

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

**ANİ KARDİYAK ÖLÜM RİSKİ DEĞERLENDİRMESİ İÇİN
BULANIK SİSTEM TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Esra ÖNDER

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Elektrik Mühendisliği Bilim Dalı

AĞUSTOS 2023

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

**ANİ KARDİYAK ÖLÜM RİSKİ DEĞERLENDİRMESİ İÇİN
BULANIK SİSTEM TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Esra ÖNDER

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Elektrik Mühendisliği Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Recep BOZKURT

AĞUSTOS 2023

Esra ÖNDER tarafından hazırlanan “Ani Kardiyak Ölüm Riski Değerlendirmesi İçin Bulanık Sistem Tasarımı” adlı tez çalışması 18.08.2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı Elektrik Mühendisliği Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Jüri Başkanı :

Jüri Üyesi :

Jüri Üyesi :



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğine ve Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesine uygun olarak hazırlamış olduğum “Ani Kardiyak Ölüm Riski Değerlendirmesi İçin Bulanık Sistem Tasarımı” başlıklı tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın tüm aşamalarında yukarıda belirtilen yönetmelik ve yönergeye uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, bu tezi başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve 20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince Sakarya Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Enstitü tarafından belirlenmiş ölçütlere uygun rapor alındığını, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun ortaya çıkması halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

05.06.2023

Esra ÖNDER





Kanserle mücadele etmek zorunda kalmış tüm insanlara ithafen...



TEŐEKKÖR

Bu çalışmanın hazırlanmasında, gerekli ortamı sağlayan ve çalışmanın her safhasında desteğini esirgemeyen danıőman hocam Prof. Dr. Mehmet Recep BOZKURT’a, bu tez kapsamında hazırlanan makalenin hazırlık aşamasındaki destekleri için Yurdagöl KARAGÖZ’e ve tüm eğitim hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen ve yanımda olan annem, babam ve kardeőlerime, bu çalıőmayı tamamlamamda ve sağlığım için verdiği mőcadele için doktorum Prof. Dr. Mutlu ARAT ve ekibine teőekkőrlerimi arz ediyorum.

Esra Önder



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	v
TEŞEKKÜR.....	ix
İÇİNDEKİLER.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
TABLO LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	5
2.1. Kalbin Çalışma Aktivitesi.....	6
2.2. Kalp Hastalıkları.....	8
2.2.1. Çevresel faktörler	9
2.2.1.1. Yaş	9
2.2.1.2. Stres ve yaşam temposu	9
2.2.1.3. Obezite	9
2.2.1.4. Sigara tüketimi.....	10
2.2.1.5. Alkol tüketimi.....	10
2.2.1.6. COVID öyküsü	10
2.2.2. Kalıtsal faktörler	11
2.2.2.1. Kolesterol	11
2.2.2.2. Hiper tansiyon	11
2.2.2.3. Ateroskleroz/damar tıkanıklığı.....	12
2.2.2.4. Kardiyomiyopati.....	12
2.2.2.5. Atrial fibrilasyon.....	12
2.2.2.6. Diyabet	13
2.2.2.7. Fibrozis/pulmoner fibrozis	13
2.2.2.8. Ventrikül duvar kalınlığı	13
2.2.2.9. GAL-3 seviyesi.....	14
2.2.2.10. Miyokard iskemi	14
2.2.2.11. Miyokard enfarktüsü geçmişi	15
2.2.2.12. Taşikardi.....	16
2.2.2.13. PQRST diyagramı.....	16
3. BULANIK YÖNTEM VE ALGORİTMA	19
3.1. Bulanık Durumların Belirlenmesi	20
3.1.1. Kolesterolün üyelik fonksiyon durum incelemesi	21
3.1.2. Hipertansiyonun üyelik fonksiyon durum incelemesi	21
3.1.3. Damar tıkanıklığı fonksiyon durum incelemesi	22
3.1.4. Yaş üyelik fonksiyon durum incelemesi.....	23

3.1.5. Diyabet üyelik fonksiyon durum incelemesi	23
3.1.6. Obezite üyelik fonksiyon durum incelemesi	24
3.1.7. Alkol üyelik fonksiyon durum incelemesi	25
3.1.8. Sigara üyelik fonksiyon durum incelemesi	25
3.1.9. Stres üyelik fonksiyon durum incelemesi.....	26
3.1.10. Kardiyomiyopati üyelik fonksiyon durum incelemesi	27
3.1.11. Fibrozis üyelik fonksiyon durum incelemesi.....	28
3.1.12. Ventrikül duvar kalınlığı üyelik fonksiyon durum incelemesi	28
3.1.13. GAL-3 seviyesi üyelik fonksiyon durum incelemesi	29
3.1.14. Miyokard iskemi üyelik fonksiyon durum incelemesi	30
3.1.15. Miyokard enfarktüsü geçmişi üyelik fonksiyon durum incelemesi	30
3.1.16. COVID öyküsü üyelik fonksiyon durum incelemesi	31
3.1.17. PQRST diyagramı üyelik fonksiyon durum incelemesi.....	32
3.1.18. Taşikardi üyelik fonksiyon durum incelemesi.....	32
3.2. Durulaştırma ve Sonuçların Belirlenmesi	33
4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	35
KAYNAKLAR.....	41
ÖZGEÇMİŞ.....	45

SİMGELER VE KISALTMALAR

AKÖ	: Ani Kardiyak Ölüm
AF	: Atriyal Fibrilasyon
AV	: Atriyoventriküler
CAC	: Coronary Artery Calcification
CRP	: C-Reaktif Protein
CVD	: Cardiovascular Disease
DM	: Diabetes Mellitus
EKG	: Elektrokardiyografi
FS	: Fuzzy System
GAL-3	: Galektin-3
HAPPY	: Heart Failure Prevalence And Predictors in Turkey
HKMP	: Hipertrofik Kardiyomiyopati Patients
KMP	: Kardiyomiyopati
ICD	: Implantable Cardioverter Defibrillator
LBBB	: Left Bundle Branch Block
LDL	: Low Density Lipoprotein
LpA	: Lipoprotein A
MI	: Miyokard Infarction
PV	: Pulmoner Ven
SA	: Sinoatriyal
SCD	: Sudden Cardiac Death
SVH	: Sol Ventrikül Hipertrofisi
VT	: Ventriküler Taşikardi
$\mu_A(x)$	: Üyelik Fonksiyonu
α	: Kesim Katsayısı



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. Ailede ani ölüm olan ve olmayan hasta gruplarında serum GAL-3 düzeylerinin karşılaştırılması [14].	8
Tablo 2.2. Kan basıncı sınıflandırılması.	12
Tablo 3.1. Üyelik fonksiyonlarının fuzzy sistemde numaralandırılması.	20
Tablo 3.2. Kolestrol üyelik fonksiyon tablosu.	21
Tablo 3.3. Hipertansiyonun üyelik fonksiyon tablosu.	21
Tablo 3.4. Damar tıkanıklığı üyelik fonksiyon tablosu.	22
Tablo 3.5. Yaş üyelik fonksiyon tablosu.	23
Tablo 3.6. Diyabet üyelik fonksiyon tablosu.	24
Tablo 3.7. Obezite üyelik fonksiyon tablosu.	24
Tablo 3.8. Alkol üyelik fonksiyonu tablosu.	25
Tablo 3.9. Sigara üyelik fonksiyon tablosu.	26
Tablo 3.10. Stres üyelik fonksiyon tablosu.	27
Tablo 3.11. Kardiyomiyopati üyelik fonksiyon tablosu.	27
Tablo 3.12. Fibrozis üyelik fonksiyon tablosu.	28
Tablo 3.13. Ventrikül duvar kalınlığı üyelik fonksiyonu tablosu.	29
Tablo 3.14. GAL-3 üyelik fonksiyonu tablosu.	29
Tablo 3.15. Miyokard iskemi üyelik fonksiyonu tablosu.	30
Tablo 3.16. Miyokard enfarktüsü geçmişi üyelik fonksiyonu tablosu.	31
Tablo 3.17. COVID öyküsü üyelik fonksiyonu tablosu.	31
Tablo 3.18. EKG üyelik fonksiyonu tablosu.	32
Tablo 3.19. Taşikardi üyelik fonksiyonu tablosu.	33



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Kalbin elektriksel mekanizması [12].	6
Şekil 2.2. Ani ölüm risk kategorisine göre hastaların ortalama serum GAL-3 düzeylerinin karşılaştırılmasının çizgi grafik ile gösterilmesi [14].	8
Şekil 2.3. EKG formunun oluşum aşamaları [34].	17
Şekil 3.1. Kolesterol fuzzy diyagramı.	21
Şekil 3.2. Hipertansiyon fuzzy diyagramı.	22
Şekil 3.3. Damar tıkanıklığı fuzzy diyagramı.	22
Şekil 3.4. Yaş fuzzy diyagramı.	23
Şekil 3.5. Diyabet fuzzy diyagramı.	24
Şekil 3.6. Obezite fuzzy diyagramı.	25
Şekil 3.7. Alkol fuzzy diyagramı.	25
Şekil 3.8. Sigara fuzzy diyagramı.	26
Şekil 3.9. Stres fuzzy diyagramı.	27
Şekil 3.10. Kardiyomiyopati fuzzy diyagramı.	28
Şekil 3.11. Fibrozis fuzzy diyagramı.	28
Şekil 3.12. Ventrikül duvar kalınlığı fuzzy diyagramı.	29
Şekil 3.13. GAL-3 fuzzy diyagramı.	29
Şekil 3.14. Miyokard iskemi fuzzy diyagramı.	30
Şekil 3.15. Miyokard enfarktüsü geçmişi fuzzy diyagramı.	31
Şekil 3.16. COVID öyküsü fuzzy diyagramı.	32
Şekil 3.17. EKG fuzzy diyagramı.	32
Şekil 3.18. Taşikardi fuzzy diyagramı.	33
Şekil 3.19. AKÖ sonuç diyagramı.	33
Şekil 4.1. Orta risk grubu AKÖ değerlendirmesi için dengelenmiş diyagram.	36
Şekil 4.2. Yüksek risk grubu AKÖ değerlendirmesi için dengelenmiş diyagram.	37
Şekil 4.3. Düşük risk grubu AKÖ değerlendirmesi için dengelenmiş diyagram.	38
Şekil 4.4. Düşük risk grubu için AKÖ derecesi belirlenmiş üyelik fonksiyon sonuçları.	39
Şekil 4.5. Orta risk grubu için AKÖ derecesi belirlenmiş üyelik fonksiyon sonuçları.	40



ANI KARDİYAK ÖLÜM RİSKİ DEĞERLENDİRMESİ İÇİN BULANIK SİSTEM TASARIMI

ÖZET

Kalp, insan vücudunda kritik kompleks görevlerde yer alan hayati bir organdır. Dolayısıyla kalp rahatsızlıkları hayati riskler oluşturmaktadır. Kalıtsal ve çevresel kalp hastalıkları durumunda tanımlanamayan ani kardiyak ölümler artmakta ve kategorileştirilememektedir. Bu bağlamda kalp hastalıklarının takibi ve kalp hastalıklarının birbiriyle ilişkilendirilmesi önem taşımaktadır.

Bu çalışmada kalp hastalıkları açısından günümüzde en popüler olan birbiri ile ilişkili 18 parametre (kolesterol, hipertansiyon, ateroskleroz/damar tıkanıklığı, kardiyomiyopati, atriyal fibrilasyon, yaş, diyabet, obezite, sigara tüketimi, alkol tüketimi, stres yoğunluğu ve yaşam temposu, fibrozis/pulmoner fibrozis, ventrikül duvar kalınlığı, Galaktin-3 seviyesi, miyokard iskemisi, miyokard enfarktüsü geçmişi, taşikardi, PQRST diyagramı, COVID öyküsü) kendi içinde gruplandırılıp sınıflandırılarak bulanık sistem tabanlı ani kalp krizi skor değerlendirmesi yapılmaktadır..

Çalışmada bulanık mantığın kullanılma sebebi, bu sistemin çalışma mekanizmasına uygun olan ve kesin sonuç vermeyen yaklaşımsal üyelik fonksiyonlarını değerlendirmesidir. Bulanık mantığa göre üyelik derecesi 1'e eşit ise üyelik fonksiyonu bulanık kümeye tamamen ait, 0 ise bulanık kümeye ait değildir. Yapılan çalışmada kalp hastalığı verilerinin klasik Aristo yöntemi olan kesin karar mekanizmasına uygun olmadığından bulanık mantık yöntemi tercih edilmiştir. Aristo mantığında kesin sonuçlar veren çıkış fonksiyonlarını 1-0, iyi-kötü, beyaz-siyah, var-yok, evet-hayır değerlendirmelerinde bulunurken, bulanık mantık yaklaşımı Aristo mantığının aksine kesin olmayan sonuçların koalisyonu dahil olmasına olanak verir.

Bulanık mantık ve çalışmada kullanılan ve seçilen parametreler yüksek riskli kalp hastalıkları olan kolesterol, hipertansiyon, ateroskleroz/damar tıkanıklığı, kardiyomiyopati, atriyal fibrilasyon, yaş, diyabet, obezite, cinsiyet, alkol tüketimi, stres yoğunluğu ve yaşam temposu, fibrozis/pulmoner fibrozis, ventrikül duvar kalınlığı, Galaktin-3 seviyesi, miyokard iskemisi, miyokard enfarktüsü geçmişi, taşikardi gibi teşhisler doğrultusunda olması gereken insan kalbi testlerine ve hastanın kalıtsal özelliklerine göre ani kardiyak ölüm oranlarını öngörmek amacıyla tasarlanan sistemin verimli uygulaması olarak görülmüştür. Bu tez çalışmasında kullanılan 18 parametre giriş üyelik fonksiyonlarını ifade ederken, Ani Kardiyak Ölüm (AKÖ) risk grupları ise çıkış fonksiyonu olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçları teşhis olarak değerlendirilmeyip, alınan teşhislerin birbiri ile ilişkilerini öngörmektedir. Tüm üyelik fonksiyonlarının dahil edildiği Fuzzy System (FS) sistemde oluşturulan kurallar, sisteme dahil edilen verilerle beklenen yüksek oranda doğruluk değerini sağlamıştır.



FUZZY SYSTEM DESIGN FOR ASSESSMENT OF RISK OF SUDDEN CARDIAC DEATH

SUMMARY

The heart is a vital organ involved in critically complex tasks in the human body. Therefore, heart diseases pose life-threatening risks. In the case of hereditary and disabling heart diseases, unidentified sudden cardiac deaths increase and are not categorized. In this context, it is important to explain the relationship between the follow-up of heart diseases and heart diseases.

In the case of hereditary and environmental heart diseases, unidentified sudden cardiac deaths increase and cannot be categorized. In this context, it is important to monitor heart diseases and correlate heart diseases with each other. In addition to medical research, issues such as the development of intelligent computer systems and their support with biomedical studies, the continuity of follow-up-treatment of diseases, early diagnosis and prevention of diseases are the subject of many studies.

In this study, 18 interrelated parameters (cholesterol, atherosclerosis, cardiomyopathy, atrial fibrillation, age, diabetes, obesity, alcohol consumption, stress intensity and lifestyle, fibrosis/pulmonary fibrosis, ventricular wall thickness, Galactin-3 level, myocardial ischemia, myocardial infarction history, tachycardia, PQRST diaphragm, COVID history), which are the most popular in terms of heart diseases today, were grouped and classified within themselves and classified the estimation of sudden cardiac death based on the fuzzy system.

The reason for using the fuzzy logic in the work is to allow the storage of inconclusive approximate functions that are suitable for the workspaces of the execution logic. If the membership degree is equal to 1, the member function fully belongs to the fuzzy cluster, if 0, it does not belong to the fuzzy cluster. In the study, heart disease data is not suitable for the definitive decision mechanism, which is the classical Aristotelian method. While the output functions that give definite results in Aristotelian logic are evaluated as 1-0 good-bad, white-black, yes-no, yes-no, fuzzy logic approach allows inconclusive results to be included in the coalition, unlike Aristotelian logic.

Fuzzy logic with the parameters used and selected in the study is seen as the most efficient application of the system designed to predict sudden cardiac death rates according to human heart tests, which should be compatible with diagnoses such as high-risk heart diseases. such as cholesterol, atherosclerosis, cardiomyopathy, atrial fibrillation, age, diabetes, obesity, alcohol consumption, stress intensity and lifestyle, fibrosis/pulmonary fibrosis, ventricular wall thickness, Galactin-3 level, myocardial ischemia, myocardial infarction history, tachycardia, PQRST diaphragm, COVID history. While 18 parameters used in this thesis represent input membership functions, SCD risk groups are evaluated as output functions.

The results of the study are not considered as a diagnosis, but predict the relationships between the diagnoses received. The rules created in the FS system, in which all membership functions are included, provided the expected high accuracy value with the data included in the system.

Cholesterol, hypertension, atherosclerosis/vascular occlusion, cardiomyopathy, atrial fibrillation, age, diabetes, obesity, alcohol consumption, cigarette consumption, stress intensity and pace of life, which are evaluated as environmental and hereditary parameters for high-risk heart diseases based on the rates stated and discovered in the literature, fibrosis/pulmonary fibrosis, ventricular wall thickness, Galactin-3 level, myocardial ischemia, myocardial infarction history, tachycardia, PQRST diagram problems, COVID history are grouped and classified within itself to determine the prediction of sudden heart attack based on fuzzy system. SCD values grouped as three outputs in the study are evaluated as low, medium and high risk groups together with the interactions of the parameters.

The system aimed at predicting SCD based on the results of diagnosing high-risk heart disease, standard human heart tests, and other hereditary problems has been studied. In addition to medical studies on this subject, studies on the diagnosis and treatment of heart diseases continue in the biomedical field.

In this study, sudden cardiac deaths, which are aimed to be predicted, are classified by studying the fuzzy logic-based smart system application designed to predict SCD based on the results of the diagnosis of high-risk heart diseases, standard human heart tests and other hereditary problems.

In the study, high-risk heart diseases were primarily classified within themselves. It was aimed to express the direct and secondary relationship of the determined heart diseases with each other and the risk levels in terms of sudden cardiac death.

Diagnoses obtained during the study were blurred at certain intervals by the parameters given in Chapter 3 by the user, and 448 rules were created. According to the given rules, the relationships of heart diseases identified in Chapter 2 are divided into 3 groups. In the created program, 448 results validating rules were specified and verified.

Membership functions used in the study are numbered to simplify the program interface. Number 1 for cholesterol. It is divided into two groups as low and medium. Hypertension number is 2. It is divided into two groups as primary and secondary. Vascular occlusion number is 3. It is blurred in two groups as low and medium. The number of age membership functions is 4 and it has been examined in three groups as low, medium and high. Diabetes membership function number is 5. Pregnancy is divided into three groups as Type-1 and Type-2. The number of obesity membership functions is 6. It was examined in three groups as level-1, level-2 and level-3. Alcohol and cigarette membership function numbers are 7 and 8. The use-case risk domain was analyzed in three groups: never-users, occasional and frequent users.

The stress membership function number is 9. It is grouped as Level-1, Level -2, Level 3. Cardiomyopathy membership function number is 10. It is divided into 2 groups as initial and diagnosed cardiomyopathy. Fibrosis membership function number is 11. Graded as pulmonary fibrosis. The ventricular wall thickness membership function number is 12. The thickness value can take values between 6-20 mm. The Galectin-3

membership function number is 13. It is grouped as low, medium and high. Myocardial ischemia membership function number is 14. It is grouped as low and medium. Myocardial infarction history membership function number is 15, Covid membership function number is 16. Yes – Grouped as No.

The membership function number of the PQRSST diagram is 17. It is grouped as level-1, level -2 and level-3. The tachycardia membership function number is 18. It is grouped as level-1 and level-2. All membership functions were blurred in the specified groups and rules were created. SCD results obtained after clarification were evaluated as low, medium and high risk groups.

In the grouping stages of the 18 selected input membership functions, non-real data were approximated. In the study, the 'Mamdani' approach was used in the fuzzification process. In this study, the 'Centroid' method was used in the defuzzification process. . In Figure 4.4, some of the 18 membership functions of the low risk group are expressed according to the results; age 45, alcohol use sometimes (7→2), smoking sometimes (8→4), stress and pace of life level 2 (9→5), no history of myocardial infarction but genetic history (15→3), COVID-19 A result value of 1.85 was obtained for the patient who had no history (16→1), whose ECG signs were considered level 2 in terms of normality (17→3), who had obesity level 1 (6→28), who was diagnosed with diabetes type-1 (5→175). It is classified as a low risk group.

According to the result output in Figure 4.5; Cholesterol level 175 mg/dl (1→175), which is considered medium in blurred condition, Hypertension group secondary (2→0.5), 45 years old, diagnosed with type-1 diabetes (5→175), obesity level 2, ventricular The SCD value was calculated as 5 for the patient with a wall thickness of 10 mm, a history of COVID-19 (16→5), and a tachycardia level of 2 (18→5). It is classified as a medium risk group. The system confirms the desired results when the fuzzy groups are clarified.

1. GİRİŞ

Kalp, insan vücudunda kritik kompleks görevlerde yer alan hayati bir organdır. Dolayısıyla kalp rahatsızlıkları hayati riskler oluşturmaktadır. Kalıtsal ve çevresel kalp hastalıkları durumunda tanımlanamayan ani kardiyak ölümler artmakta ve kategorileştirilememektedir. Bu bağlamda kalp hastalıklarının takibi ve kalp hastalıklarının birbiriyle ilişkilendirilmesi önem taşımaktadır.

Sağlıklı bir kalbin çalışması üç ana yapının birbiri ile uyumu sayesinde gerçekleşir. Bunlar; kardiyovasküler sistem, koroner arterler ve sinir ağıdır. Bu sistemler arasındaki çalışma prensibi bozukluğu çevresel ve kalıtsal sebeplerden kaynaklanmaktadır. Tespit edilen birçok kalp hastalığı ile birlikte akut gelişen kalp hastalıkları bazen fark edilememekte ve hasta kayıplarını ifade edilmekte zorlanılmaktadır. Akut gelişen kardiyak ölümlerin şekillerinin sınıflandırılması ve tanımlanması çalışmacılar için sorun oluşturmaktadır [1,2].

AKÖ ifadesi uzun zamandır literatürde vardır ve gündeme geldiği tüm dönemlerde etkili tanımlamasının nasıl olması gerektiği ile ilgili tartışmalar süre gelmiştir [3]. AKÖ birçok çalışmada “Akut semptomların başlamasından sonraki bir saat içinde ani bilinç kaybı ile kendini gösteren kardiyak nedenlere bağlı doğal ölüm; var olduğu biliniyor olabilirse de ne zaman ve ne şekilde ölüme yol açacağı öngörülemeyen önceden mevcut olan kardiyak hastalık” [4] olarak tanımlanmaktadır.

Amerikan Kalp Birliği (American Heart Association) 2012’den 2030 yılına kadar akut kalp yetersizliğinde yaklaşık %46’lık bir artış beklendiğini; 2030’da ABD’de 18 ve üzeri yaş grubunda 8 milyondan fazla kişide akut kalp yetersizliği görüleceğini tahmin etmektedir. Türkiye’deki durumu yansıtan Türkiye’de Kalp Yetersizliği Prevelansı ve Belirleyicileri Araştırması (Heart Failure Prevalence And Predictors in Turkey, HAPPY) çalışması sonuçlarına göre Türkiye’de 2 milyonun üzerinde bireyde kalp yetersizliği bulunmaktadır. Bu hastaların sağkalım oranları bilinen birçok kanser türüne göre daha düşüktür. Bununla birlikte, kalp yetersizliği olan hastalara bakım hizmeti sunan sağlık çalışanlarına ve sağlık sistemine ciddi bir yük getirmektedir [5].

Bu durumlar göz önünde bulundurularak bu tez çalışması kardiyak sebeplerle akut gelişebilecek hasta kayıplarının öngörüsünü hesaplamayı hedeflemektedir.

Bir başka sorun, yatağında ölü bulunma gibi tanıksız ölümlerin sınıflanması olmuştur. Hastanın en son ne zaman canlı olduğunu ve ölümden ne kadar süre önce semptomların başladığını tanımlamak sıklıkla mümkün olmadığı halde, birçok araştırmacı bu tür ölümleri AKÖ olarak kabul etmiştir [1]. AKÖ insidansı 1000 kişide yılda 0.36-1.28 arasında değişmektedir [6]. Halen AKÖ açısından büyük risk altında olan koroner arter hastaları, miyokard enfarktüsü (MI) geçmişi, iskemi, kalp yetmezliği olarak ifade edilen ventrikül fonksiyon bozuklukları ve hayati önem taşıyan ventriküler aritmi geçmişi edinmiş olma durumu baz alınarak değerlendirilir [1].

Erkeklerde tüm ölümlerin %21'i, kadınlarda ise %14,5'i ani ve beklenmeyen ölümdür. Hastane dışı ölümlerin %80'i evde, %15'i ise cadde veya toplum içinde olmuştur. AKÖ'lerin %40'ı tanıksızdır [3].

Belirtilen ve literatürde keşfedilen oranlara dayanarak yüksek riskli kalp hastalıklarına çevresel ve kalıtsal parametre olarak değerlendirilen kolesterol, hipertansiyon, ateroskleroz/damar tıkanıklığı, kardiyomiyopati, atriyal fibrilasyon, yaş, diyabet, obezite, cinsiyet, alkol tüketimi, sigara tüketimi, stres yoğunluğu ve yaşam temposu, fibrozis/pulmoner fibrozis, ventrikül duvar kalınlığı, Galaktin-3 seviyesi, miyokard iskemi, miyokard enfarktüsü geçmişi, taşikardi, PQRST diyagramı sorunları, COVID öyküsü kendi içinde gruplandırılıp, sınıflandırılarak bulanık sistem tabanlı ani kalp krizi öngörüsünü belirlemektedir. Çalışmada üç çıktı olarak gruplandırılan AKÖ değerleri parametrelerin birbirleriyle olan etkileşimleri ile birlikte düşük, orta ve yüksek risk grubu olarak değerlendirilmektedir.

Tez çalışmasında kalp hastalıkları ve elektrokardiyografik sonuçlarla yapılan düşük, orta ve yüksek risk grubu olarak yapılan değerlendirme, MATLAB programı fuzzy uygulaması aracılığı ile bulanık mantık tabanlı algoritmanın tüm giriş fonksiyonlarını sınıflandırarak, kategorize edilemeyen ani ölüm oranları için bir öngörü oluşturmaktadır. Tez çalışmasının Bölüm 2'de kalp hastalıkları olarak alınan tüm parametrelerin tanımı ve medikal literatür bilgileri yer almaktadır. Bölüm 3'de kalp hastalıkları belirlenmiş ve hastalıklar önce kendi içinde derecelendirilmiştir. Derecelendirilen hastalık gruplarının, bir önceki bölümde araştırılan ve tespit edilen

yelik fonksiyonlarının birbiri üzerindeki kanıtlanmış etkileri MATLAB Fuzzy sistem ile ilişkilendirilmiştir. yelik fonksiyonlarının durum incelemesi ve çıkış fonksiyonu ile temel ilişkileri tanımlanmıştır. Bölüm 4’de ise alınan sonuçlar ve değerdendirmeler yer almaktadır.





2. LİTERATÜR TARAMASI

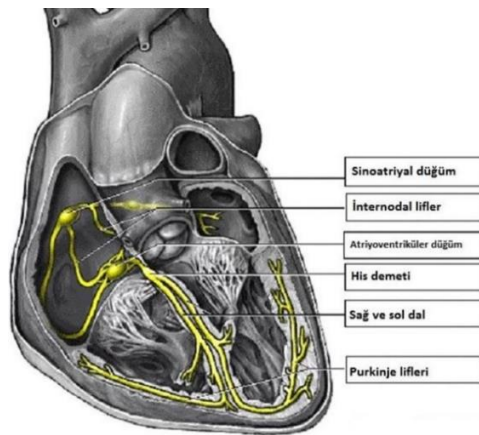
Kalp, insan vücudunda kritik kompleks görevlerde yer alan hayati bir organdır. Dolayısıyla kalp rahatsızlıkları hayati riskler oluşturmaktadır. Kalıtsal ve çevresel kalp hastalıkları durumunda tanımlanamayan ani kardiyak ölümler artmakta ve kategorileştirilememektedir. Bu bağlamda kalp hastalıklarının takibi ve kalp hastalıklarının birbiriyle ilişkilendirilmesi önem taşımaktadır. Tıbbi medikal araştırmaların yanı sıra, akıllı bilgisayar sistemlerinin geliştirilerek biyomedikal çalışmalarla desteklenmesi, hastalıkların takip-tedavi devamlılığı, hastalıkların erken teşhis ve önlenmesi gibi hususlar birçok çalışmaya konu olmaktadır.

Literatürde sağlık alanında yapılan projeler, algoritma ve tüm yaklaşımlarda yapay zeka tabanlı algoritmalar, hibrit makine öğrenmeleri ve bulanık mantık algoritmaları mevcuttur. Örneğin Türk Hava Kurumu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yapılan bir tez çalışmasında sol ventril hipertrofi hastalığının teşhisinde bulanık mantık kullanılarak yeni bir sistem geliştirilmiştir. Önerilen Elektrokardiyografi (EKG) sistemindeki her yaklaşım, birçok standart çevrimiçi veri tabanından alınan bazı EKG kayıtlarıyla veya EKG çıktı kayıtlarından elde edilen ham EKG verileri ile karşılaştırılmıştır. Bu yaklaşımlar, dijital kurtarmanın önerdiği yöntemlerle yeniden oluşturulmuş olan ham EKG verilerinin kullanımıyla, EKG dalgalarının tespiti, zaman özelliklerinin tanımlanması ve yüksek riskli bir kalp hastalığı olan Sol Ventrikül Hipertrofisi (SVH) teşhisini içeren bulguları elde etmektedir [7]. Bu yaklaşımlardan elde edilen sonuçlar, farklı formatlarda sunulmakta ve bu nedenle bu yöntemlerin genel performansını değerlendirmek için çeşitli senaryolar önerilmektedir. Ayrıca, bu değerlendirme senaryoları, literatürde yayınlanmış iyi bilinen çalışmalar tarafından önerilenlerle uyumlu olup, elde edilen sonuçların mevcut çalışmalarda bulunan sonuçlarla birlikte doğrulanmasını kolaylaştırmaktadır. Önerilen tanı sistemi, farklı yaşlardan ve her iki cinsiyetten alınan 25 EKG örneği ile başarıyla test edilmiştir. Önerilen teşhis sistemi; yüksek hassasiyet, özgünlük ve doğruluk açısından verimli sonuçlar (%100) elde etmektedir [8]. Farklı çalışma grupları tarafından makine

öğrenmesi ile kalp hastalıkları teşhisi konulu çalışmalar da yapılmıştır. Çalışmada, 165'i kalp hastası olan toplam 303 denek üzerinde Heart Disease UCI veri seti kullanılarak cinsiyet, diyabet, yaş, kolesterol, göğüs ağrısı türleri gibi çeşitli özelliklerle farklı makine öğrenmesi yöntemleri uygulanmıştır. Lojistik Regresyon, K-En Yakın Komşu, Destek Vektör Makineleri, Naive Bayes, Karar Ağacı, Rastgele Orman, Light GBM Model, XGBoost Model, Ridge Model ve Bagging Model algoritmaları karşılaştırılmış, elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurulmuş ve Rastgele Orman Algoritması kullanılarak farklı parametrelerle %90,16 doğruluk değerine erişilmiştir [9]. Yapılan çalışmalardaki çıkarım ve öneriler referansıya 'Yüksek riskli kalp hastalıklarının teşhisi sonuçlarına, standart insan kalbi testlerine ve diğer kalıtsal sorunlara dayalı olarak AKÖ'yü öngörmeyi amaçlayan sistem' çalışılmıştır. Bu konuda yapılan tıbbi çalışmaların yanı sıra biyomedikal alanda kalp hastalıklarının teşhis ve tedavisi konulu çalışmalar devam etmektedir. Bu çalışmada hastaların yüksek riskli kalp hastalıklarının teşhisi sonuçlarına, standart insan kalbi testlerine ve diğer kalıtsal sorunlara dayalı olarak AKÖ'yü öngörmek amacıyla tasarlanan bulanık mantık tabanlı akıllı sistem uygulaması çalışılarak öngörülmesi hedeflenen ani kardiyak ölümler sınıflandırılmaktadır.

2.1. Kalbin Çalışma Aktivitesi

Kalbin temel görevi; besin, oksijenin ve atık maddelerin taşınmasını sağlayan kanı vücuda pompalamaktır [10]. Kalp, göğüsün ön duvarı arkasında orta kısımda yer alır ve iki akciğer arasında bulunur. Kalp, kas dokusundan oluşan önemli bir organdır [11].



Şekil 2.1. Kalbin elektriksel mekanizması [12].

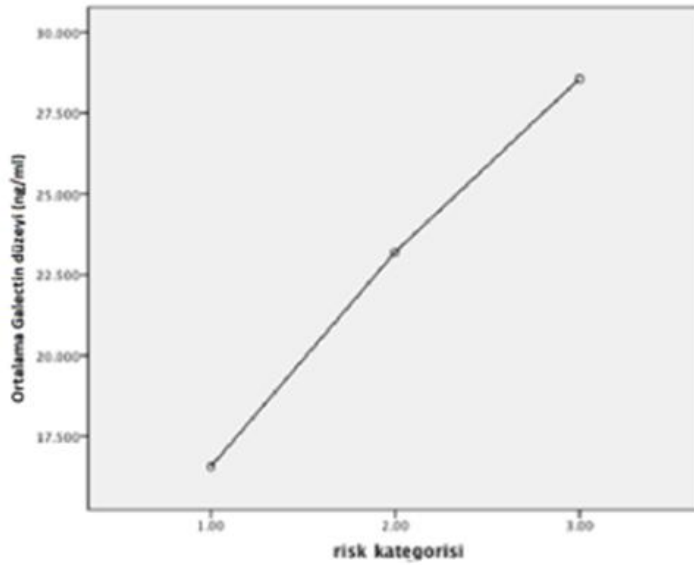
Miyositlerin kalp duvarında, elektriksel depolarizasyonu takiben kasılma kuvvetleri oluşturduğu bilinmektedir. Elektriksel aktivasyon Şekil 2.1’de belirtilen SA (sinoatriyal) düğümünde başlayan bir süreçtir, bu düğüm sağ kulakçık ile üst ana toplardamar arasında yer alır. Kalp döngüsü sırasında, kulakçıklar ilk olarak depolarize olurlar. Elektriksel aktivasyon dalgası kulakçıklarda yayılırken, kulakçıklar kasılarak kanı bağlantılı karıncığa pompalar. Normal koşullarda, atriyoventriküler (AV) düğüm dışında yavaş iletim sağlayan hücreler dışında karıncık miyokartı kulakçıklardan elektriksel olarak izole edilmiştir. Bu süreç, kulakçıklardaki kanın karıncıklara dolması ve karıncık kasılmasının başlaması için yeterli süreyi sağlar [13].

Uyarı dalgası, his demeti aracılığıyla karıncık miyokardına ulaşır. His demeti sağ ve sol olarak ikiye ayrılır. Her kol, septumu geçer ve ilgili karıncığın uç kısmına doğru ilerler. Bu noktada, demetler purkinje liflerine dönüşür. Purkinje lifleri hızlı iletim fiberleri olarak bilinir ve elektriksel uyarıyı miyokartın en iç bölgelerine yayarak dağıtırlar. Yayılım genellikle endokarddan başlar ve epikardiyal miyokarta doğru yayılır. Uyarı dalgası yayıldıkça, her miyokart hücresi çekici kuvvetler oluşturmak üzere depolarize olur ve kasılır. Organ düzeyinde, bu durum ventriküllerin kasılmasını ve kanın uzak bölgelere yönlendirilmesini sağlar.

Sağlıklı bir kalbin çalışması üç ana yapının birbiri ile uyumu sayesinde gerçekleşir. Bunlar; kardiyovasküler sistem, koroner arterler ve sinir ağıdır. Bu sistemler arasındaki çalışma prensibi bozukluğu çevresel ve kalıtsal sebeplerden kaynaklanmaktadır. Çevresel ve kalıtsal sebeplerden kaynaklı birçok kalp hastalığı tespit edilmişken, belirlenen kalıtsal ve çevresel kalp hastalıklarının birbiri ile ilişkilerini inceleyen birçok çalışma mevcuttur. Örnek çalışmalardan biri olan Hipertrofik Kardiyomiyopati Hastalarında (HKMP) Ani Ölüm Risk Skorlaması ile Serum Galektin-3 (GAL-3) Düzeyi Arasındaki İlişki [14] adlı çalışmada kalp hastalıklarından biri olan kardiyomiyopatinin GAL-3 seviyesi ile ilişkisi Şekil 2.2’de verilen ve Tablo 2.1’de ifade edilen değerlerde mevcuttur. HKMP’li 52 hastadan elde edilen serum örneklerinde GAL-3 düzeyine bakılarak tanı ve GAL-3 seviyesi arasında bağlantılar ilişkilendirilmiştir. Hastaların ani ölüm risk skoru HCM Risk- AKÖ modeline göre $<4\%$, $4\%-6\%$, $\geq 6\%$ olarak kategorize edilmiş ve hastalarda serum GAL-3 seviyeleri ile HKMP ani ölüm risk skor değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde bağlantılı olduğu görülmüştür.

Tablo 2.1. Ailede ani ölüm olan ve olmayan hasta gruplarında serum GAL-3 düzeylerinin karşılaştırılması [14].

	Ailede Ani Ölüm Hikayesi	Ailede Ani Ölüm Hikayesi (-) n=20	P değeri
GAL-3 düzeyi	2,5 ± 5,2	2,1 ± 7,4	0,03
HKMP ani ölüm risk skoru	%8,6 ± 54,4	%5,8 ± 52,5	0,03



Şekil 2.2. Ani ölüm risk kategorisine göre hastaların ortalama serum GAL-3 düzeylerinin karşılaştırılmasının çizgi grafik ile gösterilmesi [14].

Kalp hastalıkları, dünya genelinde en önemli ölüm nedenlerinden biridir. Koroner arter hastalığı, kalp yetmezliği, hipertansiyon, kalp kapak hastalıkları ve aritmiler, en sık görülen kalp hastalıkları arasındadır [15].

Koroner arter hastalığı, kalp krizi ve inme gibi ciddi sonuçlara neden olabilen bir kalp hastalığıdır. Risk faktörleri arasında yüksek tansiyon, yüksek kolesterol, sigara içmek, diyabet, obezite ve fiziksel aktivite eksikliği bulunur [16].

2.2. Kalp Hastalıkları

Endüstrileşmiş ülkelerde en sık ölüm sebebi kardiyovasküler hastalıklardır. Gelişmiş ülkelerde her yıl 2,4 milyon kişi koroner kalp hastalığı kaynaklı hayatını kaybetmektedir. Kardiyovasküler risk faktörleri iyi bilindiğinde hasta kayıplarının bir

çoğunun önüne geçilir [17]. Kalp hastalıklarının oluşumu kalıtsal ve çevresel olarak 2 konu başlığı altında incelenmektedir.

2.2.1. Çevresel faktörler

2.2.1.1. Yaş

Yaşın ilerlemesiyle birlikte insan vücudundaki fizyolojik değişimler ve yaş ile birlikte değişen yaşam tarzı kalp hastalığı riskini arttırıp kardiyak ölümlere sebep olduğunu düşünülmektedir. İlerleyen yaş ile birlikte yaşanan fizyolojik değişiklikler birçok hastalığın varlığına etken olarak tanımlanabilir. Yüksek gelir düzeyinin altındaki ülkelerde artan kalp ve damar hastalıkları nüfusun yaşlanması ile paraleldir [18].

Hastane dışı AKÖ'lerin insidansı yaşı, cinsiyet ve kardiyovasküler hastalık öyküsünün varlığına göre değişir. Kardiyovasküler hastalık öyküsü bulunan 60-69 yaş arası erkeklerde AKÖ oranları yılda 1000 kişide 8 gibi yüksek bir oranda bildirilmiştir [19].

2.2.1.2. Stres ve yaşam temposu

Stres ve yaşam temposu yoğunluğunun kalp hastalıklarına olan etkisi uzun yıllardır araştırılmaktadır. Stresin kalp hastalıklarına doğrudan etkisi kanıtlanmamış olsa da; sekonder olarak hipertansiyon ve damar tıkanıklığını tetiklediği, alkol ve sigara tüketimini arttırdığı, bazı insanlarda ise besin tüketim bozukluğu oluşturması sebebiyle kalp hastalıklarına olan etkisi olumsuz kabul edilir.

2.2.1.3. Obezite

Kalori alımı ve harcaması arasındaki dengesizlikten kaynaklanan obezite, şu anda dünya çapında 500 milyondan fazla kişiyi etkilemektedir [20]. Yapılan çalışmalarda obezitenin kalp sağlığına ve ani kardiyolojik ölümlere etkisi konusunda doğrudan etkilerinin yanı sıra kalp hastalıklarına yol açması söz konusudur. Obezite, aşırı yağın yüksek metabolik aktivitesi nedeniyle toplam kan hacminde ve kalp debisinde artışa neden olur. Orta ve şiddetli obezite vakalarında bu, sol ventrikül dilatasyonuna, artmış sol ventrikül duvar stresine, telafi edici (eksantrik) sol ventrikül hipertrofisine ve sol ventrikül diyastolik disfonksiyonuna yol açabilir [21].

2.2.1.4. Sigara tüketimi

Aktif sigara içmenin kardiyovasküler hastalık için bir risk faktörü olduğuna ve önlenabilir ölümlerin önde gelen nedeni olduğuna dair kanıtlar çok fazladır. Bununla birlikte, çok sayıda epidemiyolojik bulgu, sigara dumanına pasif olarak maruz kalmanın bile vasküler homeostaz üzerinde zararlı etkiler gösterebileceğini saptamıştır [20].

Hem aktif hem de pasif (çevresel) sigara dumanına maruz kalma, kardiyovasküler olaylara zemin hazırlar. Sigara dumanına maruz kalma ile risk arasında doğrudan doza bağımlı bir korelasyon olup olmadığı tartışmalıdır, çünkü bazı yeni deneysel klinik çalışmalar sigara dumanına maruz kalma ile doğrusal olmayan bir ilişki göstermiştir [22].

Sigaranın endotelial disfonksiyonuyla birlikte trombosit agregasyonunda ve plazma fibrinojen seviyesinde artışa, plazminojen seviyelerinde azalmaya neden olması koroner arter hastalığına sahip hastalarda akut iskemik olaylardan sorumlu olabileceğini düşünülmektedir [23].

2.2.1.5. Alkol tüketimi

Birçok çalışma sigara içmenin zararlı kardiyovasküler etkilerinin, eş zamanlı alkol kullanımıyla daha da kötüleşebileceğini göstermektedir. Bu sinerjistik etki, yalnızca yoğun alkol tüketimi için değil, aynı zamanda ölçülü kullanım için de ortaya çıkar. Sigara içenler, eşzamanlı alkol tüketimi ile ilişkili artan riskin farkında olmalıdır [24]. Bu çalışma, alkol tüketiminin koroner kalp hastalığı riski üzerindeki etkisini meta-analiz yöntemiyle değerlendirmektedir. Meta-analiz, birçok farklı çalışmanın sonuçlarını bir araya getirerek genel bir sonuç çıkarmak için kullanılan bir yöntemdir [24].

Literatürde yer alan çoğu çalışmada kalp hızının artışı ve aşırı alkol kullanımının belirli risk faktörleri arasında bulunduğu farkedilmiştir [24,25].

2.2.1.6. COVID öyküsü

COVID-19 hastalığının kalp sağlığı üzerindeki etkilerini anlamak ve hastalığın kardiyovasküler risklerini belirlemek açısından varsayımsaldır ve COVID-19'un kalp sağlığına olan etkisi hala araştırılmaktadır. Yapılan birçok çalışma COVID-19 ile ilişkili kalp hasarı, miyokardit, akut koroner sendrom, aritmi ve diğer kardiyovasküler komplikasyonları doğrulamaktadır.

COVID-19'lu 187 hastayı içeren bu vaka serisi çalışmasında, hastaların %27,8'inde kalp fonksiyon bozukluğu ve aritmilerle sonuçlanan miyokard hasarı olduğu kaydedilmiştir. Miyokard hasarı, COVID-19'un ölümcül sonuçlarıyla önemli ölçüde ilişkiliyken, altta yatan Kardiyovasküler Hastalık (CVD) olan ancak miyokardiyal hasarı olmayan hastaların prognozu nispeten olumludur. Miyokardiyal hasar, kardiyak disfonksiyon ve aritmilerle ilişkilidir [25].

2.2.2. Kalıtsal faktörler

2.2.2.1. Kolesterol

Kolesterol, vücut için gerekli olan bir yağ türüdür ve hücre yapısı, hormon üretimi ve diğer biyolojik fonksiyonlar için önemlidir. Ancak, yüksek kolesterol seviyeleri, kalp hastalıkları için bir risk faktörü olarak kabul edilir.

AKÖ açısından risk faktörü; ileri yaşlı, erkek cinsiyet, koroner arter hastalığı öyküsü, artmış Düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterol düzeyi, hipertansiyon, sigara içme ve diyabettir [3,26].

2.2.2.2. Hiper tansiyon

Hipertansiyon yalnızca kan basıncı değerlerinin yükselmesi ile seyreden basit bir sorun olmanın ötesinde, organ hasarı ile önemli bir morbidite ve mortalite sebebi olan ciddi bir sağlık problemidir [27].

Yüksek kan basıncı olarak ifadelendirilen hipertansiyon iki ölçümle ifade edilir; sistolik basınç (büyük tansiyon), diyastolik basınç (küçük tansiyon).

Tablo 2.2'de kan basınç sınıflandırması sistolik ve diyastolik değerleri ifade edilmiştir.

Kan basıncının yüksek olması durumunda vücutta iç organlara özellikle de kalbe geri dönüşümü olmayan tahribatlar verebilir. Kan basıncı, hipertansif hastalarda endotel disfonksiyonu sonucunda artan serbest oksijen radikallerinin damar duvarı üzerindeki yararlı ve koruyucu etkilerini ortadan kaldırmaktadır [28].

Tablo 2.2. Kan basıncı sınıflandırılması.

Kan Basıncı Derecesi	Sistolik Kan Basıncı (mmHg)	Diyastolik Kan Basıncı (mmHg)
Normal	< 120	< 80
Hipertansiyon	≥ 140	≥ 90
Evre 1	140 – 159	90 – 99
Evre 2	≥ 160	≥ 100

2.2.2.3. Ateroskleroz/damar tıkanıklığı

Damar tıkanıklığı bir damarın kısmi olarak tıkanmasıyla oluşan, dolayısıyla kan akışının azalmasına ve şiddetli ağrıya neden olan bir rahatsızlıktır [29].

Ateroskleroz/damar tıkanıklığı, arter duvarlarında kolesterol birikimi ve iltihaplanma sonucunda oluşan bir durumdur. Bu birikim, plak adı verilen kalınlaşmış ve sertleşmiş bir tabakaya dönüşebilir. Bu plaklar, arterlerin daralmasına ve kan akışının azalmasına neden olabilir, hatta bazen tamamen tıkanıklığa yol açabilir. Ateroskleroz/damar tıkanıklığı genellikle kalp krizi, inme ve periferik arter hastalığı gibi ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir.

2.2.2.4. Kardiyomiyopati

Kardiyomiyopati, kalp kasının yapısının veya işlevinin bozulduğu bir grup hastalığı ifade eder. Bu durum, kalp kasının normalden farklı çalışmasına neden olabilir ve kalbin etkili bir şekilde kan pompalama yeteneğini azaltabilir.

Kardiyomiyopati, genellikle kalbin odacıklarını genişleten veya kalınlaşmasına neden olan sorunlardan kaynaklanır. Bu, kalp kasının normalden daha zayıf veya daha sert olmasına yol açar. Kardiyomiyopati, genetik faktörler, kalp enfeksiyonları, kronik hipertansiyon, koroner arter hastalığı, tiroit sorunları, alkol veya ilaç kötüye kullanımı gibi birçok farklı nedenle ortaya çıkabilmektedir.

2.2.2.5. Atrial fibrilasyon

Atrial fibrilasyon, kalbin üst odacıkları olan atriyumların düzensiz ve hızlı bir şekilde kasılarak titreşim yapması durumudur. Normal bir kalp atışında, atriyumlar düzenli bir şekilde kasılarak kanı ventriküllere pompalar. Ancak atrial fibrilasyonda, atriyumlar arasında elektriksel sinyal bozukluğu meydana gelir ve atriyumlar düzensiz ve hızlı

bir şekilde kasılmaya başlar. Atriyal fibrilasyonun nedenleri arasında hipertansiyon, kalp hastalığı, kalp kapakçık sorunları, kalp kasının zayıflaması, tiroid problemleri, alkol tüketimi, stres ve bazı ilaçlar sayılabilir. Yaş, obezite, diyabet ve sigara içmek gibi risk faktörleri de atriyal fibrilasyon gelişme olasılığını artırabilir.

Hipertrofik kardiyomiyopati hastaların %5'inde tanı konulduğu sırada atriyal fibrilasyon mevcuttur. Atriyal fibrilasyonu olan hastalarda, hipertansif hastalarda olduğu gibi, ostiyal pulmoner ven çapı büyüktür [29].

2.2.2.6. Diyabet

Diyabet, glukoz metabolizmasının bozulmasıyla karakterize edilen bir metabolik bozukluktur. Ayrıca, lipid metabolizmasına ve obeziteye neden olması sebebiyle artan adipositler ve hiperlipideminin de etkisiyle endotel disfonksiyonu tetiklemektedir [8].

2.2.2.7. Fibrozis/pulmoner fibrozis

Fibrozis, kalp hastalıklarıyla ilişkili bir durumdur ve kalp dokusunda yara izi oluşumu ve kalınlaşmayı ifade eder. Kalp dokusundaki fibrozis, çeşitli kalp hastalıklarının ilerlemesinde önemli bir faktör olabilir.

Birçok kalp hastalığı, kalp dokusunda hasara veya iltihaba neden olabilir. Kalp krizi, kalp kasının kan akışının kesintiye uğradığı ve hasar gördüğü bir durumdur. Bu hasar sonucunda, vücut yara izi doku oluşturarak iyileşmeye çalışır. Ancak fibrozis, normal kalp dokusunun yerine geçer ve kalp kasının esnekliğini azaltır, fonksiyonunu bozar ve kalp yetmezliği riskini arttırdığı düşünülebilir.

2.2.2.8. Ventrikül duvar kalınlığı

Sol ventrikül fonksiyonel anatomisi, global sistolik pompa işlevi için uygun mekanik model oluşturmak açısından son derece önemlidir [30].

Anterior duvar kalınlığı ortalama 14,9 mm, minimum 9 mm ve maksimum 17 mm ölçülmüş; en sık rastlanan anterior duvar kalınlığı 15 mm bulunmuştur. Septum kalınlığı ortalama 9,88 mm, minimum 8 mm ve maksimum 13 mm ölçülmüş; en sık rastlanan septum kalınlığı 9 mm olarak saptanmıştır. Posterior duvar kalınlığı ortalama 11,38 mm, minimum 9 mm ve maksimum 15 mm ölçülmüş; en sık rastlanan posterior duvar kalınlığı 11 mm bulunmuştur [15].

Ventrikül duvar kalınlığı, kalbin sağ ve sol ventrikülleri arasındaki duvarın kalınlığıdır. Kalbin sağ tarafında bulunan sağ ventrikül ve sol tarafında bulunan sol

ventrikül arasındaki duvarlar farklı kalınlıklara sahip olabilir. Normalde, sağ ventrikül duvarı sol ventrikül duvarından daha incedir çünkü sağ ventrikül, akciğerlere kan pompalamak için daha düşük basınçta çalışırken, sol ventrikül, vücuda kan pompalamak için daha yüksek basınçta çalışır.

Yetişkinlerde normal sağ ventrikül duvar kalınlığı ortalama olarak 4-6 mm arasında değişirken, sol ventrikül duvar kalınlığı ortalama olarak 9-11 mm arasında değişir. Ancak bu değerler kişiden kişiye ve bazı faktörlere bağlı olarak farklılık gösterebilir. Örneğin, sporcuların kalp duvarları genellikle daha kalındır. Ventrikül duvar kalınlığı, kalp sağlığı ve işlevi hakkında bilgi sağlamak için yapılan ekokardiyografi gibi görüntüleme testleriyle değerlendirilebilir.

2.2.2.9. GAL-3 seviyesi

GAL-3 çözünebilir, β -galaktozid bağlayan lektindir. Yaklaşık olarak 30.000 kilodalton ağırlığındadır. Birçok dokudan salgılanır. Çoğunlukla sitoplazmada bulunmakla birlikte nükleus ve mitokondride de bulunduğu bilinmektedir. Ekstraselüler alana salgılandığında hücre yüzey reseptörleriyle ve transmembran sinyal yollarından sorumlu olan farklı hücresel fonksiyonların başlamasında etkili glikoproteinlerle etkileşime girer [14].

Bu çalışmada hipertrofik kardiyomiyopati tanılı 52 hastadan elde edilen serum örneklerinde GAL-3 düzeyine bakıldı. Hastaların ani ölüm risk skoru HCM Risk-AKÖ modeline göre $<4\%$, $4-6\%$, $\geq 6\%$ olarak kategorize edildi [14]. Hastalarda serum GAL-3 seviyeleri ile HKMP ani ölüm risk skor değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde korele olduğu görüldü ($r=0,83$; $p<0,001$). Sonuç olarak Serum GAL-3 seviyeleri ile ani ölüm risk skor değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde korele olması nedeniyle yüksek GAL-3 düzeyi hipertrofik kardiyomyopati hastalarında mevcut parametrelere ek olarak Implantable Cardioverter Defibrillator (ICD) implantasyonu kararında kullanılabilir.

2.2.2.10. Miyokard iskemi

Miyokard iskemisi, kalbin kas tabakasının yeterli oksijen ve besin maddesi alamaması durumunu ifade eder. Bu durum genellikle koroner arterlerin daralması veya tıkanması sonucunda oluşur.

Koroner arterler, kalbi besleyen ve oksijen taşıyan kanı sağlayan damarlardır. Koroner arterlerdeki plak birikimi, yağlanma veya daralma gibi nedenlerle kan akışı kısıtlanır

veya tamamen tıkanabilir. Bu durumda miyokardın ihtiyaç duyduğu oksijen ve besin maddeleri yeterli seviyede ulaşamaz.

Miyokard iskemisi genellikle göğüs ağrısı veya rahatsızlık hissi olarak ortaya çıkar, bu duruma anjina pectoris denir. Anjina genellikle fiziksel aktivite, stres veya duygusal uyarılma gibi durumlarla tetiklenebilir. Ayrıca, tam tıkanma durumunda miyokard enfarktüsü gelişebilir, bu durum kalp kasının zarar gördüğü ciddi bir durumdur.

Miyokard iskemisi tanısı genellikle EKG, stres testi, koroner anjiyografi ve gerekli durumlarda görüntüleme testleri ile konulur.

İskemi sırasında deformasyonda meydana gelen değişiklikleri şu şekilde özetleyebiliriz: İskemi varlığında izovolümik kontraksiyon ve erken sistol sırasında radyal deformasyonun değerlendirildiği segmentlerde miyokardda incelme, longitudinal deformasyonun değerlendirildiği segmentlerde uzama meydana gelir [31].

2.2.2.11. Miyokard enfarktüsü geçmişi

Miyokard enfarktüsü, yaygın olarak kalp krizi olarak bilinen bir durumdur. Miyokard enfarktüsü, kalp kasının kan akışının kesilmesi sonucu hasar görmesidir. Genellikle koroner arterlerin tıkanması nedeniyle meydana gelir. Koroner arterler, kalbe kan taşıyan ana damarlardır. Koroner arterlerin bir veya daha fazlası daralırsa veya tıkanırsa, kalp kası oksijen ve besinleri almak için gerekli olan kan akışını alamaz. Bu durum, kalp kasının bir bölümünün hasar görmesine ve ölmesine neden olur.

Akut Miyokard Enfarktüsü için risk faktörleri genel olarak üç sınıfa ayrılır. Bu sınıflar; değiştirilemeyen risk faktörleri (yaş, cinsiyet ve aile öyküsü gibi), değiştirilebilir risk faktörleri (sigara içme, alkol tüketimi, fiziksel hareketsizlik, sağlıklı beslenme, yüksek tansiyon, diyabet, yüksek kolesterol ve metabolik sendrom gibi) ve daha sonra hayat tarzıyla ortaya çıkabilen risk faktörleri (C-Reaktif Protein (CRP), fibrinojen, koroner arter kalsifikasyonu (CAC), homosistein, lipoprotein A (LpA) ve LDL gibi) [32].

2.2.2.12. Taşikardi

Taşikardi, kalbin normalden daha hızlı atması durumudur. Normal bir yetişkinde kalp atım hızı dakikada 60 ila 100 arasında olmalıdır. Taşikardi durumunda, kalp atım hızı genellikle 100 atımın üzerine çıkar. Taşikardi farklı tiplerde olabilir ve birçok farklı nedeni olabilir. Bazı yaygın taşikardi tipleri şunlardır:

Supraventriküler taşikardi

Atriyumlarda anormal elektriksel aktiviteye bağlı olarak ortaya çıkar. Bu durum, aniden başlayabilir ve genellikle düzensiz veya hızlı bir kalp atışı hissiyle birlikte göğüs ağrısı, nefes darlığı veya baş dönmesi gibi semptomlara neden olabilir.

Ventriküler taşikardi

Ventriküllerde anormal elektriksel aktiviteye bağlı olarak ortaya çıkar. Bu durum daha ciddi bir durumdur ve tedavi edilmezse hayatı tehdit edebilir. Ventriküler taşikardi, düzensiz kalp atışları, bayılma, göğüs ağrısı ve solunum zorluğu gibi semptomlara yol açabilir.

2.2.2.13. PQRSST diyagramı

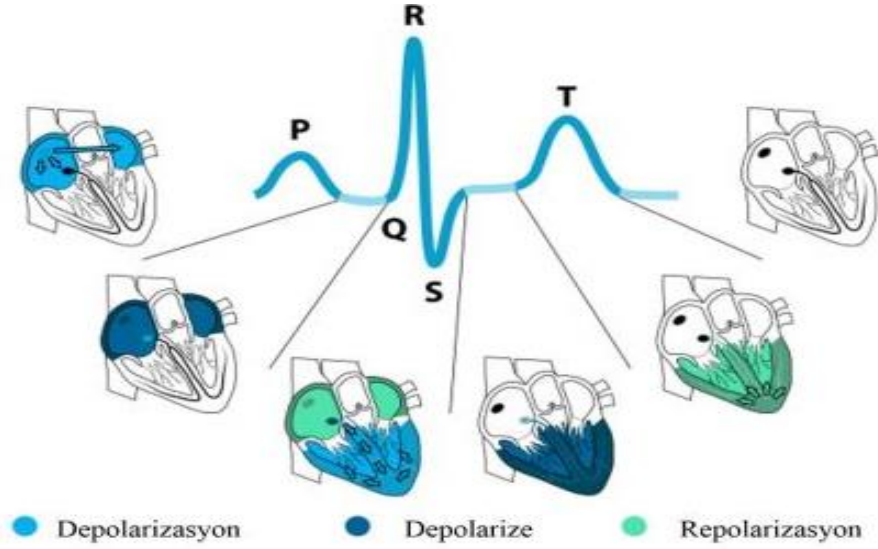
EKG diyagramı, kalbin elektriksel aktivitesini kaydeden bir grafiktir. Kalp, kasılma ve gevşeme süreçlerini gerçekleştirmek için elektrik sinyalleri üretir. EKG diyagramı, kalbin bu elektriksel aktivitesini zaman içinde gösteren birçok dalga ve segment içerir.

EKG diyagramı genellikle birkaç ana bileşenden oluşur:

P dalga, atriyumların kasılmaya başladığını ve kanın ventriküllere pompalandığını gösterir. QRS kompleksi, ventriküllerin kasılarak kanı arterlere pompaladığı dönemi temsil eder. QRS kompleksi genellikle daha geniş bir dalga şeklinde görünür. T dalga, ventriküllerin yeniden polarizasyonunu (yarı-pozitif hale dönüşünü) gösterir. Şekil 2.3’de verilen diyagramda sinyallerin oluşma aşamasındaki aktivasyon durumları verilmiştir. Bu bileşenlerin her biri, kalbin normal elektriksel aktivitesinin bir parçasını temsil eder. EKG diyagramı, bir kişinin kalp ritmini, ritm bozukluklarını, kalp kası hasarını, elektrolit dengesizliklerini ve diğer kalp problemlerini tespit etmek için kullanılır. Uzmanlar, EKG diyagramının değişikliklerini analiz ederek, bir kişinin kalp sağlığı hakkında bilgi edinir ve teşhis koyar.

EKG’de ventriküler hipertrofi, patolojik Q dalgaları veya repolarizasyon bozuklukları veya PR Uzaması atriyoventriküler (AV) bloklar, sol dal bloğu (LBBB) ve hemiblok gibi iletim bozuklukları olabilir. Atrial fibrilasyonun veya LBBB'nin varlığı, sol

ventrikül tersine yeniden şekillenmesinin göstergesi olabilir ve bu nedenle kötü prognozla ilişkilidir [33].



Şekil 2.3. EKG formunun oluşum aşamaları [34].

EKG’de QT uzaması

EKG’de QT uzaması, elektrokardiyogram diyagramında QT segmentinin normalden daha uzun süreli olması durumunu ifade eder. QT segmenti, QRS kompleksi ile T dalgası arasındaki zaman aralığıdır ve ventriküler depolarizasyon ve repolarizasyon sürelerini temsil eder.

QT uzaması, bazı durumların veya hastalıkların bir belirtisi olabilir. Bazı ilaçlar, elektrolit dengesizlikleri, kalıtsal kalp hastalıkları ve bazı sistemik hastalıklar QT süresinde uzamaya neden olabilir. QT uzaması, ventriküler aritmi riskini artırabilir ve potansiyel olarak yaşamı tehdit edici bir durum olan torsades de pointes adı verilen ventriküler taşikardiye yol açabilir.

Uzun QT sendromu, Brugada sendromu, hipertrofik kardiyomiyopati (KMP), aritmojenik sağ ventriküler KMP, katekolaminerjik polimorfik Ventriküler Taşikardi (VT) veya dilate KMP gibi hastalıklar AKÖ’e yatkınlık oluşturan monogenik hastalıklar arasında en iyi bilinenleridir [3].

3. BULANIK YÖNTEM VE ALGORİTMA

Literatürde yer alan tüm bulanıklaştırma ve durulaştırma yöntemleri incelendiğinde, maksimum metodu ve ağırlık merkezi metodu olarak değerlendirilen durulaştırma yöntemleri arasından çalışmada ağırlık merkezi (centroid) yöntemi kullanılmıştır. Bulanık mantık, belirlenen üyelik fonksiyonlarının birbirleriyle belirlenen ölçüde ilişkili olmasına dayanır. Birbiriyle ilişkilendirilen üyelik fonksiyonlarının üyelik dereceleri üzerinden durulaştırma işlemi yapılır.

Bulanık tabanlı sistemlerde farklı çözümleme yöntemleri uygulanabilir. Yöntemler arasında en yaygınları mamdani ve sugano modelidir. Çalışmada tüm bulanık çıkarımlar mamdani çıkarım yöntemiyle uygulanmıştır. Mamdani yönteminin kullanılma sebebi üyelik fonksiyonlarının ikincil alt oluşumlarının olmaması, basit yapıda şekillendirilebilmesidir. Bu çalışmada üyelik fonksiyonları üçgensel üyelik fonksiyonu ve yamuk üyelik fonksiyonu olarak iki şekilde dizayn edilmiştir.

$\mu_A(x)$ üçgensel üyelik fonksiyonu, 3.1 denkleminde tanımlanmaktadır [35].

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x-a_1}{a_2-a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3-x}{a_3-a_2}, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \quad (3.1)$$

Çalışmada kullanılan bir diğer üyelik fonksiyonu ise yamuk üyelik fonksiyonudur. Yamuk üyelik fonksiyonunda, üçgensel üyelik fonksiyonunun aksine iki normal kabul edilen değer mevcuttur. 3.2 denklemine göre küme $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ şeklinde dört belirleyici değere sahiptir.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x-a_1}{a_2-a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4-x}{a_4-a_3}, & a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0, & x > a_4 \end{cases} \quad (3.2)$$

3.1.Bulanık Durumların Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan parametreler Tablo 3.1’de ifade edildiği gibi bulanık mantık arayüzünde kullanılmak üzere numaralandırılmıştır. Üyelik fonksiyonlarına verilen numaralar arayüzü sadeleştirmek için kullanılmıştır. Verilen numaralar dizi olarak kabul edilmiştir.

Tablo 3.1. Üyelik fonksiyonlarının fuzzy sistemde numaralandırılması.

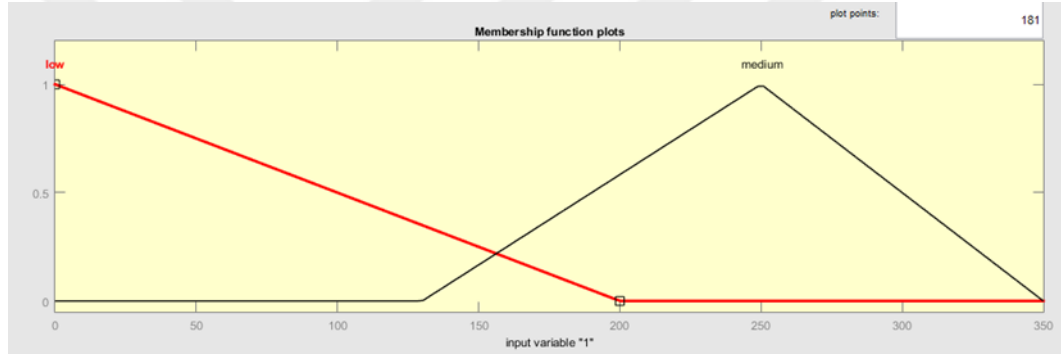
Üyelik Fonksiyonu	Numara
Kolestrol	1
Hipertansiyon	2
Damar Tıkanıklığı	3
Yaş	4
Diyabet	5
Obezite	6
Alkol	7
Sigara	8
Stres	9
Kardiyomiyopati	10
Fibrozis	11
Ventrikül Duvar Kalınlığı	12
GAL-3	13
Miyokard İskemi	14
Miyokard Enfarktüsü Geçmişi	15
COVID Öyküsü	16
PQRST Diyagramı	17
Taşikardi	18

3.1.1. Kolesterolün üyelik fonksiyon durum incelemesi

Bu çalışmada kolesterol Tablo 3.2’de verildiği gibi 2 bulanık aralıktan oluşmaktadır. Tablo 3.2’de LDL düzeyi, trigliserid düzeyi, HDL düzeyine göre değil, total kolesterol değerini ifade etmektedir. 200 mg/dl altı olan kolesterol normal kabul edilerek, 130-350 mg/dl arası olan değerler bulanıklaştırılmıştır. Şekil 3.1’de görüldüğü gibi 130 ve 200 mg/dl aralığı kesişim durulaştırmayı hedeflemektedir.

Tablo 3.2. Kolesterol üyelik fonksiyon tablosu.

Kolesterol	Aralık (mg/dl)
Düşük	[-200 0 200]
Orta	[130 250 350]



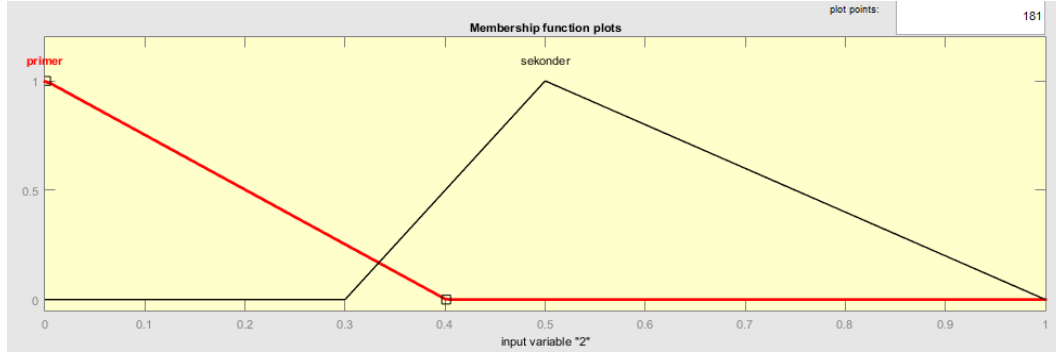
Şekil 3.1. Kolesterol fuzzy diyagramı.

3.1.2. Hipertansiyonun üyelik fonksiyon durum incelemesi

Tablo 2.2’de verilen kan basıncı sınıflandırılması çalışmada kullanıcı tarafından verilmesi istenen primer ve sekonder aralıkların Tablo 3.3’de verildiği gibi Primer için 0-0,4 ve sekonder için <0,4 olması gerekirken Şekil 3.2’de görüldüğü gibi aralık 0,3-1 arası belirlenmiş ve 0,3-0,4 aralığında bulanıklaştırılmıştır.

Tablo 3.3. Hipertansiyonun üyelik fonksiyon tablosu.

Hipertansiyon	Aralık (mmHg)
Primer	[-0,4 0 0,4]
Sekonder	[0,3 0,5 1]



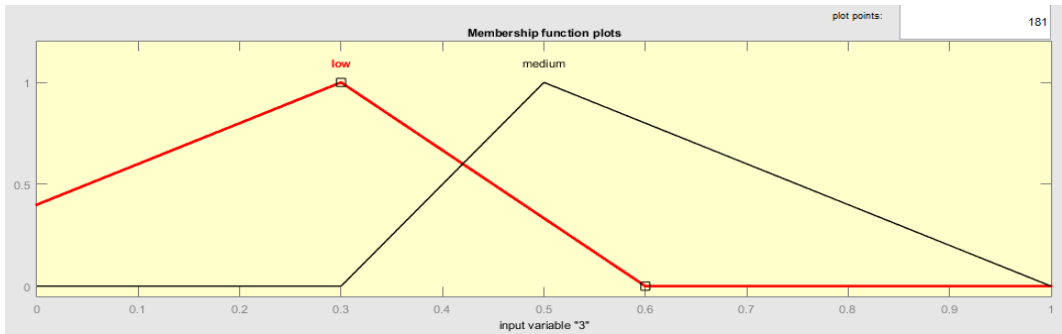
Şekil 3.2. Hipertansiyon fuzzy diyagramı.

3.1.3. Damar tıkanıklığı fonksiyon durum incelemesi

Damar tıkanıklığının kolestrol birikimi ile doğrudan ilişkisi olduğu bilinmekle birlikte yaş ilerledikçe oluşan fizyolojik değişimler damar tıkanıklığı olasılığını arttırmaktadır. Dolayısıyla damar tıkanıklığı bir çok parametre ile paralel artış gösterebilir. Çalışmada düşük ve orta olarak değerlendirilen damar tıkanıklığı durumu Tablo 3.4’de görüldüğü gibi $<0,6$ durumu için düşük, $>0,6$ durumu için orta derecede olması gerekirken damar tıkanıklığını beraberinde getiren bir çok sebepten dolayı Şekil 3.3’de görüldüğü gibi 0,3-0,6 değerleri arasında bulanıklaştırılmıştır.

Tablo 3.4. Damar tıkanıklığı üyelik fonksiyon tablosu.

Damar Tıkanıklığı	Aralık
Düşük	[-0,2 0,3 0,6]
Orta	[0,3 0,5 1]



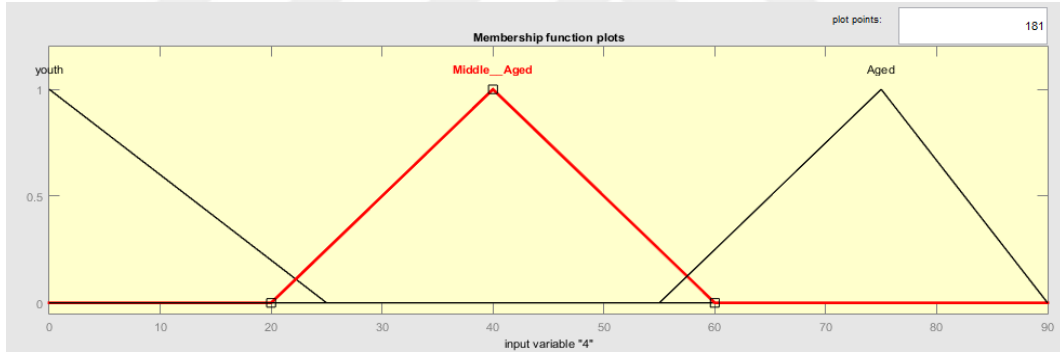
Şekil 3.3. Damar tıkanıklığı fuzzy diyagramı.

3.1.4. Yaş üyelik fonksiyon durum incelemesi

İlerleyen yaş ile birlikte gelen hastalıkların en başında kalp hastalıkları gelir. Aynı zamanda kalp hastalıkları genç ve orta yaşlarda farklı çevresel ve kalıtsal sebeplerle de oluşabilir. Genç ve orta yaşlarda sekonder sebeplere bağlı olan ani kardiyak ölümler sebebiyle Tablo 3.5’de <25 yaş düşük risk olarak değerlendirilirken, 20-60 yaş arası orta risk grubu olarak ve 50 yaş üstü yüksek risk grubu olarak değerlendirilmiştir. Bu bağlamda Şekil 3.4’de verilen fuzzy diyagramında 20-25 yaş arası ve 50-60 yaş arası bulanıklaştırılmıştır.

Tablo 3.5. Yaş üyelik fonksiyon tablosu.

Yaş	Aralık
Düşük	< 25
Orta	20 – 60
Yüksek	> 50



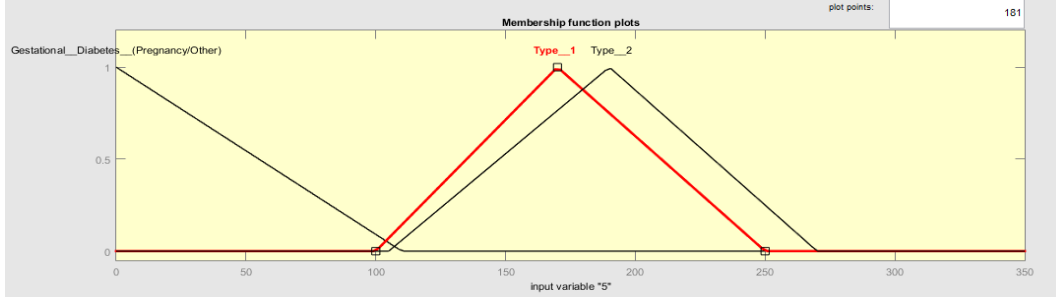
Şekil 3.4. Yaş fuzzy diyagramı.

3.1.5. Diyabet üyelik fonksiyon durum incelemesi

Diyabet kan şekeri metabolizmasının belirli sebeplerle bozulmasıyla ifade edilen bir metabolik bozuklukluk olarak ifade edilir. Diyabet ile birlikte obezite ve bununla birlikte birçok kalp hastalığı oluşturduğu bilinmektedir. Düşük risk grubunda olan gebelik ve diğer durumlar ve orta ve yüksek risk grubunda bulunan tip-1 ve tip-2 diyabet türleri Tablo 3.6’da kategorize edilmiştir. Aynı zamanda Şekil 3.5’de bulanık durumlar görülmektedir.

Tablo 3.6. Diyabet üyelik fonksiyon tablosu.

Diyabet	Aralık (mg/dl)
Gestasyonel	< 110
Tip 1	100 – 250
Tip 2	105 – 270



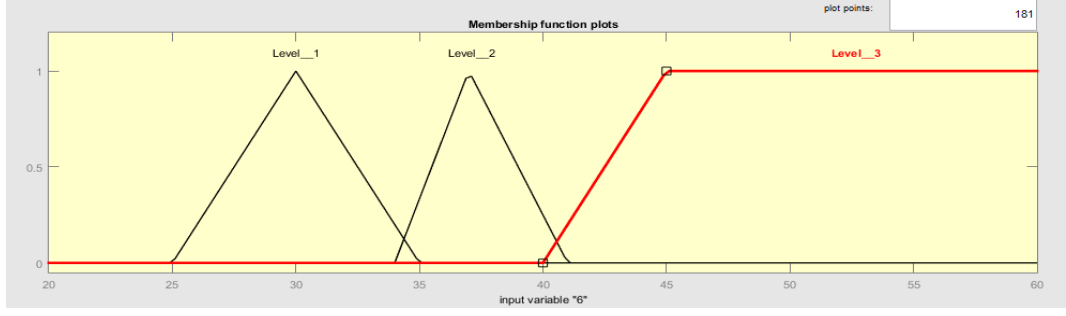
Şekil 3.5. Diyabet fuzzy diyagramı.

3.1.6. Obezite üyelik fonksiyon durum incelemesi

Obezite durumları bu çalışmada Tablo 3.7’de verilen seviye 1 olarak ifade edilmiş 30-35 kg/m² düşük risk grubunu göstermektedir. 34-41 kg/m² aralığı seviye 2 aynı zamanda orta risk grubunu, >40 durumu ise 3. seviye yüksek risk grubunu tanımlamaktadır. Tablo 3.7’de belirtilen ve Şekil 3.6’da gösterilen bulanık alanlar ani kardiyak risk bağlamında farklı etkileşim parametreleri açısından değerlendirilmiştir.

Tablo 3.7. Obezite üyelik fonksiyon tablosu.

Obezite	Aralık (kg/m ²)
Seviye 1	30 – 35
Seviye 2	34 – 41
Seviye 3	> 40



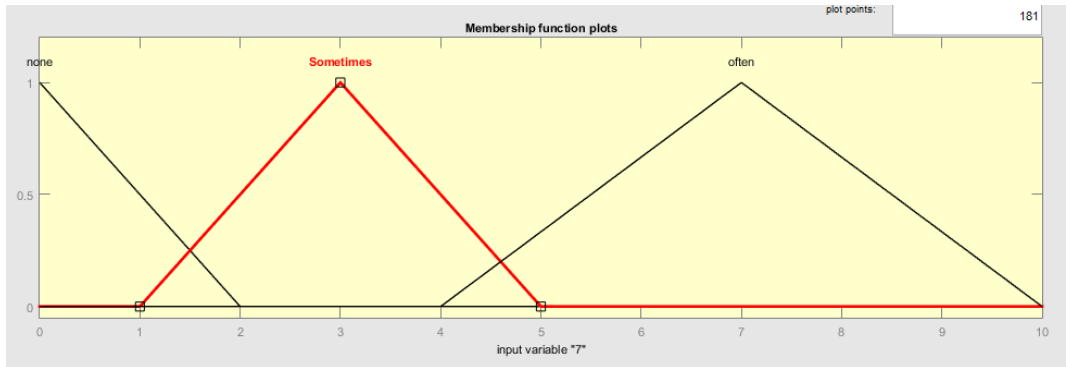
Şekil 3.6. Obezite fuzzy diyagramı.

3.1.7. Alkol üyelik fonksiyon durum incelemesi

Alkol kullanımının kardiyovasküler etkileri Tablo 3.8’de sınıflandırılmış ve Şekil 3.7’de fuzzy diyagramında bulanıklaştırma yapılırken hiç kullanıcı olmayanlar için düşük risk grubu, bazen kullananlar için orta risk grubu, aşırı alkol tüketimi için yüksek risk grubu değerlendirilmiştir.

Tablo 3.8. Alkol üyelik fonksiyonu tablosu.

Alkol	Aralık
Hiç	[-2 0 2]
Arasıra	[1 3 5]
Sık sık	[4 7 10]



Şekil 3.7. Alkol fuzzy diyagramı.

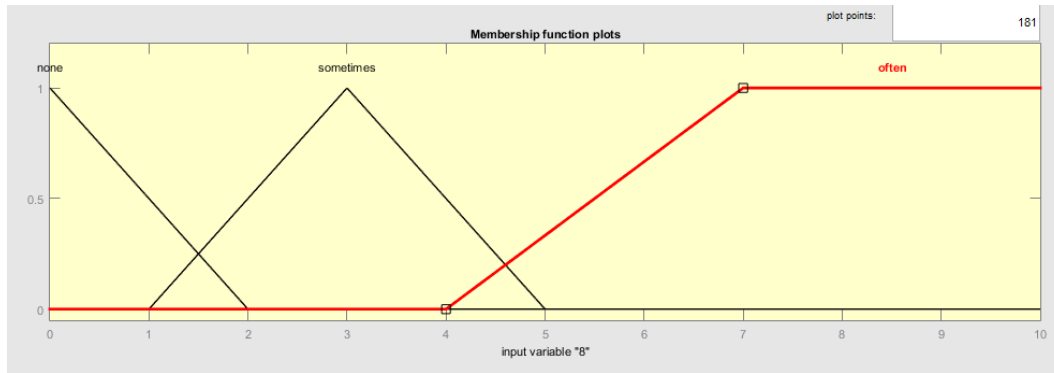
3.1.8. Sigara üyelik fonksiyon durum incelemesi

Aktif ve pasif sigara kullanıcısı olmanın yanı sıra alkolle birlikte sigara kullanımı ve diyabet veya obezite değerlerine bağlı olarak ikincil değerler kalp hastalıkları riskini artırmaktadır. Sigara kullanımının kalp hastalıklarına etkileri Tablo 3.9’da sınıflandırılmış ve Şekil 3.8’de Fuzzy diyagramında bulanıklaştırma yapılırken hiç

kullanıcı olmayanlar için düşük risk grubu, bazen kullananlar için orta risk grubu, aşırı sigara tüketimi için yüksek risk grubu değerlendirilmiştir.

Tablo 3.9. Sigara üyelik fonksiyon tablosu.

Sigara	Aralık
Hiç	[-2 0 2]
Arasıra	[1 3 5]
Sık sık	[4 7 11 14]



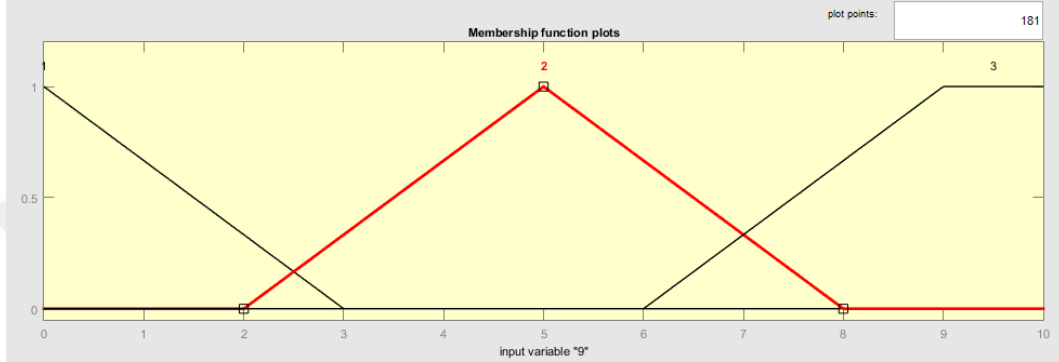
Şekil 3.8. Sigara fuzzy diyagramı.

3.1.9. Stres üyelik fonksiyon durum incelemesi

Stres ve yaşam temposu yoğunluğunun kalp hastalıklarına olan etkisi uzun yıllardır araştırılmaktadır. Stresin kalp hastalıklarına doğrudan etkisi kanıtlanmamış olsa da sekonder olarak hipertansiyon, damar tıkanıklığını tetiklediği, alkol ve sigara tüketimini arttırdığı, bazı insanlarda da strese bağlı besin tüketim bozukluğuna sebep olması nedeniyle çalışmaya dahil edilmiştir. Tablo 3.10'da seviye 1 düşük, seviye 2 orta ve seviye 3 ise yüksek risk grubu oluşturduğu ifade edilmiş ve Şekil 3.9'da bulanıklaştırma seviyeleri belirtilmiştir.

Tablo 3.10. Stres üyelik fonksiyon tablosu.

Stres	Aralık
Seviye 1	[-3 0 3]
Seviye 2	[2 5 8]
Seviye 3	[6 9 10 10]



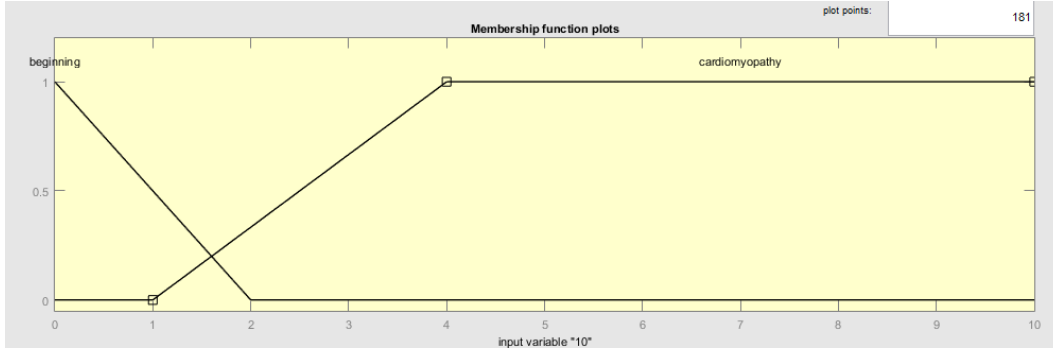
Şekil 3.9. Stres fuzzy diyagramı.

3.1.10. Kardiyomiyopati üyelik fonksiyon durum incelemesi

Kardiyomiyopati, genetik faktörler, kalp enfeksiyonları, kronik hipertansiyon, koroner arter hastalığı, tiroit sorunları, alkol veya ilaç kötüye kullanımı gibi birçok farklı nedenle ortaya çıkabileceğinden Tablo 3.11’de başlangıç olarak ifade edilmiş ve düşük risk grubu olarak değerlendirilmiştir. Kesin kardiyomiyopati tanısı almış hastalar için orta/yüksek olarak sınıflandırılmıştır. Şekil 3.10’da bulanıklaştırılmış değerler 1-2 aralığı olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.11. Kardiyomiyopati üyelik fonksiyon tablosu.

Kardiyomiyopati	Aralık
Başlangıç	[-2 0 2]
Kardiyomiyopati	[1 4 10 14]



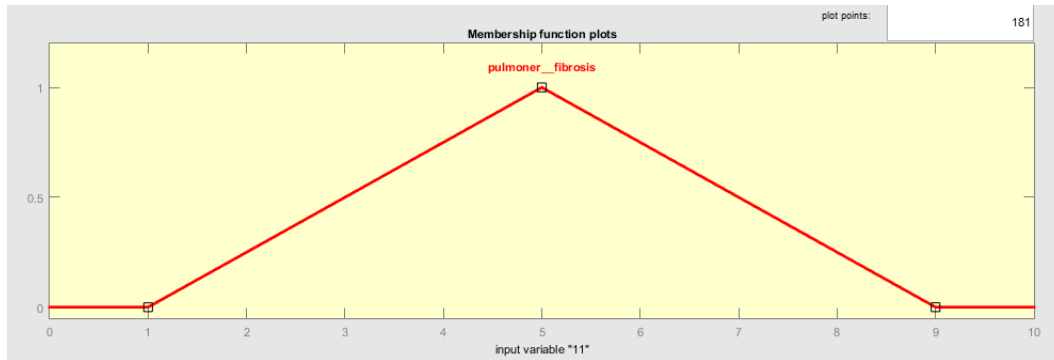
Şekil 3.10. Kardiyomiyopati fuzzy diyagramı.

3.1.11. Fibrozis üyelik fonksiyon durum incelemesi

Fibrozis teşhisi kalpte hasara bağlı kalınlaşmayı ve doku birikimini ifade ettiği için Tablo 3.12’de sadece fibrosiz derecesinin sisteme girilmesi istenmektedir. Teşhis edilmiş pulmoner fibrozis Şekil 3.11’de belirtilen diyagramla çalışmaya dahil edilmiştir.

Tablo 3.12. Fibrozis üyelik fonksiyon tablosu.

Fibrozis	Aralık
Pulmoner fibrozis	1 – 9



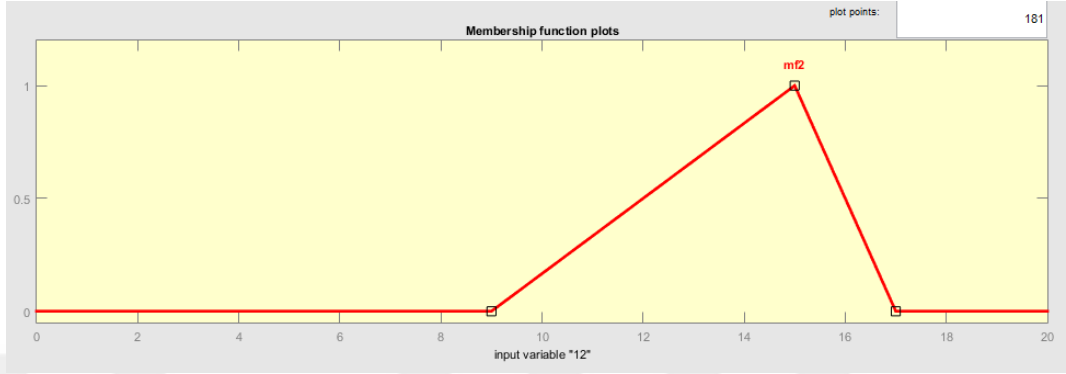
Şekil 3.11. Fibrozis fuzzy diyagramı.

3.1.12. Ventrikül duvar kalınlığı üyelik fonksiyon durum incelemesi

Duvar kalınlığı ortalama 15 mm olarak ölçülmüştür [30]. Tablo 3.13’de ventrikül duvar kalınlığı üyelik fonksiyonu aralığı 6-20 mm olarak belirlenmiştir. Üyelik değeri ölçümü Şekil 3.12’de fuzzy açısından grafiklendirilmiştir.

Tablo 3.13. Ventrikül duvar kalınlığı üyelik fonksiyonu tablosu.

Ventrikül duvar kalınlığı	Aralık
Kalınlık değeri (mm)	6 – 20



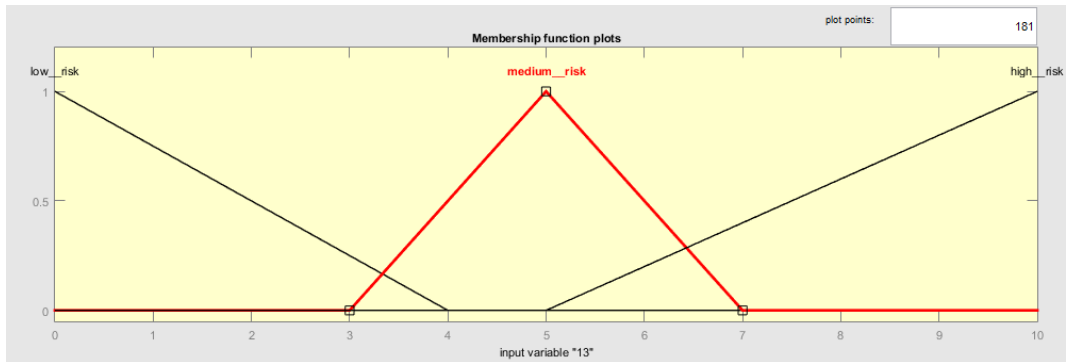
Şekil 3.12. Ventrikül duvar kalınlığı fuzzy diyagramı.

3.1.13. GAL-3 seviyesi üyelik fonksiyon durum incelemesi

Hastalardan elde edilen serumlardan GAL-3 seviyesine bakıldığında Dr. Mübariz Dadashov [14] tarafından yapılan tez çalışmasında GAL-3 seviyesinin yüksekliği ani kardiyakla ilişkilendirilmiş ve Tablo 3.14’de belirtilen düşük, orta ve yüksek risk grupları oluşturulmuştur. GAL-3 seviyesi Şekil 3.13’de bulanıklaştırılarak algoritmaya dahil edilmiştir.

Tablo 3.14. GAL-3 üyelik fonksiyonu tablosu.

GAL-3	Aralık
Düşük	< 4
Orta	4 – 6
Yüksek	> 6



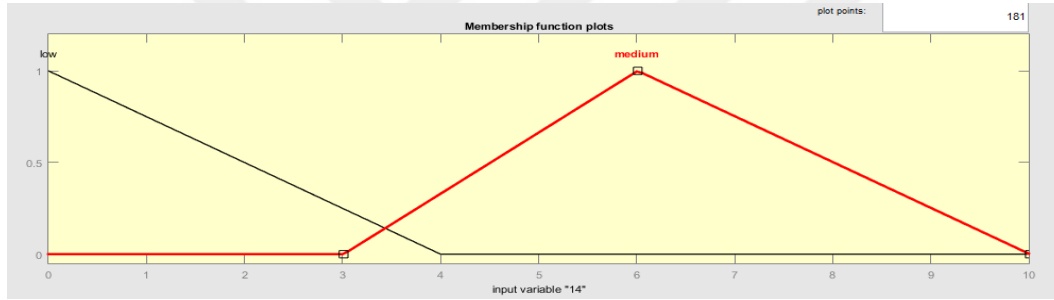
Şekil 3.13. GAL-3 fuzzy diyagramı.

3.1.14. Miyokard iskemi üyelik fonksiyon durum incelemesi

Miyokard iskemisi tanısı genellikle elektrokardiyogram, stres testi, koroner anjiyografi ve gerekli durumlarda görüntüleme testleri ile ortaya koyulabilen ve kas tabakasının yeteri kadar besin ve oksijen alamaması kaynaklı bilinir. Göğüs ağrısı olarak ortaya çıkan bu durum düşük ve orta risk grubu olarak Tablo 3.15’de üyelik fonksiyonu açısından sınıflandırılmış ve Şekil 3.14’de verilen fuzzy diyagramıyla bulanıklaştırılmıştır.

Tablo 3.15. Miyokard iskemi üyelik fonksiyonu tablosu.

Miyokard iskemi	Aralık
Düşük	< 4
Orta	≥ 4



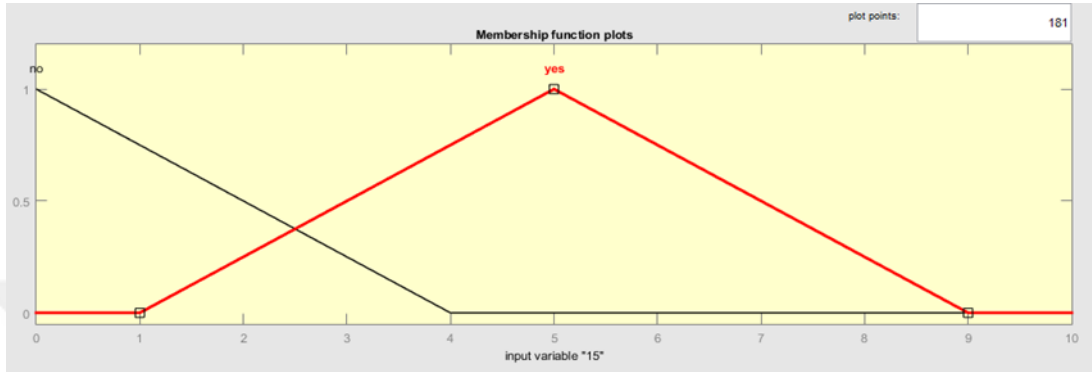
Şekil 3.14. Miyokard iskemi fuzzy diyagramı.

3.1.15. Miyokard enfarktüsü geçmişi üyelik fonksiyon durum incelemesi

Belirgin tanı ismi kalp krizi olan miyokard enfarktüsü, kalp krizi esnasında kalbe kan akışının kesilmesiyle kalp kasının hasar görmesine sebebiyet verir. Bu hasarın ani kardiyak ölüme olan etkisi bu çalışmada Tablo 3.16’da verildiği şekilde sınıflandırılmıştır. Miyokard enfarktüsü geçmişi olan yani kalp krizi öyküsü olan bireylerde kişiye bağlı durum değerlendirmesiyle veya kalp krizi geçmişi olmadığı durumlarda kalp krizi dışında oluşmuş kalp kasının beslenme eksikliğinin dereceleri kullanıcı tarafından puanlanarak belirlenmesi planlanmıştır. Belirlenen bu değerler Şekil 3.15’de bulunan diyagramda bulanıklaştırılarak sisteme dahil edilmiştir.

Tablo 3.16. Miyokard enfarktüsü geçmiş üyelik fonksiyonu tablosu.

Miyokard enfarktüsü geçmiş	Aralık
Evet	1 – 9
Hayır	< 4



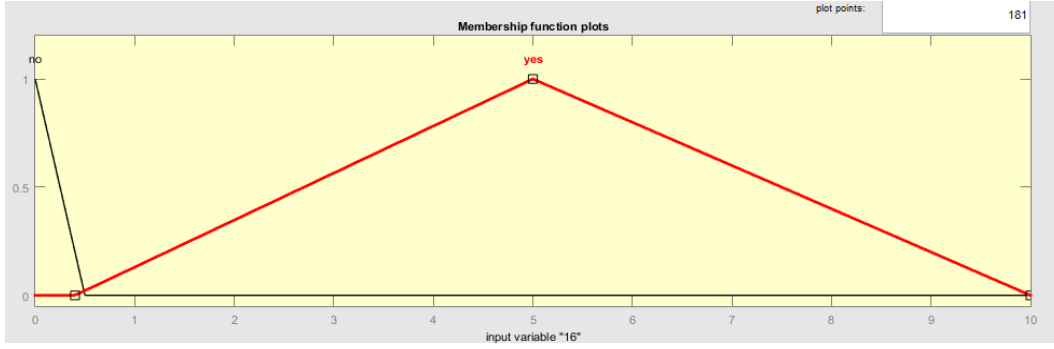
Şekil 3.15. Miyokard enfarktüsü geçmiş fuzzy diyagramı.

3.1.16. COVID öyküsü üyelik fonksiyon durum incelemesi

COVID-19 hastalığının kalp sağlığı üzerindeki etkilerini anlamak ve hastalığın kardiyovasküler risklerini belirlemek açısından varsayımsaldır fakat COVID-19'un kalp sağlığına olan etkisi hala araştırılmaktadır. Yapılan birçok çalışma COVID-19 ile ilişkili kalp hasarı, miyokardit, akut koroner sendrom, aritmi ve diğer kardiyovasküler komplikasyonları doğrulamaktadır. Bu sebeple COVID öyküsü Tablo3.17'de hastanın COVID-19 geçirip geçirmemesine göre değer aralıkları belirlenerek, Şekil 3.16'da belirtilen fuzzy diyagramı ile bulanıklaştırılmıştır.

Tablo 3.17. COVID öyküsü üyelik fonksiyonu tablosu.

COVID	Aralık
Evet	[0,4 5 10]
Hayır	[-0,5 0 0,5]



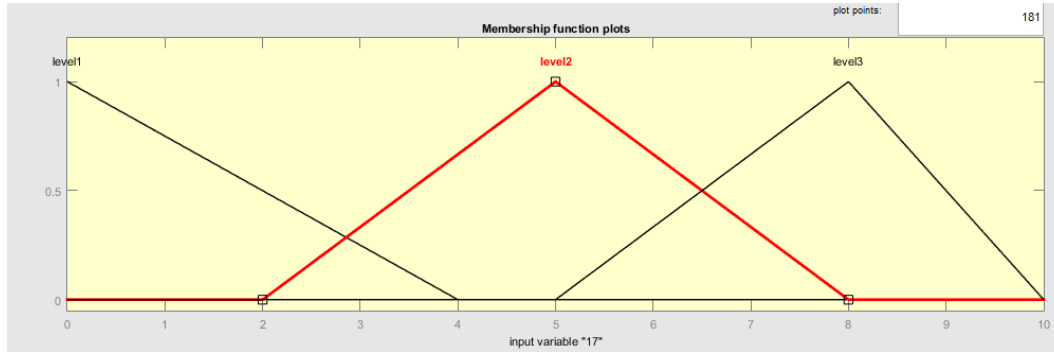
Şekil 3.16. COVID öyküsü fuzzy diyagramı.

3.1.17. PQRST diyagramı üyelik fonksiyon durum incelemesi

Kalbin elektriksel işaretini gösteren PQRST diyagramında oluşan bazı kasılma gevşemeye bağlı polarizasyon bozuklukları Tablo 3.18’de verilen şekliyle kategorize edilmiş ve bu değerler Şekil 3.17’de belirtildiği gibi bulanıklaştırılmıştır.

Tablo 3.18. EKG üyelik fonksiyonu tablosu.

PQRST diyagramı	Aralık
Seviye 1	< 3
Seviye 2	$3 - 6$
Seviye 3	> 6



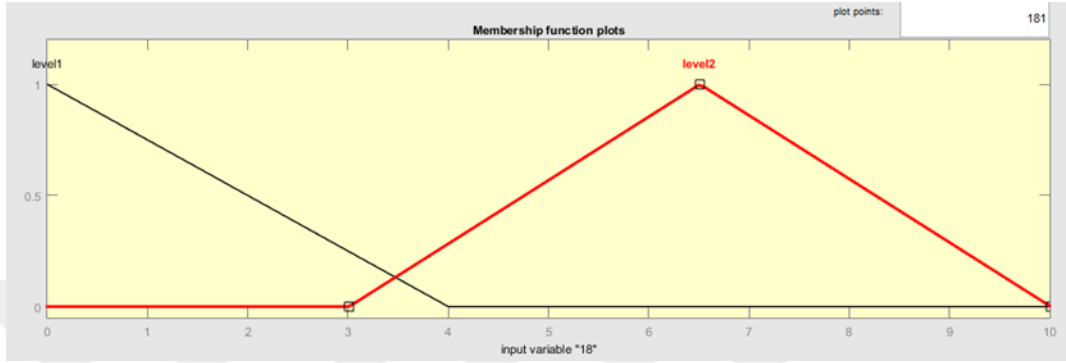
Şekil 3.17. EKG fuzzy diyagramı.

3.1.18. Taşikardi üyelik fonksiyon durum incelemesi

Taşikardi, kalbin normalden daha hızlı atması durumudur. Ventriküler taşikardi, düzensiz kalp atışları, bayılma, göğüs ağrısı ve solunum zorluğu gibi semptomlara yol açabilir. Bu sebeple diğer belirlenen kardiyak sorunları tetikleyebilir. Taşikardi şiddeti Tablo 3.19’da belirlenen 1. ve 2. seviye durumları, Şekil 3.18’de bulanıklaştırılarak sisteme dahil edilmiştir.

Tablo 3.19. Taşikardi üyelik fonksiyonu tablosu.

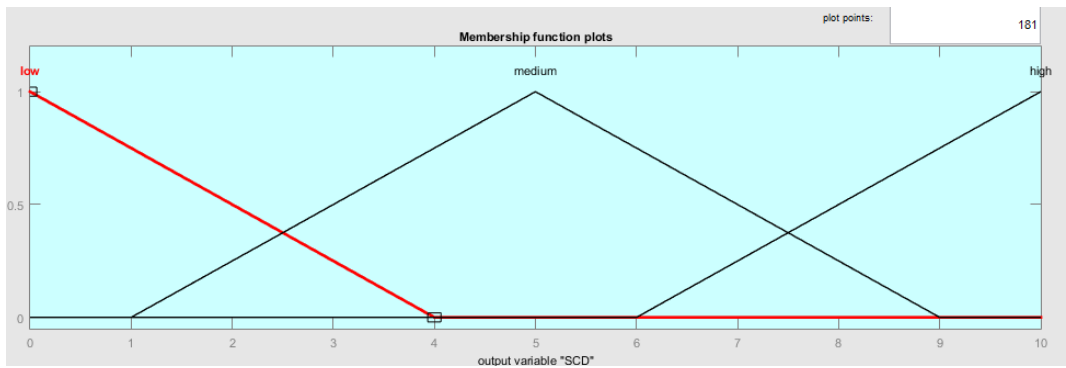
Taşikardi	Aralık
Seviye 1	< 4
Seviye 2	$4 - 10$



Şekil 3.18. Taşikardi fuzzy diyagramı.

3.2. Durulaştırma ve Sonuçların Belirlenmesi

Tez çalışmasında belirlenen “Mamdani” yöntemi ile bulanıklaştırılan 18 parametre kendi içinde sınıflandırılmış ve belirlenen 448 kural ile “Centroid” yöntemi ile durulaştırılmıştır. Alınan sonuçlarda ani kardiyak ölümü öngörerek risk gruplarını belirleyen en optimal sistem tasarlanmıştır. Sonuçlar üç gruba ayrılmış ve Şekil 3.19’da belirtildiği gibi düşük, orta ve yüksek risk olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.19. AKÖ sonuç diyagramı.

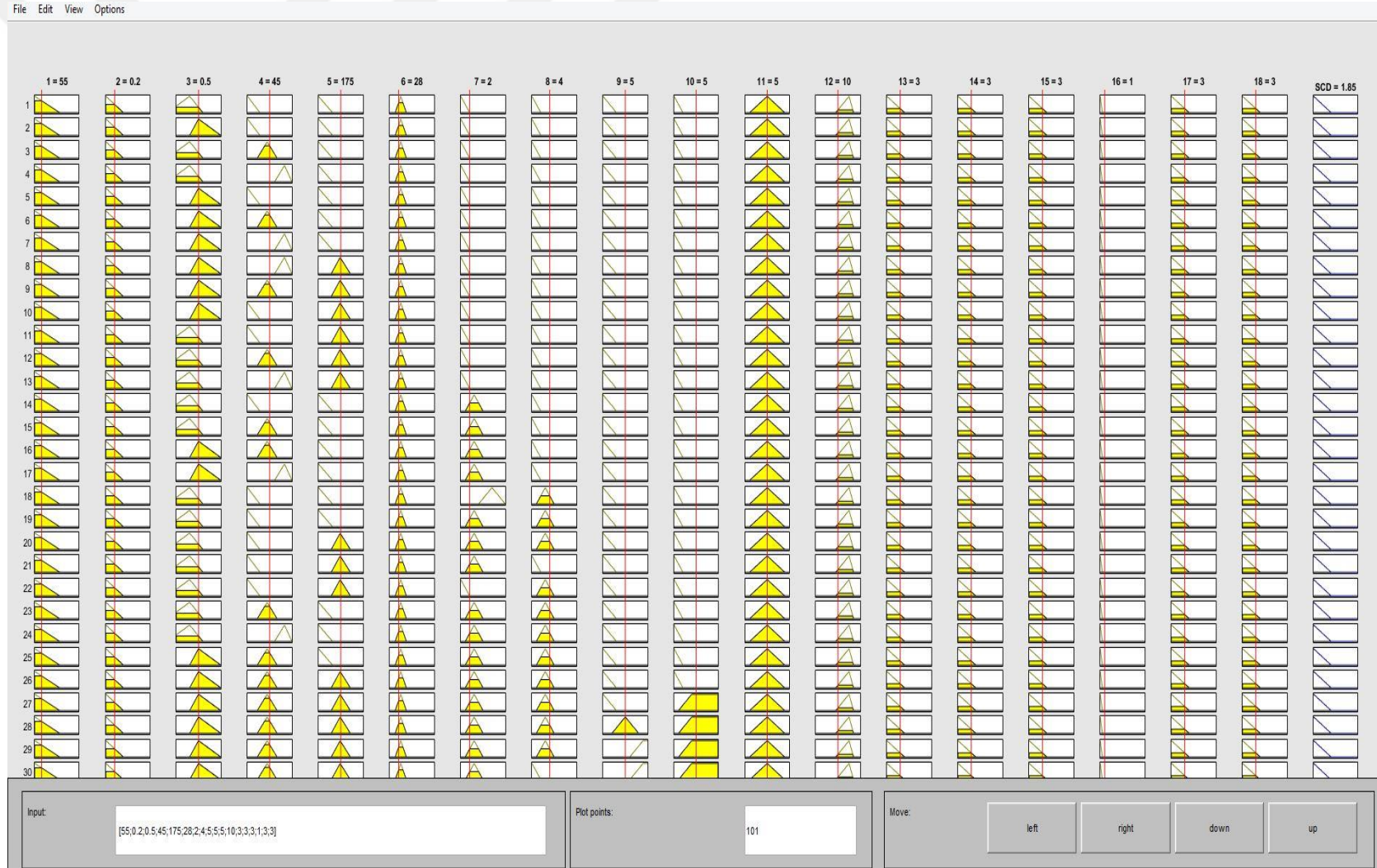
4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yapılan çalışmada önceki bölümlerde belirtilen şekilde riskli kalp hastalıkları kendi içinde sınıflandırılmıştır. Belirlenen kalp hastalıklarının birbiri ile doğrudan ve sekonder ilişkisiyle ani kardiyak ölümler açısından risk derecelerinin ifade edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sırasında alınan tanımlar kullanıcı tarafından Bölüm 3’de verilen parametreler ile belirli aralıklarda bulanıklaştırılarak 448 kural oluşturulmuştur. Verilen kurallara göre Bölüm 2’de belirlenen kalp hastalıklarının ilişkileri 3 gruba ayrılmıştır. Şekil 4.1’de orta risk grubu, Şekil 4.2’de yüksek risk grubu, Şekil 4.3’de ise düşük risk grubu kural diyagramı gösterilmiştir. Oluşturulan programda 448 sonuç doğrulayan kural belirtilmiş ve doğrulanmıştır. Seçilen 18 giriş üyelik fonksiyonunun gruplandırma aşamalarında gerçek olmayan verilerde yaklaşımsal olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada ‘Mamdani’ yaklaşımı, bulanıklaştırma (fuzzification) işleminde kullanılmıştır. Bu çalışmada ‘Centroid’ yöntemi, durulaştırma (defuzzification) işleminde kullanılmıştır. Şekil 4.4’de sonuç çıktılarına göre düşük risk grubu 18 üyelik fonksiyonu içerisinde bazılarını ifade edilirse; yaşı 45, alkol kullanımı bazen (7→2), sigara kullanımı bazen (8→4), stres ve yaşam temposu seviye 2 (9→5), miyokard enfarktüsü geçmişi olmayan fakat genetik öyküsü bulunan (15→3), COVID-19 geçirmemiş (16→1), EKG işaretlerindeki sorunlar normallik açısından seviye 2 kabul edilen (17→3), obezite seviyesi 1 olan (6→28), diyabet tip-1 teşhisi almış (5→175) hasta için 1.85 sonuç değeri alınmıştır. Düşük risk grubu olarak sınıflandırılmıştır. Şekil 4.5’de alınan sonuç çıktısına göre; bulanık durumda orta seviye kabul edilen kolesterol seviyesi 175 mg/dl (1→175), Hipertansiyon grubu sekonder (2→0,5), 45 yaşında, tip-1 diyabet teşhisi olan (5→175), obezite seviyesi 2 olan, ventrikül duvar kalınlığı 10 mm, COVID-19 geçirmiş (16→5), taşikardi seviyesi 2 olan (18→5) hasta için AKÖ değeri 5 olarak hesaplanmıştır. Bulanık gruplar durulaştırıldığında sistem istenilen sonuçları doğrulamaktadır.

Şekil 4.1. Orta risk grubu AKÖ değerlendirmesi için dengelenmiş diyagram.

Şekil 4.2. Yüksek risk grubu AKÖ değerlendirmesi için dengelenmiş diyagram.

Şekil 4.3. Düşük risk grubu AKÖ değerlendirmesi için dengelenmiş diyagram.



Şekil 4.4. Düşük risk grubu için AKÖ derecesi belirlenmiş üyelik fonksiyon sonuçları.



Şekil 4.5. Orta risk grubu için AKÖ derecesi belirlenmiş üyelik fonksiyon sonuçları.

KAYNAKLAR

- [1] L. E. Hinkle Jr and H. T. Thaler, "linical classification of cardiac deaths", Circulation, vol. 65, no. 3, pp. 457-464, 1982.
- [2] R. Narang et al., "Mode of death in chronic heart failure: a request and proposition for more accurate classification", European heart journal, vol. 17, no. 9, pp. 1390-1403, 1996.
- [3] Dr. Oktay Sancaktar, Dr. Nevres Koylan, Dr. Haldun Müderrisoglu, Dr. Engin Bozkurt, Dr. Bülent Mutlu and D. A. Temizhan, "Türk Kardiyoloji Derneği Ani Kardiyak Bildirisi", 2003.
- [4] R. Myerburg, Castellanos A., "Cardiac arrest and sudden cardiac death", Heart disease: a textbook of cardiovascular medicine., pp. 742-779, 1997. New York: WB Saunders Publishing Co
- [5] M. Değertekin et al., "Heart failure prevalence and predictors in Turkey: HAPPY study", Turk Kardiyoloji Dernegi arsivi: Turk Kardiyoloji Derneginin yayin organidir, vol. 40, no. 4, pp. 298-308, 2012.
- [6] L. B. Becker, D. W. Smith, and K. V. Rhodes, "Incidence of cardiac arrest: a neglected factor in evaluating survival rates", Annals of emergency medicine, vol. 22, no. 1, pp. 86-91, 1993.
- [7] M. Mohanad and Y. Nevin, "Sol Ventril Hipertrofi Hastalığının Teşhisi İçin Yeni Bir Bulanık Kural Tabanlı Sistem", 2018.
- [8] Y. T. Y. Mete Küçükaskan, "Endothelial dysfunction", <https://dergipark.org.tr/tr/pub/patd>, Derleme vol. 4, no. 3, pp. 152-157, 2011, doi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/patd/issue/35367/392729> adresinden 7 Mart 2023 tarihinde alınmıştır.
- [9] M. Görgün, "Makine öğrenmesi yöntemleriyle kalp hastalıklarının tahmin edilmesi", Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 2020.
- [10] D. Streeter Jr, "Gross morphology and fiber geometry of the heart", The cardiovascular system, vol. 1, pp. 61-112, 1979. in Handbook of Physiology.
- [11] S. E. Pearl, Introduction to Human Anatomy and Physiology. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1992.
- [12] <https://www.bilektenanjiyo.com/kalbin-elektrik-sistemi/> adresinden 10 Nisan 2023 tarihinde alınmıştır.
- [13] U. Cunedioğlu, "Aliev-panfilov modeli kullanarak kalbin elektriksel aktivitesinin 3-boyutlu simülasyonu", Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.

- [14] M. Dadashov, "Hipertrofik Kardiyomiyopati Hastalarında Ani Ölüm Risk Skorlaması ile Serum Galektin Düzeyi Arasındaki İlişki", *Kardiyoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul Üniversitesi*, 2017. [Online]. Available: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=iJ5ZUb3gKFLxptR6PwG_2w&no=UoAH46mSdG7SHWMili9PoA adresinden 5 Nisan 2023 tarihinde alınmıştır.
- [15] E. O. T. Yücel, H.S., "Türkiye Kliniklerinde Kalp Hastalıkları Epidemiyolojisi", *Journal of Cardiology*, 2019.
- [16] B. S. P. M. R. L., "Koroner Arter Hastalığı ve Risk Faktörleri", in *Harrison's Principles of Internal Medicine*, 2018.
- [17] G. Samur and E. Yıldız, "Obezite ve kardiyovasküler hastalıklar/hipertansiyon", *Sağlık Bakanlığı Yayın*, 2008. [Online]. Available: http://baglarbasi.gov.tr/media/kitap/hs/obezite/d_06_obezitevekardiyovaskulerhastaliklar.pdf. Adresinden 10 Mayıs 2023 tarihinde alınmıştır.
- [18] S. Mendis, P. Puska, B. e. Norrving, and W. H. Organization, *Global atlas on cardiovascular disease prevention and control*. World Health Organization, 2011.
- [19] S. Sans, H. Kesteloot, and D. o. Kromhout, "The burden of cardiovascular diseases mortality in Europe: Task Force of the European Society of Cardiology on Cardiovascular Mortality and Morbidity Statistics in Europe", *European heart journal*, vol. 18, no. 8, pp. 1231-1248, 1997.
- [20] T. Raupach, K. Schäfer, S. Konstantinides, and S. Andreas, "Secondhand smoke as an acute threat for the cardiovascular system: a change in paradigm", *European Heart Journal*, vol. 27, no. 4, pp. 386-392, 2006.
- [21] M. A. Alpert, "Obesity cardiomyopathy: pathophysiology and evolution of the clinical syndrome", *The American journal of the medical sciences*, vol. 321, no. 4, pp. 225-236, 2001.
- [22] A. JA, "The pathophysiology of cigarette smoking and cardiovascular disease", *J Am Coll Cardiol*, vol. 43, pp. 1731-1737, 2004.
- [23] M. Akçakoyun, "Koroner arter hastalığı olgularında koroner risk faktörleri ile endotel fonksiyonları arasındaki ilişki.(uzmanlık tezi)", *İstanbul: Koşuyolu Kalp Eğitim ve Araştırma Hastanesi*, pp. 15-20, 2004.
- [24] P. Palatini et al., "Both Moderate and Heavy Alcohol Use Amplify the Adverse Cardiovascular Effects of Smoking in Young Patients with Hypertension", *Journal of Clinical Medicine*, vol. 12, no. 8, p. 2792, 2023.
- [25] A. Shaper, G. Wannamethee, P. Macfarlane, and M. Walker, "Heart rate, ischaemic heart disease, and sudden cardiac death in middle-aged British men", *Heart*, vol. 70, no. 1, pp. 49-55, 1993.
- [26] G. Wannamethee, A. Shaper, P. Macfarlane, and M. Walker, "Risk factors for sudden cardiac death in middle-aged British men", *Circulation*, vol. 91, no. 6, pp.1749-1756,1995.

- [27] G. Kayıhan, "Hipertansiyon ve egzersiz", SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, vol. 7, no. 3, pp. 93-101, 2009.
- [28] K. Hematpour and J. S. Steinberg, "Treatment of atrial fibrillation in hypertrophic cardiomyopathy/Hipertrofik kardiyomiyopatide atriyal fibrilasyonun tedavisi", The Anatolian Journal of Cardiology (Anadolu Kardiyoloji Dergisi), vol. 6, no. 4, pp. S44-S44, 2006.
- [29] M. A. Cengiz, Y. Terzi, and Y. Bek, "Damar Tıkanıklığı Tespitinde Bayesci Bir Yaklaşım," Journal of Experimental and Clinical Medicine, vol. 21, no. 1, 2004
- [30] Bozbuğa, K. Şahinoğlu, and A. Öztürk, "Sol ventrikül fonksiyonel anatomisi ile geometrisinin ilişkilendirilmesi", Morfoloji Dergisi, vol. 6, pp. 40-3, 1999.
- [31] N. Özer, "İskemik kalp hastalıklı olgularda miyokardiyal iskemi ve bölgesel fonksiyon bozukluğunun değerlendirilmesinde Doppler ekokardiyografinin önemi/The role of Doppler echocardiography in the evaluation of myocardial ischemia and regional function abnormalities in patients with coronary artery disease", The Anatolian Journal of Cardiology, vol. 8, no. 1, p. 23, 2008.
- [32] T. S. Stephen Boateng, "Acute myocardial infarction", Disease-a-Month, vol. 59, no. 3, pp. 8-96, 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.disamonth.2012.12.004> adresinden 15 Mayıs 2023 tarihinde alınmıştır.
- [33] G. Coşkun, "Kardiyomiyopati Tanı Ve Tedavisine Güncel Yaklaşım", SAĞLIK & BİLİM 2022: İç Hastalıkları, p. 53, 2022.
- [34] J. R. Pinto, J. S. Cardoso, and A. Lourenço, "Evolution, current challenges, and future possibilities in ECG biometrics", IEEE Access, vol. 6, pp. 34746-34776, 2018.
- [35] TRIANTAPHYLLOU E., Multi-Criteria Decision Making Methodologies: A Comparative Study, volume 44 of Applied Optimization. Kluwer Academic, Dordrecht, 2000.



ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Esra ÖNDER

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2017, Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği
- **Yükseklisans** : 2023, Sakarya Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Elektrik Mühendisliği Bilim Dalı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2017-2019 yılları arasında Federal Elektrik firmasında Elektrik-Elektronik Mühendisi olarak görev aldı.
- 2021 yılında İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi'ne Araştırma Görevlisi olarak atandı, halen çalışmaya devam etmektedir.

TEZDEN TÜRETİLEN ESERLER:

- Yurdagül Karagöz Şahin, Mehmet Recep Bozkurt ve Esra Önder 3 "Kalp Rahatsızlığı Riski Hesaplayan Bulanık Sistem Tasarımı", *1st International Conference on Innovative Academic Studies*, 1108-1113, ISBN: 978-605-73046-1-2