



T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLERİ TEKNOLOJİLER ANABİLİM DALI

AYAK VURUŞ SESLERİNDEN VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİ İLE KİŞİ TANIMA

Musa ÜNSAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR / 2020



T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLERİ TEKNOLOJİLER ANABİLİM DALI

AYAK VURUŞ SESLERİNDEN VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİ İLE KİŞİ TANIMA

Musa ÜNSAL

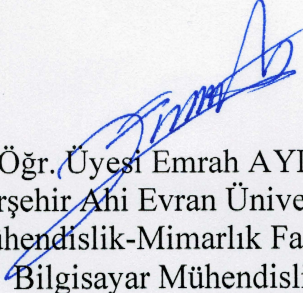
YÜKSEK LİSANS TEZİ

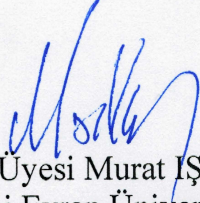
DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Emrah AYDEMİR

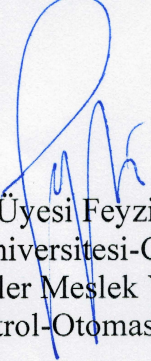
KIRŞEHİR / 2020

Bu çalışma 21.02.2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İleri Teknolojiler Anabilim Dalı, Bilgisayar Mühendisliğı Programında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi


Dr. Öğr. Üyesi Emrah AYDEMİR
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Bilgisayar Mühendisliğı
(Danışman)


Dr. Öğr. Üyesi Murat IŞIK
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Bilgisayar Mühendisliğı


Dr. Öğr. Üyesi Feyzi KAYSİ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu
Kontrol-Otomasyon

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Musa ÜNSAL



20.04.2016 tarihli Resmî Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü Teze, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.



ÖNSÖZ

Yüksek lisansa başlamamda ve yüksek lisans ders ve tez yazım sürecinde kendisini tanıdığım günden bu yana gösterdiği sakin ve sabırlı hali ile her zaman bana örnek olmasının yanı sıra bir bilim adamının nasıl çalışması gerektiğini kendisinden öğrendiğim değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Emrah AYDEMİR' e teşekkür ederim. Çalışmalarım boyunca maddi manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, beni bugünlere getiren aileme de sonsuz teşekkürler ederim.

Şubat, 2020

Musa ÜNSAL

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ BİLDİRİMİ	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ	ix
TABLO LİSTESİ.....	x
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ.....	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	2
3. AMAÇ VE KAPSAM	7
4. VERİ MADENCİLİĞİ	9
4.1. Veri Madenciliğinde Verileri Hazırlama	9
4.2. Yapay Zekâ	11
4.3. Makine Öğrenmesi	12
4.4. Veri Madenciliği Yöntemleri.....	13
4.5. Bayes Algoritmaları	13
4.6. Ağaç Algoritmaları.....	14
4.7. Kural Tabanlı Algoritmalar.....	14
4.8. Fonksiyonlar.....	15
4.9. Tembel Algoritmalar.....	15
4.10. Çeşitli Sınıflandırıcılar	16

4.11. Meta Öğrenme Algoritmaları	16
4.12. Veri Madenciliğinde Hata Analizi	17
4.12.1. Sayısal Sonuçları Tahmin Etmek	17
4.12.2. Kategorik Sonuçları Tahmin Etmek	19
4.13. Weka	20
5. MATERYAL VE YÖNTEM.....	22
5.1. Yürüyüş Analizinin Yapılması	22
5.2. Yürüme (Adım) Seslerinin Kaydı	23
5.2.1. Yürüme Dinamikleri ve Özellikleri	26
5.2.2. Ses Kaydının Yapılacağı Yazılım	27
5.3. Verilere Genel Olarak Bakış	28
5.3.1. Çalışma Grubu	28
5.3.2. Çalışma Ortamı	32
5.3.3. Araştırma Süreci	32
5.4. Kullanılan Yöntemler.....	33
5.4.1. ROI (Region of Interest).....	33
5.4.2. LBP (Local Binary Pattern)	35
5.4.3. DWT (Discrete Wavelet Transform)	36
5.4.4. Symlet Dalgacık Filtresi Hesaplaması (Sym4).....	37
5.4.5. FSCNCA(Feature Selection for Classification) Metodu.....	38
5.4.6. DCMLBP (Dynamic Center Mirror Local Binary Pattern)	38
5.5. Verilerin Analizi	41
6. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	45
6.1. Tartışma	45
6.2. Sonuç.....	46
KAYNAKLAR.....	48

EKLER	51
Ek 1. Etik Kurul Raporu.....	51
ÖZGEÇMİŞ	52



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Yapay Sinir Ağları ile Konuşma Tanıma.....	2
Şekil 2. Yapay Sinir Ağları ile Konuşma Tanıma.....	3
Şekil 3. Speech2Face: Learning the Face Behind a Voice.....	4
Şekil 4. Kalp Sesleri Kullanarak Kişi Tanıma	5
Şekil 5. Shimmer Sensörü ve Kullanımı	6
Şekil 6. Ses Doğrulması ve Giriş İzni Verilmesi.....	8
Şekil 7. Verinin Bilgiye Dönüşüm Aşamaları.....	9
Şekil 8. Veri Madenciliği Aşamaları.....	10
Şekil 9. Beyni Oluşturan Sinir (Nöron) Hücresi	11
Şekil 10. Yapay Bir Sinir Ağı Yapısı.....	12
Şekil 11. Makine Öğrenme Diyagramı	13
Şekil 12. Hata Matrisi.....	19
Şekil 13. Weka Yazılımı	20
Şekil 14. Ortopedik Yürüyüş Analizi.....	23
Şekil 15. Bluetooth Kulaklık.....	23
Şekil 16. Ayakkabı Düzenegi ve Pozisyonu	24
Şekil 17. Belden Kayıt Yapabilen Aparat	25
Şekil 18. Belden Kayıt Yapan Aparatın Konumu	26
Şekil 19. MIT Audio Recorder Yazılımı.....	28
Şekil 20. Cinsiyet Dağılımı	29
Şekil 21. Çalışma Ortamı	32
Şekil 22. Deneğin Ses Kaydına Hazırlanması.....	33
Şekil 23. ROI Genel Çalışma Mantığı	34
Şekil 24. Fare Beyninin Tomografik Görüntüsü.....	35
Şekil 25. LBP Çalışma Mantığı.....	36
Şekil 26. Dalgacık Dönüşüm Türleri.....	37
Şekil 27. Symlet Filtre Farkları	38
Şekil 28. Akış Diyagramı	40
Şekil 29. Düzenlenmiş ARFF Dosyası.....	41

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Denekler Tablosu.....	30
Tablo 2. Kadın Denekler Tablosu.....	31
Tablo 3. Erkek Deneklerin Tablosu.....	31
Tablo 4. Farklı Yöntemler ile Sınıflandırma Başarı Oranları.....	42
Tablo 5. SMO Yönteminin Başarısı Ölçütleri.....	43
Tablo 6. Karışıklık Matrisi.....	44



SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
Y	: Çıktı uzayı
Y_t	: t zamanına ait zaman serisi
θ	: Gerçek Talep
$\hat{\theta}$: Tahmin Edilen Talep

Kısaltmalar	Açıklama
YSA	: Yapay Sinir Ağları
DVM	: Destek Vektör Makineleri
GKM	: Gauss Karşım Modeli
k-NN	: K Nearest Neighborhood
AdaBoost	: Adaptive Booster
RFID	: Radio Frequency Identification
DWT	: Discrete Wavelet Transform
GPL	: General Public Licence
ROI	: Region of Interest
LBP	: Local Binary Pattern
FSCNCA	: Feature Selection fo Classification
DCMLBP	: Dynamic Center Mirror Local Binary Pattern
SMO	: Sequential Minimal Optimisation

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AYAK VURUŞ SESLERİNDEN VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİ İLE KİŞİ TANIMA

Musa ÜNSAL

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İleri Teknolojiler Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Emrah AYDEMİR

Kişi ve nesne tanıma sistemleri günümüzde vazgeçilmez bir noktaya doğru hızla ilerlemektedir. Yüz (görüntü), Ses ve nesne tanıma sistemleri var olmakla birlikte daha iyi bir noktaya gelmesi açısından araştırılmaya ve geliştirilmeye devam etmektedir. İnsan zekâsı ile mantıksal olarak kolayca tanımlanabilen nesne ve varlıklar makine yardımıyla tanımlanmak istenmektedir. İnsanın deneyimleriyle tanımladığı ve öğrendiği tanımlama yetisinin, makine öğrenmesi yardımıyla yapay sistemler kullanarak yüksek doğrulukla gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır.

Bu çalışmada kişi tanıma sistemlerinden biri olan ses tanımanın, bir insanın ayak vuruş seslerinden veri madenciliği yöntemleri ile kişi tanıma üzerine odaklanılmıştır. Diğer kişi tanıma sistemlerinden temel farkı ise insanın ekstra bir çaba harcamadan doğal yürüme hareketiyle kişi tanıma sisteminden onay alabilmesi mümkündür.

Kişi tanıma sistemlerinin tekil kullanımının güvenlikte artış ve kolaylık sağlayabildiği noktada, iki kişi tanıma yönteminin bütünleşik olarak kullanılması ile güvenliğin izinsiz olarak aşılamaz bir boyuta getirilmesi mümkündür. Ayak seslerinin ön tanımlaması yapılan bir kişi, evinin kapısına vardığında, ek olarak konuşma, yüz taraması veya biyometrik bir taramayla doğrulama alabilir. Bu çalışma, diğer kişi tanıma çalışmalarına destek olarak da kullanılabilir durumdadır.

Şubat 2020, 52 Sayfa.

Anahtar Kelimeler: Tahminleme, İnsan Tanıma, Veri Madenciliği, Ayak Vuruş Sesi



ABSTRACT

MASTER THESIS

PERSON RECOGNITION WITH DATA MINING METHODS FROM FOOTSTEP SOUNDS

Musa ÜNSAL

**Kirsehir Ahi Evran University
Science and Engineering Institute
Advanced Technologies Department**

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Emrah AYDEMİR

Person and object recognition systems are moving rapidly towards an indispensable point. Although there are facial (image), voice and object recognition systems, they continue to be researched and developed in order to achieve a better point. It is desired to define objects and entities that can be easily identified with human intelligence by machine. The aim of this learning is to provide the ability to describe the like a human ability to define and learn by using artificial systems using machine learning with high accuracy.

This study focuses on the recognition of voice recognition, which is one of the person recognition systems, through data mining methods from a person's heel sounds. The main difference from other person recognition systems is that it is possible to get approval from the person recognition system with natural walking movement without extra effort.

At the point where the single use of the person recognition systems can increase the security and ease, it is possible to bring the security to the unauthorized insurmountable level by using the two people recognition method in an integrated manner. A person who has been pre-defined from footsteps may receive additional confirmation by speech, face scan or biometric screening when he / she arrives at the door of his / her home. As can be seen, this study is also permitting to support other person recognition studies.

February 2020, 52 Pages.

Keywords: Estimation, Person Recognition, Data Mining, Footstep Sound



1. GİRİŞ

Teknolojideki gelişmeler arttıkça rutin hayatımızı kolaylaştırması ve güvenliğimizin de buna bağlı olarak gelişmesi beklenmektedir. Günlük hayatta bir iş veya işlem yapabilmek için öncelikle kendimizi tanıtmamız gerekir. Bu tanıma işlemi günümüzde manuel olarak gerçekleştirilmekte ama teknolojik imkânların gelişmesiyle birlikte bu kimlik doğrulama işlemleri daha hızlı ve güvenli bir şekilde yapılması mümkün görünmektedir. Kimlik doğrulama işlemleri bir sisteme erişme, ödeme yapma, sahiplik kanıtlama, kişiye özel reklam gösterme vs. gibi birçok işleme olanak sağlamaktadır. Bilinçaltı eğilimleri tespit edilerek ilgisiz bir ticari tanıtım yerine verimli tanıtım yapma çalışmaları sıklıkla yapılmaktadır [1]. Görüldüğü üzere kişi tanıma yöntemleri hızlı tanımlama, güvenliği artırmanın dışında ticari amaçlar gibi birçok farklı sistemlerde kullanılmaktadır [2]. Kişi tanıma alanında en çok kullanılan yöntemler yüz tanıma, ses (konuşma, kalp atış sesi) tanıma, iris tanıma, parmak izi tanıma, nesne tanıma olarak sıralanabilir.

Girişte bahsedilen kişi tanıma yöntemleri klasik bilgisayar tabanlı ve değişmeyen örneklerle gerçekleştirilmektedir. Ama daha iyi sonuçlar alınabilecek bir alan olarak düşünülen Yapay Sinir Ağları ile gerçekleştirilen bir kişi tanıma sayesinde sonucu mükemmel yakın tespit yapmak mümkün olabilecektir. Yapay sinir ağlarının örnek aldığı temel yapı, insanın yaşamında duyu organlarıyla deneyimlediği yaşamsal birikimlerini düşünce dünyasında birleştirip yorumlayarak en doğru sonuca ulaşana dek, daha doğru sonuçlar üretmesidir [3]. Milyarlarca organik sinir hücresinin bir araya gelerek oluşturduğu merkezi sinir sistemi ve nöron yapısı olan beynin en güçlü ve mantıksal bilgisayarlardan bile daha hızlı işlem ve tanıma gerçekleştirebildiğinden ilham alınmak istemektedir. Yapay Sinir Ağları yöntemi kullanımı da bunu amaçlamaktadır. Araştırmalar sonucu karar organlarına insansı işlemleri ve yöntemleri kullandırarak makine öğrenmesinin artırılması ana hedeftir. Öğrenen bir makine, elbette hatalarından ders çıkaracak ve doğru yaptığı yönlere yoğunlaşarak başarımını artıracaktır. Bunun için öncelikle insandaki nöron yapısına benzer yapıyı oluşturmak adına işlem karar organına (işlemci) yöntem sunmak gerekir. En çok kullanılan yapay zekâ öğrenme metotları Gauss Karşım Modeli (GKM) ve Destek Vektör Makineleri (DVM)'dir [4, 5]. Sıklıkla kullanıldığı yerlere örnek olarak da borsalar verilebilir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Son yıllarda birçok klasik kişi tanıma ve yapay zekâ destekli öğrenme metoduna dayanan kişi tanımlama araştırmaları yapılmış ve bazıları kullanıma alınmıştır.

- Yapay Sinir Ağları ile Konuşma Tanıma: Konuşma ve konuşmacı tanıma alanında çalışma yapan Dede ve Sazlı [6], yapay sinir ağları yardımıyla bu amacı gerçekleştirmeye çalışmıştır. Geliştirilen uygulamada Geri Yayımlı, Çok Katmanlı Algılayıcı, Elman ağı, Olasılık tabanlı sinir ağ yapıları kullanılarak yöntemlerin birbirine karşı üstünlükleri ve zayıflıkları test edilmiş ve karşılaştırmalar yapılmıştır. Yapılan araştırmanın genel algoritması Şekil 1'deki gibi ortaya konulup, bu şablon üzerinden çalışmalar devam ettirilmiştir. Birçok yapay sinir ağı çalışmasında olduğu gibi öznitelik çıkarım işlemi uygulanmıştır. Öznitelik çıkarımı çalışma konusu olan konuşma üzerine olduğundan, kelimeler üzerine odaklanılmış ve kelime havuzu oluşturulmuştur. Çerçeve olarak konuşanın kullandığı ve kelime odaklı kişi ve konuşma tanıma seçilmiştir. Yapılan bu çalışmada yukarıda bahsedilen yöntemler kullanıldığında daha önceki çalışmalarla neredeyse aynı ve bazı konularda daha başarılı olduğu görülmüştür [6].



Şekil 1. Yapay Sinir Ağları ile Konuşma Tanıma

- Yapay Sinir Ağları ile Yüz Tanıma: Taşova [7] tarafından yapılan araştırma ile belirli sayıdaki deney grubundan alınan yüz taramaları sonucu yüz veri tabanı oluşturulmuş ve öznitelikleri çıkarılmıştır. Çalışmada insanın yüzünün tenine odaklanılmıştır. Sonraki aşamada ise çıkarılan yüz resminin görünen detayları incelenmiş ve birçok belirgin noktanın varlığı tespit edilmiştir. Belirgin noktaların her insanda ayrı olduğu gözlenmiştir. Bu belirgin noktalar yapay sinir ağlarının yorumlanmasına hazır bir öznitelik havuzu şeklinde depolanmıştır. Öznitelikleri belirlenen veri havuzunun

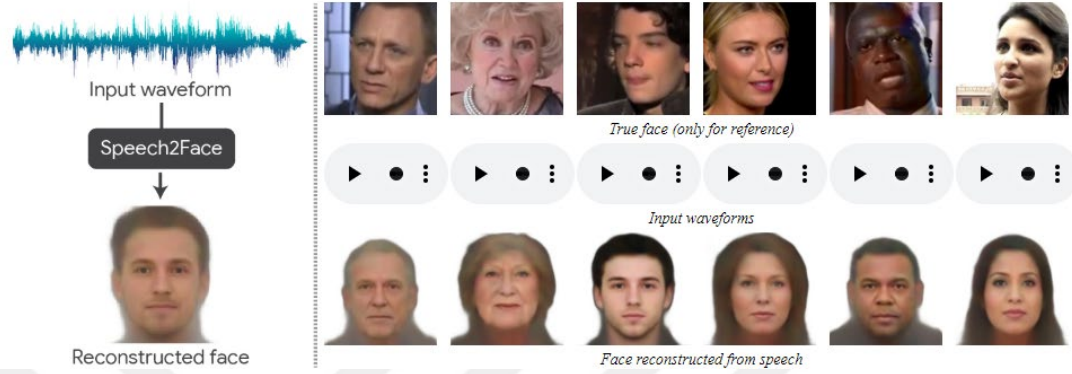
kullanımı yapay sinir ağlarının daha verimli olarak doğrulama yapabilmesine olanak sağlamıştır. Şekil 2’de yüz tanımanın hangi aşamalarla tanımlama yaptığı, yazı ve şekillerle gösterilmeye çalışılmıştır. Ardından çalışılacak deneklerden yüz tarama kayıtları alınmaya başlanmıştır. Denek gurubundaki kişi sayısı artırıldığında ise başarı oranının düştüğü gözlemlenmiştir. 10 kişilik denek grubunda %98 doğrulukla tanımlama yapılabilirken, denek sayısı 15’e çıkarıldığında ise başarı oranı %79’a düşmüştür. Bu araştırmadan önceki araştırmalardan elde edilen başarı aralığı %53,5-%97 aralığında olduğundan, yapılan bu araştırma başarılı olarak kabul edilmiştir. Başka çalışmalarda da %90-95 aralığında başarılı yüz tanıma gerçekleştirilmiştir [8, 9]. Üç boyutlu yüz tanıma için %97,5 oranında başarının elde edildiği de görülmüştür [10].



Şekil 2. Yapay Sinir Ağları ile Konuşma Tanıma

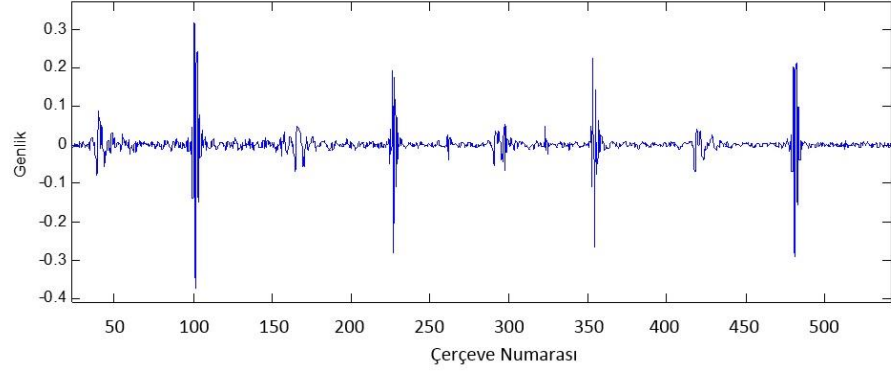
- Yapay Sinir Ağları Yardımıyla İnsanın Konuşma Sesinden Fiziksel Görünüşünü Tahmin Etme: Oh, Dekel, Kim, Mosseri, Freeman, Rubinstein ve Matusik [11]’in çalışmasında Yapay sinir ağları yardımıyla konuşma verisi sunulan bir kişinin fiziksel olarak nasıl bir görünüşe sahip olduğu tahmin edilmeye çalışılmıştır. Konuşma ses verisinin fiziksel olarak tahmin edilme durumu Şekil 3’te gösterilmeye çalışılmıştır. Speech2face algoritması Derin öğrenme ile desteklenerek başarımlar artırılması amaçlanmıştır. Fiziksel görünüşün belirlenmesinden önce, konuşma sesinden kişinin cinsiyeti, kaç yaşında olduğu ve etnik kökeni tahmin edilmeye çalışılmıştır. Ardından konuşması analiz edilen kişinin çene kemik yapısı, konuştuğu dil, konuşma hızı, aksanı,

dudak yapısı, milliyeti tahmin edilmeye çalışılarak, daha önceden öz nitelik çıkarımı yapılan konuşmacılarla karşılaştırılıp, sonuç olarak bir fiziksel görünüm tahmini sunulması amaçlanmıştır. Cinsiyet ayrımında %94 başarı elde edilmiştir. Etnik köken ayrımında ise oldukça yüksek bir başarı elde edilmiştir.



Şekil 3. Speech2Face: Learning the Face Behind a Voice

- Kalp Sesleri Kullanarak Kişi Tanıma: Dal, Coşğun ve Özbek [5]'in çalışmasında insan kalp sesinin kullanılarak, kişinin cinsiyet ve yaşının tanınması ve tekdüze ilerleyen kişi tanımlama araştırmalarına yeni bir soluk getirmesi amaçlanmıştır. Kalp sesi ile tanıma yönteminin araştırılmasındaki motivasyon; kalp sesinin taklit edilemez bir ses olmasından kaynaklanmıştır. Cinsiyet tanımlama için Gauss Karışım Modeli (GKM) yanı sıra Destek Vektör Makineleri (DVM) yardımıyla da kişinin cinsiyet tahmini yapılmaktadır. Kalp kasılması (sistol) sesine S1 adı verilmiş ve kalp gevşemesi (diyastol) sesine ise S2 kod adı verilmiştir. Bir kişinin kalp ritmi Şekil 4'te örnek olarak gösterilmiştir. 49'u kadından oluşmak üzere 205 kişilik denek grubu kullanılarak kalp sesleri 5 saniyelik çerçeveler halinde veri tabanına eklenmiş ve öznelikleri belirlenmiştir. İki farklı öğrenme metodu da ayrı ayrı uygulanarak zayıflık ve üstünlük testleri yapılmıştır. Gauss Karışım Modeli cinsiyetin tanımlanmasında %87,75 başarı gösterirken, Destek Vektör Makineleri ise %93,87 ile daha yüksek bir başarı sergilemiştir. İki tanıma yönteminde de yaş belirlenmesindeki başarı oranı %78,28'de kalmıştır.



Şekil 4. Kalp Sesleri Kullanarak Kişi Tanıma

- Taşınabilir Sensörlerden Aktivite ve Kişi Tanıma: Bir bireyin hareketlerini ve aktivitelerini, bireyden uzakta takip edebilme üzerine çalışma yapan Erdaş [12], klasik yakından kişi tanıma sistemlerine farklı bir soluk getirmiştir. Yaptığı çalışmada kişiyi takip etmenin dışında, kişiyi tanıma (ayırt etme) amacı da gütmüştür. Bu amacı gerçekleştirmek için hareket ölçebilen sensörler içeren giyilebilir ekipmanlar kullanılmıştır. Giyilebilir olarak tasarlanan bu ekipman manyetometre, jiroskop ve ivmeölçer sensörlerini bünyesinde barındırmaktadır. Bileğe takılan shimmer sensörü yardımıyla Şekil 5'teki gibi çeşitli aktivitelerin denemesi yapılarak, sensör tarafından algılanan veriler kaydedilmiştir. Sensör dönütlerinden elde edilen zaman, frekans ve dalgacık verileri ile hareket ve kişi tanınması yapılmak istenmiştir. Random Forest, J48, Uyarlanabilir Yükseltme (AdaBoost), Karar Kütüğü ikilisi, Destek Vektör Makineleri ve k-NN öğrenme yöntemleri kullanılmıştır. Performans iyileştirmesi için de filtreleme, öznitelik seçimi ve sensör füzyonu gibi metotlar uygulanılmaya çalışılmıştır. Seçilmiş öznitelikler Random Forest yöntemi kullanılarak yorumlandığında ise başarı oranı %88,4 gibi bir orana ulaşmıştır.



Şekil 5. Shimmer Sensörü ve Kullanımı



3. AMAÇ VE KAPSAM

Teknoloji denilince akla, insan hayatına katma değer getiren, işlemleri hızlandıran ve güvenliği artıran bilimsel gelişmeler gelmektedir. Günümüzde zamanın ve güvenliğin önemi tartışılmaz derecede önemlidir. Bu nedenle hız ve güvenlik insan hayatının vazgeçilmez bir parçasıdır. Güvenliği göz ardı etmeden istenilen veriye ya da izne hızlı bir erişim bütün insanlığın yegâne isteğidir. Bu doğrultuda düşünülürse, eve kısa yürüme mesafesindeki bir kişinin ev sistemi tarafından doğru olarak tanınması ve kapının açılması kişinin hızlı bir şekilde evine girebilmesine ve fazladan çaba harcamamasını sağlar. Teknoloji insan hayatında zamanını boşa harcatan engelleri kaldırmaya hizmet etmelidir. Bu çalışma, bu amaca hizmet etmek amacıyla başlatılmıştır.

Durağan bir ses tanıma taklit edilebilir ve aşılabilir bir durumdur. Radyo frekans tabanlı tanımlama (RFID) gibi tanımlama cihazları da ele geçirilebilir ve sistem başkası tarafından aşılabilir. Ama her kişinin yürüyüş ve adımlarda yere uyguladığı baskı farklıdır [13]. Dolayısıyla her yere vuruş ve çekişte çıkarılan seslerin derinliği ve dalga boyları ile süresi farklı olacaktır. Bu nedenle kolay kolay taklit edilemeyen ve diğer tanıma yöntemlerinden daha az uğraş ile kişi tanıma sisteminin oluşturulması hedeflenmektedir. Çalışmanın ana amacı da yürürken çıkarılan ayak seslerinden kişi tanıma yapılabilmesidir.

Bu çalışma başarıya ulaştığı takdirde, diğer kişi tanıma sistemlerine göre daha hızlı ve pratik bir kişi tanıma sistemi olabilmeyi hedeflemektedir. Kişi tanımlama öncesindeki asıl süre alan bekleme süresini minimum düzeye indirerek bu amaç gerçekleştirilebilecektir. Eve veya bir sisteme giriş bölgesine birkaç adım kala algılanacak ayak seslerinden doğrulama yapıp, giriş izni verilmesi mümkün olabilecektir. Projenin insan hayatında kullanılabilecek örnek kullanımı Şekil 6'da gösterilmiştir.

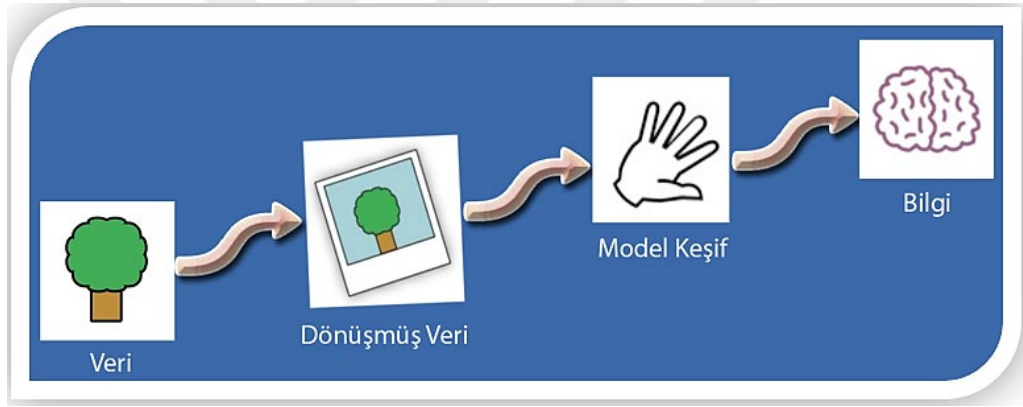


Şekil 6. Ses Doğrulması ve Giriş İzni Verilmesi

Başlangıç aşamasında olan bu çalışma birçok çalışmanın da önünü açabilecek ve yeni fikirlerin yeşermesini mümkün kılacaktır. Bu çalışmanın gidebileceği yerleri düşündüğümüzde; ayak sesleri tanınmasının ardından çipli bir kart okutularak iki aşamalı bir doğrulama yapılabilir. Ya da bir iki adım öncesinden tanınan ayak seslerinin ardından konuşma veya yüz tanıma ile bütünleşik bir yapı haline getirilerek, güvenliğin iki aşamalı bir yapıya kavuşturulması da mümkün olabilecektir.

4. VERİ MADENCİLİĞİ

Çeşitli yollarla elde edilip yığılmış devasa veriler arasında daha önce fark edilmemiş ve gizli yönlerinin, birden farklı analize tabi tutularak elle tutulur ve faydalı bilgiler sağlanmasına veri madenciliği denilmektedir [14]. Adından da anlaşılacağı üzere faydalı bilgi büyük ölçekli yığınlar arasında sembolik olarak kazılıp çıkarılmasıdır [15]. Verinin bilgiye dönüşürken geçirdiği aşamalar Şekil 7’de sembolize edilmiştir. Kaynaklarda ve literatürlerde bilgi madenciliği olarak da geçmektedir [16]. Günümüz teknolojisiyle düşündüğümüzde ise devasa veri yığınları arasından insan gözünden kaçabilecek ya da insan gücüyle fark edilip kullanılmayacak işe yarayabilecek verilerin bilgisayar ve algoritmalar yardımıyla ortaya çıkarılması mümkündür [17]. Veri madenciliği daha önce hiç akla gelmemiş sonuçları bize sunabilme yeteneğiyle çok kıymetlidir.



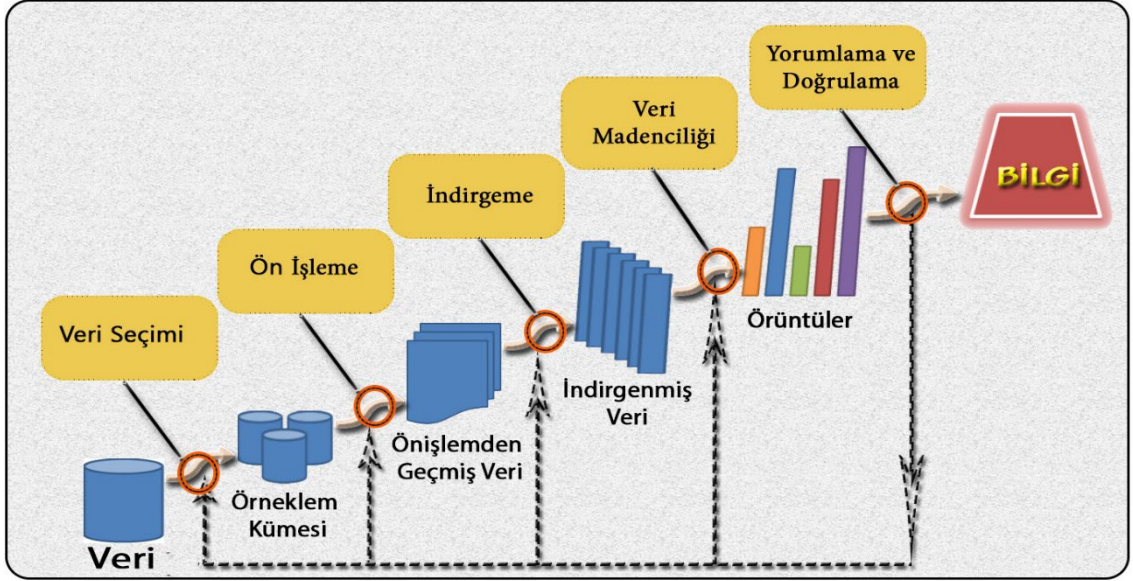
Şekil 7. Verinin Bilgiye Dönüşüm Aşamaları

Veri madenciliği uygulamaları günümüzde birçok sektörde kendine yer bulmuştur. Bu uygulamalar sağlık sektörü, pazarlama, bankacılık, insan kaynakları yönetimi, İnternet işlemleri, bilgisayar sistemleri analizi gibi birçok alanda vazgeçilmez bir unsurdur [18].

4.1. Veri Madenciliğinde Verileri Hazırlama

Veri madenciliğini günümüzde vazgeçilmez yapan devasa veri tabanlarına erişimin mümkün olması yatmaktadır. Nerdeyse bütün kurumlar çalışanlarının ve müşterilerinin detaylı verilerini tutmaktadırlar. Giriş-çıkışlar, hangi kısımlara erişildiği ne yenilip içildiği ne kadar kaldığına dair birçok veri saklanabilmektedir. Tutulan bütün veriler doğru olarak kabul edilemez belki de birçoğu veri madenciliğinde kullanılması hiçbir amaca hizmet etmeyebilir.

Adı üstünde olan ve gelişigüzel istiflenmiş yığın veriler belli bir düzene tabi tutulmadan, veri üzerinde analiz ve çıkarım yapmak mümkün doğru sonuçları vermeyecektir. Birbirini tekrar eden veriler olabileceği gibi eksik parçaları olan veriler de karşımıza çıkabilir. O yüzden bu yığın veriler analiz ve işlem yapılmadan önce belli bir düzene sokulmalı, arındırılmalı ve tamamlanmalıdır. Veri madenciliği aşamaları Şekil 8’de gösterilmiş, bu aşamalarda uygulanan işlemler ve işlem döngüsü anlatılmaya çalışılmıştır.



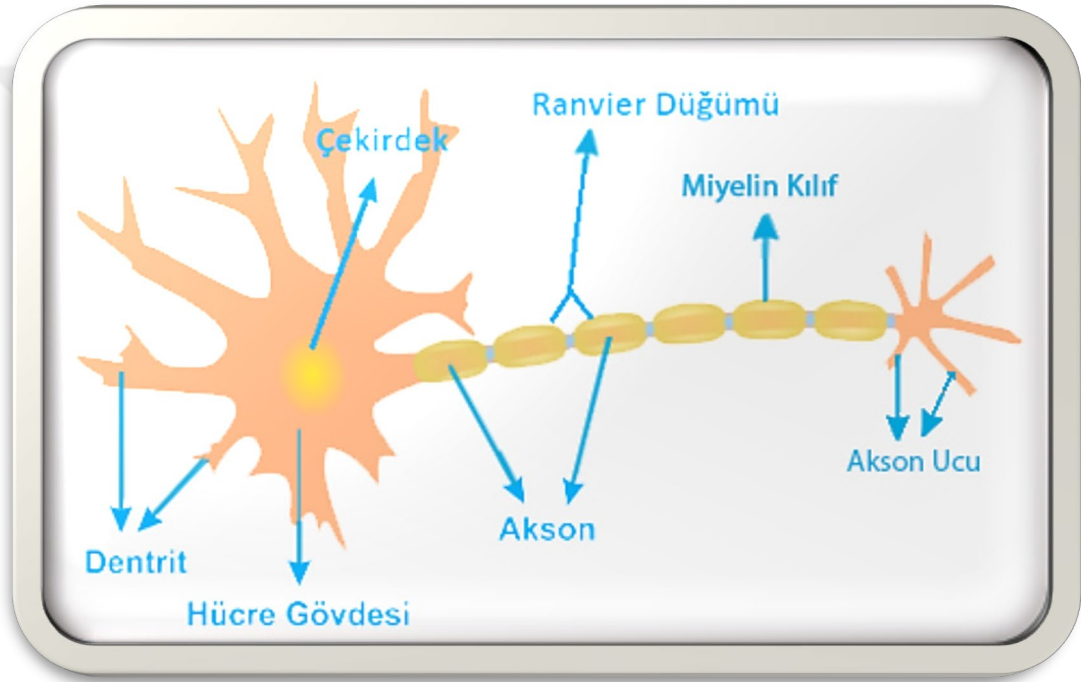
Şekil 8. Veri Madenciliği Aşamaları

Veri düzenleme için aşağıdaki başlıca yöntemler uygulanmaktadır.

- Verilerin Toplanarak Saklanması
- Eksik Verilerin Tamamlanması ve Düzenlenmesi
- Gürültünün Ortadan Kaldırılması
- Verilerin Bütün Haline Getirilmesi
- Anlamlı Veriye Çevirme
- Tekrardan Alıkoyma ve Azaltma

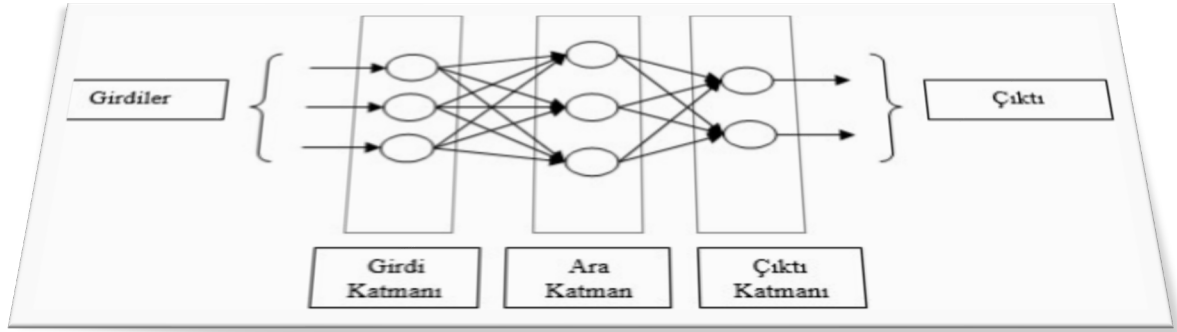
4.2. Yapay Zekâ

Yapay zekâ, zeki yaşam formlarının anlaşılması, bir nevi taklit edilmesi temeline dayanan suni zekâ kullanımudur. Bununla kalmayıp modüler zeki kısımlarını oluşturabilmesidir. Yaratılmış en zeki varlık olan insanın sahip olduğu beyin, günümüzdeki üst düzey teknoloji sayesinde bile yalnızca zerresi çözülebilmiş bir organdır. Beyni oluşturan milyarlarca nörondan oluşan sinir ağındaki yalnızca bir nöron hücresinin genel görünümü Şekil 9’da gösterilmiştir. İnsan mevcut veriler ışığında, gerçekleşmekte ya da gerçekleşecek olayın nereye gidebileceğini, edindiği tecrübelerden yararlanarak projeksiyon edebilir ve çıkarımlar yapabilir.



Şekil 9. Beyni Oluşturan Sinir (Nöron) Hücresi

Yapay zekâda, insanda bulunan muhakeme etme ve akılcı davranış sergileme yeteneği mevcuttur. Yapay zekânın ilgilendiği ve analiz etmek istediği alan; insanın bir şey düşünme özelliğini taklit edip duygusallık, önyargı ve sübjektiflik parametrelerini dışlayarak, daha net ve doğru sonuçlara ulaşmaktır. Yapay zekâyı bir çerçeve çizilmesi mümkün değildir. Çünkü ucu bucağı kestirilemeyen bir alandır.

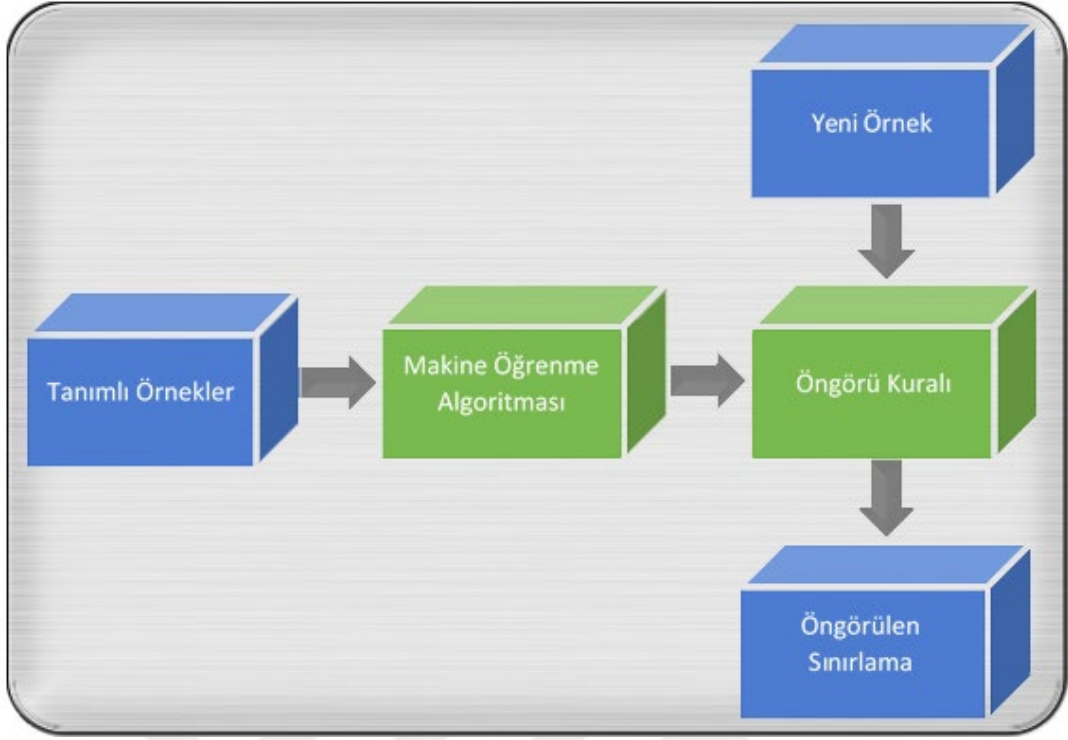


Şekil 10. Yapay Bir Sinir Ağı Yapısı

Yapay zekâ en çok matematik, istatistik, çeşitli mühendislikler, doğa (uzay) olay tahminleri gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Yapay sinir ağları tekniği de yine yapay zekâ alanında yapılan çalışmalar sonucu ortaya çıkmıştır. Şekil 10'da Yapay zekânın alt dalı olan yapay sinir ağının girdileri nasıl yorumladığını, çizilen şematik ile örnek bir kullanım gösterilmiştir.

4.3. Makine Öğrenmesi

Bilgisayarların ilk üretim tarihinden itibaren, insan benzeri bir öğrenme yapıp yapamayacağı sorusu akli meşgul etmiştir. Bunun için birçok çalışma yapılmıştır ve günümüzde ilerleme kaydedilmeye başlanmıştır. Makine öğrenmesi, bilgisayarların öğrenmesi bir nevi tecrübe kazanması işlemini ele alan çalışmalardır. Canlı veya cansız bir zekâ, eğer davranışlarını ve yorumlamalarını kendine daha yararlı olacak şekilde düzenleyip değiştirebiliyorsa, o zekânın öğrendiği ve tecrübe kazandığı çıkarımı rahatlıkla yapılabilir.



Şekil 11. Makine Öğrenme Diyagramı

Makine olarak ele alırsak işlemci içeren bir cihaz mevcut verilerini analiz ederek kendini geliştirip daha iyi performansa veya başarıya ulaşabiliyorsa burada makine öğrenmeden söz edebiliriz. Şekil 11’de tipik bir öğrenme süreci diyagramı gösterilmiştir. Makine öğrenmesi, veri madenciliği ve derin öğrenme vb. gibi birçok alandan beslenerek büyümektedir.

4.4. Veri Madenciliği Yöntemleri

Veri madenciliğin birçok veri tabanını bünyesinde yoğunlaşarak etkileşim içerisine girer. Verilerdeki bağlam bütünlükleri ve ilginç analizler kullanıcıyla buluşturulur. Yorumlanan bu sonuçlar ayrı bir sekme oluşturularak kaydedilir ve yeni analizler için hazır halde bekletilebilir. Veri madenciliğinde gizli kalmış cevherler (veriler) bulunmadığı sürece arayış sürmektedir.

4.5. Bayes Algoritmaları

Temel sınıflandırma yönteminde olduğu gibi çok özellikli vektör kullanılarak sağlanan veri kümelerinden olasılıkçı bir öğrenme geliştirmek ve bunun neticesinde sonradan gelecek verileri en doğru şekilde sınıflandırmak amaçlanmaktadır. Örüntü tanıma için kullanılması planlanan her belirleyici öznelik ya da girdi parametrelerinin bağımsız olması gerekmektedir. Gözetimli ayrıklaştırma kullanıldığında ise numerik özellikler işlenebilir hale gelir. Bu sınıflandırma

yöntemine Naive Bayes sınıflandırma yöntemi denir. Naive Bayes algoritmasından türetilen diğer algoritmalar da aşağıdaki gibidir.

- Naive Bayes Updateable
- Naive Bayes Multinomial
- Naive Bayes Multinomial Updateable
- Naive Bayes Multinomial Text

4.6. Ağaç Algoritmaları

Döngü içermeyen bağlı graf yöntemine ağaç adı verilir. Kullanılacak veri kümeleri ağaç yapısına benzer şekilde ağacın kök, gövde ve yapraklarına yerleştirerek anlamsal ve ilişkisel bir yapı oluşturulur. Her bir dallanmaya düğüm adı verilir ve ilk dallanılan düğüme de kök adı verilir. Ama yapay zekâ algoritmalarında çok dallı bir ağaç yapısı tercih edilmeyip ikili ağaç yapıları daha verimli görülmektedir. Yapay sinir ağlarında en çok kullanılan ağaç uygulamaları aşağıdaki gibidir.

- J48
- Decision Stump
- Random Tree
- Random Forest
- REP Tree
- M5P
- LMT
- Hoeffdin Tree

4.7. Kural Tabanlı Algoritmalar

Sınıflandırma yapmadan önce karar tablosu önceden oluşturulur. Arama yaparken de ilk aramanın en iyi sonucu vermesi için öznitelik havuzundan verileri inceler. Bu inceleme için

çapraz doğrulama yönetimini de kullanabilir. Açıklanan bu kural tabanlı algoritma Decision Table olarak adlandırılır. Diğer kural tabanlı algoritmalar ise aşağıdaki gibidir.

- One R
- PART
- M5 Rules
- J Rip

4.8. Fonksiyonlar

Doğrusal basit bir regresyon yöntemi kullanılarak makinenin öğrenim gerçekleştirme amaçlanır. Oran olarak en düşük, kare bazlı hata veren veriyi seçer. Bu fonksiyonun çalışabildiği nitelik sayısal olanlardır. Basit doğrusal bir regresyon fonksiyonu adından da anlaşılabilir üzere Simple Linear Regresyon olarak adlandırılır. Makine öğrenmesi için birçok fonksiyon çeşidi kullanılabilir. Aşağıda sıralanan fonksiyonlar da çokça kullanılmaktadır.

- 4.8.1. SMO
- SM Oreq
- Voted Perceptron
- Gaussian Processes
- SGD
- SGD Text
- SimpleLogistic
- Logistic

4.9. Tembel Algoritmalar

Adından da anlaşılacağı üzere bu algoritmaların tamamı öğrenme için aldığı veri kümelerini depolarlar ama sınıflandırma yapılacak vakte kadar elle tutulur bir işlem yapmazlar. IBk tembel

algoritmasının açılımı k-en en yakın komşu sınıflandırma algoritmasıdır. Komşuların en yakın olanının bulunmasını hızlandırmak adına birçok farklı arama algoritmaları kullanılabilir. Standart açılışta doğrusal arama kullanılsa da KDTree, BallTree, CoverTree gibi birçok seçenek te mevcuttur. Tembel algoritmalara örnek olarak aşağıdaki modellerde gösterilebilir.

- KStar
- LWL

4.10. Çeşitli Sınıflandırıcılar

Seri hale getirilmiş sabit bir nesne yükler ardından bu nesne çevresinden keşif yapmaya çalışır. Sabit bir modeli barındırdığından gelecek yeni öğrenme örnekleri bu sınıflandırıcıda bir etki sağlamaz. Bu sınıflandırıcıya Serialized Classifier denilmektedir. Bir diğer sınıflandırıcı ise Input Mapped Classifier olarak adlandırılan giriş adres verisine göre sınıflandırma yapan sınıflandırıcıdır.

4.11. Meta Öğrenme Algoritmaları

Bu algoritmaların temel amacı, sınıflandırıcıların zayıf yönlerini kırarak daha güçlü ve verimli bir makine öğrenme gerçekleşmesine olanak sağlamaktır. Girilen bir nitelik temel sınıflandırıcıları belirler, geriye kalanlar ise rasgele sayı üretici, torbalama ve hızlandırma görevini üstlenir böylece yinelemenin miktarı ortaya çıkarılmış olur. Belli başlı meta öğrenme algoritmaları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Bagging
- Random Committe
- 4Random Sub Space
- Ada Boost M1
- Addictive Regression
- LogitBoost

- Vote
- Stacking
- Cost Sensitive Classifier
- Attribute Selected Classifier
- CV Parameter Selection
- Multi Scheme
- Iterative Classifier Optimizer
- Classification Via Regression
- Regression By Discretization
- Multi Class Classifier

4.12. Veri Madenciliğinde Hata Analizi

Veri madenciliğinde toplanan, birleştirilen, düzenlenen ve arındırılan veriler son aşama olarak analize tabi tutulmaktadır. Başta da bahsettiğimiz gibi veri yığınları arasında gizlenmiş ya insan gözüyle fark edilemeyen bilgilerin bulunana kadar araştırılması veri madenciliğinin ana konusudur. Ama her zaman çıkan sonuçlar istenildiği verimi ve amacı sağlamayabilir. Bütün analizler sonucu oluşan bulgular amaca hizmet etmiyorsa burada bir hata söz konusudur. Belki veri yığını üzerinde yapılan düzenlemeler tamamıyla doğru olsa da başlangıçta belirlenen amaca hizmet etmediğinden hatalı kabul edilir. Ve tabii ki yeni düzenlemeye ihtiyaç duyar. O yüzden veri madenciliğinde birinci inceleme klasik düzenlemeleri ele alırken ikinci inceleme amaca uygunluk noktasında olmalıdır. Doğru ve faydalı bilgiye ancak böyle ulaşılabilir.

4.12.1. Sayısal Sonuçları Tahmin Etmek

Sayısal sonucun tahmini konusunda, weka yazılımı kullanılabilir. Bunu yapmak için de öngörülen talep düzeyinin, oluşan talep düzeyinden ne kadar farklı olduğu ölçülür. Bu şekilde öngörüle bulunan tahminin ne derece etkin olduğu sonucuna ulaşılır. Sayısal sonuçları tahmin etmek için aşağıdaki formüller kullanılır.

- Korelasyon Katsayısı

$$r = \frac{\sum(xy) - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n}}{\sqrt{(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n})(\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n})}} \quad (1)$$

- Ortalama Mutlak Hata

$$\text{Ortalama Mutlak Hata} = \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{\theta}_i - \theta_i|}{n} \quad (2)$$

- Hataların Karelerinin Ortalamasının Karekökü

$$\begin{aligned} \text{Hatalarının Karelerinin Ortalamasının Karekökü} \\ = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n |\hat{\theta}_i - \theta_i|^2}{n}} \end{aligned} \quad (3)$$

- Göreceli Mutlak Hata

$$\text{Göreceli Mutlak Hata} = \frac{\sum_{i=1}^n |\hat{\theta}_i - \theta_i|}{\sum_{i=1}^n |\bar{\theta} - \theta_i|} \quad (4)$$

- Göreceli Mutlak Hata Karekökü

$$\text{Göreceli Mutlak Hata Karekökü} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n |\hat{\theta}_i - \theta_i|^2}{\sum_{i=1}^n |\bar{\theta} - \theta_i|^2}} \quad (5)$$

4.12.2. Kategorik Sonuçları Tahmin Etmek

Kategorik sonuçlardaki sınıf verilerinin tahmini aşamasında hangi tür sınıfının kaçında doğru yerleşim yapıldığının kestirilmeye çalışılmasıdır. Hangi sınıfa yerleşim yapıldığını görmek için aşağıda görülen Şekil 12'deki gibi bir hata matrisi tablosu kullanılmaktadır.

Hata Matrisi

		Gerçek Değer	
		Pozitif(1)	Negatif(0)
Tahmin Edilen Değer	Pozitif(1)	TN	FP
	Negatif(0)	FN	TP

Şekil 12. Hata Matrisi

Doğruya doğru demek (TP (True Positive))- Doğru Tahmin

Doğruya yanlış demek (TN (True Negative))- Yanlış Tahmin

Yanılsa doğru demek (FP (False Positive))- Yanlış Tahmin

Yanılsa yanlış demek (FN (False Negative))- Doğru Tahmin

Kategorik sonuç tahmininde kullanılan diğer yöntemler aşağıdaki gibidir.

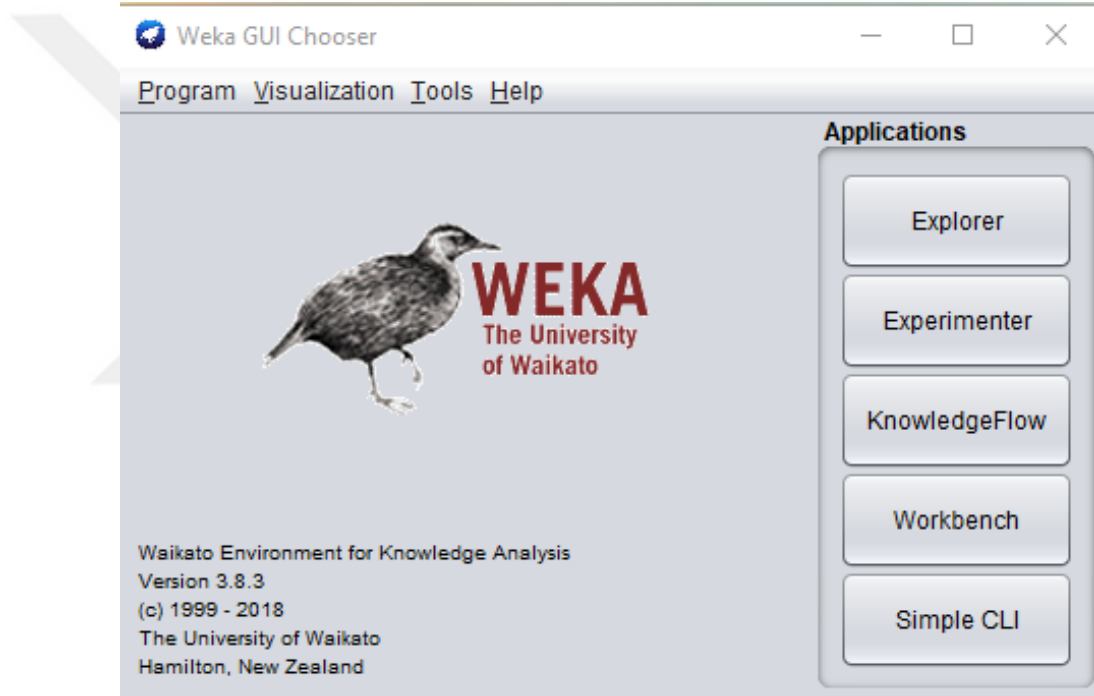
- Doğru Yere Yerleştirme Başarısı
- Kappa İstatistiği

$$\kappa = \frac{Pr(a) - Pr(e)}{1 - Pr(e)} \quad (6)$$

- Tahmin Sınıfının Doğruluk Detayları

4.13. Weka

WEKA, bilgisayar bilimlerinin önemli konularından birisi olan makine öğrenmesi (machine language) konusunda kullanılan paketlerden birisinin ismidir. Waikato üniversitesinde açık kaynak kodlu olarak JAVA dili üzerinde geliştirilmiştir ve GPL lisansı ile dağıtılmaktadır. Weka ismi Waikato Environment for Knowledge Analysis kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır.



Şekil 13. Weka Yazılımı

WEKA verileri basit bir dosyadan okur ve veriler üzerindeki stokastik değişkenlerin sayısal veya nominal değerler olduğunu kabul eder. Aynı zamanda veritabanı (database) üzerinden de veri çekebilir ancak bu durumda verilerin bir dosya verisi şeklinde olması beklenir. Weka yazılımının ana ekranı ve genel menüleri Şekil 13'te gösterilmektedir.

WEKA üzerinde makine öğrenmesi ve istatistik ile ilgili pek çok kütüphane hazır olarak gelmektedir. Örneğin veri ön işleme (data preprocessing), ilkelleme (regression), sınıflandırma (classification), gruplandırma (clustering), özellik seçimi veya özellik çıkarımı

(feature extraction) bunlardan bazılarıdır. Ayrıca bu işlemler sonucunda çıkan neticelerinde görsel olarak gösterilmesini sağlayan görüntüleme (visualization) araçları bulunmaktadır [19].



5. MATERYAL VE YÖNTEM

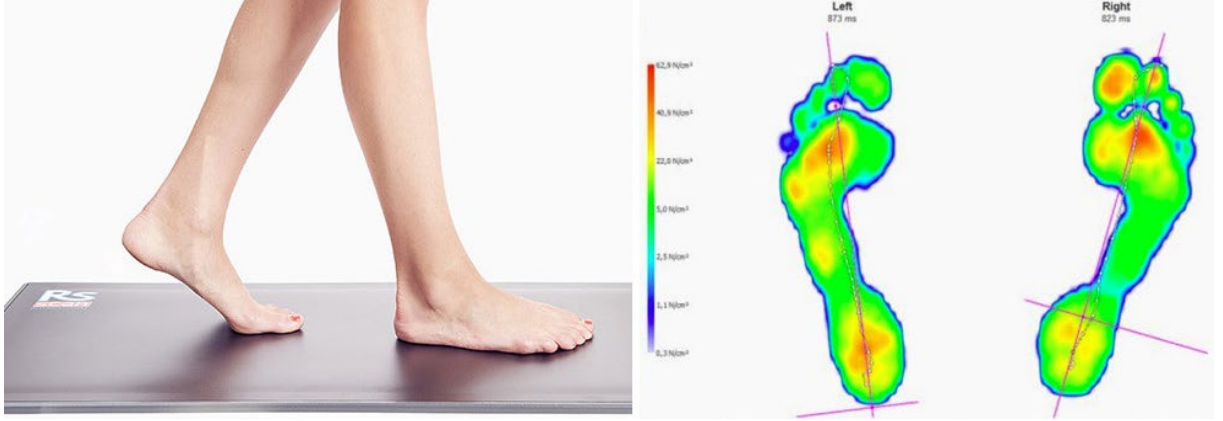
5.1. Yürüyüş Analizinin Yapılması

İnsan ayağının yere basma şekli durma, koşma ve yürüme durumlarına göre farklılık göstermektedir. Yere basma şekli ve şiddeti ise farklı ses tonlarının oluşumuna yol açar [13]. Yürüyüş şekil analizi yapmadan evvel, ölçüm metodunun seçilmesi gerekir. Yürürken ve koşarken yapılan ölçüme dinamik ölçüm denilmektedir. Seçim yapıldıktan sonra ise insanların yaptığı işe bağlı olarak analiz ve test durumları değişiklik gösterecektir. Yaptığı iş sebebiyle sürekli ayakta duran ya da sürekli hareket halinde olan insanların yürüyüş ölçüm ve analizleri farklı olarak değerlendirilmelidir.

Yürüyüş ses ölçümünün ortopedik olarak değerlendirilmesi gerekirse; birçok kişisel farklılıkların ayak basış şeklini değiştirdiğini ve kişiye özel bir hale getirdiğini unutmamak gerekir. Aşağıdaki örnek durumlar bu değişime neden olmaktadır.

- Ayak tabanının içeri ve dışarı basma açıları
- Düz Tabanlık
- Yüksek Tabanlık
- Topuk Dikeninin Bulunması
- Baş Parmakta Kemik Çıkıntısının Bulunması

Gibi birçok fonksiyonel farklılık (sorun) da kişiye özel bir ayak vuruş sesinin oluşmasında etkin bir rol oynar [13].



Şekil 14. Ortopedik Yürüyüş Analizi

Yürüme analizi sağlık açısından bilgisayar destekli ortopedik basıç taramalarıyla yapılabileceği gibi bizim üzerinde duracağımız ana alan olan ayak vuruş seslerinden elde edilen verilerle de gayet tabii yapılabilir [20]. Şekil 14'te yapılan yürüyüş analizi sırasında ayakta oluşan basınç bölgeleri ve yoğunluğu bilgisayar üzerinde görülmektedir.

5.2. Yürüme (Adım) Seslerinin Kaydı

Yürüyüş dinamikleri ve özelliklerini elde etmek için en uygun, en temiz ve analize en elverişli ses kayıtlarının alınması amacıyla bir ses kayıt cihazı kullanılmalıdır. Ses kaydının uzaktan alınması ve portatif olması açısından mikrofonlu bluetooth kulaklık (Şekil 15) kullanılmasına karar verilmiştir.



Şekil 15. Bluetooth Kulaklık

Bluetooth kulaklık telefon ile eşleştirilerek, cihazın mikrofonu kullanılabilir hale getirilmiştir. Android telefonda varsayılan olarak bluetooth kulaklıktan ses kaydı yapabilecek bir yazılım bulunmadığından, uygun bir ses kaydedici yazılımı indirilerek kaydedilecek ses dosyalarının android cihaza depolanması mümkün hale getirilmiştir. Eşleşme ve yazılım gereksinimleri de tamamlanmasının ardından yürüme ses kaydının alınması amacıyla ilk olarak bluetooth

kulaklığı ayakkabıya sabitleyerek kayıt alınması fikri düşünülmüştür. Bunun için bluetooth kulaklığı, ayakkabıya sabitleyecek bir düzenek oluşturulmuştur. Şekil 16’da oluşturulan ses kayıt aparatı ve ayakkabıya bağlanmış pozisyonu gösterilmiştir.



Şekil 16. Ayakkabı Düzeneği ve Pozisyonu

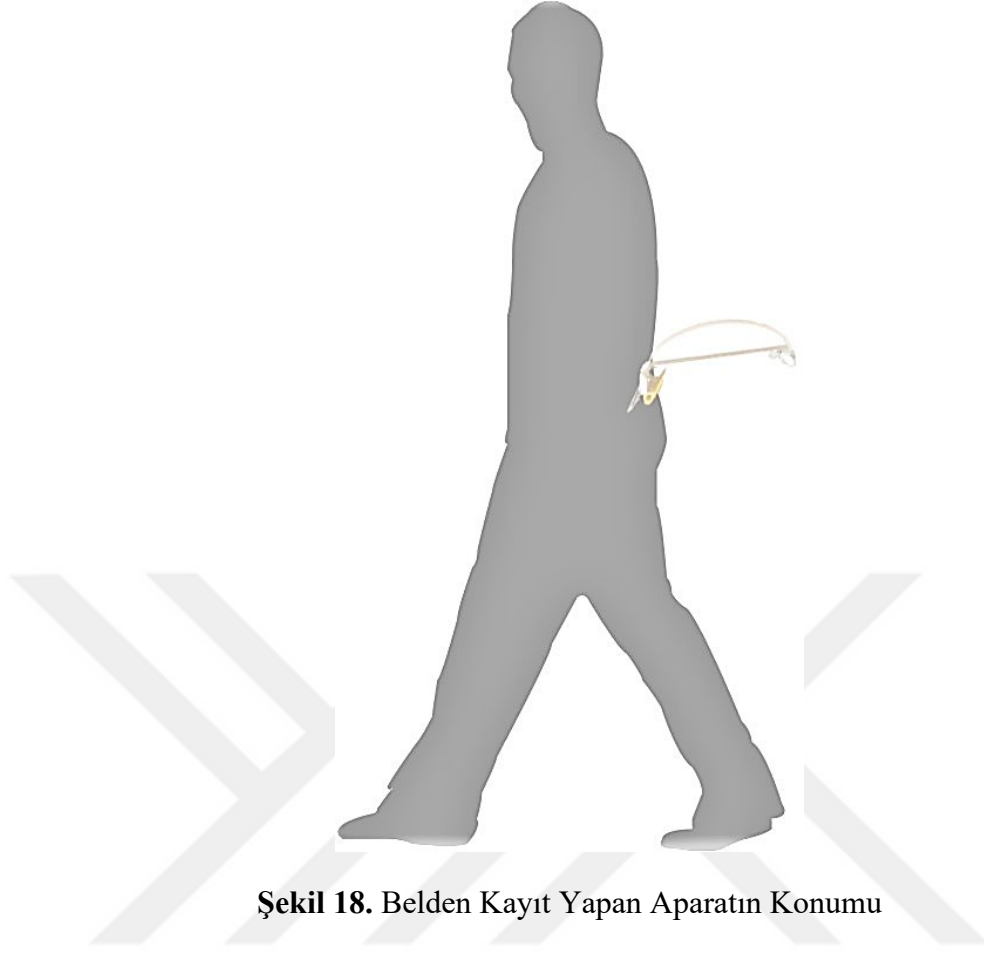
Ayakkabıya sabitlenen bu aparat yardımıyla alınan kayıtlar incelenmiş ve yapılan ses kayıtlarının istenen düzeyde verimli ve temiz olmadığı anlaşılmıştır. Adım atarken ayağın ileri geri hızlı hareketlerinin mikrofonun iç yüzeyinde rüzgâr oluşturduğu ve ses kaydının uğultulu ve kullanılamayacak durumda olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Ses kayıt aparatı basılan yere yakın olduğundan ses patlamalarına ve anlaşılmaz bazı seslerin oluşumuna yol açtığı tespit edilmiştir. Bu nedenlerden ötürü bu kayıt yöntemi amaçların gerçekleştirilmesine engel teşkil ettiğinden genel olarak başarısız bulunmuştur.

Yapılan bu denemenin ardından ses kayıt aparatının vücudun daha sabit bir noktasına sabitlenip kaydın oradan alınmasına karar verilmiştir. Bunun için en yakın ve en uygun noktanın bel bölgesinin arka kısmı olduğu tespit edilmiştir. Bu strateji projeksiyonunda bluetooth kulaklığı bel bölgesinde sabit duracak ve en az sarsıntıyla kayıt imkânı sağlayacak ikinci bir aparat geliştirildi. Şekil 17’de geliştirilen ses kayıt aparatı gösterilmektedir.



Şekil 17. Belden Kayıt Yapabilen Aparat

Oluşturulan aparat hafif olması ve sarkma yapmaması açısından hafif malzemelerden seçilmiştir. 2 adet sabitleyici, sarkmayı önleyici bele destek noktası ve sarsıntıyı azaltıcı tahta çubuk ile güçlendirilmiştir. Bluetooth kulaklık belden 22 cm olacak şekilde konumlandırılmıştır. Bunun amacı bel bölgesinde yürüyüşten kaynaklanacak seslerin kaydının minimuma indirilmesi ve her iki (sağ ve sol) ayağın üst orta noktasında konumlanarak, ikisine de eşit uzakta simetrik bir kaydın yapılmasına olanak sağlamasıdır.



Şekil 18. Belden Kayıt Yapan Aparatın Konumu

Bu aparat belin orta noktasında sabit durması amacı ile geliştirilmiştir. Kot pantolon ve kemer ikilisiyle daha sabit durduğu ve daha temiz kaydın alındığı tespit edilmiştir. Bel kemeri olmayan deneklere, bel kemeri takması sağlanarak aparatın kayıt boyunca daha sabit durması sağlanmıştır. Ve böylece daha sarsıntısız ve temiz kayıtların alınmasının önü açılmıştır. Belden ses kayıt aparatının uzaktan genel görünümü Şekil 18’ deki gibidir.

Denemesi yapılan iki kayıt yönteminden ikincisi olan belden yapılan kayıtların ses analizine daha uygun olduğu tespit edilmiştir. Böylece kişilerin aynı düzeneyle yürüyüş (adım) kayıtlarının alınmasına karar verilmiştir.

5.2.1. Yürüme Dinamikleri ve Özellikleri

Yürümenin genel dinamiğini, adımlara ters orantılı olarak kolların hareketlendirilmesiyle yürüme eyleminin dengeli bir biçimde gerçekleştirilmesi olarak tanımlayabiliriz.

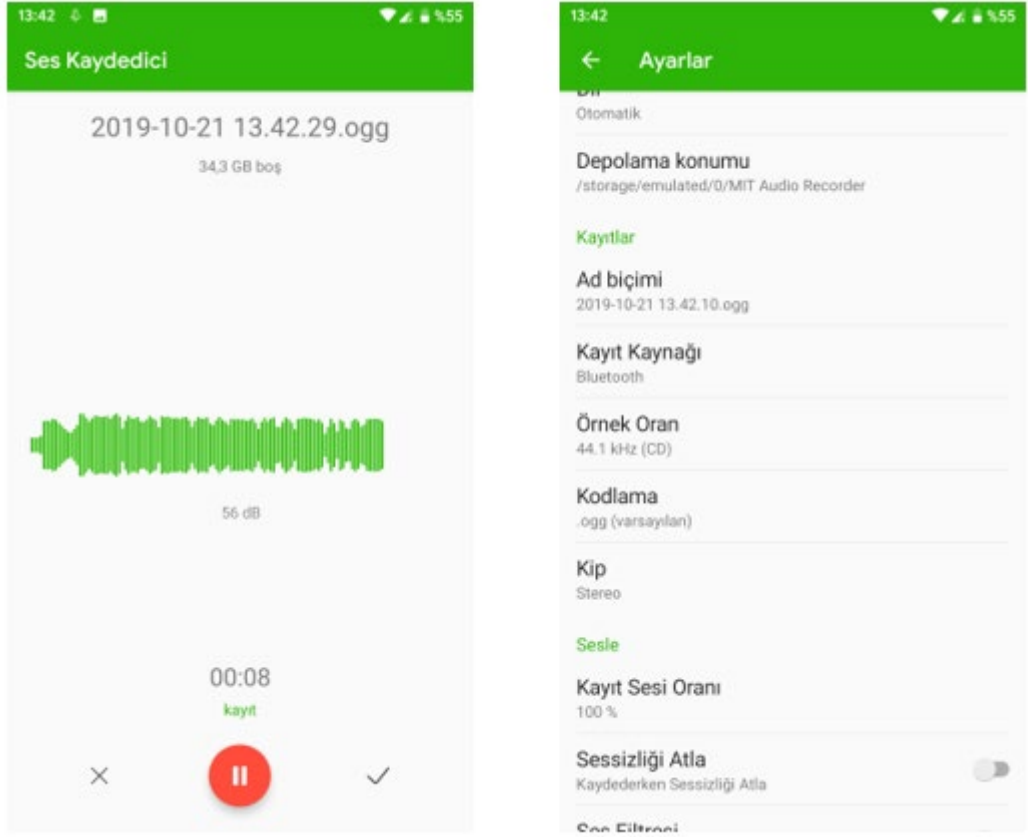
Sağ adımı ileri doğru atarken sağ kol geriye, sol kol ise ileriye doğru çekilir. Sol adımda ise bunun tam tersi gerçekleşir. Adımlar atılırken ayağı yere koyma şeklinin incelemesi son derece

önemlidir. Bunu incelemek yapılan bu araştırmada son derece faydalı olacaktır. Sağ ayağı basarken, önce sağ ayak topuğu yere koyulur. Ardından sağ ayağın tamamı yere koyulur. Sonraki adım için sol topuk yere konulduğunda, sağ ayak parmak ucuyla yeri ezerek kaldırılır [21]. Genelde birçok insan için birincil ayak sağ olduğundan sağ ayağını daha sağlam basarken, sol ayağını yürümeye destek olarak kullanmaktadır [22].

Yürüyüş dinamiği hakkında bilgi sahibi olmak, araştırma aşamasında yapılacak çalışmaları daha bilinçli ve daha verimli bir şekilde yapmaya olanak sağlayacaktır. Bu araştırmada yürüyüş analizi, kaydedilen yürüyüş sesleri üzerinden yapılmaktadır. O yüzden araştırmanın ana unsuru ses dalgalarını yorumlamaktan geçmektedir. Ses dalgalarını incelerken sesin pik ve dip yaptığı yerlerin yürüyüşün hangi aşamasında gerçekleştiği bu araştırma için çok önemlidir. Çeşitli ses düzenleyici ve görüntüleyici yazılımlarda özellikle de Matlab da ses değerlerini net bir biçimde görebilmek araştırma açısından son derece önemlidir. Yapılan ses analizi sonucunda kişinin yürüyüşündeki benzersiz alanlar ve yürüyüş davranışları, hassas bir şekilde belirlenerek kaydedilir. Kaydedilen ses verileri karşılaştırmaya uygun hale getirilip depolanır.

5.2.2. Ses Kaydının Yapılacağı Yazılım

Ses kaydı android cihazın varsayılan uygulamaları arasında bulunmadığından MIT Audio Recorder isimli bir uygulama cihaza kuruldu. Ardından bluetooth kulaklık telefon ile eşleştirildi. Yazılımdan kayıt yapılacak girdi cihazı bluetooth kulaklık olarak ayarlandı. Şekil 19'da kullanılan yazılımın kayıt ekranı ve kayıt ayarları gösterilmiştir. Yapılan denemelerde 44.1 kHz bitrate değerinin yani cd kalitesinde kaydın yapılmasının daha uygun olduğu görüldü. Kodlama yani çıkış formatı olarak ta ogg formatı seçildi.

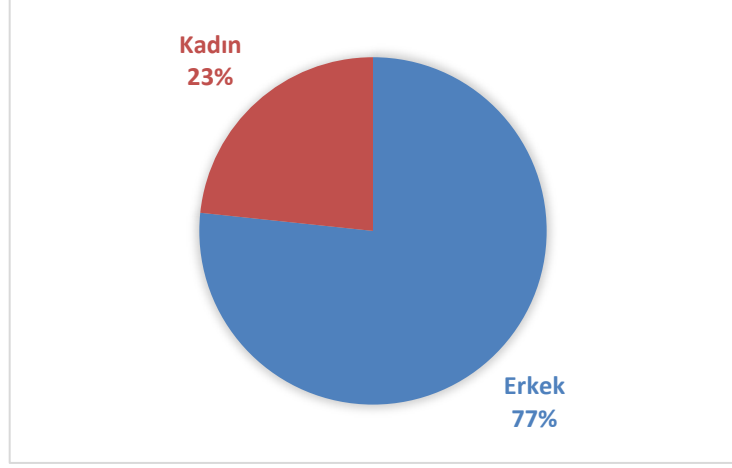


Şekil 19. MIT Audio Recorder Yazılımı

5.3. Verilere Genel Olarak Bakış

5.3.1. Çalışma Grubu

Araştırma grubunu 2019-2020 eğitim-öğretim yılının birinci döneminde, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi 1. Sınıfta öğrenim gören 23'ü erkek, 7'si kadın olmak üzere 30 lisans öğrencisi oluşturmaktadır. Aşağıdaki Şekil 20'da bu durum görsel olarak verilmiştir. Üniversitenin lisans öğrencilerinden oluşan denek grubu, tamamen gönüllülük esasına bağlı olarak araştırma sürecine katılmışlardır. Deneklerin genel yaş ortalaması 19, boy ortalaması 175 cm, kilolarının ortalaması 70 kg'dır.



Şekil 20. Cinsiyet Dağılımı

Şekil 20’de cinsiyet dağılımı yüzdeler bazda gösterilmiştir. Denek grubunun %77’si erkeklerden, %23’ü ise kadınlardan oluşmaktadır. Deneklerin 29 tanesi spor ayakkabı, 1 tanesi kundura giymektedir.

Tablo 1. Denekler Tablosu

Denek No	Cinsiyet	Yaş	Boy	Kilo
Denek 1	Erkek	19	182	75
Denek 2	Kadın	19	160	63
Denek 3	Erkek	18	173	80
Denek 4	Kadın	18	175	82
Denek 5	Erkek	19	180	76
Denek 6	Erkek	29	176	72
Denek 7	Erkek	21	179	75
Denek 8	Erkek	24	180	73
Denek 9	Kadın	18	160	59
Denek 10	Erkek	21	180	60
Denek 11	Erkek	21	180	55
Denek 12	Erkek	19	181	72
Denek 13	Erkek	18	176	68
Denek 14	Erkek	19	175	68
Denek 15	Erkek	19	175	75
Denek 16	Erkek	19	178	78
Denek 17	Kadın	20	160	50
Denek 18	Erkek	19	175	84
Denek 19	Erkek	19	191	62
Denek 20	Kadın	18	168	67
Denek 21	Kadın	18	172	67
Denek 22	Erkek	18	172	60
Denek 23	Erkek	19	179	74
Denek 24	Erkek	18	184	104
Denek 25	Erkek	19	160	75
Denek 26	Erkek	19	177	99
Denek 27	Erkek	19	173	55
Denek 28	Kadın	18	163	55
Denek 29	Erkek	18	175	65
Denek 30	Erkek	19	183	66
Ortalama Değer		19,4	174,733	70,467
En Yüksek Değer		29	191	104
En Düşük Değer		18	160	50

Deneklerin tamamı Tablo 1’de listelenmiştir. Her bir deneğin yaş, boy, kilo bilgileri ayrı ayrı gösterilmiştir. En yüksek, en düşük ve ortalama değerler tablonun en alt satırında belirtilmiştir.

Tablo 2’de gösterildiği üzere kadın deneklerin yaş ortalaması 18, boy ortalaması 165 cm, kilolarının ortalaması 63 kg’dır.

Tablo 2. Kadın Denekler Tablosu

Denek No	Cinsiyet	Yaş	Boy	Kilo
Denek 2	Kadın	19	160	63
Denek 4	Kadın	18	175	82
Denek 9	Kadın	18	160	59
Denek 17	Kadın	20	160	50
Denek 20	Kadın	18	168	67
Denek 21	Kadın	18	172	67
Denek 28	Kadın	18	163	55
Ortalama Değer		18,42	165,42	63,28
En Yüksek Değer		20	175	82
En Düşük Değer		18	160	50

Tablo 3'te gösterildiği üzere erkek deneklerin yaş ortalaması 20, boy ortalaması 178 cm, kilolarının ortalaması 73 kg'dır. Erkek deneklerin yaş ortalaması 19, boy ortalaması 178 cm ve kilo ortalaması 73 kg'dır.

Tablo 3. Erkek Deneklerin Tablosu

Denek No	Cinsiyet	Yaş	Boy	Kilo
Denek 1	Erkek	19	182	75
Denek 3	Erkek	18	173	80
Denek 5	Erkek	19	180	76
Denek 6	Erkek	29	176	72
Denek 7	Erkek	21	179	75
Denek 8	Erkek	24	180	73
Denek 10	Erkek	21	180	60
Denek 11	Erkek	21	180	55
Denek 12	Erkek	19	181	72
Denek 13	Erkek	18	176	68
Denek 14	Erkek	19	175	68
Denek 15	Erkek	19	175	75
Denek 16	Erkek	19	178	78
Denek 18	Erkek	19	175	84
Denek 19	Erkek	19	191	62
Denek 22	Erkek	18	172	60
Denek 23	Erkek	19	179	74
Denek 24	Erkek	18	184	104
Denek 25	Erkek	19	160	75
Denek 26	Erkek	19	177	99
Denek 27	Erkek	19	173	55
Denek 29	Erkek	18	175	65
Denek 30	Erkek	19	183	66
Ortalama Değer		19,69	177,56	72,65
En Yüksek Değer		29	191	104
En Düşük Değer		18	160	55

5.3.2. Çalışma Ortamı

Çalışma ortamı olarak mühendislik fakültesi sınıflarına gidiş yolundaki bir koridor seçilmiştir (Şekil 21). Zemin parlak mermerden oluşmaktadır. Ve çalışma öncesinde zeminde temizlik yapılmış ve zeminde ayakkabıya temas edebilecek küçük nesnelere arındırılmıştır. Çalışma zamanı olarak derslerin olmadığı ve koridorda gürültünün minimum olduğu zamanlar seçilmiştir.



Şekil 21. Çalışma Ortamı

5.3.3. Araştırma Süreci

Ses kaydına başlamadan önce, yalın ve temiz bir kayıt yapmak amacıyla deneklerin elbise ve ceplerinde ses yapabilecek eşyalarını Şekil 22'deki gibi çıkarması ve kenara koyulması sağlandı. Normal hayatta nasıl yürüyorlarsa öyle yürümeleri, farklı bir yürüyüş sergilememeleri istendi. Ardından denek grubunda ki her kişiye geliştirilen belden ses kayıt aparatı takılarak koridorda bir tur gitmeleri, aynı şekilde başlanılan noktaya geri dönmeleri söylenerek bu süreç içindeki adım sesleri kaydedildi.



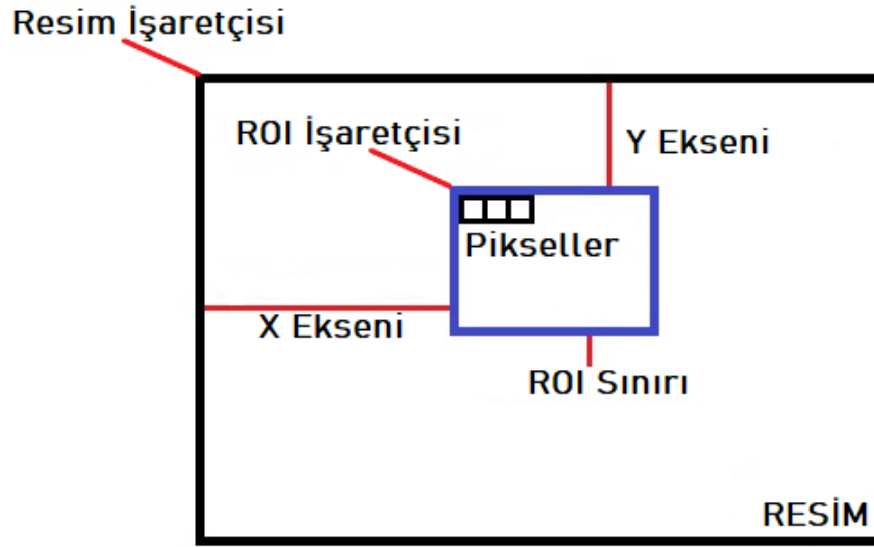
Şekil 22. Deneğin Ses Kaydına Hazırlanması

Kayıt süresince ortam sessizliği muhafaza edildi ve yürüyüş dışında başka bir sesin oluşmamasına özen gösterildi. Kayıt işlemi tamamlanan her denek bitiş noktasına geldiğinde, ses kayıt dosyası isim soy isim olacak şekilde adlandırılarak android cihaza kaydedildi. Her bir denek için aynı süreç tekrarlandı. (Ses kaydına hazırlık süreci de ele alınırsa bir denek için ses kayıt süresi ortalama 4 dakikadır.)

5.4. Kullanılan Yöntemler

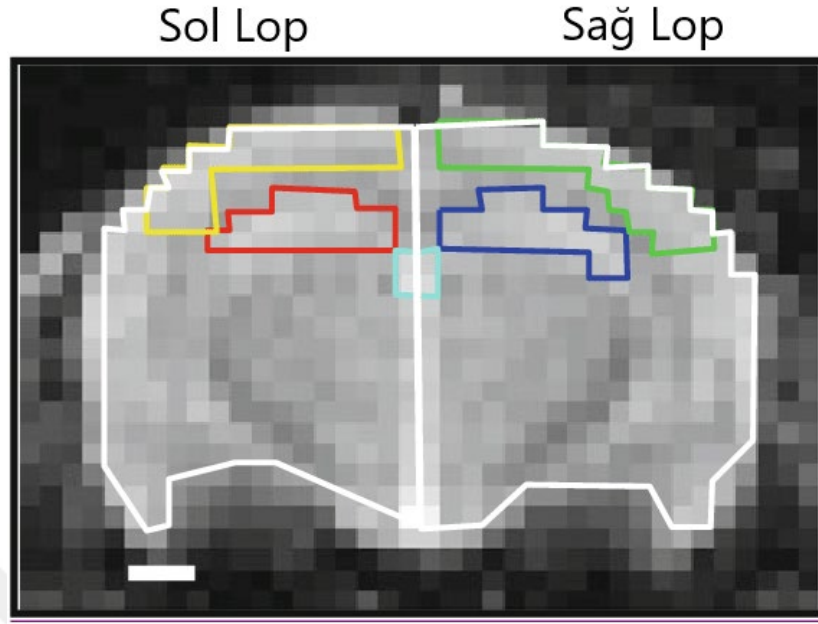
5.4.1. ROI (Region of Interest)

İşleme yapılacak görsellerin önemli bölgelerini yüksek kalitede, daha önemsiz bölgelerini ise düşük kalitede kaydederek görseli işleyen ve sıkıştırılan bir metottur. Şekilde 23'te ROI işleme metodunun resim üzerinde dikkate aldığı noktayı nasıl ele aldığı gösterilmektedir.



Şekil 23. ROI Genel Çalışma Mantığı

Örnek verilecek olursa vesikalık olarak kaydedilecek bir fotoğrafın yüz kısmı 16 bit, geri kalan kısımları 4 bit kalitede sıkıştırılarak kaydedilir. Bu sayede 16 bit kaydedilmiş bir resimden daha küçük boyutta ama 4 bit kaydedilmiş resimden daha işlevsel (yüz bölgesi) bir görüntü kaydı oluşturulur [23]. ROI dikkate alınan nesnenin sınırlarını tanımlar. Tıbbi alanlarda örnek olarak bir tümörün çevresindeki doku ile arasındaki ayrımı yani sınırlarını belirlemek amacıyla kullanılabilir.



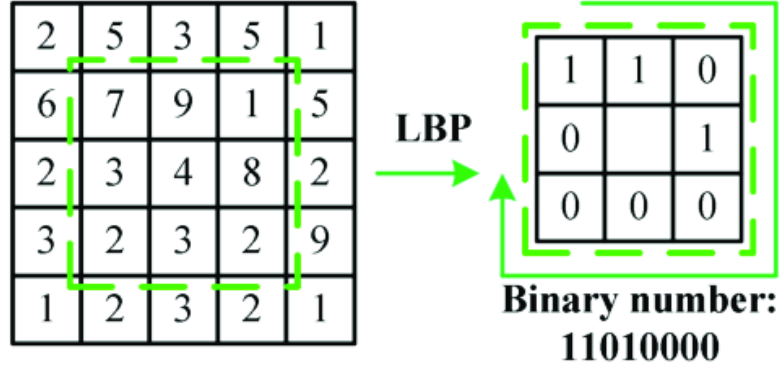
Şekil 24. Fare Beyninin Tomografik Görüntüsü

Şekil 24'te Tomografisi alınan bir fare beyininin bölgeleri sınırları renkli çizgilerle çizilerek ayrımı net bir şekilde yapılmaktadır. Kırmızı çizgi içerisinde kalan alan sol hipokampus, mavi çizgi içerisinde kalan alan sağ hipokampus bölgesini göstermektedir. Sarı ve yeşil ana hatlı çizgi içerisinde kalan bölgeler ise sırasıyla sol serebral korteks ve sağ serebral korteks bölgelerini göstermektedir. Şekilde ki örnekte de görüldüğü üzere bir alana odaklanılıp sınır belirlemesi yapılabileceği gibi bu işlem bütünü bir çok alanı ayırmada da kullanılabilir [24].

5.4.2. LBP (Local Binary Pattern)

Bu algoritma nesne tanıma amacıyla kullanılan bir makine öğrenme yöntemidir. Yapay sinir ağlarının eğitiminde kullanılan bu metot daha çok görüntü ve video dosyalarında etkin olarak kullanılmaktadır [25]. Öğretilmiş bir nesneyi bir bütün içinden ayırt ederek belirler. Başlangıçta doku tanıma amacıyla geliştirilen Local Binary Pattern (LBP) daha sonra yüz tanıma alanında denenmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir [26, 27]. Öncelikle Bütünün içinde, dikkat edilecek ve diğer kısımlardan ayırt edilmesi istenilen bir odak noktası belirlenir. Belirlenen odak noktasındaki yoğunluktan, bu odak noktası çevresinde bulunan diğer noktaların yoğunluk farkı çıkarılır. Sonuç sıfırdan küçük ise 0, büyük veya eşit ise 1 alınır. Odak noktasının çevresindeki 8 farklı noktadan yoğunluk farkları tek tek hesaplanır. 1 ve 0'lerden oluşan bu sayı kümesi ikili olarak (örnek:11010000) yan yana yazılır. Bu ikili sayının desimal

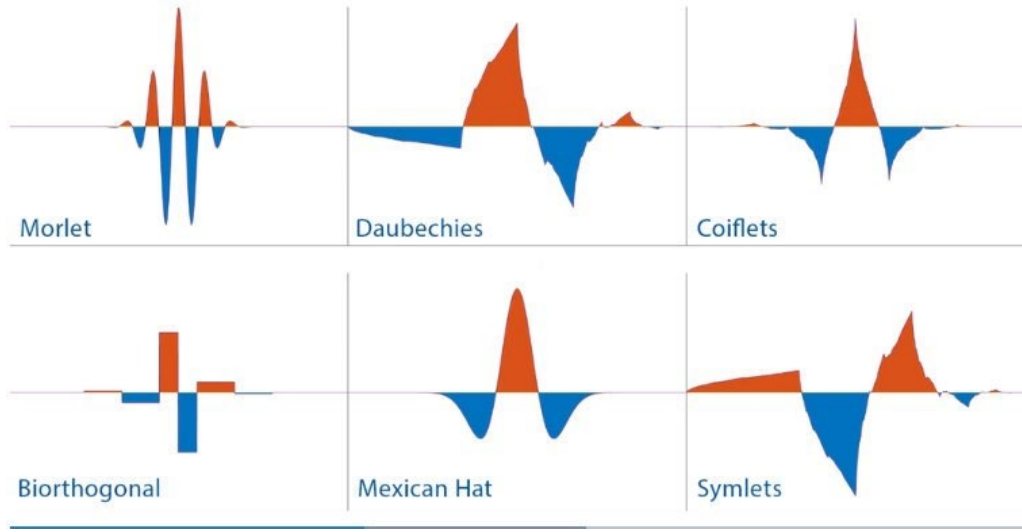
(11010000=>208) olarak karşılığı çıkarılır. Öznitelikleri çıkarılan özellik kümeleri listelenerek yapay sinir ağlarının yorumlamasına hazır hale getirilir. Şekil 25'te LBP'nin çalışma mantığı resmedilmiştir.



Şekil 25. LBP Çalışma Mantığı

5.4.3. DWT (Discrete Wavelet Transform)

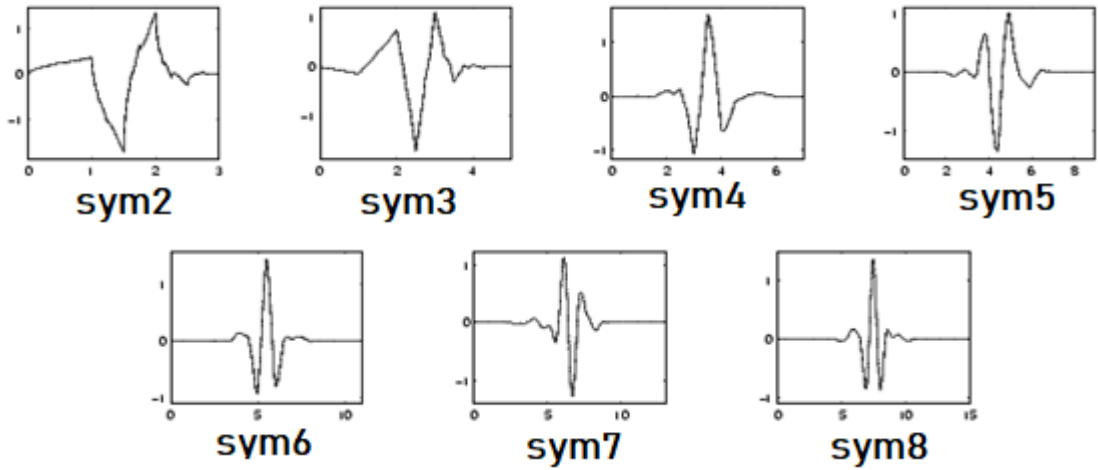
Görüntünün (resim, video, sinyal) matematiksel işlemlerden geçirilerek dönüştürülmesi ve yeni bir şekilde gösterimini yapan metottur. Dalgacık Şekil 26'da gösterildiği gibi belirli süresi ve ortalaması sıfır olan dalga biçimidir. Fourier dönüşümü ile daha düşük başarımla elde edilen ses ve işaret işleme, görüntü ve video işaretleri işleme haberleşme, jeofizik, ekonomi, tıp gibi alanlarda daha iyi sonuç veren dalgacık dönüşüm metodu tercih edilmektedir [28]. Dalgacık dönüşümü yapılırken sayısal analizin ve fonksiyonel analizin ayrı olarak örneklendirildiği dalgacık dönüşüm türü Discrete Wavelet Transform (DWT) olarak adlandırılır. Fourier dönüşümünden farkı ise, frekansları hem yakalar hem de yer bilgisini (zaman konumu) tutar [29]. Ortogonal olmayan bu yeni algoritma temel dalgacık dönüşümüne göre daha iyi seviyede gürültü azaltma yapmaktadır. Yapılan araştırmalarda daha iyi sonuçlar elde ettiği belirlenmiştir [30].



Şekil 26. Dalgacık Dönüşüm Türleri

5.4.4. Symlet Dalgacık Filtresi Hesaplaması (Sym4)

Matlab dalgacık klasöründe bulunan dalgacık filtre türlerinden biri olan Symlet filtresi, dalgacık ilişkilendirmesi yaparak gerçek değerlikli vektörler döndürür. Sinyallerdeki istenmeyen gürültüleri minimum düzeye indirecek filtrelemeyi yapabilmektedir. Symlet dalgacık ailesi makine eğitiminde kullanılmaktadır [28]. Şekil 27’de Symlet filtre çeşitleri ve görünümleri gösterilmiştir. Sym4 filtresi ise symlet filtre ailesinin 4’lü asimetrik ölçek düzenine göre filtreleme yapan bir türüdür. Başarım oranı oldukça güçlü olan bu filtreleme çokça tercih edilmektedir [31].



Şekil 27. Symlet Filtre Farkları

5.4.5. FSCNCA (Feature Selection for Classification) Metodu

DCMLBP veya DWT yardımıyla çıkarılan özniteliklerin arasında yorumlamaya en uygun olanların seçilmesi işlemi, FSNCA metodu kullanılarak yapılmaktadır. Öznitelik kümesi içerisinde seçim yapılırken diğerlerinden belirgin şekilde ayrılan özniteliklerin seçimi yapılmaktadır. FSCNCA yönteminde amaç: seçilen özniteliklerin birbirleri arasındaki ortak bilginin en az seviyede olması ve sınıfları ayırt edebilme gücünün ise en yüksek seviyede olmasıdır. Böylece büyük bir öznitelik kümesinden, sınıflandırmaya katkısı yüksek ve birbirleri ile korelasyonu az olan: yani öznitelikler kümesindeki öz verilere mümkün olduğunca yakın olan, daha küçük bir öznitelik alt küme uzayı elde edilerek karmaşıklık azaltılır [32]. Yapılan öznitelik seçimi ardından oluşturulan veri kümesi, yapay zekâ yöntemleriyle yorumlanabilecek şekilde verimli olarak oluşturulmuş olur.

5.4.6. DCMLBP (Dynamic Center Mirror Local Binary Pattern)

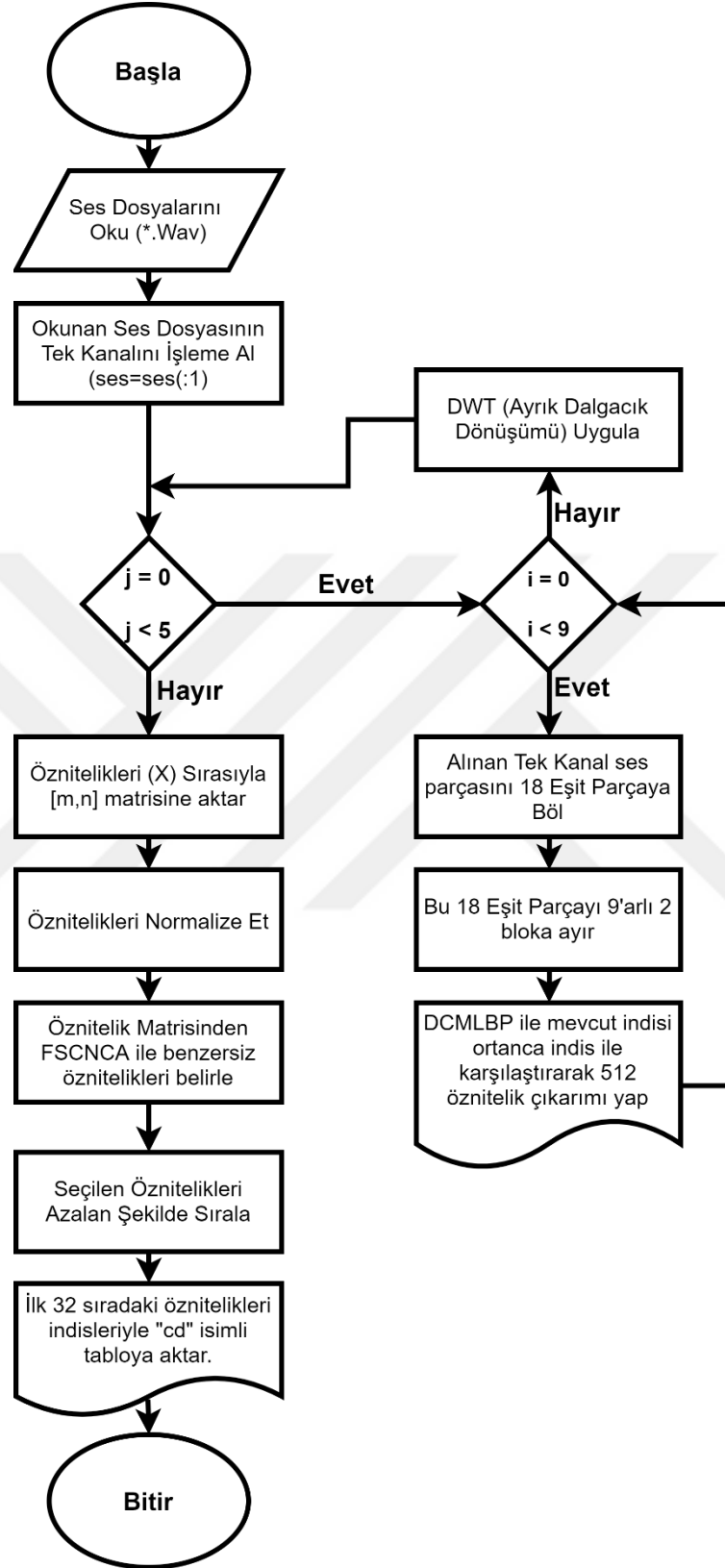
DCMLBP hem görüntü hem ses dosyalarından yani sinyallerden özellik çıkarma işlemi için kullanılabilen sıralı makine öğrenme yöntemidir [33]. Bu çalışmada ise seslerin özellik çıkarımı yönünde kullanılmaktadır. Yüklenen sinyal 18 eşit vektöre bölünür. Ardından bu 18 parçalık grup kendi arasında 9 vektör bir blok, kalan 9 vektör de başka bir blok olmak üzere 2 eşit bloka bölünür. Bu bloklara aynalanmış (yansıtılmış) bloklar adı verilir. Merkez(orta) değer parametrik olarak her iki blok için de belirlenir. Dinamik diye nitelendirilmesinin sebebi de aynalanmış olmasıdır. Merkez değer belirlenmesinin ardından sırayla mevcut değerden orta değerden çıkarılarak bit çıkarma işlemi aşağıdaki denklem kullanılarak elde edilir.

$$Sig(d, t) = \begin{cases} 0, & d - t < 0 \\ 1, & d - t \geq 0 \end{cases} \quad (7)$$

Pseudo Kod

1. Ses Dosyalarını oku(*.wav)
2. Okunan ses dosyasının tek kanalını işleme al(ses=ses(:1))
3. Alınan ses dosyasını 18 eşit parçaya böl
4. Bu 18 parçayı 9'arlı 2 bloka ayır
5. DCMLBP ile mevcut indisi ortanca indis ile karşılaştırarak (ikilik>desimal) 512x4608 adet öznelik çıkarımı yap
6. Her ses dosyası için çıkarılan özneliği DWT (Ayrık Dalgacık Dönüşümü) uygulayarak öznelik sayısını 4608x5=23040'a çıkar.
7. Dosya sırasına göre çıkan özneliklerini [m,n] matrisine kaydet.
8. Özneliklerin normalizasyonunu yap
9. Öznelik kümesi arasından korelasyonu az (benzersiz) olanların seçimini yap (FSCNCA)
10. Seçilen benzersiz öznelikleri azalan şekilde sırala (Değeri en düşük olan en ayırt edilebilir olandır) – Bu işleme ağırlık belirleme de denilmektedir.
11. İlk 32 sıradaki öznelikleri dosya indisi ile birlikte tablolaştır

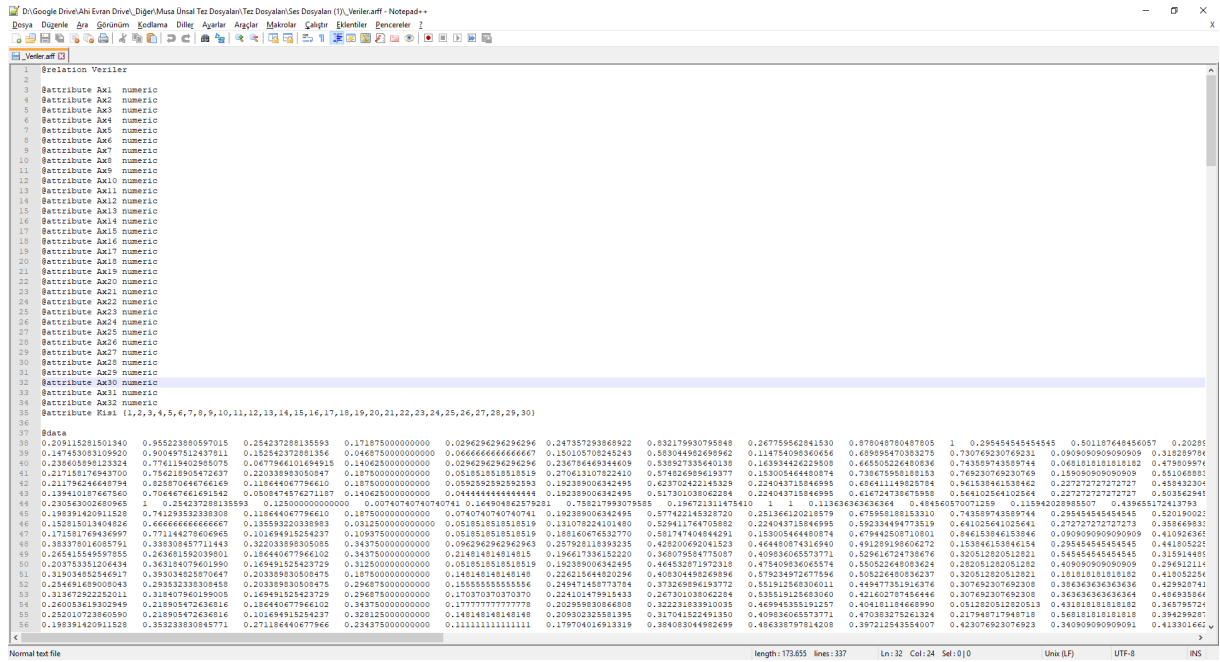
Şekil 28'de giriş olarak verilen ses sinyalinin DCMLBP ve DWT işleminin uygulanma aşamaları ve özellik çıkarım işlemi gösterilmiştir.



Şekil 28. Akış Diyagramı

5.5. Verilerin Analizi

Şekil 29'da belirtilen algoritma Matlab 2019b programında 300 adet ses dosyası için çalıştırılmış ve ses dosyalarının nitelikleri çıkartılmıştır. Toplam 32 nitelik çıkartılmış ve son sütun olarak da yürüme sesinin ait olduğu sınıf belirlenmiştir. Bu veriler Weka programında çalıştırılabilmesi için ARFF uzantılı dosya formatına dönüştürülmüştür. Aşağıdaki Şekil 29'da düzenlenmiş ARFF dosya formatının içeriği gösterilmiştir. Veriler normalizasyon işlemine tabi tutulması nedeniyle nitelikler 0-1 aralığında değerlere sahiptirler.



```
1 @relation Veriler
2
3 @attribute Ak1 numeric
4 @attribute Ak2 numeric
5 @attribute Ak3 numeric
6 @attribute Ak4 numeric
7 @attribute Ak5 numeric
8 @attribute Ak6 numeric
9 @attribute Ak7 numeric
10 @attribute Ak8 numeric
11 @attribute Ak9 numeric
12 @attribute Ak10 numeric
13 @attribute Ak11 numeric
14 @attribute Ak12 numeric
15 @attribute Ak13 numeric
16 @attribute Ak14 numeric
17 @attribute Ak15 numeric
18 @attribute Ak16 numeric
19 @attribute Ak17 numeric
20 @attribute Ak18 numeric
21 @attribute Ak19 numeric
22 @attribute Ak20 numeric
23 @attribute Ak21 numeric
24 @attribute Ak22 numeric
25 @attribute Ak23 numeric
26 @attribute Ak24 numeric
27 @attribute Ak25 numeric
28 @attribute Ak26 numeric
29 @attribute Ak27 numeric
30 @attribute Ak28 numeric
31 @attribute Ak29 numeric
32 @attribute Ak30 numeric
33 @attribute Klas numeric
34
35 @data
36
37
38 0.209151021501340 0.95522380597015 0.254237280135593 0.171875000000000 0.0296296296296296 0.247357293869892 0.632179930795848 0.267759562841530 0.878048780487805 1 0.295454545454545 0.501187648454607 0.20285
39 0.18745303109502 0.50149712381911 0.152542372801356 0.046575000000000 0.046575000000000 0.150105702832523 0.5303464629369562 0.1187450536360636 0.48964629369562 0.730766307663077 0.050960509050905 0.182189794
40 0.23860589123324 0.776114402395075 0.06779661014694915 0.140625000000000 0.0296296296296296 0.236766469344609 0.538927335640138 0.163594262289074 0.465505226480836 0.743595743595744 0.046010101010102 0.479059574
41 0.217183167949700 0.752113096742637 0.120293893050847 0.187500000000000 0.0518518518518519 0.270631107224410 0.674824898919377 0.153005464800874 0.738678988100253 0.765207692307692 0.158090909090909 0.510168801
42 0.211796246648784 0.828870464761459 0.118649607796610 0.187500000000000 0.0828209292929293 0.182380006324245 0.623702822451029 0.224947118846995 0.466411489937894 0.861338461338462 0.227272727272727 0.485432004
43 0.139641017647650 0.706497641691512 0.0808474576271187 0.140625000000000 0.0444444444444444 0.182380006324245 0.517301038062284 0.224043718846995 0.416724738627588 0.564102564102564 0.227272727272727 0.303824941
44 0.230563020409949 1 0.216427339135593 0.125500000000000 0.00746740740740741 0.124900462579281 0.782179930795848 0.196721311475410 1 1 0.111836363636364 0.484680570071259 0.11584203985007 0.438465174141378
45 0.198391420911528 0.741293523338308 0.118644067796610 0.187500000000000 0.0740740740740741 0.182380006324245 0.577421241532720 0.251366120218579 0.475958188153310 0.743595743595744 0.295454545454545 0.320190021
46 0.152815013940426 0.466666666666667 0.13559320389893 0.031250000000000 0.0518518518518519 0.131078221014480 0.529411744705882 0.224043718846995 0.58233444773519 0.441025641025641 0.272727272727273 0.358669931
47 0.171517694369957 0.771146787604965 0.101649815234237 0.109475000000000 0.0518518518518519 0.181024673653270 0.521787404844931 0.153005464800874 0.47946250710501 0.94015384153846 0.0909090909090909 0.410026462
48 0.383378016085791 0.383830457711443 0.322038983935085 0.343750000000000 0.0962962962962963 0.257928118332325 0.4828026092601523 0.464480874316940 0.491289196602672 0.153946153946154 0.295454545454545 0.441805221
49 0.265415548597855 0.26361150339801 0.16444077966102 0.343750000000000 0.214814814814815 0.186617306122200 0.36897984775007 0.409636065573771 0.529616724730676 0.320152120510221 0.545454545454545 0.131914485
50 0.00733251126434 0.361038107461990 0.169401503437329 0.312500000000000 0.0518518518518519 0.182380006324245 0.464532817192138 0.4754801636064574 0.450526480083627 0.320152120510221 0.490909090909090 0.296012111
51 0.319034521870647 0.390304821870647 0.390304821870647 0.187500000000000 0.148148148148149 0.226216440420246 0.409304492469896 0.579234972477594 0.505226480083627 0.320152120510221 0.151810101010102 0.418052254
52 0.25484189000949 0.283321383309488 0.103389103050975 0.296875000000000 0.185858585858586 0.249174587737894 0.373268946193772 0.951912463306011 0.40947731614376 0.307492307492308 0.384636363636364 0.429920741
53 0.31378252252011 0.31378252252011 0.169401503437329 0.246750000000000 0.170370370370370 0.229410479514403 0.207301305062284 0.538516125603040 0.307492307492308 0.384636363636364 0.486931564
54 0.24003819302849 0.21890473964102 0.10644077966102 0.343750000000000 0.177777777777778 0.202589830846038 0.3223133910035 0.469943551912357 0.404181184668990 0.512020512020512 0.431810101010102 0.345795721
55 0.25210723840890 0.21890473964102 0.10644077966102 0.322500000000000 0.148148148148148 0.209916225513395 0.409834065573771 0.470933275216124 0.217948179481718 0.548210101010102 0.394399287
56 0.198391420911528 0.35323893045771 0.27118644077966 0.234750000000000 0.111111111111111 0.179704016913319 0.384083044492699 0.464338797814208 0.397212543554007 0.423074923074923 0.349090909090909 0.413301464
```

Şekil 29. Düzenlenmiş ARFF Dosyası

Düzenlenen veriler Weka programın sunulmuştur. Verilere ait önizleme ve bazı analizler Preprocess sekmesinde gösterilmektedir. Classify sekmesine geçiş yaparak veriler 10-katlı çapraz doğrulama yöntemi ile test ve eğitim olarak ayrıştırılması seçilmiştir. Kişi verileri kategorik olması nedeniyle tahmin yöntemlerinden kategorik olanları seçilmiş ve analizler yapılmıştır. Farklı yöntemlere uygulanan verilerin sınıflandırma başarı oranları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4. Farklı Yöntemler ile Sınıflandırma Başarı Oranları

Yöntem Grup Adı	Yöntem Adı	Sınıflandırma Başarısı (%)
Functions	MultilayerPerceptron	94.66
	D14jMlpClassifier	88.00
	Logistic	92.33
	SimpleLogistic	92.33
	SMO	95.33
lazy	IBk	94.00
	KStar	93.66
	LWL	78.00
rules	DecisionTable	40.66
	JRip	55.00
	OneR	20.33
	PART	65.00
Trees	DecisionStump	6.33
	HoeffdingTree	92.33
	J48	72.00
	LMT	92.33
	RandomForest	93.33
	RandomTree	63.33
	REPTree	58.33

En yüksek sınıflandırma başarı oranı SMO yöntemi ile %95,33 olarak elde edilmiştir. Bir sonraki en yüksek başarı oranı ise %94,66 ile yapay sinir ağları yöntemi olan MultilayerPerceptron ile elde edilmiştir. Derin öğrenme yöntemi olan D14jMlpClassifier ile ise %88 elde edilmiştir. DecisionStump ve OneR gibi yöntemler ile ise en düşük başarılı sınıflandırma oranı elde edilmiştir. En yüksek başarı oranının elde edildiği SMO yöntemine ait analiz sonuçları Tablo 5'te sunulmuştur. Verilere dikkat edilirse 25 numaralı kişiye ait sınıflandırma başarı oranı %77,8 olarak elde edilmiştir. Fakat 14 kişinin ise %100 olarak başarılı sınıflandırdığı da tabloda gösterilmektedir.

Tablo 5. SMO Yönteminin Başarısı Ölçütleri

	Doğru Pozitif Oranı	Yanlış Pozitif Oranı	Kesinlik	Duyarlılık	F- Ölçüsü	MCC	ROC Alanı	PRC Alanı	Kişi No
	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1
	1,000	0,003	0,909	1,000	0,952	0,952	0,998	0,909	2
	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	3
	1,000	0,007	0,833	1,000	0,909	0,910	0,997	0,833	4
	0,900	0,000	1,000	0,900	0,947	0,947	0,983	0,916	5
	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	6
	0,900	0,000	1,000	0,900	0,947	0,947	0,990	0,923	7
	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	8
	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	9
	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	10
	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	11
	0,900	0,007	0,818	0,900	0,857	0,853	0,954	0,743	12
	0,900	0,003	0,900	0,900	0,900	0,897	0,986	0,780	13
	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	14
	0,800	0,000	1,000	0,800	0,889	0,891	0,988	0,896	15
	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	16
	0,900	0,003	0,900	0,900	0,900	0,897	0,990	0,836	17
	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	18
	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	19
	1,000	0,003	0,909	1,000	0,952	0,952	0,998	0,909	20
	1,000	0,003	0,909	1,000	0,952	0,952	0,998	0,909	21
	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	22
	1,000	0,007	0,833	1,000	0,909	0,910	0,997	0,833	23
	0,800	0,000	1,000	0,800	0,889	0,891	0,980	0,875	24
	0,700	0,003	0,875	0,700	0,778	0,776	0,991	0,761	25
	1,000	0,003	0,909	1,000	0,952	0,952	0,998	0,909	26
	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	27
	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	28
	0,900	0,000	1,000	0,900	0,947	0,947	0,998	0,948	29
	0,900	0,003	0,900	0,900	0,900	0,897	0,996	0,858	30
Ağırlıklı Ortalama	0,953	0,002	0,957	0,953	0,953	0,952	0,995	0,928	

Karşılık matrisi sınıflandırma verilerinin gerçek ve tahmin değerlerine yönelik analizi gösterir. Aşağıdaki Tablo 6'da karşılık matrisi (confusion matrix) verilmiştir. Gerçek değer ile tahmin edilen değerlerin uyuştuğu yerler yeşil arka plan rengi ile belirtilirken uyuşmayan kayıtlar kırmızı arka plan rengi ile belirtilmiştir. Toplam 300 adet veriden 287 tanesi doğru kişi olarak tahmin edilirken 13 adet ses dosyası ise yanlış kişi olarak tahmin edilmiştir.

Tablo 6. Karşılık Matrisi

Gerçek Değerler	Tahmin Değerleri																														Toplam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
3	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
4	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
5	0	0	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
6	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
7	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
8	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
9	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	10
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	1	0	0	0	0	0	10
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7	0	0	0	0	0	10
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	10
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9	10
Toplam	10	11	10	12	9	10	10	10	10	10	10	11	10	10	8	10	10	10	10	11	11	10	12	8	8	11	10	10	9	10	

6. TARTIŞMA VE SONUÇ

6.1. Tartışma

Bu tez çalışmasında, yürüyüş sırasında çıkarılan ses sinyalleri analiz edilerek kişi tanıma problemi üzerinde durulmuştur. Yürüyüş ses kaydının yapılması amacıyla, denemeler yapılarak uygun olan bir kayıt aparatı geliştirilmiştir. Kayıt aparatının içerisine mikrofonlu bluetooth kulaklık yerleştirilip ardından telefon ile senkronize edilerek kaydedilecek seslerin telefonda depolanması sağlanmıştır. Çeşitli denemeler yapılarak ses kaydının hangi dosya uzantısında ve hangi kalitede kaydedileceğine karar verilmiştir. Ardından kayıt ortamı belirlenmiş olup ses karışıklığına sebep olmaması açısından zemin temizliği yaptırılmıştır. Ön hazırlıkların yapılma gayesi, berrak ve standart kayıtların yapılmasına engel olabilecek durumları ortadan kaldırmaktır.

Ses kayıt ortamının ve ses kayıt aparatlarının hazırlanmasının ardından denek grubu belirlenmiştir. 23 erkek 7 kızdan oluşan bu grup eşit şartlarda ve eşit mesafeyi yürümeleri sağlanarak yürüyüşlerinde çıkardıkları adım seslerinin kayıtları alınmıştır. Mümkün olduğunda birbirinden farklı cinsiyette, yaşta, ağırlıkta ve boyda denekler araştırmaya dahil edilmeye çalışılarak aradaki farklar gözlemlenmeye çalışılmıştır.

Yapılan hazırlıkların ardından kaydedilen ses sinyallerin benzersiz özniteliklerinin belirlenmesi üzerine çalışılmıştır. Benzersiz öznitelik belirlemenin bir önceki aşaması olan ses sinyalinden bir öznitelik kümesi çıkarılmıştır. Çıkarılan öznitelikler matrislere aktarılmış olup ardından normalizasyonu yapılmıştır. Matriste bulunan ve normalizasyonu yapılan öznitelikler küçükten büyüğe doğru sıralanmıştır. En küçük değerler, korelasyonu az olan ve ayırt ediciliği en yüksek değerler olarak belirlenmiştir. İlk 32 sıradaki öznitelik tablollaştırılmış ve makine öğrenme yöntemine tabi tutulabilecek düzende çıktısı hazırlanmıştır. İşlenen veriler, çeşitli sınıflandırma fonksiyonlarına tabi tutularak kişi tanıma yapılmaya çalışılmıştır. Çok sayıda deneme ardından en başarılı kişi tanımayı başaran sınıflandırıcı belirlenmiştir.

Hali hazırda kullanılan kişi tanıma sistemlerine oranla nispeten daha başarılı sonuç verme nedeni, kullanılan yeni öznitelik çıkarım algoritmasının başarımı ve verimliliğidir. Daha önce kullanılan LBP metodunun daha gelişmiş versiyonu olan DCMLBP kullanıldığından öznitelik sayısı ve niteliği artmaktadır. LBP metodunda merkez değer sayesinde yerel değerler elde edilirken, DCMLBP de ise aynalanmış iki blok üzerinde aynı işlem uygulandığından, bu

çalışmada çok daha kaliteli öznitelik çıkarımı yapılabilmektedir. Bu sonuca bakılarak, sinyal temelli veriler kullanarak kişi tanıma yapmaya çalışılan projelerde tercih edilebileceği açık bir şekilde görülmüştür. Buradaki çalışmanın benzeri ilgili literatürde araştırılmış fakat benzer çalışmalara rastlanmamıştır.

6.2. Sonuç

Yapay sinir ağları yardımıyla ayak vuruş seslerinden kişi tanıma amacıyla yapılan bu çalışmaya başlamadan önce, standart kişi tanıma sistemleri ve yapay sinir ağları yardımıyla kişi tanıma sistemleri üzerine daha önceden yapılmış çalışmaların detaylı bir literatür taraması yapılmıştır. Daha önce yapılan çalışmaların başarı oranları ve başarı oranını belirleyen etkenler üzerinde dikkatle durulmuştur.

Yapılan bu çalışmada DCMLBP ve DWT'nin birlikte kullanıldığı algoritma, MATLAB yazılımı üzerinde çalıştırılarak çıkarılan öznitelik sayısı, bir ses dosyası için; 23040 gibi devasa boyutlara ulaşmıştır. Bu sayede büyük bir öznitelik kümesinden, ayırt edici özniteliklerin seçimi hayli kolaylaşmıştır.

Mevcut metotlar uygulanarak çıkarılan ve arasından en kaliteli olanlarının seçimleri yapılan öznitelikler WEKA'ya sunulmuştur. Veriler, WEKA üzerinde çeşitli sınıflandırıcılara tabi tutularak denemeler yapılmıştır. Yapılan bu denemeler sonucunda, sınıflandırıcı sekmesine ait SMO Fonksiyonu uygulandığında; kişi tahmininin %95,33 oranında başarılı olarak saptanabildiği görülmüştür. LBP bazlı öznitelik çıkarımı yapılarak kişi tanıma yapmaya çalışan projelerde, başarı oranlarının bu çalışmaya kıyasla daha düşük olduğu görülmüştür. Başarım oranının %95,33 gibi yüksek bir değerde çıkmasının nedeninin, kullanılan bu yeni öznitelik çıkarım algoritması olduğu sonucuna varılmıştır.

Geliştirilen öznitelik çıkarım algoritması yardımıyla WEKA'ya sunulan veriler ışığında gerçekleştirilen bu kişi tanıma yöntemi, mevcut durumda bile oldukça başarılı olsa da ileri yapılacak geliştirmelerle; daha verimli algoritma ve daha kaliteli ses kayıtlarının yapılmasının ardından, çok daha başarılı bir hale getirilebilmesinin önünde hiçbir engel olmadığı kanısına varılmıştır. Başarım oranı arttıkça, kişi sayısının getirdiği karmaşıklık ve hatalı tahminlerin oranlarının o denli düşeceği tahmin edilmektedir.

Kapıya yürüme mesafesindeki bir kişinin adım seslerinin dinlenerek kapının o kişiye açılması üzerinde durulan bu tez çalışması; ile çok yüksek başarım elde edilmiştir. Mevcut sonuçlara

bakıldığında, bundan sonraki çalışmalara ışık tutacak ve insan hayatını kolaylaştıracak birçok çalışmanın da önünü açacağı kanısı oluşmuştur. Diğer kişi tanıma sistemlerindeki kişinin kendini tanıtmayı için harcanan süre ve emek, bu çalışmayla birlikte minimum düzeye çekilmiştir.



KAYNAKLAR

- [1] Acet, D., 2013, *Bilinçaltı reklamlar ve bilinçaltı reklamlarda cinsellik ögesinin kullanılması* (Master's thesis, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- [2] Varlık, A., 2008, *Dijital fotogrametri teknikleri ile kişi tanıma*, PhD Thesis, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [3] Zia, S., Yuksel, B., Yuret, D., & Yemez, Y., 2017, *RGB-D object recognition using deep convolutional neural networks*, In Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision Workshops (pp. 896-903).
- [4] Yakut, E., Elmas, B., Yavuz, S., 2014, *Yapay Sinir Ağları Ve Destek Vektör Makineleri Yöntemleriyle Borsa Endeksi Tahmini*, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 19.1: 139-157.
- [5] Dal, F., Coşgun, S., Özbek, Y., İ., 2015, *Gender detection with heart sound*, Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), IEEE, p2362-2365.
- [6] Dede, G., & Sazlı, M. H., 2010, *Biyometrik sistemlerin örüntü tanıma perspektifinden incelenmesi ve ses tanıma modülü simülasyonu*, EEBM Ulusal Kongresi.
- [7] Taşova, O., 2011, *Yapay sinir ağları ile yüz tanıma* (Doctoral dissertation, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [8] Gürel, C., 2011, *Development of a face recognition system*, Master of science thesis, Atılım University.
- [9] Nuri Murat, A., 2012, *Fusing Local Appearance Models For Face Recognition*, PhD Thesis, Bogaziçi University.
- [10] Inan, T., Halıcı, U., 2012, *3-D face recognition with local shape descriptors*, IEEE transactions on Information Forensics and Security, 7.2: 577-587..
- [11] Oh, T. H., Dekel, T., Kim, C., Mosseri, I., Freeman, W. T., Rubinstein, M., & Matusik, W., 2019, *Speech2face: Learning the face behind a voice*, In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 7539-7548).
- [12] Erdaş, Ç. B., 2017, *Taşınabilir sensörlerden aktivite ve kişi tanıma* (Master's thesis, Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

- [13] Altaf, M. U. B., Butko, T., & Juang, B. H. F., 2015, *Acoustic gaits: Gait analysis with footsteps sounds*, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 62(8), 2001-2011.
- [14] Berry, M. A., & Linoff, G. S. 2000, *Mastering data mining: The art and science of customer relationship management*, Industrial Management & Data Systems.
- [15] Han, J., Pei, J., & Kamber, M., 2011, *Data mining: concepts and techniques*, Elsevier.
- [16] Ayre, L. B., 2006, *Data Mining For Information Professionals*, San Diego, California: USA.
- [17] Fayyad, U. M., 1998, *Mining databases: Towards algorithms for knowledge discovery*, IEEE Data Eng. Bull., 21(1), 39-48.
- [18] Kaya, H., & Köymen, K., 2008, *Veri madenciliği kavramı ve uygulama alanları*, Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi, 6(2), 159-164.
- [19] Şeker, S., E., 2009, *Weka*, <http://bilgisayarkavramlari.sadievrenseker.com/2009/06/01/weka/>, [bilgisayarkavramlari.sadievrenseker.com].
- [20] Yavuzer, G., 2014, *Yürüme analizi ve temel kavramlar*, Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği Dergisi, İstanbul, 13, 304-8.
- [21] Cavagna, G. A., & Margaria, R., 1966, *Mechanics of walking*, Journal of applied physiology, 21(1), 271-278.
- [22] Kanatlı, U., Yetkin, H., Songür, M., Öztürk, A., & Bölükbaşı, S., 2006, *Yürüme analizinin ortopedik uygulamaları*, Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği Dergisi, 5(1-2), 53-59.
- [23] Nieto-Castanon, A., Ghosh, S. S., Tourville, J. A., & Guenther, F. H., 2003, *Region of interest based analysis of functional imaging data*. Neuroimage, 19(4), 1303-1316.
- [24] Lambregts, D. M., Beets, G. L., Maas, M., Curvo-Semedo, L., Kessels, A. G., Thywissen, T., & Beets-Tan, R. G., 2011, *Tumour ADC measurements in rectal cancer effect of ROI methods on ADC values and interobserver variability*, European radiology, 21(12).
- [25] Malkapurkar, A., Patil, R., & Murarka, S., 2011, *A new technique for LBP method to improve face recognition*, International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 1(1), 67-71.

- [26] Shan, C., Gong, S., & McOwan, P. W., 2009, *Facial expression recognition based on local binary patterns: A comprehensive study*. Image and vision Computing, 27(6), 803-816.
- [27] Huang, D., Shan, C., Ardabilian, M., Wang, Y., & Chen, L., 2011, *Local binary patterns and its application to facial image analysis: a survey*, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews), 41(6), 765-781.
- [28] Haşiloğlu, A., 2001, *Rotation-Invariant texture analysis and classification by artificial neural networks and wavelet transform*, Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences, 25(5), 405-413.
- [29] Fowler, J. E., 2005, *The redundant discrete wavelet transform and additive noise*, IEEE Signal Processing Letters, 12(9), 629-632.
- [30] Lang, M., Guo, H., Odegard, J. E., Burrus, C. S., & Wells, R. O., 1996, *Noise reduction using an undecimated discrete wavelet transform*, IEEE Signal Processing Letters, 3(1), 10-12.
- [31] Long, Y., Gang, L., & Jun, G., 2004, *Selection of the best wavelet base for speech signal*, In Proceedings of 2004 International Symposium on Intelligent Multimedia, Video and Speech Processing, (pp. 218-221), IEEE.
- [32] Polat, D., & Çataltepe, Z., 2012, *Feature selection and classification on brain computer interface (BCI) data*, In 2012 20th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), (pp. 1-4), IEEE.
- [33] Tuncer, T., Aydemir, E., & Dogan, S., 2020, *Automated ambient recognition method based on dynamic center mirror local binary pattern: DCMLBP*, Applied Acoustics, 161, 107165.

EKLER

Ek 1. Etik Kurul Raporu



SOSYAL VE FEN BİLİMLERİ ARAŞTIRMALARI VE YAYIN ETİK KURUL DEĞERLENDİRME FORMU

Başvuru Sahibinin, Unvanı, Adı Soyadı	Dr. Öğr. Üye. Emrah Aydemir
Araştırmanın Türü	<input type="checkbox"/> Yüksek Lisans Tezi <input type="checkbox"/> Doktora Tezi <input checked="" type="checkbox"/> Araştırma Projesi <input type="checkbox"/> Diğer (TÜBİTAK)
Araştırmanın Başlığı:	Ayak Topuk Seslerinden Veri Madenciliği Yöntemleri ile İnsan Tanıma
Kararın Alındığı Toplantı Tarihi	20.11.2019
Toplantı / Karar Sayısı	34/02

SONUÇ

1.	<input checked="" type="checkbox"/>	Kabul
2.	<input type="checkbox"/>	Düzeltilme gereklidir.
3.	<input type="checkbox"/>	Ret Gerekçe, Görüş, Tavsiye ve Açıklamalar:

Prof. Dr. Cemalettin İPEK
Başkan
(İmza)

Prof. Dr. Mustafa ÖNAL
Üye
(İmza)

Doç. Dr. Kubilay KOLUKIRIK
Üye
(İmza)

Doç. Dr. Hülya ÖZTÜRK
Üye
(İmza)

Doç. Dr. Mahmut ERBEY
Üye
(İmza)

Doç. Dr. Mustafa ERDEM
Üye
(İmza)

Doç. Dr. Menderes ÜNAL
Üye
(İmza)

Dr. Öğr. Üyesi Selma BOYACI
Üye
(İmza)

Dr. Öğr. Üyesi Selim BİÇEN
Üye
(İmza)



(Form No: FR-471; Revizyon Tarihi: / / ; Revizyon No:)

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Musa ÜNSAL
Doğum Yeri	Kırıkkale
Doğum Tarihi	08.08.1989
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	505 247 88 15
E-Posta Adresi	musa.unsal.akademik@gmail.com
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Karabük Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Bilgisayar Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	2017

Yüksek Lisans	
Üniversite	Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	İleri Teknolojiler Ana Bilim Dalı
Programı	İleri Teknolojiler Tezli Yüksek Lisans
Mezuniyet Tarihi	

Makale ve Bildiriler	