilde ardışık olarak uygulanması, uygulamalarda ana fikirdir. Bayesci çıkarımda (3.5) ifadesi ile elde edilen sonsal dağılım, başlangıç olarak ele alınabilir. Yeni gözlemler geldikçe sonsal dağılım güncellenir ve elde edilen sonsal dağılımlardan parametreler için sonsal bilgiler elde edilir. Elde edilen bu bilgilerin de anlamlı bir şekilde yorumlanması gerekir [21].

3.1.3 Bayes Teoreminin genişletilmiş hali

Bayes teoremi ikiden fazla değişkeni olan problemlerin çözümünde de kullanılabilir [15].

$$P(A|B, C) = \frac{P(A)P(B|A)P(C|A, B)}{P(B)P(C|B)} \quad (3.7)$$

Bu işlem koşullu olasılığın tanımı ve Bayes teoremi kullanılarak birkaç adımla genişletilebilirse (3.8) elde edilir [15].

$$\begin{aligned} P(A|B, C) &= \frac{P(A, B, C)}{P(B, C)} = \frac{P(A, B, C)}{P(B)P(C|B)} = \frac{P(C|A, B)P(A, B)}{P(B)P(C|B)} \\ &= \frac{P(A)P(B|A)P(C|A, B)}{P(B)P(C|B)} \end{aligned} \quad (3.8)$$

3.1.4 Önsel ve sonsal dağılımlar

3.1.4.1 Önsel bilgi

Önsel bilgi, bilinmeyen parametre hakkında ön bilgidir. Eldeki veriden hariç araştırmacının parametre hakkındaki deneyimini, hissiyatını ve teorik fikirlerini içerir. Ayrıca daha önce yapılmış çalışmalardan, deneylerden ve uzman görüşlerinden elde edilir [15, 4].

Bayesci çıkarım için önsel bilginin doğru seçilmesi büyük önem taşır. Seçilecek önsel dağılım veriler elde edilmeden önce bilinmeyen parametreler hakkındaki tüm bilgileri en iyi şekilde tanımlamalıdır [22].

3.1.4.2 Sonsal bilgi

Sonsal bilgi veri gözlemlendikten sonra çıkarım yapılması istenen parametre hakkındaki olasılık değeridir. Sonsal bilgi, Bayesci çıkarımda bilinmeyen bütün parametreler hakkında bilginin güncel durumunu ortaya koyar. Sonsal bilgi, önsel bilgi ile olabirlik fonksiyonu kullanılarak elde edilir [15, 4].

3.1.4.3 Önsel dağılım

Önsel dağılım, θ ile ilgili önceki bilgiler, inançlar veya eski çalışma sonuçları doğrultusunda oluşturulan marjinal dağılımdır. Ön olasılık dağılımı sübjektif veriler kullanılarak oluşturulur [17, 5].

3.1.4.4 Olabirlik fonksiyonu

Olabirlik fonksiyonu, parametrelerin veri olarak değerlendirilmesiyle örneklemin olabirliğini ifade eder. Olabirlik fonksiyonunun oluşturulmasında objektif veriler kullanılır [17].

Bayes teoremi bütünüyle ele alındığında, sonsal dağılım üzerinde önsel kadar olabirlik fonksiyonunun da etkisi olduğu görülür. Çünkü sonsal dağılım, önsel dağılımla olabirlik fonksiyonunun çarpımından oluşur [22].

Olabirlik fonksiyonu doğrudan ölçümlerle ilgilidir. Eğer önsel bilgi ölçümlere göre daha zayıfsa yapılan çıkarımdaki önselin etkisi ihmal edilebilir. Ölçümler azsa, çıkarımcı önsel dağılımın ortalaması etrafında yanlı olacaktır. Bu Bayesci sezgilerle önceden kestirilebilecek bir sonuçtur; veri ne kadar çoksa, yani ne kadar çok ölçüm yapılmışsa süreç hakkındaki cehalet de o kadar azalır [22].

3.1.4.5 Sonsal dağılım

Önsel dağılım ve olabirlik fonksiyonunun çarpımı ile ifade edilir. Yani ön kanıları ve örneklemden elde edilen bilgiyi bir araya getirir [17].

3.1.4.6 Önsel dağılımın seçimi

Bayesci modeller oluşturulurken öncelikli olarak yapılacak işlemlerden biri önsel dağılımın belirlenmesidir. Birçok problemde, olasılık fonksiyonu ile ilgili herhangi bir gözlem yapılmadan önce, deney yapan bir kişi, önceki bilgilerini gözden geçirip bir olasılık dağılımı oluşturarak, değişkenin kitle içerisinde nerede bulunabileceğini

tahmin edebilir. Başka bir değişle, herhangi bir deneysel veri elde edilmeden önce, deneyi yapan kişinin geçmiş tecrübeleri ve bilgi birikimi onun, değişkenin kitlenin diğer bölgelerine oranla, belli bazı bölgelerinde bulunmasının daha yüksek olasılıklı olduğuna inanmasına yol açacaktır. Bu olasılıktan elde edilen dağılım önsel dağılımdır [16, 5].

Önsel dağılım seçimi dikkatli biçimde gerçekleştirilmelidir. Uygun olmayan bir önsel dağılımın seçilmesi yanlış çıkarımlara neden olabilir [5].

Veri elde edilmeden önce elde herhangi bir bilgi yoksa uygun önselin nasıl seçileceği ile ilgili literatürde birçok çalışma yapılmıştır. Ama genel olarak önsel olarak, bilgi vermeyen dağılımlar kullanılıp, çıkarım aşamasında veriden öğrenerek önsel bilgi elde edilebilir. Yani bir önceki adımdaki sonsal dağılım, bir sonraki adımda önsel dağılım olarak kullanılabilir. Fakat bu durum bazen sonuca yakınsamayı geciktirebilir veya yanlış önsel seçimi kötü çıkarımlarla sonuçlanabilir [22].

Önsel dağılım olarak bilgi veren önsel seçildiğinde çoğu zaman konu ile ilgili daha önce yapılmış olan çalışmaların sonuçlarını kullanmak yararlı olabilir. Bu durumda önsel bilgi, önceki çalışmaların meta analizinin yapılması ile elde edilebilir. Fakat çoğu durumda var olan bilgilerin önsel ile ifade edilmesi zor olabileceği için bilgi vermeyen önsellerin kullanması gerekli olabilir [5].

Parametre belirlenmiş bir aralıkta olmak zorunda ise çıkarımlar bu aralıktan üretilmelidir. Örneğin, derecelmeler toplamıyla gerçekleştirilen Likert tipi bir ankette alın 0,1,...,10 şeklinde değerlerin, ortalamasının 0 ve 10 arasında olmak zorunda olduğu söylenebilir. Böyle bir durumda sınırlar bir önsel bilgidir. Sonucu daha geniş bir aralıkta aramak mantıksız olacaktır. Ayrıca sınırlı aralık için yapılan çıkarımın hatası diğerine göre daha düşük olacaktır [22, 23].

Bayesci çıkarıma yapılan eleştirilerden biri yanlı veya yanlış oluşturulmuş bir önselin çıkarıma olan etkileridir. Bu yüzden, objektif önseller seçilmelidir. Objektif önseller veriden daha az bilgi içeren önsellerdir. Önselin etkisi örneklem büyüdükçe azaldığı için yanlı önsel sorununun sadece küçük örneklem çıkarımları için tehlikeli olduğu belirlenmiştir [5].

Önsel dağılım seçiminde herhangi belirgin bir kural bulunmamaktadır. Çoğunlukla hangi önsel dağılımın daha uygun olacağını kestirmek zordur. Bu durumda, önsel dağılımın çıkarımları ne kadar etkilediği incelenmelidir [5, 20].

3.1.4.7 Önsel çeşitleri

Bilgi içermeyen (noninformative) önseller: Eşlenik olmayan önsellerdir. Parametre hakkında herhangi bir bilgi içermediği için burada önsel bilgi çok zayıftır [21].

Genellikle araştırmacının parametre hakkında az bilgiye sahip olduğu ya da veriden elde edilen bilgi dışında bilgiye ihtiyaç duyulmadığı durumlarda kullanılmalıdır [21].

Eşlenik (conjugate) önseller: Eşlenik önsel kullanıldığı durumlarda parametreye ait önsel dağılımının bilinmesi, sonsal dağılımının tahmin edilmesini sağlar [16].

Bilgi veren önseller: Elde parametreler hakkında herhangi bir önsel bilgi varsa bu bilginin formülasyonu ile elde edilir. Önsel bilgi, konu ile ilgili uzman görüşüyle ya da konu hakkında geçmişte elde edilmiş deneyimlerle elde edilebilir [24].

3.1.4.8 Sonsal dağılımın oluşturulması

X_1, \dots, X_n 'in; olasılık fonksiyonunun $f(\mathbf{x}|\theta)$ olduğu bir kitleden rastlantısal bir örnek oluşturulsun ve önsel olasılık fonksiyonu da $\xi(\theta)$ olsun. Bu şartlara bağlı $X_1 \dots X_n$ 'in olasılık fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir [16].

$$g_n(x) = \int_{\Omega} f_n(x|\theta)\xi(\theta)d(\theta) \quad (3.9)$$

Benzer bir şekilde $X_1 = \mathbf{x}_1, X_n = \mathbf{x}_n$ verildiğinde, θ 'nın koşullu olasılık yoğunluk fonksiyonu, $X_1 \dots X_n$ 'in bileşik olasılık yoğunluk fonksiyonu ve θ 'nın önsel olasılık fonksiyonunun, $\mathbf{x}_1 \dots \mathbf{x}_n$ marjinal bileşik olasılık yoğunluk fonksiyonuna bölünmesiyle elde edilir [16].

$$\xi(\theta|x) = \frac{f_n(x|\theta)\xi(\theta)}{g_n(x)} \quad (3.10)$$

Buradaki koşullu olasılık yoğunluk fonksiyonuna sonsal dağılım denir. Çünkü bu, θ 'nın, $X_1 \dots X_n$ 'in değerleri gözlemlendikten sonra elde edilen dağılımıdır [16].

3.1.5 Bayesci yaklaşım ile klasik yaklaşım arasındaki farklılıklar

İstatistik konusunda temel olarak iki farklı felsefi yaklaşım olan Klasik (veya Frekansçı, Berkeley istatistiği) ve Bayesci yaklaşımın belirginleştiği görülmektedir. Bu iki disiplin başlangıç aksiyomlarının yorumlanmasında, pek çok konu ve

kavramın ele alınışında birbirine alternatif olmuştur. Bayesci yaklaşım gelişme süreci göz önünde bulundurulduğunda, kendi disiplini olan alternatif bir yaklaşım olduğu için pek çok istatistiksel kavram bu yaklaşımda farklı yorumlanmakta ve ele alınmaktadır [19].

Klasik yaklaşım tündengelim yöntemi, Bayesci yaklaşım tümevarım yöntemiyle paralellik gösterir. Ayrıca pek net olamamakla birlikte klasik yaklaşım nedensellik ilkesinin deterministik yorumuna yakın iken, Bayesci yaklaşım olasılıklı yorumuna yakındır [19].

Bayesci yaklaşımda herhangi bir olayın olasılığı hesaplanırken, deneme yapılan paranın veya zarın hilesiz olması gibi, başlangıç varsayımlarına ihtiyaç duyulmamaktadır. Çünkü pratikte her zaman geçerli olamayacak böyle varsayımlar olmadan, bu konuda gerekli olan alt yapı ön bilgi ile sağlanmaktadır [19].

Bayesci yaklaşım ile klasik yaklaşım arasındaki en önemli fark, parametre kavramına olan yaklaşımlarındadır. Klasik yaklaşımda, parametrenin sabit olduğu kabul edilip analizler doğrudan veriden elde edilen bilgi olan olabilirlik fonksiyonu ile yapılırken, Bayesci yaklaşımda parametre, rastlantı değişkeni olarak kabul edilir ve sonsal bilgi bir önsel dağılım kullanılarak elde edilir [3].

Klasik istatistiği savunanlar bu ön bilgiyi, gözlenmediği ve kişiden kişiye değişkenlik gösterebileceğinden dolayı kabul etmemektedirler. Ancak istatistiğin verimli olarak kullanımında önsel düşünce de önemli bir rol oynamaktadır. Klasik istatistikçilerin göstermiş oldukları itirazlara rağmen Bayesci olmayan bir bilim adamı olan Freedman'ın “verilerden çıkarsamalar yapılacağı zaman, en muhafazakâr istatistikçi bile, bazı varsayımları ve önsel bilgileri kullanmak zorunda kalacaktır” şeklinde bir açıklamada bulunması, ek bilginin gerekliliğini vurgulamıştır. Bu sayede Bayesci yöntemler Klasik yöntemlere göre daha doğru çıkarımlarda bulunur [20, 21, 5].

3.1.6 Bayesci yaklaşımın zorlukları ve üstünlükleri

Bayesci yaklaşımda zorluklarla en çok önsel dağılımın oluşturulması ve sonsal dağılımın elde edilmesi aşamasında karşılaşılır. Önsel dağılımların elde edilmesi aşamasında zorluklar, parametre hakkındaki kesin olmayan önsel bilgilerin önsel dağılıma dönüştürülmesi işleminde ortaya çıkar. Çok değişkenli modeller söz konusu olduğunda, özellikle parametreler arasında önsel ilişkiler varsa, bilgi içeren önsel dağılımların belirlenmesi zorlaşır ve elde edilen önsel dağılımlar karmaşılaşır.

Parametreler arasında karmaşık önsel dağılımlar söz konusu olduğunda sonsal dağılımların elde edilmesi de zor olabilir [24].

Bayesci yaklaşımın üstünlüğü Klasik istatistikte çözüm bulunamayan problemlere çözüm bulunabilmesinden kaynaklanmaktadır. Örneğin, Klasik istatistikte tam olarak çözüm bulunamayan problemlerden biri olan Behrens-Fisher problemi için Bayesci yaklaşım ile bir çözüm sağlanabilmektedir [24].

Bayesci yaklaşım, süreç hakkındaki bilgilerin optimal kullanımına izin verir. Çıkarım yapmak için örneklem büyüklüğü bir kısıt değildir. Büyük örneklerle çalışmak istatistiksel süreç kontrolünde önemli bir maliyettir. Fakat Bayesci istatistik kullanılan süreçlerde maliyet kısıtı gözetilerek toplam denetleme maliyeti minimize edilebilir [21, 24].

Sonuç olarak Bayesci yaklaşım klasik istatistik temelli tahminlerde görülen sıkıntılı durumlarda birçok avantaja sahiptir [21].

3.2 Bayes Ağları

Bayes ağları, olasılıklı ağ modellerinin içerisinde yer almaktadır. Olasılıklı ağ modellerinde düğümler rastgele değişkenleri, değişkenler arasındaki oklar değişkenler arasındaki ilişkileri gösterir. Olasılıklı ağ modelleri, aşağıdaki gibi değişik formlarda oluşur [18].

- 1) Bayes Ağlar: Nedensel ve olasılıklı süreçleri gösterir.
- 2) Veri Akış Diyagramları: Deterministik hesaplamaları gösterir.
- 3) Etki Diyagramları: Karar süreçlerini gösterir.
- 4) Markov Ağlar: Saklı nedenler ve görüntülerdeki korelasyonu gösterir.

Olasılıklı ağ modelleri, değişkenler arasındaki ilişkileri grafiksel olarak göstermek ve uzman sistemlerde belirsizlik ile ilgilenmek için güçlü yöntemlerdir. Bu modeller kolay yorumlanabilir ve kullanılabilir oldukları için kullanımları son yıllarda önemli derecede artmıştır [18].

Bu çalışmada, yukarıdaki modellerden Bayes ağları kullanılmıştır. Bayes ağları, yön verilmiş döngüsel olmayan grafiklerden oluşur [18].

3.2.1 Bayes ağ modelleri

Bayes ağ modelleri belirsizlik durumunda çıkarım yapmak için kullanılan önemli yöntemlerdir. Bir Bayes ağı, birleşik olasılık dağılımlarının gösterildiği bir yapı ya da koşullu bağımsızlıkların kodlanması olarak yorumlanabilir. İlk tanım, ağın nasıl oluşturulacağı, ikinci tanım ise çıkarım prosedürlerinin nasıl tasarlanacağı hakkında bilgi verir [1].

Düğümler ölçülen bir parametre, örtülü bir değişken veya bir hipotez olabilen değişkenlere ve düğümler arasındaki kenarlar değişkenler arasındaki koşullu bağımlılığa yani ilişkiye karşılık gelir [1].

Bir X düğümünden Y düğümüne çizilen bağ olması, X'in Y üzerinde etkisinin olduğu ve X'in Y'nin atası olduğu anlamına gelir. Böylece bir kanıt değişkenini temsil etmekte olan düğümün olasılığı biliniyorsa, bu düğümüne bağlı diğer alt düğümlerin koşullu olasılıkları da kanıta bağlı olarak hesaplanabilir. Eğer X hiçbir ebeveyne sahip değilse yerel olasılık dağılımının koşulsuz olduğu, aksi takdirde koşullu olduğu söylenebilir [1, 6].

Bayes ağlarında düğümler arasındaki bağımlılıkların koşullu olasılık değerleri ile ifade edilmesi için olasılık dağılım tabloları çıkartılır. Bu tablolara KOT denir. Bu tablonun satırları herhangi bir koşul olduğu durumda ata düğümlerin alabileceği değerleri gösterir. k adet atası olan bir düğümün 2^k adet olasılığı vardır. Atası olmayan bir düğümün ise sadece tek değerli olasılığı vardır [1].

Yukarıda bahsedilen düğüm, düğümler arası bağlantılar ve KOT'ları kullanılarak oluşturulan Bayes ağları kullanıldıkları birçok modelde ilgilenilen alan üzerinde çalışılan değişken için başarılı çıkarımlar yapabilirler. Bayes ağları son yıllardaki popülaritesiyle oldukça göze çarpan bir yöntemdir [1].

Avantajları arasında uzman bilgisi sağlaması, yeni bir veri geldiğinde güncel tutulma kolaylığı, bağımlılık ve dağılımların eksiksiz birleşik dağılımlar yerine sezgiyle anlaşılması sebebiyle kolay olması sayılabilir. Fakat algoritma gelişigüzel ve kişisel olduğu için oluşan ağın her zaman çok sağlıklı olamama dezavantajı vardır [6].

3.2.2 Birleşik olasılık dağılımının temsili

Birleşik olasılık dağılımında her değişken ağdaki bilgi ile hesaplanabilir. Bir değişken, diğer değişken değerlerinin birleşiminin olasılığı olarak gösterilebilir [1].

$$P(x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n P(X_i | Pa(X_i)) \quad (3.11)$$

Böylelikle birleşik olasılık dağılımındaki her değişkenin KOT'larındaki değerlerin çarpımı ile temsil edilebilir. Birleşik olasılık dağılımına dayanan bu hesaplama ile ağdaki değişkenlere ait tüm sorgular cevaplanabilir [1].

3.2.3 Bayes ağlarının oluşturulması

Bölüm 3.2.2 de anlatılan birleşik olasılık dağılımı temsili Bayes ağlarının oluşturulmasında kullanılır. Öncelikle birleşik olasılık dağılımı koşullu olasılık cinsinden $P(x_1, \dots, x_n) = P(x_n | x_1, \dots, x_{n-1})P(x_1, \dots, x_{n-1})$ şeklinde açılır.

Bu işlem formüldeki her birleşik olasılık, koşullu olasılıkla temsil edilene kadar devam ettirilir ve böylece bir zincir kuralı oluşur [1].

$$\begin{aligned} P(x_1, \dots, x_n) &= P(x_n | x_1, \dots, x_{n-1})P(x_{n-1} | x_1, \dots, x_{n-2}) \dots P(x_2 | x_1)P(x_1) \\ &= \prod_{i=1}^n P(X_i | x_1, \dots, x_{i-1}) \end{aligned} \quad (3.12)$$

Bu formül her düğüm ile ataları arasında koşullu bağımsızlığı yani ağın ata-ebeveyn-çocuk ilişkileriyle nasıl oluşturulacağını gösterir. Doğru bir ağ oluşturabilmek için her düğüm ve ataları yukarıdaki eşitliğe uygun olmalıdır. Kısaca X_i düğümünün ebeveynleri, X_i üzerinde etkisi olan $X_1 \dots X_{n-1}$ aralığındaki tüm düğümleri içermelidir [1].

Bayes ağları düğümler arasındaki bu etkileri birleşik olasılıklardan yararlanarak koşullu olasılığa çevirir ve bu şekilde ağ oluşturulur. Bu sayede ağ genellikle doğrusal karmaşıklıkta büyür. Eğer ağda n adet düğüm ve bunların etkilendiği k adet düğüm varsa, düğümlere ait KOT'larında 2^k adet veri tutulur. Ağ n adet düğümden oluştuğu için tüm ağ $n2^k$ ile ifade edilebilir. Ancak ele alınan alandaki tüm değişkenler birbirlerinden etkilenirse ağ yapısı tam bağlı bir hal oluşturur ve karmaşıklık üstel olarak artar [1]. Böyle bir durumda ağ tasarlayıp çıkarım yapmak her zaman mümkün olmayabilir.

Düğümlerin gelişigüzel ağa yerleştirilmesi de ağ içerisindeki bağ sayısını dolayısıyla da KOT'sunda tutulacak değerleri arttıracaktır. Bu durum hesaplanması zor

olasılıklar doğurabilir. Kötü bir yapıdan kaçınmak için modeli oluşturulacak alan iyice incelenmeli, değişkenler arasındaki neden-sonuç-etki ilişkileri çıkarılmalıdır. Bundan sonra yapılacak eklemeler; kök-ata-ebeveyn-çocuk-yaprak sırasında yapılmalıdır [1].

3.2.4 Bayes ağ modellerinde öğrenme

Bir modelin bağımlılık yapısı ve koşullu olasılık fonksiyonları uzman görüşü ile sağlanabilir. Birçok uygulamada, bu bilgi elde edilemeyebilir. Buna ek olarak, farklı uzman kişiler farklı uzman görüşleri verebilir. Bu gibi durumlar ele alınan problemde bilgi karmaşası oluşturur. Bu nedenle, modelin bağımlılık yapısı ve koşullu olasılık fonksiyonları veriden tahmin edilir. Bu süreç öğrenme olarak adlandırılır. Amaç, mevcut veritabanı kullanılarak, en iyi modeli elde etmektir [18].

Öğrenmenin iki farklı çeşidi vardır. Grafikte yer alan bağlantıları belirleyen bağımlılık yapısını öğrenme yapıyı öğrenmeyi, koşullu olasılık fonksiyonlarının parametrik yapısını öğrenme ise parametre öğrenmeyi ifade eder [18].

3.2.5 Kullanım alanları

Verilerin değerlendirilme ve birleştirilme biçimi, Bayesci yaklaşımı kullanan uygulama alanlarını çoğaltmaktadır. Özellikle banka ve genetik gibi sektörlerde, mevcut verilerle yapılan analizlerin, geçmişteki verilerle desteklenerek bir takım sonuçlara varılması elde edilen sonuçların güvenilirliği açısından daha uygun olmaktadır. Bayesci yaklaşım nitel ve nicel bilgileri istatistiksel temellere dayandırarak birleştirebildiği için, uygun bir çözüm sunabilmektedir [17].

Görüntülerden sonuç çıkartan uygulamalarda [25], borsa gelecek değer tahmin uygulamalarında [26], otomatik öğrenme sistemlerinde [6] Bayes tipi olasılık kavramları kullanılabilir.

Ayrıca bu teorem genetik danışmanlar tarafından, soy ağacı bilgileri ile klinik verilerin kombine edilmesinde ve taşıyıcılık risklerinin hesaplanmasında kullanılmıştır [27]. Bilgisayar destekli tanısal yaklaşımda kullanımı giderek artmaktadır [1].

3.3 Naive Bayes Sınıflandırıcı

Naive Bayes sınıflandırıcı kuvvetli bağımsız varsayımlarla Bayes teoremi temeline dayanan olasılıklı bir sınıflayıcıdır. Naive Bayes sınıflandırması, belirli örneklerin özelliklerinin birbirlerinden şartlı bağımsız oldukları varsayımı üzerine dayanır [6].

Saf Bayes olarak da isimlendirilebilen bu sınıflandırıcıların çalışma mantığı şu şekildedir. Eğer elde ayıklanıp sınıflara atanmış bir miktar belge var ise, bu bilgiyi yeni gelen belgelerin sınıflandırılması için kullanabilecek yarı otomatik bir sistem kurulabilir. Sınıflandırıcı terimlerin belge içinde dağılımını hesaplayarak, yeni gelen belgeler için sınıf tahmininde bulunabilir [28].

Yalın tasarımına ve görünüşte basitleştirilmiş varsayımlarına rağmen Naive Bayes sınıflandırıcılar gerçek dünya problemlerinde etkin bir şekilde kullanılabilir ve beklenilenden daha iyi sonuçlar vermektedir [29, 30]. Örneklerin özelliklerinin birbirlerinden şartlı bağımsız oldukları varsayımı, özelliklerin birbirleriyle güçlü bir şekilde bağımlı olduğu gerçek dünya problemlerine çok uygun olmasa da, problemi basitleştirerek çok boyutluluğun etkisini azaltmaya yardımcı olmaktadır [6, 7].

Eğitim ve değerlendirme işlemlerinin çok hızlı olması ve gerçek dünya problemlerinde şaşırtıcı derecede iyi sonuçlar vermesi avantajlarıdır. Çok karmaşık sınıflandırma problemlerini çözmede yetersiz kalabilmesi ise dezavantajdır [6].

3.3.1 Naive Bayes olasılık modeli

Teorik olarak, sınıflandırıcı için olasılık modeli; C bağımlı sınıf değişkeni, F_1, \dots, F_n koşullu birkaç özellik değişkeni iken $P(C|F_1, \dots, F_n)$ şeklinde koşullu bir modeldir. Eğer modeldeki özelliklerin sayısı olan n çok büyük veya özelliklerin değerleri çok büyük olursa, KOT'sunu kurmak zorlaşır. Bu yüzden model daha kontrol edilebilir duruma getirilmelidir [6].

Bayes teoremi kullanılırsa,

$$P(C|F_1, \dots, F_n) = \frac{P(C)P(F_1, \dots, F_n|C)}{P(F_1, \dots, F_n)} \quad (3.13)$$

Bu formüle göre pay C 'ye bağlı olmasına rağmen, payda C 'ye bağlı değildir. Bu durumda payda kısmına C katılırsa:

$$\begin{aligned}
P(C, F_1, \dots, F_n) &= P(C)P(F_1, \dots, F_n|C) = P(C)P(F_1|C)P(F_2, \dots, F_n|C) \\
&= P(C)P(F_1|C)P(F_2|C, F_1)P(F_2, \dots, F_n|C)
\end{aligned} \tag{3.14}$$

elde edilir. Bu durumda koşullu bağımsızlık varsayımları ortaya çıkar. $i \neq j$ için her özellik F_i , diğer özellik F_j 'nin koşullu bağımsızdır. Formül olarak:

$$P(F_i|C, F_j) = P(F_i|C) \tag{3.15}$$

olarak gösterilir. Bu durumda bağlantı modeli şu şekilde yazılabilir:

$$P(C|F_1, \dots, F_n) = P(C)P(F_1|C)P(F_2|C) \dots = P(C) \prod_{i=1}^n P(F_i|C) \tag{3.16}$$

Bağımsızlık varsayımları üzerine, C sınıf değişkeninin koşullu dağılımı şöyle yazılabilir:

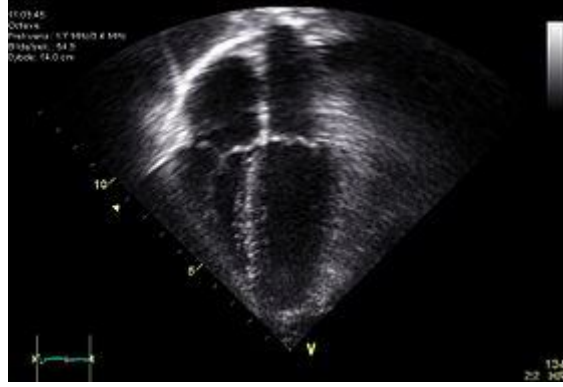
$$P(C, F_1, \dots, F_n) = \frac{1}{Z} P(C) \prod_{i=1}^n P(F_i|C) \tag{3.17}$$

Z , özellik değişkenlerinin değerleri biliniyorsa Z , F_1, \dots, F_n 'e bağlı bir ölçekleme katsayısıdır [6].

4. TRANSTORASİK EKOKARDİYOĞRAFI

4.1 Ekokardiyografi Nedir

Ekokardiyografi ultrasonik ses dalgalarıyla, kalbin değişik yapılarını inceleme imkânı veren bir teşhis ve araştırma metodudur. Ses ötesi dalgaları kullanarak (ultrasound, ultrason) kalbi ve kalbin içinde akım halindeki kanı görüntüler. Aslında bir çeşit gelişmiş ultrason incelemesidir ve radar cihazlarının çalışma ilkelerine çok benzer [31, 32]. Şekil 4.1’de bir ekokardiyografi görüntüsü görülmektedir.



Şekil 4.1: Ekokardiyografi görüntüsü

Ultrason saniyede 20 binin üzerindeki ses titreşimleridir ve kulağın işitebileceği sınırın üstündedir. Tıp dünyasında bugün için kullanılmakta olan ultrasonik ses titreşimleri, frekansı milyonlar civarında olan ses dalgalarıdır. Ekokardiyografide 2-5 MHz’lik dalgalar kullanılır. Frekans arttıkça ultrasonun penetrasyonu azalır. Yüksek frekansla yüzeysel tabakalar incelenir ve birbirine yakın noktalar arasındaki fark daha kolay gözlenir [31, 33].

Ultrasonik ses dalgaları, vücut dokularında belirli istikametlerde ortalama olarak saniyede 5140 metre hızla ilerler. Bu ilerleme sırasında rastladıkları dokuların hususiyetlerine göre yansıma ve kırılmalara uğrarlar. Kalbin değişik yapılarında yansıyan bu ses dalgaları özel alıcılarla (PROP) alınıp elektriksel işaretlere çevrilir. Bu işaretler resme dönüştürülüp, ekrana yansıtılarak veya kağıda kaydedilerek ultrasonik dalgaların yansımaya uğradığı, kalpteki çeşitli faaliyetlerin yeri, yapısı ve çalışma durumu hakkında bilgiler elde edilir. Eş zamanlı (real-time)

ekokardiyograflar (ekokardiyografi cihazı), kalbi hareket halinde, bir film gibi renkli olarak gösterebilir. M-mode tipi ise kalp atımlarını kaydeder. Kalbe takılan yapay kapakçıkların yapı ve işlerlik durumları da ekokardiyografi ile incelenebilir. Ekokardiyografi ile ventrikül (kalp karıncığı) duvarının hareketleri ve boşluğu, kalp kası büyümeleri ve kalp kapakları incelenebilir [31].

PROP göğüs duvarına konularak yapılan ekokardiyografiye TTE denir. Bazı aşırı kilolu ya da akciğer hastalığı olan hastalarda TTE ile kaliteli görünüm elde etmek mümkün olmayabilir. Bu hastalarda PROP yutturularak yemek borusunda kalbin görüntülenebildiği transözofageal ekokardiyografi kullanılır. Bazı kalp kapağı veya koroner damar hastalığı olan hastalarda ilaçla veya eforla strese sokulan kalbin verdiği cevaplar tanı veya tedaviyi yönlendirmede doktora yardımcı olur. Bu tür ekokardiyografi yöntemine de stres ekokardiyografi denir. Normalde ekokardiyografi yöntemi ile kan görüntülenemez. Kontrast maddeler denilen ve kol toplardamarından verilen ilaçlar kanın görüntülenmesini sağlar. Bu şekilde yapılan kontrast ekokardiyografi ile bazı doğumsal kalp hastalıkları teşhis edilebilmektedir [34].

4.2 Ekokardiyografi Cihazının Çalışma Prensibi

Ekokardiyografi cihazı PROP, PROP'dan gelen sinyalleri görüntüye ve sese çeviren bilgisayar ve monitör sistemlerinden oluşur. TTE işleminde PROP göğüs duvarıyla temas eder halde kalp üzerinde yavaşça gezdirilir ve PROP'un yaydığı ultrasound denilen ses ötesi dalgalar kalbe ve ilgili dokulara çarpıp geri yansır. Her katmanda geri yansıyan bu dalgalar yine PROP tarafından algılanır ve karmaşık bilgisayar işlemlerinden sonra ekranda kalbin görüntüsü oluşturulur. Bu görüntü, kalbin tüm anatomik yapısına ek olarak, kalbin kasılması, kapakçıkların açılıp kapanması gibi hareketleri de gerçek zamanda canlı olarak izleme olanağı verir. Ayrıca kalp içinde dolaşan kandan yansıyan dalgalar da kapakların fonksiyonları (kapaktaki darlık, yetmezlik vb.) ve kalbin pompalama gücü hakkında çok değerli bilgiler verir [32].

TTE çok önemli hatta bazen yaşamsal bilgiler sunan ve bunu sağlarken hastada hiç bir zarar veya risk oluşturmadan uygulanabilen ender tıbbi tetkiklerden birisidir [32].

4.3 Türkiye’de Ekokardiyografi

Günümüzde Türkiye’nin birçok yerinde ekokardiyografi çok sık olarak kullanılmaktadır. Türkiye’ye ilk ekokardiyografi cihazını getiren kişi İstanbul Tıp Fakültesi’nden Prof. Dr. Faruk Erzen’in dir. Bir dönem İstanbul Tıp Fakültesi’nde dekanlık görevini de yapan Faruk Erzen’in, uzun uğraşları sonucu Avrupa’dan ekokardiyografi cihazını getirterek Türkiye’de ilk defa İstanbul Tıp Fakültesi’nde kullanmıştır [31].

5. VERİLERİN ELDE EDİLMESİ

Tez çalışmasında gerekli olan veriler örnek bir hastanede kullanılan otomasyon sisteminden elde edilmiştir. TTE işlemi otomasyonda Sağlık Uygulama Tebliği içerisinde bulunan “700600” kodlu “Transtorask Ekokardiyografi” hizmetine karşılık gelmektedir. Otomasyonda veritabanı olarak Microsoft SQL Server 2008 kullanılmaktadır. İşlemden elde edilen ölçüm sonuçları veritabanında ntext alanda Rich Text File (RTF) formatında tutulmaktadır. Tablodan 1000 tane TTE sonucu sorgulanmıştır. Bu raporlarda 39 adet parametre yani kalp ölçüm bilgisi ve TTE işlemini gerçekleştiren doktorun görüşü bulunmaktadır. Bu parametreler Bayes ağında düğüm olarak kullanılacaktır. Tablo 5.1’de bir hastaya yapılan TTE işlemi sonucu elde edilen bilgilerin raporu görülmektedir.

Tablo 5.1: Bir hastaya ait TTE raporu

-EKOKARDİYOĞRAFİ RAPORU-			
SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm)		AORT KAPAĞI	
Sol Atriyum (19-40)	35	Yapısı	NORMAL
Sol ventrikül diyastol (37-56)	44	Kapak Alanı(2,5-3,5cm ²)	NORMAL
Sol ventrikül sistol (19-40)	30	Max Gradyent	NORMAL
IVS diyastol(6-11)	9	Ortalama Gradyent	NORMAL
Sol ventrikül arka duvar (6-11)	9	Yetmezlik	YOK
Aort kökü genişliği (22-37)		MİTRAL KAPAK	
Aort Kapak açıklığı (15-26)		Yapısı	HAFİF DEJENERATİF
Ejeksiyon Fraksiyonu (%) (55-75)	% 65	Kapak Alanı(4-6cm ²)	NORMAL
DT (msn) (160-240)		Max Gradyent	NORMAL
Mitral E/A oranı	E<A E'<A'	Ortalama Gradyent	NORMAL
VPR		Yetmezlik	YOK
SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ	TRİKÜSPİT KAPAK		
Anterior	NORMAL	Yapısı	NORMAL
Septum	NORMAL	Kapak Alanı(6-8cm ²)	NORMAL
Apex	NORMAL	Max Gradyent	NORMAL
Inferior	NORMAL	Ortalama Gradyent	NORMAL
Posteriyor	NORMAL	Yetmezlik	YOK
Lateral	NORMAL	PULMONER KAPAK	
PERİKARD		Yapısı	NORMAL
Sistolik	NORMAL	Sistolik PAB	NORMAL
Diyastolik	NORMAL	Ortalama PAB	NORMAL
SAĞ KALP BOŞLUKLARI		Max Gradyent	NORMAL
Sağ vent. Diy. (9-26)	NORMAL	Yetmezlik	YOK
Sağ ventduvar kal(5-8)	NORMAL	Şant Oranı (Qp/Qs)	NORMAL
Sağ Atriyum (20-30)	NORMAL		
Sağ vent. EF (%)	NORMAL		
YORUM:			
SONUÇ:-MİTRAL KAPAK YAPISI HAFİF DEJENERATİF			
LV GRADE 1 DİYASTOLİK DİSFONKSİYON			
EF:%65.			
DOKTOR:			

Görüldüğü gibi veriler otomasyonda Excel'deki gibi tablo formatında saklanmaktadır. Verilerin bu formatta bulunması doğrudan Bayes ağında kullanılmasına imkan vermediği için verilerin ayrıştırılması ihtiyacı oluşmuştur.

5.1 Verilerin Bayes Ağında Kullanılabilir Hale Getirilmesi

Microsoft SQL Server 2008 kullanılarak tez veritabanı ve bu veritabanında hastane veritabanından sorgulanan ham verileri tutan “tblRapor” tablosu, Bayes ağını öğretirken kullanılan işlenmiş verileri tutan “tblListe” tablosu ve TTE raporundaki parametrelerin tanımlandığı “tblAlan” tablosu oluşturulmuştur. Şekil 5.1’de tblRapor tablosunun yapısı, Şekil 5.2’de tblListe tablosunun yapısı ve Şekil 5.3’de tblAlan tablosunun yapısı gösterilmektedir.

Column Name	Data Type	Allow Nulls
id	int	<input type="checkbox"/>
refno	decimal(18, 0)	<input type="checkbox"/>
dosyano	decimal(18, 0)	<input checked="" type="checkbox"/>
hizkod	char(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
islemsirano	decimal(18, 0)	<input checked="" type="checkbox"/>
rapor	ntext	<input checked="" type="checkbox"/>
sonuc	nvarchar(2000)	<input checked="" type="checkbox"/>
kesiseans	varchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
sagsol	varchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
acil	varchar(1)	<input checked="" type="checkbox"/>
euroscore	varchar(1)	<input checked="" type="checkbox"/>
anahtar	int	<input checked="" type="checkbox"/>
uname	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
active	bit	<input checked="" type="checkbox"/>
web	smallint	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 5.1: tblRapor tablosunun yapısı

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
▶	id	bigint	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol Atriyum (19-40)]	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol ventrikül diyastol (37-56)]	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol ventrikül sistol (19-40)]	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) IVS diyastol(6-11)]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol ventrikül arka duvar (6-11)]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Aort kökü genişliği (22-37)]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Aort Kapak açıklığı (15-26)]	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Ejeksiyon Fraksiyonu (%) (55-75)]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) DT (msn) (160-240)]	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Mitral E/A oranı]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) VPR]	int	<input checked="" type="checkbox"/>
	[AORT KAPAĞI Yapısı]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[AORT KAPAĞI Kapak Alanı(2,5-3,5cm ²)]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[AORT KAPAĞI Max Gradyent]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[AORT KAPAĞI Ortalama Gradyent]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[AORT KAPAĞI Yetmezlik]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[MİTRAL KAPAK Yapısı]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[MİTRAL KAPAK Kapak Alanı(4-6cm ²)]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[MİTRAL KAPAK Max Gradyent]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[MİTRAL KAPAK Ortalama Gradyent]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[MİTRAL KAPAK Yetmezlik]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Anteriyor]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Septum]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Apex]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ İnferior]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Posteriyor]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Lateral]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[TRİKÜSPİT KAPAK Yapısı]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[TRİKÜSPİT KAPAK Kapak Alanı(6-8cm ²)]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[TRİKÜSPİT KAPAK Max Gradyent]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[TRİKÜSPİT KAPAK Ortalama Gradyent]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[TRİKÜSPİT KAPAK Yetmezlik]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[PERİKARD Sistolik]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[PERİKARD Diyastolik]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[PULMONER KAPAK Yapısı]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[PULMONER KAPAK Sistolik PAB]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[PULMONER KAPAK Ortalama PAB]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[PULMONER KAPAK Max Gradyent]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[PULMONER KAPAK Yetmezlik]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[PULMONER KAPAK Şant Oranı (Qp/Qs)]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ vent. Diy. (9-26)]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ ventduvar kal(5-8)]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ Atriyum (20-30)]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	[SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ vent. EF (%)]	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	SONUC	varchar(100)	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 5.2: tblListe tablosunun yapısı

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
	ustId	smallint	<input checked="" type="checkbox"/>
	alanAdi	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	id	smallint	<input checked="" type="checkbox"/>

Şekil 5.3: tblAlan tablosunun yapısı

Veritabanından seçilen kayıtlar incelendiğinde doktorun inceleme sonucu elde ettiği gözlem ve ölçüm parametrelerinin ve bu verilerin işlendiği tablo formatının bütün hastalarda aynı olduğu görülmüştür. Rapor örneği Tablo 5.1’de görülmektedir. Bu formata uymayan Tablo 5.2’deki gibi kayıtların “active” alanı tblekoRapor tablosunda “false” yapılarak bu kayıtlar değerlendirmeye alınmamıştır. Bu işlem sonucunda 92 adet kayıt elenmiştir.

Tablo 5.2: Formata uymayan örnek TTE raporu

Rapor

KONTROL EKOKARDİYOĞRAFI SONUCU:
FONKSİYONE PROTEZ MİTRAL VE AORT KAPAKLAR.



EKOKARDİYOĞRAFI SONUCU:
HASTAYA POZİSYON VERİLEMEDİĞİ VE HASTA UYUMU SAĞLANAMADIĞI İÇİN DEĞERLENDİRİLEMEDİ.



EKOKARDİYOĞRAFI SONUCU:
GÖRÜNTÜ PENCERESİ YETERLİ DEĞİL
EF : İYİ OLARAK İZLENDİ
TAŞİKARDİK



tblekoRapor tablosunda rapor bilgileri kalbin tüm ölçümleri için ayrı hücrelerde değil bütün veriler RTF formatında tek bir hücrede bulunmaktadır. İçerisindeki verilerin karar sistemine doğrudan uygulanması imkansız olduğu için verileri Bayes ağına uygulanabilecek hale getirecek bir ara program oluşturulmasına karar verilmiştir.

5.2 Ara Program

Tablo formatındaki verilerin en kolay Microsoft Excel ortamında işlenebileceği düşünüldüğü için Microsoft Visual Studio 2008 kullanılarak oluşturulan programın temeli bu düşünceye dayanmaktadır. Program içerisinde tblekoRapor tablosunda bulunan RTF formatındaki veriler sırayla panoya (clipboard) alınıp, oluşturulan

“Excel.Worksheet” objesine ait yapıştırma komutu kullanılarak tablodaki tüm kayıtlara ait Excel dosyaları oluşturulmuştur. Oluşturulan Excel dosyaları hücre hücre incelenerek sırayla tblAlan tablosunda tanımlı olan parametreler arama komutuyla aranmış, bu parametreleri içeren hücrelerin sağında bulunan hücre o parametreye ait değer bilgisi olarak alınmıştır. Bu bilgiler tblListe tablosuna kalbin tüm ölçüm bilgileri ayrı ayrı hücrelerde tutulacak şekilde işlenmiştir. Ara programının kaynak kodları EK A’da yer almaktadır.

tblListe tablosunda bulunan sütunlardaki veriler incelenerek yazım hatalarından oluşan farklılıklar düzeltilip standart olması sağlanmıştır. Her parametrenin içerdiği veri çeşitleri EK B’de yer almaktadır.

Bazı kalp ölçümleri sayısal olarak değer almaktadır. Sayısal değerlerin karar mekanizmasına uygulanması zor olduğu için uzman bilgisi kullanılarak “NORMAL”, ”HIGH”, ”LOW” gibi bu verilerin bulunduğu aralıklar belirlenmiştir. Parametreler için belirlenmiş aralıklar (5.1)-(5.23)’deki gibidir. Bu aralıklar Bayes ağında her düğümün durumları olarak kullanılmıştır. Gruplanan verileri saklamak için “tblListeGruplanmış” tablosu oluşturulmuştur ve bu aralık bilgileri kullanılarak elde edilen veriler tabloya işlenmiştir.

$$[\text{SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm)Sol Atriyum (19 – 40)}] = \begin{cases} < 19 & L \\ \geq 19 \leq 40 & N \\ > 40 & H \end{cases} \quad (5.1)$$

$$[\text{SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm)Sol Ventrikül Diyastol (37 – 56)}] = \begin{cases} < 37 & L \\ \geq 37 \leq 56 & N \\ > 56 & H \end{cases} \quad (5.2)$$

$$[\text{SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm)Sol Ventrikül Sistol (19 – 40)}] = \begin{cases} < 19 & L \\ \geq 19 \leq 40 & N \\ > 40 & H \end{cases} \quad (5.3)$$

$$[\text{SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm)IVS Diyastol(6 – 11)}] = \begin{cases} < 6 & L \\ \geq 6 \leq 11 & N \\ > 11 & H \end{cases} \quad (5.4)$$

$$[\text{SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm)Sol Ventrikül Arka Duvar (6 – 11)}] = \begin{cases} < 6 & L \\ \geq 6 \leq 11 & N \\ > 11 & H \end{cases} \quad (5.5)$$

$$[\text{SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm)Aort Kökü Genişliği (22 – 37)}] = \begin{cases} < 22 & L \\ \geq 22 \leq 37 & N \\ > 37 & H \end{cases} \quad (5.6)$$

$$[\text{SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm)Aort Kapak Açıklığı (15 – 26)}] = \begin{cases} < 15 & L \\ \geq 15 \leq 26 & N \\ > 26 & H \end{cases} \quad (5.7)$$

$$[\text{SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Ejeksiyon Fraksiyonu (\%)} (55 - 75)] = \begin{cases} < 55 & L \\ \geq 55 \leq 75 & N \\ > 75 & H \end{cases} \quad (5.8)$$

$$[\text{SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm)DT (msn)}(160 - 240)] = \begin{cases} < 160 & L \\ \geq 160 \leq 240 & N \\ > 240 & H \end{cases} \quad (5.9)$$

$$[\text{AORT KAPAĞI Kapak Alanı}(2,5 - 3,5\text{cm}^2)] = \begin{cases} < 0.75 & H \\ \geq 0.75 \leq 1.5 & M \\ \geq 1.5 \leq 2.5 & L \\ > 2.5 & N \\ = \text{NORMAL} & N \\ \text{diğer veriler} & A \end{cases} \quad (5.10)$$

$$[\text{AORT KAPAĞI Max Gradyent}] = \begin{cases} < 10 & N \\ \geq 10 \leq 20 & L \\ \geq 20 \leq 64 & M \\ > 64 & H \\ = \text{NORMAL} & N \\ \text{diğer veriler} & A \end{cases} \quad (5.11)$$

$$[\text{AORT KAPAĞI Ortalama Gradyent}] = \begin{cases} < 10 & N \\ \geq 10 \leq 20 & L \\ \geq 20 \leq 40 & M \\ > 40 & H \\ = \text{NORMAL} & N \\ \text{diğer veriler} & A \end{cases} \quad (5.12)$$

$$[\text{MİTRAL KAPAK Kapak Alanı}(4 - 6\text{cm}^2)] = \begin{cases} < 1 & H \\ \geq 1 \leq 2 & M \\ \geq 2 \leq 4 & L \\ > 4 & N \\ = \text{NORMAL} & N \\ \text{diğer veriler} & A \end{cases} \quad (5.13)$$

$$[\text{MİTRAL KAPAK Gradyent}] = \begin{cases} < 5 & N \\ = \text{NORMAL} & N \\ \text{diğer veriler} & A \end{cases} \quad (5.14)$$

$$[\text{TRİKÜSPİT KAPAK Kapak Alanı}(6 - 8\text{cm}^2)] = \begin{cases} < 6 & L \\ \geq 6 \leq 8 & N \\ > 8 & H \end{cases} \quad (5.15)$$

$$[\text{TRİKÜSPİT KAPAK Gradyent}] = \begin{cases} < 5 & N \\ = \text{NORMAL} & N \\ \text{diğer veriler} & A \end{cases} \quad (5.16)$$

$$[\text{PULMONER KAPAK PAB}] = \begin{cases} < 25 & N \\ = \text{NORMAL} & N \\ \text{diğer veriler} & A \end{cases} \quad (5.17)$$

$$[\text{PULMONER KAPAK Max Gradyent}] = \begin{cases} < 25 & L \\ \geq 25 \leq 40 & M \\ > 40 & H \\ = \text{NORMAL} & N \\ \text{diğer veriler} & A \end{cases} \quad (5.18)$$

$$[\text{PULMONER KAPAK \u015f ant Oran}_1 \text{ (Qp/Qs)}] = \begin{cases} < 1.2 & N \\ = \text{NORMAL} & N \\ \text{di\u011fer veriler} & A \end{cases} \quad (5.19)$$

$$[\text{SA\u011f KALP BO\u015eLUKLARI Sa\u011f Vent. Diy. (9 - 26)}] = \begin{cases} < 9 & L \\ \geq 9 \leq 26 & N \\ > 26 & H \\ = \text{NORMAL} & N \\ \text{di\u011fer veriler} & A \end{cases} \quad (5.20)$$

$$[\text{SA\u011f KALP BO\u015eLUKLARI Sa\u011f Ventduvar Kal(5 - 8)}] = \begin{cases} < 5 & L \\ \geq 5 \leq 8 & N \\ > 8 & H \end{cases} \quad (5.21)$$

$$[\text{SA\u011f KALP BO\u015eLUKLARI Sa\u011f Atriyum (20 - 30)}] = \begin{cases} < 20 & L \\ \geq 20 \leq 30 & N \\ > 30 & H \\ = \text{NORMAL} & N \\ \text{di\u011fer veriler} & A \end{cases} \quad (5.22)$$

$$[\text{SA\u011f KALP BO\u015eLUKLARI Sa\u011f Vent. EF (\%)}] = \begin{cases} < 55 & L \\ \geq 55 \leq 70 & N \\ > 70 & H \\ = \text{NORMAL} & N \\ \text{di\u011fer veriler} & A \end{cases} \quad (5.23)$$

Gruplama i\u015flemi yapılırken E bo\u015f kayıtlar i\u00e7in, A “ANORMAL” de\u011feri almı\u015f kayıtlar i\u00e7in kullanılmı\u015ftır. N “NORMAL”, L “LOW”, H “HIGH”, M “MEDIUM” de\u011feri almı\u015f kayıtlar i\u00e7in kullanılmı\u015ftır. Ayrıca aralıklara uymayan verilerin ger\u00e7ek de\u011ferleri alınmı\u015ftır. Bu veriler de s\u00f6zel de\u011fer alan veriler gibi man\u00fcel olarak gruplandırılmı\u015ftır. Man\u00fcel gruplamaya ba\u015flamadan \u00f6nce tblListe tablosundaki sonu\u00e7 parametresinin bulunma sıklıkları de\u011ferlendirilmi\u015ftir. Bulunma sıklığı 10’dan fazla olan veriler parametrenin i\u00e7erik \u00e7e\u015fit sayısına g\u00f6re “state1”, “state2” gibi gruplandırılmı\u015ftır ve bu veriler de “tblListeGruplanmis” tablosunda g\u00fcncellenmi\u015ftir. Tablo 5.3’de *Sonuc* parametresindeki verilerin bulunma sıklığı g\u00f6sterilmektedir.

Tablo 5.3: *Sonuc* parametresindeki verilerin bulunma sıklığı

Sonuç Parametresinin İçerdiği Veri Çeşitleri	Bulunma Sıklığı
LV GRADE 1 DİYASTOLİK DİSFONKSİYON	178
NORMAL SINIRLARDA EKOKARDİYOĞRAFİ BULGULARI	99
LV SEGMENTER DUVAR HAREKET KUSURU	40
LA DİLATE	37
HAFİF MY / TY	37
RKH İLE UYUMLU EKOKARDİYOĞRAFİ BULGULARI	26
LVH	23
LV DİYASTOLİK DİSFONKSİYON	22
HAFİF TY	20
IAS ANEVİRİZMATİK	19
LV SİSTOLİK DİSFONKSİYON	18
LA SINIRDA DİLATE	13
LA SINIRDA NORMAL	12
AORT KÖKÜ DİLATE	11
BİATRİYAL DİLATASYON	10
KAPAK YAPILARI DEJENERATİF	10
SINIRDA LVH	10
*	

*Listenin devamı EK C’de yer almaktadır.

Gruplandırma yapılırken kullanılan verilerin Bayes ağında kullanılacak durum karşılığı Tablo 5.4-5.18’de gösterilmektedir.

Tablo 5.4: *Sonuc* parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar

Veri	Durum
LV GRADE 1 DİYASTOLİK DİSFONKSİYON	state1
NORMAL SINIRLARDA EKOKARDİYOĞRAFİ BULGULARI	state2
LV SEGMENTER DUVAR HAREKET KUSURU	state3
LA DİLATE	state4
HAFİF MY / TY	state5
RKH İLE UYUMLU EKOKARDİYOĞRAFİ BULGULARI	state6
LVH	state7
LV DİYASTOLİK DİSFONKSİYON	state8
HAFİF TY	state9
IAS ANEVİRİZMATİK	state10
LV SİSTOLİK DİSFONKSİYON	state11
LA SINIRDA DİLATE	state12
LA SINIRDA NORMAL	state13
AORT KÖKÜ DİLATE	state14
BİATRİYAL DİLATASYON	state15
KAPAK YAPILARI DEJENERATİF	state16
SINIRDA LVH	state17

Tablo 5.5: *SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Mitral E/A Oranı* parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar

Veri	Durum
ARİTMİK	state1
ARİTMİK - E<A	state2
ARİTMİK E<A(2-3 MY)	state3
ARİTMİK-TAŞIKARDİK	state4
BRADİKARDİK	state5
E<A	state6
E<A - ARİTMİK	state7
E<A - TAŞIKARDİK	state8
E<A (3 MY)	state9
E<A E<A	state10
E=A	state11
E>>A E>>A	state12
E>A	state13
E>A E<A	state14
E>A E>A	state15
E>A E>A E/E : 4	state16
TAŞIKARDİK-ARİTMİK	state17
	E

Tablo 5.6: *AORT KAPAĞI Yapısı* parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar

Veri	Durum
DEJENERATİF	state1
DEJENERATİF,KALSİFİK	state2
EKOJENİTESİ ARTMIŞ	state3
EKOJENİTESİ ARTMIŞ, KALIN	state4
EKOJENİTESİ HAFİF ARTMIŞ	state5
FİBRODEJENERATİF	state6
FİBROTİK	state7
FİBROTİK,KALIN	state8
FİBROTİK,UÇLARI KALIN	state9
HAFİF DEJENERATİF	state10
HAFİF KALIN	state11
KALSİFİK	state12
PROTEZ	state13
UÇLARI HAFİF KALIN	state14
UÇLARI KALIN	state15
YOĞUN EKOJENİTE ARTIŞI	state16
	E
	N

Tablo 5.7: *AORT KAPAĞI Yetmezlik* parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar

Veri	Durum
1 AY	state1
1-2 AY	state2
1-2 AY , AR PHT:560	state3
2 AY	state4
2 AY PHT:485	state5
2-3 AY	state6
3 AY	state7
3 AY PHT : 429	state8
4 AY	state9
EGZANTRİK 2-3 AY	state10
ESER 1 AY	state11
ESER AY	state12
MİNİMAL	state13
SANTRAL 1 AY	state14
YOK	state15
	E

Tablo 5.8: *MİTRAL KAPAK Yapısı* parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar

Veri	Durum
(CLEFT?) DEJENERATİF	state1
4 MM PROLABE OLUYOR	state2
AÇILIMI YETERLİ	state3
ANT.LEAFLET DÜZLEŞİYOR	state4
ARTMIŞ,KALIN	state5
DEJENERATİF	state6
DEJENERATİF,CLEFT(?)	state7
DEJENERATİF,MAK (+)	state8
DEJENERATİF,UÇLARI KALIN	state9
EKOJENİTE ARTMIŞ,KALIN	state10
EKOJENİTESİ ARTMIŞ	state11
FİBRO DEJENERATİF	state12
FİBROTİK	state13
FİBROTİK, KALIN	state14
FİBROTİK, UÇLARI KALIN	state15
HAFİF DEJENERATİF	state16
HAFİF EKOJENİTE ARTIŞI	state17
HAFİF FİBROTİK,KALIN	state18
MAK (+)	state19
MAK (+), DEJENERATİF	state20
MAK (+), HAFİF DEJENERATİF	state21
PATCH GÖRÜNÜMÜ(+)	state22
PROTEZ	state23
SEK(+)	state24
UÇLARI HAFİF KALIN	state25
UÇLARI KALIN	state26
	N
	E

Tablo 5.9: *MİTRAL KAPAK Yetmezlik* parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar

Veri	Durum
(PARAVALVULER)3 MY	state1
1 AY	state2
1 MY	state3
1-2 MY	state4
2 AY	state5
2 MY	state6
2-3 MY	state7
3 AY PHT : 429	state8
3 MY	state9
3-4 MY	state10
4 MY	state11
ESER	state12
ESER MY	state13
ESER TY	state14
ESER-1 AY	state15
MİNİMAL	state16
YOK	state17
	E

Tablo 5.10: *SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Anteriyor* parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar

Veri	Durum
ANT.HAFİF HİPOKİNETİK	state1
APİKALİ HİPOKİNETİK	state2
BAZAL HAFİF HİPOKİNETİK	state3
BAZAL-HİPOKİNETİK	state4
BAZAL-MİD HİPOKİNETİK	state5
GLOBAL HAFİF HİPOKİNETİK	state6
GLOBAL HİPOKİNETİK	state7
HAFİF HİPOKİNETİK	state8
HİPOKİNETİK	state9
KALIN,16 MM, NORMAL	state10
	N
	E

Tablo 5.11: *SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Septum* parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar

Veri	Durum
AKİNETİK	state1
APEXİ HİPOKİNETİK	state2
APİKAL HAFİF HİPOKİNETİK	state3
APİKAL HİPOKİNETİK	state4
BAZAL HAFİF HİPOKİNETİK	state5
BAZAL-HİPOKİNETİK	state6
BAZAL-MİD HİPOKİNETİK	state7
DİSKİNETİK	state8
GLOBAL HAFİF HİPOKİNETİK	state9
GLOBAL HİPOKİNETİK	state10
HAFİF HİPOKİNETİK	state11
HAREKETLERİ DÜZ	state12
HAREKETLERİ PARADOKS	state13
HİPOKİNETİK	state14
HİPOKİNETİK-DÜZLEŞMİŞ	state15
İLERİ HİPOKİNETİK	state16
MİD APİKAL	state17
MİD-APİKAL HİPOKİNETİK	state18
PARADOKS	state19
SİGMOİD	state20
SİGMOİD EN KALIN 16 MM	state21
SİGMOİD(EN KALIN:14)	state22
	N
	E

Tablo 5.12: *SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Apex* parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar

Veri	Durum
AKİNETİK	state1
ANEVRİZMATİK	state2
DİSKİNETİK	state3
GLOBAL HAFİF HİPOKİNETİK	state4
GLOBAL HİPOKİNETİK	state5
HAFİF HİPOKİNETİK	state6
HİPOKİNETİK	state7
HİPOKİNETİK-DİSKİNETİK	state8
İLERİ HİPOKİNETİK	state9
PARADOKS HAREKET	state10
	N
	E

Tablo 5.13: *SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Inferior* parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar

Veri	Durum
AKİNETİK	state1
ANEVRİZMATİK-AKİNETİK	state2
APİKAL HİPOKİNETİK	state3
BAZAL-MİD HİPOKİNETİK	state4
GLOBAL HAFİF HİPOKİNETİK	state5
GLOBAL HİPOKİNETİK	state6
HAFİF HİPOKİNETİK	state7
HİPOKİNETİK	state8
İLERİ HİPOKİNETİK	state9
MİD-APİKAL HİPOKİNETİK	state10
	N
	E

Tablo 5.14: *SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Posteriyor* parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar

Veri	Durum
(ANEVRİZMATİK?)	state1
APİKAL HİPOKİNETİK	state2
GLOBAL HAFİF HİPOKİNETİK	state3
GLOBAL HİPOKİNETİK	state4
HİPOKİNETİK	state5
	N

Tablo 5.15: *SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Lateral* parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar

Veri	Durum
APİKAL HAFİF HİPOKİNETİK	state1
APİKAL HİPOKİNETİK	state2
BAZAL HAFİF HİPOKİNETİK	state3
BAZAL HİPOKİNETİK	state4
BAZAL-MİD HİPOKİNETİK	state5
GLOBAL HAFİF HİPOKİNETİK	state6
GLOBAL HİPOKİNETİK	state7
HİPERKİNETİK	state8
HİPOKİNETİK	state9
KALIN, 15 MM, NORMAL	state10
LATERAL	state11
MİD-APİKAL HİPOKİNETİK	state12
	N

Tablo 5.16: *TRİKÜSPİT KAPAK Yapısı* parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar

Veri	Durum
DEJENERATİF	state1
DEJENERATİF,KALSİFİK	state2
EKOJENİTESİ ARTMIŞ	state3
EKOJENİTESİ ARTMIŞ, KALIN	state4
EKOJENİTESİ HAFİF ARTMIŞ	state5
FİBRODEJENERATİF	state6
FİBROTİK	state7
FİBROTİK,KALIN	state8
FİBROTİK,UÇLARI KALIN	state9
HAFİF DEJENERATİF	state10
HAFİF KALIN	state11
KALSİFİK	state12
PROTEZ	state13
UÇLARI HAFİF KALIN	state14
UÇLARI KALIN	state15
YOĞUN EKOJENİTE ARTIŞI	state16
	N
	E

Tablo 5.17: *TRİKÜSPİT KAPAK Yetmezlik* parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar

Veri	Durum
1 AY	state1
1-2 AY	state2
1-2 AY , AR PHT:560	state3
2 AY	state4
2 AY PHT:485	state5
2-3 AY	state6
3 AY	state7
3 AY PHT : 429	state8
4 AY	state9
EGZANTRİK 2-3 AY	state10
ESER AY	state11
ESER-1 AY	state12
MİNİMAL	state13
SANTRAL 1 AY	state14
YOK	state15

Tablo 5.18: *PULMONER KAPAK Yetmezlik* parametresine ait verilerin karşılık geldiği durumlar

Veri	Durum
1 PY	state1
1-2 PY	state2
2 PY	state3
NET DEĞERLENDİRİLEMEDİ	state4
YOK	state5

Verileri gruplandırma süreci bittikten sonra Bayes ağının tasarlanması aşamasına geçilmiştir. İleri bölümde bu aşama hakkında bilgi verilmektedir.

6. BAYES AĞLARININ TASARLANMASI

Bayes ağı tasarlanırken Norsys Software Corp. tarafından geliştirilmiş Netica programının 3.25.0.0'ncü versiyonu kullanılmıştır. Ağın nasıl tasarlandığına geçilmeden program hakkında [35]'den yararlanılarak biraz tanıtım yapılacaktır.

6.1 Netica Programı

6.1.1 Genel bilgi

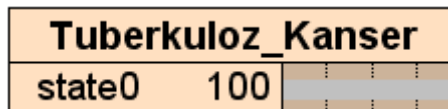
Netica veri içindeki modeli bulmak için kullanılabilir, bilgiyi kodlayarak ya da karar problemlerini temsil ederek diyagramlar oluşturabilecek ve bu diyagramları soruları cevaplamada, en uygun kararı bulmada ve olasılıksal uzman sistem oluşturmada kullanabilecek çok yönlü, hızlı bir programdır. Netica veriler ile model ve olasılıksal uzman sistemler oluşturur. Optimal kararlar bulmaya yarar. Ağları kurup, öğrenip güçlü çıkarım motorunu kullanarak sorulara en uygun çözümleri bulur. Teşhis, tahmin, karar analizi, olasılıksal modelleme, risk yönetimi, uzman sistem kurma, güvenilirlik analizi, belli türdeki istatistiksel analizler ve veri madenciliği alanlarındaki uygulamalar için uygundur.

Gereksinimleri: Microsoft Windows 2000 ve üstü işletim sistemi, kurulum için 5 MB'dan az sabit disk alanı, Netica'nın çalışması için 20 MB RAM yeterli olur. Fakat büyük Bayes ağları çok büyük RAM gereksinimi duyabilirler.

6.1.2 Ağ oluşturma

6.1.2.1 Düğüm ekleme

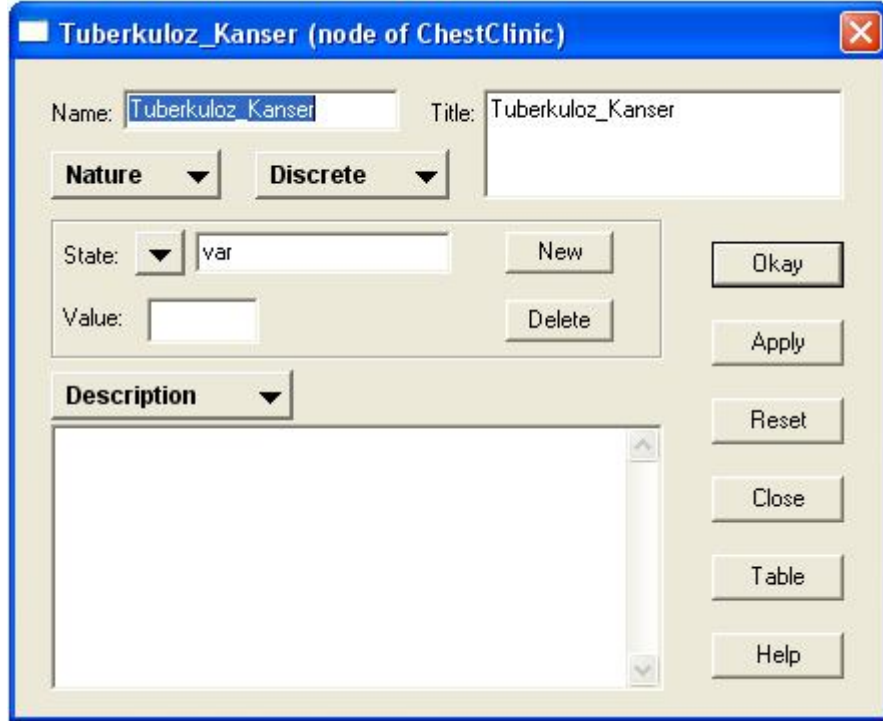
Ağa "nature node" doğal düğüm, "decision node" karar düğümü, "utility node" yararlılık düğümü eklenebilir. Bu çalışmada oluşturulan ağlarda doğal düğüm kullanılmıştır. Şekil 6.1'de bir düğüm örneği gösterilmektedir.



Şekil 6.1: Örnek düğüm

6.1.2.2 Dügüm özellikleri

Dügümün özellik penceresinde düğümün adı, başlığı, durumları gibi bilgiler görülür. Şekil 6.2’de, Şekil 6.1’deki düğüme ait özellik penceresi gösterilmektedir.



Şekil 6.2: Örnek düğüme ait özellik penceresi

“nature node”, “decision node”, “utility node”, “constant node” olarak düğümün çeşidi değiştirilebilir. Bir ağ tamamen doğal düğümlerden oluşuyorsa o ağ Bayes ağı olarak adlandırılır. Karar düğümü ve yararlılık düğümü de içeriyorsa karar ağı olarak adlandırılır. Karar düğümleri karar vericinin kontrol edebileceği değişkenleri, yararlılık düğümleri de karar vericinin optimize etmeye çalıştığı değişkenleri temsil eder.

Düğümün temsil ettiği değişkenin ayrık yada sürekli olma durumu değiştirilebilir. Düğümün ebeveyn düğümü ile arasındaki KOT görülebilir ve üzerinde değişiklik yapılabilir.

6.1.2.3 Durum ekleme

Düğümün özellik penceresinden yeni durum eklenir. Durum eklenirken durum isimlendirilebilir. İsimlendirilmezse program state1, state2 şeklinde kendi isimlendirir. Dokümantasyon açısından durumlara isim verilmesi faydalıdır. Şekil

6.3'te, Şekil 6.2'deki düğüme eklenmiş olan durumlar gösterilmektedir. Şekil 6.4'te Şekil 6.2'deki düğüme durum eklendikten sonraki hali gösterilmektedir.

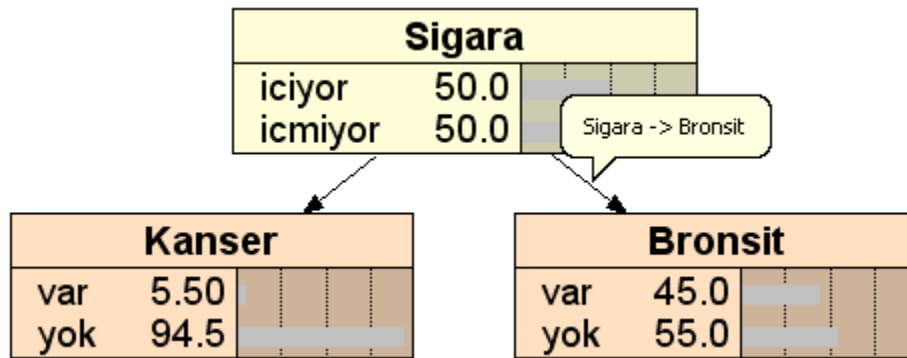
Şekil 6.3: Örnek düğüme ait durumlar

Tuberkuloz_Kanser	
var	6.48
yok	93.5

Şekil 6.4: Durumlar eklenmiş düğüm

6.1.2.4 Bağlantı ekleme

Bağlantı ebeveyn olacak düğümden çocuk düğüme doğru oluşturulur. Şekil 6.5'te birbirine bağlanmış düğümler ve aralarındaki ilişki gösterilmektedir.



Şekil 6.5: Birbirine bağlanmış düğümler ve aralarındaki ilişki

6.1.2.5 Düğüm tablo penceresi

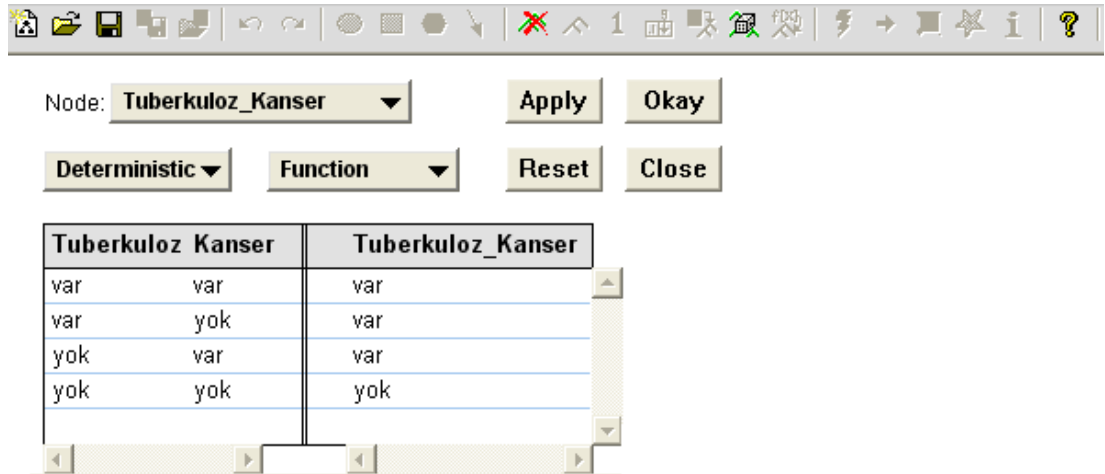
Düğüm tablo penceresinde düğümün ebeveynleri ile olan ilişkisi görülüp, değişiklik yapılabilir. Düğümün çocukları ile olan ilişkisi görülmez. Bu ilişki çocuk düğümün olasılık tablosunda görülür.

Tablo penceresinde en çok kullanılan tablolar fonksiyon tablosu ve olasılık tablosudur..

Fonksiyonu tablosu: Her mümkün ebeveyn değeri bir çıktı değerine izin verir.

Koşullu Olasılık Tablosu (KOT): En çok kullanılan tablolardır. Düğümün her durumu için ilgili satırda belirtilmiş koşullar ile olasılık sağlar. Her satırın olasılıkları toplamı 1'e eşittir.

Şekil 6.4'teki düğümüne ait KOT'su Şekil 6.6'da gösterilmektedir.

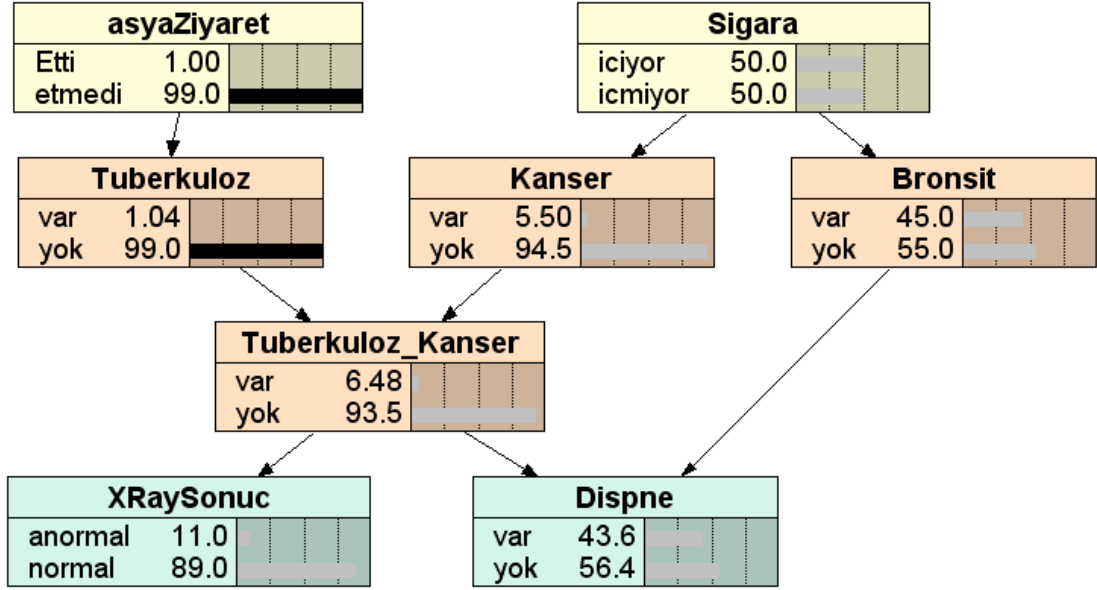


Tüberküloz_Kanser	Tüberküloz_Kanser
var	var
var	yok
yok	var
yok	yok

Şekil 6.6: Tüberküloz_Kanser düğümünün KOT'su

Sol tarafta dikey olarak ebeveyn değerlerinin tüm konfigürasyonları listelenmiştir. Sağ tarafta düğümün her durumu için bir sütun bulunmaktadır. Tablodaki sayılar, ebeveynler her satırdaki konfigürasyonları aldığı anda Tüberküloz_Kanser'in değerleri için oluşan koşullu olasılığı gösterir. Örneğin en üstteki "var" değeri $P(\text{Tüberküloz_Kanser}=\text{var} \mid \text{Tüberküloz}=\text{var}, \text{Kanser}=\text{var}) = \text{var}$, sağ alttaki "yok" değeri $P(\text{Tüberküloz_Kanser}=\text{yok} \mid \text{Tüberküloz}=\text{yok}, \text{Kanser}=\text{yok}) = \text{yok}$ anlamına gelmektedir.

Şekil 6.7'de örnek Bayes ağı gösterilmektedir.



Şekil 6.7: Örnek Bayes ağı

6.1.3 Olay ve olay dosyaları

Bir Bayes ağının bir düğümüne girilmiş bütün bulgu seti olay olarak adlandırılır. Olay bir nesne, kişi, durum hakkında bilgi sağlar.

6.1.3.1 Bulgu ekleme ve çıkarma

Düğümlere bulgular kaydedilerek bir Bayes ağına olay eklenir. Bulgu kaydedildikten sonra düğüm daha koyu renk alır. Kaydedilen bulgu geri alınabilir. Ayrıca Network→Remove Findings menüsü ile seçili düğüm varsa sadece o düğüme ait bulgular yoksa tüm düğümlerdeki bulgular geri alınır.

Eğer ağa tekrar tekrar kaydedilecek birçok bulgu var ise bu bulgular ile olay dosyası hazırlanabilir.

6.1.3.2 Olay dosyası oluşturma

Olay dosyası oluşturmak için birçok yol vardır.

Kelime İşlemci (Word Processor): Bir text editörü ya da kelime işlem programı kullanılarak veriler olay dosyasına Tablo 6.1'deki gibi elle girilerek olay dosyası oluşturulabilir.

Tablo 6.1: Örnek veri yapısı

SıraNo	Tüberküloz	Sigara	Kanser	XRay	Bronşit	Dispne
1	Yok	İçiyor	Yok	Anormal	Yok	Var
2	Yok	İçiyor	Yok	Normal	Var	Var
3	Yok	İçiyor	Var	Anormal	Var	Var
4	Yok	İçmiyor	Yok	Normal	Yok	Yok
5	Yok	İçiyor	Var	Anormal	Var	Var
6	Yok	İçiyor	Yok	Anormal	Var	Var
...						
119	Yok	İçiyor	Yok	Normal	Var	Var
120	Yok	İçiyor	Var	Anormal	Var	Var

Tablo Programı (Spreadsheet): Veri eğer Excel gibi tablo programında ise genellikle veriler kopyalanıp text editöre alınarak dosya oluşturulabilir.

Veritabanı: Çoğu veritabanı programları verileri text olarak verir. Verilerin en üst satırına başlık bilgisi eklenerek hazırlanan dosyalar olay dosyası olarak kullanılabilir.

Simülasyon: Bayes ağındaki belirlenmiş olasılık dağılımından örneklenen rastgele olaylardan oluşan olay dosyası Netica tarafından otomatik olarak oluşturulabilir.

Programlama: Olay dosyası oluşturmanın diğer bir yolu da bu dosyayı oluşturan bilgisayar programını, Netica API Program kütüphanesini kullanarak yazmaktır.

6.1.4 Bayes öğrenmesi

6.1.4.1 Olaylardan öğrenme

Netica olaylar teker teker düğümlere kaydedildikçe ya da olay dosyasından öğrenilebilir. Ayrıca bir veritabanına bağlanarak ya da Excel içerisindeki verilerden de öğrenilebilir. Netica öğrenmesi tecrübe kavramına dayanır.

6.1.4.2 Olay verisinden öğrenme

Bayes ağ öğrenmesi verilen olaylar ile otomatik olarak örnek bir Bayes ağı belirleme işlemidir. Her olay bir örneği, durumu, nesneyi temsil eder. Olay bunları tanımlayan değişken setlerinin değerlerini karşılar. Öğretilen ağda her değişken bir düğüm; bu değişkenin mümkün değerleri düğümün durumları olacaktır.

Öğretilmiş ağ eğitim verisinin dünyasından gelen yeni bir olayı incelemek için kullanılabilir. Yeni olayın değişken değerlerinin bulgu olarak kaydı yapılır. Daha sonra geriye kalan değişkenlerin inanç değerlerini belirlemek için olasılıksal sonuç

çıkarımı yapılır. Eğer ağın bağlantıları nedensel yapıya karşılık geliyorsa ve sonuç düğümleri bulgu düğümlerinin atalarıysa ağ teşhisi öğrendi denebilir. Eğer sonuç düğümleri çocuksa ağ tahmin etmeyi, eğer sonuç düğümü sınıf değişkenine karşılık geliyorsa ağ sınıflandırma yapmayı öğrendi denebilir. Bir ağ üçünü de aynı anda yapabilir.

Bayes öğrenmesi yapı öğrenmesi ve parametre öğrenmesi olarak iki parçaya bölünmüştür. Yapısal öğrenme değişkenlerin bağımlılık ve bağımsızlığını belirler ve ağdaki bağlantıların yerleşimini önerir. Parametre öğrenmesi her düğümde verilen bağlantı yapısı ve veriler ile KOT'sunu belirler. Netica şu anda sadece parametre öğrenmesi yapar. Dışarıdan yazılan bir program ile Netica yapısal öğrenme için de kullanılabilir.

6.1.4.3 Olay dosyasından öğrenme

Öğrenme işlemi için kullanılan Cases→Incorp Case File menüsü seçildiğinde bir olay dosyası ve derece bilgisi sisteme girilmelidir. Bu derece bilgisi genellikle 1'dir. 2 yapılarak ağa aynı olay 2 kere öğretilmiş etkisi oluşur. Bu durum diğer sayılar için de geçerlidir. -1 yapılarak daha önceden 1 derecesiyle öğrenilen olay geri alınabilir. Bu durum diğer negatif sayılar için de geçerlidir.

Ağda önemli olan sadece bir değişken (sonuç düğüm) varsa, bağlantıları bu düğümden diğer tüm düğümlere doğru çizmek en iyisidir. Bu şekilde bu düğümün yalnızca diğer düğümlerle olan ilişkisi görülür. Netica Bayesci çıkarımı sonuçlar üzerinde yapacağı için bir düğümden çıkan çok fazla bağlantı olması sorun oluşturmaz. Aksi takdirde öğrenme ile elde edilecek KOT'ları çok büyük olur. Bu yüzden bir düğüme doğru çizilmiş çok fazla bağlantı olmamalıdır. Netica düğümlerin KOT'larını seçilen öğrenme algoritmasına göre oluşturur.

6.1.4.4 Öğrenme algoritmaları

Netica KOT'larını öğrenmek için 3 temel algoritma tipi kullanır. Bunlar sayma (counting), beklenti maksimizasyonu (expectation-maximization (EM)), eğim alçalması (gradient descent)'dir. İçlerinde sayma en hızlı ve basit olanıdır. Bir düğümün sayma yöntemi ile KOT'su öğrenilirken, Netica sadece kendisine ve ebeveynlerine kesin değerler sağlayan düğümleri kullanır.

Genellikle bu yöntemlerden hangisinin en iyi sonuçları verdiğini görmek için her birini denemek iyi olur. Çoğunlukla EM öğrenmesi daha güçlüdür, birçok durumda iyi sonuçlar verir fakat bazen eğim alçalması daha hızlıdır.

Bayes öğrenmesi sırasında maksimum olabirlikli ağ bulunmaya çalışılır. Eğer \mathbf{N} ağ ve \mathbf{D} veri ise en büyük $P(\mathbf{N}|\mathbf{D})$ değerini veren \mathbf{N} değeri aranır. Bayes kuralı kullanılırsa

$$P(\mathbf{N}|\mathbf{D}) = P(\mathbf{D}|\mathbf{N}) P(\mathbf{N}) / P(\mathbf{D}) \quad (6.1)$$

olur. $P(\mathbf{D})$ tüm adaylar için aynı olacağı için $P(\mathbf{D}|\mathbf{N}) P(\mathbf{N})$ ifadesi maksimum yapılmaya çalışılır. Bu ifadeyi maksimuma çıkarmak ile logaritması olan $\log(P(\mathbf{D}|\mathbf{N})) + \log(P(\mathbf{N}))$ ifadesini maksimuma çıkarmak aynıdır. Elde ne kadar fazla veri varsa birinci ifade ikinci ifadeye göre daha önemli olacaktır.

Her ağın öncelikli olasılığı olan ikinci ifadeyi ele almak için değişik yaklaşımlar vardır. Bir yaklaşım her ağın eşit olasılıklı olduğunu düşünmektir. Bu durumda ifade her aday ağa aynı derecede katkı sağlayacağı için göz ardı edilebilir. Diğerleri daha az olası olduklarını düşünerek karmaşık ağları cezalandırmaktır. Netica her ağın öncelikli olasılığını deneyime ve öğrenme işlemi başlamadan önceki olasılık tablosuna dayandırmaktadır. Bu yaklaşım benzersiz ve mükemmeldir. Eğer ağda bu şekilde verilmiş bir tablo yoksa Netica verileri görmeden eşit olasılıklı olan her ağı dikkate alır.

İlk ifade $\log(P(\mathbf{D}|\mathbf{N}))$, ağın log olabirliği (log likelihood) olarak bilinir. Eğer \mathbf{D} verisi $\mathbf{d}_1, \mathbf{d}_2, \dots, \mathbf{d}_n$ gibi bağımsız durumlar içeriyorsa, o zaman log olabirliği

$$\log(P(\mathbf{D}|\mathbf{N})) = \log(P(\mathbf{d}_1|\mathbf{N}) P(\mathbf{d}_2|\mathbf{N}) \dots P(\mathbf{d}_n|\mathbf{N})) = \log(P(\mathbf{d}_1|\mathbf{N})) + \log(P(\mathbf{d}_2|\mathbf{N})) + \dots + \log(P(\mathbf{d}_n|\mathbf{N})) \quad (6.2)$$

olur. Durum ağa bulgu olarak girildiği için bütün $\log(P(\mathbf{d}_i|\mathbf{N}))$ ifadelerinin hesaplanması kolaydır. Netica çıkarımı bulguların olasılığını belirlemek için kullanılır.

EM ve eğim alçalması, öğrenme tekrarlayan bir işlemdir. Netica bir aday ağ ile işleme başlar, bu ağın log olabirliğini rapor eder. Sonra geriye kalan durum setini daha iyi bir ağ bulmak için işler. Her algoritmanın doğası gereği yeni ağın log olabirliği her zaman bir önceki kadar iyidir ya da daha iyidir. Bu işlem log

olabilirliği belirlenen bir hata payına göre daha fazla gelişmeye kadar ya da belirlenen sayıda iterasyona ulaşılana kadar devam eder. Netica basit eğim alçalmasına göre daha iyi performans gösteren eşlenik eğim alçalması kullanır.

EM ğrenmesi tekrarlı olarak bir Bayes ağını ele alır ve daha iyi bir ağ bulmak için beklenti (E) adımının ardından maksimizasyon (M) adımını gerçekleştirir. E adımında boş verilerin beklenen değerlerini hesaplamak için mevcut Bayes ağı ile normal bir Bayes ağ çıkarımı kullanır ve daha sonra M adımında orijinal veri ve hesaplanan beklenen değerleri karşılaştırarak maksimum olabilir Bayes ağını bulur.

Eğim alçalma öğrenmesi, negatif log olabilirliğinin minimize edilmeye çalışıldığı objektif bir fonksiyon olarak kullanılarak Bayes ağı parametrelerinin alanını araştırır. Verilen bir Bayes ağı öğrenme esnasında Bayes ağ çıkarımını, parametrelerin eğimin en dik yönünde gitmesi için (maksimum iyileştirme) nasıl değiştirileceğini, dik eğim yönünü hesaplamak için kullanarak daha iyi bir ağ oluşturabilir. Aslında, en dik yolu gitmekten daha etkili bir yaklaşım kullanır. Bu yaklaşım bir önceki yolu dikkate alır. Bu yüzden bu yaklaşıma eşlenik eğim alçalması denir. Her iki algoritma yerel minimumda sıkışabilir fakat gerçek uygulamada özellikle EM algoritması gayet başarılıdır.

6.1.5 Hassasiyet analizi

Network→Sensitivity to Findings menüsü ile hassasiyet analizi yapılabilir. Sonuç düğümün ortalama değer, inanç gibi değerlerinin ağdaki diğer bulgu düğümleri tarafından ne kadar etkilendiğini gösteren bir rapor oluşturulur.

Raporun ilk kısmında birçok farklı hassasiyet ölçümleri kullanılarak her düğümün sonuç düğümünü ne kadar etkileyebildiğini detaylı olarak gösteren bir kısım bulunur. İkinci kısımda bulgu düğümlerin hassasiyetini karşılaştıran bir zet tablo bulunur.

Bu hassasiyet analizi sadece Bayes ağları için kullanılabilir.

Bir düğümün diğerine olan hassasiyetini en iyi tanımlayan bir sayı isteniyorsa, kategorilenmiş düğümler için raporun sonundaki zet tablonun ilk sütunu olan Mutual Info (MI), sürekli düğümler için ikinci sütun olan Variance Reduction (VOB) kullanılması tavsiye edilir.

6.1.6 Ağın test edilmesi

Bu testin amacı gerçek olayları kullanarak ağın ürettiği tahminlerin gerçek olaylara uyumunu görmek için Bayes ağını sınıflandırmaktır. Karar ağları için kullanılamaz.

Cases→Test with Cases menüsü ile test sırasında kullanılacak olay dosyası seçildikten sonra test işlemine başlanır. Olaylar teker teker işleme alınarak olay dosyası baştan sona işlenir. Daha sonra sonuç düğümlerine inanç oluşturmak için inanç güncellemesi yapılır. Bu düğümler için olay dosyasının sağladığı değer ile oluşturulan inanç karşılaştırılır. İşlem bittiğinde Netica sonuç düğümleri için bir rapor oluşturur. Bu rapor karışıklık matrisi (confusion matrix), hata oranı (error rate), kalibrasyon tablosu (calibration table), kuadratik puan (quadratic (Brier) score), logaritmik kayıp skoru (logarithmic loss score), küresel ödeme puanı (spherical payoff score), beklenmedik indeks (surprise indexes) ve test hassasiyeti (test sensitivity) bilgilerini içerir. Bu bilgilerden hata oranı, toplamda kaç olayın yanlış sınıflandırıldığı bilgisi, toplam yapılan sınıflandırma sayısına bölünerek elde edilir. Genellikle yüzde olarak gösterilir.

6.2 Netica Programı Kullanılarak Ağın Tasarlanması

Bir önceki bölümde açıklanan yöntemlerle elde edilen modeller Netica programında tasarlanmıştır. Modeli öğretmede kullanılacak her modele uygun veriler sorgulanıp, comma-separated values (CSV) formatında hazırlanmıştır.

Oluşturulan ağlarda düğüm ve durum sayılarının çok olmasından dolayı, Netica bu ağları derlerken fiziksel olarak ulaşılması mümkün olmayan bir bellek gereksinimi duymaktadır. O yüzden durumların ve düğümlerin sayısı sürekli azaltılmaya çalışılmış fakat yeterli olmayınca azaltmanın yanısıra düğümlerin bağlantı yönleri değiştirilerek Naive Bayes sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Bu bölümde denenmiş olan bu modeller sırayla ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

6.2.1 Tüm düğümler kullanılarak elde edilen modeller

Model 1: Bu model, olay dosyasında *Sonuc* değişkeninde bulunma sıklığı 10 ve 10'dan fazla olan durumları içeren olaylar kullanılarak oluşturulmuştur. Bu modelde kullanılan düğümlerin listesi Tablo 6.2'de gösterilmektedir. Tablo 6.3'de Model 1'de kullanılan düğümlerin içerdiği durumlar gösterilmektedir.

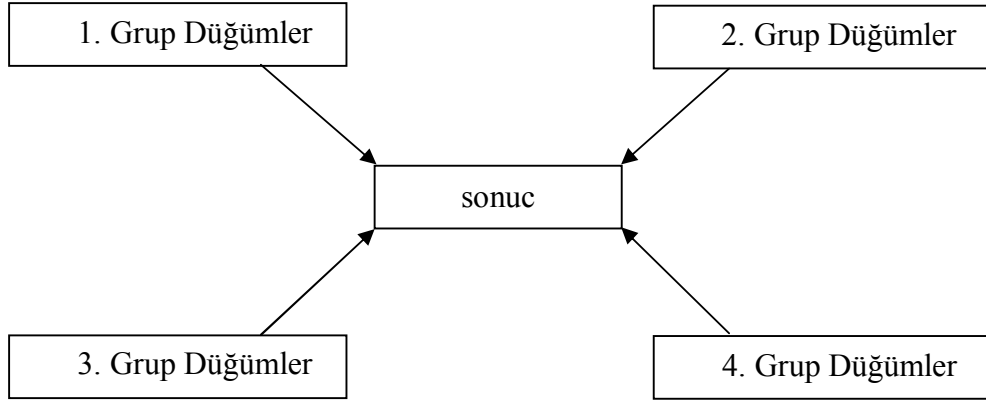
Tablo 6.2: Model 1 ve Model 2’de kullanılan düğümlerin listesi

Düğümler
SKO_SolAtriyum
SKO_SolVentrikulDiyastol
SKO_SolVentrikulSistol
SKO_IVSDiyastol
SKO_SolVentrikulArkaDuvar
SKO_AortKokuGenisligi
SKO_AortKapakAcikligi
SKO_EjeksiyonFraksiyonu
SKO_MitralEAOrani
AK_Yapisi
AK_KapakAlani
AK_MaxGradiyent
AK_OrtalamaGradiyent
AK_Yetmezlik
MK_Yapisi
MK_KapakAlani
MK_MaxGradiyent
MK_OrtalamaGradiyent
MK_Yetmezlik
SVDH_Anteriyor
SVDH_Septum
SVDH_Apex
SVDH_Inferior
SVDH_Posteriyor
SVDH_Lateral
TK_Yapisi
TK_KapakAlani
TK_MaxGradiyent
TK_OrtalamaGradiyent
TK_Yetmezlik
PK_Yapisi
PK_SistolikPAB
PK_OrtalamaPAB
PK_MaxGradiyent
PK_Yetmezlik
PK_SantOraniQpQs
SKB_SagVentDiy
SKB_SagAtriyum
SKB_SagVentEF
Sonuc

Tablo 6.3: Model 1’de kullanılan düğümlerin içerdiği durumlar

Düğüm	Durum Sayısı	Durumlar
SKO_SolAtriyum	3	L, N, H
SKO_SolVentrikulDiyastol	3	L, N, H
SKO_SolVentrikulSistol	3	L, N, H
SKO_IVSDiyastol	3	L, N, H
SKO_SolVentrikulArkaDuvar	4	L, N, H, E
SKO_AortKokuGenisligi	4	L, N, H, E
SKO_AortKapakAcikligi	3	L, N, H
SKO_EjeksiyonFraksiyonu	3	L, N, H
SKO_MitralEAOrani	20	state1-19, E
AK_Yapisi	17	state1-16, N
AK_KapakAlani	5	L, A, M, H, N
AK_MaxGradyent	4	L, M, H, N
AK_OrtalamaGradyent	4	L, M, H, N
AK_Yetmezlik	15	state1-15
MK_Yapisi	29	state1-27, N, E
MK_KapakAlani	5	L, E, M, H, N
MK_MaxGradyent	3	N, E, A
MK_OrtalamaGradyent	3	N, E, A
MK_Yetmezlik	17	state1-17
SVDH_Anteriyor	11	state1-10, N
SVDH_Septum	23	state1-22, N
SVDH_Apex	11	state1-10, N
SVDH_Inferior	11	state1-10, N
SVDH_Posteriyor	6	state1-5, N
SVDH_Lateral	13	state1-12, N
TK_Yapisi	17	state1-16, N
TK_KapakAlani	4	state1, L, N, H
TK_MaxGradyent	3	N, E, A
TK_OrtalamaGradyent	3	N, E, A
TK_Yetmezlik	15	state1-15
PK_Yapisi	2	state1, N
PK_SistolikPAB	3	N, E, A
PK_OrtalamaPAB	3	N, E, A
PK_MaxGradyent	2	N, A
PK_Yetmezlik	5	state1-5
PK_SantOraniQpQs	3	N, E, A
SKB_SagVentDiy	3	L, N, H
SKB_SagAtriyum	3	L, N, H
SKB_SagVentEF	3	L, N, H
Sonuc	17	state1-17

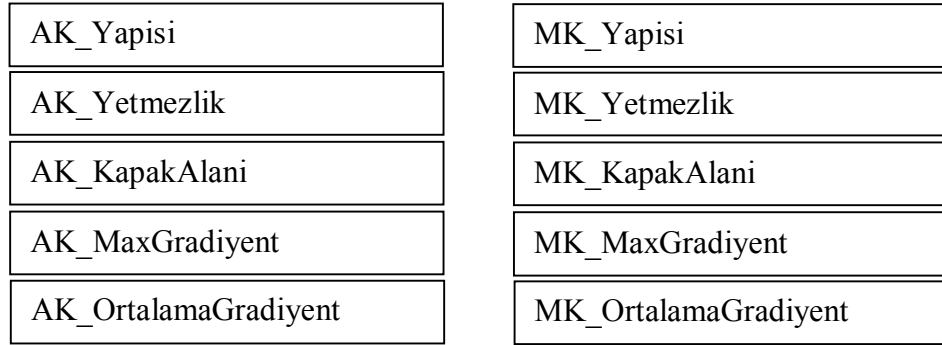
Şekil 6.8’de genel ağ yapısı gruplanmış şekilde verilmiştir. Şekil 6.9-6.12’de, Şekil 6.8’de verilen genel ağ yapısındaki düğüm gruplarının içerdiği düğümler gösterilmektedir. Bu düğümlere ait durumlar ise Tablo 5.4-5.18’de verilmiştir. Verilen tablolardaki düğüm ve durum bilgileri kullanılarak bağlantı yönü bulgu düğümlerinden sonuç düğümüne olacak şekilde model Netica ile oluşturulmuştur.



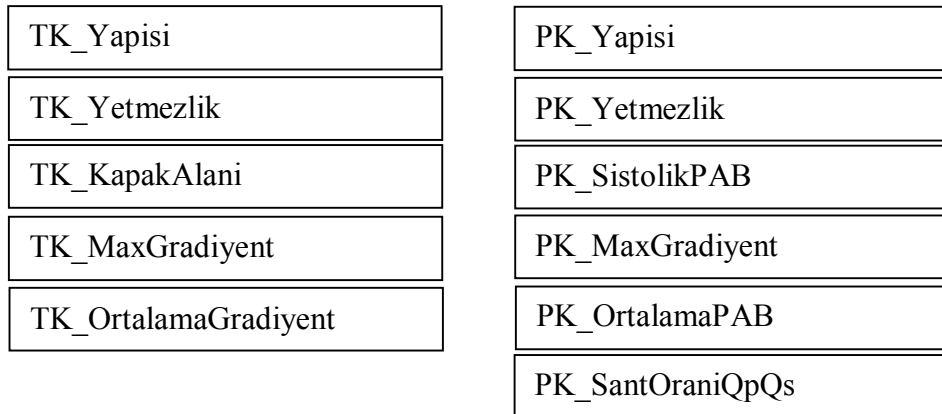
Şekil 6.8: Genel ağ yapısı



Şekil 6.9: 1. grup düğümler



Şekil 6.10: 2. grup düğümler



Şekil 6.11: 3. grup düğümler

SVDH_Septum	SKB_SagVentDiy
SVDH_Anteriyor	SKB_SagAtriyum
SVDH_Apex	SKB_SagVentEF
SVDH_Posteriyor	
SVDH_Inferior	
SVDH_Lateral	

Şekil 6.12: 4. grup düğümler

Fakat oluşturulan ağda düğüm ve durum sayılarının çok olmasından dolayı, Netica bu ağı derlerken fiziksel olarak ulaşılması mümkün olmayan “9.72813e+020 G bytes” gibi bir bellek gereksinimi duymaktadır. Bu nedenle bu modeli yapılan çalışmanın amacı doğrultusunda öğretip, modelden çıkarım yapmasını beklemek mümkün olmamıştır.

Model 2: Bu model olay dosyasında *Sonuc* değişkeninde bulunma sıklığı 20 ve 20’den fazla olan durumları içeren olaylar kullanılarak oluşturulmuştur. Bu modelde kullanılan düğümlerin listesi Tablo 6.2’de gösterilmektedir. *Sonuc* düğümünün durumlarında yapılan azaltma sonucunda diğer düğümlerdeki durumlar da azalmıştır. Tablo 6.4’de Model 2 ve Model 2’den sonra oluşturulan modellerde kullanılan düğümlerin içerdiği durumlar gösterilmektedir.

Tablo 6.4: Model 2 ve Model 2'den sonra oluşturulan modellerde kullanılan düğümlerin içerdiği durumlar

Düğüm	Durum Sayısı	Durumlar
SKO_SolAtriyum	2	N, H
SKO_SolVentrikulDiyastol	3	L, N, H
SKO_SolVentrikulSistol	3	L, N, H
SKO_IVSDiyastol	2	N, H
SKO_SolVentrikulArkaDuvar	3	N, H, E
SKO_AortKokuGenisligi	4	L, N, H, E
SKO_AortKapakAcikligi	2	L, N
SKO_EjeksiyonFraksiyonu	2	L, N
SKO_MitralEAOrani	19	state1-19 (state5 hariç), E
AK_Yapisi	14	state1-16 (state9, state11, state12 hariç), N
AK_KapakAlani	2	A, N
AK_MaxGradyent	4	L, M, H, N
AK_OrtalamaGradyent	4	L, M, H, N
AK_Yetmezlik	11	state1-15 (state3, state5, state10, state14 hariç) state1-27 (state1, state2, state5, state7, state8, state18, state22, state23), N, E
MK_Yapisi	21	state1-17 (state1, state12 hariç) state1-10, N state1-21, N state1-10, N state1-10 (state2 hariç), N state1-5 (state2 hariç), N state1-12 (state1, state4, state11 hariç), N
MK_KapakAlani	4	L, E, M, N
MK_MaxGradyent	3	N, E, A
MK_OrtalamaGradyent	3	N, E, A
MK_Yetmezlik	15	state1-17 (state1, state12 hariç)
SVDH_Anteriyor	11	state1-10, N
SVDH_Septum	22	state1-21, N
SVDH_Apex	11	state1-10, N
SVDH_Inferior	10	state1-10 (state2 hariç), N
SVDH_Posteriyor	5	state1-5 (state2 hariç), N
SVDH_Lateral	10	state1-12 (state1, state4, state11 hariç), N
TK_Yapisi	14	state1-16 (state9, state11, state12 hariç), N
TK_KapakAlani	2	state1, N
TK_MaxGradyent	2	N, E
TK_OrtalamaGradyent	2	N, E
TK_Yetmezlik	12	state1-15 (state3, state5, state10 hariç)
PK_Yapisi	2	state1, N
PK_SistolikPAB	3	N, E, A
PK_OrtalamaPAB	3	N, E, A
PK_MaxGradyent	2	N, A
PK_Yetmezlik	4	state1-5 (state3 hariç)
PK_SantOraniQpQs	3	N, E, A
SKB_SagVentDiy	2	N, H
SKB_SagAtriyum	2	N, H
SKB_SagVentEF	2	L, N
Sonuc	9	state1-9

Tablo 6.2’de görülen düğümler kullanılarak, bağlantı yönü bulgu düğümlerinden sonuç düğümüne olacak şekilde model oluşturulmuştur. Bu ağda Netica’nın bellek gereksinimi “3.80307e+017 G” gibi bir rakama düşürülmüştür fakat gene bu bellek boyutuna ulaşamayacağı için ağı öğretmek mümkün olmamıştır.

6.2.2 Düğüm sayısı azaltılarak elde edilen modeller

Model 3: Daha önce oluşturulan ağlar durum ve düğüm sayılarının çok olmasından dolayı öğretilmediği için, durum yanında düğüm sayılarında da azaltılma yapılması gerekliliği üzerinde durulmaya başlanmıştır. Bu doğrultuda kendi içinde verileri çok değişim göstermeyen değişkenlerin sonuç düğümüne etkisinin az olacağı düşünülmüştür.

Olay dosyasındaki 400 adet kayıt, değişken bazında gözden geçirilerek kendi içinde çok az değişim gösteren değişkenler ağdan tamamen kaldırılmıştır. Örneğin *PK_MaxGradyent* değişkeni sadece bir olayda “A” değeri alırken, diğer olayların hepsinde “N” değerini almıştır. Bu yüzden *PK_MaxGradyent* değişkeninin çıkarıma etkisi çok az olmaktadır. Bu model olay dosyasında verileri çok değişim göstermeyen 7 adet düğüm atılarak 33 tane düğümlerle oluşturulmuştur. Silinen düğümler Tablo 6.5’de gösterilmektedir. Silinen düğümlerden geriye kalan 33 adet düğüm kullanılarak, bağlantı yönü bulgu düğümlerinden sonuç düğümüne olacak şekilde model oluşturulmuştur.

Tablo 6.5: Model 1 ve Model 2’de kullanılıp, Model 3’de kullanılmayan düğümlerin listesi

Silinen Düğümler
AK_KapakAlani
PK_MaxGradyent
PK_Yapisi
PK_Yetmezlik
SKB_SagVentEF
SKO_AortKapakAcikligi
TK_KapakAlani

Bu ağda Netica’nın bellek gereksinimi “1.30314e+014 G” gibi bir rakama düşürülmüştür fakat gene bu ağ da öğretilmemiştir.

Model 4: Silinen 7 tane düğüm ağı öğretmek için gene yeterli olmayınca düğüm azaltılması işlemine devam edilmiştir. Bu modele 8 adet daha düğüm silinerek ağ 25

tane düğümle oluşturulmuştur. Silinen düğümler Tablo 6.6’da gösterilmektedir. 25 adet düğüm kullanılarak, bağlantı yönü bulgu düğümlerinden sonuç düğümüne olacak şekilde model oluşturulmuştur.

Tablo 6.6: Model 3’de kullanılıp, Model 4’de kullanılmayan düğümlerin listesi

Silinen Düğümler
MK_KapakAlani
MK_MaxGradiyent
MK_OrtalamaGradiyent
PK_OrtalamaPAB
PK_SantOraniQpQs
PK_SistolikPAB
TK_MaxGradiyent
TK_OrtalamaGradiyent

Bu ağda Netica’nın bellek gereksinimi yükselerek “3.82093e+011 G” gibi bir rakam olmuştur. Oluşturulan ağ gene öğretilmemiştir.

6.2.3 Naive Bayes sınıflandırma yöntemi uygulanarak elde edilen modeller

Önceki modellerde *Sonuc* düğümüne doğru çizilmiş bağlantıların çok fazla olmasından dolayı, *Sonuc* düğümüne ait KOT’ları çok fazla büyüyordu. Bu durumda ağın öğretilmesini engelliyordu. Naive Bayes sınıflandırma yönteminde bağlantıların yönü tam tersine çevrilip, bağlantılar sonuç düğümünden bulgu düğümlerine doğru oluşturulmaktadır. Bu durum KOT’larının büyümesine yol açmayacağı için herhangi bir sorun oluşturmaz. Ayrıca Netica Bayesci çıkarımı sonuçlar üzerinde yapacağı için çıkarım açısından da bir sorun oluşturmaz.

Bu bölümde 6.2.1 ve 6.2.2’de oluşturulmuş olan modeller Naive Bayes sınıflandırma yöntemi kullanarak tekrar oluşturulmuştur. **Model 5**, Model 1; **Model 6**, Model 2; **Model 7**, Model 3; **Model 8**, Model 4’de belirtilen tablolardaki düğümler kullanılarak, bağlantı yönü sonuç düğümünden bulgu düğümlerine olacak şekilde oluşturulmuştur. Oluşturulan ağlar test edildiğinde Model 5, Model 7, Model 8’de elde edilen hata oranları yüksek çıkmıştır. Elde edilen hata oranları Tablo 7.1’de gösterilmektedir.

6.2.4 Hassasiyet analiz sonuçları dikkate alınarak elde edilen modeller

Bu çalışmada istenilen başarılı çıkarımın yanında parametre sayısını da azaltmak olduğu için, bu bölümde tasarlanan modellerde diğer düğümlerin *Sonuc* düğümüne

etkisi dikkate alınarak düğümler azaltılmıştır. Model 2 üzerinde Netica'nın "Sensitivity to Findings" menüsü kullanılarak *Sonuc* düğümüne ait hassasiyet analizi yapılmıştır. Diğer düğümlerin *Sonuc* düğümü ile olan ilişkileri ve *Sonuc* düğümüne olan etkileri sayısal olarak elde edilmiştir. Bu veriler Tablo 6.7'de gösterilmektedir.

Tablo 6.7: Diğer düğümlerin *Sonuc* düğümüne olan etkileri

Düğüm	MI	VOB
Sonuc	2,6994	0,6493623
SKO_MitralEAOrani	0,91616	0,090813
MK_Yetmezlik	0,73656	0,0642823
MK_Yapisi	0,44737	0,0539821
SVDH_Septum	0,39961	0,0590401
TK_Yetmezlik	0,2728	0,0218342
AK_Yetmezlik	0,2728	0,0218342
AK_Yapisi	0,26935	0,0357671
TK_Yapisi	0,26935	0,0357671
SKO_SolAtriyum	0,26049	0,0083342
SVDH_Apex	0,25505	0,0468263
SVDH_Anteriyor	0,22481	0,0415388
SKO_IVSDiyastol	0,20496	0,0056212
SKO_EjeksiyonFraksiy	0,20084	0,0118849
MK_KapakAlani	0,18299	0,0206467
SVDH_Lateral	0,17873	0,0355823
PK_SistolikPAB	0,17658	0,0043928
MK_MaxGradyent	0,1747	0,020266
SVDH_Inferior	0,17076	0,0313176
MK_OrtalamaGradyent	0,14033	0,0171628
SKO_AortKokuGenisligi	0,11615	0,0030067
PK_OrtalamaPAB	0,10655	0,0021171
SKO_SolVentrikulSist	0,10437	0,0065518
SVDH_Posteriyor	0,08604	0,0194348
SKO_SolVentrikulDiyastol	0,08061	0,0024407
AK_OrtalamaGradyent	0,06756	0,0038594
AK_MaxGradyent	0,06494	0,0056826
TK_MaxGradyent	0,05479	0,0019935
TK_OrtalamaGradyent	0,04757	0,0014455
SKO_SolVentrikulArkaDuvar	0,04279	0,0014325
SKB_SagAtriyum	0,03574	0,0008431
PK_SantOraniQpQs	0,03045	0,0028103
PK_Yetmezlik	0,01704	0,0023948
AK_KapakAlani	0,0088	0,0018602
SKO_AortKapakAcikligi	0,00717	0,0002086
SKB_SagVentDiy	0,00696	0,0001269
SKB_SagVentEF	0,00657	0,0004088
PK_MaxGradyent	0,003	0,0008307
TK_KapakAlani	0,003	0,0008307
PK_Yapisi	0,003	0,0008307

Tablo 6.7’de gösterilen MI ve VOB değerleri bölüm 6.1.5’de de anlatıldığı gibi diğer düğümlerin *Sonuc* düğümüne olan duyarlılığını, etkisini gösterir. En büyük

değere sahip düğüm, *Sonuc* düğümünü en fazla etkileyen düğüm anlamına gelir. Amaç en iyi çıkarımı mümkün olduğu kadar az düğümle elde etmek olduğu için sırayla MI ve VOB değerleri en küçük olan düğümden yani *Sonuc* düğümüne etkisi en az düğümden başlanarak, düğümler ağdan çıkarılarak Naive Bayes sınıflandırma yöntemi ile yeni modeller oluşturulmuştur. Bu modellerde bağlantı yönü sonuç düğümünden bulgu düğümlerine doğru olacak şekildedir. Tablo 6.8’de tüm düğümler numaralandırılarak gösterilmiştir. Tablo 6.9’da hassasiyet analizi dikkate alınarak oluşturulan modellerin içerdiği düğümler, Tablo 6.8’deki numaralandırılmış düğümler kullanılarak belirtilmiştir.

Tablo 6.8: Dügüm listesi

No	Dügüm
1	SKO_SolAtriyum
2	SKO_SolVentrikulDiyastol
3	SKO_SolVentrikulSistol
4	SKO_IVSDiyastol
5	SKO_SolVentrikulArkaDuvar
6	SKO_AortKokuGenisligi
7	SKO_AortKapakAcikligi
8	SKO_EjeksiyonFraksiyonu
9	SKO_MitralEAOrani
10	AK_Yapisi
11	AK_KapakAlani
12	AK_MaxGradiyent
13	AK_OrtalamaGradiyent
14	AK_Yetmezlik
15	MK_Yapisi
16	MK_KapakAlani
17	MK_MaxGradiyent
18	MK_OrtalamaGradiyent
19	MK_Yetmezlik
20	SVDH_Anteriyor
21	SVDH_Septum
22	SVDH_Apex
23	SVDH_Inferior
24	SVDH_Posteriyor
25	SVDH_Lateral
26	TK_Yapisi
27	TK_KapakAlani
28	TK_MaxGradiyent
29	TK_OrtalamaGradiyent
30	TK_Yetmezlik
31	PK_Yapisi
32	PK_SistolikPAB
33	PK_OrtalamaPAB
34	PK_MaxGradiyent
35	PK_Yetmezlik
36	PK_SantOraniQpQs
37	SKB_SagVentDiy
38	SKB_SagAtriyum
39	SKB_SagVentEF
40	Sonuc

Tablo 6.9: Modellerde kullanılan düğümlerin listesi

Model	Düğüm
9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40
10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 40
11	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 38, 40
12	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 38, 40
13	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 38, 40
14	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 36, 38, 40
15	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 38, 40
16	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 40
17	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 40
18	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 30, 32, 33, 40
19	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 32, 33, 40
20	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 32, 33, 40
21	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 32, 33, 40
22	1, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 32, 33, 40
23	1, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 30, 32, 33, 40
24	1, 4, 6, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 30, 32, 33, 40
25	1, 4, 6, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 30, 32, 40
26	1, 4, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 30, 32, 40
27	1, 4, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 30, 32, 40
28	1, 4, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 30, 32, 40
29	1, 4, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 30, 32, 40
30	1, 4, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 30, 40
31	1, 4, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 26, 30, 40
32	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40
33	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40
34	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 40
35	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 40
36	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 40

Tablo 6.9: (devam) Modellerde kullanılan düğümlerin listesi

37	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 38, 40
38	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 40
39	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 40
40	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 30, 32, 33, 35, 36, 40
41	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 30, 32, 33, 35, 36, 40
42	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 32, 33, 35, 36, 40
43	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 32, 35, 36, 40
44	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 32, 36, 40
45	1, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 32, 36, 40
46	1, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 32, 40
47	1, 3, 4, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 32, 40
48	1, 3, 4, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 32, 40
49	1, 3, 4, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 40
50	1, 3, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 40
51	1, 3, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 40
52	1, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 40
53	8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 40
54	9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 40
55	9, 10, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 40
56	9, 10, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 30, 40
57	9, 10, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 30, 40

Model 9: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,003 olan *PK_MaxGradyent*, *TK_KapakAlani*, *PK_Yapisi* düğümleri atılarak 37 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 10: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,00657 olan *SKB_SagVentEF* düğümü atılarak 36 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 11: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,00696 olan *SKB_SagVentDiy* düğümü atılarak 35 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 12: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,00717 olan *SKO_AortKapakAcikligi* düğümü atılarak 34 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 13: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,0088 olan *AK_KapakAlani* dögümü atılarak 33 dögüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 14: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,01704 olan *PK_Yetmezlik* dögümü atılarak 32 dögüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 15: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,03045 olan *PK_SantOraniQpQs* dögümü atılarak 31 dögüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 16: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,03574 olan *SKB_SagAtriyum* dögümü atılarak 30 dögüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 17: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,04279 olan *SKO_SolVentrikulArkaDuvar* dögümü atılarak 29 dögüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 18: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,04757 olan *TK_OrtalamaGradiyent* dögümü atılarak 28 dögüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 19: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,05479 olan *TK_MaxGradiyent* dögümü atılarak 27 dögüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 20: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,06494 olan *AK_MaxGradiyent* dögümü atılarak 26 dögüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 21: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,06756 olan *AK_OrtalamaGradiyent* dögümü atılarak 25 dögüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 22: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,08061 olan *SKO_SolVentrikulDiyastol* dögümü atılarak 24 dögüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 23: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,08604 olan *SVDH_Posteriyor* dögümü atılarak 23 dögüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 24: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,10437 olan *SKO_SolVentrikulSist* dögümü atılarak 22 dögüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 25: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,10655 olan *PK_OrtalamaPAB* dögümü atılarak 21 dögüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 26: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,11615 olan *SKO_AortKokuGenisligi* dögümü atılarak 20 dögüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 27: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,14033 olan *MK_OrtalamaGradiyent* dögümü atılarak 19 dögüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 28: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,17076 olan *SVDH_Inferior* düğümü atılarak 18 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 29: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,1747 olan *MK_MaxGradiyent* düğümü atılarak 17 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 30: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,17658 olan *PK_SistolikPAB* düğümü atılarak 16 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 31: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki MI değeri 0,17873 olan *SVDH_Lateral* düğümü atılarak 15 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 32: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0001269 olan *SKB_SagVentDiy* düğümü atılarak 39 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 33: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0002086 olan *SKO_AortKapakAcikligi* düğümü atılarak 38 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 34: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0004088 olan *SKB_SagVentEF* düğümü atılarak 37 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 35: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0008307 olan *PK_Yapisi* düğümü atılarak 36 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 36: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0008307 olan *TK_KapakAlani* düğümü atılarak 35 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 37: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0008307 olan *PK_MaxGradiyent* düğümü atılarak 34 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 38: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0008431 olan *SKB_SagAtriyum* düğümü atılarak 33 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 39: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0014325 olan *SKO_SolVentrikulArkaDuvar* düğümü atılarak 32 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 40: Tablo 6.7’de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0014455 olan *TK_OrtalamaGradiyent* düğümü atılarak 31 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 41: Tablo 6.7'de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0018602 olan *AK_KapakAlani* düğümü atılarak 30 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 42: Tablo 6.7'de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0019935 olan *TK_MaxGradiyent* düğümü atılarak 29 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 43: Tablo 6.7'de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0021171 olan *PK_OrtalamaPAB* düğümü atılarak 28 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 44: Tablo 6.7'de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0023948 olan *PK_Yetmezlik* düğümü atılarak 27 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 45: Tablo 6.7'de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0024407 olan *SKO_SolVentrikulDiyastol* düğümü atılarak 26 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 46: Tablo 6.7'de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0028103 olan *PK_SantOraniOpQs* düğümü atılarak 25 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 47: Tablo 6.7'de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0030067 olan *SKO_AortKokuGenisligi* düğümü atılarak 24 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 48: Tablo 6.7'de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0038594 olan *AK_OrtalamaGradiyent* düğümü atılarak 23 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 49: Tablo 6.7'de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0043928 olan *PK_SistolikPAB* düğümü atılarak 22 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 50: Tablo 6.7'de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0056212 olan *SKO_IVSDiyastol* düğümü atılarak 21 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 51: Tablo 6.7'de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0056826 olan *AK_MaxGradiyent* düğümü atılarak 20 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 52: Tablo 6.7'de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0065518 olan *SKO_SolVentrikulSist* düğümü atılarak 19 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 53: Tablo 6.7'de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0083342 olan *SKO_SolAtriyum* düğümü atılarak 18 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 54: Tablo 6.7'de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0118849 olan *SKO_EjeksiyonFraksiy* düğümü atılarak 17 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 55: Tablo 6.7'de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0171628 olan *MK_OrtalamaGradiyent* düğümü atılarak 16 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 56: Tablo 6.7'de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,0194348 olan *SVDH_Posteriyor* düğümü atılarak 15 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

Model 57: Tablo 6.7'de verilen hassasiyet analizi tablosundaki VOB değeri 0,020266 olan *MK_MaxGradiyent* düğümü atılarak 14 düğüm ile ağ tasarlanmıştır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez çalışmasında öncelikle örnek hastaneden alınan veriler incelenmiş ve veri yapısı hakkında bilgi edinilmiştir. Giriş ve çıkış parametrelerin ne olacağı ve bu parametrelerin birbiri ile olan ilişkileri incelenerek oluşturulması planlanan model hakkında bilgi edinilmiştir. Veritabanından hastaların kimlik bilgilerini içermeyen gelişigüzel 1000 adet TTE raporu seçilmiştir. Veritabanında RTF formatında tutulan TTE ölçüm verilerinin doğrudan değerlendirilmesi imkansız olduğu için bu veriler yazılan bir ara program vasıtasıyla istenilen formata dönüştürülüp oluşturulan tez veritabanına kaydedilmiştir. Yazım hataları olan ve belirlenen giriş ile çıkış parametrelerini karşılamayan veriler dikkate alınmamıştır.

Veriler uygun formata dönüştürüldükten sonra Netica programı kullanılarak sistemi modelleyen Bayes ağı tasarlanmıştır. Fakat sistemdeki düğüm ve durumların sayısının çok fazla olmasından dolayı sistem öğretilmek istendiğinde ulaşılması mümkün olmayan donanım gereksinimleri ihtiyacı oluşmuştur. Bu yüzden öncelikli olarak durumlar daha sonra düğümler belirli stratejilere göre azaltılmıştır. Fakat çok fazla bir değişiklik elde edilemediği ve oluşan donanım ihtiyacı sorunu giderilemediği için oluşturulan ağlar veriler kullanılarak eğitilememiştir. Bu yüzden yöntem değişikliğine gidilmiştir. Mevcutta tasarlanmış olan modeller Naive Bayes sınıflandırma yöntemi kullanılarak tekrar tasarlanmıştır. Bu şekilde tasarlanan sistemde donanım ihtiyacı ortadan kalkmıştır. Fakat bu ağlar test edildiğinde hata oranlarının çok büyük olduğu görülmüştür.

Amaç en iyi çıkarımı yaparken ölçüm parametre sayısını da azaltmak olduğu için, Model 9'dan itibaren *Sonuc* düğümünün hassasiyet analiz bilgisine göre *Sonuc* düğümüne etkisi az olan düğümler sırayla ağdan çıkarılarak birçok model tasarlanmıştır. EM öğrenme metodu kullanılarak modeller öğretilmiş ve öğretilen sistemler üzerinde gerekli testler yapılmıştır. Yapılan testler sonucu elde edilen hata oranları değerlendirilmiştir. Tablo 7.1'de, öğretilen ağların hata oranları gösterilmektedir. Bu denemeler sonucunda elde edilen en iyi hata oranı %15.18'dir. Yani elde edilen ağ %84.82 olasılıkla doğru çıkarımda bulunmaktadır. Bu oran MI

alanına göre yapılan düğüm azaltması işlemi sonucunda 37 düğümle Model 9’da ve VOB sütununa göre yapılan düğüm azaltması işlemi sonucunda 39 düğümle Model 32’de elde edilmiştir. Model 9’da düğüm sayısı daha az olduğu Model 9 dikkate alınmıştır.

Tablo 7.1: Öğretilebilen ağların hata oranları

Model	Hata Oranı
Model 5	76.03%
Model 6	15.18%
Model 7	100%
Model 8	98.25%
Model 9	15.18%
Model 10	15.38%
Model 11	15.38%
Model 12	15.59%
Model 13	15.59%
Model 14	15.59%
Model 15	15.59%
Model 16	16.42%
Model 17	16.84%
Model 18	16.63%
Model 19	16.42%
Model 20	16.42%
Model 21	15.8%
Model 22	16.63%
Model 23	16.63%
Model 24	16.63%
Model 25	16.42%
Model 26	16.84%
Model 27	16.42%
Model 28	17.26%
Model 29	17.05%
Model 30	18.5%
Model 31	19.13%
Model 32	15.18%
Model 33	15.38%
Model 34	15.59%
Model 35	15.59%
Model 36	15.59%
Model 37	15.59%
Model 38	16.01%
Model 39	16.63%
Model 40	16.22%
Model 41	16.22%

Tablo 7.1: (devam) Öğretilebilen ağların hata oranları

Model 42	16.22%
Model 43	16.84%
Model 44	16.84%
Model 45	17.46%
Model 46	17.46%
Model 47	17.05%
Model 48	17.05%
Model 49	17.67%
Model 50	18.71%
Model 51	18.92%
Model 52	18.92%
Model 53	19.54%
Model 54	18.92%
Model 55	18.92%
Model 56	18.71%
Model 57	18.92%

Tıbbi teşhis destek sistemleri etkin karar verme, tıbbi bilgilerin yönetimi, dikkatsizlik ve bilgi eksikliklerinden kaynaklanabilen insan hatalarının önlenmesi gibi konularda genellikle başarılı olsalar da, bu sistemlerin kullanılması verilerin karmaşıklığına bağlı olarak oluşabilen tasarım hataları, klinik uygulamalarla sistemin entegrasyonun sağlanamaması, her uygulamadan başarılı sonuç alınamaması gibi birtakım sorunların oluşmasına da sebep olabilmektedir.

Tez kapsamında gerçekleştirilen sistemde bahsedilen sorunlardan veri karmaşası durumu ile karşılaşılmaktadır. Örneğin *SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol Atriyum (19-40)* değişkeninde yer alan “51”, “51*60”, “51(62*64)” değerleri kalbin ilgili ölçüm alanının 1, 2, 3 boyutlu ölçüm değerleridir. Diğer düğümlerde de karşılaşılan bu gibi değerler oluşturulan modellerde temsil edilemediğinden dolayı hepsi tek boyutlu olarak ele alındığı için ve veriler otomasyon sisteminde seçimli alanlardan seçilmeyip, RTF formatındaki alana elle kullanıcının sorumluluğuna bırakılmış şekilde girildiği için modelin pratikte kullanılmasında sorunlarla karşılaşılabılır. Değişkenlerin alabileceği değerler bir uzman yardımıyla ayrıntılı olarak incelenip, bu gibi sorunların giderilmesiyle ağda elde edilen başarı oranının artacağı ve destek sisteminin pratikte uygulanmaya daha uygun hale geleceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] **Yücebaşı, S. C.**, 2006: Hipokrat-1: Bayes Ağı Tabanlı Tıbbi Teşhis Destek Sistemi, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Başkent Üniversitesi.
- [2] **Karabey, U.**, 2007: Yol Kazalarının Bayesci Yaklaşımla Analizi, Aktüerya Bilimleri Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi.
- [3] **Ünal, E.**, 2003: Bayesci Vektör Otoregresyon Modeller ve Türkiye’de Enflasyon Üzerine Bir Uygulama, İstatistik Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimar Sinan Üniversitesi.
- [4] **Kurt, İ.**, 2008: Bayesgil Yaşam Analizi ve Cox Regresyon Yaşam Analizi’nin Türetilmiş ve Gerçek Veri Setlerinde Uygulanması, Biyoistatistik Anabilim Dalı, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
- [5] **Çetinyürek, A.**, 2006: Hastalık Gen İlişki Çalışmalarında Kullanılan Bayesci Yöntemlerin İncelenmesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi.
- [6] **Uzun, E.**, 2007: İnternet Tabanlı Bilgi Erişimi Destekli Bir Otomatik Öğrenme Sistemi, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trakya Üniversitesi.
- [7] **Kesgin, F.**, 2007: Türkçe Metinler İçin Konu Belirleme Sistemi, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- [8] **Jensen, F. V., Andersen, S. K., Kjærulff, U., and Andreassen, S.**, 1987: MUNIN - On the case for probabilities in medical expert systems - A practical exercise, *In Proceedings of the First Conference of European Society for Artificial Intelligence in Medicine*, J. Fox, M. Fieschi, and R. Engelbrecht (editors), 149-160, Springer-Verlag, Heidelberg, 1987.
- [9] **Xiang, Y., Pant, B., Eisen, A., Beddoes, M.P. and Poole D.**, 1991: PAINULIM: A Neuromuscular Diagnostic Aid Using Multiply Sectioned Bayesian Networks, *Proc. of the ISMM International Conference on Mini and Microcomputers in Medicine and Healthcare*, 64-69, Long Beach, CA, Dec. 1991.
- [10] **Heckerman, D. E., Horvitz, E. and Nathwani B. N.**, 1992: Toward Normative Expert Systems: Part I The Pathfinder Project, *Methods of Information in Medicine*, 31, 90-105, 1992.
- [11] **Miller, R. A., Masarie, F. E., and Myers, J. D.**, 1986: Quick medical reference for diagnostic assistance, *MD Computing*, 3, 34-48.

- [12] **Wemmenhove, B., Mooij, J.M., Wiegerinck, W., Leisink, M.A.R., Kappen, H.J. and Neijt, J.P.**, 2007: Inference in the Promedas Medical Expert System, *AIME*, 456-460, 2007.
- [13] **Ogunyemi, O., Clarke, J. R. and Webber B.**, 2000: Using Bayesian networks for diagnostic reasoning in penetrating injury assessment, *Proceedings of the Thirteenth Annual IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems*; Houston, Texas, *IEEE Computer Society Press*, 115-120, 2000.
- [14] **Çavuşoğlu, B. and Oral E. A.**, 2009: Olasılık ve Rastlantı Değişkenleri Ders Notları.
- [15] **Murat, N.**, 2007: Model Seçiminde Bayesci Yaklaşımların Kullanımı, İstatistik Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- [16] **Cılız, C.**, 2007: Bayesgil İstatistik Yöntemleri İle Pırlanta Fiyatının Analizi, İstatistik Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi.
- [17] **Çevik, M.**, 2009: Doğrusal Olmayan Bayesçi Regresyon ve Yüksek Frekanslı Ses Sistemlerinde Bir Uygulama, İstatistik Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi.
- [18] **Olmuş, H.**, 2007: Bayes Ağlar ve Markov Ağları Kullanan Kümeleme Yönteminin İncelenmesi ve Bir Uygulama, İstatistik Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi.
- [19] **Ekici, O.**, 2005: Bayesyen Regresyon ve WinBUGS İle Bir Uygulama, Ekonometri Anabilim Dalı, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi.
- [20] **Aktaş, A. M.**, 2008: Bayesci Olasılıksal Oynaklık Modelleri, İstatistik Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi.
- [21] **Sunar, Ö.**, 2009: Ortalamadaki Değişimi İzleyen Bayesci Süreç Kontrolü, İstatistik Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi.
- [22] **Can, A.**, 2008: Bayesçi Kestirim Teknikleri İle Hedef Takibi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi.
- [23] **Bahadır, A.**, 2010: Karma Regresyon Modelleri, İstatistik Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi.
- [24] **Tektaş, D.**, 2006: İki Düzeyli Lojit ve Probit Modellerde Parametre Tahminlerine Bayesci Bir Yaklaşım, İstatistik Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi.
- [25] **Karabulut, A.**, 2006: Bayes Tabanlı Sahne Sınıflandırması, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi.
- [26] **Bahadır, İ.**, 2008: Bayes Teoremi ve Yapay Sinir Ağları Modelleriyle Borsa Gelecek Değer Tahmini Uygulaması, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi.

- [27] **Demirel, S. and Bodur, S.**, 2004: Genetik Danışmada Bayes Teoreminin Uygulamaları, *Erciyes Tıp Dergisi*, 26(2), 81-85, 2004.
- [28] **Güner, E. S.**, 2008: Türkçe İçin Derlem Tabanlı Bir Anafor Çözümleme Çalışması, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trakya Üniversitesi.
- [29] **Domingos, P. and Pazzani, M.**, 1997: On the optimality of the simple Bayesian classifier under zero-one loss, *Machine Learning*, 29, 103-130, 1997.
- [30] **McCallum, A. and Nigam, K.**, 1998: A comparison of event models for Naive Bayes text classification, In Proceedings of the AAAI-98 Workshop on Learning for Text Categorization, Madison, USA.
- [31] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Ekokardiyografi>
- [32] http://www.kalpveyasam.com/detail.php?cont_ID=4
- [33] <http://www.aamedya.com/fikralar-saglik-ruya-tabirleri-ekokardiyografi-nedir/haber-ekokardiyografi-nedir-28854>
- [34] <http://www.siyamiersek.gov.tr/k3.html>
- [35] <http://www.norsys.com/WebHelp/NETICA.htm>>

EKLER

EK A : Verileri Ayrıştırarak İçin Hazırlanan Ara Programın Kaynak Kodları

EK B : Model Parametrelerin İçerdiği Veri Çeşitleri

EK C : *Sonuc* Parametresindeki Verilerin Bulunma Sıklığı

EK A

```
private void listeOlustur_Click(object sender, EventArgs e)
{
    try
    {
        createList();
        MessageBox.Show(this, "Liste oluşturuldu.", "Bilgi", MessageBoxButtons.OK,
        MessageBoxIcon.Information);
    }
    catch
    {
        MessageBox.Show(this, "Hata oluştu.", "Hata", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
    }
}

private void createList()
{
    string ekle = "", deger = "";
    SqlCommand komut = new SqlCommand("select * from tblekoRapor WHERE active = 1 order by id desc",
connection);

    SqlDataReader okuyucu = komut.ExecuteReader();
    SqlDataReader okuyucu2, okuyucu3;

    while (okuyucu.Read())
    {
        Excel.Application xlApp;
        Excel.Workbook xlWorkBook;
        Excel.Worksheet xlWorkSheet;
        Excel.Range arananUst, arananAlt, arananDeger;
        object hucre;
        int arananDegerColumn, arananDegerRow;

        object misValue = System.Reflection.Missing.Value;
    }
}
```

```

xlApp = new Excel.Application();
xlWorkBook = xlApp.Workbooks.Add(misValue);

xlWorkSheet = (Excel.Worksheet)xlWorkBook.Worksheets.get_Item(1);
richTextBox1.Rtf = okuyucu["rapor"].ToString();
richTextBox1.SelectAll();
richTextBox1.Copy();
xlApp.Application.Caption = okuyucu["id"].ToString();
xlWorkSheet.Paste(misValue, false);
xlWorkBook.Application.DisplayAlerts = false;
xlWorkBook.SaveAs("C:tez\\" + okuyucu["id"] + ".xls", Excel.XlFileFormat.xlWorkbookNormal, misValue,
misValue, misValue, misValue, Excel.XlSaveAsAccessMode.xlExclusive, misValue, misValue, misValue, misValue,
misValue);

```

```

komut.Dispose();
komut.CommandText = "SELECT alanAdi, id FROM tblAlan WHERE ustID = 0";
okuyucu2 = komut.ExecuteReader();
ekle = ekle + "INSERT INTO [tez].[dbo].[tblListe] " +
    " (id " +
    ", [SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol Atriyum (19-40)] " +
    ", [SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol ventrikül diyastol (37-56)] " +
    ", [SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol ventrikül sistol (19-40)] " +
    ", [SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) IVS diyastol(6-11)] " +
    ", [SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol ventrikül arka duvar (6-11)] " +
    ", [SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Aort kökü genişliği (22-37)] " +
    ", [SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Aort Kapak açıklığı (15-26)] " +
    ", [SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Ejeksiyon Fraksiyonu (%) (55-75)] " +
    ", [SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) DT (msn) (160-240)] " +
    ", [SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Mitral E/A oranı] " +
    ", [SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) VPR] " +
    ", [AORT KAPAĞI Yapısı] " +
    ", [AORT KAPAĞI Kapak Alanı (2,5-3,5cm2)] " +
    ", [AORT KAPAĞI Max Gradiyent] " +
    ", [AORT KAPAĞI Ortalama Gradiyent] " +
    ", [AORT KAPAĞI Yetmezlik] " +

```

```

",[MİTRAL KAPAK Yapısı] " +
",[MİTRAL KAPAK Kapak Alanı (4-6cm2)] " +
",[MİTRAL KAPAK Max Gradyent] " +
",[MİTRAL KAPAK Ortalama Gradyent] " +
",[MİTRAL KAPAK Yetmezlik] " +
",[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Anteriyor] " +
",[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Septum] " +
",[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Apex] " +
",[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ İinferior] " +
",[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Posteriyor] " +
",[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Lateral] " +
",[TRİKÜSPİT KAPAK Yapısı] " +
",[TRİKÜSPİT KAPAK Kapak Alanı (6-8cm2)] " +
",[TRİKÜSPİT KAPAK Max Gradyent] " +
",[TRİKÜSPİT KAPAK Ortalama Gradyent] " +
",[TRİKÜSPİT KAPAK Yetmezlik] " +
",[PERİKARD Sistolik] " +
",[PERİKARD Diyastolik] " +
",[PULMONER KAPAK Yapısı] " +
",[PULMONER KAPAK Sistolik PAB] " +
",[PULMONER KAPAK Ortalama PAB] " +
",[PULMONER KAPAK Max Gradyent] " +
",[PULMONER KAPAK Yetmezlik] " +
",[PULMONER KAPAK Şant Oranı (Qp/Qs)] " +
",[SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ vent. Diy. (9-26)] " +
",[SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ ventduvar kal (5-8)] " +
",[SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ Atriyum (20-30)] " +
",[SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ vent. EF (%)] " +
",SONUC "+
"VALUES " +
"(" + okuyucu["id"].ToString() + ",";
while (okuyucu2.Read())
{
    arananUst = xlWorkSheet.UsedRange.Find(okuyucu2["alanAdi"], misValue, misValue,
Excel.XlLookAt.xlPart, Excel.XlSearchOrder.xlByColumns, Excel.XlSearchDirection.xlNext, false, false, misValue);
    komut.Dispose();
}

```



```

komut.CommandText = "SELECT alanAdi FROM tblAlan WHERE ustID = " + okuyucu2["id"];
okuyucu3 = komut.ExecuteReader();

while (okuyucu3.Read())
{
    arananAlt = xlWorkSheet.UsedRange.Find(okuyucu3["alanAdi"], arananUst, misValue,
Excel.XlLookAt.xlPart, Excel.XlSearchOrder.xlByColumns, Excel.XlSearchDirection.xlNext, false, false, misValue);

    if (okuyucu3["alanAdi"].ToString() == "SONUÇ:")
    {
        arananDegerColumn = arananAlt.Column;
        arananDegerRow = arananAlt.Row;
    }
    else
    {
        arananDegerColumn = arananAlt.Column + 1;
        arananDegerRow = arananAlt.Row;
    }

    hucre = xlWorkSheet.Cells[arananDegerRow, arananDegerColumn];
    arananDeger = xlWorkSheet.get_Range(hucre, hucre);
    if (okuyucu3["alanAdi"].ToString() == "SONUÇ:")
        deger = arananDeger.Text.ToString().Substring(okuyucu3["alanAdi"].ToString().Length,
arananDeger.Text.ToString().Length - okuyucu3["alanAdi"].ToString().Length);
    else
        deger = arananDeger.Text.ToString();

    deger = deger.Replace("'", " ");
    ekle = ekle + "'" + deger + "'" + ",";
}
okuyucu3.Dispose();
}
okuyucu2.Dispose();
ekle = ekle.Substring(0, ekle.Length - 1);
ekle = ekle + ")";

```

```

xlWorkBook.Close(true, misValue, misValue);
foreach (System.Diagnostics.Process p in System.Diagnostics.Process.GetProcessesByName("EXCEL"))
{
    p.Kill();
    break;
}
releaseObject(xlWorkSheet);
releaseObject(xlWorkBook);
releaseObject(xlApp);
}
komut.Dispose();
komut.CommandText = ekle;
komut.ExecuteNonQuery();
komut.Dispose();
}

private void releaseObject(object obj)
{
    try
    {
        System.Runtime.InteropServices.Marshal.ReleaseComObject(obj);
        obj = null;
    }
    catch (Exception ex)
    {
        obj = null;
        MessageBox.Show("Exception Occured while releasing object " + ex.ToString());
    }
    finally
    {
        GC.Collect();
    }
}

private void grupla_Click(object sender, EventArgs e)

```

```

{
    string ekle = "";
    SqlCommand komut = new SqlCommand("select * from tblListe", connection);
    SqlDataReader okuyucu = komut.ExecuteReader();

    while (okuyucu.Read())
    {
        ekle = "INSERT INTO [tez].[dbo].[tblListeGruplanmis] " +
            "[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol Atriyum (19-40)] " +
            "[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol ventrikül diyastol (37-56)] " +
            "[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol ventrikül sistol (19-40)] " +
            "[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) IVS diyastol(6-11)] " +
            "[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol ventrikül arka duvar (6-11)] " +
            "[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Aort kökü genişliği (22-37)] " +
            "[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Aort Kapak açıklığı (15-26)] " +
            "[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Ejeksiyon Fraksiyonu (%) (55-75)] " +
            "[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) DT (msn) (160-240)] " +
            "[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Mitral E/A oranı] " +
            "[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) VPR] " +
            "[AORT KAPAĞI Yapısı] " +
            "[AORT KAPAĞI Kapak Alanı (2,5-3,5cm²)] " +
            "[AORT KAPAĞI Max Gradyent] " +
            "[AORT KAPAĞI Ortalama Gradyent] " +
            "[AORT KAPAĞI Yetmezlik] " +
            "[MİTRAL KAPAK Yapısı] " +
            "[MİTRAL KAPAK Kapak Alanı (4-6cm²)] " +
            "[MİTRAL KAPAK Max Gradyent] " +
            "[MİTRAL KAPAK Ortalama Gradyent] " +
            "[MİTRAL KAPAK Yetmezlik] " +
            "[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Anteriyor] " +
            "[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Septum] " +
            "[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Apex] " +
            "[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ İnferior] " +
            "[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Posteriyor] " +
            "[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Lateral] " +
            "[TRİKÜSPİT KAPAK Yapısı] " +

```

```

",[TRİKÜSPİT KAPAK Kapak Alanı (6-8cm2)] " +
",[TRİKÜSPİT KAPAK Max Gradyent] " +
",[TRİKÜSPİT KAPAK Ortalama Gradyent] " +
",[TRİKÜSPİT KAPAK Yetmezlik] " +
",[PERİKARD Sistolik] " +
",[PERİKARD Diyastolik] " +
",[PULMONER KAPAK Yapısı] " +
",[PULMONER KAPAK Sistolik PAB] " +
",[PULMONER KAPAK Ortalama PAB] " +
",[PULMONER KAPAK Max Gradyent] " +
",[PULMONER KAPAK Yetmezlik] " +
",[PULMONER KAPAK Şant Oranı (Qp/Qs)] " +
",[SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ vent. Diy. (9-26)] " +
",[SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ ventduvar kal(5-8)] " +
",[SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ Atriyum (20-30)] " +
",[SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ vent. EF (%)] " +
",SONUC) " +
"VALUES (" +
"'" + SOLKALPOLCUMLERISolAtriyum(okuyucu[1].ToString()) + "',' " +
"'" + SOLKALPOLCUMLERISolVentrikülDiyastol(okuyucu[2].ToString()) + "',' " +
"'" + SOLKALPOLCUMLERISolVentrikülSistol(okuyucu[3].ToString()) + "',' " +
"'" + SOLKALPOLCUMLERIIVSDiyastol(okuyucu[4].ToString()) + "',' " +
"'" + SOLKALPOLCUMLERISolVentrikülArkaDuvar(okuyucu[5].ToString()) + "',' " +
"'" + SOLKALPOLCUMLERIAortKokuGenisligi(okuyucu[6].ToString()) + "',' " +
"'" + SOLKALPOLCUMLERIAortKapakAcikligi(okuyucu[7].ToString()) + "',' " +
"'" + SOLKALPOLCUMLERIEjeksiyonFraksiyonu(okuyucu[8].ToString()) + "',' " +
"'" + SOLKALPOLCUMLERIDTmsn(okuyucu[9].ToString()) + "',' " +
"'" + normalMi(okuyucu[10].ToString()) + "',' " +
"'" + normalMi(okuyucu[11].ToString()) + "',' " +
"'" + normalMi(okuyucu[12].ToString()) + "',' " +
"'" + AORTKAPAGIKapakAlani(okuyucu[13].ToString()) + "',' " +
"'" + AORTKAPAGIMaxGradient(okuyucu[14].ToString()) + "',' " +
"'" + AORTKAPAGIOrtGradient(okuyucu[15].ToString()) + "',' " +
"'" + normalMi(okuyucu[16].ToString()) + "',' " +
"'" + normalMi(okuyucu[17].ToString()) + "',' " +
"'" + MITRALKAPAKKapakAlani(okuyucu[18].ToString()) + "',' " +

```

```

        "" + MITRALKAPAKGradient(okuyucu[19].ToString()) + ", " +
        "" + MITRALKAPAKGradient(okuyucu[20].ToString()) + ", " +
        "" + normalMi(okuyucu[21].ToString()) + ", " +
        "" + normalMi(okuyucu[22].ToString()) + ", " +
        "" + normalMi(okuyucu[23].ToString()) + ", " +
        "" + normalMi(okuyucu[24].ToString()) + ", " +
        "" + normalMi(okuyucu[25].ToString()) + ", " +
        "" + normalMi(okuyucu[26].ToString()) + ", " +
        "" + normalMi(okuyucu[27].ToString()) + ", " +
        "" + normalMi(okuyucu[28].ToString()) + ", " +
        "" + TRIKUSPITKAPAKKapakAlani(okuyucu[29].ToString()) + ", " +
        "" + TRIKUSPITKAPAKGradient(okuyucu[30].ToString()) + ", " +
        "" + TRIKUSPITKAPAKGradient(okuyucu[31].ToString()) + ", " +
        "" + normalMi(okuyucu[32].ToString()) + ", " +
        "" + normalMi(okuyucu[33].ToString()) + ", " +
        "" + normalMi(okuyucu[34].ToString()) + ", " +
        "" + normalMi(okuyucu[35].ToString()) + ", " +
        "" + PULMONERKAPAKPAB(okuyucu[36].ToString()) + ", " +
        "" + PULMONERKAPAKPAB(okuyucu[37].ToString()) + ", " +
        "" + PULMONERMaxGradient(okuyucu[38].ToString()) + ", " +
        "" + normalMi(okuyucu[39].ToString()) + ", " +
        "" + PULMONERKAPAKSantOrani(okuyucu[40].ToString()) + ", " +
        "" + SAGKALPBOSLUKLARISagVentrikulDiyastol(okuyucu[41].ToString()) + ", " +
        "" + SAGKALPBOSLUKLARISagVentrikulDuvarKalinligi(okuyucu[42].ToString()) + ", " +
        "" + SAGKALPBOSLUKLARISagAtriyum(okuyucu[43].ToString()) + ", " +
        "" + SAGKALPBOSLUKLARISagVentrikulEF(okuyucu[44].ToString()) + ", " +
        "" + okuyucu[45] + ")";

try
{
    SqlCommand komut2 = new SqlCommand(ekle, connection);
    komut2.ExecuteNonQuery();
    komut2.Dispose();
    MessageBox.Show(this, "Veri gruplaması tamamlandı.", "Bilgi", MessageBoxButtons.OK,
    MessageBoxIcon.Information);
}

```

```

        catch
        {
            MessageBox.Show(this, "Hata Oluştı.", "Bilgi", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
        }
    }
}
private string normalMi(string sayi)
{
    string sonuc = "";
    if (sayi == "NORMAL")
        sonuc = "N";
    else
        sonuc = sayi;

    return sonuc;
}

private string SOLKALPOLCUMLERISolAtriyum(string sayi) // (19-40)
{
    string sonuc = "";
    if (Convert.ToInt32(sayi) < 19)
        sonuc = "L";
    else if (Convert.ToInt32(sayi) <= 40 && Convert.ToInt32(sayi) >= 19)
        sonuc = "N";
    else if (Convert.ToInt32(sayi) > 40)
        sonuc = "H";
    else
        sonuc = sayi;

    return sonuc;
}

private string SOLKALPOLCUMLERISolVentrikülDiyastol(string sayi) // (37-56)
{
    string sonuc = "";

```

```

    if (Convert.ToInt32(sayi) < 37)
        sonuc = "L";
    else if (Convert.ToInt32(sayi) <= 56 && Convert.ToInt32(sayi) >= 37)
        sonuc = "N";
    else if (Convert.ToInt32(sayi) > 56)
        sonuc = "H";
    else
        sonuc = sayi;

    return sonuc;
}

private string SOLKALPOLCUMLERISolVentrikülSistol(string sayi) //(19-40)
{
    string sonuc = "";
    if (Convert.ToInt32(sayi) < 19)
        sonuc = "L";
    else if (Convert.ToInt32(sayi) <= 40 && Convert.ToInt32(sayi) >= 19)
        sonuc = "N";
    else if (Convert.ToInt32(sayi) > 40)
        sonuc = "H";
    else
        sonuc = sayi;

    return sonuc;
}

private string SOLKALPOLCUMLERIIVSDiyastol(string sayi) //(6-11)
{
    string sonuc = "";
    try
    {
        if (Convert.ToInt32(sayi) < 6)
            sonuc = "L";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) <= 11 && Convert.ToInt32(sayi) >= 6)
            sonuc = "N";
    }
}

```

```

        else if (Convert.ToInt32(sayi) > 11)
            sonuc = "H";
    }
    catch
    {
        sonuc = sayi;
    }
    return sonuc;
}

private string SOLKALPOLCUMLERISolVentrikülArkaDuvar(string sayi) //(6-11)
{
    string sonuc = "";
    try
    {
        if (Convert.ToInt32(sayi) < 6)
            sonuc = "L";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) <= 11 && Convert.ToInt32(sayi) >= 6)
            sonuc = "N";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) > 11)
            sonuc = "H";
    }
    catch
    {
        sonuc = sayi;
    }
    return sonuc;
}

private string SOLKALPOLCUMLERIAortKokuGenisligi(string sayi) //(22-37)
{
    string sonuc = "";
    try
    {
        if (Convert.ToInt32(sayi) < 22)
            sonuc = "L";
    }

```



```

        else if (Convert.ToInt32(sayi) <= 37 && Convert.ToInt32(sayi) >= 22)
            sonuc = "N";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) > 37)
            sonuc = "H";
    }
    catch
    {
        sonuc = sayi;
    }
    return sonuc;
}

private string SOLKALPOLCUMLERIAortKapakAcikligi(string sayi) //(15-26)
{
    string sonuc = "";
    if (Convert.ToInt32(sayi) < 15)
        sonuc = "L";
    else if (Convert.ToInt32(sayi) <= 26 && Convert.ToInt32(sayi) >= 15)
        sonuc = "N";
    else if (Convert.ToInt32(sayi) > 26)
        sonuc = "H";
    else
        sonuc = sayi;

    return sonuc;
}

private string SOLKALPOLCUMLERIEjeksiyonFraksiyonu(string sayi) //(55-75)
{
    string sonuc = "";
    try
    {
        if (Convert.ToInt32(sayi) < 55)
            sonuc = "L";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) <= 75 && Convert.ToInt32(sayi) >= 55)

```

```

        sonuc = "N";
    else if (Convert.ToInt32(sayi) > 75)
        sonuc = "H";
    }
    catch
    {
        sonuc = sayi;
    }
    return sonuc;
}

private string SOLKALPOLCUMLERIDTmsn(string sayi) //(160-240)
{
    string sonuc = "";
    if (Convert.ToInt32(sayi) < 160)
        sonuc = "L";
    else if (Convert.ToInt32(sayi) <= 240 && Convert.ToInt32(sayi) >= 160)
        sonuc = "N";
    else if (Convert.ToInt32(sayi) > 240)
        sonuc = "H";
    else
        sonuc = sayi;

    return sonuc;
}

private string AORTKAPAGIKapakAlani(string sayi)
{
    string sonuc = "";
    try
    {
        if (Convert.ToDouble(sayi) < 0.75)
            sonuc = "H";
        else if (Convert.ToDouble(sayi) <= 1.5 && Convert.ToDouble(sayi) >= 0.75)
            sonuc = "M";
        else if (Convert.ToDouble(sayi) <= 2.5 && Convert.ToDouble(sayi) >= 1.5)

```

```

        sonuc = "L";
    else if (Convert.ToDouble(sayi) > 2.5)
        sonuc = "N";
    }
    catch
    {
        if (sayi == "NORMAL")
            sonuc = "N";
        else
            sonuc = sayi;
    }

    return sonuc;
}

private string AORTKAPAGIMaxGradient(string sayi)
{
    string sonuc = "";
    try
    {
        if (Convert.ToInt32(sayi) < 10)
            sonuc = "N";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) <= 20 && Convert.ToInt32(sayi) >= 10)
            sonuc = "L";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) <= 64 && Convert.ToInt32(sayi) >= 20)
            sonuc = "M";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) > 64)
            sonuc = "H";
    }
    catch
    {
        if (sayi == "NORMAL")
            sonuc = "N";
        else
            sonuc = sayi;
    }
}

```

```

        return sonuc;
    }

private string AORTKAPAGIOrtGradient(string sayi)
{
    string sonuc = "";
    try
    {
        if (Convert.ToInt32(sayi) < 10)
            sonuc = "N";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) <= 20 && Convert.ToInt32(sayi) >= 10)
            sonuc = "L";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) <= 40 && Convert.ToInt32(sayi) >= 20)
            sonuc = "M";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) > 40)
            sonuc = "H";
    }
    catch
    {
        if (sayi == "NORMAL")
            sonuc = "N";
        else
            sonuc = sayi;
    }
    return sonuc;
}

private string MITRALKAPAKKapakAlani(string sayi)
{
    string sonuc = "";
    try
    {
        if (Convert.ToDouble(sayi) < 1)
            sonuc = "H";
        else if (Convert.ToDouble(sayi) <= 2 && Convert.ToDouble(sayi) >= 1)
            sonuc = "M";
    }
}

```

```

        else if (Convert.ToDouble(sayi) <= 4 && Convert.ToDouble(sayi) >= 2)
            sonuc = "L";
        else if (Convert.ToDouble(sayi) > 4)
            sonuc = "N";
    }
    catch
    {
        if (sayi == "NORMAL")
            sonuc = "N";
        else
            sonuc = sayi;
    }
    return sonuc;
}

private string MITRALKAPAKGradient(string sayi)
{
    string sonuc = "";
    try
    {
        if (Convert.ToInt32(sayi) < 5)
            sonuc = "N";
    }
    catch
    {
        if (sayi == "NORMAL")
            sonuc = "N";
        else
            sonuc = "A";
    }
    return sonuc;
}

private string TRIKUSPITKAPAKKapakAlani(string sayi) //(6-8)
{
    string sonuc = "";

```

```

try
{
    if (Convert.ToInt32(sayi) < 6)
        sonuc = "L";
    else if (Convert.ToInt32(sayi) <= 8 && Convert.ToInt32(sayi) >= 6)
        sonuc = "N";
    else if (Convert.ToInt32(sayi) > 8)
        sonuc = "H";
}
catch
{
    sonuc = sayi;
}
return sonuc;
}

```

//gruplamaya uymuyorsa gelen değer esas alınacak
private string TRIKUSPITKAPAKGradient(string sayi)

```

{
    string sonuc = "";
    try
    {
        if (Convert.ToInt32(sayi) < 5)
            sonuc = "N";
    }
    catch
    {
        if (sayi == "NORMAL")
            sonuc = "N";
        else
            sonuc = "A";
    }
    return sonuc;
}

```

private string PULMONERKAPAKPAB(string sayi) //(25 veya 30)

```

{
    string sonuc = "";
    try
    {
        if (Convert.ToInt32(sayi) < 25)
            sonuc = "N";
    }
    catch
    {
        if (sayi == "NORMAL")
            sonuc = "N";
        else
            sonuc = "A"; //Anormal
    }
    return sonuc;
}

private string PULMONERMaxGradient(string sayi) // (25 veya 30)
{
    string sonuc = "";
    try
    {
        if (Convert.ToInt32(sayi) < 25)
            sonuc = "L";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) <= 40 && Convert.ToInt32(sayi) >= 25)
            sonuc = "M";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) > 40)
            sonuc = "H";
    }
    catch
    {
        if (sayi == "NORMAL")
            sonuc = "N";
        else
            sonuc = "A"; //Anormal
    }
}

```

```

        return sonuc;
    }

private string PULMONERKAPAKSantOrani(string sayi)
{
    string sonuc = "";
    try
    {
        if (Convert.ToDouble(sayi) < 1.2)
            sonuc = "N";
    }
    catch
    {
        if (sayi == "NORMAL")
            sayi = "N";
        else
            sonuc = "A";//Anormal
    }
    return sonuc;
}

private string SAGKALPBOSLUKLARISagVentrikulDiyastol(string sayi) //(9-26)
{
    string sonuc = "";
    try
    {
        if (Convert.ToInt32(sayi) < 9)
            sonuc = "L";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) <= 26 && Convert.ToInt32(sayi) >= 9)
            sonuc = "N";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) > 26)
            sonuc = "H";
    }
    catch
    {
        if (sayi == "NORMAL")

```



```

        sonuc = "N";
    else
        sonuc = sayi;
    }
    return sonuc;
}

private string SAGKALPBOSLUKLARISagVentrikulDuvarKalinligi(string sayi) //(5-8)
{
    string sonuc = "";
    try
    {
        if (Convert.ToInt32(sayi) < 5)
            sonuc = "L";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) <= 8 && Convert.ToInt32(sayi) >= 5)
            sonuc = "N";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) > 8)
            sonuc = "H";
    }
    catch
    {
        sonuc = sayi;
    }
    return sonuc;
}

private string SAGKALPBOSLUKLARISagAtriyum(string sayi) //(20-30)
{
    string sonuc = "";
    try
    {
        if (Convert.ToInt32(sayi) < 20)
            sonuc = "L";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) <= 30 && Convert.ToInt32(sayi) >= 20)
            sonuc = "N";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) > 30)

```

```

        sonuc = "H";
    }
    catch
    {
        if (sayi == "NORMAL")
            sonuc = "N";
        else
            sonuc = sayi;
    }
    return sonuc;
}

private string SAGKALPBOSLUKLARISagVentrikuleF(string sayi) //(55-70)
{
    string sonuc = "";
    try
    {
        if (Convert.ToInt32(sayi) < 55)
            sonuc = "L";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) <= 70 && Convert.ToInt32(sayi) >= 55)
            sonuc = "N";
        else if (Convert.ToInt32(sayi) > 70)
            sonuc = "H";
    }
    catch
    {
        if (sayi == "NORMAL")
            sonuc = "N";
        else
            sonuc = sayi;
    }
    return sonuc;
}

```

EK B

Tablo A.1: *SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol Atriyum (19-40)* parametresinin içerdiği veri listesi

[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol Atriyum (19-40)]
25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,51,52,53,54,55,61

Tablo A.2: *SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol Ventrikül Diyastol (37-56)* parametresinin içerdiği veri listesi

[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol Ventrikül Diyastol (37-56)]
27,34,35,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,64,65,70,72,442

Tablo A.3: *SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol Ventrikül Sistol (19-40)* parametresinin içerdiği veri listesi

[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol Ventrikül Sistol (19-40)]
9,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,46,47,48,49,51,52,53,55,56,339

Tablo A.4: *SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) IVS Diyastol(6-11)* parametresinin içerdiği veri listesi

[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) IVS Diyastol(6-11)]
10,11,12,13,14,15,16,17,7,8,9

Tablo A.5: *SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol Ventrikül Arka Duvar (6-11)* parametresinin içerdiği veri listesi

[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Sol Ventrikül Arka Duvar (6-11)]
EMPTY,10,11,12,13,16,26,28,37,7,8,89,9,90

Tablo A.6: *SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Aort kökü Genişliği (22-37)* parametresinin içerdiği veri listesi

[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Aort kökü Genişliği (22-37)]
,24,25,26,27,28,29,30,31,32,-32,33,-33,34,-34,35,36,37,38,39,-39,41,43,8

Tablo A.7: *SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Aort Kapak Açıklığı (15-26)* parametresinin içerdiği veri listesi

[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Aort Kapak Açıklığı (15-26)]
0,17,18

Tablo A.8: *SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Ejeksiyon Fraksiyonu (%) (55-75)* parametresinin içerdiği veri listesi

[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Ejeksiyon Fraksiyonu (%) (55-75)]
25-30,40-45,45-50,50-55,55-60,60-65,25,27,29,30,40,43,44,45,47,48,50,53,55,60,62,63,65,67,68,70,71

Tablo A.9: *SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) DT (msn) (160-240)* parametresinin içerdiği veri listesi

[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) DT (msn) (160-240)]
0

Tablo A.10: *SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Mitral E/A Oranı* parametresinin içerdiği veri listesi

[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) Mitral E/A Oranı]
,ARİTMİK,ARİTMİK - E<A,ARİTMİK E<A(2-3 MY),ARİTMİK-TAŞİKARDİK,E<A ,E<A - ARİTMİK,E<A - TAŞİKARDİK,E<A (3 MY) ,E<A E<A,E<A E>A,E=A ,E>>A E>>A,E>A,E>A E<A,E>A E>A,E>A E>A E/E :
4,TAŞİKARDİK,TAŞİKARDİK-ARİTMİK

Tablo A.11: *SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) VPR* parametresinin içerdiği veri listesi

[SOL KALP ÖLÇÜMLERİ (mm) VPR]
0

Tablo A.12: *AORT KAPAĞI Yapısı* parametresinin içerdiği veri listesi

[AORT KAPAĞI Yapısı]
DEJENERATİF,DEJENERATİF,KALSİFİK,EKOJENİ TESİ ARTMIŞ,EKOJENİTESİ ARTMIŞ, KALIN,EKOJENİTESİ HAFİF ARTMIŞ,FİBRODEJENERATİF,FİBROTİK,FİBROTİK,KALIN,HAFİF DEJENERATİF,NORMAL,PROTEZ,UÇLARI HAFİF KALIN,UÇLARI KALIN,YOĞUN EKOJENİTE ARTIŞI

Tablo A.13: *AORT KAPAĞI Kapak Alanı(2,5-3,5cm²)* parametresinin içerdiği veri listesi

[AORT KAPAĞI Kapak Alanı(2,5-3,5cm ²)]
DEJENERATİF,DEJENERATİF-KALSİFİK,EKOJENİTESİ ARTMIŞ,EKOJENİTESİ ARTMIŞ, KALIN,EKOJENİTESİ HAFİF ARTMIŞ,FİBRODEJENERATİF,FİBROTİK,FİBROTİK, KALIN,HAFİF DEJENERATİF,NORMAL,PROTEZ,UÇLARI HAFİF KALIN,UÇLARI KALIN,YOĞUN EKOJENİTE ARTIŞI

Tablo A.14: *AORT KAPAĞI Max Gradyent* parametresinin içerdiği veri listesi

[AORT KAPAĞI Max Gradyent]
16,17,20,23,25,27,29,30,31,34,56,57,63,75,88,NORMAL

Tablo A.15: *AORT KAPAĞI Ortalama Gradyent* parametresinin içerdiği veri listesi

[AORT KAPAĞI Ortalama Gradyent]
10,12,13,14,16,20,23,34,37,42,49,52,8,NORMAL

Tablo A.16: *AORT KAPAĞI Yetmezlik* parametresinin içerdiği veri listesi

[AORT KAPAĞI Yetmezlik]
1 AY,1-2 AY,2 AY,2-3 AY,3 AY,3 AY PHT : 429,4 AY,ESER 1 AY,ESER AY,MİNİMAL,YOK

Tablo A.17: *MİTRAL KAPAK Yapısı* parametresinin içerdiği veri listesi

[MİTRAL KAPAK Yapısı]
EMPTY,AÇILIMI YETERLİ,ANT.LEAFLET DÜZLEŞİYOR,DEJENERATİF,DEJENERATİF,UÇLARI KALIN,EKOJENİTE ARTMIŞ,KALIN,EKOJENİTE HAFİF ARTMIŞ,EKOJENİTESİ ARTMIŞ,FİBRO DEJENERATİF,FİBROTİK,FİBROTİK, KALIN,FİBROTİK, UÇLARI KALIN,HAFİF DEJENERATİF,HAFİF EKOJENİTE ARTIŞI,HAFİF KALIN,MAK (+),MAK (+), DEJENERATİF,MAK (+), HAFİF DEJENERATİF,NORMAL,SEK(+),UÇLARI HAFİF KALIN,UÇLARI KALIN

Tablo A.18: *MİTRAL KAPAK Kapak Alanı(4-6cm²)* parametresinin içerdiği veri listesi

[MİTRAL KAPAK Kapak Alanı(4-6cm ²)]
EMPTY,(>3 cm ²),1,2 cm ² ,1,3 cm ² ,1,5 cm ² ,1,6 cm ² ,1,7 cm ² ,NORMAL

Tablo A.19: *MİTRAL KAPAK Max Gradyent* parametresinin içerdiği veri listesi

[MİTRAL KAPAK Max Gradyent]
EMPTY,10,11,13,14,15,16,17,18,19,22,26,30,32,57,N ORMAL

Tablo A.20: *MİTRAL KAPAK Ortalama Gradyent* parametresinin içerdiği veri listesi

[MİTRAL KAPAK Ortalama Gradyent]
EMPTY,10,12,13,17,20,22,3,37,4,5,6,8,9,NORMAL

Tablo A.21: *MİTRAL KAPAK Yetmezlik* parametresinin içerdiği veri listesi

[MİTRAL KAPAK Yetmezlik]
1 AY,1 MY,1-2 MY,2 AY,2 MY,2-3 MY,3 AY PHT : 429,3 MY,3-4 MY,4 MY,ESER,ESER MY,ESER TY,ESER-1 AY,MİNİMAL,YOK

Tablo A.22: *SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Anteriyor* parametresinin içerdiği veri listesi

[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Anteriyor]
ANT.HAFİF HİPOKİNETİK,APİKALİ HİPOKİNETİK,BAZAL HAFİF HİPOKİNETİK,BAZAL- HİPOKİNETİK,BAZAL-MİD HİPOKİNETİK,GLOBAL HAFİF HİPOKİNETİK,GLOBAL HİPOKİNETİK,HAFİF HİPOKİNETİK,HİPOKİNETİK,KALIN,16 MM, NORMAL,NORMAL

Tablo A.23: *SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Septum* parametresinin içerdiği veri listesi

[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Septum]
AKİNETİK,APEXİ HİPOKİNETİK,APİKAL HAFİF HİPOKİNETİK,APİKAL HİPOKİNETİK,BAZAL HAFİF HİPOKİNETİK,BAZAL-HİPOKİNETİK,BAZAL-MİD HİPOKİNETİK,DİSKİNETİK,GLOBAL HAFİF HİPOKİNETİK,GLOBAL HİPOKİNETİK,HAFİF HİPOKİNETİK,HAREKETLERİ DÜZ,HAREKETLERİ PARADOKS,HİPOKİNETİK,HİPOKİNETİK- DÜZLEŞMİŞ,İLERİ HİPOKİNETİK,MİD APİKAL,MİD- APİKAL HİPOKİNETİK,NORMAL,PARADOKS,SİGMOİD,SİG MOİD EN KALIN 16 MM

Tablo A.24: *SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Apex* parametresinin içerdiği veri listesi

[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Apex]
AKİNETİK,ANEVRİZMATİK,DİSKİNETİK,GLOBA L HAFİF HİPOKİNETİK,GLOBAL HİPOKİNETİK,HAFİF HİPOKİNETİK,HİPOKİNETİK,HİPOKİNETİK- DİSKİNETİK,İLERİ HİPOKİNETİK,NORMAL,PARADOKS HAREKET

Tablo A.25: *SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ İnferior* parametresinin içerdiği veri listesi

[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ İnferior]
AKİNETİK,APİKAL HİPOKİNETİK,BAZAL-MİD HİPOKİNETİK,GLOBAL HAFİF HİPOKİNETİK,GLOBAL HİPOKİNETİK,HAFİF HİPOKİNETİK,HİPOKİNETİK,İLERİ HİPOKİNETİK,MİD-APİKAL HİPOKİNETİK,NORMAL

Tablo A.26: *SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Posteriyor* parametresinin içerdiği veri listesi

[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Posteriyor] (ANEVRİZMATİK?),GLOBAL HAFİF HİPOKİNETİK,GLOBAL HİPOKİNETİK,HİPOKİNETİK,NORMAL
--

Tablo A.27: *SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Lateral* parametresinin içerdiği veri listesi

[SOL VENTRİKÜL DUVAR HAREKETLERİ Lateral] APİKAL HİPOKİNETİK,BAZAL HAFİF HİPOKİNETİK,BAZAL-MİD HİPOKİNETİK,GLOBAL HAFİF HİPOKİNETİK,GLOBAL HİPOKİNETİK,HİPERKİNETİK,HİPOKİNETİK,KAL IN, 15 MM, NORMAL,MİD-APİKAL HİPOKİNETİK,NORMAL
--

Tablo A.28: *TRİKÜSPİT KAPAK Yapısı* parametresinin içerdiği veri listesi

[TRİKÜSPİT KAPAK Yapısı] DEJENERATİF,DEJENERATİF,KALSİFİK,EKOJENİ TESİ ARTMIŞ,EKOJENİTESİ ARTMIŞ, KALIN,EKOJENİTESİ HAFİF ARTMIŞ,FİBRODEJENERATİF,FİBROTİK,FİBROTİ K,KALIN,HAFİF DEJENERATİF,NORMAL,PROTEZ,UÇLARI HAFİF KALIN,UÇLARI KALIN,YOĞUN EKOJENİTE ARTIŞI

Tablo A.29: *TRİKÜSPİT KAPAK Kapak Alanı(6-8cm²)* parametresinin içerdiği veri listesi

[TRİKÜSPİT KAPAK Kapak Alanı(6-8cm ²)] NET DEĞERLENDİRİLEMEDİ, NORMAL

Tablo A.30: *TRİKÜSPİT KAPAK Max Gradyent* parametresinin içerdiği veri listesi

[TRİKÜSPİT KAPAK Max Gradyent] 16,17,20,23,25,27,29,30,31,34,56,57,63,75,88,NORMAL

Tablo A.31: *TRİKÜSPİT KAPAK Ortalama Gradyent* parametresinin içerdiği veri listesi

[TRİKÜSPİT KAPAK Ortalama Gradyent] 10,12,13,14,16,20,23,34,37,42,49,52,8,NORMAL

Tablo A.32: *TRİKÜSPİT KAPAK Yetmezlik* parametresinin içerdiği veri listesi

[TRİKÜSPİT KAPAK Yetmezlik]
1 AY,1-2 AY,2 AY,2-3 AY,3 AY,3 AY PHT : 429,4 AY,ESER AY,ESER-1 AY,MİNİMAL,YOK

Tablo A.33: *PERİKARD Sistolik* parametresinin içerdiği veri listesi

[PERİKARD Sistolik]
NORMAL

Tablo A.34: *PERİKARD Diyastolik* parametresinin içerdiği veri listesi

[PERİKARD Diyastolik]
NORMAL

Tablo A.35: *PULMONER KAPAK Yapısı* parametresinin içerdiği veri listesi

[PULMONER KAPAK Yapısı]
NET DEĞERLENDİRİLEMEDİ,NORMAL

Tablo A.36: *PULMONER KAPAK Sistolik PAB* parametresinin içerdiği veri listesi

[PULMONER KAPAK Sistolik PAB]
25,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38 ,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,50,51,5 2,54,55,56,59,60,62,64,68,NET DEĞERLENDİRİLEMEDİ,NORMAL

Tablo A.37: *PULMONER KAPAK Ortalama PAB* parametresinin içerdiği veri listesi

[PULMONER KAPAK Ortalama PAB]
16,20,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32, 33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45, 46,48,51,NET DEĞERLENDİRİLEMEDİ,NORMAL

Tablo A.38: *PULMONER KAPAK Max Gradyent* parametresinin içerdiği veri listesi

[PULMONER KAPAK Max Gradyent]
NET DEĞERLENDİRİLEMEDİ,NORMAL

Tablo A.39: *PULMONER KAPAK Yetmezlik* parametresinin içerdiği veri listesi

[PULMONER KAPAK Yetmezlik]
1 PY,1-2 PY,NET DEĞERLENDİRİLEMEDİ,YOK

Tablo A.40: *PULMONER KAPAK Şant Oranı (Qp/Qs)* parametresinin içerdiği veri listesi

[PULMONER KAPAK Şant Oranı (Qp/Qs)]
0,59,0,6,0,66,0,93,NET DEĞERLENDİRİLEMEDİ,NORMAL

Tablo A.41: SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ Vent. Diy. (9-26) parametresinin içerdiği veri listesi

[SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ Vent. Diy. (9-26)]
25,26,29,30,31,32,34,35,36,38,39,46,54,NORMAL

Tablo A.42: SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ Ventduvar kal(5-8) parametresinin içerdiği veri listesi

[SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ Ventduvar kal(5-8)]
NORMAL

Tablo A.43: SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ Atriyum (20-30) parametresinin içerdiği veri listesi

[SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ Atriyum (20-30)]
24,25,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,48,49,50,NORMAL

Tablo A.44: SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ Vent. EF (%) parametresinin içerdiği veri listesi

[SAĞ KALP BOŞLUKLARI Sağ Vent. EF (%)]
33,37,NORMAL

Tablo A.45: Sonuc parametresinin içerdiği veri listesi

Sonuc
-HAFİF MY / TY,-HAFİF TY,-LA DİLATE,-LV DİYASTOLİK DİSFONKSİYON,-LV GRADE 1 DİYASTOLİK DİSFONKSİYON,-LV SEGMENTER DUVAR HAREKET KUSURU,-LVH,-NORMAL SINIRLARDA EKOKARDİYOĞRAFİ BULGULARI,-RKH İLE UYUMLU EKOKARDİYOĞRAFİ BULGULARI

EK C

Tablo B.1: Sonuç parametresindeki verilerin bulunma sıklığı

Sonuç Parametresinin İçerdiği Veri Çeşitleri	Bulunma Sıklığı
LV GRADE 1 DİYASTOLİK DİSFONKSİYON	178
NORMAL SINIRLARDA EKOKARDİYOĞRAFİ BULGULARI	99
LV SEGMENTER DUVAR HAREKET KUSURU	40
LA DİLATE	37
HAFİF MY / TY	37
RKH İLE UYUMLU EKOKARDİYOĞRAFİ BULGULARI	26
LVH	23
LV DİYASTOLİK DİSFONKSİYON	22
HAFİF TY	20
IAS ANEVİZMATİK	19
LV SİSTOLİK DİSFONKSİYON	18
LA SINIRDA DİLATE	13
LA SINIRDA NORMAL	12
AORT KÖKÜ DİLATE	11
BİATRİYAL DİLATASYON	10
KAPAK YAPILARI DEJENERATİF	10
SINIRDA LVH	10
AORT KÖKÜ SINIRDA NORMAL	9
HAFİF AY / MY / TY	9
HAFİF MY	8
FONKSİYONE PROTEZ MİTRAL KAPAK	7
MVP	7
SUBOPTİMAL DEĞERLENDİRME	7
LV GRADE 2 DİYASTOLİK DİSFONKSİYON	6
FONKSİYONE PROTEZ AORT VE MİTRAL KAPAKLAR	6
AORT KÖKÜ SINIRDA DİLATE	6
LV SİSTOLİK DİSFONKSİYON, DİYASTOLİK DİSFONKSİYON	5
SAĞ KALP BOŞLUKLARI İÇİNDE PACE LEAD İZLENDİ	5
TÜM KALP BOŞLUKLARI DİLATE	5
SOL KALP BOŞLUKLARI DİLATE	4
1 MY / 2 TY	4
HAFİF AY / TY	4
HAFİF AY	4
HAFİF AY / MY	3
GLOBAL MİNİMAL PERİKARDİYAL EFFÜZYON(+)	3
IAS DE RENKLİ DOPPLER İLE GEÇİŞ İZLENDİ	3
1-2 MY / 1 TY	3
ORTA MY / HAFİF TY	3
RA SINIRDA DİLATE	3
MİTRAL KAPAK EKOJENİTESİ ARTMIŞ	3
SAĞ BOŞLUKLAR DİLATE	3

Tablo B.1: (devam) *Sonuc* parametresindeki verilerin bulunma sıklığı

TAŞIKARDİ NEDENİYLE SUBOPTİMAL DEĞERLENDİRME	2
TÜM KALP BOŞLUKLARI GENİŞ	2
LVH DİYASTOLİK DİSFONKSİYON	2
LA, LV GENİŞ	2
LA GENİŞ	2
RA İÇİNDE PACE LEAD İ İZLENDİ	2
LA,RA DİLATE	2
LA,RA,RV DİLATE	2
ÖLÇÜMLER APİKALDEN ALINDI	2
1 TY	2
2 MY / 1 TY	2
2 MY / 2 TY	2
EF : % 60	2
IAS DE RENKLİ DOPPLER İLE GEÇİŞ(?)	2
1 MY / 1 TY	2
EVRE 1 LV DİYASTOLİK DİSFONKSİYON	2
HAFİF AY / ORTA MY / TY	2
HAFİF MİTRAL STENOZ, MVA: 2,2 cm ²	1
HAFİF MS	1
HAFİF AY / MY / ORTA TY	1
HAFİF AY (DEJENERATİF)	1
FONKSİYONE AORT VE MİTRAL KAPAK	1
FONKSİYONE MEKANİK PROTEZ MİTRAL KAPAK	1
FONKSİYONE PROTEZ AORT KAPAK	1
İE İLE UYUMLU OLABİLECEK OLUŞUM İZLENDİ.	1
KAPAK EKOJENİTESİ ARTMIŞ	1
KAPAK UÇLARI KALIN	1
IAS ANEVRİZMATİK, IAS YE BİTİŞİK HAREKETLİ YAPI(+)	1
IAS DE ANEVRİZMA; GEÇİŞ İZLENMEDİ	1
IAS DE HİPEREKOJEN GÖRÜNÜME NEDEN OLAN 1*1 CM BOYUNDA OLUŞUM İZLENDİ	1
HAFİF MY / ORTA TY	1
HAFİF PULMONER DARLIĞI	1
HAFİF TY / SPAB: 38 MMHG.	1
HAFİF-ORTA MY / TY	1
HIZ KONTROLÜ SONRASI EKOKARDİYOĞRAFİ TEKRARI ÖNERİLİR	1
ESER MY / TY	1
BÜYÜK ARTER TRANS POZİSYONU İLE UYUMLU EKOKARDİYOĞRAFİ BULGULARI	1
CİDDİ MS, MY	1
CİDDİ MY / HAFİF TY	1
DİLATE KMP İLE UYUMLU EKOKARDİYOĞRAFİ BULGULARI	1

Tablo B.1: (devam) *Sonuc* parametresindeki verilerin bulunma sıklığı

APEKS ANEVİZMATİK	1
APİKAL SIVAMA TARZI TROMBÜS (?)	1
APİKAL SIVAMA TARZI TROMBÜS MEVCUT	1
ARİTMİK, TAŞİKARDİK	1
ASENDAN AORTTA PATCH GÖRÜNÜMÜ	1
ASİMETRİK SEPTAL HİPERTROFİ	1
ASİMETRİK SEPTAL HİPERTROFİ İLE UYUMLU	
EKOKARDİYOĞRAFİ BULGULARI	1
ATRİYUMLAR SINIRDA NORMAL	1
BAZAL SEPTUM:17	1
2 MY / 2 TY / 1 AY	1
2 TY / SPAB: 34 MMHG.	1
2-3 AY / 2-3 MY / 1 TY	1
2-3 MY / 1 TY	1
3 TY / 1 AY	1
3-4 AY / 1 MY / ESER TY	1
3-4 AY / 2-3 MY	1
4 MY / 3-4 TY / 2 PY	1
AORT DARLIĞI(MAKSİMAL GRADİYENT:58 MMHG / ORTALAMA GRADİYENT:33 MMHG)	1
AORT KÖKÜ ASENDAN DÜZEYDE 40 MM	1
1 MY	1
1 MY / 1 AY / 3 TY	1
1-2 MY / 1 TY / 2 AY	1
1-2 TY / ESER MY	1
2 AY / 3 MY / 2-3 TY	1
2 AY, PARAVALVÜLER?	1
2 MY	1
2 MY / 1 AY	1
PARASTERNAL GÖRÜNTÜ SUBOPTİMAL	1
PARAVALVÜLER HAFİF AY	1
PE İZLENMEDİ	1
PROTEZ AORT GRADİYENT: 60 MMHG / 30 MMHG	1
PROTEZ AORT KAPAK	1
PROTEZ AORT KAPAK. MAX:40 MMHG , ORT.:23 MMHG	1
PULMONER ARTER ÇAPI 27 MM	1
PULMONER ARTER ÇAPI: 30 MM	1
PULMONER ARTER ÇAPI: 31 MM	1
PULMONER ARTER ÇAPI:29 MM	1
PULMONER ARTER ÇAPI:41MM	1
RA DİLATE	1
RA İÇİNDE KİTLE İMAJI GÖRÜLDÜ	1
MVP(ANT.LEAFLET UZUN)	1
ORTA AY (AORT KAPAK EKOJENİTESİ ARTMIŞ HAFİF KALIN)	1

Tablo B.1: (devam) *Sonuc* parametresindeki verilerin bulunma sıklığı

ORTA CİDDİ MS, 2 MY	1
ORTA DERECE AY / 3 TY	1
ORTA MY	1
RA KOMŞULUĞUNDA 1,1 CM,	1
RA KOMŞULUĞUNDA MAKSİMUM 8 MM PE(+), GLOBAL MİNİMAL PE(+),	1
RA KOMŞULUĞUNDA SİSTOLİK BASIYA SEBEP OLAN 9 MM PERİKARDİYAL EFFÜZYON İZLENDİ	1
RA SINIRDA NORMAL	1
RA VE RV ÇEVRESİNDE MİNİMAL PERİKARDİYAL EFFÜZYON İZLENDİ	1
RENKLİ DOPPLER İLE IAS DE GEÇİŞ İZLENMEDİ	1
RENKLİ DOPPLER İLE IAS DEN GEÇİŞ?	1
RENKLİ DOPPLER İLE IAS DEN ŞÜPHELİ GEÇİŞ	1
ORTA MY / TY	1
RV KOMŞULUĞUNDA MİNİMAL PE(+)	1
RV LATERAL VE APEKSİNDE MİNİMAL PERİKARDİYAL EFFÜZYON İZLENDİ.	1
SAĞ KALP BOŞLUKLARI VE LA DİLATE	1
SANTRAL 1-2 MY / 4 TY	1
SEGMENTER DUVAR HAREKET KUSURU	1
SEPTUM HAREKETLERİ PARADOKS	1
SEPTUM SİGMOİD EN KALIN:1,3 CM	1
LA HAFİF GENİŞ	1
LA İÇİNDE 1,4*2,6 CM BOYUTLARINDA KİTLE İMAJI(+)	1
LA İÇİNDE SEK (+)	1
LA İÇİNDE YOĞUN SEK (+) İZLENDİ	1
LA KOMŞULUĞUNDA 13 MM ,LV POST. DUVAR 22 MM, KAPAK YAPILARI HAFİF DEJENERATİF	1
KİST BENZERİ EKSTRA KARDİYAK OLUŞUM İZLENMEDİ	1
LA SINIRDA GENİŞ	1
LV LATERAL DUVAR KOMŞULUĞUNDA MİNİMAL PE(+)	1
LV LATERAL VE POST. DUVAR KOMŞULUĞUNDA MİNİMAL PERİKARDİYAL EFFÜZYON.	1
LV POST DUVAR KOMŞULUĞUNDA 9 MM	1
LV POST. DUVAR KOMŞULUĞUNDA 10 MM	1
LV POST. DUVAR KOMŞULUĞUNDA 6 MM	1
LV POST. DUVAR KOMŞULUĞUNDA 7 MM	1
LV POST.DUVAR KOMŞULUĞUNDA 1,5 CM	1
LA, RA , VE RV SINIRDA GENİŞ	1
LA, RA GENİŞ	1
LA YA BASI?	1
LV SİSTOLİK FONKSİYONLARI AZALMIŞ	1
LV SİSTOLİK FONKSİYONLARI SINIRDA NORMAL	1
LVH LA DİLATE	1
LVH SAĞ BOŞLUKLAR SINIRDA	1

Tablo B.1: (devam) *Sonuc* parametresindeki verilerin bulunma sıklığı

MEBRANÖZ SEPTUMDA PATCH GÖRÜNÜMÜ	1
MİTRAL ANT. LEAFLETTE DÜZLEŞME(+)	1
MİTRAL KAPAK EKOJENİTESİ ARTMIŞ, HAFİF KALIN	1
MİTRAL KAPAK EKOJENİTESİ ARTMIŞ, UÇLARI HAFİF KALIN	1
MİTRAL KAPAK EKOJENİTESİ HAFİF ARTMIŞ,HAFİF KALIN.	1
MİTRAL KAPAK ÜZERİNDE CLEFT	1
MİTRAL KAPAK YAPISI HAFİF DEJENERATİF	1
MİTRAL STENOZ	1
VALSALVA İLE AORT GRAD: 163 MMHG / 129 MMHG	1
VSD: 1,3 CM	1
TROMBÜS İZLENMEDİ	1
SAĞ BOŞLUKLAR GENİŞ	1
SAĞ BOŞLUKLAR SINIRDA GEÇİŞ	1
SOL AC KOLLABE OLDUĞU İÇİN, SAĞ ATRİYUMDA BASI GÖRÜNTÜSÜ??	1
SOL BOŞLUKLAR VE RA DİLATE	1

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Bedia Sündüz KILIÇ

Doğum Yeri ve Tarihi: 26.04.1985 Darende/MALATYA

Adres: Zeytinköy Mah. 4083 Sok. Çamönü Sit. C Blok Kat:1 Bağbaşı/DENİZLİ

Lisans Üniversitesi: Pamukkale Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü