



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BİYOİSTATİSTİK ve TIP BİLİŞİMİ ANABİLİM DALI

**KORONER BYPASS YAPILAN OLGULARDA
POSTOPERATİF DÖNEMDE GELİŞEN
ATRİYAL FİBRİLASYON GELİŞME RİSKİ
İÇİN BİR TAHMİN MODELİ ÖNERİSİ**

Neslihan BAKİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Prof. Dr. Kemal TURHAN

TRABZON-2017



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BIYOİSTATİSTİK ve TIP BİLİŞİMİ ANABİLİM DALI

**KORONER BYPASS YAPILAN OLGULARDA
POSTOPERATİF DÖNEMDE GELİŞEN
ATRİYAL FİBRİLASYON GELİŞME RİSKİ
İÇİN BİR TAHMİN MODELİ ÖNERİSİ**

Neslihan BAKİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Prof. Dr. Kemal TURHAN

TRABZON-2017

ONAY

Bu tez yüksek lisans tezi standartlarına uygun bulunmuştur.

Prof. Dr. Kemal TURHAN

Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi Anabilim Dalı Başkanı

Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi Neslihan BAKI'nın hazırladığı **“Koroner Bypass Yapılan Olgularda Postoperatif Dönemde Gelişen Atriyal Fibrilasyon Gelişme Riski İçin Bir Tahmin Modeli Önerisi”** başlıklı tez KTÜ Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca kapsamı ve bilimsel kalite yönünden değerlendirilerek yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Kemal TURHAN

Yüksek Lisans/Doktora Sınavı Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Kemal TURHAN

Yrd. Doç. Dr. Burçin KURT

Doç. Dr. Levent KORKMAZ

Tarih:

Bu tez KTÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun .../.../.... tarih ve... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ali Osman KILIÇ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYAN

Bu tez çalışmasının KTÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzu standartlarına uygun olarak yazıldığını, tezin akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiş özgün bir bilimsel araştırma eserim olduğunu, tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını, tezin çalışılması ve yazımı aşamalarında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

24/05/2017

Neslihan BAKİ

TEŞEKKÜR

Bugüne kadar bana her zaman inanan yanımda olan başta aileme, arkadaşlarıma ve hayatta yaşadığım beni ben yapan her şeye, herkese teşekkür ediyorum.

Bilimsel alanda hayal gücümüze sınır koymayan, her zaman fikirlerimizi cesaretle hayata geçirmemiz ve bilimsel araştırma yapmamız için sonuna kadar destekleyen, ket vurmeyan tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Kemal TURHAN Hocama, o kadar yoğun çalışmasına rağmen yardımlarını esirgemeyen ve her türlü desteği sağlayan Kalp ve Damar Cerrahisi Uzmanı değerli arkadaşım Op. Dr. Aşkın KILIÇ' a, bu çalışmanın büyük bir kısmı için zamanımı alan arşiv araştırmam sırasında çok fazla emek sarf eden Ordu Devlet Hastanesinin arşiv çalışanlarından başta Sayın Enver ŞAHİN olmak üzere diğer çalışanlarına çok teşekkür ediyorum.

Ayrıca, araştırmam sırasında her türlü kolaylığı sağlayan Ordu İl Sağlık Müdürü Dr. İsmet KOLOMUÇ ve Müdür Yardımcısı Fahri POYRAZ'a çok teşekkür ediyorum.

Neslihan BAKİ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İç Kapak Sayfası	
KABUL ve ONAY	
BEYAN	
TEŞEKKÜR	
TABLolar DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
SİMGE ve KISALTMALAR	viii
1. ÖZET	1
2. SUMMARY	2
3. GİRİŞ ve AMAÇ	4
4. GENEL BİLGİLER	6
4.1. Kardiyopulmoner By-Pass Greft	6
4.2. Tarihçe	6
4.3. Kalp Cerrahisinden Sonra Görülen Aritmiler	7
4.3.1. Atriyal Fibrilasyon	8
4.3.1.1. Tanımı	8
4.3.1.2. Epidemiyoloji	8
4.3.1.3. AF İnsidansı ile İlgili Faktörler	9
4.3.1.4. Prognoz	9
4.3.1.5. Etyoloji	10
4.3.1.6. Klinik Değerlendirme	11
4.3.1.7. Tedavi	12
4.3.1.8. Koroner Arter Bypass Cerrahisi Sonrası Atriyal Fibrilasyon	13
4.3.1.9. Risk Faktörleri ile İlgili Genel Bilgiler	15
4.4. Makine Öğrenmesi	16
4.5. Veri Madenciliği	17
4.5.1. Karar Ağaçları	17
4.5.2. Destek Vektör Makineleri (DVM)	17
4.5.3. Yapay Sinir Ağları (YSA)	17

5. GEREÇ ve YÖNTEM	18
5.1. Çalışmada Kullanılan Yöntemlerin Detayları	18
5.1.1. Veri Madenciliği	18
5.1.2. Veri Madenciliği Yöntemleri	18
5.1.3. Sınıflama ve Regresyon Modelleri	19
5.1.3.1. Karar Ağaçları	19
5.1.3.2. Destek Vektör Makineleri (DVM)	22
5.1.3.3. Yapay Sinir Ağları	25
5.2. Çalışmada Kullanılan Metotların Amaç ve Kapsamları	29
5.3. Çalışmada Kullanılan Programlar	30
5.4. Verilerin Hazırlanması	30
6. BULGULAR	31
6.1. Genel Bulgular	31
6.2. Karar Ağaçları ile Sınıflamada Bulunan Bulgular	36
6.2.1. Değerlendirme	37
6.3. Destek Vektör Makineleri ile Sınıflamada Bulunan Bulgular	38
6.3.1. Değerlendirme	39
6.4. Yapay Sinir Ağları ile Sınıflamada Bulunan Bulgular	39
6.4.1. Değerlendirme	40
7. TARTIŞMA ve SONUÇ	41
8. KAYNAKLAR	47
9. ETİK KURUL ONAYI	59
10. ÖZGEÇMİŞ	60

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
Tablo 1. Risk faktörlerinin postoperatif af yüzdelik dilimi	32
Tablo 2. Risk faktörlerinin AF ile korelasyon analizi	33
Tablo 3. AF tanısı alan hastalarda AF kesiksiz risk değişkenlerinin dağılımı	33
Tablo 4. AF tanısı almayan hastalarda AF kesikli risk değişkenlerinin dağılımı	33
Tablo 5. AF tanısı alan hastalarda AF kesiksiz risk değişkenlerinin dağılımı	34
Tablo 6. AF tanısı almayan hastalarda AF kesikli risk değişkenlerinin dağılımı	35
Tablo 7. Karar ağacı sınıflandırması sonucunda bulunan değerler	36
Tablo 8. DVM'nin sonucunda bulunan değerler	38
Tablo 9. YSA'daki ağ başarısı	39
Tablo 10. YSA'nın sonucunda bulunan değerler	40

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1. İki sınıflı bir problem için hiper-düzlemler	23
Şekil 2. Optimum hiper-düzlem ve destek vektörleri	23
Şekil 3. Doğrusal olarak ayıramayan veri seti	24
Şekil 4. Doğrusal olarak ayıramayan veri setleri için hiper-düzlemin belirlenmesi	24
Şekil 5. Kernel fonksiyonu ile verinin daha yüksek bir boyuta dönüştürülmesi	25
Şekil 6. Yapay sinir hücresi	26
Şekil 7. Çok katmanlı bir sinir ağı ve katmanları	27
Şekil 8. Karar ağaçlarına ait ROC eğrisi	37
Şekil 9. DVM'ye ait ROC eğrisi	38
Şekil 10. YSA'ya ait ROC eğrisi	40

KISALTMA, SİMGE ve FORMÜLLER DİZİNİ

Kısaltmalar

AF	Atriyal Fibrilasyon
AÖF	Açık Öğretim Fakültesi
AST	Aspartat Aminotransferaz
AÜ	Atılım Üniversitesi
AV	Atriyovenriküler
CART	Classification and Regression Tree
CBC	Tam Kan Sayımı Testi
CHAID	Chi-squared Automatic Interaction Detector
CRP	C- Reaktif Protein
DM	Diabetes Mellitüs
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
DVM	Destek Vektör Makineleri
DVR	Destek Vektör Regresyon
DVS	Support Vektör Classification
EF	Ejeksiyon Fraksiyonu
EKG	Elektro Kardiyo Grafi
EKO	Ekokardiyografi
GGT	Gama Glutamil Transferaz
HCT	Hematokrit
HGB	Hemoglobin
Hs-CRP	High sensitive C-Reaktif Protein
HT	Hipertansiyon
İMA	İnternal Mammarian Arter
KABG	Koroner Arter Bypass Graft
KAH	Koroner Arter Hastalığı
KBY	Kronik Böbrek Yetersizliği
KKDS	Klinik Karar Destek Sistemleri
KKY	Konjestif Kalp Yetmezliği
KMP	Kardiyomiyopati
KPB	Kardiopulmoner Bypass

KTÜ	Karadeniz Teknik Üniversitesi
KY	Kalp Yetmezliği
MI	Miyokart İnfarktüsü
MLP	Multilayer Perceptron
PHT	Pulmoner Hipertansiyon
RCA	Sağ Koroner Arter
ROC	Receiver Operating Characteristic
TEKHARF	Türk Erişkinlerinde Kalp Hastalığı ve Risk Faktörleri
VEV	Ventriküler Erken Vuru
YSA	Yapay Sinir Ağları
Simgeler	
Ca	Kalsiyum
K	Potasyum

1. ÖZET

Koroner Bypass Yapılan Olgularda Postoperatif Dönemde Gelişen Atriyal Fibrilasyon Gelişme Riski İçin Bir Tahmin Modeli Önerisi

Büyük miktarda veri içerisinde, gizli kalmış, değerli, kullanılabilir bilgileri açığa çıkarmak ve stratejik karar destek sağlamak amacıyla veri madenciliği kullanılır. Bunun yanı sıra veri madenciliği, sağlık verilerinin kullanımında yeni bir perspektif yaratmış ve kullanım yaygınlığı hızla artmaya devam eden bir yöntem haline gelmiştir. Atriyal Fibrilasyon (AF), açık kalp cerrahisi sonrasında en fazla rastlanan komplikasyonlardandır. Çalışma ile AF gelişme riski olan hastalara yönelik, preoperatif dönemde önleyici tedbirler alınmasında hekimlere destek olacak bir sistem geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Ordu Devlet Hastanesinde 01.01.2015 ve 31.06.2016 tarihleri arasında, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniğinde Koroner Arter Bypass Graft (KABG) operasyonu olan hastaların arşiv dosyaları, AF'nin preoperatif, postoperatif risk faktörleri; cinsiyet, hipertansiyon, EKG'de p dalgasında uzama, total drenaj miktarı, kilo, preoperatif EF, kalp kapak hastalıkları, preoperatif metoprolol kullanımı, yaş, greft sayısı, pulmoner hipertansiyon, diyabetes mellitus, laboratuvar değerleri (CRP, üre, kreatin, AST, GGT, HGB, HCT, Ca, K) yönünden retrospektif olarak incelendi. Hastalar, operasyon sonrası AF geçiren ve geçirmeyen olmak üzere iki gruba ayrıldı. Çalışmaya sadece KABG operasyonu geçiren hastalar dahil edilmiştir. Kronik AF'li hastalar, aynı anda başka bir operasyon yapılanlar dahil edilmemiştir. Karar ağaçları, DVM ve YSA ile KABG sonrası AF'nin sınıflandırılması ve bu yöntemlerin karşılaştırılması ele alınmıştır. Çalışma sonunda elde edilen sonuçlarda karar ağaçları ile yapılan analizde, duyarlılık değeri % 100, özgüllük değeri % 94.11; DVM'de duyarlılık değeri % 83.33, özgüllük değeri ise % 94.11; YSA ile yapılan analizlerde, duyarlılık % 100, özgüllük % 94.11 olarak hesaplanmıştır. Uygulanan metotların ROC eğrileri karşılaştırıldığında en iyi sınıflama YSA ve karar ağaçları ile yapılmıştır. Çalışma ile AF olasılığı yüksek bulunan hastalara, preoperatif dönemden itibaren önleyici tedbirlerin alınması konusunda katkı sağlanabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Destek Vektör Makineleri, Karar Destek Sistemleri, Koroner Arter Bypass Graft, Makine Öğrenmesi, Yapay Sinir Ağları

2. SUMMARY

A Forecast Model Proposal for the Risk of Atrial Fibrillation Developing in Postoperative Period in Patients with Coronary Artery Bypass

Data mining is used to extract large amounts of hidden, valuable, usable information from large amounts of data and provide strategic decision support. In addition, data mining has created a new perspective on the use of health data and has become a method that continues to grow rapidly. AF is one of the most common complications after open heart and vascular surgery. The aim of the study is to develop a system that will support the physicians in the preoperative period for taking preventive measures for patients who are at risk of developing AF. In the study the archive files of patients with CABG (Coronary artery bypass graft) operation at the Ordu State Hospital Cardiovascular Surgery Clinic between the dates of 01 January 2015 and 31 June 2016, preoperative and postoperative pre-determinants of AF, gender, hypertension, ECG P wave elongation total drainage quantity, weight, preoperative, EF heart valve diseases, preoperative metoprolol use, age, number of grafts, PHT, DM, laboratory (CRP, urea, creatinine, AST, GGT hemoglobin, hematocrit, Ca, K) values were analyzed retrospectively. After the operation patients were divided into two groups, AF and non-AF. Patients who had only CABG operation included in the study. Patients with chronic AF, at the same time, did not include other operative structures. In this context, the decision trees, support vector machine (SVM) and artificial neural network (ANN) and the possibility of atrial fibrillation classification after Coronary artery bypass graft (CABG) and the comparison of these methods are discussed. At the end of the study in the analyze of the decision trees the sensitivity values were % one hundred and specificity values were % 94.11. Sensitivity value in support vector machine SVM was % 83.33, specificity value was % 94.11; Sensitivity analyzes performed in artificial neural network (ANN) as % one hundred, specificity % 94.11 was calculated. When the ROC curves of these methods are compared, the best classification is made with artificial neural network (ANN) and decision trees. It has been shown that the study could contribute to the prevention and precautionary measures of the prevalence of atrial fibrillation AF in cases with high probability of AF.

Key Words: Support Vector Machines, Decision Support System, Coronary Artery Bypass Graft, Machine Learning, Artificial Neural Networks



3. GİRİŞ ve AMAÇ

AF, atriyumda etkili klinik kasılma olmaksızın tamamıyla düzensiz, dakika başına 350-600 atriyal depolarizasyonla karakterize, EKG’de küçük düzensiz ve değişken atriyal amplitud ve morfolojiyle karakterize bir aritmi çeşididir. Koroner arter bypass cerrahisi sonrasında en çok gelişen aritmi atriyal fibrilasyondur. İlk olarak 1909 yılında Lewis tarafından tanımlanmıştır (1).

AF, açık kalp cerrahisi sonrasında en fazla rastlanan komplikasyonlardandır. Yapılan çalışmalarda, KABG operasyonu geçiren hastaların postoperatif dönemde AF görülme sıklığı % 10-50 arasında bulunmuştur (2, 3). Postoperatif AF görülme sıklığı KABG operasyonu ile birlikte kapak cerrahisi yapılan hastalarda daha yüksek oranda gözlemlendiği değişik çalışmalarda bildirilmiştir (4, 5). AF görülme sıklığı, postoperatif ikinci ve üçüncü günlerde en yüksek düzeyine ulaşır (6).

Anestezi ve cerrahideki gelişmeler ile miyokart dokusunun korumasındaki ilerlemelere rağmen, atriyal fibrilasyon günümüzde de önemli bir morbidite sebebi olmaya devam etmekte olup, bu aritmilerin sıklığında da önemli bir azalma sağlanamamıştır. Literatürde atriyal fibrilasyonun, hemodinamik instabilite, artmış strok riski, uzamış hastane kalım süreleri, artmış antiaritmik ajan ve pacemaker kullanımı ve artmış tedavi maliyetleri ile ilişkisi gösterilmiştir (4, 7, 8).

Bununla birlikte günümüzde koroner arter cerrahisi sonrası görülen bu aritminin etiyolojisi tam olarak bilinmemesine karşın, literatürde pek çok risk faktörü ve tetikleyici olaylar öne sürülmüştür. Anormal atriyum dokusundaki belirli uyarı epizodlarının öncü olduğu düşünülmektedir. Atrium kasındaki fibrozis ve dejenerasyon, sinüs nodu ile ilgili problemler, iletim bozuklukları, ileri yaş gibi nedenler hastaların ancak bir kısmındaki AF oluşmasını açıklamaktadır (9). Postoperatif dönemde artmış olan katekolamin seviyesinin anahtar rol oynadığı özellikle düşünülmektedir. Kardiyopulmoner bypass kullanımının rolünü suçlayan pek çok yazar da vardır. Atriyal manipulasyon, kanulasyon, kardiyoplejik arrest, uzamış aortik kros klemp zamanı, atriyum dokusunun iskemiden korunmaması, sistemik mediyatorlerin salınımı sıkça suçlanmış faktörlerdendir (3, 4, 7, 8). Bununla birlikte, myokardit ve perikardit gibi inflamatuvar olaylarda yüksek oranda AF görülmesi üzerine yapılan bir çalışmada inflamasyon ve AF arasında kuvvetli bir ilişkinin varlığı araştırılmış ve tespit edilmiştir

(10). Kanülasyon sonrası atriyal travma, basınç veya volüm ile akut atriyal genişleme, postoperatif elektrolit bozukluğu, perikardit, sağ koroner artere (RCA) greft uygulaması, kalp kapak hastalığı olması, postoperatif sempatik tonüs artışı, betabloker ilaçların postoperatif dönemde kesilmesi ve kronik böbrek yetersizliği (KBY) öyküsü sayılabilir (11).

Sonuç olarak çok farklı sebeplerle ortaya çıkan ve KABG sonrası önemli bir postoperatif dönem komplikasyonu olan AF, önemli bir morbidite nedenidir ve sebebi netleşmemiştir.

Çalışmamızın amacı, AF gelişme riski olan hastaların verileri kullanılarak makine öğrenmesi yöntemlerinden karar ağaçları, destek vektör makineleri (DVM) ve yapay sinir ağları (YSA) ile KABG sonrası AF gelişme riskini hesaplayacak bir model geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu sistemle ameliyat öncesi dönemde önleyici tedbirler alınmasında hekimlere destek olunacaktır.

4. GENEL BİLGİLER

4.1. Kardiyopulmoner By-Pass Greft

Kardiyovasküler cerrahide optimum cerrahi görüşün sağlanması ve güvenliğin artırılması amacıyla kalbin pompa ve akciğerlerin gaz alışverişi fonksiyonlarının geçici bir süre ile kalp akciğer makinası adı verilen cihaz yolu ile sağlanması işlemine kardiyopulmoner bypass (KPB) veya ekstrakorporeal dolaşım denir (12).

Açık kalp cerrahisinde KPB'nin amacı öncelikle sistemik hemostazı sağlamaktır. KPB 'ın temel bileşkelerini kanın sifonlanarak, içerisinde depolandığı, venöz kanla gelen hava kabarcıklarının açığa çıktığı venöz rezervuar, kanın oksijenlendiği ve karbondioksitin elimine olduğu oksijenatör, KPB sırasında perfüzyat ısını ayarlamak, sistemik ısıtma ve soğutma işlemini gerçekleştirmek üzere etkin bir ısı ayarlayıcısı, sirkülasyonu sağlamak üzere roller veya santrifugal olabilen arteriyel bir pompa ve tüm bu ekstrakorporeal dolaşımın güvenli ve steril bir ortamda gerçekleşmesini sağlayan standart tüp setlerinden oluşmaktadır. Ana prensip, santral bir venden alınan kanın bir rezervuara toplanması, toplanan kanın oksijenize edilmesi ve bir filtreden geçirilerek arteriyel sistem vasıtasıyla vücuda geri döndürülmesidir (12).

4.2. Tarihçe

1812'de Le Gullois tarafından ilk yapay sirkülasyon tavşanda karotis arterlerden beynin kanlanması sağlamakla başarılmış oldu. İlk kan pompasını 1885'de Von Frey ve Gruber geliştirmiş, 1895'de ise Jokobi izole hayvan akciğerini oksijenatör olarak kullanmıştır.

1916'da Jay Mc Lean'ın heparini bulmasıyla ekstrakorporeal sirkülasyon konusunda önemli adımlar atılmıştır. 1935'de Alexis Carrel ve Choles Lindbergh 18 gün boyunca bir kedinin troid bezini perfüze edebildikleri bir cihaz geliştirdiler (13).

1953 yılında, 20 yıllık bir labaratuvar çalışmasının ardından Gibbon, bir pamp oksijenatör eşliğinde KPB ile ilk başarılı açık kalp cerrahisini gerçekleştirmiştir. Koroner arterlerin ilk revaskülarizasyon denemesi 1951 yılında Vineberg ve Miller tarafından, internal mammarian arter (İMA) miyokard içerisine gömülerek yapılmıştır. 1962 yılında Cleveland klinikte F. Mason Sones tarafından ilk olarak başarılı koroner anjiyografinin gerçekleştirilmesiyle koroner arterlerin revaskülarizasyonunda büyük bir

ivmelenme olmuş, KABG operasyonları gelişiminde bir kilometre taşı aşılmıştır (13). 1960' ların sonlarında Favalaro, Johnson ve arkadaşları ise KPB altında direkt koroner revaskülarizasyonun kolaylığını göstermişlerdir. Dünyada bu gelişmeler yaşanırken ülkemizde de 1950'li yıllarda kardiyo-vasküler cerrahi alanında önemli gelişmeler kaydedilmiş ve 1959 yılında Dr. Mehmet Tekdoğan ülkemizde ilk kez açık kalp cerrahisini uygulamaya geçirmiştir. 1962 yılında Dr. Aydın Aytaç konjenital kalp cerrahisi ve 1965 yılında Dr. Yüksel Bozer erişkin kalp cerrahisi alanında ülkemizde ilkleri gerçekleştirdiği görülmektedir. 1962 yılında Dr. Siyami Ersek tarafından kurulan ve İstanbul Göğüs Cerrahisi Merkezi adını alan, 1993 yılında ölümüyle adı Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi olarak hizmet sunan hastanede ilk açık kalp operasyonu 15 Nisan 1963 tarihinde Dr. Siyami Ersek tarafından atrial septal defekti ve pulmoner stenoza olan bir hastaya uygulanmıştır. 23 Kasım 1972'de Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesinde ilk kez otojen safen ven grefti ile bir hastaya KABG operasyonu uygulanmıştır (14).

4.3. Kalp Cerrahisinden Sonra Görülen Aritmiler

Kalp cerrahisinden sonra gözlenebilen önemli sorunlardan biri de kalbin ritim ve iletim sorunlarıdır. En sık görülen aritmi tipi AF'dir. Diğer atriyal ve ventriküler taşiaritmiler daha seyrek meydana gelir (12).

- Paroksizmal supraventriküler taşikardi; ani başlangıçlı, 150-250 atım/dk arasında değişen düzenli ritim ile karakterizedir (12).
- Multifokal atriyal taşikardi; atriyal hız 100 atım/dk'dan fazla ve aynı EKG derivasyonunda en az üç farklı sinüs olmayan P dalgası ile karakterizedir. Solunum yetersizliği, pnömoni, KKY en sık sebebidir (12).
- Kalp cerrahisinden sonra sıkça ortaya çıkan ventrikülden kaynaklanan erken vurular (VEV) çoğunlukla adrenerjik etkinliğin artması ya da metabolik/iyonik anormallikler ile birlikte görülür (12).
- Ventrikül taşikardileri, ventrikül flutteri/fibrilasyonu gibi ciddi ventrikül aritmilerinde de elektrolit anormallikleri ve metabolik sorunların yanında hipoksi, hipovolemi, iskemi ya da perioperatif infarktüsün önemli rolü vardır (12).

4.3.1. Atrial Fibrilasyon

4.3.1.1. Tanımı

Atrial fibrilasyon (AF), atriyumda etkili klinik kasılma olmaksızın tamamıyla düzensiz, dakika başına 350-600 atriyal depolarizasyonla karakterize, elektrokardiyogramda (EKG) küçük düzensiz ve değişken atriyal amplitud ve morfolojiyle karakterize bir aritmi çeşididir. Hastaların nabızlarında yaptığı düzensizlik ile yüzyıllardan beri hekimlerin dikkatini çekmişse de, AF ile ilgili klinik ve deneysel araştırmalar ancak 19. yüzyılda başlayabilmiş ve ilk kez 1909'da Lewis tarafından EKG ile gösterilmiştir (1). F dalgası olarak adlandırılan atriyal depolarizasyona dakikada yaklaşık 100-160 arasında düzensiz ventriküler cevap oluşmaktadır. AF'da ventrikül hızı atriyoventriküler elektrofizyolojik özelliklerine, vagal ve sempatik tonusa ve ilaç etkisine bağlıdır (15).

Framingham çalışması ile AF'nin selim bir aritmi olmadığı, mortalite ve morbiditeye olumsuz etkiler yaptığı ortaya koyulmuş ve böylece klinik önemi daha iyi anlaşılmıştır (16, 17). AF, sinüs ritminde olan hastalara oranla mortalite ve morbiditede önemli bir artışa neden olmaktadır. AF'nin klinik tablosunun değişken olması nedeniyle optimal tedavisi henüz netleşmemiştir (18).

4.3.1.2. Epidemiyoloji

AF, aritmilerin en sık nedenidir ve genel popülasyonda % 0.4, hastane popülasyonunda % 4 ve kalp yetmezliği olgularında % 25-40 oranında görülür (19). Son 20 yılda nüfusun yaşlanmasına bağlı olarak, kronik kalp hastalığı prevalansındaki artış, ayakta izleme cihazlarının kullanılmaya başlanması ve diğer faktörler sonucunda, AF nedeniyle hastaneye yatışlar % 66 artmıştır (20). Geçtiğimiz yirmi yıl içerisinde popülasyonun yaş ortalamasının artması, kronik kalp hastalığı prevalansının artması, gelişmiş tanı yöntemleriyle daha sık tanı konulması gibi nedenlerden dolayı AF ile hastaneye başvuru oranında yaklaşık % 66 oranında artış olduğu tespit edilmiştir (21, 22). AF'nin prevalansı ve insidansı ile ilgili pek çok epidemiyolojik araştırma yapılmıştır (22). AF'nin genel popülasyonda prevalansı % 0.4 olup, yaşla birlikte artış göstermektedir (23, 24). Cross-sectional çalışmalarda prevalansı 60 yaş altında % 1'den az ve 80 yaş üstünde % 6'dan fazla bulunmuştur (25, 26). Framingham çalışmasında AF prevalansının yaşla beraber arttığı ve 25-35 yaş arası bireylerde % 0.05'ten az iken 69

yaş üzerinde % 5.75, yaş üzerinde de % 10 olduğu saptanmıştır. Yaş düzeltilmiş prevalansı erkeklerde daha sıktır (27, 28). AF insidansındaki artış her yaş grubu için erkek kadın oranı ortalama 1.7 olarak hesaplanmıştır (29).

Toplum kaynaklı çalışmalarda lone AF'li hastalarda AF sıklığı bütün AF'li vakaların % 12'sinden az olarak bulunmuştur (28, 30, 31). Bazı serilerde ise lone AF sıklığı % 30'un üzerindedir (32).

ABD' de yıllık AF' li yeni hasta sayısının yaklaşık 360 000 olup, bunların da yaklaşık % 50'si acil olmak üzere 227 000 hastanın interne edildiği bildirilmiştir (33).

Ülkemizde TEKHARF çalışmasının 2000 yılı verilerine göre erişkinlerde AF sıklığı 1990 yılında binde 3.5 iken 1998 yılında binde 7.1 olarak saptanmıştır (34).

4.3.1.3. AF İnsidansı ile İlgili Faktörler

AF insidansı yaşla artmaktadır. AF insidansı 50 yıl boyunca birbirini takip eden her on yılda iki kat artmaktadır ve 80 yaşına ulaşıldığında kişilerin % 10'unda AF bulunmaktadır (17). AF gelişen kişiler genellikle yaşlı olup, beraberinde sıklıkla diabetes mellitus, sol ventrikül hipertrofisi, ekokardiyografik bozukluklar, koroner arter hastalığı, kapak hastalığı, kalp yetmezliği (KY) ve inme bulunmaktadır (35, 36).

Kadınların üçte biri ve erkeklerin % 20'si valvüler kapak hastalığı, erkeklerin % 28'i ve kadınların yarısı koroner arter hastalığı (KAH), her iki cinsin % 25'inde KY vardır. Çok değişkenli analizler AF gelişimi için, yaş, kapak hastalığı, konjestif kalp yetmezliği (KKY), HT ve DM bağımsız risk faktörleri olduğunu ortaya koymuştur (37).

Erkeklerde kadınlara göre AF prevalansı daha fazladır. Erkeklerin AF eğiliminin daha fazla olmasının sebebi ise belli değildir (18).

Atriyal dokuyu etkileyen inflamasyon, infiltrasyon, skar dokusu oluşumu veya gerilme gibi her tür patolojik süreç AF gelişimine neden olabilir. Epidemiyolojik çalışmalarda AF'nin en sık nedeni iskemik kalp hastalığıdır (38).

4.3.1.4. Prognoz

AF, uzun vadede kadın cinsiyette daha belirgin (39) olmak üzere artmış inme, kalp yetmezliği ve tüm nedenlere bağlı mortalite riski ile ilişkilidir (40). Sinüs

ritmindeki hastalara göre AF'li hastaların mortalitesi altta yatan hastalığın ciddiyet seviyesi ile de ilişkili olarak yaklaşık iki kata kadar artmıştır (28, 41, 42). AF, büyük kalp yetmezliği çalışmalarında, mortalite ve morbidite için bağımsız bir risk faktörü olarak saptanmıştır. COMET çalışmasında, izlem sırasında AF gelişenlerde mortalitenin arttığı belirlenmiştir (43). Benzer şekilde Val-HeFT çalışmasında da kronik KY hastalarında AF gelişiminin klinik sonuçları daha kötü yönde değiştirdiği izlenmiştir (44).

Non-valvuler AF'li hastalarda iskemik inme sıklığı, AF'siz popülasyona göre 2 ila 7 kat fazladır (yılda % 5) (18, 28, 40, 42, 44). Gelişen her 6 inmeden birinin AF'li hastalarda geliştiği bilinmektedir (34). Geçici iskemik atak ve kranial görüntüleme yöntemleriyle saptanmış klinik olarak sessiz inmeler de değerlendirildiğinde non-valvüler AF'ye bağlı serebral iskemi sıklığı, yıllık % 7 seviyelerine ulaşmaktadır (2, 45). Uzun dönemde persiste eden AF'ye bağlı artmış ventiküler hız (>130/dak), dilate kardiyomiyopati (KMP)'ye neden olabilir (taşikardinin indüklediği KMP) (17, 46). KY'nin AF'ye sebep olmayıp, AF'nin KMP'ye neden olduğu bu durumda, KMP'nin sebebini bulmak oldukça önemlidir. Ventrikül hızının kontrolü böyle bir durumda miyopati gelişimini geriye çevirebilir. Bir çalışmada hız kontrolü ile ortalama sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonun % 25'den % 52'ye yükseldiği izlenmiştir (47).

4.3.1.5. Etyoloji

Elektrofizyolojik anomaliler:

- Artmış Otomatisite (fokal AF)
- İleti anomalileri (reentry)

Atriyal basınç artışı:

- Mitral ve triküspit kapak hastalığı
- Koroner arter hastalığı
- Semilunar kapak anomalileri
- Sistemik veya pulmoner hipertansiyon (pulmoner emboli)
- İntrakardiyak tümör veya trombus

Atriyal iskemi:

-Koroner arter hastalığı

İnflamatuvar veya infiltratif atriyal patoloji:

-Perikardit

-Amiloidoz

-Myokardit

-Yaşla indüklenen atriyal fibrotik değişiklikler

İlaçlar:

-Alkol

- Kafein

Endokrin Bozukluklar:

-Hipertroidizm

-Feokromositoma

Otonomik tonus değişiklikleri:

-Artmış parasempatik aktivite

-Artmış sempatik aktivite

Postoperatif:

-Kardiyak, Pulmoner, Osefageal

Norojenik konjenital kalp hastalığı:

-Subaraknoid hemoraji

-Nonhemorajik major stroke

İdiopatik (lone AF)

Ailesel

4.3.1.6. Klinik Değerlendirme

AF tanısı anamnez ve fizik muayeneye dayanır ve EKG ile desteklenir, bazı durumlarda ise telemetri ve ya ambulator EKG kaydına başvurulur. Hastanın öncelikli değerlendirmesinde AF'nin persistan mı paroksizmal mi olduğu, herhangi bir etkenle

tetiklenip tetiklenmediği ve altta yatabilecek kardiyak patolojiye yönelik olmalıdır. Fizik muayene ile saptanabilecek bulgular ise, düzensiz nabız, düzensiz juguler venöz dalgalar, birinci kalp sesinin değişken sertliği veya sinüs ritminde iken duyulup sonradan kaybolan dördüncü kalp sesidir. Muayene ayrıca ilgili kapak hastalığı, KY veya KMP ile ilgili ipuçları verebilir (18).

Tanısal testler: AF tanısı, aritmi sırasında EKG’de en az bir derivasyondaki kayıtlarla belgelemeyi gerektirdiği gözlenmektedir. Göğüs grafisi daha çok intrinsek bir pulmoner patolojiyi saptamada ve pulmoner damarlanmayı değerlendirmede yararlı olacağı gözlemlenmiştir (12). Göğüs röntgenogramı kalp gölgesinin büyüklüğünü tespit edebilir ancak, pulmoner patoloji ve ya pulmoner arter yapılarıyla ilgili daha değerli bilgiler sağlayabilir. Ancak öncelikli olarak AF’li hastaların ekokardiyografik değerlendirilmesi gerekir (18). Ekokardiyografi, atriyal fibrilasyonu olan hastaların çoğunda ilk değerlendirmede önemli bilgiler sağlar (48). Sol ventrikül sistolik ve diastolik fonksiyonların değerlendirilmesi antiaritmik veya antitrombotik tedavinin seçimi için ayrıca önemli olduğu bildirilmiştir. Transtorasik ekokardiyografi veya transözofageal ekokardiyografi ile kapak bozuklukları, konjenital anomaliler, odacık boyutları, perikard kalınlaşması, efüzyonlar, ventrikül fonksiyonu ortaya konulabileceği gözlemlenmiştir. Altta yatan kardiyak iskeminin ciddiyetini belirlemek için bazen egzersiz testi gerekli olabileceği gözlemlenmiştir. İnvazif elektrofizyolojik incelemelerin rutin değerlendirmede sınırlı rolü olduğu gözlemlenmiştir (12).

Değerlendirme sürecinde en az bir kez tiroid, böbrek ve karaciğer işlevlerinin ve serum elektrolitlerinin ölçülmesi ve hemogram yapılması önemlidir (49).

4.3.1.7. Tedavi

AF hastalarının tedavisinde; kalp hızı denetimi, tromboembolinin önlenmesi, ritim bozukluğunun düzeltilmesi hedeflenmektedir.

Başlangıç olarak kalp hızı denetimi ya da kalp ritmi denetimi stratejisi esas alınır. Kalp hızı denetimi stratejisinde, sinüs ritmine geri dönüş ya da sinüs ritminin devam ettirilmesi üzerinde durulmaksızın ventrikül hızı kontrol altına alınır. Kalp ritmi kontrol stratejisinde ise sinüs ritminin geri getirilmesi ya da sinüs ritminin sürdürülmesi için çalışılır. Ritim kontrolü ile kalp hızı denetimi stratejileri arasında mortalite ve inme oranı açısından herhangi bir fark olmadığı belirlenmiştir (48, 50).

- **Ritim kontrolü**

- Kardiyoversiyon (Transtoraskik, internal farmakolojik)
- AF tekrarının önlenmesi için antiaritmik ilaçlar
- Cerrahi tedavi (Maze prosedürü)
- AF ablasyonu
- İmplant edilebilen atriyal defibrilatör

- **Ventrikül hızı kontrolü**

- Farmakolojik tedavi
- AV düğüm ablasyonu ve pacemaker implantasyonu
- AV düğüm modifikasyonu

- **Tromboembolinin Önlenmesi**

İster kalp hızı kontrolü, ister kalp ritmi kontrolü stratejisi benimsensin, tromboembolinin önlenmesine yönelik antitrombotik tedavi üzerinde durulması gerekmektedir. Daha önce tromboemboli geçirmiş olmak, KY, HT, ileri yaş ve DM'un valvüler olmayan AF ile bağlantılı iskemik inme için bağımsız risk faktörü olduğu gözlemlenmektedir (51).

Antikoagülasyon yoğunluğu belirlenirken, iskemik inmenin önlenmesi ile hemorajik komplikasyonlardan kaçınılması arasında bir denge oluşturulması hedeflenmelidir. Yaşlı AF hastalarında antikoagülasyona rağmen, intraserebral hemoraji oranları geçmişe göre çok daha düşüktür. Bu durum antikoagülasyon yoğunluğunun daha düşük olmasına, dozun daha dikkatli düzenlenmesine ya da HT'nın daha iyi denetim altına alınmasına bağlı olabilir (52, 53, 54).

4.3.1.8. Koroner Arter Bypass Cerrahisi Sonrası Atriyal Fibrilasyon

Atriyal fibrilasyon kalp cerrahisi sonrasında en sık görülen komplikasyon biri olup, mortalite ve morbiditeyi arttırdığı bildirilmiştir. Cerrahi ve anesteziye bağlı gelişmeler ile miyokard korunmasındaki ilerlemelere rağmen bu aritmilerin sıklığında önemli bir azalma sağlanamadığı literatür taramasında görülmektedir.

Kardiyak cerrahi sonrası gelişen atriyal fibrilasyonun kesin insidansı bilinmemekle birlikte değişik yayınlarda % 10 ile % 65 arasında değiştiği rapor edilmiştir. KABG sonrası % 40, kapak cerrahisi sonrası % 60'a ulaşmaktadır (9, 55, 56). Postoperatif atriyal fibrilasyon sıklıkla ilk 5 günde ortaya çıkar. Postoperatif 2. ve 3. günlerde görülme sıklığı maksimumdur (6, 57). Daha önceden atriyal aritmi öyküsü olmayan hastaların % 90'ından fazlası altı sekiz hafta içinde sinüs ritmine döner (57). Postoperatif dönemde atriyal fibrilasyon gelişen hastalarda perioperatif MI, konjestif kalp yetmezliği, solunum yetmezliği gelişme sıklığı artmıştır (9). Post operatif atriyal fibrilasyon uzamış yoğun bakım süresi, uzamış hastanede kalış süresi ve artmış maliyete neden olmaktadır (6).

KABG sonrası atriyal fibrilasyon görülmesinin patogenezi net olmamakla birlikte multifaktoriyel olduğu görülmektedir. Muhtemelen anormal atriyal dokudaki belirli uyarı epizodlarının öncü olduğu düşünülmektedir. Birçok hasta yaşa bağlı olarak atrium dokusunda dejeneratif değişiklikler göstermektedir. Postoperatif periyotta elektro fizyolojik parametrelerde değişikliğe neden olabilecek bu öncü uyarılar atriyal fibrilasyon gelişimine neden olabilir (58). Özellikle postoperatif dönemde görülen artmış katekolamin seviyesinin anahtar rol oynadığı düşünülmektedir (59).

Kalp cerrahisi sonrasında atriyal fibrilasyonun gelişiminde rol oynayan risk faktörleri çeşitli çalışmalarda değerlendirilmiştir. En belirgin bulunan risk faktörleri ileri yaş, kapak hastalığı, atriyal genişleme, preoperatif dönemde atriyal aritmi olması, kronik akciğer hastalığıdır (4, 57, 60). Ayrıca fonksiyonel ileti bloklarının varlığı, atriyum duvarındaki cerrahi travmaya bağlı steril inflamasyon, koroner arter hastalığının yaygınlığı, sinoatriyal ve A-V nod arterlerinin tutulumu ve yapılan bypass sayısında risk faktörleridir (61).

Cerrahiye giden hastalarda sıklıkla bulunan HT, kapak hastalığı, koroner arter hastalığı, kardiomyopati ya da sol ventrikül hipertrofisi gibi anormallikler AF'nin gelişmesi için yeterli zemini oluşturur. Kalp cerrahisi sürecinde bu zeminin üzerine eklenen adrenerjik tonüs artışı, enflamasyon, perikardiyotomi ile perikardın hasarlanması, atriyum myokardının iskemisi ve elektrolit anormallikleri gibi etmenler AF'nin tetiklenmesini ve devam etmesini kolaylaştırır (62-65).

Klasik bilgi olarak atriyal fibrilasyon bir veya birkaç hızlı depolarizan odaktaki artmış otomatisiteye ve bir veya daha fazla döngü içeren re-entran akımlara bağlanmıştır (60, 66).

4.3.1.9. Risk Faktörleri İle İlgili Genel Bilgiler

HT: Damarın içindeki kanın damar duvarına yaptığı yüksek basınca hipertansiyon denir. Uzun dönemde kanın damar duvarlarındaki etkisi damarın iç yüzeyinde hasara yol açar. Yüksek tansiyon nedeniyle organları besleyen damarlarda tıkanma, genişleme veya yırtılma meydana gelebilir. Hipertansiyon organlara giden kan akışını bozarak organ yetmezliklerine neden olabilir.

PHT: Akciğerlere giden damardaki basıncın artmasına pulmoner hipertansiyon denir. Pulmoner hipertansiyon pulmoner arterlerdeki kan basıncını ölçerek teşhis edilir. Normal koşullar altında, istirahat halinde pulmoner arter sistolik (büyük) basıncı yaklaşık 14 mmHg civarındadır. Pulmoner hipertansiyon, sistolik kan basıncının istirahatte 25 mmHg, veya egzersiz sırasında 30 mmHg den büyük pulmoner arter basıncı olarak tanımlanır.

DM: İnsülinin kısmi ya da tam eksikliğinin neden olduğu kan şekeri yüksekliği ile karakterize bir sendromdur.

CRP: İltihabi reaksiyonlar sırasında kanda miktarı artan ve karaciğer ile yağ hücreleri tarafından üretilen akut faz reaktanları adı verilen proteinlerden biridir. CRP' nin sağlıklı bir bireyde beklenen normal değer aralığı litrede 0 – 0.5 miligram arasındadır.

ÜRE: Kanda bulunan azot içerikli bir bileşendir. Proteinler vücutta yıkımı sonrasında ortaya çıkan atık maddedir. Normal değer aralığı 10- 16 mg/ dl (veya 3. 57 -5.71 mmol/L)

KREATİN: İnsan vücudunda mevcut olan ve kas hücrelerimize enerji desteği sağlayan organik bir bileşendir.

AST: Alyuvarlarda, karaciğerde, kalp ve iskelet kaslarında, pankreasta ve böbreklerde bulunur. AST adı geçen doku ve hücrelerin hasarında kana salınır. AST' nin kandaki miktarı hücrelerdeki hasarın şiddeti ve büyüklüğü ile doğru orantılıdır. Normal değer aralığı 5- 40 U / L' dir.

GGT: Büyük oranda karaciğerden salgılanan bir enzimdir. GGT değeri karaciğer sağlığı hakkında bilgi verir. Ayrıca safra kanalı tıkanıklığını teşhis etmek için kullanılır. Normal değerleri erkeklerde 10- 44 mg/ dl, kadınlarda 9- 38 mg/ dl' dir.

HGB: İnsan vücudunda kırmızı kan hücrelerine oksijen taşıyan proteinler olarak bilinir. Normal değeri erkeklerde 13.8 ile 17.2 gm/ dl, kadınlarda 12.1 ile 15.1 gm/ dl' dir.

HCT: Kanda bulunan kırmızı kan hücrelerinin, kanın tümüne oranla, yüzde olarak belirlendiği bir kan testidir. Normal değerleri erkeklerde 42- 54, kadınlarda 38- 46 arasındadır.

Ca: Kalsiyum, insan vücudu için hayati öneme sahip bir mineraldir. Normal değeri 8.8- 10.6 mg/ dl arasındadır.

K: Normal değeri 3.50- 5.50 mEq/ L arasındadır.

4.4. Makine Öğrenmesi

Makine öğrenmesi, verilen bir problemi ortamdan edindiği bilgiye göre modelleyen Yapay Zekâ disiplininin bir alt dalıdır. Makine öğrenmesi teknikleri denetimli ve denetimsiz öğrenme yöntemlerinden oluşur. Denetimli öğrenme, önceden gözlemlenmiş ve sonuçları bilinen verileri kullanarak bu verileri ve sonuçlarını kapsayan bir fonksiyon oluşturmayı amaçlayan makine öğrenimi yöntemidir. Denetimsiz öğrenme ise etiketlenmemiş verideki gizli yapıyı bulma, diğer bir deyişle veriler arasında var olan ama gözle görülmeyen bağıntının açığa çıkarılması işlemine denir.

Makine öğrenmesinin bir alt dalı olan sınıflandırma algoritmaları da bu alanda kullanılmaktadır. Sınıflandırma algoritmaları öncelikle hastalıklar ile ilgili geçmişe yönelik hasta verilerini kullanarak kendisini eğitmektedir. Eğitimi tamamlanmış sınıflandırma algoritması daha sonra olası hastalar veya hastalıklar için tahminde bulunurlar. Doktorlara hastalık teşhisinde yardımcı olan sınıflandırma algoritmaları temelli bu sistemlere karar destek sistemleri adı verilir (67).

Karar ağaçları, destek vektör makineleri ve yapay sinir ağları makine öğrenmesi yöntemlerinin başında yer almaktadır.

4.5. Veri Madenciliği

Veri madenciliği, diğer bir adla veritabanında bilgi keşfi; çok büyük veri hacimleri arasında tutulan, anlamı daha önce keşif edilmemiş potansiyel olarak faydalı ve anlaşılır bilgilerin çıkarıldığı ve arka planda veritabanı yönetim sistemleri, istatistik, yapay zeka, makine öğrenme, paralel ve dağıtık işlemlerin bulunduğu veri analiz tekniklerine veri madenciliği adı verilir (68, 69, 70).

Karar Ağaçları, DVM ve YSA veri madenciliğinde kullanılan tahmin edici sınıflandırma metotları arasında yer almaktadır.

4.5.1. Karar Ağaçları

Birçok çalışmada eldeki problemle ilgili en iyi kararı verebilmek için bazı işlemleri yerine getirirken bir takım yöntemlere ihtiyaç duyulur. Bu yöntemler arasında kullanım açısından karar vericiye problemi anlamada kolaylık sağlayan, güvenilirliği yüksek olan ve sınıflama modelleri içinde son zamanlarda en yaygın olarak kullanılan karar ağacı yöntemidir (71).

4.5.2. Destek Vektör Makineleri (DVM)

Veri madenciliği yöntemlerinden biri olan destek vektör makineleri (DVM), veriyi sınıflandırmak (DVS) veya tahmin etmek (DVR) amacıyla kullanılan, eğitici (supervised) bir makine öğrenmesi metodudur. Bu yöntem, sınıflandırmayı doğrusal ya da doğrusal olmayan bir fonksiyon yardımıyla yapmaktadır. Destek vektör makinesi yöntemi, veriyi birbirinden ayırmak için en uygun fonksiyonun tahmin edilmesi temeline dayanmaktadır. Günümüzde DVM'nin çoğu dünya problemine uyarlanabilir olması, DVM yöntemine olan ilgiyi arttırmaktadır. Ayrıca, bu metotla yapılan çalışmalar her alanda ağırlık kazanmaktadır.

4.5.3. Yapay Sinir Ağları (YSA)

İnsan beyninin özelliklerinden biri olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri, herhangi bir yardım almaksızın otomatik olarak gerçekleştirebilmek için geliştirilen bilgisayar sistemlerine yapay sinir ağları (YSA) denir. Yapay sinir ağları; insan beyninden esinlenerek, öğrenme sürecinin matematiksel olarak modellenmesi uğraşı sonucu ortaya çıkmıştır (72).

5. GEREÇ ve YÖNTEM

5.1. Çalışmada Kullanılan Yöntemlerin Detayları

5.1.1. Veri Madenciliği

Veri madenciliği, eldeki yapısız veriden, anlamlı ve kullanışlı bilgiyi çıkarmaya yarayacak tümevarım işlemlerini analiz etmeye ve uygulamaya yönelik çalışmaların bütünüdür. Geniş veri kümelerinden desenleri, değişiklikleri, düzensizlikleri ve ilişkileri çıkarmakta kullanılır. Bu sayede, web üzerinde filtrelemeler, DNA sıraları içerisinde genlerin tespiti, ekonomideki eğilim ve düzensizliklerin tespiti, elektronik alışveriş yapan müşterilerin alışkanlıkları gibi karar verme mekanizmaları için önemli bulgular elde edilebilir (73).

Veri madenciliği; veri ambarlarında tutulan çok çeşitli verilere dayanarak daha önce keşfedilmemiş bilgileri ortaya çıkarmak, bunları karar vermek ve eylem planını gerçekleştirmek için kullanma sürecidir (74). Veri madenciliği sürecinde izlenen adımlar genellikle; problemin tanımlanması, verilerin hazırlanması, modelin kurulması ve değerlendirilmesi, modelin kullanılması, modelin izlenmesi adımlarından oluşur (75).

Veri madenciliği kümeleme, veri özetleme, değişikliklerin analizi, sapmaların tespiti gibi belirli sayıda teknik yaklaşımları içerir. Başka bir deyişle veri madenciliği, verilerin içerisindeki desenlerin, ilişkilerin, değişimlerin, düzensizliklerin, kuralların ve istatistiksel olarak önemli olan yapıların yarı otomatik olarak keşfedilmesidir. Temel olarak veri madenciliği, geniş veri setleri arasındaki desenlerin ya da düzenin, verinin analizi ve yazılım tekniklerinin kullanılması ile ilgilidir. Amaç, daha önceden fark edilmemiş veri desenlerini tespit edebilmektir (76).

5.1.1. Veri Madenciliği Yöntemleri

Veri madenciliği yöntemleri genel olarak tanımlayıcı ve tahminleyici modeller olmak üzere iki ana başlık altında incelenebilir. Ancak bazı yöntemler hem tanımlayıcı hem de tahminleyici özelliğe sahip olabilmektedir. Tahminleyici modellerde, sonuçları bilinen verilerden yola çıkarak bir model kurulması ve kurulan bu modelden sonuçları bilinmeyen verilerin sonuç değerlerinin tahmin edilmesi amaçlanmaktadır (77).

Tanımlayıcı modellerde, eldeki verilerden strateji geliştirme ve karar verme süreçlerinde kullanılabilecek bilgiler sağlanmaktadır. Tanımlayıcı modeller daha çok veriler arasındaki gizli kalmış ilişkiyi ortaya çıkarırlar (78). Tanımlayıcı modeller işlevine göre Kümeleme ve Birliktelik kuralları olarak iki alt gruba ayrılırlar. Sınıflama ve Regresyon ise tahminleyici modeller olarak iki alt başlıkta toplanırlar.

5.1.2. Sınıflama ve Regresyon Modelleri

Eldeki verilerden hareket ederek geleceğin tahmin edilmesinde kullanılan ve veri madenciliği teknikleri içerisinde en çok kullanım alanına sahip olan modeller sınıflama ve regresyondur. Sınıflama tekniklerinin en çok kullanıldığı alanlar; resim ve örüntü tanıma, hastalık teşhisi ve dolandırıcılık tespittir.

Ağaç tabanlı yöntemler; Karar Ağaçları (Decision Trees), Topluluk Yöntemler (Random Forests, Bagging, Boosting), Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks), Naive-Bayes, Genetik Algoritmalar (Genetic Algorithms), K-En Yakın Komşu (K-Nearest Neighbor), Bellek Temelli Nedenleme (Memory Based Reasoning), Destek Vektör Makinesi (Support Vector Machines), Lojistik Regresyon (Logistic Regression), Bulanık Mantığa Dayalı Algoritmalar (Fuzzy Algorithms) teknikleri, Rough Sets Sınıflama ve Regresyon Modellerinden en çok kullanılan tekniklerdir (79).

5.1.2.1. Karar Ağaçları

Birçok çalışmada eldeki problemle ilgili en iyi kararı verebilmek için bazı işlemleri yerine getirirken bir takım yöntemlere ihtiyaç duyulur. Bu yöntemler arasında kullanım açısından karar vericiye problemi anlamada kolaylık sağlayan, güvenilirliği yüksek olan ve sınıflama modelleri içinde son zamanlarda en yaygın olarak kullanılan karar ağacı yöntemidir (71).

Sınıflama modelleri içerisinde yer alan karar ağaçları yöntemleri tahmin edici ve tanımlayıcı özelliklere sahiptir. Karar ağaçları, yorumlanmalarının kolay olması, veri tabanı sistemleri ile kolayca entegre edilebilmeleri, güvenilirliklerinin daha iyi olması nedenlerinden dolayı sınıflama modelleri içerisinde en yaygın kullanıma sahip olan yöntemlerdir.

Karar ağaçları sınıflama, karar teorisi, kümeleme ve tahminsel fonksiyonlarda kullanılmaktadır. Öğrenme setindeki verileri var olan düzenlere göre gruplayıp kurallar çıkarmaktadır. Karar ağaçlarını oluşturacak verideki değişkenler (nitelik/özellik)

kategorik veya sürekli olabilirler. Eğer değişkenler sürekli ise karar ağaçları genellikle regresyon ağaçları olarak adlandırılırlar. Eğer değişkenler kategorik ise buna sınıflama ağacı denilmektedir. Bu farklılığa rağmen karar ağaçları benzer biçimde kurulmaktadır. Karar ağaçları tıp alanında teşhis için, botanikte sınıflama için, felsefede karar teorisi için, ekonomide ise yatırım alternatiflerini belirlemek için sıklıkla kullanılır. Karar ağacı metodu birçok test gerçekleştirerek, hedefi tahmin etmek amacıyla en iyi sırayı bulmaya çalışmaktadır. Her bir test karar ağacındaki dalları oluşturur ve bu dallar da diğer testlerin gerçekleşmesine sebep olur. Bu süreç, test işleminin bir son düğümünde (terminal node) sonlanmasına kadar devam eder (79).

Karar ağacının iki temel işlemi olan bölme (splitting) ve budama (pruning) işlemlerinin sonlanması uygulanan durdurma kriterine göre olmaktadır. Bu işlemler ve durdurma kriteri kısaca şöyle açıklanabilir (80):

- Bölme: Bu işlem, verilerin daha küçük alt kümelerine ayrılmasını sağlayan tekrarlı bir süreçtir. İlk tekrar tüm veriyi içeren kök düğüm ile başlar. Bundan sonraki tekrarlar, verinin alt kümelerini içeren üretilmiş düğümler üzerinde işlem yapmaktadır. Her bölme işleminde, değişkenler analiz edilir ve en iyi bölme seçilir.
- Budama: Bir ağaç oluşturulduktan sonra, istenmeyen alt ağaçlar veya düğümler bulunabilir. Budama işlemi ile bunlar çıkarılarak karar ağacı daha genel bir biçimde ifade edilebilmektedir.
- Durdurma kriteri: Ağaç oluşturma algoritmaları çeşitli durdurma kuralları içermektedir. Bu kurallar genellikle, maksimum ağaç derinliği, bir düğümde bölme için ele alınan minimum eleman sayısı ve yeni bir düğümde olması gereken minimum eleman sayısı gibi çeşitli faktörlere dayanır.

Karar ağacıyla oluşturulan modellerin güvenilirliğini test etmek için veriler test etme - öğrenme (testingtraining) olarak ayrılır. Bu nedenle eldeki verilerin bir kısmı öğrenme amaçlı kullanılır. Karar ağacı öğrenme kısmı için kullanılan verilerden oluşur. Verilerin diğer bir kısmı ise oluşturulan karar ağacını test etmek için kullanılır (81).

Karar ağaçları oluşturulurken kullanılan algoritmanın ne olduğu önemlidir. Çünkü kullanılan algoritmaya göre oluşturulan ağacın şekli değişebilir. Değişik ağaç yapıları da farklı sınıflandırma sonuçları verir. Kök düğümü oluşturan ilk düğümün farklı

olması, en uçtaki yaprağa ulaşırken izlenecek yolu dolayısıyla sınıflamayı değiştirecektir. Gerek kök düğümün gerekse de sonraki her bir düğümün belirlenmesinde en önemli kriter, o noktadan dallara ayrıldığında veritabanının geri kalan kısmının benzer büyüklükte parçalara ayrılıp ayrılmadığıdır. Örneğin veritabanında bulunan cevap evet/hayır gibiye iki eşit parçaya, evet/hayır/belki gibi üç değişkenliyse mümkün olduğunca üç eşit parçaya bölünmesi istenmektedir. Burada amaç en kısa yoldan istenilen yanıtı veya sınıfa ulaşmaktır (78).

Karar ağacı oluşturulduktan sonra, bir test verisini sınıflandırmak oldukça kolaydır. Kök düğümünden başlayarak kayda test koşulu uygulanır ve her sonuç için ona ait uygun dal takip edilir. Buradan ya yeni test koşulunun uygulanacağı başka bir iç düğüme, ya da bir yaprak düğüme ulaşılır. Böylece test verisinin hangi sınıfa ait olduğu hangi yaprakta sonlandığına göre belirlenmiş olur (79).

- **Boosting Yöntemi**

Topluluk öğrenme yöntemleri temel veya tekil öğrenme algoritmalarının ortaya koyduğu tahminlerin doğruluk oranını yükseltmektedir ve bu nedenden dolayı tekil öğrenme yöntemlerine göre daha başarılıdırlar. Bagging (Breiman 1996) ve Boosting en çok üzerinde çalışılan ve bilinen topluluk öğrenme algoritmalarındandır.

Son zamanlarda birden çok sınıflandırıcının bir araya getirilmesi ile oluşan ve topluluk yöntemler ya da komiteler olarak adlandırılan algoritmalar önemli hale gelmiştir. Bu metodların, yapıyı tek bir ağaçla özetleyen CART, CHAID gibi metodlara göre tahminlerdeki hata payı daha düşük ve buna bağlı olarak tahmin gücü daha yüksektir. Bu doğrultuda en çok ön plana çıkan algoritmalar boosting, bagging ve Random Foresttir.

Boosting, Kearns (1988) tarafından; Çok sayıda zayıf öğrenicinin oluşturduğu sınıflayıcı grup bir araya gelerek güçlü bir öğrenici oluşturabilir mi? sorusundan etkilenecek oluşturulmuş bir topluluk öğrenme yöntemidir. Zayıf öğrenici, doğru sınıflama ile çok az ilişkili bir sınıflayıcı iken güçlü öğrenici doğru sınıflama ile çok fazla ilişkili olan bir sınıflayıcıdır.

Boosting, belirli bir algoritmayla kısıtlı değildir, ancak çok sayıda boosting algoritması belirli bir dağılıma tabi olarak zayıf sınıflayıcıların sonuçlarını tekrarlı bir şekilde toplayıp en son güçlü sınıflayıcıyı oluşturmaktadır. Her yeni zayıf öğrenici bir

sonuç ortaya koyduğunda veri yeniden ağırlıklandırılmaktadır. Burada toplama işlemi devam ederken, önceki oluşturulan zayıf öğrencilerden yanlış sınıflama yapanlara daha fazla odaklanılarak yeni zayıf öğrenciler oluşturulmakta ve sonuç olarak güçlü bir sınıflayıcı ortaya konulmaktadır.

Boosting yöntemi de çok sayıda oluşturulan karar ağaçlarının sonuçlarını ağırlıklı oylamaya tabi tutarak son sınıf tahminini yapmaktadır. Boosting yönteminde sonradan oluşturulan ağaçlar önceden oluşturulan ağaçlara bağımlıdır. Daha önceki oluşturulan ağaçlardan yanlış tahminde bulunan tahmin edicilere daha fazla ağırlık verilerek ard arda yeni ağaçlar oluşturulmaktadır. Sonunda da final tahmin için ağırlıklı oylama yapılmaktadır. En çok bilinen boosting algoritması Yoav Freund ve Robert Schapire (1996) tarafından formüle edilen Adaboosttur (79).

5.1.2.2. Destek Vektör Makineleri (DVM)

DVM'nin teorik temelleri 1960'lı yıllarda V. Vapnik tarafından atılmış ve 1995 yılında da sınıflandırma konusunda önerilmiştir. Son zamanlarda da regresyon üzerinde yaygın olarak kullanım alanı bulmuştur (82). Destek vektör makineleri DVM, temel olarak istatistiksel öğrenme teorisine dayanan bir makine öğrenmesi yöntemidir (83).

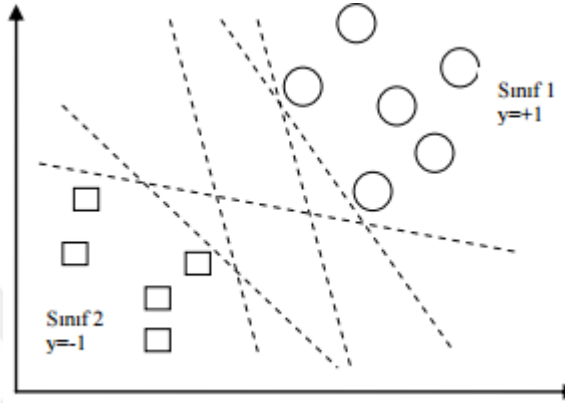
Genelde makine öğrenmesi yöntemi denilen karar destek sistemleri, yapılacak işlemlerin açıkça tanımlanamadığı durumlarda, verilen girdilere karşılık gelen çıktının ne olduğunun, eldeki eski bilgi ve tecrübeler yardımı ile tahmin edilmesi işlemidir (84).

DVM'ler, pozitif ve negatif örnekleri bilinen bir uzayı ikiye bölen en iyi hiper-düzlemi bulmaya çalışan, gözetimli bir öğrenme ve sınıflandırma yöntemidir (85). DVM'ler ileri yönde beslemeli yeni bir ağ kategorisidir (86). DVM'nin çalışma prensibi iki sınıfı birbirinden ayırabilen en uygun karar fonksiyonun tahmin edilmesi, başka bir ifadeyle iki sınıfı birbirinden en uygun şekilde ayırabilen hiper-düzlemin tanımlanması esasına dayanmaktadır (85, 87).

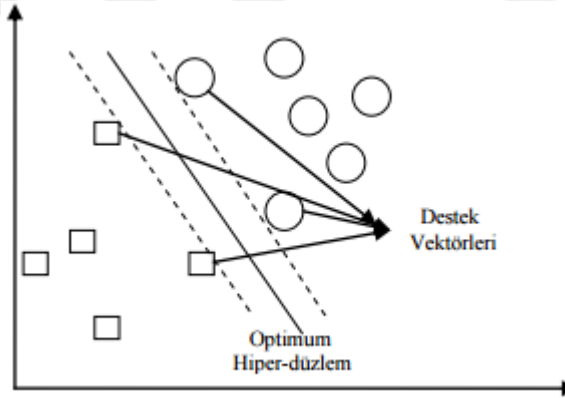
- **Doğrusal Ayrılabilen Veriler İçin DVM**

Destek vektör makineleri ile sınıflandırmada genellikle $\{-1, +1\}$ şeklinde sınıf etiketleri ile gösterilen iki sınıfa ait örneklerin, eğitim verisi ile elde edilen bir karar fonksiyonu yardımıyla birbirinden ayrılması amaçlanır. Söz konusu karar fonksiyonu kullanılarak eğitim verisini en uygun şekilde ayırabilecek hiper-düzlem bulunur. Şekil

1.'de gösterildiği üzere iki sınıflı verileri birbirinden ayırabilen birçok hiper-düzlem çizilebilir. Ancak DVM'nin amacı kendisine en yakın noktalar arasındaki uzaklığı maksimuma çıkaran hiper-düzlemi bulabilmektir. Şekil 2.'de görüldüğü üzere sınırı maksimuma çıkararak en uygun ayrımı yapan hiper-düzleme optimum hiper-düzlem ve sınır genişliğini sınırlandıran noktalar ise destek vektörleri olarak adlandırılır (88).



Şekil 1. İki sınıflı bir problem için hiper-düzlemler (89)



Şekil 2. Optimum hiper-düzlem ve destek vektörleri (89)

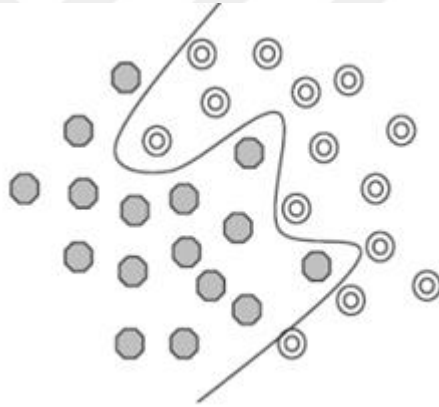
- **Doğrusal Olmayan Veriler İçin DVM**

Gerçek-dünya problemlerinin büyük çoğunluğu birçok farklı bileşenden oluşan problemlerdir ve bu problemlerde veriler doğrusal olmayan karar yüzeyleri ile modellenebilir. Doğrusal olmayan problemlerin çözümünü bulmanın yolu, doğrusal olarak ayrılamayan veriyi doğrusal olarak ayrılabilen bir yüksek boyutlu özellik uzayına taşımaktır. Böylece en uygun ayırıcı aşırı düzlem bu özellik uzayında

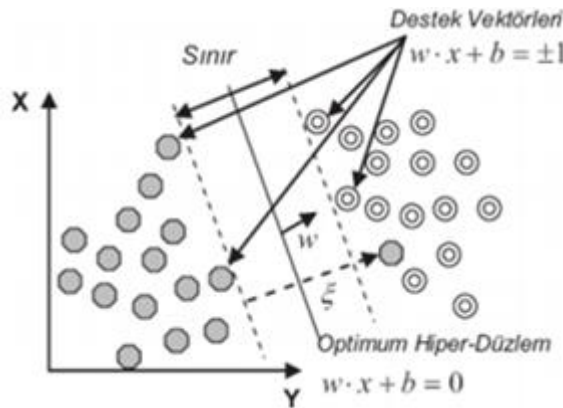
bulunabilir. Giriş uzayındaki eğitim verisi vektörleri çekirdek fonksiyonları kullanılarak özellik uzayına aktarılır (90). Şekil 3’de doğrusal olarak ayrılamayan bir veri seti, Şekil 4’de de doğrusal olarak ayrılamayan veri setleri için hiper-düzlemin belirlenmesi gösterilmektedir.

DVM ile matematiksel olarak bir kernel fonksiyonu yardımıyla doğrusal olmayan dönüşümler yapılabilmekte ve bu şekilde yüksek boyutta doğrusal olarak ayırma imkanı sağlamaktadır (91).

$K(x, y)$, özellik uzayına geçiren doğrusal olmayan eşlemleri sağlayan kernel fonksiyonudur. Uygun kernel fonksiyonunun seçimi ile giriş uzayındaki doğrusal olmayan işlem, özellik uzayındaki doğrusal bir işlemle gerçekleştirilirken sınıflandırma daha basit bir hale getirilir (92).

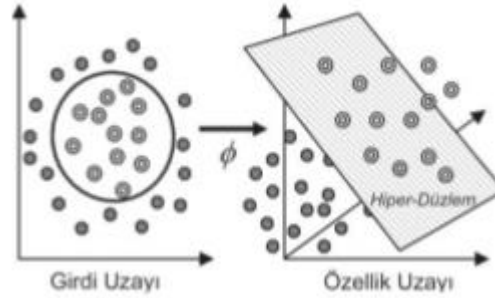


Şekil 3. Doğrusal olarak ayrılamayan veri seti (88)



Şekil 4. Doğrusal olarak ayrılamayan veri setleri için hiper-düzlemin belirlenmesi (88)

Şekil 5. 'de görüleceği üzere girdi uzayında doğrusal olarak ayrılamayan veri, özellik uzayı olarak tanımlanan yüksek boyutlu bir uzayda görüntülenir. Böylece verilerin doğrusal olarak ayrımı yapılabilmekte ve sınıflar arasındaki hiper-düzlem belirlenebilmektedir.



Şekil 5. Kernel fonksiyonu ile verinin daha yüksek bir boyuta dönüştürülmesi (88)

5.1.2.3. Yapay Sinir Ağları

Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks) veya kısaca Sinir Ağları (YSA) insan beyninden esinlenerek geliştirilmiş, ağırlıklı bağlantılar aracılığı ile birbirine bağlanan işlem elemanlarından oluşan paralel ve dağıtılmış bilgi işleme yapılarıdır. En önemli özelliği, deneyimlerden (tecrübe) yararlanarak öğrenebilmesidir (93). Yapay sinir ağları, insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri herhangi bir yardım almadan kendiliğinden gerçekleştirmek amacı ile biyolojik sinir ağlarından esinlenilerek geliştirilen bilgisayar sistemleridir (94, 95). YSA, doğrusal olmayan eşleme, paralellik, öğrenme ve uyarlanma gibi özelliklere sahiptir (96). Biyolojik beyin, tecrübe ile öğrenme ve bilgiyi kendi kendine yorumlama, hatta eksik bilgilerden sonuçlar çıkartma kabiliyetine sahiptir (97). Beynin bu davranışlarını modelleyebilmek için “yapay sinir ağları” ortaya çıkmıştır.

YSA'lar günümüzde geliştirilmiş en güncel ve en mükemmel örüntü tanıyıcı ve sınıflandırıcılardan sayılabilirler; bu ağları bu kadar güncel yapan da, eksik bilgiler ile çalışabilme ve normal olmayan verileri işleyebilme yetenekleridir. Özellikle çok sayıda veriyi işleyebilme gerektiren işlerde çok avantajlı sonuçlar üretebilmektedirler. Günümüzde birçok problem aslında şekil tanıma problemi haline getirilmekte ve ondan sonra çözülmektedir. Bu nedenle, yapay sinir ağlarının kullanılabileceği birçok alan vardır (95). Mühendislik uygulamalarında (imalat sanayi, askeri proje uygulamaları,

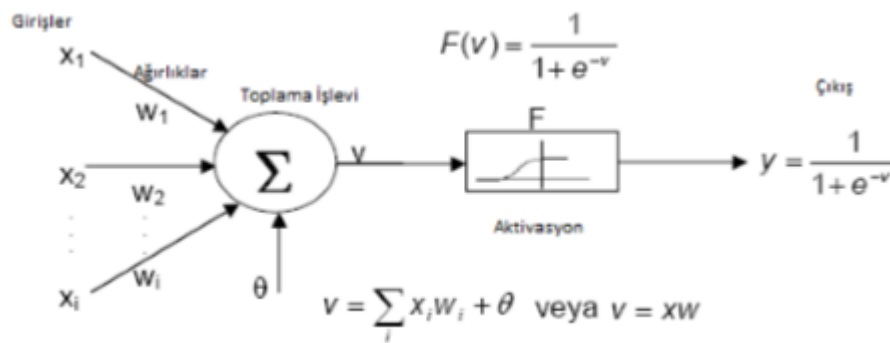
endüstriyel ürün tasarımı, bilgi yönetimi), tıp uygulamalarında (tıbbi görüntü işleme, tanı koyma, organ morfasyonlarının belirlenmesi, protez tasarımı), tarım ve hayvancılıkta, askeri alanda, uzay ve havacılık sanayinde, yüzey modellemede YSA'lar, yaygın kullanım alanına sahip olduğu görülmektedir.

YSA'lar, sinir hücrelerinin kendi aralarında çeşitli şekillerde bağlanmasıyla oluşturulur. Sinir hücreleri genellikle katmanlar halinde düzenlenir. Bilgisayarlarda yazılım olarak oluşturulduğu gibi, elektronik devrelerle de gerçekleştirilebilir. YSA, istenen amaca ulaşabilmek için sistemin eğitilmesini sağlayan öğrenme algoritmalarını da kapsar ve değişen koşullara göre kendini yenileyebilmek için öğrendiklerini unutma yeteneğine de sahiptir (98).

YSA'ların konvansiyonel metotlara oranla bir problemi; problemin kendi özelliğine ait birtakım matematiksel formülasyonlar kullanarak çözmek yerine problemi örnekler üzerinden öğrenmeleri, değişken şartlara uyum sağlayabilmeleri, gürültülü datalardan bir problemin özünü öğrenebilmeleri gibi avantajları nedeni ile özellikle mühendislikte çok geniş bir potansiyel kullanım alanına sahiptir (99).

- **Yapay Sinir Hücresi ve Öğeleri**

YSA'ların en temel işlem birimi, nöron ya da düğüm olarak adlandırılan yapay sinir hücresidir. Yapay sinir hücreleri, biyolojik sinir hücrelerinin 4 temel işlevini taklit eder. Şekil 6. 'da yapay bir sinir hücresinin modeli gösterilmiştir.



Şekil 6. Yapay sinir hücresi (100)

Şekilde X_i girişleri, y çıkışı, F fonksiyonu ve W_i ağırlıkları ifade eder. Girişler dış kaynaklardan veya diğer işlemci elemanlardan gelen işaretlerdir. Bu işaretler, kaynağına göre kuvvetli veya zayıf olabileceğinden ağırlıkları da farklıdır (100). Giriş değerlerinin

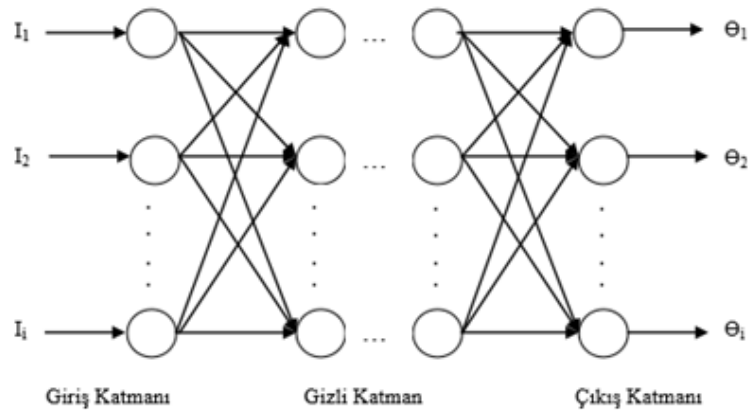
her biri uygun ağırlık değeri ile çarpılır ve bu elde edilen sonuçlar toplanır. Bulunan toplam eşik değeri Θ_j ile toplanır ve sonucu oluşturmak için aktivasyon fonksiyonu ile işlem yapılır ve y_j çıkışı alınır (101).

Bir yapay sinir ağı hücresi temel olarak girdilerden, ağırlıklardan, toplama işlevinden ve çıktıdan oluşur. Genelde, verilen bir girdi setine karşılık çıktı değerleri verilerek belirtilen öğrenme kuralına göre ağırlık değerleri otomatik olarak değiştirilmektedir. Eğitim verisinin tamamlanmasından sonra eğitilmiş olan ağ, ağırlık değerlerinin son durumuna göre, verilen herhangi bir veri setinin sonucunu tahminleyebilmektedir. Yapay sinir ağı bir dizi sinir hücresinin ileri sürümlü ve geri beslemeli bağlantı şekilleri ile birbirine bağlanması ile oluşur (93).

Günümüzde, belirli amaçlarla ve değişik alanlarda kullanılmaya uygun birçok yapay sinir ağı modeli (Perceptron, Adaline, MLP, LVQ, Hopfield, Recurrent, SOM, ART ve PCA gibi) geliştirilmiştir. Öğrenme çeşitlerinden öğreticili öğrenme, öğreticisiz öğrenme, destekleyicili öğrenme ve karma stratejiler kullanılmaktadır (93).

- **Yapay Sinir Ağının Yapısı**

Yapay bir sinir hücresi hiçbir zaman tek başına çalışmaz. Nöronlar çok sayıda bağlantı içeren bir ağ içinde bulunur. Nöronlar arasındaki bağlantıların nasıl oluşturulduğu ağın yapısını belirler. Nöronların bir grubu, katman olarak adlandırılan bir yapı oluşturur. Katmanlarda bulunan nöronlar, tam bağlantılı, kısmi bağlı veya ikisinin kombinasyonu halinde olabilir. Genellikle bir katmandaki tüm işlem elemanları, aynı birleştirme ve transfer fonksiyonu ile aynı öğrenme kuralına sahiptir (102). Yapay bir sinir ağının yapısı Şekil 7. 'de gösterilmektedir:



Şekil 7. Çok katmanlı bir sinir ağı ve katmanları (102)

Bir yapay sinir ağı temel olarak, giriş katmanı, gizli katman ve çıkış katmanı olmak üzere birbirine bağlanan üç katmandan oluşur. Şekil 7’de bir yapay sinir ağı ve katmanları verilmiştir. Giriş katmanı dışarıdan gelen bilgiyi kabul eder ve diğer katmanlara iletir. Bu katmanda bilgi işlenmez. Gizli katman bilgiyi işler. Girdi çıktı ilişkisini kavramada asıl ağırlık gizli katman üzerindedir. Gizli katman sayısı birden fazla olabilir. Çıkış katmanı ise sorgulanan problem üzerinde ağırlık kararını dış ortama bildiren işlem elemanlarından oluşan tabakadır (102).

- **YSA’ların Öğrenme Algoritmalarına Göre Sınıflandırılması**

Yapay sinir ağları, klasik bilgisayar belleği gibi belirli bilgileri belirli yerlerde saklama yerine öz şeklindeki bilgileri nöronlar arasındaki bağlantılar üzerindeki (rassal sayı olarak) ağırlık değerleri ile ağ üzerinde dağıtarak saklarlar. Belirli bir problemi, programlama yerine direkt olarak mevcut örnekler üzerinden eğitilerek öğrenirler (103).

Bir ağda öğrenme kısaca, istenen bir işlevi yerine getirecek şekilde ağırlıkların ayarlanması sürecidir. Temelde öğrenme yöntemleri danışmanlı (supervised) ve danışmansız (unsupervised) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Danışmanlı öğrenmede, yapay sinir ağı kullanılmadan önce eğitilmelidir. Eğitim işlemi, sinir ağına giriş ve çıkış bilgileri sunmaktan oluşur. Ağ giriş bilgisine göre ürettiği çıkış değerini, istenen değerle karşılaştırarak ağırlıkların değiştirilmesinde kullanılacak bilgiyi elde eder. Girilen değerle istenen değer arasındaki fark hata değeri olarak önceden belirlenen değerden küçük oluncaya kadar eğitime devam edilir. Hata değeri istenen değer altına düştüğünde tüm ağırlıklar sabitlenerek eğitim işlemi sonlandırılır. Danışmansız öğrenmede sistemin doğru çıkış hakkında bilgisi yoktur ve girişlere göre kendi kendisini örnekler. Danışmansız olarak eğitilebilen ağlar, istenen ya da hedef çıkış olmadan giriş bilgilerinin özelliklerine göre ağırlık değerlerini ayarlar (104).

- **YSA’ların Yapılarına Göre Sınıflandırılması**

İleri beslemeli ağlarda, YSA’lar çok katmanlı işlemsel birimlerden oluşur. Dış ortamdan alınan veriler girişe uygulanır ve giriş katmanında işleme girer, bilgi akış yönünde hiçbir değişikliğe uğratılmadan orta katmanlara iletilir. Bu katmanlarda işleme giren bilgi ileri yönde çıkış katmanına iletilir. Bilginin girişten çıkışa doğru ileri yönde iletilmesi çalışma prensibine dayalı YSA’lara ileri beslemeli YSA denir (105).

Geri beslemeli ağılarda, nöronların çıktısı ya kendilerine ya da bir önceki seviyedeki nöronlara geri gönderilir. Böylece sinyaller hem ileri hem de geri akabilir. Bu türdeki ağlara örnek olarak Hopfield (1982), Elman (1990) ve Jordan (1986) ağları verilebilir. Bu türdeki ağlar ileri beslemeli ağlardan farklı olarak bir de dinamik bir hafızaya sahiptirler (99).

5.2. Çalışmada Kullanılan Metodların Amaç ve Kapsamları

Makine öğrenmesi metodlarının kullanım alanları çok kapsamlıdır. Bunların başında karar destek sistemleri gelmektedir. Karar destek sistemleri de kendi içinde kullanım alanı bakımından çeşitlere ayrılır ve bunlardan biri de klinik karar destek sistemleridir. Klinik karar destek sistemleri (KKDS) hasta verilerine göre tanısının konması gibi karar verme işlemlerinde hekimlere yardımcı olmak için tasarlanmış etkileşimli yazılım sistemleridir (106). KKDS, ne yönde bir karar verilmesi gerektiğinin tam olarak kestirilemediği hallerde, karar vericilere modeller, bilgiler ve veri yönetme araçları sunmakta ve karar vermenin yeterliliğini geliştirmekten çok etkinliğini geliştirmeyi hedeflemektedir (107). KDDS'ler karar vericilere, problem çözme işlemi sırasında alternatif çözümleri test etme ve verileri yeniden gözden geçirme imkanı verir (108). Bugün hekimler tıbbi bilginin miktarında meydana gelen artış nedeniyle bu bilginin yönetimiyle başa çıkmak ve uzman yokluğunda uygun seçenekler arasında karar verebilmek için karar desteğine ihtiyaç duymakta ve bu amaçla klinik konularda akıl yürütme özelliğine sahip karmaşık bilgisayar programları olan KKDS'leri kullanmaktadırlar (109). KDDS'leri üç ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm uzmanlar tarafından oluşturulan veri tabanı, ikinci bölüm hastadan alınan bilgiler, üçüncü bölüm ise bu iki veriyi birlikte değerlendirerek, farklı yapay zeka araçlarını kullanarak çıkarım yapan ve karar vericiye sunan bölümdür. Günümüzde bu çıkarım işlemleri için karar ağaçları, yapay sinir ağları, destek vektör makineleri gibi makine öğrenmesi yöntemleri kullanılmaktadır. Son zamanlarda tıp bilişimi alanında klinik karar destek sistemleri ile ilgili birçok araştırma yapılmaktadır. Tıbbi verilerin karmaşıklığı karşısında geleneksel veri analiz şekilleri yetersiz kalmaktadır. Bunun sonucu olarak da böyle karmaşık yapıların anlaşılması ve bunlardan çıkarım yapılabilmesi için makine öğrenmesi ve veri madenciliği yöntemleri kullanılmaktadır.

Çalışma kapsamında Ordu Devlet Hastanesinde 01.01.2015 ve 31.06.2016 tarihleri arasında, Kalp ve Damar Cerrahisi kliniğinde Koroner Arter Bypass Greft operasyonu olan 238 hastanın verileri kullanılmıştır.

5.3. Çalışmada Kullanılan Programlar

Çalışmada kullanılan veriler Ordu Devlet Hastanesinde Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniğinde, 01.01.2015 ve 31.06.2016 tarihleri arasında KABG operasyonu olan 238 hastanın arşiv dosyalarından alınmıştır. Hasta verileri AF geçiren ve geçirmeyen olmak üzere iki gruba ayrılarak kayıt altına alınmıştır. Alınan bu verilere veri madenciliği yöntemlerinden karar ağaçları, DVM ve YSA uygulanmıştır. YSA STATİSTİCA’da, karar ağaçları ve DVM ise R studio programları kullanılarak yapılmıştır. Bununla birlikte korelasyon değerlerinin bulunmasında ve ROC eğrilerinin çiziminde SPSS programı kullanılmıştır. R istatistiksel hesaplama ve grafikleri için bilgisayar programı olup aynı zamanda programlama dilidir (110).

5.4. Verilerin Hazırlanması

Çalışmada kullanılan veriler Ordu Devlet Hastanesinde Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniğinde, 01.01.2015 ve 31.06.2016 tarihleri arasında KABG operasyonu olan 238 hastanın arşiv dosyalarından alınmıştır. Koroner Arter Bypass Greft operasyonu olan hastaların, preoperatif ve postoperatif 12 derivasyonlu EKG kayıtları, laboratuvar değerleri, EKO kayıtları, yoğun bakım hasta gözlem formları, klinik hasta gözlem formları, klinik tanıları vb. veriler hastaların arşiv dosyaları retrospektif olarak araştırılarak kayıt altına alınmıştır. Hasta verileri AF geçiren ve geçirmeyen olmak üzere iki gruba ayrılarak kayıt altına alınmıştır. Labartuvar verilerinin bir kısmı ise Ordu Devlet Hastanesi Bilgi İşlem Bölümünden alınmıştır. Alınan bütün bu veriler excel tablosu oluşturularak düzenlenmiş ve analize hazır hale getirilmiştir.

6. BULGULAR

6.1. Genel Bulgular

İki yüz otuzsekiz hastadan 111'i 60-74 yaş arası, 101'i 60 yaş altı, 26'sı 75 yaş ve üstü yaşa sahiptir. Bunların içinden 60-74 yaş AF görülenlerin sayısı 35, 60 yaş altı 17 ve 75 yaş ve üstü 12'dir. % 46.15'i 75 yaş ve üstü, % 31.53'ü 60-74 yaş arası ve % 16.83'ü 60 yaş altıdır.

KABG operasyonu olan 238 hastanın 179'u erkek cinsiyet, 59'u kadın cinsiyettir. KABG operasyonu olan 238 hastanın % 24.78'i kadın ve % 75.21'i erkektir. Operasyon sonrası AF gelişen 64 hastanın 50'si erkek cinsiyet ve 14'ü kadın cinsiyettir. Operasyon sonrası AF gelişen 64 hastanın % 78.12'si erkek cinsiyet, % 21.87'si kadın cinsiyettir.

KABG öncesi 238 hastanın 36'sı metoprolol kullandığı tespit edilmiştir. 36 hastanın 11'i operasyon öncesi metoprolol kullandığı halde AF görülmüş, 25'inde görülmemiştir. Operasyon öncesi metoprolol kullanan hastaların % 69.44'ünde AF gelişmemiştir.

İki yüz otuzsekiz hastanın 90'ında preoperatif dönem EKG'lerinde p dalgasında uzama tespit edilmiştir. AF gelişen 64 hastanın 59'unda (% 92.18) preoperatif dönem EKG'lerinde p dalgasında uzama tespit edilmiştir.

Preoperatif dönemde kanda 8 hastanın GGT'si yüksek ve bunların içinde 4'ünde (% 50) operasyon sonrası AF geliştiği tespit edilmiştir. Aynı şekilde preoperatif dönemde GGT'si düşük olan iki hastanın birinde (% 50) AF gelişmiştir.

İki yüz otuzsekiz hastanın 9'unda preoperatif dönemde PHT yüksek tespit edilmiş ve bunların beşinde (% 55) AF gelişmiştir.

KABG operasyonu olan 238 hastanın 115'inde (% 48.31) ve AF gelişen 64 hastanın 31'inde (% 48.43) açlık kan şekeri 135'in üstündedir.

İki yüz otuzsekiz hastanın 48'inin (% 20) ve AF gelişen 64 hastanın 28'inin (43,75) postoperatif total drenajı 1 000'in üstünde bulunmuştur.

Postoperatif ilk üç güne kadar bakılan hemoglobin düzeyleri 172 hastanın 10 g/dl'nin altındadır. Bunların 54'ünde AF gelişmiş. KABG sonrası AF gelişen 64 hastadan 54'ünde (% 84.37) hemoglobin düzeyi 10 g/dl'nin altındadır.

Preoperatif dönemde 238 hastanın 119'unun ve AF gelişen 64 hastanın 39 (% 60.93)'unun CRP düzeyi 0.5 mg'mın üstündedir.

KABG operasyonu olan 238 hastanın 200'ünde HT tanısı olup, HT'si olan 200 hastanın 53'ünde AF gelişmiştir. AF görülen 64 hastanın 53'ünde (% 82.81) HT vardır.

Postoperatif ilk üç güne kadar bakılan AST düzeyleri 238 hastadan 107'sinin 40'ın üstündedir. AF gelişen 64 hastanın 31'inde (% 48.43) AST düzeyleri 40'ın üstündedir.

İki yüz otuzsekiz hastanın 39'unun preopratif dönem EF'si 45'in altındadır. AF görülen 64 hastanın 12'sinde (% 18.75) EF 45'in altındadır.

Postoperatif ilk üç güne kadar bakılan Ca düzeyi 8.0 mg/dl'nin altında olan 90 hasta mevcuttur. AF görülen 64 hastanın 22'sinde (% 34.37) Ca düzeyi 8.0 mg/dl'nin altındadır.

Risk Faktörlerinin Postoperatif AF Yüzdelik Dilimi Tablo 1. 'de ve Korelasyon Analizi Sonucu Bulunan Değerler Tablo 2.'de yer almaktadır.

Tablo 1. Risk faktörlerinin postoperatif AF yüzdelik oranları

Risk Faktörleri		AF Gelişen Hasta Sayısı	AF Gelişen Hasta Sayısının Yüzdelik Dağılımı
Yaş (64hastanın)	60 yaş altı	17	% 16.83
	60-74 yaş arası	35	% 31.53
	75 yaş üstü	12	% 46.15
Cinsiyet (64hastanın)	Erkek	50	% 78.12
	Kadın	14	% 21.87
Metoprolol			% 30.56
P dalgasında uzama			% 92.18
Preoperatif GGT yüksekliği			% 50
PHT			% 55
Açlık Kan Şekeri 135'in üstünde			% 48.43
Total Drenaj 1000'in üstünde			% 43.75
Postoperatif HGB 10 g/dl altında			% 84.37
Preoperatif CRP			% 60.93
HT			% 82.81
Postoperatif AST			% 48.43
Preoperatif EF 45'in altında			% 18.75
Postoperatif Ca 8 mg/dl altında			%34.37

Tablo 2. Risk faktörlerinin AF ile korelasyon analizi

Risk Faktörleri	Yaş	Post Operatif Yatış Süresi	AF Gelişme Günü	PHT	HGB	Toplam Yatış Süresi	Total Drenaj	P Dalgasında Uzama	Üre
Korelasyon	0.215	0.369	0.792	0.218	- 0.156	0.276	0.356	0.700	0.374
P Value	0.001	0.000	0.000	0.048	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000

Tablo 3. AF tanısı alan hastalarda AF kesiksiz risk değişkenlerinin dağılımı

Özellik (n = 64)	Ortalama (SS)	Min	Max
CRP	2.2220	.00	13.10
Hastanın Kilosu	77.59	50	110
EF	52.36	30	75
Üre	63.8859	17.00	149.00
Kreatin	1.3414	.49	4.24
Hemoglobin	9.0875	6.10	11.60
Hematokrit	27.3469	18.60	36.10
Kalsiyum	8.0894	5.80	9.50
Potasyum	4.4903	5.80	9.50
CABG	3.36	0	5
AST	120.9531	14.00	2716.00

Tablo 4. AF tanısı almayan hastalarda AF kesikli risk değişkenlerinin dağılımı

Özellik (n = 174)	Ortalama (SS)	Min	Max
CRP	1.5846	.00	29.00
Hastanın Kilosu	77.09	50	121
EF	52.59	20	80
Üre	46.0097	.48	100.00
Kreatin	1.5888	.56	57.00
Hemoglobin	9.5132	6.00	13.30
Hematokrit	27.9414	9.40	37.90
Kalsiyum	8.0541	1.00	10.37
Potasyum	4.4179	3.30	7.90
CABG	3.25	0	5
AST	65.2918	.78	1053.00

Tablo 5. AF tanısı alan hastalarda AF kesiksiz risk değişkenlerinin dağılımı

Cinsiyet	Frekans	Yüzde (%)	Birikimli Yüzde (%)
Erkek	49	76	76
Kadın	15	23	100
Toplam	64	100	
HT	Frekans	Yüzde (%)	Birikimli Yüzde (%)
Normal	10	15.6	15.6
Yüksek	54	84.4	100.0
Toplam	64	100	
Pdalgasında uzama	Frekans	Yüzde (%)	Birikimli Yüzde (%)
Yok	4	6.3	6.3
Var	60	93.8	100.0
Toplam	64	100	
Total Drenaj	Frekans	Yüzde (%)	Birikimli Yüzde (%)
Normal	36	56.3	56.3
Yüksek	28	43.8	100.0
Toplam	64	100	
Kalp Kapak Hastalıkları	Frekans	Yüzde (%)	Birikimli Yüzde (%)
Yok	25	39.1	39.1
Var	39	60.9	100
Toplam	64	100	
DM	Frekans	Yüzde (%)	Birikimli Yüzde (%)
Yok	32	50.0	50.0
Var	32	50.0	100
Toplam	64	100	
Yaş	Frekans	Yüzde (%)	Birikimli Yüzde (%)
1-59	17	26.6	26.6
60-74	35	54.7	81.3
75 ve üstü	12	18.8	100.0
Toplam	64	100	

Tablo 6. AF tanısı almayan hastalarda AF kesikli risk değişkenlerinin dağılımı

Cinsiyet	Frekans	Yüzde (%)	Birikimli Yüzde (%)
Erkek	131	75.3	75.3
Kadın	43	24.7	100
Toplam	174	100	

HT	Frekans	Yüzde (%)	Birikimli Yüzde (%)
Normal	28	16.1	16.1
Yüksek	146	83.9	100.0
Toplam	174	100	

Pdalgasında uzama	Frekans	Yüzde (%)	Birikimli Yüzde (%)
Yok	144	82.8	82.8
Var	30	17.2	100.0
Toplam	174	100	

Total Drenaj	Frekans	Yüzde (%)	Birikimli Yüzde (%)
Normal	154	88.5	88.5
Yüksek	20	11.5	100.0
Toplam	174	100	

Kalp Kapak Hastalıkları	Frekans	Yüzde (%)	Birikimli Yüzde (%)
Yok	87	50.0	50.0
Var	87	50.0	100
Toplam	174	100	

DM	Frekans	Yüzde (%)	Birikimli Yüzde (%)
Yok	91	52.3	52.3
Var	83	47.7	100
Toplam	174	100	

Yaş	Frekans	Yüzde (%)	Birikimli Yüzde (%)
1-59	83	47.7	47.7
60-74	77	44.3	92.0
75 ve üstü	14	8.0	100.0
Toplam	174	100	

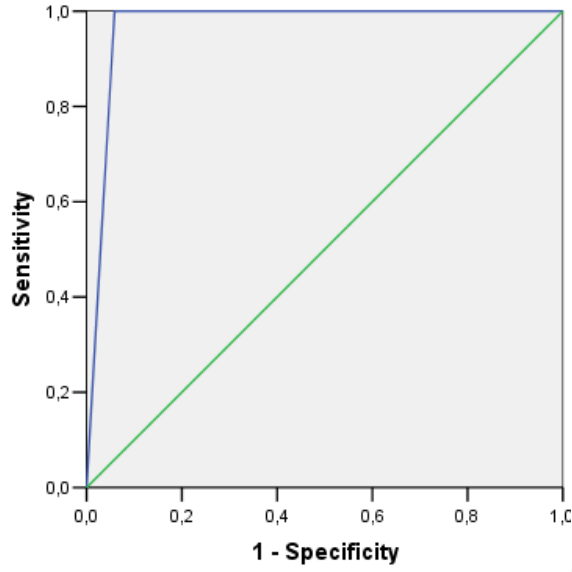
6.2. Karar Ağaçları ile Sınıflamada Bulunan Bulgular

Çalışmada kullanılan veriler operasyon sonrası AF geçiren ve geçirmeyenler olarak iki gruba ayrıldı. Çalışmaya yalnızca damar değişimi olan hastalar dahil edildi. Aynı anda yapılan farklı cerrahi girişim olan hastalar dahil edilmedi. Ayrıca, kronik AF'si olan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Veri madenciliği yöntemlerinden karar ağaçları öğrenme algoritmalarından boosted tree sınıflandırma algoritması kullanılarak model geliştirilmiştir. Veri setinde 238 hastanın % 75'i eğitim, % 25'i ise test için kullanılmıştır. Daha sonra sınıflama yapılacak olan AF görüldü (1) ve AF görülmedi (0) olarak iki kategoriye ayrıldı ve sınıflandırma buna göre yapıldı. Karar Ağacı ile yapılan sınıflandırma sonucu Tablo 7. 'de ve ROC eğrisi Şekil 8. 'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Karar Ağacı sınıflandırması sonucunda bulunan değerler

		Gerçek Durum	
		Pozitif	Negatif
Teşhis	Pozitif	6 (TP)	0 FN (Tip 2 Hata)
	Negatif	1 (FP) (Tip 1 Hata)	16 (TN)



Şekil 8. Karar ağaçlarına ait ROC eğrisi

6.2.1. Değerlendirme

Ordu Devlet Hastanesinde 01.01.2015 ve 31.06.2016 tarihleri arasında, Kalp ve Damar Cerrahisi kliniğinde Koroner Arter Bypass Graft operasyonu olan 238 hastanın verisi alındı. Postoperatif AF gelişen ve gelişmeyen hastalar bir çok risk faktörü açısından retrospektif olarak incelenmiş ve araştırmada kullandığımız yöntem katkısı olan EKG’de P dalgasında uzama, total drenaj miktarı, üre, kreatin, yaş, K, PHT değişkenleri anlamlı bulunmuştur.

Boosted tree yaklaşımı; önceki ağaçların hepsini kullanarak hesaplanan model-gerçek durum farklarına dayalı basit regresyon ağaçlarının ağırlıklı "katkı" ile ağaçların genişleme durumunu hesaplamaktadır. İsteğe bağlı eklenebilen her bir ağaç, bağımsız alt örneklem üzerinden hesaplanarak öğrenme verimli bir şekilde artırılır. Maksimum ağaç sayısı modelin tahmin gücüne katkı sağlayan optimum seviyede kesilmiş olur. Çalışmada maksimum ağaç sayısı 200 olarak belirlenmiş, 87 ağaç modelde kalmıştır.

Karar ağacı algoritmalarından olan boosted tree ile 23 test üzerinden gerçekte 6 (+) değer 6’sını (+), 0’ını (-); gerçekte 17 (-) değer 16’ını (-) ve 1’sini (+) olarak tahmin etmiştir. Yapılan ROC analizinde AUC değeri 0.971 olarak bulunmuştur. Karar ağaçlarının sınıflamayı başarılı yaptığı, yanlış sınıflandırmaların ise araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

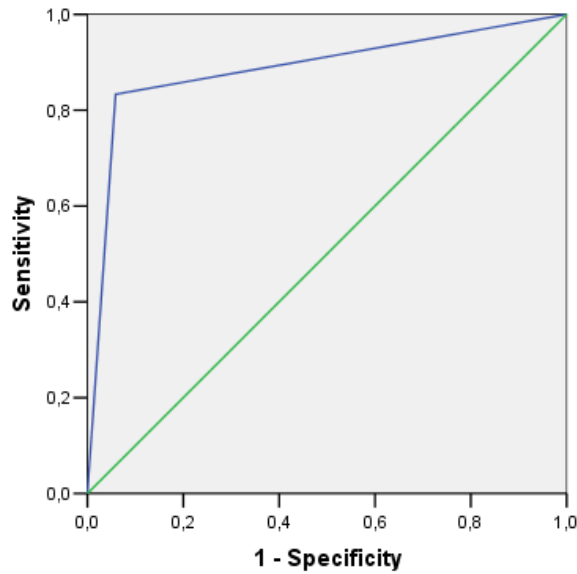
6.3. Destek Vektör Makineleri ile Sınıflamada Bulunan Bulgular

Veri setinin % 75 eğitim ve % 25'ini test için kullanıldı. Çalışmada kullanılan veriler operasyon sonrası AF geçiren ve geçirmeyenler olarak iki gruba ayrıldı. Çalışmaya yalnızca damar değişimi olan hastalar dahil edildi. Aynı anda yapılan farklı cerrahi girişim olan hastalar dahil edilmedi. Ayrıca, kronik AF'si olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Daha sonra sınıflama yapılacak olan AF görüldü (1) ve AF görülmedi (0) olarak iki kategoriye ayrıldı ve sınıflandırma buna göre yapıldı.

DVM'de kernel çekirdek olan ve bu veri setinde en iyi sınıflandırmayı yapan polynomial çekirdek (degree=3, gamma=0.048, coefficient=0.000) kullanıldı. DVM ile % 93.182 eğitim ve % 91.304 test başarıları elde edilmiştir. DVM sonucunda bulunan değerler Tablo 8.' de ve ROC eğrisi Şekil 9. 'da gösterilmiştir.

Tablo 8. DVM'nin sonucunda bulunan değerler

		Gerçek Durum	
		Pozitif	Negatif
Teşhis	Pozitif	5 TP	1 FN (Tip 2 Hata)
	Negatif	1 FP (Tip 1 Hata)	16 TN



Şekil 9. DVM'ye ait ROC eğrisi

6.3.1. Değerlendirme

Ordu Devlet Hastanesinde 01.01.2015 ve 31.06.2016 tarihleri arasında, Kalp ve Damar Cerrahisi kliniğinde Koroner Arter Bypass Graft operasyonu olan 238 hastanın verisi alındı.

DVM ile doğrusal ya da doğrusal olmayan sınıflama problemlerinde oldukça başarılı sonuçlar elde edilmektedir. DVM'nin temel prensibi bir karar düzleminde sınıflar arası en uygun karar sınırlarını belirlemektir. Bu bölümde KABG operasyonu sonrası AF gelişme riskinin sınıflandırılmasına bakılmak istenilmiştir. Ulaşılan sonuçlar DVM'nin sınıflama ve tahmin için iyi bir metot olduğunu göstermektedir.

DVM ile 23 test içerisinde gerçekte 6 (+) değer 5'ini (+), 1'ini (-); gerçekte 17 (-) değer 16'sını (-) ve 1'ini (+) olarak tahmin etmiştir. Yapılan ROC analizinde AUC değeri 0.887 olarak bulunmuştur. DVM'nin sınıflamayı başarılı yaptığı, yanlış sınıflandırmaların ise araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

6.4. Yapay Sinir Ağları ile Sınıflamada Bulunan Bulgular

Ordu Devlet Hastanesinde 01.01.2015 ve 31.06.2016 tarihleri arasında, Kalp ve Damar Cerrahisi kliniğinde Koroner Arter Bypass Graft operasyonu olan 238 hastanın verisi alındı. Bu verilerin % 75'i eğitim ve % 25'i test için kullanıldı. Daha sonra sınıflama yapılacak olan AF görüldü (1) ve AF görülmedi (0) olarak iki kategoriye ayrıldı ve sınıflandırma buna göre yapıldı.

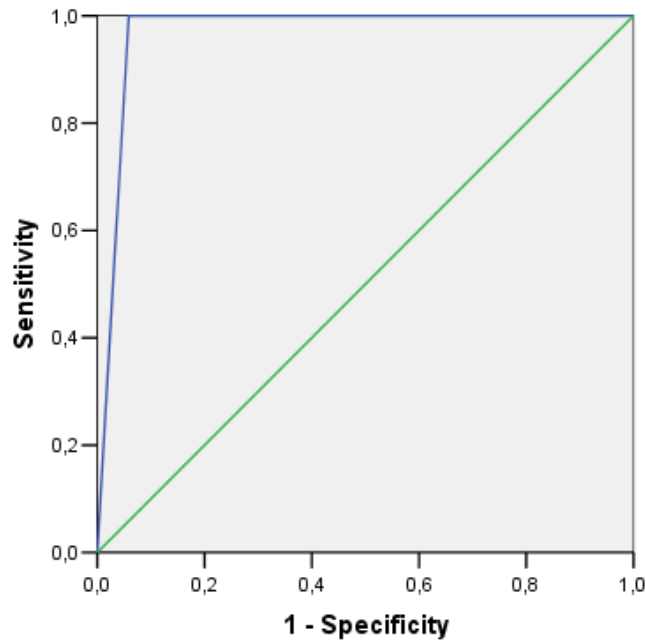
YSA sonucunda en iyi bir ağ oluşturuldu. MLP-33-9-2 numaralı ağ, 95.45455 eğitim ve 95.65217 test başarıları elde etmiştir. YSA'daki ağ başarıları Tablo 7. 'de, YSA'nın sonucunda bulunan değerler Tablo 9. 'da, YSA sonucunda bulunan değerler Tablo 10'da ve ROC eğrisi Şekil 10.'da yer almaktadır.

Tablo 9. YSA'daki ağ başarıları

YSA'daki Ağ Başarıları							
index	Net. name	Training perf.	Test perf.	Training algorithm	Error function	Hidden activation	Output activation
1	MLP-33-9-2	95.45455	95.65217	BFGS 13	Entropy	Exponential	Softmax

Tablo 10. YSA'nın sonucunda bulunan değerler

		Gerçek Durum	
		Pozitif	Negatif
Teşhis	Pozitif	6 TP	0 FN (Tip 2 Hata)
	Negatif	1 FP (Tip 1 Hata)	16 TN



Şekil 10. YSA'ya ait ROC eğrisi

6.4.1. Değerlendirme

Bu bölümde veri madenciliği yöntemlerinden biri olan yapay sinir ağları metodu kullanıldı. YSA test içerisinde 23 test içerisinde gerçekte 6 (+) değer 6'sını (+), 0'ını (-); gerçekte 17 (-) değer 16'ını (-) ve 1'ini (+) olarak tahmin etmiştir. Yapılan ROC analizinde AUC değeri 0.971 olarak bulunmuştur.

Sonuç olarak yapılan analizlerde YSA'nın sınıflandırma problemlerinde başarılı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca literatürde YSA'nın farklı klinik verilerde kullanımında başarılı olduğu görülmektedir.

7. TARTIŞMA ve SONUÇ

Veri Madenciliği, çok büyük miktardaki veri içerisinde, saklı kalmış, değerli, kullanılabilir bilgileri açığa çıkarmak ve stratejik karar destek sağlamak amacıyla kullanılan; verilerin analizini temel alan ve karar verme modelleri oluşturan bir metottur. Bu nedenle bu tez çalışmasında hasta verileri kullanılarak çeşitli analizler yapılmıştır. Analizlerde makine öğrenmesi ve veri madenciliği yöntemlerinden sınıflama için günümüzde yaygın olarak bilinen karar ağaçları, DVM ve YSA kullanılmıştır. Bu yöntemler ile KABG sonrası gelişen AF olgularının gelişme riski tahmin edilmeye çalışılmış ve operasyon öncesi önleyici tedbirler alınması sağlanarak, AF gelişmesinin azaltılması amaçlanmıştır.

AF, açık kalp cerrahisi sonrasında en fazla rastlanan komplikasyonlardan biridir. Yapılan çalışmalarda, KABG operasyonu geçiren hastaların postoperatif dönemde AF görülme sıklığı % 10-50 arasında bulunmuştur (2, 3).

Bu çalışmada KABG operasyonu geçirmiş hastaların dosyaları retrospektif olarak arşivden araştırılmış ve 238 hasta verisine ulaşılmıştır. 238 hastadan, 64'ünde (% 26.8) postoperatif AF geliştiği, dolayısıyla literatürle uyumlu olduğu istatistiki olarak ortaya konulmuştur. Bu çalışmaya sadece KABG operasyonu geçiren hastalar dahil edilmiş, aynı anda yapılan kapak onarımı ya da başka bir operasyon yapılan hastalar dahil edilmemiştir. Ayrıca, kronik AF'li hastalar çalışma dışı bırakılmıştır. Eş zamanlı yapılan başka operasyonlu hastalar çalışmaya dahil edilseydi AF görülme oranı daha yüksek tespit edilebilirdi.

Yapılan çalışmalarda AF görülme sıklığı toplumda yaşla birlikte arttığı görülmektedir. Bununla birlikte yaş, açık kalp ameliyatı sonrası AF için en önemli risk faktörlerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. İleri yaşla birlikte atriyal duvarlarda fibrozis gelişimi, lipid depozit birikimi artar. Atriyal genişleme ve artan duvar gerilimi sonucunda elektriksel ileti yavaşlamasına bağlı olarak ritim bozukluğu meydana gelir (66, 111). Zangrillo ve arkadaşları, ileri yaş ve reoperasyonun koroner cerrahi sonrası post-op AF gelişiminde risk faktörü olduklarını göstermişlerdir (112). Leitch ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya göre, yaştaki her 10 yıllık artış, AF riskini % 70 oranında arttırmaktadır (113). İlerlemiş yaştaki özellikle, nodal liflerin kaybı, sinoatrial noda fibröz ve adipöz dokunun artması, atrial dilatasyon, fokal ventriküler fibrozis

gelişimi ve atriumda interstisyel amiloid depositlerinin oluşması gibi yapısal değişikliklere neden olarak AF gelişiminde etkili olabileceği vurgulanmıştır (4, 114).

Bu çalışmada da 238 hastadan 111'i 60-74 yaş arası, 101'i 60 yaş altı, 26'sı 75 yaş ve üstü yaşa sahiptir. Bunların içinden 60-74 yaş AF görülenlerin sayısı 35, 60 yaş altı 17 ve 75 yaş ve üstü 12'dir. Yani % 46.15'i 75 yaş ve üstü, % 31. 53'ü 60-74 yaş arası ve % 16.83'ü 60 yaş altındadır. Ayrıca bu çalışmada, 60 yaş üstü hastalarda % 77 civarında postoperatif AF geliştiği istatistiki olarak tespit edilmiştir.

AF görülme sıklığı, postoperatif ikinci ve üçüncü günlerde en yüksek düzeyine ulaşır (6). Bu çalışmada ise literatürle uyumlu olarak genellikle 2. ve 3. günlerde AF görülme oranı yüksek olmasına rağmen 1. ve 11. güne kadar yayılan bir genişlikte postoperatif AF görüldüğü yapılan istatistiki analizlerde tespit edilmiştir.

Ceyran ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada metoprololün postoperatif AF önlenmesinde etkinliği saptanmıştır (115). Yayımlanan bir metaanaliz çalışmasında, cerrahi sonrasında daha önceden başlanmış olan beta blokerlerin kesilmemesi gerektiğini ancak önleyici amaçla tek başına verildiğinde AF önleyici etkisinin yeterli olmayacağını öne sürmüştür (116).

Bu çalışmada ise KABG öncesi 238 hastanın 36'sı metoprolol kullanmış, 36 hastanın 11'inde operasyon öncesi metoprolol kullandığı halde AF görülmüş, 25'inde görülmeyeceği istatistiki olarak ortaya konulmuştur. Yani operasyon öncesi metoprolol kullanan hastaların % 69.44'ünde AF gelişmediği istatistiki olarak tespit edilmiştir.

Atriyal değişikliklere bağlı elektriksel ileti anormalliklerinin cerrahi sonrası AF gelişimine neden olmasıyla ilgili çalışmalar vardır. Bu konuyla ilgili yapılan iki çalışmada cerrahi öncesi çekilen yüzey EKG'de P dalga süresi ve PR intervalinin süresi ile cerrahi sonrası AF gelişimi arasındaki ilişki araştırılmıştır. Uzun P dalga süresi ve uzun PR intervalinin cerrahi sonrası AF gelişimini belirlemede bağımsız göstergeler olduğu yönünde sonuçlanmıştır (117, 118).

Bu çalışmada da literatürle uyumlu olarak, risk faktörlerinden en yüksek kolerelasyona (0.700 civarında) sahip olan EKG'de P dalgasında uzama olarak görülmüştür. Karar ağaçlarında ve diğer yöntemlerde de P dalgası en önemli faktör olarak gözlemlenmiştir.

HT, AF'nun ve tromboemboli gibi AF komplikasyonlarının gelişmesi açısından en yaygın ve düzeltilme potansiyeli en yüksek, bağımsız risk faktörlerinden olduğu literatür taramasında görülmüştür. Framingham çalışmasında postoperatif AF gelişen hastaların % 60'nda HT'nin olduğu görülmüştür (40). Giuseppe Patti ve arkadaşlarının ARMYDA-3 çalışmasında da sistemik HT 'nun artmış risk faktörü olduğu doğrulanmıştır (119). Bu çalışmada ise KABG operasyonu olan 238 hastanın 200'ünde HT tanısı mevcut olduğu görülmüş ve postoperatif AF gelişen 64 hastanın 53'ünde (% 82.81) HT'nin mevcut olduğu istatistiki olarak ortaya konulmuştur.

Bazı çalışmalarda erkeklerde postoperatif AF'un daha sık gözlemlendiğini belirtilmiştir (6, 19). Yapılan bazı prospektif randomize çalışmalarda cinsiyetin belirleyici faktör olmadığı gösterilmiştir (64). Bu çalışmaya göre ise takip edilen 238 hastanın 179'unu ve AF saptanan 64 olgunun % 78.12' ni erkek hastalar oluşturmaktadır. Dolayısıyla AF gelişiminde cinsiyetin önemli bir etken olduğu istatistiki olarak görülmüştür.

Durukan ve arkadaşları, diyabetik hastalarda HbA1c ile postoperatif atriyal fibrilasyon arasında anlamlı bir ilişki saptayamamışlardır (120). Bu çalışmada ise KABG operasyonu olan 238 hastanın 115'inin (% 48.31) ve AF gelişen 64 hastanın 31'inin (% 48.43) açlık kan şekeri 135'in üstünde olduğu görülmüştür.

Gibson ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada (121), 275 hastada ameliyattan önce ve postoperatif ikinci gün CBC sayısı ve hs-CRP ölçümleri preoperatif ve postoperatif ikinci gün yaptıkları bir çalışmada AF gelişimi ile CRP değerleri arasında herhangi bir ilişki saptamamıştır. Bu çalışmada ise preoperatif dönemde 238 hastanın 119'unun CRP düzeyi 0.5 mg'mın üstündedir. AF gelişen 64 hastanın 39 (% 60.93)'unun CRP'si 0.5 mg'mın üstünde olduğu görülmüştür.

Çetin ve arkadaşlarının 272 hasta ile yaptığı bir çalışmada postoperatif atriyal fibrilasyon geçiren hastalarda daha düşük HGB seviyelerinde p değerini ($p = 0.011$) anlamlı bulmuş (122). Bu çalışmada ise postoperatif ilk 3 güne kadar bakılan HGB düzeyleri 172 hastada 10 g/dl'nin altındadır. Bunların 54'ünde AF gelişmiş. KABG sonrası AF gelişen 64 hastadan 54'ünde (% 84.37) HGB düzeyi 10 g/dl'nin altındadır. Ayrıca, yapılan korelasyonda hemogloblin düzeyi korelasyonu -0.156 ve p değeri 0.016

olarak bulunmuştur. HGB düzeyi ile AF görülmesi arasında ters korelasyon bulunmuştur.

Postoperatif AF genellikle ölümcül değildir ancak ciddi morbidite, hemodinamik bozulma, tromboemboli ve daha ciddi aritmilere yol açması açısından önemlidir. Ayrıca postoperatif AF, hastanede kalış süresini ortalama 2-5 gün uzatır (123, 124). Postoperatif inme riskini ise 2-3 kat arttırır (124), uzamış hastanede yatış süresine ve maliyete neden olur (13, 75, 125). Bu çalışmada AF gelişen hastalar ve operasyon sonrası hastanede kalış süresi arasındaki kolerasyon düzeyi 0.036 ve p değeri 0.000 bulunmuştur. Bu çalışma ile AF'nin operasyon sonrası hastanede kalış süresini uzattığı, dolayısıyla ek maliyete sebep olduğu görülmüştür. Ayrıca, hastane yatış süresinde uzama hastane enfeksiyon riskini artırıp, hastane yatağının etkin ve verimli kullanılmamasına ve kaynakların israfına neden olmaktadır.

Geoffrey Seaborn 2014 yılında koroner arter bypass greft sonrası postoperatif atrial fibrilasyonun tahmini için 200 hasta üzerinde prospektif olarak yaptığı bir çalışmada (126), YSA ile sınıflandırmada duyarlılık % 70, özgüllük % 61 ve AUC 0.57, karar ağaçları ile duyarlılık % 68, özgüllük % 38 ve AUC 0.53 ve DVM ile yaptığı sınıflamada duyarlılık % 77, özgüllük % 49 ve 0.64 AUC istatistik değerine ulaşmış ve en iyi sınıflandırmayı DVM ile yapmıştır.

Bu çalışmada ise sonuçlarda karar ağaçları ile yapılan analizde, duyarlılık değeri % 100, özgüllük değeri % 94.11; DVM'de duyarlılık değeri % 83.33, özgüllük değeri ise % 94.11; YSA ile yapılan analizlerde, duyarlılık % 100, özgüllük % 94.11 olarak hesaplanmıştır. Uygulanan metotların ROC eğrileri karşılaştırıldığında en iyi sınıflama YSA ve karar ağaçları ile yapılmıştır.

Chang Sik Son ve arkadaşları tarafından 2012 yılında yapılan bir çalışmada (127) veri madenciliği ve karar ağacı yöntemleri kullanılarak akut apandisit olma riskini tahmin eden bir model geliştirilmiştir. Açık kaynaklı bir veri tabanından alınan 326 veri üzerinde %80'e yakın duyarlılıkta bir sistem elde edilmiştir. Sengul Doğan ve İbrahim Türkoğlu tarafından 2008 yılında yayınlanan bir çalışmada (128) Örüntü tanıma süreci esas alınarak, veri madenciliği tekniklerinden olan karar ağaçları yöntemini kullanarak karar destek sistemi geliştirilmiş ve tasarlanan sistemde 96 hasta verisi değerlendirilmiştir. Karar destek sisteminin sonuçları, doktorun verdiği kararlarla

tamamen örtüşmüştür. Bizim çalışmamızda ise karar ağaçları ile yapılan analizde, duyarlılık değeri 0.88, özgüllük değeri 0.84 ve ROC eğrisinin sayısal değeri 0.77 olarak tespit edilmiştir.

Babur ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada (129) hastalıklı ve sağlıklı kişilerin sınıflandırılma doğruluklarının $\% 88.55 \pm 4.74$ aralığında değiştiğini göstermiştir. Bu sonuç, kullanılan yaklaşımın DVM tabanlı kalın bağırsak kanseri tanısında oldukça tatmin edici bir performansa sahip olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada ise DVM ile yapılan analizde duyarlılık değeri $\% 83.33$, özgüllük değeri ise $\% 94.11$ ve AUC değeri 0.887 olarak tespit edilmiştir.

S.G. Prabhudesai ve arkadaşları tarafından 2007 yılında yayınlanan bir çalışmada (130) prospektif bir çalışma ile toplanan 60 veri üzerinden klinisyen, Alvarado skoru ve yapay sinir ağları yöntemlerinin apandisit tanısı üzerindeki doğruluğu karşılaştırılmış ve $\% 97$ oranında başarılı bulunan yapay sinir ağı yönteminin etkili ve doğru bir araç olabileceği görülmüştür. Erkki Pesonen ve arkadaşları tarafından 1996 yılında yayınlanan bir çalışmada (131) dört farklı yapay sinir ağı algoritması karşılaştırılmış ve cerrahlara operasyon kararı almada yardımcı bir sistem geliştirilmiştir. Bizim çalışmamızda ise YSA ile yapılan analizde duyarlılık 0.80, özgüllük bir ve ve ROC eğrisinin sayısal değeri bir olarak hesaplanmış ve uygulanan metotların ROC eğrileri karşılaştırıldığında en iyi sınıflama YSA ile yapılmıştır.

Çalışmanın ilk kısıtlılığı, çalışmanın retrospektif olması nedeniyle elde edilen veriler, KABG operasyonu sonrası genel AF gelişme oranlarını göstermekte yetersiz kalmaktadır. İkinci kısıtlılık ise hasta sayısının göreceli olarak az olması ve verilerin tek merkeze ait olması nedeniyle hasta karakteristiklerinin genel toplum karakteristiklerini kısmen yansıtabilmektedir.

Küreselleşen ve dijitalleşen dünyada hasta dosyalarındaki tüm bilgilerin elektronik ortamda tutulması veri kaybını en aza indirecek, zaman kaybını önleyecek ve özellikle retrospektif araştırmalarda kolaylık sağlayarak daha fazla araştırma yapılmasına ve sağlık sisteminin gelişmesine ziyadesiyle önemli katkılar sunacaktır.

Bu tür multidisipliner çalışmalarda verilerin anlamlandırılması için uzmanlara ihtiyaç vardır. Sağlık sisteminde daha kısa sürede, güvenilirlik düzeyi daha yüksek, başarılı ve etkin çalışmalar ortaya koyabilmek için, bilgisayar ve tıp alanındaki

uzmanların kendi yeterlilikleri kapsamında birlikte hareket etmeleri son derece önemlidir.

Son olarak bu çalışma ile AF nedeniyle gelişen anksiyete, tromboemboli, hipotansiyon, kalp hipotansiyon, kalp yetmezliği ve hatta hastanın kaybına varan durumların önlenmesine katkı sağlanacağı düşünülmektedir. Bu çalışma ile preoperatif dönemde AF olasılığı yüksek bulunan hastalara, preoperatif dönemden itibaren önleyici tedbirlerin alınması konusunda katkı sağlanabileceği ortaya konulmuştur. Ancak prospektif olarak, daha çok parametrenin çalışıldığı, çok merkezli ve daha geniş örneklemin olduğu çalışmalara ihtiyaç vardır.



8. KAYNAKLAR

1. Silverman ME (1994). From rebellious palpitations to the discovery of auricular fibrillation: contributions of Mackenzie, Lewis and Einthoven. *Am J Cardiol* 73(5): 384-389.
2. Benjamin EJ, Levy D, Vaziri SM, D'Agostino RB, Belanger AJ, Wolf PA (1994). Independent risk factors for atrial fibrillation in a population-based cohort: the Framingham Heart Study. *Jama* 271(11): 840-844.
3. Ad N, Snir E, Vidne BA, Golomb E (1999). Potential preoperative markers for the risk of developing atrial fibrillation after cardiac surgery. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 11: 308-13.
4. Creswell LL, Schuessler RB, Rosenbloom M, Cox JL (1993). Hazards of post-operative atrial arrhythmias. *Ann Thorac Surg* 56: 539 – 549.
5. Creswell LL, Damiano RJ (2001). Postoperative atrial fibrillation: an old problem crying for new solutions. *J Thorac Cardiovasc Surg* 121: 638 – 641.
6. Aranki SF, Shaw DP, Adams DH, Rizzo RJ, Couper GS, Vliet MV, Collins JJ, Cohn LH, Burstin HR (1996). Predictors of atrial fibrillation after coronary artery surgery; current trends and impact on hospital resources. *Circulation* 94: 390 – 397.
7. Sibert J, Anisimowitz L, Lango R ve ark (2001). Atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting: does the type of procedure influence the early postoperative incidence. *Eur J Cardiothorac Surg* 19(4): 455-459.
8. Almassi GH, Schowalter T, Nicolosi AC, Aggarwald A (1997). Atrial fibrillation after cardiac surgery: A major morbid event?. *Ann Surg* 226: 501-13.46
9. Madrid AH (2006). C-reactive protein and atrial fibrillation. An old marker looking for a new target. *Rev Esp Cardiol* 59(02): 94-98.
10. Boos CJ, Anderson RA, Lip GY (2006). Is atrial fibrillation an inflammatory disorder?. *Eur Heart J* 27(2): 136-149.
11. Ommen SR, Odell JA, Stanton MS (1997). Atrial arrhythmias after cardiothoracic surgery. *N Engl J Med* 336: 1429-34.

12. Karakaş O (2008). Koroner arter by-pass cerrahisi sonrası atriyal fibrilasyon gelişimine neden olan risk faktörleri. Uzmanlık tezi, T.C. Sağlık Bakanlığı Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp Ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi 1. Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, 3, İstanbul.
13. Stephenson LW (2003). History of cardiac surgery. In: Edmunds LH Jr, Cohn LH ed. Cardiac surgery in the adult. New York, McGraw-Hill Companies, 3-29.
14. Edmunds LH Jr, Hessel EA, Colman RW, Menasche P, Hammon JW Jr (2003). Extracorporeal circulation. In: Edmunds LH Jr, Cohn LH ed. Cardiac surgery in the adult. New York, McGraw-Hill Companies, 315-87.
15. Prystowsky EN, Katz AM (1998). Atrial fibrillation. In: Textbook of Cardiovascular Medicine. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1661.
16. Wolf PA, Abbott RD, Kannel WB (1987). Atrial fibrillation: a major contributor to stroke in the elderly: The Framingham Study. Arch Intern Med 147: 1561-4.
17. Benjamin EJ, Levy D, D'Agustino RB, Balenger AJ, Wolf PA (1995). Impact of atrial fibrillation on the risk of death: The Framingham Study (abstract). J Am Coll Cardiol Feb: 230 A.
18. Tipi FF (2008). Koroner arter by-pass cerrahisi geçiren hastalarda preoperatif periodontitis ve operasyon sonrası atriyal fibrilasyon sıklığının karşılaştırılması. Kardiyoloji uzmanlık tezi, T.C. Sağlık Bakanlığı Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kardiyoloji Kliniği, İstanbul.
19. Camm AJ (1997). Preface. In Murgatroyd FD, Camm AJ, Editors: Non pharmacological Treatment of atrial fibrillation. Armong, NY: Futura Publ.
20. Friberg J, Buch P, Scharling H, et al (2003). Rising rates of hospital admissions for atrial fibrillation. Epidemiology 14: 666-72.
21. Steward S, Macintyre K, Maclead MM, et al (1986-1996). Trends in hospital activity, morbidity and case fatality related to atrial fibrillation in scotland. Eur Heart J 001:22:693- 701.
22. Le Heuzey JY, Paziaud O, Piot O, et al (2004). Cost of care distribution in atrial fibrillation patients: the COCAF study. Am Heart J 147:121-6.

23. Go AS, Hylek EM, Phillips KA, et al (2001). Prevalence of diagnosed atrial fibrillation in adults: national implications for rhythm management and stroke prevention: The anticoagulation and risk factors in atrial fibrillation (ATRIA) Study. *JAMA* 285: 2370-5.
24. Feinberg WM, Blackshear JL, Laupacis A, et al (1995). Prevalence, age distribution, and gender of patients with atrial fibrillation: analysis and implications. *Arch Intern Med* 155: 469-73.
25. Flegel KM, Shipley MJ, Rose G (1987). Risk of stroke in non-rheumatic atrial fibrillation. *The Lancet* 329 (8532): 526-529.
26. Furberg CD, Psaty BM, Manolio TA, et al (1994). Prevalence of atrial fibrillation in elderly subjects. *Am J Cardiol* 74: 236-41.
27. Evans W, Swann P (1954). Lone auricular fibrillation. *Br Heart J* 16: 189-94.
28. Levy S, Maarek M, Coumel P, et al (1999). Characterization of different subsets of atrial fibrillation in general practice in France. *Circulation* 99 (23): 3028-3035.
29. Wolf PA, Benjamin E J, Belanger AJ, Kannel W B, Levy D, D'Agostino R B (1996). Secular trends in the prevalence of atrial fibrillation: The Framingham Study. *Am Heart J* 131: 790-5.
30. Furberg C.D, Psaty BM, Manolio TA, Gadrin JM, Smith VE, Rautanharju PM (1994). Prevalence of atrial fibrillation in elderly subjects. *Am J Cardiol* 74: 236-41.
31. Hart RG, Halperin JL (1999). Atrial fibrillation and thromboembolism: a decade of progress in stroke prevention. *Ann Intern Med* 131: 688-95.
32. Feinberg WM, Seeger JF, Carmody RF, Anderson DC, Hart RG, Pearce LA (1990). Epidemiologic features of asymptomatic infarction in patients with nonvalvular atrial fibrillation. *Arch Intern Med* 150: 2340-44.
33. Khairallah F, Ezzedine R, Ganz LI, London B, Saba S (2004). Epidemiology and determinants of outcome of admissions for atrial fibrillation in the US from 1996 to 2001. *Am J Cardiology* 94: 500-4

34. Adalet K, Onat A, Keleş İ, Sansoy V (2000). Türk erişkinlerinde elektrokardiografik bulgularla aritmilerin prevalansı: sekiz yıllık takip sonuçları. TKD Arşivi, 28: 560-7
35. Cameron A, Schwartz MJ, Khronmal RA, et al (1988). Prevention and significance of atrial fibrillation in coronary artery disease. *Cardiol* 61: 714-17.
36. Goldberg RJ, Sieley D, Becker RC, et al (1990). Impact of atrial fibrillation on the hospital and long term survival of patients with an acute myokardial infarction: A community-wide perspective. *Am Heart J* 119: 991-1001.
37. Kannel WB, Abbott RD, Savage DD, McNamara PM (1982). Epidemiologic features of chronic atrial fibrillation: the Framingham study. *N Engl J Med* 306 (17): 1018-1022.
38. Ruigomez A, Johansson S, Wallander MA, Rodriguez LAG (2002). Incidence of chronic atrial fibrillation in general practice and its treatment pattern. *J Clin Epidemiol* 55: 358-63
39. Stewart S, Hart CL, Hole DJ, et al (2002). A population-based study of the long-term risks associated with atrial fibrillation: 20-year follow-up of the Renfrew/Paisley study. *Am J Med* 113: 359–64.
40. Atrial Fibrillation Investigators (1994). Risk factors for stroke and efficacy of antithrombotic therapy in atrial fibrillation. Analysis of pooled data from five randomized controlled trials. *Arch. Intern. Med* 154: 1449.
41. Kannel WB, Abbott RD, Savage DD, et al (1983). Coronary heart disease and atrial fibrillation: the Framingham Study. *Am Heart J* 106: 389–96.
42. Krahn AD, Manfreda J, Tate RB, et al (1995). The natural history of atrial fibrillation: incidence, risk factors and prognosis in the Manitoba Follow-Up Study. *Am J Med* 98: 476–84.
43. Poole-Wilson PA, Swedberg K, Cleland JG, et al (2003). Comparison of carvedilol and metoprolol on clinical outcomes in patients with chronic heart failure in the Carvedilol Or Metoprolol European Trial (COMET): randomised controlled trial. *Lancet* 362: 7–13.

44. Wolf PA, Abbott RD, Kannel WB (1991). Atrial fibrillation as an independent risk factor for stroke: the Framingham Study. *Stroke* 22: 983–8.
45. Petersen P, Madsen EB, Brun B, et al (1987). Silent cerebral infarction in chronic atrial fibrillation. *Stroke* 18: 1098–100.
46. Kieny JR, Sacrez A, Facello A, et al (1992). Increase in radionuclide left ventricular ejection fraction after cardioversion of chronic atrial fibrillation in idiopathic dilated cardiomyopathy. *Eur Heart J* 13: 1290–5.
47. Grogan M, Smith HC, Gersh BJ, et al (1992). Left ventricular dysfunction due to atrial fibrillation in patients initially believed to have idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 69: 1570–3.
48. Cooper HA, Bloomfield DA, Bush DE, et al (2004). Relation between achieved heart rate and outcomes in patients with atrial fibrillation (from the Atrial Fibrillation Follow-up Investigation of Rhythm Management(AFFIRM) Study). *Am J Cardiol* 93: 1247-53.
49. Krahn AD, Klein GJ, Kerr CR, et al (1996). How useful is thyroid function testing in patients with recent-onset atrial fibrillation? *Arch Intern Med* 156 (19): 2221-2224.
50. Van Gelger IC, Hagens VE, Bosker HA, et al (2002). A comparison of rate control and rhythm control in patients with recurrent persistent atrial fibrillation. *N Engl J Med* 347: 1834-40.
51. Hart RG, Pearce LA, McBride R, et al (1999). Factors associated with ischemic Stroke during aspirin therapy in atrial fibrillation: analysis of 2012 participants in the SPAF I-III clinical trials, The Stroke Prevention in Atrial Fibrillation (SPAF) Investigators. *Stroke* 30: 1223-9.
52. Hart RG, Tonarelli SB, Pearce LA (2005). Avoiding central nervous system bleeding during antithrombotic therapy: recent data and ideas. *Stroke* 36: 1588-93.
53. Albers GW, Diener HC, Frison L, et al (2005). Ximelagatran vs. warfarin for Stroke prevention in patients with nonvalvular atrial fibrillation: a randomized trial. *JAMA* 293: 690-8.

54. Hylek EM, Skates SJ, Sheehan MA, et al (1996). An analysis of the lowest effective intensity of prophylactic anticoagulation for patients with nonrheumatic atrial fibrillation. *N Engl J Med* 335: 540-6.
55. Reddle JD, Khurana S, Marzan R, McCullough PA, et al (1999). Prophylactic oral amiodarone compared with placebo for prevention of atrial fibrillation after coronary artery by-pass surgery. *Am Heart J* 138: 144-150.
56. Funk M, Richards SB, Desjardins J, Bebon C (2003). Incidence, timing, symptoms, and risk factors for atrial fibrillation after cardiac surgery. *Am J Crit Care* 12: 424-435.
57. Maisel WH, Rawn J, Stevenson WG (2001). Atrial fibrillation after cardiac surgery. *Ann Intern Med* 135: 1061-73.
58. Cox JL (1993). A perspective of postoperative atrial fibrillation in cardiac operations. *Ann Thorac Surg* 56: 405.
59. Thompson AE, Hirsch GM, Pearson GJ (2002). Assessment of new onset postcoronary artery bypass surgery atrial fibrillation: Current practice pattern review and the development of treatment guidelines. *J Clin Pharm Ther* 27: 21-37.
60. Fuster V, Ryden LE (2001). ACC/AHA/ESC Guidelines for the Management of patients with atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 38 (4): 1-69.
61. Suat Canbaz (2000). Koroner arter cerrahisi sonrası AF gelişimindeki belirleyicilerin irdelenmesi. *TKDC Dergisi*, cilt 8, sayı 4: 767-770.
62. Chung MK (2000). Cardiac surgery: postoperative arrhythmias. *Crit Care Med* 28 (10 Suppl): N136-44.
63. Mathew JP, Park R, Savino JS, Friedman AS, Koch C, Mangano DT (1996). Atrial fibrillation following coronary artery bypass graft surgery: predictors, outcomes, and resource utilization. *Jama* 276 (4): 300-306.
64. Knotzer H, Mayr A, Ulmer H, et al (2000). Tachyarrhythmias in a surgical intensive care unit: a case-controlled epidemiologic study. *Intensive care Med* 26: 908-14.

65. Kalman JM, Munawar M, Howes LG, Louis WJ, Buxton BF, Gutteridge G, et al (1995). Atrial fibrillation after coronary artery by-pass grafting is associated with sympathetic activation. *Ann Thorac Surg* 60: 1709-15.
66. Braunwald E (2001). *Heart Disease: A textbook of cardiovascular medicine*. Altıncı Baskı. Saunders Company, Philadelphia: W.B.
67. Karakoyun M, Hacıbeyoğlu M (2014). Biyomedikal Veri Kümeleri İle Makine Öğrenmesi Sınıflandırma Algoritmalarının İstatistiksel Olarak Karşılaştırılması. *DEÜ Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt: 16 Sayı: 48.
68. Berry M.J, Linoff GS (2000). *Mastering Data Mining*. John Wiley & Sons, Inc, New York, 5-407
69. Han J, Kamber M (2011). *Data Mining Concepts and techniques*. İkinci baskı, Elsevier.
70. Ayre LB (2006). *Data Mining for Information Professionals*. San Diego, California, USA.
71. Çekim HÖ, Karasoy D (2013). Karar Ağacı ile Cox karma modeli ve lastik verileri üzerine bir uygulama. *İstatistikçiler Dergisi: İstatistik ve Aktüerya* 6 (1).
72. Karagülle F (2008). Destek Vektör Makinelerini Kullanarak Yüz Bulma. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
73. Vahaplar A, İnceoğlu MM (2001). Veri madenciliği ve elektronik ticaret. Türkiye’de İnternet Konferansları VII, Ege Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, s. 2-6.
74. Swift RS (2000). *Accelerating Customer Relationship: Using CRM and Relationship Technologies*. Prentice Hall PTR.
75. Shearer C (2000). The CRISP-DM model: The new blueprint for data mining. *Journal of data warehousing* 5(4): 13-22.
76. Baykasoğlu A (2005). Veri Madenciliği ve Çimento Sektöründe Bir Uygulama. *Akademik Bilişim*, 2-4.
77. Akpınar H (2000). Veri tabanlarında bilgi keşfi ve veri madenciliği. *İÜ İşletme Fakültesi Dergisi*, 29(1): 1-22.

78. Silahtaroğlu G (2008). Kavram Ve Algoritmaları ile Temel Veri Madenciliği. Papatya Yayıncıları, İstanbul.
79. Akman, M. (2010). Veri madenciliğine genel bakış ve random forests yönteminin incelenmesi: sağlık alanında bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimler Enstitüsü, Ankara.
80. Bounsaythip C, R ER (2001). Overview of data mining for customer behavior modeling. VTT Information Technology Research Report, Version, 1: 1-53.
81. Dunham MH (2003). Data Mining Introductory and Advanced Topics. Prentice Hall, New Jersey, 96.
82. Çomak E (2004). Destek Vektör Makineleri Çoklu Sınıf Problemleri İçin Çözüm Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği ABD, Konya.
83. Akşehirli Öy, Ankaralı H, Aydın D, Saraçlı Ö (2013). Tıbbi Tahminde Alternatif Bir Yaklaşım: Destek Vektör Makineleri. Türkiye Klinikleri J Biostat, 5(1).
84. Alpaydın E (2004). Introduction to Machine Learning. The MIT Press, 5 Cambridge Center, Cambridge, MA 02142, USA.
85. Vapnik VN (1995). The Nature of Statistical Learning Theory. Springer-Verlag, New York.
86. Alataş B, Akın E (2004). Veri Madenciliğinde Yeni Yaklaşımlar. Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği- XXIV Ulusal Kongresi, Gaziantep-Adana.
87. Vapnik VN (2000). The Nature of Statistical Learning Theory. İkinci Baskı, Springer-Verlag, New York.
88. Kavzoğlu T, Çölkesen İ (2010). Destek Vektör Makineleri ile Uydu Görüntülerinin Sınıflandırılmasında Kernel Fonksiyonlarının Etkilerinin İncelenmesi. Harita Dergisi, Sayı 144.
89. Özkan Y (2008). Veri Madenciliği Yöntemleri. Papatya Yayıncılık, İstanbul.
90. Eray O (2008). Destek Vektör Makineleri ile Ses Tanıma Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

91. Osuna EE, Freund R, Girosi F (1997). Support Vector Machines: Training And Applications. Massachusetts Institute Of Technology And Artificial Intelligence Laboratory, Massachusetts.A1. Memo No.1602, C.B.C.L. Paper No.144.
92. Kabaoğlu RO (2010). Destek vektörü makineleri tabanlı hata bulma, tanıma ve hata toleranslı kontrol yöntemleri. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
93. Uğur A, Kınacı AC (2006). Yapay zeka teknikleri ve yapay sinir ağları kullanılarak web sayfalarının sınıflandırılması. XI. Türkiye'de İnternet Konferansı (inet-tr'06), Ankara, 1-4.
94. Fausett L (1994). Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications. Prentice Hall.
95. Öztemel E (2006). Yapay Sinir Ağları. Papatya Yayıncılık, İstanbul.
96. Şahin S (2003). Yapay Sinir Ağları Temelli Model Öngörülü Kontrol, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
97. Bal C (2002). Doğru Akım Motorlarının Hız Denetiminde Yapay Sinir Ağlarının Performans Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
98. Doğan M (2003). Yapay Sinir Ağları Temelli Tıbbi Teşhis Sistemi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
99. Karadal H (2003). Enerji Sistemlerinde Yapay Sinir Ağları ile Gerilim Kararlılığı Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
100. Erdem M (2007). Motorlu Taşıtlarda Yavaşlatıcı Etkilerinin Deneysel Analizi ve Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
101. Kahramanlı H (2008). Hibrit Bulanık Sinir Ağını Kullanarak Bir Sınıflandırma ve Kural Çıkarma Sisteminin Geliştirilmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
102. Mete T (2008). Kesikli Bir Biyoreaktörde Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

103. Baylar A, Emiroğlu ME, Arslan A (1999). Geriye Yayılma Yapay Sinir Ağı Kullanılarak Yanal Su Alma Yapısına Yönelecek Olan Sürüntü Maddesi Oranının Bulunması. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi 1 (2): 1-12.
104. Elmas Ç (2003). Yapay Sinir Ağları (Kuram, Mimari, Eğitim, Uygulama). Seçkin Yayıncılık, Ankara.
105. Canan S (2006). Yapay Sinir Ağları ile GPS Destekli Navigasyon Sistemi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
106. Yakut E, Elmas B, Yavuz S (2014). Yapay Sinir Ağları Ve Destek Vekör Makineleri Yöntemleriyle Borsa Endeksi Tahmini. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi C. 19, S. 1: 139-157.
107. Alter S (1999). Information Systems: A Management Perspective. 3rd Edition, Addison Wesley, p.173.
108. Davis GB (1974). Management Information Systems. McGraw-Hill Book Company, Newyork, p.368.
109. Persidis A, Persidis A (1991). Medical Expert Systems: An Overview. Journal of Management in Medicine 5 (3): 27-34.
110. R Programlama Dili [online]. [https://tr.wikipedia.org/wiki/R_\(programlama_dili\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/R_(programlama_dili)).
111. Mathew JP, Fontes ML, Tudor IC, Ramsay J, Duke P, Mazer CD, et al (2004). A multicenter risk index for atrial fibrillation after cardiac surgery. JAMA 291: 1720-9.
112. Zangrillo A, Landoni G, Sparicio D, Benussi S, Aletti G, Pappalardo F, Fracasso G, Fano G, Crescenzi G (2004). Predictors of atrial fibrillation after off-pump coronary artery bypass graft surgery. J Cardiothorac Vasc Anesth, 18 (6): 704-708.
113. Leitch JW, Thomson D, Baird KD, Haris JP (1990). The importance of age as a predictor of atrial fibrillation and flutter after coronary artery bypass grafting. J Thorac Cardiovasc Surg 100 (3): 338-342.
114. Maesen B, Nijs J, Maessen J, Allessie M, Schotten U (2012). Post-operative atrial fibrillation: a maze of mechanisms. Europace 14: 159–174.

115. Ceyran H, Tezcaner T, Taşdemir K, Emiroğulları ÖN, Andaç MH, Akçalı Y (2003). Koroner Arter Cerrahisinden Sonra Atriyal Fibrilasyonun Önlenmesinde Metoprolol'ün Etkisi. *Turk Klinikleri J Cardiovasc Surg* 4(3): 139-143.
116. Burgess DC, Kilborn MJ, Keech AC (2006). Interventions for prevention of post-operative atrial fibrillation and its complications after cardiac surgery: a meta-analysis. *Eur Heart J* 27(23): 2846-2857.
117. Stafford PJ, Kolvekar S, Cooper J, Fothergill J, Schlindwein F, deBono DP, et al (1997). Signal averaged P wave compared with standard electrocardiography or echocardiography for prediction of atrial fibrillation after coronary bypass grafting. *Heart* 77 (5): 417-422.
118. Passman R, Beshai J, Pavri B, Kimmel S (2001). Predicting post-coronary bypass surgery atrial arrhythmias from the preoperative electrocardiogram. *Am Heart J* 142 (5): 806-810.
119. Giuseppe Patti, Massimo Chello, Dario Candura, et al (2006). Randomized Trial of Atorvastatin for Reduction of Postoperative Atrial Fibrillation in Patients Undergoing Cardiac Surgery (ARMYDA-3). *Circulation* 114: 1455-1461.
120. Durukan AB, Gürbüz HA, Salman N, Durukan E, Serter FT, Tavlasoğlu M, Yorgancıoğlu C ve arkadaşları. Postoperative Atrial Fibrillation in Diabetic Patients Diyabetik Hastalarda HbA1c ile Postoperatif Atriyal Fibrilasyon İlişkisinin Değerlendirilmesi.
121. Gibson PH, Cuthbertson BH, Croal BL, Rae D, El-Shafei H, Gibson G, Hillis GS ve arkadaşları. (2010). Usefulness of neutrophil/lymphocyte ratio as predictor of new-onset atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol* 105 (2): 186-191.
122. Çetin, M, Kocaman SA, Erdogan T, Durakoglugil ME, Çiçek Y, Bozok S, Satiroğlu Ö ve arkadaşları (2012). Fragmented QRS may predict postoperative atrial fibrillation in patients undergoing isolated coronary artery bypass graft surgery/Fragmente QRS izole koroner arter baypass greftleme operasyonu geçiren hastalarda postoperatif atriyal fibrilasyon gelişimini öngörebilir. *Anadolu Kardiyoloji Dergisi: AKD* 12 (7): 576.

123. Tisdale JE, Pahdi ID, Goldberg AD, Silverman NA, Webb CR, Higgins RS, et al (1998). A randomized, double-blind comparison of intravenous diltiazem and digoxin for atrial fibrillation after coronary artery bypass surgery. *Am Heart J* 135: 739-47.
124. Butler J, Harriss DR, Sinclair M, Westaby S (1993). Amiodarone prophylaxis for tachycardias after coronary artery surgery: a randomized, double blind placebo controlled trial. *Br Heart* 70: 56-60.
125. Houge CW Jr, Creswell LL, Gutterman DD, Fleisher LA (2005). American College of Chest Physicians. Epidemiology, mechanisms and risks: American College of Chest 51 Physicians guidelines for the prevention and management of postoperative atrial fibrillation after cardiac surgery. *Chest* 128: 9- 16.
126. Seaborn G (2014). Clinical Decision Support Algorithm For Prediction Of Postoperative Atrial Fibrillation Following Coronary Artery Bypass Grafting. Doktora tezi, Queen's University School of Computing, Kanada
127. Son CS, Byoung KJ, Seo ST, Kim MS, Kim YN (2012). A hybrid decision support model to discover informative knowledge in diagnosing acute appendicitis. *BMC Med Inform Decis Mak*, 13: 12-17.
128. Dogan S, Turkoglu I (2008). Iron-Deficiency Anemia Detection From Hematology Parameters By Using Decision Trees. *International Journal of Science & Technology* Volume 3, No 1: 85-92
129. Babur S, Turhal U, Akbaş A ve arkadaşları (2012). DVM Tabanlı Kalın Bağırsak Kanseri Tanısı İçin Performans Geliştirme. *ELECO '2012 Elektrik - Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu*, Bursa, 29 Kasım - 01 Aralık 2012, 425-428.
130. Prabhudesai SG, Gould S, Rekhraj, Tekkis PP, Glazer G, Ziprin P ve arkadaşları (2008). Artificial neural networks: useful aid in diagnosing acute appendicitis. *World J Surg* 32(2): 305-309.
131. Pesonen E, Eskelinen M, Juhola M ve arkadaşları (1996). Comparison of different neural network algorithms in the diagnosis of acute appendicitis. *Int J Biomed Comput* 40 (3): 227-233.

9. ETİK KURUL ONAYI

KTÜ TIP FAKÜLTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 4	Tarih: 14/11/2016
	Prof.Dr.Kemal TURHAN'ın sorumluluğunda yürütülmesi planlanan Yük.Lis.Öğr.Neslihan BAKI'ye ait "Koroner Paypass Yapılan Olgularda Postoperatif Dönemde Gelişen Atrial Fibrilasyon Gelişme Riski İçin Bir Tahmin Modeli Önerisi" başlıklı 2016/156 no.lu ve yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma/tez başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, gerçekleştirilmesinde etik sakınca bulunmadığına; toplantıya katılan etik kurul üyelerinin oy birliği ile karar verilmiştir.	

KTÜ TIP FAKÜLTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU						
ÇALIŞMA ESASI		Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu				
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:		Prof.Dr.Faruk AYDIN				
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	İlişki *	Katılım **	İmza
Prof.Dr.Faruk AYDIN Başkan:	Tıbbi Mikrobiyoloji	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr.Gamze ÇAN Başkan Yrd.	Halk Sağlığı	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr.S.Caner KARAHAN Üye:	Tıbbi Biyokimya	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr.S. Murat KESİM Raportör:	Tıbbi Farmakoloji	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr.Yılmaz BÜLBÜL Üye:	Göğüs Hastalıkları	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç.Dr. Murat LİVAOĞLU Üye:	Plastik, Rekons. ve Estetik Cer.	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒	İZİNLI
Doç.Dr.Şafak ERSÖZ Üye:	Tıbbi Patoloji	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç.Dr. Evrim ÖZKORUMAK KARAGÜZEL Üye:	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒	İZİNLI
Prof.Dr.Murat ÇAKIR Üye:	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	

* :Araştırma ile İlişki
** :Toplantıda Bulunma

Sayfa 2

10. ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Soyadı, Adı : Baki, Neslihan
Uyruğu : T.C
Doğum tarihi ve yeri : 1981-Ordu
Medeni hali : Bekar
E-posta : neslihan.baki@saglik.gov.tr

EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora/Uzmanlık		
Yüksek Lisans	KTÜ Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi	2009-...
	AÜ Sağlık Kurumları İşletmeciliği	2011-2012
Lisans	AÖF Uluslararası İlişkiler Lisans	2011-2015
	KTÜ Sağlık Yüksek Okulu Hemşirelik	2000-2004
Ön Lisans	AÖF Sağlık Kurumları İşletmeciliği	2009-2011
Lise	Çorum Sağlık Meslek Lisesi	1994-1998

YABANCI DİL

İngilizce