T.C. TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

STRESİN EL YAZISINA ETKİSİNİN GELİŞTİRİLECEK UZMAN SİSTEM İLE BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

BORA UĞURLU
DOKTORA TEZİ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
DANIŞMAN: YRD. DOÇ. DR. REMBİYE KANDEMİR
EDİRNE 2013

STRESİN EL YAZISINA ETKİSİNİN GELİŞTİRİLECEK UZMAN SİSTEM İLE BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

BORA UĞURLU

DOKTORA TEZİ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

2013

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Mustafa ÖZCAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Doktora tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

Yrd.Doç. Dr. Tolga SAKALLI
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımca (tarafımızca) okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd.Doç. Dr. Aydın CARUS
İkinci Tez Danışmanı

Yrd.Doç. Dr. Rembiye KANDEMİR
Tez Danışmanı

Bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalında bir Doktora tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri:	İmza
Prof. Dr. Mesut RAZBONYALI	……
Prof. Dr. Ahmet KAŞLI	……
Prof. Dr. Ercan ABAY	……
Yrd.Doç. Dr. Deniz TAŞKIN	……
Yrd. Doç. Dr. Rembiye KANDEMİR	……

Tarih: 22/11/2013

T.Ü.FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ DOKTORA PROGRAMI
DOĞRULUK BEYANI

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.

22 /11 / 2013

Bora UĞURLU

Doktora Tezi
Stresin El Yazısına Etkisinin Geliştirilecek
Uzman Sitem ile Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma
T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Yazı insan yaşamının vazgeçilmez bir parçasıdır. Bilginin sonraki kuşaklara birikimli bir şekilde aktarılmasında yazının önemi büyüktür. Aynı zamanda duygu ve düşüncelerimizi de yazı ile kalıcı hale getirmek mümkündür.

El yazısı ise daha derin bir anlam içermektedir. El yazısı, yazan kişi hakkında bir çok bilgiyi barındırır. Beyindeki nörolojik desenler tarafından temsil edilen kişilik özelliklerinin işaretidir el yazısı. Diğer bir deyişle beynimiz ve bilinçaltımız aslında alışkanlıklarımızın bir sonucu olarak karakterimizi biçimlendirmektedir. El yazısı incelenerek bireyin içinde bulunduğu ruh hali hakkında bir fikre varmak mümkündür. Sevinç, hüzün, öfke, kaygı bunlardan bazılarıdır.

Kaygı, tespiti zor olan duygu durumlarından bir tanesidir. Birey, çok çeşitli nedenlerden ötürü kaygı duyabilir. Nedenlerin sayısı ve çeşitliliği oldukça fazladır. Aynı şekilde kaygıların türleri de çeşitlendirilebilir. Hayata karşı duyulan kaygılar, iş ve aile yaşamında hissedilen kaygılar, okul ortamındaki kaygılar bunlardan bazılarıdır.

Bu çalışmada kaygı ile el yazısı arasındaki ilişkinin şekli araştırılmış ve kişinin kaygı durumunun tespiti için uzman sistem tabanlı bir uygulama geliştirilmiştir. Geliştirilen sistemi sayesinde kişinin içinde bulunduğu kaygı durumu hakkında bir kestirimde bulunabilmek mümkün olmaktadır.

Bireyin kaygı tespiti, beş farklı eğitim modeli ile denenmiştir. Eğitim setine farklı özellikler eklenerek her modelin başarımı gözlenmiştir. Geliştirilen bu beş farklı model içerisinde en fazla %64,51'lik bir doğruluğa ulaşılmıştır.

Çalışmada kaygı tahminin daha üst seviyede yapılabilmesi için bir takım önerilerde bulunulmuştur. Öneriler, gelecekte kaygı tahmini için geliştirilecek olan diğer sistemlere kaynaklık edecektir.

Çalışma, bilgisayar mühendisliği ve tıp gibi iki farklı disiplinin ortak çalışması sonucu oluşturulmuştur.

Yıl : 2013
Sayfa Sayısı : 113
Anahtar Kelimeler : El yazısı, Stres, Kaygı, Uzman Sistem, Görüntü İşleme

Doctorate. Thesis
A Study on Determining Effects of Stress on Handwriting Through with The Developed Expert System.
Trakya University Institute of Natural Sciences
Computer Engineering of Department

ABSTRACT

Writing is indispensible for human life. It has a major importance of transfer information to the next generations cumulatively. At the same time, it is possible to make our feelings and thoughts permanent through writing.

Handwriting has much more inner meaning. It contains a lot of knowledge about an individual. It is a sign of traits represented by neurological patterns. In other words, our brain and subconsciousness actually form our character as a result of our habits. It is possible to get a comprehension about an individual mood by examining handwriting. Joy, sadness, anger, anxiety are some of them.

Anxiety is one of the most difficult identified emotional states. An individual can get anxious because of numerous reasons. Number and variety of reasons are quite a lot of. Likewise, types of anxiety can also be diversified. Anxiety to life, feeling of anxiety about work and family life, anxiety at school are some of these.

In this study relationship between anxiety and handwriting has been explored and an expert system has been developed for an individual anxiety assessment. It is possible to make an estimate of individual state of anxiety by using developed software system.

The developed expert system software for identifying anxiety is experimented on five different training models. Achievement of an each model is observed by integrating new attributes into training set. Maximum assessment result among the five different models is %64.51.

In this study, some suggestions are made for increasing the assessment results. These suggestions can be used for studies aiming to identify anxiety level.

As result of two distinct disciplines collaboration, such computer engineering and medicine, this study is constituted.

Year : 2013
Number of Pages : 113
Keywords : Handwriting, Stress, Anxiety, Expert System, Image Processing.

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmam boyunca yardımlarını hiç bir zaman esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Rembiye KANDEMİR, Prof. Dr. Mesut RAZBONYALI ve Prof. Dr. Ercan ABAY 'a teşekkür ederim.

Yeni fikirleri ve yapıcı eleştirileri ile sürekli katkı sağlayan Yrd. Doç. Dr. Aydın CARUS 'a, Yrd. Doç. Dr. Deniz TAŞKIN 'a, Arş. Gör. Serdar GÜNER 'e, Psikolog Sebahat MOLLA 'ya ve desteklerini hiç bir zaman esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Ayrıca, tez çalışmam kapsamında proje desteği sağlayan TÜBAP 'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET i

ABSTRACT iii

TEŞEKKÜR v

ŞEKİLLER DİZİNİ xi

TABLOLAR DİZİNİ xiv

BÖLÜM 1 GİRİŞ 1

BÖLÜM 2 EL YAZISI 3

2.1 Grafoloji 3

2.2 El Yazısı Analizinin Uygulamaları 7

2.2.1 Sağlık Alanındaki Uygulamalar 7

2.2.2 Doğruluk Testlerindeki Uygulamalar 8

2.2.3 Personel Seçimi 10

2.2.4 El Yazısı Tabanlı Sayısal Kimlik Tanımlama 11

2.2.5 İnsan Davranışlarının Tespiti 13

2.3 El Yazısının İncelenmesinde Bilgisayar Kullanımı 14

2.4 El Yazısının Temel Nitelikleri 15

2.4.1 Eğim 16

2.4.2 Denge 17

2.4.3 Bitişiklik 18

2.4.4 Boşluk 19

2.4.5 Font Büyüklüğü 20

2.4.6 Meyil 21

2.4.7 Bazı Karakterlerin Yazım Şekli 23
2.4.8 Yazım Hızı 24
2.4.9 Karakterlerin Genişliği 25
2.4.10 Birleştirilmiş Harfler 26
2.4.11 'i' ve 'j' Karakterlerinin Yazılışı 27
2.4.12 İmza 28
2.4.13 Küçük Semboller 29
BÖLÜM 3 KAYGI ve EL YAZISI 31
3.1 Okul ve Kaygı 32
3.2 Kaygının Ölçülmesi 33
BÖLÜM 4 UZMAN SİSTEMLER 36
4.1 Bilgisayar Destekli Karar Verme 36
4.1.1 İnsanda Karar Verme 36
4.1.2 Karar Desteğinin Karakteristikleri 37
4.2 Uzman Sistem Nedir? 39
4.2.1 Uzman Sistemin Mimarisi 41
4.3 Sınıflandırma ve Karar Ağaçları 43
4.3.1 Karar Ağaçlarında Tümevarım 45
4.3.1.1 Karar Ağacının Algoritmik Yapısı 46
4.3.2 Karar Ağacın Üzerindeki Ayrımlar 49
4.3.2.1 Bilgi Kazancı 50
4.3.2.2 Kazanç Oranı 52
4.3.2.3 Gini Katsayısı 53
4.3.2.4 Yanlış Sınıflandırma Hatası 54

BÖLÜM 5 EL YAZISININ SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ 55
5.1 Tarihsel Gelişim 55
5.2 El Yazısı Tanıma Süreci 57
5.3 El Yazısı Tanımadaki Aşamalar 61
5.3.1 Ön İşlem 62
5.3.1.1 Gürültü Giderme ve Yumuşatma 62
5.3.1.2 Çarpıklık Belirlemek ve Düzeltmek 64
5.3.1.3 Eğrilik Giderme 66
5.3.1.4 Normalleştirme 68
5.3.2 Bölütleme 69
5.3.3 Metin Üzerindeki Bilgilerin Temsil Edilmesi 70
5.3.3.1 Özellik Çıkartımı 71
5.3.4 Eğitim ve Sınıflandırma 71
5.3.5 İleri İşlem 72
BÖLÜM 6 GELİŞTİRİLEN UYGULAMA 73
6.1 Geliştirilen Sistem ve Önemi 73
6.2 Kullanılan Araçlar 74
6.3 Sistemin Çalışması 75
6.3.1 Verilerin Hazırlanması 77
6.3.1.1 Kaygı Envanteri Sonuçları 78
6.3.1.2 El Yazısı Niteliklerin Elde Edilmesi 80
6.3.1.3 İncelenen El Yazısı Niteliklerinin Değişimi 85
6.3.2 Eğitim Setlerinin Oluşturulması 88
6.3.3 Eğitim Modellerinin Oluşturulması 93

6.3.4 Başarımı Yüksek Modellerin Test Verileri Üzerinde Uygulanması .. 101
BÖLÜM 7 SONUÇ ve DEĞERLENDİRME 104
EKLER 106
Ek-1a Kendini değerlendirme anketi 106
Ek-1b Kendini değerlendirme anketi 107
EK 2 Üzerinde işlem yapılan metin 108
KAYNAKLAR 109

SİMGELER VE KISALTMALAR

16PF	:16 Personality Factors (16 Kişilik Envanteri)
ANSI	:American National Standards Institude (Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü)
CART	:Classification and Regression Tree (Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı)
CEDAR	:Center of Excellence for Document Analysis and Recognition (Belge Analizi ve Tanıma Merkezi)
CRS	:Character Recognition System (Karakter Tanıma Sistemi)
ECMA	:European Computer Manufacturers Association (Avrupa Bilgisayar Üreticileri Birliği)
EGSEAK	:Eğitim Grubunun Sınav Esnasındaki Anlık Kaygı Değeri
ID3	:Iterative Dichotomiser 3 (Tekrarlı Dichotomiser 3)
ISO	:International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Teşkilatı)
KSEAK	:Kişinin Sınav Esnasındaki Anlık Kaygı Değeri
OCRA	:Optical Chracter Recognition A (Optik Karakter Tanıma A)
OCRB	:Optical Chracter Recognition B (Optik Karakter Tanıma B)
SKE	:Sınav Kaygısı Envanteri
SLIQ	:Supervised Learning in Quest (Aramada Eğitimli Öğrenme)
SPRINT	:Scalable Parallelizable Induction of Decision Trees (Karar Ağaçlarında Ölçeklendirilip Paralleştirilebilen Tümevarım)
STAI	:State Trait Anxiety Inventory (Durumluk Kaygı Envanteri)
STAS	:State Trait Anger Scale (Durumluk Öfke Ölçeği)
STAXI	:State Trait Anger Expression Inventory (Durumluk Öfke İfade Envanteri)
STAIC	:State Trait Anxiety Inventory for Children (Çocuklar için Durumluk Kaygı Envanteri)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Grafolojik bazı temel nitelikler 16
Şekil 2.2 Eğim açısı sınıflandırması 17
Şekil 2.3 Karakterlerin referans çizgileri arasındaki dağılımı 18
Şekil 2.4 El yazılarındaki farklı bitişiklikler 19
Şekil 2.5 Boşluk miktarı fazla olan bir el yazısı örneği 20
Şekil 2.6 Ronald Regan'nın el yazısı 20
Şekil 2.7 John Lenon'nun el yazısı 20
Şekil 2.8 El yazısındaki farklı eğim türleri 22
Şekil 2.9 Ernest Hemmingway'in el yazısı 23
Şekil 2.10 Mustafa Kemal'in vasiyeti 23
Şekil 2.11 'a' ve 'o' karakterlerin farklı şekillerde yazılışı 23
Şekil 2.12 Mustafa Kemal'in el yazısı 25
Şekil 2.13 Paris Hilton'nun el yazısı 26
Şekil 2.14 Jimmy Carter'ın el yazısı 27
Şekil 2.15 Mustafa Kemal'in imzası 29
Şekil 2.16 Farklı semboller 29
Şekil 4.1 Karar desteğinin çerçevesi ve temelleri 38
Şekil 4.2 Genel olarak uzman sistemin mimarisi 41
Şekil 4.3 Sınıflandırmada karar ağaçlarının kullanımı 43
Şekil 4.4 Veri seti ve bu veri setine karşılık gelen karar ağacı 44
Şekil 4.5 Karar ağaçlarında tümevarım 48
Şekil 4.6 İki sınıflı problem için entropi fonksiyonu 50
Şekil 5.1 Kelime tanıma yöntemlerinin genel görünümü 59
Şekil 5.2 Yumuşatma işlemi yapan iki farklı filtre çekirdeği 63
Şekil 5.3 Orijinal el yazısı görüntüsü 63
Şekil 5.4 Yumuşatma ve gürültü giderme işleminden sonraki görünüm 64
Şekil 5.5 Çarpık kelime(a) ve düzeltilmiş kelime (b) 65
Şekil 5.6 Örnek doküman ve paralel izdüşümü 66

Şekil 5.7 Eğime sahip çeşitli el yazısı örnekleri 67
Şekil 5.8 Karakterin çevrelenmesi ve eğim açısı 67
Şekil 5.9 Eğimli görüntü ve eğim giderildikten sonraki durum 68
Şekil 6.1 Veri setinin oluşturulması 76
Şekil 6.2 Modelin oluşturulması ve kestirimlerin ortaya konulması 77
Şekil 6.3 Genel ve anlık kaygı grafikleri 78
Şekil 6.4 Anlık kaygı değerlerine ait grafik 79
Şekil 6.5 Sınav öncesi el yazısı örneği 80
Şekil 6.6 Sınav esnası el yazısı örneği 81
Şekil 6.7 Tarayıcı kaynaklı oluşan eğim 82
Şekil 6.8 Eğimi giderilmiş el yazısı dokümanı 83
Şekil 6.9 Satır eğimi 83
Şekil 6.10 Satır eğimlerinin bulunması 84
Şekil 6.11 Karakterlerin tespiti 85
Şekil 6.12 Ortalama satır eğimlerinin değişimi 86
Şekil 6.13 Ortalama karakter yüksekliklerinin değişimi 86
Şekil 6.14 Ortalama karakter genişliklerinin değişimi 87
Şekil 6.15 Başlangıç veri setindeki örneklerin yapısı 88
Şekil 6.16 Veri setindeki örneklerin ön işlem sürecinden sonraki durumu 88
Şekil 6.17 İkinci modelin veri setindeki örneklerin nitelikleri 90
Şekil 6.18 Üçüncü modelin veri setindeki örneklerin nitelikleri 91
Şekil 6.19 Dördüncü ve beşinci modelin veri setindeki örneklerin nitelikleri 91
Şekil 6.20 Dördüncü ve beşinci modele ait dosyanın başlık yapısı 92
Şekil 6.21 Sınıf etiketlerinin belirlenmesi 93
Şekil 6.22 Birinci modele ait karar ağacı 94
Şekil 6.23 İkinci modele ait karar ağacı 95
Şekil 6.24 Üçüncü modele ait karar ağacı 96
Şekil 6.25 Dördüncü modele ait karar ağacı 97
Şekil 6.26 Beşinci modele ait karar ağacı 98
Şekil 6.27 Doğru sınıflandırılan örneklerin yüzdelik başarımı 99

Şekil 6.28 Doğru sınıflandırılan örneklerin F-ölçeği 100
Şekil 6.29 Doğru ve yanlış sınıflandırılan örnekler için ortalama F-ölçeği 100
Şekil 6.30 Model oluşturulan modeli test verileri üzerinde uygulaması 101

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1 Farklı 't' harfleri ve anlamları 24
Tablo 6.1 Sınav öncesindeki genel ve anlık kaygıya ait istatistiki bilgiler 79
Tablo 6.2 Sınav öncesi ve sınav esnası anlık kaygıya ait istatistiksel veriler 79
Tablo 6.3 Satır eğimi, karakter yüksekliği ve genişliği bilgileri 87
Tablo 6.4 Satır eğimi, karakter yüksekliği ve genişliğinin bölümlenmesi 89
Tablo 6.5 Eğitim setindeki örneklere ait niteliklerinin bilgi kazanç miktarları 90
Tablo 6.6 Birinci modelin sınıflandırmasına ait istatistiksel sonuçlar 94
Tablo 6.7 İkinci modelin sınıflandırmasına ait istatistiksel sonuçlar 95
Tablo 6.8 Üçüncü modelin sınıflandırmasına ait istatistiksel sonuçlar 96
Tablo 6.9 Dördüncü modelin sınıflandırmasına ait istatistiksel sonuçlar 97
Tablo 6.10 Beşinci modelin sınıflandırmasına ait istatistiksel sonuçlar 98
Tablo 6.11 Dördüncü modelin eğitim setinin kademeli olarak oluşturulması 99
Tablo 6.12 Test verilerinin sınıf etiketlerinin dördüncü modele göre belirlenmesi 102
Tablo 6.13 Test verilerinin sınıf etiketlerinin beşinci modele göre belirlenmesi ... 103

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Teknolojinin baş döndürücü bir hızla ilerlediği günümüzde el yazısının yerini büyük ölçüde elektronik posta, internet, yazılı-basılı medya almış gibi görünse de el yazısı hala varlığını korumaktadır. Herkes günlük hayatında bir takım notlar tutmakta, mektup yazmaktadır. Tüm bunlar ise bireyin iç dünyasına doğrudan bir yolculuğu yansıtmaktadır.

El yazısı, beyindeki nörolojik desenler tarafından temsil edilen kişilik özelliklerinin işaretidir. Diğer bir deyişle beynimiz ve bilinçaltımız aslında alışkanlıklarımızın bir sonucu olarak karakterimizi biçimlendirmektedir. Kalemin kağıda dokunduğu andan itibaren bırakılan izler, şekiller, desenler, semboller kişinin kimliğini tıpkı bir parmak izi veya DNA gibi eşsiz bir şekilde yansıtma yeteneğine sahiptir. Kişinin el yazısı analiz edilerek açık sözlü mü yoksa sır saklayan biri mi olduğu, fedakar mı değil mi veya iyimser olup olmadığı gibi pek çok özelliği hakkında görüş belirtilebilir. Günümüzde ise el yazısı analizi, iş dünyası, çeşitli kurumlar ve adli olaylar başta olmak üzere çok geniş bir yelpazede uygulama alanı bulmuştur.

El yazısının, sahibi ile ilgili olarak birçok bilgiyi beraberinde getirdiği bilim çevreleri tarafından öne sürülmekte ve bu konuda araştırmalar günümüzde de yoğun bir şekilde devam etmektedir. Özellikle tıp alanında yaygın olarak çeşitli hastalıkların başlangıç aşamalarının belirlenmesinde el yazsısının etkili rol oynadığına dair birçok araştırma bulunmaktadır. El yazısına alzaymır, parkinson gibi çeşitli nörolojik hastalıkların teşhisinde başvurulabileceği gibi, kanserli kişilerin el yazıları incelenerek de bir takım çıkarsamalarda bulunan araştırmalar mevcuttur.

İnsan, yaşamında her an değişim gösterebilen duygu durumlarına sahiptir. Sevinç, üzüntü, karamsarlık, mutluluk, kaygı bunlardan bazılarıdır. Bu duygu durumlarının bireyin

gündelik hayatını olumlu veya olumsuz olarak etkilemesi kaçınılmazdır. Bahsi geçen ruh durumları bireyde dışavurumlara sebep olmaktadır. Bu dışavurumlar bazen çok net bir şekilde gözlemlenebilirken bazen de gözlemlenmesi oldukça zor olabilir.

Kaygı, tespiti zor olan duygu durumlarından bir tanesidir. Birey, çok çeşitli nedenlerden ötürü kaygı duyabilir. Nedenlerin sayısı ve çeşitliliği oldukça fazladır. Aynı şekilde kaygıların türleri de çeşitlendirilebilir. Hayata karşı duyulan kaygılar, iş ve aile yaşamında hissedilen kaygılar, okul ortamındaki kaygılar bunlardan bazılarıdır.

Bu çalışmada kaygı ile el yazısı arasındaki ilişki incelenecektir. İnceleme sonucunda eğer bir ilişki söz konusu ise bunun, el yazısının hangi nitelikleri ile ilgili olduğu söylenecektir.

Bu amaçla bir uzman sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen bu sistem, herhangi bir kişinin el yazısının çeşitli niteliklerini bilgisayar ortamında inceleyerek sahip olduğu kaygı düzeyi hakkında bir çıkarsamada bulunmaktadır. Çalışma, bilgisayar mühendisliği ve tıp gibi iki farklı disiplinin ortak çalışması sonucu oluşturulmuştur.

Sınav kaygısının tespiti için yapılması gereken anket çalışması için gerekli olan izin Trakya Üniversitesi'nden ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi'nden 26.08.2011 tarihinde B.30.2.TRK.0.72.00.00/044-1298/16380 sayılı yazı ile alınmıştır.

Çalışma kapsamında bir sonraki bölümde el yazısı ile ilişkili olan grafoloji kavramı üzerinde durulmuştur. El yazısının sahip olduğu niteliklerin grafolojik yorumlaması bulunmaktadır. Bir sonraki kısım olan üçüncü bölümde ise kaygı kavramı açıklanılmış ve kaygının ölçüm şekli belirtilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan Spielberger kaygı envanterinin detaylı bir incelemesi gerçekleştirilmiştir. Dördüncü ve beşinci kısımlarda sırasıyla çalışmanın önemli bir aşaması olan uzman sistemler ve temel görüntü işleme tekniklerinden bahsedilmiştir. Geliştirilen sistemin adımları ve ortaya konulan sisteminin detayları altıncı bölümde verilmiştir. Yine bu bölümde uzman sisteminin çalıştırılması sonucu elde edilen sonuçlar yer almaktadır. Son kısım olan yedinci bölümde ise çalışma ile ilgili sonuçlar ve gelecekte yapılacak benzer araştırmalar için öneriler bulunmaktadır.

BÖLÜM 2

EL YAZISI

El yazısından beyindeki nörolojik desenler tarafından temsil edilen kişilik özelliklerinin işareti olarak bahsedilmektedir[1]. Diğer bir deyişle beynimiz ve bilinçaltımız aslında alışkanlıklarımızın bir sonucu olarak karakterlerimizi biçimlendirmektedir. El yazısını analiz ederek kişilik ile ilişkisini kuran disiplin "Grafoloji" olarak isimlendirilmektedir. Grafoloji ile el yazısındaki işaret ve desenler analiz edilerek bir insanın kişiliği ortaya konulur. El yazısı bireyin sahip olduğu karakteristiksel bir özelliktir. Her bireyin sahip olduğu ve sadece o bireye ait öznel olan ten, saç, göz rengi, konuşma şekli, mizacı kısacası bütün karakteristiksel özellikler gibi el yazısı da kişiyi eşsiz olarak tanımlayabilmektedir. Aynı zamanda el yazısı kişinin kendi iç dünyasının dışarıya yansımasıdır.

El yazısı duygusal geçişler, korkular, dürüstlük gibi pek çok kişilik özelliğini içerir. Adli tıpta sahtecilik tespiti, parkinson ve alzaymır hastalıklarının teşhisi, takibi gibi değişik alanlarda uygulamalarına rastlamak mümkündür.

2.1 Grafoloji

Kişisel el yazısının kendine özgü doğasının gözlenmesi ve buna olan ilgi yüzyıllar öncesine gitmektedir. M.Ö. 80 yılında yaşamış olan Romalı biograf Seutonius Tranquillus imparator Augustus'un el yazısında bazı anormallikler tespit etmiş ve bunları raporlamıştır[2]. El yazısı üzerinde sistematik gözlemler gerçekleştiren ilk kişi 17 yüzyılda Camillo Baldi'dir. Baldi el yazısını bileşenlerine bakarak ilk analizleri gerçekleştirmiştir. Yunanca "Graphein" ve "Logos" sözcüklerinin birleşmesiyle oluşan "Grafoloji" terimi, ilk defa 1897'de Paris'te Abb Jean-Hippolyte Michon tarafından ortaya konmuştur. O tarihten

sonra el yazısı özelliklerinin analizi için bu terim kullanılmaktadır. Michon aynı zamanda "Grafoloji Birliği"'nin de kurucusudur. El yazısı üzerine yaptığı çalışmaları öğrencisi J.Crepieux Jamin sürdürmüştür [3].

Grafoloji, kişi sağlığı, ahlakı, geçmiş deneyimleri, gizil yetenekleri ve zihinsel sorunları hakkında bize bilgi sağlayan yararlı bir araçtır. Grafolojinin kavramlarını kullanan kişiler ise grafolojist veya grafolog olarak bilinmektedir. Grafoloji az önce bahsedilen alanlarla sınırlı değildir. Adli doküman araştırmacıları sahtecilik, evrak tahrifatı gibi vakalarda el yazısı üzerinde incelemeler yapmaktadır. Bu tarz araştırmalara en sık konu olan örnek ise imzalardır. Bilgisayar teknolojisinin hızla gelişmesi ile birlikte grafolojistler imza doğrulama için bilgisayarın gücünden, kararlılığından ve düşük hata potansiyelinden yararlanma yoluna gitmişlerdir. Bazı grafoloji kavramları otomatik imza doğrulama sistemlerinin oluşturulması için birçok değişik araştırmacı tarafından kullanılmıştır.

El yazısını ölçmek ve değerlendirmek için geçmişteki uygulamalar iki başlıkta karşımıza çıkmaktadır. İlk olarak biçim ve stiller gibi nitelikleri gözlemleyerek yapılan sezgisel değerlendirmeler ve ikinci olarak ise analitik yöntemlerdir [4].

Sezgisel yöntemlerle el yazısının değerlendirilmesinin temel dezavantajı bu yöntemin nesnelleştirilmesindeki zorluktur. Genel olarak, sezgisel yöntemler doğası gereği subjektiftir. Bu yöntemi nesnelleştirmeye çalışmak yöntemi analitik yönteme dönüştürmek olur. Fakat psikologlar tarafından kullanılan sezgisel bir yöntem bulunmaktadır. Bu yöntem eşleştirme yöntemidir. Bu yöntemle el yazısı önceden karakteristik özellikleri belirli olan diğer el yazıları arasından birisine eşlenir. Tabi ki bu durum kişinin bilgi, beceri ve önceki deneyimlerine oldukça bağlıdır.

Analitik yaklaşım sezgisel yaklaşımın aksine empirik ve objektiftir. Bu yöntem ile el yazısının biçim ve stil gibi nitel yönü ihmal edilebilir. Geçmişte analitik yöntemleri kullanan araştırmacıların iddialarını kontrol etmek oldukça zordu. Bunun nedeni bu grafologların yöntemlerini objektif ve sistematik olarak belirtmemeleridir. Fakat günümüzde bu iki yöntemi birleştirecek birçok adım atılmaktadır. Bu birleşmenin sonucunda yeni başlayan bir araştırmacı bile standart hale gelmiş, özenle belirlenmiş ölçekleri kullanarak el yazısını analiz edebilir. Geliştirilen bu ölçekler Lewinson ve Zubin'nin "Handwriting Analysis" isimli eserinde belirtilmektedir[4].

Çalışmada araştırmacıların geliştirip kendi isimlerini verdikleri Lwinson-Zubin ölçeği genel analitik yöntemden farklılık gösterir. Örneğin bu ölçekte kelimelerin ortalama genişliklerine bakılmaz. Bunun gibi tek bir nitelik el yazısını değerlendirmek için tek başına kabul edilemez. Bunun yerine kelimelerin en ve boylarının oranı el yazısı hakkında daha gerçekçi bir fikir vermektedir. Bu ölçekte bunun gibi çok sayıda oransal temelli değerlendirme kriteri geliştirilmiştir [4].

Grafolojinin diğer bir dalı ise psikometrik grafoloji veya grafometridir. Bu terim genellikle, kişinin el yazısından alınan örnek ile o kişi hakkında ruhsal duygularını elde etme tekniğini tanımlamak için kullanılır. Gobineau ve Perron bu yöntemi istatistiksel olarak geliştirmişlerdir. Çalışmalarında, 60'dan fazla özellik geliştirmişler fakat el yazısından çıkartılmasının kolay olduğunu düşündükleri ve diğerlerinden daha fazla öneme sahip olan 14 tanesini seçmişlerdir[3] .

Literatür incelendiğinde el yazısı analizlerde değerlendirilen çok farklı yazı özellikleri bulunmaktadır. Petterson (1976) tipik olarak araştırılan 12 adet faktörü sunmuştur [2]. Bunlar sırasıyla boyut, eğim, genişlik, bölgeler, düzen, kenar boşlukları, baskı, vurgu, çizgiler, bağlantılar, bağlantıların biçimi, kelime ve satır boşluklarıdır. Bu öğelerin her biri kendi içerisinde bir ölçek belirtmektedir. Örneğin boyut kriteri küçük, orta, büyük şeklinde ölçeğe sahiptir. Ayrıca el yazısı analizleri sonucu çizilen kişilik profili çok geniş çeşitlilikte bilgiyi içermektedir.

Curr-Briggs ve arkadaşları (1971) çıkarılan bilgileri beş başlık altında toplamışlardır [2]:

- **Mizaç** (sinirlilik, memnuniyet, depresyon, özgüven)
- **Zihinsel özellikler** (zeka, sezgi, muhakeme, hafıza, analitik yetenek)
- **Sosyal özellikler** (içe dönüklük, dışa dönüklük, özgürlük, egoizm, mizah, inatçılık, baskınlık
- **İş özellikleri** (liderlik, güvenirlik, doğru sözlülük, dakiklik)
- **Ahlaki özellikler** (bencillik, kıskançlık, eli açıklık)

Kütüphanelerde ve internet üzerinde çok geniş bir yelpazede grafoloji ile ilgili kaynaklar olmasına rağmen bu kaynaklarda tanımlanmış olan analiz sistemleri yeterince çeşitli değildir. Bu iş ile uğraşan birçok grafolog kendi geliştirdiği çalışmalarını ve

değerlendirme ölçeklerini kullanmaktadır. Bu durum başta belirtilen güvenirlik ve geçerlilik sorununu gündeme getirmektedir.

Grafolojinin etkilendiği üç temel akım bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla özellik akımı, Gestalt akımı ve grafoanalitik akımdır [2]. Özellik akımı Fransa'da doğmuştur. Grafolojik niteliklerin (karakterlerin uzunluk ve genişliğindeki değişimler, vurgu ve eğimdeki değişimler vb.) değişimleri üzerinde yoğunlaşmıştır. 1800'lerin ortalarına kadar Michon ve bu akımın mensupları kişisel özelliklere işaret eden öğeleri araştırmışlardır.

Gestalt akımı daha sonraki zamanda gelişmiştir. Bazı Alman grafologlar yazıdaki grafolojik niteliklerden ziyade ifade edici göstergelere işaret etmişlerdir.

1929'da Bunker "Grafoanalitik" yöntemi kurmuştur. Bu akım önceki iki akıma bir tepki olarak ortaya çıkmıştır. Bu akımın ortaya koyduğu sistem yazıdaki vurguları tanımlayan bir sistemdir. El yazısını yorumlamasında önceki her iki akımın etkileri de görülür.

Yukarıda bahsedilen araştırmalarda görüleceği üzere el yazısı ile kişilik arasındaki ilişki problemi oldukça karmaşıktır. Grafolojiye bu kadar yoğun bir ilgi ve istek olmasına rağmen, bilimsel psikoloji tarafından yoğun bir şekilde eleştirilmiştir. Birçok araştırmacı grafolojiyi anlaşılmayan ve boşa bir çaba olduğunu savunmuştur. Ayrıca konuya olan ilgi her geçen zaman artmış olsa da yapılan araştırmalar son derece sınırlıdır. Bunun nedeni, bu disiplini kullanan araştırmacıların bulgularının çok da tutarlı olmamasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca grafolojik bağlamda yapılan çalışmaların birçoğu güvenirlik ve geçerlilik açısından eksik ve yetersizdir. Oysa ki bu iki değerlendirme kriteri bu tarz çalışmalarda dikkate alınması gereken en temelde yer alan iki kriterdir [2].

Grafolojinin uygulamasının olduğu iddia edilen alanlardan bir tanesi de işe alım sürecidir. Fakat bazı araştırmacılar tarafından işe alım sürecinde grafolojinin sanıldığı kadar etkin olmadığı yönünde eleştiriler de bulunmaktadır [5]. Bengerter bazı derin olmayan yayınlar ve gazetelerin grafolojinin işe alım sürecindeki etkisini olduğundan fazla gösterdiklerini belirtmektedir. Acaba grafoloji işe alım sürecinde, medyanın topluma yanlış bir şekilde yön vermesi sonucunda gerekli olmayan bir seçim kriteri olabilir mi? Grafoloji işe alım sürecinde ne kadar yaygın olarak kullanılmaktadır? Fransa dışında bunun kullanıldığını söylemek biraz zordur. İtalya, Yunanistan ve Hollanda'da ise %10'dan daha

az kullanılmaktadır. Bengerter, birçok yayına atıfta bulunan Levy'nin eserine de vurgu yapmıştır. Levy'ye göre Avrupa'nın %85'den fazlasının grafolojiden yararlandığı belirtilmektedir. Oysa ki bu iddiayı doğrulayacak somut bir veri bulunmamaktadır. Eğer ki grafoloji başta Avrupa Birliği ülkeleri olmak üzere yaygın bir şekilde kullanılıyorsa grafolojinin kesin kanıtlarla desteklenmesi gerekmektedir [5].

Çalışmaların tümüne bakıldığında el yazısı ve kişilik arasındaki ilişkinin anlaşılabilmesi için el yazsının farklı alanlardaki uygulamalarını ve elde edilen sonuçlarını incelemek daha faydalı olacaktır. Özellikle bilgisayarın el yazısı analizlerinde kullanıma yoğun bir şekilde dahil olmasıyla birlikte uygulamaların sayısı ve çeşitliliği oldukça artmıştır. Bunun yanında araştırmaların sonuçlarının değerlendirilmesi daha hızlı ve daha doğru bir şekilde yapılabilmektedir.

2.2 El Yazısı Analizinin Uygulamaları

El yazısı ve kişilik arasında yukarıda da bahsedildiği gibi bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişkinin ve bunun derecesi üzerindeki çaba ise grafoloji teriminin etrafında şekillenmektedir. Gündelik hayatımızda el yazısı analizinin uygulamaları hastalık tanısından işe alım sürecine kadar oldukça geniş bir yelpazededir. Bu uygulamalar sistemik olarak bu başlık altında örnekler verilerek incelenecektir.

2.2.1 Sağlık Alanındaki Uygulamalar

Tıp alanında el yazısının analizi belki de en çok emek isteyen alandır. Bu alanda el yazısının anatomik ve nöropsikolojik durumları veya ilaç, hastalık gibi durumların el yazısı üzerindeki etkileri incelenmektedir. Bu alanın patolojik yönü oldukça önemlidir. El yazısındaki sıradışı karakteristikler ataksi, tremor gibi düzensizlik ve işlem bozukluklarına işaret edebilir [6].

Glenat ve arkadaşları, kağıt üzerinde yapılan çizimleri bilgisayarın da desteği ile değerlendirerek disparaksi, parkinson gibi nöropsikolojik durumların tanı sürecine katkıda bulunmuşlardır [7].

Klinik tedavi uzmanları tarafından nöropsikolojik hastalıkların teşhisi için kullanılan birçok değerlendirme yöntemi arasında "kalem ve kağıt testi" standart hale gelmiş olanlardan birisidir. Bu testte hastalar bir çizimi kopyalamak, çizgileri birleştirmek ve bir seri kelime yazmak gibi görevleri yerine getirmeleri gerekmektedir. Bu testlerin değerlendirilmesinde belirli ilkelerin izlenmesi gerekmektedir. Böylelikle bu görevlerin puanlanmasında bir birliktelik sağlanmış olur. Fakat klinik araştırmacıların değerlendirmelerinde ayrılıklar yaşadığı belli görevler bulunmaktadır. Ayrıca bu iş için harcanan süre de oldukça fazladır. Bu sürenin uzaması hastalar arasında yorgunluğa ve test performansında düşüşe neden olmaktadır.

Bu kağıt-kalem görevlerinin çoğu ortak bir paydada birleşmektedir. Çalışmada bilgisayar tabanlı bir çerçeve bu ortak paydayı kullanarak klinik tedavi uzmanlarına otomatik, hızlı ve güvenilir bir şekilde bahsi geçen görevlerin değerlendirilmesi imkanını sağlamaktadır.

Geliştirilen bu sistemin kullanılmasıyla disparaksi ve ihmal hastalığı durumları doğru bir şekilde tespit edilmektedir. Böylelikle uygulanan testlerin tekrar edilebilirliği artmakta ve değerlendirmede olan subjektiflik ortadan kalkmaktadır.

2.2.2 Doğruluk Testlerindeki Uygulamalar

Adli tıp araştırmacıları el yazısı üzerinde sahtecilik yapılıp yapılmadığının tespiti için grafolojiyi kullanmaktadır. Adli doküman araştırmacıları sahtecilik, evrak tahrifatı gibi vakalarda el yazısı üzerinde incelemeler yapmaktadır. Bu tarz araştırmalara en sık konu olan örnek ise imza doğrulamadır. Bilgisayar teknolojisinin hızla gelişmesi ile birlikte grafolojistler imza doğrulama için bilgisayarın gücünden, kararlılığından ve düşük hata potansiyelinden yararlanma yoluna gitmişlerdir. Bazı grafoloji kavramları otomatik imza doğrulama sistemlerinin oluşturulması için birçok farklı araştırmacı tarafından kullanılmıştır.

İmza doğrulamada araştırmacılar el yazısından hangi özelliklerin seçileceğini tam olarak bilememektedir. Önceki kısımda belirtildiği üzere dikkate alınabilecek birçok özellik mevcuttur. Oliveira ve arkadaşlarının (2005) çalışmasında imza doğrulamada kullanılabilecek bir özellik seti geliştirilmiştir[3]. Belirlenen bu özellik seti ile banka çekleri

üzerinde imza doğrulama uygulaması geliştirilmiştir. Böylelikle sahtecilik girişimleri tespit edilebilmektedir.

Bireylerin el yazısından yalan söyleyip söylemediklerinin tespit edilmesi ise başka bir boyuttur. Günümüzdeki kurumlarda ahlaki yanlışlıklar ve skandallar sıklıkla karşılaştığımız kavramlardır. Birçok üst düzey yönetici, iş dünyasındaki bulaşıcı olan aldatma, rüşvet ve çeşitli ahlak dışı davranışları durdurmak gibi zor bir görev üstlenmişlerdir. Alt seviyeden üst seviyeye kadar çalışanlar tarafından gerçekleştirilen bu ahlak dışı davranışlar kapalı kapılar ardında gerçekleştiğinden dolayı yöneticiler tarafından belgelendirilmesi, ölçümlenmesi, anlaşılması ve ortaya konulması son derece güçtür. Ayrıca son yıllarda e-posta, metin mesajlaşma gibi sayısal iletişim teknolojileri yüzünden pek çok insan iletişim kurarken el yazısını daha az sıklıkta kullanmaktadır. Bu kişiler el yazılarının son derece önemli bilgiler içerdiklerini unutmuş durumdadırlar. El yazısının iletişimde daha az kullanılmasıyla insanlar kendi iç dünyalarını daha kolay bir şekilde dışarıya sergilemektedirler. Bunlar içerisinde kendi duyguları ve sakladıkları sırlar da yer almaktadır.

Li ve Tang tarafından yapılan bir araştırmada yalanın el yazısından tespitinde dikkat edilmesi gereken sekiz özellik ortaya konulmuştur[8]. Araştırma yalan söyleme alışkanlığı olmayan insanların yalan söylediklerinde farkında olmadan el yazılarında ne gibi özelliklerin değiştiğini ortaya koymaktadır.

İlk olarak bireyler yalan söylediğinde birçoğu kendi oluşturmuş olduğu ahlaki kuralları ihlal eder. Bu durumun yazıya yansımasını sol kenar boşluğunda gözlemlemek mümkündür. Tek başına bu özelliği gözlemleyerek yalanların %80'inin tespit edilebildiği belirtilmiştir. Kişi yalan söylemeye başladığında duygularındaki ani değişiklikler oldukça belirginleşir ve dramatikleşir. Bu durumun ise yazıda tespit edilmesi oldukça kolaydır. Ayrıca yazı içerisinde yalan söylemeye başlamadan önce plan yapılır ve bir noktada yalanın yazı içerisindeki yansımaları görülmeye başlanır.

İkinci olarak kişiler doğruları söylerken yazılarına karşı güven duyarlar. Başkalarının kendi duygularını bilmesi için isteklidirler. Bu durum yazıda kendisini sağa eğim şeklinde gösterir. Yalan esnasında ise duygu ve ifadelerini gizlemeye çalışır. Bu

esnada kişi içine daha fazla kapanık olur. Bunun nedeni başkalarının sırrını öğrenmesinden çekinmesidir. Bu duygu durumu yazıda sola doğru bir eğim oluşmasına neden olur.

Yalanı ortaya koymak zaman ve çaba gerektirir. Rosenblum vd. tarafından belirtildiği üzere insanlar yalan söylerken bilinçli veya bilinçsiz bir şekilde kalemlerini kaldırırlar ve söyleyecekleri yalanı tasarladıktan sonra yazmaya devam ederler [8]. Bu durum yazıda doğru ve yanlış ifadeler arasında geniş boşlukların oluşmasına neden olur.

Yalan söyleme esnasındaki güven eksikliği yüzünden insanlar yalanlarını yazarken kelimelerini yazdığı diğer kelimelere göre daha küçük boyutta yazmaktadır. Ayrıca yalan barındıran el yazısında ana hattın altına doğru sapmalar görülür.

Bu tarz el yazıları kalem baskısından veya kağıdın renginden dolayı daha az belirgin olur. Kişiler bunu bilerek ve mümkün olduğunca belirsiz ve anlaşılmaz bir şekilde yapar. Kişi, yazısında yalanın olduğu bölümlerde bazı kelimelerin altını çizebilir veya daha vurgulu bir şekilde yazabilir.

El yazısındaki yalanların büyük bir çoğunluğu yazının içeriği okunmadan bu temel bilgilerin ışığı altında rahatlıkla ve kolaylıkla tespit edilebilir.

2.2.3 Personel Seçimi

12 Şubat 2005 tarihli "The Independent" gazetesine göre Fransa, Almanya, Hollanda'daki firmaların %80'i işe alım sürecinde grafolojiden yararlanmaktadır [5].

İşe alım sürecinde insan kaynakları departmanı tarafından kullanılan grafolojik testler genellikle tamamlayıcı niteliktedir. Bu süreç kapsamında el yazısı analizlerinden yararlanma karşılıklı görüşmelerden daha kullanışlıdır. Grafoloji başvuru sahibinin gizli kalmış yönlerini ortaya çıkarır ve işin gerekliliklerine uygun nitelikli kişinin bulunmasına yardımcı olur. Bu nitelikler çoğu zaman liderlik, takım çalışması ve organizasyonal yeteneklerdir [9].

Coll ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada işe alım sürecinde grafolojiden nasıl faydalanıldığı gösterilmeye çalışılmıştır. El yazısındaki farklılıkları değerlendirmede geriye yayılım algoritmasını kullanan bir yapay sinir ağı tercih etmişlerdir[9]. Çalışmalarında kişilik profilinin oluşturulmasında dikkate aldıkları yedi farklı grafolojik özellik vardır. Bunlar, doküman sayfa düzeni, oransal ve düzenli biçemler, dokümanın iç

ahengi, kelimeler arasındaki bağlantılar, biçemlerin okunabilirliği, vurguların şekli ve kağıda uygulanan basınçtır. Araştırmalarında, cinsiyet ve sosyoekonomik durumlarına bakmaksızın yaşları 12 ile 85 arasında değişen 98 kişiden örnekler almışlardır. Alınan örnekler 90 kelime uzunluğundadır. Alınan örnekler 300 dpi çözünürlükte 8 bit derinliğinde taranmıştır. Ardından bu örnekler uzman grafolojistlere gönderilerek gözlemlenmek istenen özellikler uzmanlarca incelenmiştir. Bir sonraki aşamada örnekler yedi kriter göz önüne alınarak yapay sinir ağına uygulanmıştır. Sonuçta istenilen işe uygun olan ve olmayan şeklinde iki sınıf ortaya çıkar. Bu bilgi ise kişilerin işe alım sürecinde karar vericilere yardımcı olmaktadır.

2.2.4 El Yazısı Tabanlı Sayısal Kimlik Tanımlama

Bu noktaya kadar bahsedilen uygulama alanlarına bakıldığında el yazısının önemi kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Özellikle sosyal çevrede bireyin kendini ifade etme şekli olarak görmek mümkündür. Daha önceden de söylenildiği gibi el yazısı kişiye ait ayırt edici bir izdir.

Uzun zaman önce insanlar kaleme alınmış dokümanların gerçek sahibinin bulunmasının önemini fark etmişlerdir. İçinde bulunduğumuz zamanda bile el yazısının sahibinin tanımlanması oldukça önemlidir. Bankacılıkta, kriminolojide, doğruluk ve güvenlik gerektiren her yerde kullanılmaktadır. Bu yüzden el yazısının sahibini otomatik olarak belirleyen sistemlere ait olan uygulamaların sayısı artmıştır.

Kişinin karakteristik özelliklerinin grafoloji ışığında ortaya konulması konusunda sayısal bilgisayarların kullanılması fikrini ilk ortaya atanlar arasında Sheikholeslami ve arkadaşları yer almaktadır [10]. Bilgisayarın bu sürece dahil olmasıyla birlikte el yazısı üzerindeki araştırmaların çeşitliliği de artmıştır.

He ve arkadaşları el yazısının sahibinin belirlenmesine dönük yapılan çalışmaların bir özetini vererek sınıflandırmaktadır [11]. El yazısı tabanlı kimlik tanımlamayı birçok açıdan sınıflandırmak mümkündür. Özellikle elektronik ortamların geniş olarak yer aldığı zamanımızdaki sistemlere baktığımızda sisteme verilen girdinin türüne göre çevrimiçi ve çevrimdışı sistemler olarak sınıflandırmak mümkündür [11]. Çevrimiçi olan sistemde bilgisayara bağlı olan bir cihaz el yazısını ve yazım esnasında topladığı birçok parametreyi

anlık olarak bilgisayara aktarır. Toplanan bu parametrik bilgiler el yazısının tanımlanmasında hayati öneme sahiptir. Çevrimdışı sistemler ile karşılaştırıldığında yüksek derecede doğruluğa ulaşmak daha kolaydır. Fakat, her zaman çevrimiçi sistemleri kullanmak çeşitli nedenlerden ötürü mümkün değildir.

El yazısı kullanılarak kişi belirleme alanındaki çalışmalara diğer bir örnek ise He'nin geliştirdiği yöntemdir. Çevrimdışı sistemlerde yazan kişinin ayırt edilmesinde klasik yöntemler 2 boyutlu Gabor modellerini kullanırken, He ve arkadaşları wavelet tabanlı genelleştirilmiş gaus dağılımını çalışmalarında kullanmışlardır [11]. Bu tarz bir kişi ayırt etme, bankacılıkta, kriminolojide, doğruluk ve güvenlik gereken birçok yerde kullanılmaktadır.

Çevrimdışı kimlik tanımlama yöntemleri, metin bağımlı ve metin bağımsız yazar tanımlama yöntemleri olarak ikiye ayrılır. Metin bağımlı yöntemler sadece aynı karakterleri eşleştirirler. Sonuçta eşleştirme yapılacak iki durum için aynı metne ihtiyaç duyarlar. Tam ters olarak farklı kişilerin el yazıları görsel olarak incelendiğinde sıklıkla ayırt edicidir. Metinden bağımsız yöntemler sabit karakterlere ihtiyaç duymazlar. Bu yöntemler el yazısının genel karakteristiğini, biçimini dikkate alırlar. Genel olarak metin tabanlı yöntemler kişinin belirlenmesinde daha iyi sonuç vermektedirler. Fakat belirtildiği gibi aynı metne ihtiyaç duymaları yüzünden çok fazla uygulanabilir değildir. Diğer yandan metin bağımsız yöntemler geniş bir kullanım sahasına karşın aynı hassasiyetteki doğruluklara ulaşamazlar.

El yazısı alanında oldukça yeni bir uygulama ise Chapran (2006) tarafından ortaya atılan gömülü sistemlerdeki biyometrik kişi doğrulamasıdır. Özellikle teknolojinin baş döndürücü bir hızla ilerlediği çağda bilgi güvenliğinin daha etkin korunmasında bu tip sistemlere büyük ölçüde gereksinim duyulmaktadır. Söz konusu olan sistem dört temel modülden oluşmaktadır. Bu modüller verilerin toplanması, özelliklerin çıkartılması, tanımlama ve iletişimdir. El yazısından çıkartılan özellikler var olan özellikler ile karşılaştırılarak sonuca varılmaktadır. Bu özellikler dinamik veya statik yapıda olabilmektedir. Kullanılan kalemin tipi ve şekli statik özelliklere örnek olarak verilebilirken, kişinin yazım şekli dinamik özelliklere örnek olarak verilebilir [12].

Yine el yazısı üzerine değişik bir çalışma ise Panagopoulos tarafından 2009'da yapılmıştır. Eski Yunan anıtlarındaki farklı yazıtlar üzerinde bulunan yazım şekillerinin incelenerek bu yazıtları oluşturan kişilerin aynı olup olmadığı ve yazıtı oluşturan kişinin özellikleri hakkında birtakım somut ipuçları bu çalışmada ortaya konmaya çalışılmıştır [13].

El yazısından kişi belirlemede yapılan bir diğer çalışma ise Santana ve arkadaşları tarafından 2008 yılında yapılmıştır. Kişi belirlemede 2 farklı grup kullanılmaktadır. Bunlar; kişinin yazım stiline ait olan özellikler, diğeri ise kelimelerin istatistiksel özellikleridir [14].

Champa ve AmandaKumar ise el yazısından insan davranışı tahmini üzerine çalışmalarda bulunmaktadır. El yazısını 5 farklı yönden incelemişledir. Bunlar; basınç, ana hat, eğim, 't' harfi ve 'y' harfinin yazım şeklidir. Çalışmalarında yapılan grafolojik çıkarımların büyük ölçüde analizcinin yeteneklerine bağlı olduğunu vurgulamışlardır [15].

Yurtiçinde yapılan bir çalışmada ise Osmanlı şiir yazımında önemli bir yere sahip olan kafiye bilgisinin otomatik olarak tanımlayan uygun eşleme yöntemleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar veri madenciliği çalışmalarına bir altlık hazırlamıştır [16].

Buffalo Üniversitesi'nde Govindaraju önderliğinde bir grup araştırmacı el yazısı barındıran posta adreslerinin, hasta kimlik kartlarının, banka çeklerinin tanınması alanında çalışmaktadır [17].

2.2.5 İnsan Davranışlarının Tespiti

El yazısı analizi veya grafoloji, yazıdaki karakter ve bir takım desenlere bakarak kişiyi anlamak, değerlendirmek ve belirlemek için bilimsel bir yöntemdir [18,19]. El yazısı analizi kişiyi el yazısına bakarak belirleyen bir doküman incelemesi değildir. El yazısı, beyin yazısı olarak görülmektedir. Her bir kişilik özelliği nörolojik beyin deseni tarafından temsil edilir. Her nörolojik beyin deseni eşsiz nöromasküler hareketi oluşturur. Bu hareketler aynı kişisel özelliğe sahip her birey için aynıdır[18].

Yazı yazarken bu küçük hareketler bilinçsiz olarak oluşur. Her bir yazım hareketi veya kalem darbesi belirli bir kişisel özelliği açığa çıkarır. Champa ve AnandaKumar'a göre (2010) grafoloji, bu kalem darbelerini el yazısında görüldüğü şekli ile tanımlayan ve bu doğrultuda elde ettiği bulgulara karşılık gelen kişisel özelliği ortaya koyan bir bilim

dalıdır[18]. Gerçekleştirdikleri çalışmada yapay sinir ağı kullanarak el yazısından çıkarılan özelliklerden kişinin karakter özelliklerinin tahmin edilmesi üzerine bir yöntem öne sürmektedirler. El yazısı üzerinde inceledikleri özellikler ise ana hat, kalem baskısı ve 't' harfidir. Bu üç temel özellik yapay sinir ağına girdi olarak verilmektedir. Ağın çıktısında kişilik özellikleri elde edilmektedir.

El yazısı üzerinden kişilik belirlemeye dönük olarak bir çalışma ise Prasad ve arkadaşları tarafından yapılmıştır[19]. Çalışmalarında altı temel el yazısı özelliği (harf boyutu, harflerin ve kelimelerin eğimi, kelimelerdeki vurgu, harfler arasındaki boşluk, ana hat ve kelimeler arasındaki boşluk) belirlenmiştir. El yazısı temel görüntü işleme teknikleri ile üzerinde işlem yapılabilir bir hale getirildikten sonra bu altı özellik el yazısından çıkartılarak destek vektör makinesinin eğitiminde kullanılmıştır. Sistem el yazısından, kişinin karakteristiksel birtakım özelliklerini çıktı olarak vermektedir.

Shamsuddin tarafından 2008 yılında yapılan çalışmada, el yazısı ile kişilik arasındaki ilişki somut kanıtlarla ortaya koyulmaya çalışılmıştır [20]. Çalışmada, seçili grafolojik özellikler ve Cattell'in 16PF kişilik envanteri arasındaki ilişki belirlenmeye çalışılmıştır. Belirlenmeye çalışılan 5 temel grafolojik özellik uzmanlara verilerek 16PF kişilik envanteri ile nasıl bir ilişki içinde olduğunu bulmaları sağlanmıştır. Sonuç olarak %80.9 oranında doğrulanmıştır.

2.3 El Yazısının İncelenmesinde Bilgisayar Kullanımı

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında kişilik özelliklerinin belirlenmesi kişinin gözle yorumlayarak yaptığı bir işlemdir. Herhangi bir ilave araç kullanmadan yapılan bu tarz el yazısı değerlendirmeleri çok hassas olmayacaktır. Bilgisayarın doğruluk, hız ve aynı işi tekrar yapabilmek gibi yetenekleri bu çalışma alanına uygulandığı taktirde ise daha doğru ve hızlı analiz yapabilmek yeteneğine kavuşulmuş olacaktır. Kişiliğin ortaya konulmasını içeren çalışmalara bakıldığında el yazısı üzerinde odaklandıkları bazı noktalar aşağıdaki başlıklar şeklinde belirtilebilir:

- Sayfanın sağ, sol, üst ve alt kenar boşlukları
- Okunabilirlik ve sayfa düzeni

- Satırlar arası boşluk miktarı
- Kelimeler arası boşluk miktarı
- Harflerin büyüklüğü
- Harflerin eğimi
- Sayfanın üst ve alt bölgelerinin oranı
- Harflerin başlangıç vurguları
- Bağlantıların dereceleri
- 'i' ve 'T' gibi harflerin yazılışı
- Kaleme uygulanan basınç
- Yazım hızı

Bu özelliklerin el yazısından çıkarılması subjektif, zaman alıcı ve hataya açıktır. Üstelik farklı grafolojistler aynı el yazısında aynı özellikleri farklı şekilde çıkartabilmektedir. El yazısının içeriğinin de grafolojistin analizini etkilemesi mümkündür. El yazısının bu niteliklerinin analizinde kullanılan grafolojik kuralların geçerliliği halen sorgulanmaktadır. Ancak bilgisayar kullanarak bu tarz problemlerin üstesinden gelinebilir.

2.4 El Yazısının Temel Nitelikleri

Bu bölümde temel grafolojik ve grafometrik nitelikler tanımlanmaktadır. Bu niteliklerin seçiminde kullanılan temel kriter, niteliklerin kolay bir şekilde hesaplanabilirliğidir. Temel grafolojik niteliklerin hangi kişilik özelliği ile ilişkili olduğu açıklanacaktır.

Günümüzde grafolojinin iki farklı ekolü bulunmaktadır[3]. Birincisi mimik ekolüdür ve bu ekol, kişinin karakterini kişiye ait el yazısının yükseklik, genişlik, eğim ve düzenlilik gibi holistik niteliklerine bakarak belirlemeye çalışır. Diğeri ise sembolik ekoldür. Bu ekolde, sembollerin yorumlanmasına dayalı olarak çalışmalar sürdürülmektedir. Dikkate alınan temel kriterler; sıra, oran, boyut, basınç sabitlik, biçim karakteristik işaretler ve bırakılan boşluk miktarıdır.



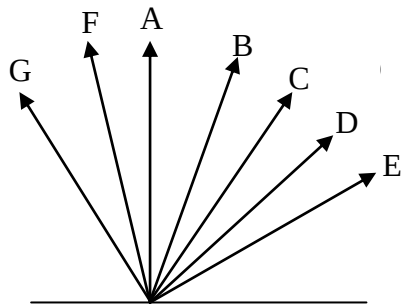
Şekil 2.1 Grafolojik bazı temel nitelikler

Düzen niteliği, grafiksel elemanların dağılımına işaret eder. Yazının düzen özelliği Şekil 2.1'de de görüldüğü gibi el yazısı net, karışık, yoğun veya aralıklı değerler alabilir[3]. Oran niteliği, oransal, oransal olmayan veya bunların birleşimi; boyut niteliği yine yüksek boyut bilgisi içeren veya içermeyen; biçim niteliği yuvarlak hatlı vurgular, yatay veya dikey vurgular gibi değişik değerler alabilir. Bahsi geçen niteliklerin hepsinin aldıkları değerler farklı kişilik özelliklerine işaret etmektedir. Bu bölümde çeşitli grafolojik niteliklerin anlamlarına değinilecektir.

2.4.1 Eğim

Kişinin yazısındaki eğimin yönü birçok şeyi açıklamak için yeterlidir. Yazının sağa, sola veya dik olması farklı şekillerde yorumlanır. Bu özellik kişinin sağ veya sol eli kullanmasına bağlı değildir. Şekil 2.2'de, eğimin derecesinin hangi anlama geldiği görülmektedir [21].

A tipi eğime sahip olan kişiler bağımsız bir kişilik sergilerler. Başkalarının onayına ihtiyaç duymadan kararlarını verirler. B ve C arasındaki eğim aralığı orta derecede duygusallığa işaret eder. Bu aralıktaki kişiler arkadaşlarının, ailelerinin, çalışma arkadaşlarının desteğine ve onların beraberliklerine ihtiyaç duyarlar.



Eğim	Anlamı
A	Bağımsızlık
B-C	Orta Derecede Duygusallık
C-D	Kolay Bir Şekilde Etkilenebilen
D-E	Aşırı tepki gösterebilen
A-F	Analitik
F-G	Çekingen

Şekil 2.2 Eğim açısı sınıflandırması

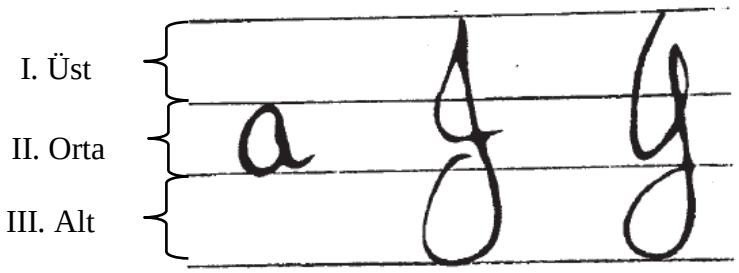
Eğer el yazısının eğimi C ve D aralığı içinde yer alan bir birey var ise bu bireyler başkalarının duygu ve düşüncelerinden kolaylıkla etkilenebilirler. Kendisini kolaylıkla kaybedebilen, olaylar hakkında aşırı tepkiler verebilen bireylerin el yazılarındaki eğim ise D-E aralığındadır. A ile F eğime sahip olan bireyler ise dikkatlidirler. Duygularından ziyade mantıkları ile karar verirler. Başkalarına karşı çok fazla güvenmeyen ve çekingen yapı sergileyen kişilerin el yazılarının ise F ve G aralığında olduğu gözlenmiştir.

2.4.2 Denge

Bireylerin, zihinsel ve duygusal anlamdaki idealizm, duygusallık veya materyalizm gibi özelliklerden hangilerine sahip olduklarını söyleyebilmemiz için, eğim dışında el yazısında diğer unsurlara da bakmak gerekmektedir. Bunu ise bir karakteri oluşturan üç farklı bölümdeki farklılığa bakarak söylememiz mümkündür. Bu bölümlere bağlı olarak harfler üçe ayrılır. Bunlar:

- Üst büklümlü harfler (d, t gibi)
- Alt büklümlü harfler (g, y gibi)
- Orta büklümlü harfler (o, a gibi)

Beşinci bölümde bahsedilen bazı ön işlemlerin karakterler üzerine uygulanmasından sonra elde edilen referans hatları, alt-üst hatlar kullanılarak karakteri bölgesel açıdan değerlendirmek oldukça kolaydır[21].



Şekil 2.3 Karakterlerin referans çizgileri arasındaki dağılımı

Üst bölgede yer alan karakterler üst büklümlü olup kişinin akli, duygusal idealleri olduğunu; çeşitli arzu ve inanışlara, ahlaka sahip olduğunu belirtir. Orta bölgede yer alan karakterler, materyalist bir hayata, günlük, anlık yaşam biçimine sahip olduğunu ifade eder. Alt bölgede yer alan karakterler ise alt büklümlü olup duygusallıkları, bilinçaltını ve arzuları simgelemektedir.

2.4.3 Bitişiklik

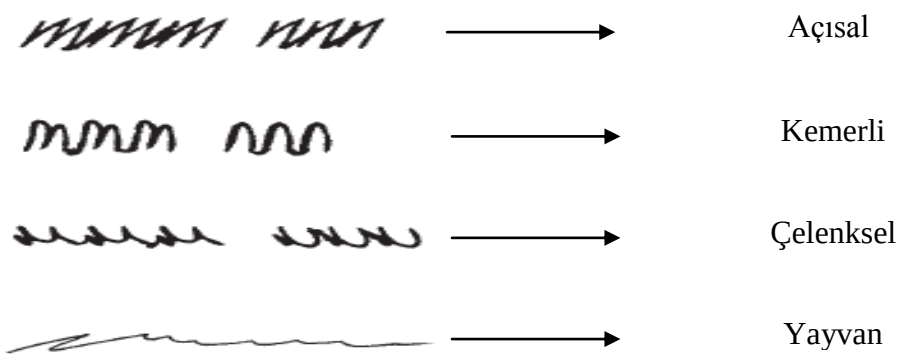
El yazısı üzerinde görülen harflerin birbirleriyle olan bağlantı durumları diğer bir deyişle bitişiklikleri genel olarak aşağıdaki biçimlerde olabilir. Bunu Şekil 2.4'de daha net olarak görmek mümkündür [21].

Açısal (Angular Style): Kontrolcü, duygusuz, sert başlı, kavgacı ve hırçın bir yapıya işaret etmektedir.

Kemerli (Arcade Style): Diplomatik, resmi bir kişilik yapısını simgeler.

Çelenksel (Garland Style): El yazısı bu şekilde olan kişiler dost canlısı, sosyal ve uysaldır.

Yayvan (Thread): Bu tür el yazısı sahipleri bazı başlık ve konulardan kaçınan bir özellik gösterirler.



Şekil 2.4 El yazılarındaki farklı bitişiklikler

Çelenk türü yazı sahipleri çevreleriyle oldukça uyumludur. Dost canlısı insanlardır. Kemerli türde ise bu yazının sahiplerinin kişilikleri saklıdır, gizlidir ve çoğu zaman da karşılarındakine resmi tavır takınırlar. Bu nedenle bu kişilerle yakınlaşmak çok fazla mümkün değildir. Açısal türdeki el yazısı sahipleri aşırı kontrolcü, duygularını ikinci plana atabilen, sert başlı ve hırçın bir yapıya sahiptir. Oldukça analitik bir şekilde düşünürler, sıklıkla katı ve disiplinlidirler. Aynı zamanda oldukça da zeki insanlardır.

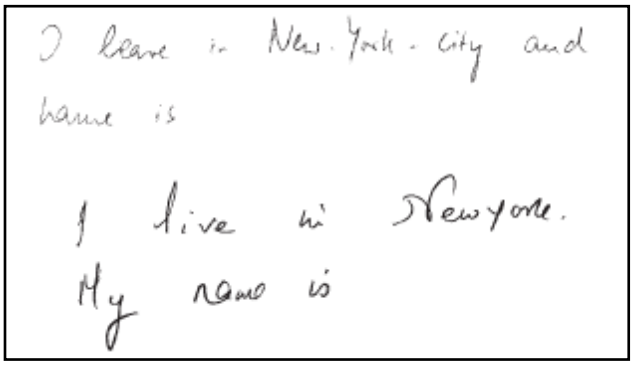
2.4.4 Boşluk

El yazısında harfler, kelimeler arasında bırakılan boşluklar ve aynı zamanda üst ve alt satırlar arasındaki boşluk miktarı kişinin ne kadar sosyal olduğunun bir göstergesidir.

Kelimeler arasındaki boşluk miktarına baktığımızda aynı zamanda bireyin çevresindeki insanlarla kendisi arasında bıraktığı mesafeye de bakmış oluruz. Eşit miktarda bırakılan boşluk miktarı dengeli bir kişiliği göstermektedir. Dahili kelimeler ve satırlar arasında aşırı uzatılmış boşluklar başkalarının arkadaşlığında kendini arayan bir kişiliği ortaya koyar. Bu boşluk aynı zamanda başka eğilimlere de işaret eder. Örneğin satırlar arasında uzun boşluklar bırakan bireyler diğer insanları uzakta tutabilmek için karşısındaki kişi ile kendisi arasına duvar örerler. Yine, kelimeler arasında bırakılan aşırı miktardaki boşluğun bir diğer anlamı ise geniş mekanlarda yaşama isteğidir. Kelimeler arasında

bırakılacak aşırı boşluk miktarı çevresinden uzakta duran insanlar yerine tek başına kalmayı tercih eden kişilik profilini karşımıza getirmektedir.

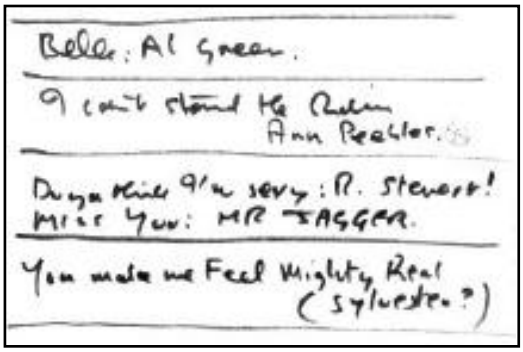
Örneğin aşağıdaki el yazısına, yukarıdaki bahsedilen kriterler dikkate alınarak baktığımızda kendisini diğer insanlardan izole etmeye çalışan ve çekingen bir kişilik yapısı olarak yorumlamak mümkündür [21].



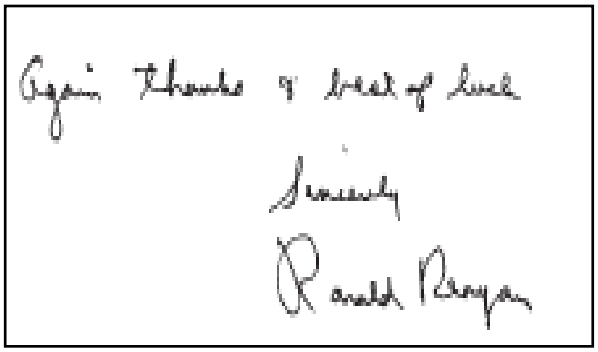
Şekil 2.5 Boşluk miktarı fazla olan bir el yazısı örneği

2.4.5 Font Büyüklüğü

Yazıdaki font büyüklüğü ve süslemelerin çeşitliliği kişilikteki mütevazilik ve frapanlık hakkında oldukça geniş bilgiler sağlar. Büyük ve kalın yazılar doğal yapıdaki büyüklük ve kalınlığı simgeler. Oldukça mütevazi ve kendini olduğundan daha eksik göstermek isteyen bireylerin yazılarının boyutları daha küçüktür.



Şekil 2.7 John Lenon'nun el yazısı



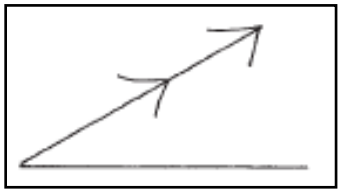
Şekil 2.6 Ronald Regan'nın el yazısı

Dünya tarafından çok yakından tanınan kişileri arasında yer alan müzisyen John Lenon ve Birleşik Devletler eski Başkanı Ronald Regan'nın el yazıları yukarıda görülmektedir[21]. John Lenon'nun el yazısına bakıldığında küçük fontlar, daha çok sola eğimli ve ayrık bir yazım tarzı göze çarpmaktadır. Ronald Reagan'da ise bitişik ve yazı puntolarının daha büyük olduğu görülmektedir.

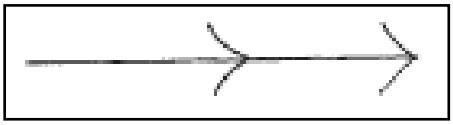
2.4.6 Meyil

Bireylerin el yazılarının sayfa içerisinde izledikleri meyil bilgisi kişinin karakterinin durağanlık veya kararsızlık gibi farklı özelliklerini yansıtabilir. Meyilde bir değişme olmaksızın, satırlar başlangıçtan sonuna kadar aynı şekilde devam ediyorsa bu durum kişilikte durağanlığa, değişmezliğe işaret ederken; meyilin farklılıklar göstermesi kişilikteki kararsızlık durumunun bir yansıması olarak yorumlanır.

Kişilerin toplum içerisinde göstermiş oldukları kendi ruh hallerinin durağanlığı ve tutarlılığı çevrelerindeki insanları da büyük ölçüde etkilemektedir. Örneğin, bir birey çoğu zaman sakin ve sabit ise bu bireyleri genellikle güvenilir olarak nitelendirilir. Birey zaman zaman iyimser, kötümser veya bunların arasındaki farklı bir ruh durumunda olmasına rağmen çoğunlukla bu kişiden ne beklediği bilinir. Bu tarz kişilerin el yazıları sayfa boyunca düz bir hat şeklinde ilerler. Tam tersi olarak, devamlı değişen, tutarsız bir ruh haline sahip olan bireylerde ise davranışlar önceden kestirilemez. Farklı zamanlarda herhangi belirli bir neden olmaksızın içinde bulundukları ruh halleri değişiklik gösterir. Tüm bu belirtilen özelliklerin yazı üzerindeki etkilerini aşağıdaki şekilde göstermek mümkündür.



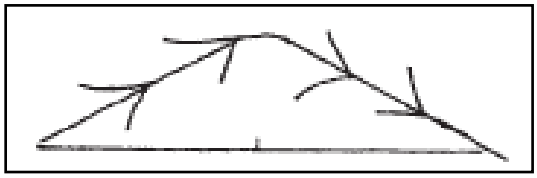
a. Pozitif Meyil



b. Meyil yok



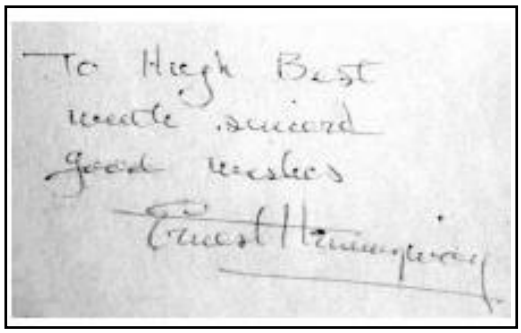
c. Negatif meyil



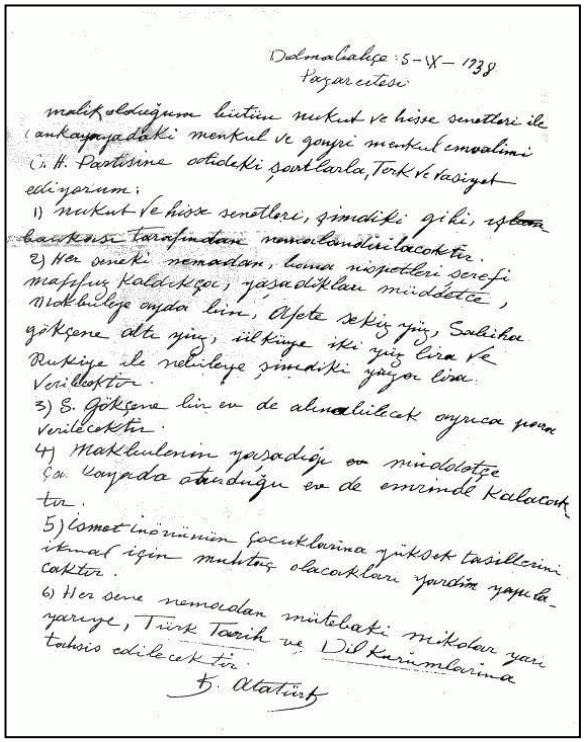
d. Değişken meyil

Şekil 2.8 El yazısındaki farklı eğim türleri

Şekil 2.8a ve 2.8b incelendiğinde kişilerin içinde bulundukları farklı ruh durumları hakkında çıkarsamalar yapmak olasıdır [21]. Şekil 2.8a'da el yazısı pozitif bir meyile sahiptir. El yazısı bu tarz meyile sahip olan kişiler çok yüksek miktarda ruh hali değişiklikleri gösterirler. Şekil 2.8c'de ise bu durumun tam tersi görülmektedir. Bu tarz meyil bilgisine sahip olan el yazısı sahipleri ise oldukça üzüntülü, depresif bir profil çizerler. Şekil 2.8b ise karşımıza daha durağan bir yapı sergilemektedir. Kişinin dışarıya karşı olan davranışları ani olarak değişmez ve önceden kestirilebilirdir. Şekil 2.8d'deki meyile sahip olan el yazısına bakıldığında, başlangıçta çok iyi bir şekilde başlamakta fakat diğer yarısında momentumunu kaybettiği görülmektedir. Bu tür farklı ruh durumlarının tespiti için, el yazısını çizgisiz bir kağıt üzerine yazması gerekmektedir. Aksi durumda bahsedilen meyillerin tespiti mümkün değildir. Şekil 2.10'da ise Mustafa Kemal'in hayata gözlerini yummadan önce kaleme aldığı kendi vasiyeti görülmektedir. 5 Kasım 1938'de yazılan metnin negatif yönlü bir meyil izlediği rahatlıkla görülebilir.



Şekil 2.9 Ernest Hemmingway'in el yazısı

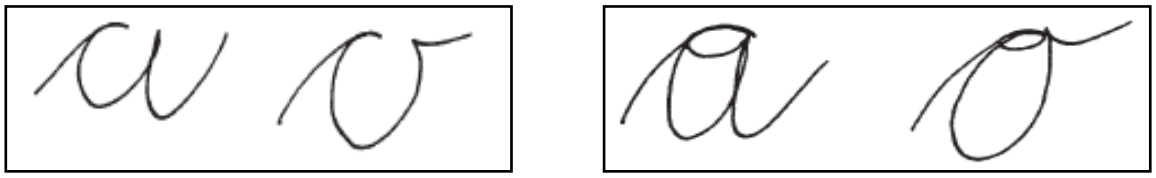


Şekil 2.10 Mustafa Kemal'in vasiyeti

Şekil 2.9'daki el yazısına bakıldığında negatif yönlü bir meyil görülmektedir [21] . Belirtilen bilgiler ışığında bu, üzüntülü bir ruh haline işaret etmektedir. Nitekim bu yazı, örneği dünyaca ünlü yazarın ölmeden önceki son dört ay içerisinde kaleme alınmıştır.

2.4.7 Bazı Karakterlerin Yazım Şekli

Bir kişinin çevresindekilere karşı açık sözlü, güvenilir veya ihtiyatlı, tedbirli olup olmadığının anlaşılması gayet kolaydır.



Şekil 2.11 'a' ve 'o' karakterlerin farklı şekillerde yazılışı

El yazısındaki “a”, “o” gibi harflerin yazımında eğer, harfin üstünde boşluk bırakılıyorsa diğer bir deyişle açıklık kalıyorsa, bu durum bireyin yeni fikirlere, düşüncelere açık olduğuna, çevresindeki insanlara güvendiğine, sezgisel bir yönü olduğuna işaret etmektedir. Fakat bu yazım şekli bireyin saf ve her şeye inanan bir yapısı olduğunu göstermez [21].

Diğer yandan el yazısında yer alan “a”, “o” gibi harflerin üst kısımları kapalı ise bu yazım tarzı bireyin ketum, sır saklayabilen ve her zaman dikkatli bireyler olduğunun ipuçlarını verir. Bu grupta yer alan bireyler, karşılaştıkları insanları elde ettikleri ilk izlenimlere göre değerlendirirler.

2.4.8 Yazım Hızı

İş yaşamında aktif ve araştırıcı olan bireyler, yazım sırasında kaleme daha fazla basınç uygulamaya eğilimlidirler. Bu durum, güçlü bir amaca veya diğer bir deyişle amacın gücüne işaret etmektedir. Yazım sırasında kullanılan hız ise yaşam için olan ilgi ve hevesin bir göstergesidir.

Yazım üzerindeki hızın göstergeleri:

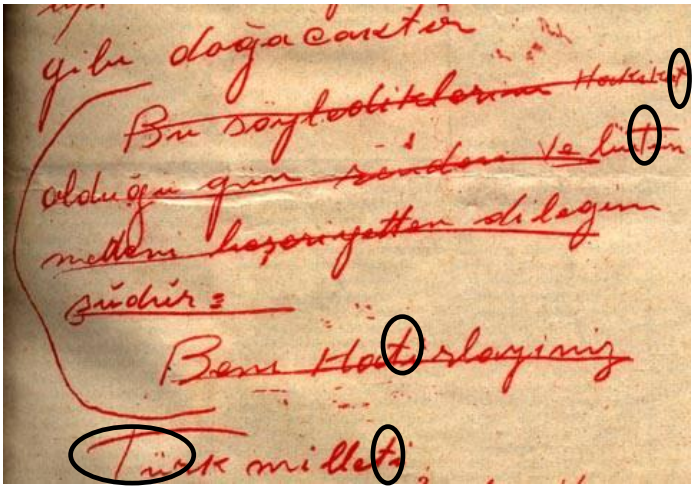
- Sağa doğru belirli bir eğimle yazılmış yazım
- Düzgün bağlantılı karakterler
- 'i' ve 't' gibi bazı harflerin yazım formlarıdır.

Özellikle 't' harfinin yazım stili kişinin liderlik özelliği hakkında bilgi sağlamaktadır [21].

Tablo 2.1 Farklı 't' harfleri ve anlamları

	Küçük t harfinin yüksekliği ne kadar fazla ise, kişi kariyeri ile ilgili o derece fazla istekli ve ilgilidir.
	Eğer t harfi yatay bir seyir izliyorsa, yazar içinde bulunduğu iş durumu ile ilgili olarak heyecanlı bir yapıya sahiptir.
	Aşağıya doğru bakan t harfi kişinin genellikle içinde bulunduğu konumda problemleri olduğunu gösterir.

Tablo 2.1'de belirtilen özellikleri barındıran el yazısı sahiplerinin liderlik vasfı olduğu görülmektedir.

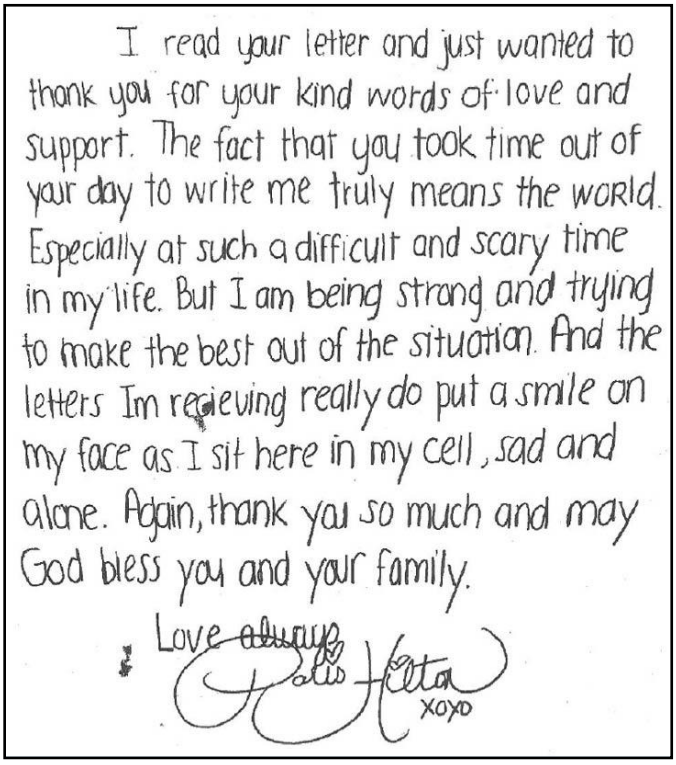


Şekil 2.12 Mustafa Kemal'in el yazısı

Şekil 2.12'de Mustafa Kemal'in el yazısı görülmektedir. Mustafa Kemal'in Cumhuriyetin 10. yılında hazırladığı Söylev için aldığı notlar arasında bulunan bu paragraf daha sonra üzeri çizilerek metnin içeriğinden çıkartılmıştır. Liderlik vasfı ile tanınan büyük önderin bu metindeki el yazısında, 't' harflerinin her üç şekli de mevcuttur.

2.4.9 Karakterlerin Genişliği

Kişinin el yazısındaki karakterlerin genişliği ve kavisliliği gibi ölçekler kullanılarak tutumluluk özelliği hakkında birtakım çıkarımlarda bulunulmaktadır.Yapılan inceleme ve araştırmaların sonuçlarına göre, geniş harfler ve kavisli bir yapı görünümündeki el yazısına sahip olan kişilerin fazlasıyla eli açık veya abartılı bir şekilde müsrif bir yapı sergilemektedir. Diğer taraftan küçük ve daha dar yazıya sahip olan kişilerin ise tutumlu ve daha ekonomist oldukları görülmektedir.


I read your letter and just wanted to thank you for your kind words of love and support. The fact that you took time out of your day to write me truly means the world. Especially at such a difficult and scary time in my life. But I am being strong and trying to make the best out of the situation. And the letters Im recieving really do put a smile on my face as I sit here in my cell, sad and alone. Again, thank you so much and may God bless you and your family.

Love always

Paris Hilton

xoxo

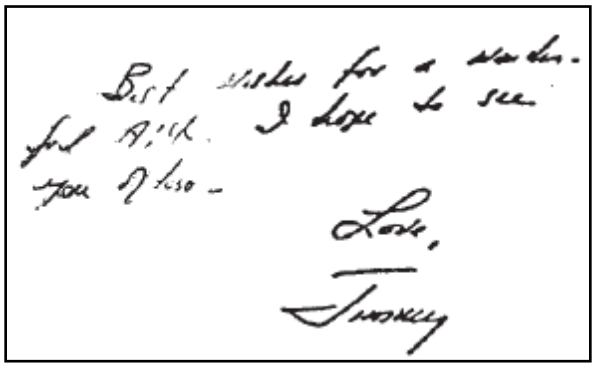
Şekil 2.13 Paris Hilton'nun el yazısı

Sıkışık, dar görünümlü harfler tutumlu bir kişilik yapısını ifade etmekte iken geniş yazım stili ve yükselen kalem vuruşlarının olduğu yazım stili ise yardımsever, eli açık, cömert profile işaret eder. Şekil 2.13'de bahsedilen bu özellikleri gözlemlemek fazlasıyla mümkündür[21].

2.4.10 Birleştirilmiş Harfler

Bireylerin hayatta karşılaştıkları olaylarda tepki göstermeleri farklı şekillerde gerçekleşir. Bazı gruptaki bireyler olaylara mantık kuralları içerisinde neden-sonuç ilişkisini gözeterek bakarken bazı bireyler ise sezgilerini kullanarak sonuca ulaşmaya çalışmaktadırlar. Birinci gruptaki bireylerin başarı grafiği daha durağan bir görünüm sergilerken, ikinci gruptakiler için aynı şeyden bahsetmek mümkün değildir.

Bu iki gruba ait el yazısı örnekleri incelendiğinde birinci gruptaki bireylerin el yazılarında birbirini izleyen karakterlerin birleşik olduğu görülmektedir. İkinci gruptaki bireylerde ise bu durum gözlenmez.



Şekil 2.14 Jimmy Carter'ın el yazısı

Yukarıda, Birleşik Devletler eski Başkanı Jimmy Carter'ın el yazısı görülmektedir [21]. El yazısına dikkat edilirse karakterler tamamıyla birleşik değildir. Bu, kişinin aklında pek çok fikir olduğu şeklinde yorumlanabilir.

2.4.11 'i' ve 'j' Karakterlerinin Yazılışı

Detaylar, bütün ilişkilerde temel konulardan bir tanesidir. Bir birey aşırı derecede detaycı ise bu durum, karşısında bulunan kişiyi de aşırı titiz ve detaycı olmaya zorlar. Sonuçta onu da kısıtlar. Diğer taraftan formalitelerden kaçınan, detaylara çok fazla önem vermeyen bireyler ise kuralcı ve detaycı bireylerle olan ilişkilerinin gerilmesine neden olabilirler.

Kişilerin yazılarındaki 'i' ve 'j' karakterlerini yazarken kullandıkları noktalar detaylara ne kadar önem verdikleri konusunda bir ipucu niteliğindedir. Karaktere konan nokta ne kadar yakın ise, yazarın o kadar düzenli olduğu söylenebilir. 'i' karakterindeki noktanın konabilmesi için öncelikle karakterin yazılması ve ardından geri dönülerek noktanın konulması gerekmektedir. Bu işlemin ne kadar dikkatli bir biçimde yapıldığı, kişinin olaylara ve olgulara günlük hayatta nasıl yaklaştığını göstermektedir.

Tamamıyla kayıp noktalardan oluşan bir yazının sahibi için, bütün işleri tek bir güne sığdırmaya çalışan ve oluşabilecek hataların sezilmesi ve düzeltilmesini başkalarına bırakan bir kişilik olarak yorumlanması mümkündür.

Kişinin yaşamında ne kadar düzenli olduğunun bir diğer göstergesi sayfayı kullanışıdır. Ne kadar boşluk bıraktığı yine o kişi hakkında çok çeşitli çıkarsamalarda

bulunmamıza yardımcı olur. Sayfanın üst/alt ve sağ/sol kenarlarında bırakılan boşluk miktarları kişinin geçmiş ve geleceğine yönelimini büyük ölçüde gösterir. Eşit bir dağılımı bulunan bir sayfa düzeni yine dengeli, düzenli bir kişiliğin yansıması olarak yorumlanır.

Sol kenar boşluğu geçmişi temsil etmektedir. Sol taraftaki boşluk dar ise, geçmişe ait kişi ve olgularla ilgili konfor seviyesini elinde tutmaktadır. Bu tip kişiler, yeni durumlara ve ilişkilere karşı oldukça tedirgindirler.

Sağ kenar boşluğu ise yaşamın kendisi ile ilgilidir. Birey, değişime ne kadar fazla açık olursa, kelimelerin sayfanın bu kısmına doğru yığıldığı o derece yoğun görülmektedir. Sağ kesimde çok geniş miktarda bırakılan boşluk, gelecekten korkan bireylerde görülmektedir.

Sayfanın yukarı ve aşağısında bırakılan boşluk ise psikolojik olarak daha az bir anlam içermektedir. Genellikle yukarıda bırakılan boşluk miktarı bireyin karşısındakine gösterdiği saygının bir ölçüsü olarak kabul edilir.

Sayfanın sağ/sol, yukarı/aşağı kenarlarında eşit bir şekilde bırakılmış boşluk miktarları iyi organize edilmiş bir hayatı simgelemektedir.

2.4.12 İmza

Kişinin yazısı içerisinde incelenebilecek bir diğer öğe ise kişinin imzasıdır. Öyle ki bu imza, parmak izi ve DNA kadar kişiyi ayırt edici bir özelliktedir.

İmza kişiliği ortaya koymada tek başına yeterli değildir. Dolayısıyla yapılan incelemelerde imzanın yanı sıra yazı örnekleri de bireylerden alınmaktadır. İmza kişinin kendisini dış dünyaya nasıl göstermek istediği, başkaları tarafından nasıl algılanmasını istediği hakkında bilgi vermektedir. Eğer kişinin el yazısı ile imzası birbiri ile uyuşuyorsa kişinin kendisi ile tutarlı bir yapısının olduğu söylenebilir.

İmzada, eğer ilk isim tamamıyla açık ve belirgin bir biçimde yazılıyorsa, erken çocukluktaki sosyal ve ekonomik durumların kabul edildiğini göstermektedir. Eğer, ilk isim tam olarak veya kısmen belirgin yazılmıyorsa çocukluktan kalan birtakım problemlerin hala çözülmeden devam ettiğine işaret etmektedir.

Kişinin imzasının boyutu ile yazısında kullandığı kelimelerin boyutu birbiriyle aynıysa kişi imzasında kendini olduğu gibi yansıtmaktadır. Eğer, imzadaki ilk harfi büyük

ise hayattaki her şeyin kendi başarısı olduğu ve bu yüzden kimseye borçlu olmadığı şeklinde yorumlanır. Pek çok kişi imzasının altını çizer. Bu, önem ile kendine güvenin bir karışımıdır. Şekil 2.15'da Mustafa Kemal'in imzası görülmektedir.



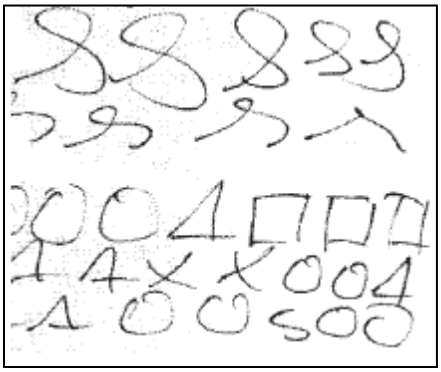
Şekil 2.15 Mustafa Kemal'in imzası

2.4.13 Küçük Semboller

Bireylerin yazımları sırasında sayfa içerisinde bazen küçük resimler, simgeler, semboller çizdikleri görülür. Bu çizilen sembol, resim, simge vb. kişinin içinde bulunduğu ruh halini anlamamızda önemli rol oynar. Örneğin daire, silindir, küre gibi keskin hatlara sahip olmayan şekiller çizen bir kişi genellikle nazik, kibar özellik gösterirken; keskin hatlara sahip şekiller çizen kişilerin ise sinirli, asabi bir ruh haline sahip oldukları gözlemlenmiştir.



a. Güneş, ay, yıldız şeklindeki bazı semboller



b. 'S' şeklindeki semboller

Şekil 2.16 Farklı semboller

Şekil 2.16a’daki gibi semboller genellikle geniş bir hayal gücüne ve düşünceye sahip kişilerin yazıları arasında yer alırlar. Şekil 2.16b'de görülen, 'S' şeklindeki semboller, daireler ve çeşitli açıları barındıran sembol/şekiller ise ilginin yoğunlaşmasının istendiği noktalara konulurlar [21].

BÖLÜM 3

KAYGI ve EL YAZISI

Kaygı, korku ve endişe duyguları ile yakından ilişkili olan ve tanımlanması zor olan bir duygudur. Genellikle yoğun bir heyecan ve stres tepkilerine benzer tepkilerin olduğu yoğun bir iç sıkıntısı olarak da tanımlanabilir. Kaygı, kendisini bazen küçük huzursuzluklar, gerginlikler şeklinde gösterebileceği gibi yoğun panik ataklar şeklinde oldukça şiddetli bir düzeyde de kendisini gösterebilir. Bu duygunun yaşanması sırasında vücutta bir takım değişkenlikler gözlemlenir. Bunlardan bazıları çarpıntı, göğüste sıkışma, terleme, tansiyonda yükselme, baş ağrısı, ani halsizlik, bayılacak gibi olma şeklinde görülmektedir.

Kaygı, kişinin tetikte bekler durumda olması için gelen bir uyarıdır. Yaklaşmakta olan tehlikeler için uyarmakta ve kişinin yaklaşan bu tehdide karşı önlem almasını sağlamaktadır. Korku da benzeri uyarıdır; ancak korku dışarıda bulunan, bilinen, açık seçik olarak tanımlanabilir ve kökeni iç çatışmaya dayalı olmayan bir tehdide karşı gösterilen tepkidir. Korkunun kaynağı belli iken kaygının kaynağı çoğu zaman kesin olarak bilinemeyebilir. Ayrıca, korku kaygıya göre daha uzun sürebilmektedir. Kaygıda kişinin kendi zihninde algıladığı bir tehdit durumu söz konusu iken korkuda ise kişi, tehdit ile doğrudan karşı karşıyadır. Bütün bu farklılıklara rağmen kaygı ve korku arasında ayrım yapmak çoğu zaman zordur. Çünkü, korku da bilinçdışı, içten gelen bastırılmış bir uyaranın dış dünyadaki başka bir nesne yerine konması sonucu ortaya çıkabilir[22].

Kaygı, aslında her birey tarafından hissedilen son derece olağan, doğal ve insani duygusal tepkilerden bir tanesidir. Bu duygu evrimsel açıdan bakıldığında son derece gerekli ve işlevseldir. İnsanın varlığını koruyabilmesi ve hayatını devam ettirebilmesi için

içsel ve/veya dışsal tehlike ve tehditler karşısında harekete geçebilmek için önemli bir uyarıcı vazifesi görür.

Kaygı ya da stres tepkilerinin ortaya çıkması için, yaşanan durumun tabiatı gereği olumsuz ya da kötü bir şey olması da bir ön koşul değildir. Mezun olmak, evlenmek, anne-baba olmak, terfi etmek gibi yaşamsal değişimler her ne kadar beraberinde son derece mutluluk verici ve olumlu gelişmeleri getiriyor olsa da beraberinde kaygı tepkilerini de yaratıyor olması son derece normaldir. Çünkü bütün bunlar kişinin adapte olması, öğrenmesi gereken yeni durumlar anlamına gelmektedir. Bu yeni durumlar kaygı ya da heyecan yaratabilir. Kaygı ile performans arasında ters 'U' şeklinde bir ilişki vardır. Diğer bir deyişle kaygı ve heyecan taşımak belli bir noktaya kadar performansımızı olumlu etkileyebilir. Çünkü, vücudumuzu, dikkatimizi ve zihnimizi alarma geçirebilmek için, konsantre olabilmemiz için bize gerekli enerjiyi ve konsantrasyonu sağlar. Fakat, bir noktadan sonra kaygı artmaya devam ederse o zaman ters bir ilişki başlar. Bu sefer performansımızı sekteye uğratmaya başlar. Çünkü o heyecan ve stres, enerjimizi o kadar almaya başlar ki tam tersi dikkatimizi dağıtır, performansımızı bloke eder ve bizi adeta felç etmeye başlar.

3.1 Okul ve Kaygı

Kaygıyı herkes deneyimlemiştir. Pek çok yetişkin ve çocuk günlük hayatlarında daha fazla kaygıya yol açan stresle karşı karşıyadır. Okul kaygısının çok çeşitli nedenleri bulunmaktadır ve bu kaygıya sahip olan çocuklar haftanın beş günü ve yılın dokuz ayı stresli olmaktadır.

Stres altında kalan çocuklar, okul ile ilgili olarak kaygı hissetmektedirler. Bu çocuklar daha sonra ise kaygının fiziksel ve zihinsel belirtileri ile başa çıkmak zorundadırlar ve onların bu durumu çoğu zaman rahatsız edici ve üzüntü vericidir.

Kaygı, insan olmanın ve hayatın normal bir görünümüdür. Bu duygunun olumlu tarafı da bulunmaktadır. Hayattan zevk almak, düşlerin peşinden gitmek, zihinsel olarak alarm durumunda olmak ve amaçlara ulaşmak için kaygı bize yardım eden ve yönlendiren güçlerden bir tanesidir. Her ne kadar kişinin bireysel olarak en iyiye ulaşması için bu

adrenalin akışı gerekli ise de bunun için kaygının pozitif olarak yönlendirilebilmesine ihtiyacı vardır.

En uygun performansa ulaşmak isteyen her kişi veya sanatçı kaygı tarafından kontrol edilmek yerine kaygıyı kontrol etmeyi öğrenmeli ve kendi yaşam kalitesini arttıracak şekilde pozitif olarak kullanabilmelidir. Kaygı ayrıca gerekli olan yaşam değişikliklerini yapmak için bir güdüleyicidir. Örneğin altıncı sınıfa giden bir öğrenci yeterli performansı gösteremediği için kaygılanmaya başlarsa yaşadığı kaygı onu motive ederek daha çok çalışıp başarılı olmasını sağlayabilir.

Kaygı ayrıca yaşanan olaylara karşılık olarak verilen normal bir tepkidir (çok sevilen birinin ölmesi, hastalanması, doğum öncesi ayrılık, yeni bir okula başlama, sınavlar). Bütün bu durumlar normal seviyede kaygı ve yanıt oluşturur.

Özellikle sınav esnasında hissedilen kaygı durumu başarıyı etkileyen önemli bir faktördür. Yaşanılan kaygının derecesine göre sınav başarısını olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilir.

3.2 Kaygının Ölçülmesi

Kaygı ölçümü için en yaygın olarak kullanılan ölçek Spielberger ve arkadaşları tarafından geliştirilen "Durumluk Sürekli Kaygı Ölçeği"dir (STAI- State Trait Anxiety Inventory). Durumluk sürekli kaygı ölçeği psikolojik bir envanterdir. [23].

Bu ölçek, Charles Spielberger, R.L Gorsuch ve R.E. Lushene tarafından geliştirilmiştir. Bu araştırmacıların envanter oluşturmaktaki amacı, farklı kaygı türlerini ölçmek için uygulanabilen sorulardan meydana gelen bir anket oluşturmaktı. Bu durum o zaman için yeni bir gelişmeydi. Çünkü diğer anketlerin hepsi sadece bir tür kaygıyı ölçmeyi amaçlamışlardı. Geliştirdikleri bu ölçek okuma-yazma bilen her türlü sosyo-kültürel yapı üzerinde uygulanabilir.

Spielberger'in ortaya koyduğu kaygı ölçeğinin genel ve anlık kaygıyı ölçen iki farklı türü en yaygın olarak kullanılmaktadır. Genel kaygı ölçeğinde kişinin genel kaygı düzeyini, anlık kaygı ölçeğinde ise anlık olarak sahip olduğu kaygı düzeyini ölçmektedir.

Durumluk kaygı korku, sinirlilik, huzursuzluk gibi ve tehlike gibi algılanan durumları içeren otonomik sinir sisteminin uyarılması şeklide tanımlanabilir [23]. Bu tür kaygı, algılanan tehdit karşısında bireyin hissettiklerine işaret eder ve geçici özelliktedir. Bir çocuğun daha önce görmediği bir hayvan karşısında hissettiği kaygı, uçağa ilk kez binen birinin hissettiği kaygı bu tür kaygıya örnektir.

Sürekli kaygı baskı, endişe ve huzursuzluk duyguları gibi bireyin gün içinde hissettikleri şeklinde tanımlanabilir. Herkesin günlük hayatta yaşadığı tipik durumlar karşısında bireylerin hissettikleridir. Örneğin bir çocuk bütün durumlarda sosyal olarak kaygılıysa bu durum çocukluğundan yetişkinliğine kadar sürer. Bazı insanların işe giderken hissettikleri kaygı yine buna örnek olarak verilebilir.

Bu envanter, bireylerin kendi kendilerini değerlendirmelerini esas alan bir psikometrik ölçektir. Belirli duruma özgü bir kişilik boyutu olan sınav kaygısını ölçmek için kullanılır. Envanter tek sayfalık bir soru ve yanıt formundan oluşur.

Genel kaygı ve anlık kaygı ölçeğinde 20 adet soru bulunmaktadır. Her soruda ifade edilen duygu veya davranışlar kişinin hissettiği duygunun şiddet derecesine göre 1'den 4'e kadar değerlendirilir (1 "Hiç", 2 "Biraz", 3 "Çok", 4 "Tamamıyla"). Bu iki ölçek bireyin kendisini değerlendirmeye dönük olan ölçeklerdir. Durumluk kaygı ölçeğinde düz ifade olarak da nitelendirilen 10 madde ve bu 10 maddenin ters durumlarını belirten diğer 10 madde (1,2,5,8,10,11,15,16,19,20) bulunmaktadır. Sürekli kaygı ölçeğinde de durum benzer şekilde olmakla birlikte ters madde ifadelerinin (1,6,7,10,13,16,19) yerleri ve sayıları farklılık gösterir. Düz maddeler ise bunların dışında kalanlardır. Düz ifadelerin puanları hesaplanırken 1,2,3,4; ters ifadelerinki hesaplanırken ise 4,3,2,1 puanlaması dikkate alınır.

Düz ve tersine dönmüş ifadelerin her biri için farklı iki puanlama anahtarı oluşturulur. Böylelikle anahtarlardan biriyle düz ifadelerin toplam ağırlıkları hesaplanırken, diğeriyle tersine dönmüş ifadelerin toplam ağırlıkları hesaplanır. Düz ifadeler için elde edilen toplam ağırlıklı puandan ters ifadelerin toplam ağırlıklı puanı çıkartılır. Elde edilen sonuca önceden belirlenmiş ve değişmeyen bir değer eklenir. Durumluk kaygı ölçeği için bu değer 50 olup sürekli kaygı ölçeği için ise 35'dir. Bu sabit değerlerin eklenmesinden sonra elde edilen değer bireyin kaygı puanıdır. Ölçekten elde edilen puanlar kuramsal

olarak 20 ile 80 arasında değişir. Yüksek puan yüksek kaygı seviyesini, düşük puan ise düşük kaygı seviyesini ifade eder. Bu iki kaygı ölçeğinin bir örneği Ek-1a ve Ek-1b 'de bulunmaktadır.

Spielberger aynı zamanda diğer duyguları değerlendirmek için farklı anketler de geliştirmiştir. Bunlar; "Durumluk Sürekli Öfke Ölçeği" (STAS-State Trait Anger Scale), "Durumluk Sürekli Öfke İfade Ölçeği" (STAXI-State Trait Anger Expression Inventory) ve Çocuklar için Durumluk Sürekli Kaygı Ölçeği" dir(STAIC-State Trait Anxiety Inventory for Children).

BÖLÜM 4

UZMAN SİSTEMLER

4.1 Bilgisayar Destekli Karar Verme

Bilgisayarın umut verici yardımı, mucitlerin hayal gücünü uzunca bir süreden beri ele geçirmiş durumdadır. Bilgisayarın desteği insanları olağan ve sıkıcı şeylerden kurtaracak, insanın verimliliğini arttıracak ve hatalarını azaltacak potansiyele sahiptir. Bilgisayar desteği sayısız alanda kendini göstermektedir. Otomobil üretimi, otomatik pilot, araç navigasyonu, kurumsal bordro yönetimi, nükleer reaktör yönetimi bunlardan bazılarıdır. Aslında bazı araştırmacılar neredeyse hayal edilebilen her ortam için akıllı etmenler önermektedirler [24].

Bilgisayar destekli karar verme ile ilişkili şu anki bilinenleri araştırmak için ilk olarak insanın karar verme sürecinin incelenmesi gerekir.

4.1.1 İnsanda Karar Verme

Doğal ortamlarda karar vericiler birçok faktörün etkisi altındadırlar. Orasanu ve Connelly insanların dolaylı karar vermelerinde pek çok zorluğun bulunduğunu belirtmektedir[24]. Karar vermeyi zorlaştıran faktörler:

- Yapısal problemler
- Belirsiz değişen çevre
- Değişken, kötü tanımlanmış amaçlar
- Eylem/Geri dönüt döngüleri
- Zaman baskısı
- Yüksek iddialar
- Çoklu oyuncular
- Organizasyonal amaçlar ve normlar

Bu faktörlerin her biri dikkate alındığında karar verici sonuçları ve dengeleri etkili bir şekilde düşünmeli ve hangi eylemleri gerçekleştireceğine karar vermelidir. Fakat,

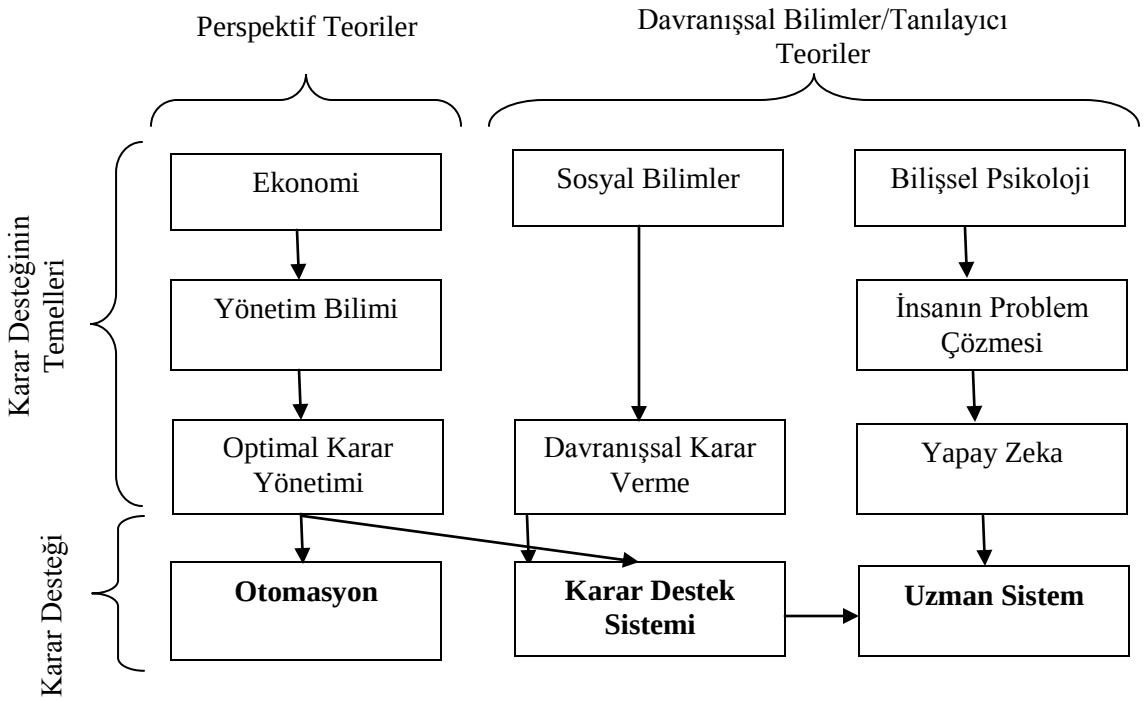
Newell ve Simon'ın dediği gibi her karar vericinin bireysel olarak işlem yeteneğinin bir sınırı vardır[24]. Bu yüzden karar vericiler sınırlandırılmış bir rasyonellikle işlem yaparlar. Simon, insanların en iyi çözümü aramak yerine eğilimli olduğu seçtiğini belirtmektedir[24]. Bilgisayar tabanlı karar desteğinin ardında yatan temel istek, karar vericinin rasyonelliğinin ve nedensellik gücünün sınırlarının arttırılmasıdır.

4.1.2 Karar Desteğinin Karakteristikleri

Bilgisayar desteği hakkında şu anda bildiklerimizin çoğunun kökeni Simon, Newell ve arkadaşlarının çalışmalarına dayanmaktadır[24]. Geliştirdikleri "Mantık Kuramcısı" ve "Genel Problem Çözücü" bilgisayar desteğinin geliştirildiği ilk denemelerden bazılarıdır. Genel Problem Çözücüyü kullanarak desteğin sonuçlarını incelemekle kalmadılar aynı zamanda sistemin ve uzmanın karar verme süreçlerini de karşılaştırdılar. Bilgisayar destekli karar vermede çalışmalarında diğer önemli katkılar Gelernter'in "Geometri Teoremi Doğrulayıcısı" ve Samel'in dama oyunu programından gelmektedir[24].

Karar desteklerinin çoğu üç gruba ayrılabilir. Bunlar otomasyon, karar destek sistemleri ve uzman sistemlerdir. Her bir kategorinin farklı felsefeleri, teorileri ve amaçları vardır. Fakat bütün karar destekleri karar vericinin verimliliğini, verilen kararların niteliğini arttırmayı hedefler. Bu kategorileri anlayabilmek için Klein tarafından bir çatı geliştirilmiş ve Methlie tarafından ise uygulanıp genişletilmiştir. Yapının şekli Şekil 4.1'de görülmektedir[24].

Bu çatı temel teori ve karar yaklaşımlarını esas alan karar desteklerini organize etmektedir. Karar desteğinin ilk yöntemi saf haldeki otomasyondur. Bu türdeki karar desteği tamamıyla örnek oluşturan karar vermeye dayalıdır ve insanı sistemden çıkarmaya çalışır. Bu evrede otomasyon karar vermenin tüm aşamalarını kararın kendisi de dahil olmak üzere gerçekleştirir. Bu yaklaşım iyi tanımlanmış, tekrarlı yapısı olan, hız gerektiren uygulamalar için uygun olabilir.



Şekil 4.1 Karar desteğinin çerçevesi ve temelleri

Bir karar destek sistemi karar vermenin tanımlayıcı teorilerine dayalıdır ve kullanıcıyı dinamik destek ortamında tutar. Karar destek sisteminin rolü hakkında birbirinden farklı görüşler yer almaktadır. Bir görüşe göre, karar destek sistemlerinin herhangi bir öneri sunmadığını fakat kişinin farklı alternatifleri görebildiği bir ortam sağladığını belirtmektedir. Bu görüşün önemli faydası karar destek sistemini problemden ayrıştırmasıdır . Bu ayrıştırma kullanıcıların yüz yüze kaldıkları probleme adapte olmasına imkan verir.

Diğer taraftan ise yönetilen karar destek sisteminin rolü problem ile karar destek sistemi arasında yakın ortaklık gerektirir. Sıkı bir ortaklıkta karar destek sistemi problemi araştırarak daha fazla rehberlik sağlar.

Son olarak, uzman sistem belirli bir probleme yönelik öneri üretmek için karar destek sisteminin analitik yönleri ile bilgi tabanını birleştirir. Bazı araştırmacılar uzman sistemi karar destek sisteminin özel bir durumu olarak görmektedir. Uzman sistemdeki en önemli bileşen bilgi tabanıdır.

Uzman sistemin amacı eğitimli ve deneyimli bir uzmanın akıl yürütme yeteneğini taklit etmektir ve bu kabiliyetini daha az yetenekli kişilere sunmaktır. Akıl yürütme kabiliyeti kural tabanlı yaklaşımları kullanarak veya yapay zekadaki çıkartılabilir öğrenme teknikleri ile gerçekleştirilebilir.

Bilgisayar tabanlı karar destek sistemlerinin fonksiyonelliği çeşitlilik gösterdikçe uygulanabilecek problemlerin türleri de çeşitlenmektedir.

Otomasyon statik veya yapısal olarak iyi tanımlanmış problemler için uygundur. Karar destek sistemleri ve uzman sistemler dinamik ve bağlam duyarlı yine iyi tanımlanmış problemler için uygundurlar.

Kişinin temel sorumlulukları da sistemlerin fonksiyonelliğiyle birlikte değişmektedir. Karar destek sistemleri ve uzman sistemler kişinin karar vermesine yardımcı olmaktadır ve insanın yerini almamaktadır.

4.2 Uzman Sistem Nedir?

Jackson(1999) uzman sistemi, "bir uzman sistem uzmanlık bilgileri ve muhakeme yeteneği ile problem çözebilen veya önerilerde bulunabilen bilgisayar programıdır." şeklinde tanımlamaktadır[25].

Uzman seviyesindeki problemleri çözebilmek için uzman sistemlerin önemli bilgi tabanlarına etkili erişimi ve bu bilgileri verilen probleme uygulayarak muhakeme edecek mekanizmalarına ihtiyaç vardır. Ayrıca yapılacak sorgulamalarda vermiş oldukları kararları da açıklamaları gerekmektedir.

Bu sistemler bilgi temsili, üretim kuralları, arama ve buna benzer ilkeler üzerine kurulmuşlardır.

Uzman sistemin bir başka tanımı: "Uzman sistemler belirli bir alanda sadece o alan ile ilgili bilgiler ile donatılmış ve problemlere o alanda uzman bir kişinin getirdiği şekilde çözümler getirebilen bilgisayar programlardır"[26].

Nabiyev'e göre bir sistemin uzman sistem olarak adlandırılması için bu sistemlerin kullanıcının hatalarını algılama ve yanlışlıkları bularak kullanıcıyı yönlendirme

becerilerinin de olması gerekir. Uzman sistem bir kullanıcıyı her zaman dikkatle dinleyen, kolayca bilgi aktaran, alınan sorulara göre kararlar veren bir sistemdir [27].

Uzman sistemlerin hangi tür problem alanlarına uygulanabileceği hakkında belirlenmiş bir sınır söz konusu değildir. Bazı tipik uzman sistem uygulamaları şunlardır[27]:

- Askeri uygulamalar(Haritalama, sahada kritik kararların verilmesi)
- Mühendislik uygulamaları
- Veri yorumlama (Sonar verileri, jeofiziksel ölçümler vb)
- İşlev bozukluklarının teşhisi (Hastalıklar, kullanılan ekipmanlardaki hatalar)
- Yapısal analizler veya karmaşık nesnelerin yapılandırılması (Kimyasal bileşenler veya bilgisayar sistemleri gibi)
- Olayların planlama aşamaları (Robotlar tarafından gerçekleştirilecek olanlar)
- Tahminler (Hava durumu, döviz kurları, hisse fiyatları vb.)

Günümüzdeki geleneksel bilgisayar sistemleri bu tarz işlemleri yerine getirebilmektedir.

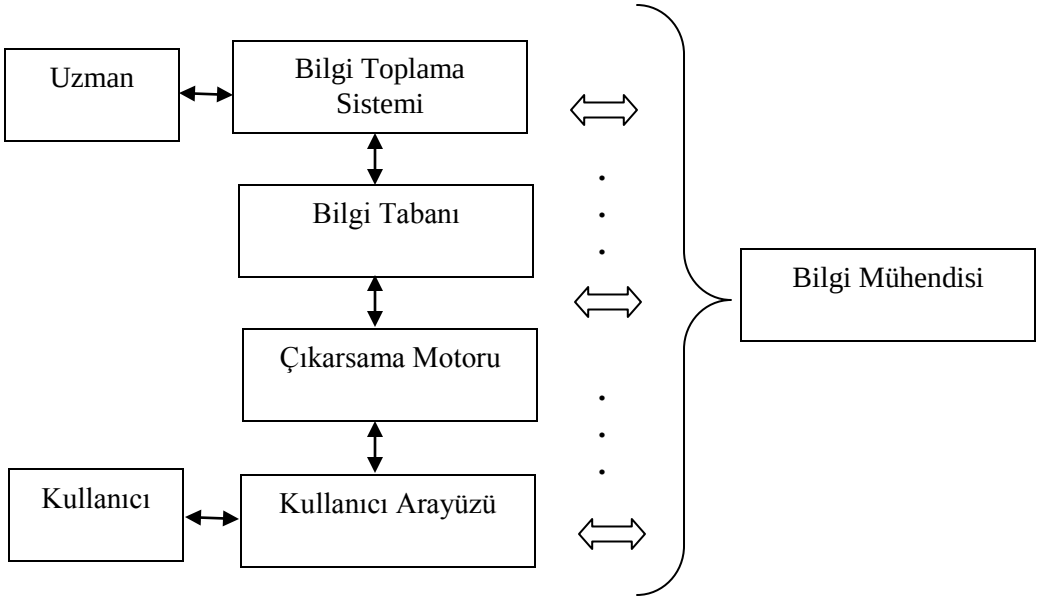
Uzman sistemler geleneksel veya bilgisayar sistemlerinden aşağıda belirtilen yönlerden ayrılırlar

- Problem karşısında problemin kendisini değil insan akıl yürütmesini simüle ederler.
- Veri okuma ve nümerik hesaplamalara ek olarak insan bilgisinin temsili üzerinden akıl yürütürler. Çıkarsama motoru ve bilgi tabanı olmak üzere ayrı modüllere sahiptirler.
- Algoritmik yaklaşımın doğru veya optimal sonuçlara ulaşmadığı durumlarda sezgisel, olasılıksal ve tekniksel yaklaşımları kullanarak çözüme ulaşabilirler.
- Problemler karşısında önerdikleri çözümleri açıklarlar ve kanıtları ortaya koyarlar.

Literatürde bazen "akıllı bilgi tabanlı sistem" terimi de uzman sistem yerine sıklıkla kullanıldığı görülür.

4.2.1 Uzman Sistemin Mimarisi

Uzman sistemin oluşturulması süreci sıklıkla bilgi mühendisliği olarak bilinir. Bilgi mühendisi uzman sistemin tüm bileşenleri ile etkileşim halindedir (Şekil 4.2). Uzman sistemin oluşturulması genellikle tekrarlayan bir süreçtir.



Şekil 4.2 Genel olarak uzman sistemin mimarisi

Uzman bilgi toplama bileşeni yardımıyla bilgisini veya uzmanlığını sisteme girer ve sonraki aşamalarda girilenleri gerekirse yeniden düzenler. Bu yapıda bu işlem için bilgi mühendisi önemli bir görev üstlenmektedir. Fakat günümüzde uzmanın geliştirilen sistem ile direkt olarak etkileşimde bulunmasını sağlayan otomatikleştirilmiş yapılar bulunmaktadır.

Bilgi toplama üç temel aşamadan oluşur. Birinci aşama, uzman ile bilgi mühendisi arasında gerçekleşen ve uzmanın bilgisini sistematik bir şekilde ortaya çıkarmayı amaçlayan aşamadır. İkinci aşamada, elde edilen bilgi insanın anlayabileceği yapıya yakın olacak bir şekilde saklanır. Diğer bir deyişle veri ara bir düzeyde temsil edilir. Son aşamada

ise bilginin ara düzeyde temsil edilmiş hali, kurallardan oluşan ve makine tarafından işlenebilen yürütülebilir biçime dönüştürülür.

Bilgiyi meydana çıkarma işlemi çok sayıda aşamadan oluşmaktadır. Öncelikle problem hakkında olabildiğince çok detaylı veri toplanır. Böylelikle konu hakkındaki terminolojiye ve literatüre hakim olunmuş olunur. Sonrasında sistemin işlemesi için gerekli olan problem çözüm yöntemleri ve muhakeme türleri karakterize edilmeye çalışılır. Üçüncü olarak çalışmaya katkı vermek isteyen uzmanlar bulunur. Ardından uzmanlar ile görüşmeler yapılır. Bu görüşmeler sistem oluşturulana kadar fazla sayıda gerçekleştirilir. Uzmanın görevi yapıya yeni bilgilerin entegre edilmesini sağlamaktır. Uzmanın soruna nasıl yaklaştığı incelenir ve geliştirilen sistemin de sorunu benzer şekilde yorumlaması için araştırmalar yapılır. Bu zaman yoğun bir işlem adımıdır. Bilginin otomatik olarak çıkartımı ve makine öğrenmesi gibi teknikler ise daha güncel yaklaşımlardır.

Bilgi tabanı bilgilerin özel bir şekilde tutulduğu, var olan bilgilerden yenilerinin üretilmesine olanak sağlayan yapıdır. Uzman sistemin en önemli bileşenidir.

Çıkarsama motoru bilgi tabanı üzerinde araştırma yapar ve kullanıcının girdi olarak verdiklerinden mantıksal sonuçlara ulaşır. Bilgi tabanı üzerinde araştırma yaparken gerçek olguları ve kuralları temel alır.

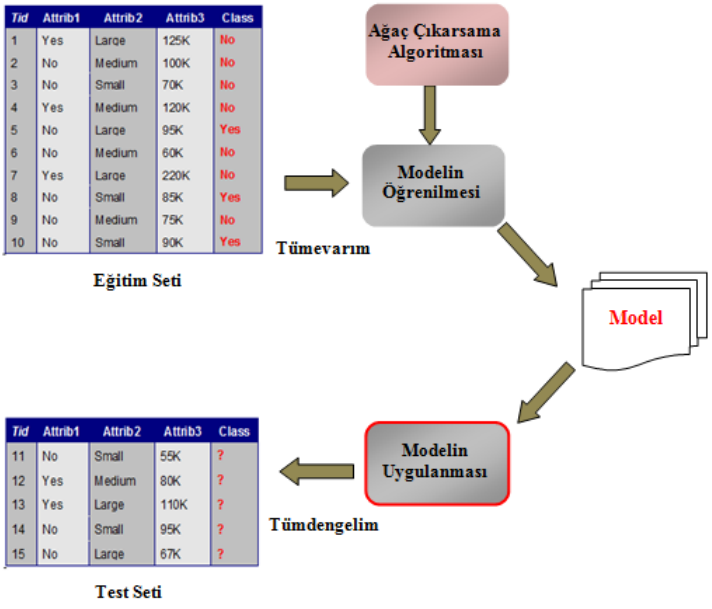
Kullanıcı arabirimi, kullanıcının sistem ile etkileşimini sağlar. Ayrıca bu arayüz kullanıcının sorularını sistem tarafından algılanabilecek biçime sokar.

Nabiyev'e göre uzman sistemin bazı sınırlılıkları mevcuttur [27]. Bunlar:

- Uzman sistemlerin dış dünya ile bağlantıları yetersizdir.
- Bilgi tabanlarındaki bilgiler son derece yüzeyseldir.
- Aşırı derecede uzman emeğine muhtaçtırlar.
- Kullanım alanları sınırlıdır.
- Mantıksal sonuçlandırma mekanizmaları sınırlıdır.
- Bilgi sunumu yöntemleri sınırlıdır.
- Yaratıcı değildir.

4.3 Sınıflandırma ve Karar Ağaçları

Sınıflandırma probleminde amaç daha önceden bilinmeyen kayıtların sınıfını tespit edebilmektir. Bunun için başlangıçta eldeki var olan kayıtlardan bir eğitim seti oluşturulur. Bu sette her bir kaydın birtakım nitelikleri bulunmaktadır. Bu niteliklerden bir tanesi de sınıftır. Burada yer alan model, sınıf için diğer niteliklerin değerlerinden oluşan bir fonksiyondur. Amaç, daha önceden görülmemiş kayıtların doğru sınıfa atanmasıdır. Test seti modelin doğruluğunu belirtmek için kullanılır. Genellikle eldeki veri seti eğitim ve test seti olarak ayrılır. Eğitim seti ile bir model oluşturulur ve sonrasında ise test seti ile oluşturulan bu model geçerli kılınır. Diğer bir deyişle eğitim sürecinde bu sete ait olan model bulunur. Sonrasında ise bulunan modele bağlı olarak yeni olan önceden bilinmeyen kayıtların sınıfları tahmin edilmeye çalışılır.

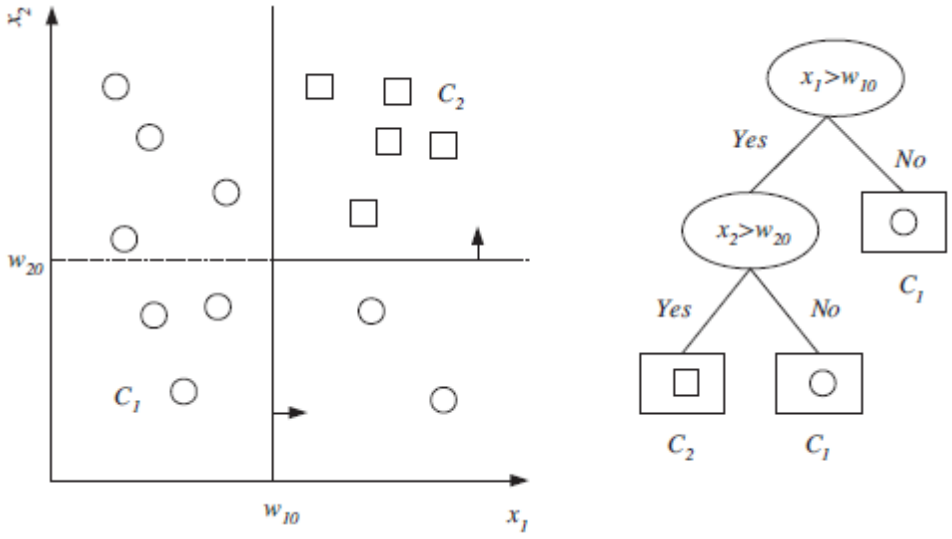


Şekil 4.3 Sınıflandırmada karar ağaçlarının kullanımı

Tümörlerin tespiti, kredi kartı sahteciliğinin tespiti, basında yer alan haberlerin ekonomi, hava tahmini, eğlence, spor şeklinde ayrıştırılması sınıflandırma işleminin yaygın

uygulama alanlarından bazılarıdır. Literatürde yapay sinir ağları, sade(naive) bayes ağları, regresyon ağaçları, karar destek makineleri gibi çeşitli sınıflandırma yöntemleri bulunmaktadır. Karar ağaçları da bunlardan bir tanesidir. Sınıflandırma kavramının genel bir görünümü Şekil 4.3'de [28]gösterilmiştir.

Karar ağaçlarında aynı veri kümesine uyan birden fazla ağaç olabilir. Karar ağacının tümevarım ile model üretilmesinde çok sayıda algoritma bulunmaktadır. Bunlardan başlıcaları Hunt'ın algoritması, CART, ID3, C4.5, SLIQ ve SPRINT'tir.



Şekil 4.4 Veri seti ve bu veri setine karşılık gelen karar ağacı

Yukarıdaki şekilde [29] tipik bir sınıflandırma işlemi için eğitim seti ve bu sete ait karar ağacı görülmektedir. Bu veri setinde 14 adet örnek bulunmaktadır. Bu örneklerden 9 tanesi C1(kare sembolü) sınıfına, 5 tanesi ise C2(daire sembolü) sınıfına aittir. Bu veri setinin karar ağacı ise yan taraftadır. Ağacın düğümlerinde gerçekleştirilen testler elips içinde ($x1>w_{10}$ ve $x2>w_{20}$) içersinde gösterilmişlerdir. Kök düğümde gerçekleştirilen ilk testten sonra sonucun "HAYIR(No)" olması durumunda C1 sınıfına ulaşılır. "EVET(Yes)" olması durumunda ise veri seti üzerinde daha alt kümelere ayrılmak üzere ikinci bir test ($x2>w_{20}$) uygulanır. İkinci testin sonunda ise veri setindeki örnekler iki sınıfa(C1 ve C2) ayrılmış olurlar.

Karar ağacı parametrik olmayan bir modeldir. Ağacın yapısı öğrenme sürecindeki problemlerin karmaşıklığına bağlı olarak devamlı büyümekte, yeni dallar, yapraklar eklenmektedir.

Karar ağaçlarının bir diğer avantajı yorumlanabilirliktir. Ağaç kolaylıkla IF-THEN kurallarına dönüştürülebilir. Böylelikle daha anlaşılabilir bir hal alacaktır. Bu yüzden karar ağaçları oldukça popülerdir. Şekil 4.4'de verilen karar ağacının Eğer (IF-THEN) yapısı ile yazılmış hali aşağıdaki gibi olacaktır:

- Eğer $(x1>w_{10}) \wedge (x2>w_{20})$ ise x1 örneği C2 sınıfındandır.
- Eğer $(x1>w_{10}) \wedge (x2<w_{20}) \vee (x1<w_{10})$ ise x1 örneği C1 sınıfındandır.

Ağaç çıkarsaması, verilen eğitim örneğinden bir ağacın oluşturulmasıdır. Verilen bir eğitim seti için hataya sahip olmayan pek çok ağaç bulunmaktadır. Amaç bu ağaçların içerisinde en küçüğünü bulmaktır. Ağacın boyutu, ağaçtaki düğümlerin sayısı ve karar düğümlerinin karmaşıklığı ile ölçülür. Küçük boyutlu ağacı bulmak, NP-Tam ve makul ağaçları makul sürelerde verecek sezgisel tabanlı yerel arama algoritmalarını kullanmaya zorlar [29].

Ağaç öğrenme algoritmaları aç gözlüdür ve her adımda tam (tüm) eğitim verisiyle kökten başlayarak en iyi ayrım aranır. Bu, eğitim verisini seçilen niteliğin nümerik veya ayrık olmasına bağlı olarak iki veya n'e ayırır. Alt dalların ayrımına gerek kalmayana kadar ayrılma işlemi tekrarlı bir şekilde devam eder. En sonunda yaprak düğüm oluşturulur ve etiketlenir.

4.3.1 Karar Ağaçlarında Tümevarım

1970'lerin sonundan 1980'lerin başlarına kadar olan süre içerisinde makine öğrenmesi konusundaki araştırmacı J.Ross Quinlan, ID3(Iterative Dichotomiser) olarak bilinen karar ağacı algoritmasını geliştirmiştir[30] . Bu çalışma E.B. Hunt, J.Marin ve P.T Stone tarafından tanımlanan kavram tanımlama sistemlerinde daha da ileriye taşınmıştır [31]. Quinlan daha sonra ID3'ü temel alan C4.5 algoritmasını oluşturmuştur. Bu algoritma daha yeni olan eğitimli öğrenme algoritmalarının karşılaştırılmasında kullanılan bir ölçüt olmuştur. 1984'de bir grup istatistikçi (L.Breiman, J.Friedman, R. Olshen ve C. Stone) ikili karar ağacı tanımladıkları "Sınıflandırma ve Regresyon Ağaçları- (CART)" kitabını

yayınlamışlardır. ID3 ve CART aynı dönemlerde birbirinden bağımsız olarak oluşturulan karar ağaçlarından öğrenme için benzer yaklaşımları olan iki algoritmadır [31]. ID3, C4.5 ve CART aç gözlü yaklaşımlardır. Bu algoritmalarda karar ağacı yukarıdan aşağıya tekrarlı bir şekilde "Böl ve Yönet" tarzıyla oluşturulurlar. Karar ağaçlarında tümevarım için pek çok algoritma bu şekilde yukarıdan aşağıya doğru olan yaklaşımı izler.

4.3.1.1 Karar Ağacının Algoritmik Yapısı

Karar ağacında tümevarım ile ağacın oluşturulması için KararAgaci türünden geri dönüş değeri olan KararAgaciOlustur şeklinde bir metodumuz olsun. Metodun prototipi aşağıdaki gibidir.

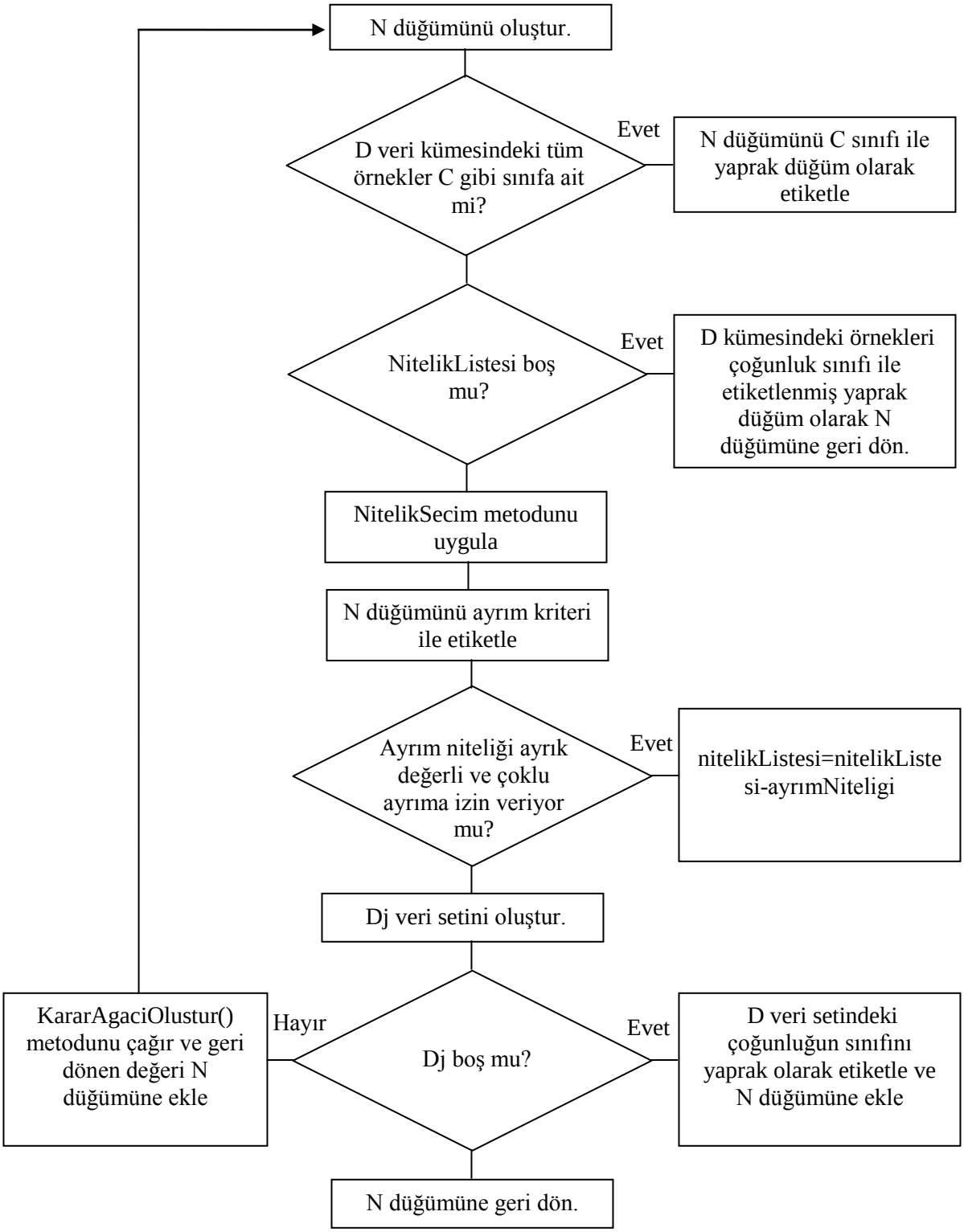
```
KararAgaci KararAgaciOlustur (D, nitelikListesi,NitelikSecim())
```

Bu metoda parametre olarak D ve nitelikListesi nesneleri aktarılmaktadır. D eğitim örneklerinin bir kümesidir. Bu küme örnekleri, bu örneklere ait nitelik setlerini ve sınıf etiketlerini içerir. İkinci parametre olan nitelikListesi ise örneklerin aday niteliklerinin listesini ifade etmektedir. Yukarıda tanımlanmış olan metodun haricinde örneklerin nitelik listesinden uygun niteliği seçmek için aşağıdaki şekilde tanımlanmış olan ve geri dönüş değeri SecimKriteri olan NitelikSecim isminde ikinci bir metot daha bulunmaktadır. Algoritmanın işleyişi ise şu şekildedir [31]:

1) N düğümünü oluştur.
2) Eğer D veri kümesindeki tüm örnekler C gibi sınıfa ait ise
3) N düğümünü C sınıfı ile yaprak düğüm olarak etiketle
4) Eğer NitelikListesi boş ise
5) D kümesindeki örnekleri çoğunluk sınıfı ile etiketlenmiş yaprak düğüm olarak N düğümüne geri dön.
6) NitelikSecim metodunu en iyi seçim kriterini belirlemek üzere uygula.
7) N düğümünü seçim kriteri ile etiketle.
8) Eğer ayrım niteliği ayrık değerli ve çoklu ayrıma izin veriyor ise

9) nitelikListesi'nden ayrım kriterini çıkart. (nitelikListesi=nitelikListesi-seçimNiteliği)
10) Ayrım niteliğinin her bir j çıktısı için
11) Dj'yi, j çıktısını karşılayan D veri setindeki verilerden oluşmak üzere oluştur.
12) Dj boş ise
13) D veri setindeki çoğunluğun sınıfını yaprak olarak etiketle ve N düğümüne ekle
14) Diğer durumda KararAgaciOlustur(D, nitelikListesi) metodundan dönen değeri N düğümüne ekle
15) N düğümüne geri dön.

Bu algoritma çok genel olup karar ağaçlarının tümevarım yolu ile oluşturulmasını sağlar. Algoritmanın akış şeması ise Şekil 4.5'de görülmektedir. Algoritma üç parametre ile çağrılır. Bunlar D veri seti, nitelikListesi ve NitelikSecim() ismindeki metottur. NitelikSecim() metodu, örnekleri sınıflara en iyi ayıran niteliğin seçimi için sezgisel bir metottur. Bu metot bilgi kazancı, Gini Katsayısı gibi nitelik seçim ölçeğini barındırır. Ağacın ikili olup olmaması nitelik seçim ölçeği tarafından belirlenir. Gini katsayısı gibi bazı nitelik seçim ölçekleri ağacın ikili olmasına neden olur. Bazıları ise çoklu bölünmeye izin verir. NitelikSecim() metodu ayrım kriterini belirlemek için çağrılır. Ayrım kriteri, D eğitim setindeki örnekleri daha alt sınıflara ayırmak için en iyi seçimin belirlenmesinde N düğümündeki hangi niteliğin test edilmesi gerektiğini belirtir. Diğer bir değişle ayrım kriteri aynı zamanda seçilen testin çıktısına bağlı olarak N düğümünden ayrılan dalların hangilerinin büyüyeceğini de söyler. Ayrım kriteri ayrım niteliğine ve aynı zamanda ayrım noktası veya ayrım altkümesine işaret eder. Ayrım kriteri bu yüzden kesin olmalıdır. İdeal olarak her bir dalda oluşan bölümler mümkün olduğunca "saf" olarak nitelendirilir. Bir bölümde tüm örnekler aynı sınıfa ait ise "saf" olarak nitelendirilir[31]. D eğitim veri seti için algoritmanın karmaşıklığı O(n x |D| x log(|D|))'dir. İfadedeki n, D veri setindeki örnekleri tanımlayan niteliklerin sayısıdır. |D| ise eğitim veri setindeki örneklerin sayısıdır.



Şekil 4.5 Karar ağaçlarında tümevarım

4.3.2 Karar Ağacın Üzerindeki Ayrımlar

Nitelik seçim ölçeği sezgiseldir. Eğer eğitim seti D'nin ayırma kriterinin çıktılarına göre daha küçük parçalara ayrılması isteniyorsa her bir parça kusursuz bir şekilde "saf" olmalıdır. Bunu sağlayacak en iyi ayrımın bulunması son derece önemlidir. Her bir ayrım örneği iki veya daha fazla bölüme ayırır ve her ayrım bir veya daha fazla sayıda sınıfı barındırır.

Bir karar ağacında ayrımın iyiliği, bozulma derecesi (impurity measure) ile ölçülür. Ayrım eğer bölünmeden sonra tüm örnekler aynı sınıfa ait olan ağacın dalını seçiyorsa saf ve temizdir. Örneğin ağacın m. düğümü için N_m, m düğümüne ulaşan eğitim örnekleri olsun. Bu durum kök düğüm için N'dir. N_{mi} ise C_i gibi bir sınıfa ait olan örneklerdir. Bu durumda $\sum_i N_m^i = N_m$ eşitliği söz konusudur. Burada, m düğümüne gelen herhangi bir örneğin C_i sınıfına girme olasılığı aşağıdaki gibi formüle edilebilir [29].

$$\hat{P}(C_i \mid \mathbf{x}, m) \equiv P^i_m = \frac{Nim}{Nm} \qquad 4.1$$

Bu olasılıksal değer 0 veya 1 ise m düğümü saf ve temiz bir düğümdür. Olasılığın 0 olması durumunda m düğümüne gelen örneklerin hiç biri C_i sınıfına ait değildir. 1 olması durumunda ise gelen tüm örnekler C_i sınıfına aittirler. Eğer ayrım saf ise daha alt ayrımlara gerek kalmaz ve $P^i_m=1$ olduğu durumda sınıf ile etiketlenmiş yaprak düğümü ekleyebiliriz[29].

Nitelik seçim ölçekleri ayrım kuralları olarak da bilinir. Bunun nedeni örneklerin her bir düğümde nasıl ayrılacaklarını belirlemeleridir. Nitelik seçim ölçeği, verilen eğitim örneklerini tanımlayan her nitelik için bir sıralama oluşturur. Ölçekte en iyi puana sahip olan nitelik ayrım niteliği olarak seçilir. Eğer ayrım niteliği sürekli değerlere sahip veya oluşturulacak ağacın ikili olması isteniyorsa ayrım noktası veya ayrım alt kümesi daha önce de belirtildiği gibi ayrım kriteri olarak belirlenmelidir. Veri seti D üzerinde oluşturulan bir düğüm ayrım kriteri ile etiketlenir ve kriterin her bir çıktısı için dallar büyür, buna bağlı olarak da örnekler bölümlenir.

Literatürde dört temel seçim ölçeği bulunmaktadır[29,31] . Bunlar, bilgi kazancı, kazanç oranı, Gini indeksi ve yanlış sınıflandırma hatasıdır.

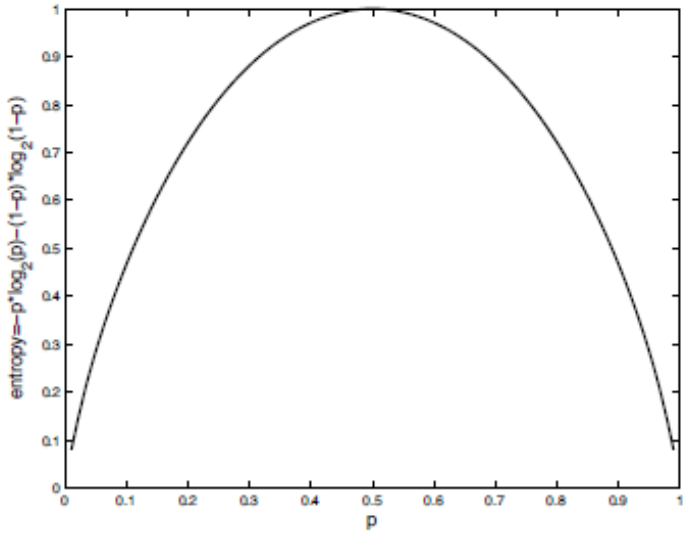
4.3.2.1 Bilgi Kazancı

ID3 algoritması nitelik seçim ölçeği olarak bilgi kazancını kullanmaktadır. Bu ölçek mesajdaki bilginin içeriği ve değeri ile ilişkilidir. Claude Shannon tarafından ortaya atılan bilgi teorisine dayanmaktadır. N düğümü, D veri setinin örneklerine sahip olsun. Bilgi kazancı en yüksek olan nitelik N düğümü için ayrım niteliği olarak seçilir. Bu nitelik örnekleri sınıflandırmak için gerekli olan bilgi miktarını en aza indirir ve en az rastgeleliği, kirliliği ifade eder. Böyle bir yaklaşım verilen örnekleri sınıflandırmak için gerekli olan testlerin sayısını azaltır ve en basit ağacın bulunmasını garanti eder. D veri setindeki örnekleri sınıflandırmak için gerekli olan bilgi aşağıdaki gibidir.

$$\text{Bilgi(D)} = -\sum_{i=1}^{m} p_i \log_2(p_i) \qquad 4.2$$

Burada pi, D veri setindeki herhangi bir örneğin Ci gibi bir sınıfa ait olma olasılığıdır ve 4.1'deki eşitlik kullanılarak hesaplanır.

Bilgi(D) sadece, D veri setindeki bir örneğin sınıfını belirlemek için gerekli olan ortalama bilgi miktarıdır. Bu noktada sahip olunan bilgi sadece her sınıfın örneklerinin oranına dayanmaktadır. Bilgi(D) aynı zamanda bu veri setinin entropisi olarak da bilinir. Entropi bir sistemdeki belirsizliğin ölçüsü olarak tanımlanır.



Şekil 4.6 İki sınıflı problem için entropi fonksiyonu

Bilgi teorisinde entropi bir örneğin sınıfını kodlamak için minimum sayıda bit gerektiğini belirtir. İki sınıfı olan bir problemde bir örneğin C^1 sınıfına düşme olasılığı $p^1=1$ ve $p^2=0$ ise herhangi bir şey yapılmasına gerek yoktur. Bu durumlar için entropi 0'dır. Eğer p1=p2=0.5 ise iki durumdan birini belirtmek için bir bite ihtiyaç vardır ve bu durumda entropi 1'e eşittir. Şekil 4.6[29] 'de bu durum görülmektedir.

D veri kümesinde gözlemlenen A niteliğinin $\{a_1,a_2,.....a_v\}$ şeklinde v adet farklı değer aldığını göz önüne alalım. A niteliğine göre örnekleri ayırmak istediğimizi düşünelim. Eğer bu nitelik ayrık değerli ise değerler v çıktılarına karşılık gelir. Yine aynı nitelik eğitim setini v adet kümeye veya alt kümeye ayırmada kullanılabilir. Bu bölümler N düğümünden ayrılıp büyüyen dallara karşılık gelmektedir. Her bir ayrım işleminin saf olması istenir. Fakat genellikle bölümler saf değildirler. Çoğu zaman ayrım sonucu oluşan bölümler başka sınıflardan örnekleri de bünyelerinde barındırdıkları durumlar olur. Bölünmeden sonra kesin sınıflandırma için ne kadar bilgiye ihtiyaç olduğu aşağıdaki şekilde belirtilir.

$$\text{Bilgi}_A(D)= \sum_{j=1}^{v} |Dj|/|D| \text{ x Info (Dj)} \qquad 4.3$$

$\text{Bilgi}_A(D)$, D veri setinden A niteliği tarafından bölümlenmiş olan bir örneğin sınıflandırılması için beklenilen bilgi miktarıdır. Bu bilginin az olması ayrımın daha saf olmasına işaret eder. |Dj|/|D| oranı j. ayrımın ağırlığını ifade etmektedir.

Bilgi kazancı ise orijinal bilgi gereksinimi ile yeni gereksinim arasındaki fark olarak tanımlanır. Bu durum ise aşağıdaki gibidir.

$$\text{Kazanç(A)} = \text{Bilgi(D)} - \text{Bilgi}_A(D) \qquad 4.4$$

Bu ifade A niteliğine bağlı olarak dallanma yapıldığında ne kadar bir kazanç olacağını söyler. En yüksek bilgi kazancının olduğu A niteliği N düğümünü ayıran nitelik olarak seçilir.

4.3.2.2 Kazanç Oranı

Bilgi kazancı geniş sayıda değeri olan nitelikleri seçmeyi tercih eder. Örneğin ürün numarası gibi bir niteliğin eşsiz ayırt edici olarak davrandığı düşünülsün. Bu niteliğine bağlı olarak yapılacak ayrımlar her biri bir tane örnek barındıracak çok sayıda bölümün oluşmasına neden olur. Her ayrım saf olduğundan D veri setini sınıflandırmak için gerekli olan bilgi $Bilgi_{(\text{ürün numarası})}(D) = 0$ olur. Bakıldığında bu niteliğe göre bölümlendirme yapılırsa elde edilecek bilgi kazancı maksimum olur. Fakat böyle bir bölümleme herhangi bir fayda sağlamayacaktır [31].

ID3 algoritması temel alınarak geliştirilen C4.5 algoritması bilgi kazancı yerine kazanç oranı ölçeğini kullanmaktadır. Nitelik seçimi, bilgi kazancının normalize edilmesiyle ortaya çıkan ve ayrım bilgisi olarak isimlendirilen ölçeği kullanmaktadır. Bu ölçek aşağıdaki şekilde ifade edilir [31].

$$\text{Ayrım Bilgisi(A)} = -\sum_{j=1}^{v} \frac{|Dj|}{|D|} \text{ x } \log_2\left(\frac{|Dj|}{|D|}\right) \qquad 4.5$$

Bu değer D veri setinin, A niteliğinin v farklı çıktısı için v bölüme ayrılmasıyla üretilen potansiyel bilgiyi temsil eder. Ayrım bilgisi her bir sonuç için o çıktıda olan ve D veri setindeki örneklerin toplam sayısına karşılık gelen örneklerin sayısını dikkate almaktadır. Bu nokta, ayrım bilgisinin bilgi kazancından ayrıldığı noktadır. Kazanç oranı ise aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$\text{Kazanç Oranı} = \frac{Kazanç(A)}{Ayrım\ Bilgisi(A)} \qquad 4.6$$

Kazanç oranı en yüksek olan nitelik ayrım için seçilir. Ayrım bilgisi 0'a yaklaştıkça oran oldukça kararsız olur. Bunun için bilgi kazancının yeterince büyük seçilmesi gibi bir sınırlama getirilebilir.

4.3.2.3 Gini Katsayısı

Gini katsayısı Breiman ve arkadaşları tarafından ortaya atılmıştır. Bu katsayı ayırımın kirliliğinden farklı olarak örnek setinin yanlış sınıflandırmasının olasılığı olarak tanımlanabilir [29]. Bu katsayısı CART algoritmasında kullanılmaktadır. Bu katsayı D veri setindeki bir veri bölümündeki veya eğitim örneklerinin bir setindeki kirliliği ölçer. Aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\text{Gini} = 1 - \sum_{i=1}^{m} pi^2 \qquad 4.7$$

Gini katsayısı her bir nitelik için ikili ayrımı dikkate alır. İlk olarak A niteliğinin D veri setinde $\{a_1, a_2, \ldots\ldots, a_v\}$ gibi v adet ayrık değere sahip olsun. A niteliği üzerinde en iyi ikili ayrımı belirlemek için A'nın bilinen değerleri ile oluşturulmuş mümkün bütün alt kümeleri araştırılır. Her alt küme S_A ile gösterilir ve $A \in S_A$ biçimindedir. Her örnek A niteliği için ikili test olarak dikkate alınır. Verilen bir örnek S_A alt kümesindeki değerler arasında yer alıyorsa test başarılıdır. A niteliği v adet değere sahip ise 2^v adet alt kümesi vardır.

İkili ayrımda oluşan her bölümün kirliliğinin ağırlıklı toplamı hesaplanır. Örneğin D veri seti A niteliğine göre D1 ve D2 gibi alt gruplara ayrılacağında D için Gini katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\text{GiniA(D)} = \frac{|D1|}{|D|}\,\text{Gini (D1)} + \frac{|D2|}{|D|}\,\text{Gini (D2)} \qquad 4.8$$

Her nitelik için mümkün olan ikili ayrımın her biri dikkate alınır. Ayrık değerlikli nitelik için minimum gini indeksini veren alt küme ayrım altkümesi olarak seçilir.Sürekli değerlere sahip olan nitelikler için mümkün olan her ayrım noktası dikkate alınmalıdır. Sıralanmış bitişik değerlerin arasından orta nokta ayrım noktası olarak seçilir. Verilen nitelik için minimum gini indeksini veren nokta ayrım noktasıdır. D veri seti D1 ve D2 olmak üzere A niteliği üzerinde belirlenmiş bir ayrım noktasına göre ikiye ayrılırsa D1'deki

örnekler A≤ayrım_noktasi şartını; D2'deki örnekler ise A>ayrım_noktasi şartını sağlayacaktır. Kirlilikteki azalma ise aşağıda ifade edildiği gibidir.

$$\Delta Gini(A) = Gini(D) - Gini_A(D) \quad (4.9)$$

Tanımlanan kirlilikteki azalmayı maksimum yapan nitelik ayrım niteliği olarak seçilir. Bu nitelik ister ayrım alt kümesi isterse ayrım noktası olsun bir bütün olarak ayrım kriterini oluşturur.

4.3.2.4 Yanlış Sınıflandırma Hatası

Devroye, Györfi ve Lugosi'ye göre iki sınıflı problemde $p^1 \equiv p$ ve $p^2 = 1-p$ olduğu durumda $\phi(p,1-p)$ ifadesi düğüm noktasının kirliliği ölçmede kullanılan ve negatif olmayan bir fonksiyondur. Bu fonksiyonun özellikleri sırasıyla şu şekildedir [29]:

- $\phi\ (1/2, 1/2) \geq \phi\ (p,1-p)$ olup $\forall\, p \in [0,1]$.
- $\phi\ (0,1) = \phi\ (1,0) = 0$.
- ϕ (p,1-p) fonksiyonunda p'nin [0,1/2] olduğu durumda artan; [1/2,1] olduğu durumda ise azalandır.

  Böyle bir durumda yanlış sınıflandırma hatası aşağıdaki şeklinde ifade edilir.

$$\phi(p, 1-p) = 1 - \max(p, 1-p) \quad (4.10)$$

BÖLÜM 5

EL YAZISININ SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ

Teknolojik sistemlerin büyük bir ivme kazandığı 1950'lerin ortalarından itibaren özellikle yarı iletken teknolojisindeki gelişmeler sayısal bilgisayarlara yeni görevler yüklemiştir. İnsana ait bazı davranışların makineler tarafından taklit edilebileceği fikri bu dönemde kendisini ön plana çıkarmaktadır. Görme, duyma, düşünme, oyun oynama, karar verme, sorulan sorulara yanıtlar oluşturma ve çok daha fazla türde çeşitlendirilebilecek insancıl yetiler bilgisayarlar tarafından canlandırılmaya çalışılmaktadır. Okuma ve yazma yeteneği de üzerinde çalışılan alanlardan bir tanesi olmuştur. Özellikle okuma işlemi üzerine yapılan çalışmalar son 40 yılı aşkın bir süredir devam etmektedir. Metinlerin bilgisayarlar tarafından okunmasına yönelik literatürde sayısız araştırma ile karşılaşmak mümkündür. Bu bölümde genel olarak el yazısı tanıma sürecinin ne olduğu, hangi bileşenlere ve aşamalara sahip olduğu konusuna değinilecektir.

5.1 Tarihsel Gelişim

Yazı, çağlar boyunca insanların içinde yaşadıkları doğa, ortam ve çevre hakkında edindikleri bilgileri saklamasının, kayıt altına almasının ve bu sayede sonraki kuşaklara bu bilgileri aktarmasının en bilinen şekli olmuştur. Sayısal teknolojinin 1940'ların ortalarından itibaren gelişmesi sonucu yüksek hesaplama yeteneği olan bilgisayarlar ortaya çıkmış ve böylelikle insan ile bilgisayarların karşılıklı etkileşimi başlamıştır.

Bu zaman dilimi içerisinde bilgisayarda oluşturulan metinlerin kağıda dökülmesi ve aynı şekilde kağıt ortamdaki bilgilerin bilgisayar ortamına aktarılması gibi uygulamaların ilk örneklerine rastlanılması mümkündür.

Arıca ve Yarman'a göre tarihsel olarak karakter tanıma sistemlerinin gelişmesini üç dönemde incelemek mümkündür [32]. Bu dönemlerden ilki 1900-1980 arasında kalan zaman dilimini kapsar. İkinci dönem 1980-1990 arasındaki zaman dilimidir. Üçüncü ve son dönem ise 1990 ve sonrasındaki yıllarda yer alan gelişmelerdir.

Optik karakter tanıma araştırmaları 1950'lerin ilk başlarına kadar uzanmaktadır. O zaman diliminde bilim adamları karakterlerin ve metinlerin görüntülerini elde etmek için ilk defa mekanik ve optik araç gereçler kullanmışlardır. Başlangıçta tarama işlemi oldukça yavaştır. Sonrasında ise masaüstü tarayıcıların ortaya çıkması ile bu süreç hızlanmıştır. Bu zaman aralığı aynı zamanda transistör kullanımının yaygınlaştığı bir zamandır. Tümleşik entegre devre ve yonga teknolojisindeki gelişmeler sonucu tarayıcıların hızları ve yetenekleri artmıştır. Buna paralel olarak maliyetler de düşmeye başlamıştır. 1960'lardan 1970'lere kadar olan sürede karakter tanımaya yönelik olarak yeni uygulamalar bankalar, postaneler, sigorta şirketleri, ulaşım sektörü, basın ve buna benzer farklı pek çok alanda kullanılmaya başlanmıştır.

İlk başlarda karakter tanıma teknikleri ve sayısal bilgisayarların işlem gücü istenilen düzeyde değildi. Karakter tanıma makineleri baskı kalitesinin düşük olması, yazı fonlarının farklılık teşkil etmesi ve kağıt kalitesi gibi değişik nedenlerden ötürü çok sayıda hata yapmaktaydı. Bu sorunun üstesinden gelebilmek için üreticiler yazı fontlarında, kullanılan kağıt ve mürekkebin türünde bazı standartları belirlediler. ANSI ve ECMA tarafından 1970'de OCRA ve OCRB olmak üzere iki yeni font tasarlanmıştır [33]. Bu fontlar tanıma işlemini kolaylaştırmak için ISO tarafından hızlı bir şekilde kabul edilmiştir. Böylelikle karakter tanımada yüksek doğruluk oranlarına ulaşılmıştır. Maliyetler büyük ölçüde azalmış ve standartlaşma baskı kalitesinin de artmasına neden olmuştur.

Bilgisayarın hayatın her alanına girmesi ile metinsel bilgilerin de sayısal ortama aktarılması ve aynı şekilde sayısal ortamdaki verilerin de kağıda dökülmesine ihtiyaç bulunmaktaydı. Bankacılık, posta hizmetleri, taşımacılık, medya gibi farklı sektördeki bilginin boyutu zaman içerisinde inanılmaz şekilde artmıştır. Bu bilgilerin büyük bölümü ise elle yazılmakta ve bunların bilgisayara bir şekilde aktarılmasına gereksinim vardı. Bu durum el yazısının tanınmasına olan ilginin doğmasına neden olmuştur.

1960'lardan günümüze kadar geçen zaman içerisinde pek çok araştırma faaliyeti yoğun olarak gerçekleştirilmiştir. Optik karakter tanıma ve el yazısının tanınmasına yönelik yeni yöntemler ve algoritmalar tanıtılmıştır. İçinde yaşadığımız zaman diliminde ise bilgisayarların hızları eskisiyle karşılaştırılamayacak derecede artmıştır. Artık kişilerin el yazılarını rahatlıkla tanıyabilen sistemler taşınabilir ve tablet bilgisayarlar da kullanılmaktadır.

5.2 El Yazısı Tanıma Süreci

Karakter tanıma, iki boyutlu metin tabanlı giriş desenini alarak bazı anlamlı çıktılar üretme sürecidir. Bu gibi sistemler şekil tanıma sistemlerinin bir alt kümesidir. Bu süreç veri elde etme şekline göre çevrim içi ve çevrim dışı; metnin türüne göre ise makine baskısı ve el yazısı olarak sınıflandırılabilir[32].

Girdi, çevrimiçi veya çevrimdışı cihazlardan olabilmektedir. Çevrimiçi cihazlarda dokunma çubuğu yardımıyla etkileşimli bir eleman üzerinde metin girişi yapılmaktadır. Bu tarz cihazlar metin satırlarını oluşturan noktaların zamansal olarak düzenini oluştururlar. Bazı tabletler, yazının hızı, basıncı gibi ek bilgilerin de elde edilmesini sağlarlar.

Çevrimiçi sistemler bazı avantaj ve dezavantajları da bünyelerinde barındırırlar. Gerçek zamanlı olarak çalışmaları, kullanıcının yazım esnasında çıktıları görerek sisteme müdahale edebilme imkanının olması, yazım esnasında topladığı basınç, hız gibi parametrelerin olması çevrimiçi sistemlerin sahip olduğu avantajlardan bazılarıdır. Özel donanım gerektirmesi, daha önceden kağıda aktarılmış olan dokumanlar üzerinde uygulanamaz oluşu ise olumsuz yönleri arasındadır. Ayrıca bu sistemlerin el yazısını tanıma hızları oldukça yavaştır.

Çevrimdışı cihazlar ise, önceden yazılmış metinleri daha sonra sayısal forma dönüştürerek işlemeye başlarlar. Tarayıcılar bu tip sistemlerde sık olarak kullanılmaktadır. Bu sistemler görüntüyü bit haritaları (bitmap) olarak ifade etmektedirler. Çevrim dışı olan sistemlerde el yazısının tanınması alanına olan ilgi uzun bir süredir devam etmektedir. Çevrimdışı el yazısı tanımada bilgisayar tabanlı bir sistem, kağıt gibi bulunması kolay ve sıkça kullanılan bir yüzeydeki yazıyı tanımaya çalışır. Çevrimiçi sistemlerde yazım anında

elde edilebilen hız, basınç vb. diğer ek bilgiler bu sistemlerde elde edilemezler. Bu sistemlerde karakter tanıma süreci maliyetli ve hassas bir önişlem sürecini gerektirmektedir.

Karakter tanıma sistemlerinin üzerinde işlem yaptığı metnin türüne göre sınıflandırması sonucunda ise iki tür karşımıza çıkmaktadır [32]. Bunlar, makine baskısı ve el yazısı tanıma sistemleridir. Kitap, dergi, gazete gibi ortamlardaki metinler makine baskısı sonucu olan metinlere, mektup, hatıra, not gibi ortamdakiler ise el yazısı metinlerine örnek olarak verilebilir.

Tappert el yazısı tanıma problemini 5 farklı düzeyde ayırmıştır[34]. Bunlar:

- Kutulu ayrık yazılan karakterler
- Boşluklu ayrık yazılan karakterler
- Ayrık yazılan karakterler
- Bitişik yazılan karakterler
- Bitişik ve ayrık yazılan karakterlerin karışımı

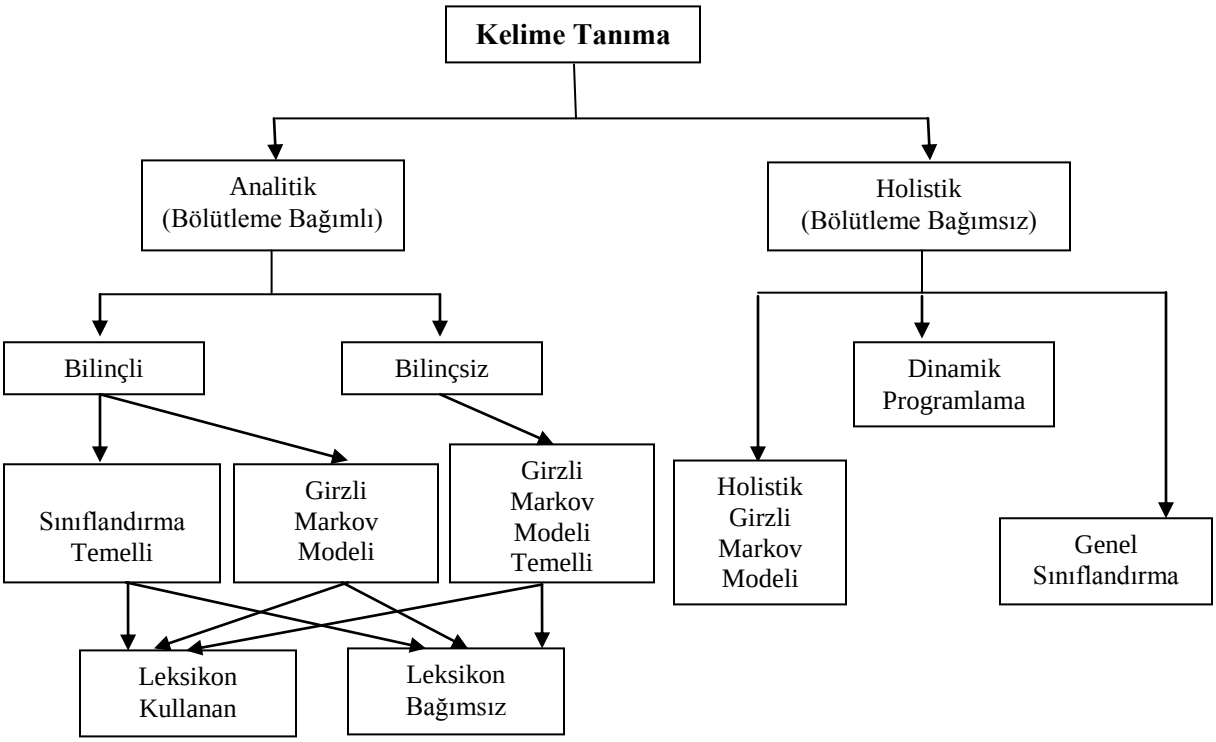
Kutulu ayrık yazılan karakterlerin yazımında yazar her karakteri belge üzerindeki ayrılmış olan kutuya yerleştirir. Bu kutular taranmış görüntü üzerinde kolaylıkla bulunabilir ve metinden çıkartılabilir. Boşluklu ayrık yazılan karakter yatay iz düşüm kullanılarak ayrıştırılabilir. Ayrık olarak yazılan karakterlerde metindeki karakterler birbirlerine dokunur durumdadırlar ve bu yüzden ayrım noktaları belirgin değildir. Bu durum ayrıştırma sürecini zorlaştırır.

Bitişik ve ayrık yazılan metinlerdeki karakterlerin ayrıştırılması süreci önceki durumlar ile karşılaştırıldığında daha karmaşık yaklaşımlara ihtiyaç duyar. Bu tarz yazım şeklinde O-0, 1-l gibi karakterlerin ayrımı oldukça zordur. Bunun için dokümanın içerik bilgisine de gereksinim vardır.

Karakter tanıma sistemi (CRS-Character Recognition System) çevrimiçi veya çevrimdışı bir cihazın çıkışında üretmiş olduğu veriyi girdi olarak alır ve sonuçta bazı anlamlı sonuçlar üretir. Bu sonuçlar kullanılan dilin alfabesinde bulunan birtakım semboller dizisidir.

1970'den beri çok sayıda kelime tanıma yöntemi geliştirilmiştir. Fakat bu alandaki temel gelişme 1990'larda sağlanmıştır [33,32]. Bu zaman diliminde geliştirilen tanıma

sistemleri yüksek tanıma doğruluklarına ulaştılar. Kelime tanıma yöntemlerini aşağıdaki Şekil 5.1'deki[33] gibi sınıflandırmak mümkündür.



Şekil 5.1 Kelime tanıma yöntemlerinin genel görünümü

Genel olarak, analitik yaklaşımlar karakterlerin tanınmasını benimseyen stratejileri uygularken holistik yaklaşımlar bir kelimenin tanınmasını bir bütün olarak ele almaktadırlar. Holistik yöntemler sınırlı sözlük kullanımına gereksinim duyarken analitik yöntemlerde böyle bir gereklilik yoktur.

Literatürde bitişik el yazısı ile karşılaşılan araştırmalardan bir tanesi Frishkopf ve Harmon tarafından geliştirilmiştir[35]. Araştırmacılar harf-harf veya bölütleme (segmantasyon) temelli yaklaşımları incelemişlerdir.

Frishkoph ve Harmon'nun çalışmalarından bu yana, sıkışık el yazısının tanınması üzerindeki araştırmalar hala yoğun olarak devam etmektedir. Çalışmaların artarak devam

etmesinin en önemli nedeni ise posta adreslerin okunması, banka çekleri üzerindeki bilgilerin okunmasıdır.

El yazısı tanınması konusundaki bölütleme temelli yaklaşımlarda temel amaç, kelimeyi tüm uygun harf sınırlarının ayrılmasını sağlayacak şekilde yeterli sayıda parçaya ayırmaktır. En iyi bölütlemenin belirlenmesi için hipotez seti, görüntünün bölütlerine bir sınıflandırıcı uygulanarak test edilir. Tekniklerin çoğu sözdizimsel tabanlı, dinamik programlama tekniklerini kullanan optimizasyon algoritmalarını barındırır.

Bölütleme tabanlı yaklaşımların önemli bir bileşeni, karakter ve karakter kombinasyonlarını derecelendiren sınıflandırma sisteminin geliştirilmesidir. Literatürde özellikle ayrık olarak yazılan el yazısı için yüksek tanıma doğruluğu olan sistemlerin sayısı çoktur. Fakat bitişik yazılan el yazısı veya bölütlenmiş el yazısı için aynı ölçekte bir başarı söz konusu değildir. El yazısı karakterlerinin tanınmasında üç temel problem ile karşılaşılmaktadır[36] :

- Dahili kelime içeriği olmadan karakterin belirsizliği,
- Bitişik el yazısının doğasından kaynaklanan gerçek karakterlerin okunabilirliğinin düşük olması.
- Bölütleme işlemi sırasında kullanılan algoritmalardan kaynaklanan hatalar.

Belirlenen bu problemleri aşmak için araştırmacılar iki temel yaklaşım önermişlerdir [35]:

- Tanıma işlemine en iyi şekilde uyan özelliklerin belirlenmesi,
- Farklı sınıflama sistemlerinin araştırılması.

Verma ve arkadaşları yayınlarında, Yamada ve Nakano'nun (1996) yönsel histogram bilgisine dayanan bir teknik geliştirdiklerini ve CEDAR veritabanındaki kelimelerden bölütlenmiş karakterlerin tanınması için Kümelemeli Çoklu Şablon yöntemini kullandıklarını belirtmişlerdir[35].

Kimura ve diğerleri de bölütlenmiş el yazısı karakterlerinde zincir kodu bilgisine dayanan yerel histogramların hesaplanması için benzer bir tekniği kullanmışlardır [37,38] . Yine bölütlenmiş olan CEDAR karakterlerinin tanınmasını sağlamak için istatistiksel ve algısal sınıflandırıcıları kullanmışlardır. Gader ve diğerleri (1997) değişen bilgiyi kullanan "özellik çıkartım" tekniğini ortaya koymuştur [39]. Öne sürdükleri bu teknik, yatay ve

dikey yönlerde artalandan önalana doğru olan piksel geçişlerinin konumu ve hesaplanması üzerine kurulmuş idi. Araştırmacılar, Birleşik Devletler Posta kelimelerinden elde edilen karakterlerin algılanması için geriye yayılım algoritmasını kullanan bir yapay sinir ağı kullanmışlardır. Camastra (2001) ve Vinciarelli (2003) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise, yerel ve global özelliklerin oluşturularak özellik çıkartımının oluşturulmasından bahsedilmektedir[40,41]. Yerel özellikler, ön plan piksel yoğunluğu dahil olmak üzere karakterlerin alt görüntüden ve yönsel bilgilerden elde edilmektedir. Global özellikler ise kelime ana hattının altında kalan dahili karakter parçasını kullanır[3].

Türkçe el yazısı karakterlerinin tanınmasında ise ülkemizde oldukça sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bitişik el yazısı üzerinde kesim noktalarının maliyet fonksiyonuna göre tespiti yardımıyla çevrimdışı el yazısını bölütleyip algılamaya dönük çalışmalar Yanıkoğlu ve arkadaşları (1998) tarafından gerçekleştirilmiştir[42]. Yine el yazısı tanımaya dönük olarak bütünsel parametre kestirimi ve bölütleme yaklaşımları ise Arıca ve arkadaşları tarafından uygulanmıştır [32,43]. Tanıma probleminde, k-NN algoritması ve sözlük kullanılarak doğruluğun daha da arttırılmasına yönelik yaklaşımlar ise Şekerci ve Kandemir tarafından el yazısı üzerine uygulanmıştır [44].

5.3 El Yazısı Tanımadaki Aşamalar

Karakter tanıma probleminde beş temel aşama bulunmaktadır. Bu aşamalar sırasıyla [32]:

- Ön işlem
- Bölütleme
- Görüntünün temsili
- Eğitim ve tanıma
- İleri işlem aşamalarından oluşur.

Bu sınıflandırma şekline farklı araştırmacılar tarafından yeni eklemeler veya çıkarmalar ile birtakım düzenlemeler yapılmaktadır. Aşağıda genel olarak bu sürecin nasıl işlediği ve her aşamanın çıktılarının neler olduğu incelenecektir. Geliştirilen yazılım sisteminde görüntülerin işlenmeye hazırlanmasında ve sınıflandırmada karakter tanıma sürecinin bahsedilen bu aşamalarından belirli bir ölçüde faydalanılmıştır.

5.3.1 Ön İşlem

Basılı dokümanların elektronik görüntü biçimine dönüştürülmesi, bilgiyi işleyecek olan bilgisayar sistemleri için oldukça önemlidir. Doküman, taranarak sayısal hale getirildikten sonra özellik çıkartımı adımının doğru bir şekilde yapılabilmesi için bir dizi ön işlem sürecinden geçmesi gerekir. Verinin elde edilme şekline bağlı olarak ham veri daha sonraki aşamalarda kullanılmak üzere bazı ön işlemlerden geçirilir. Bu adım karakter tanıma sisteminin doğru bir şekilde çalışabilmesi için veriler üretir.

Ön işlem adımının amacı doküman görüntüsündeki gürültüyü azaltmak, normalleştirmeyi gerçekleştirmek ve kısmen sıkıştırma yapmaktır.

5.3.1.1 Gürültü Giderme ve Yumuşatma

Tarayıcı veya yazım ekipmanı kaynaklı oluşan gürültü, görüntü üzerinde kopuk çizgiler, satır boşlukları, istenmeyen pikseller şeklinde kendisini gösterir. Karakter tanıma sürecinden önce bu tür bozuklukların giderilmesi gerekmektedir. Filtreleme, gürültüleri gidermeyi ve sahte noktalardan kurtulmayı amaçlamaktadır. Literatürde yerel ve frekans ortamında çalışan çok sayıda filtre bulunmaktadır.

Grilik seviyesindeki görüntülerin yumuşatılması işlemi bulanıklaştırma ve gürültü giderimi için gerçekleştirilir. Bulanıklaştırma, görüntüdeki ufak detaylardan kurtulmak için uygulanır. İkili görüntülerde yumuşatma, gürültüden kurtulmak veya karakterlerin kenarlarını daha da düzgünleştirmek için kullanılır. Ufak boşlukları doldurmak veya kenarlardaki ufak farklılıkları kaldırmak bu tarz işlemlere örnek olarak verilebilir.

Yumuşatma ve gürültü giderme işlemi filtreleme ile gerçekleştirilir. Filtreleme bir komşuluk işlemidir. Bir pikselin değeri, etrafındaki komşu piksellere bakılarak farklı algoritmaların işletilmesi ile hesaplanır. İki tür filtreleme yaklaşımı bulunmaktadır. Bunlar doğrusal ve doğrusal olmayan filtrelerdir [33]. Doğrusal filtrelerde pikselin değeri görüntüdeki komşu piksellerin değerinin doğrusal bir kombinasyonudur. Şekil 5.2[33]'de ortalama alan filtre çekirdekleri görülmektedir.

$\frac{1}{9}\times$

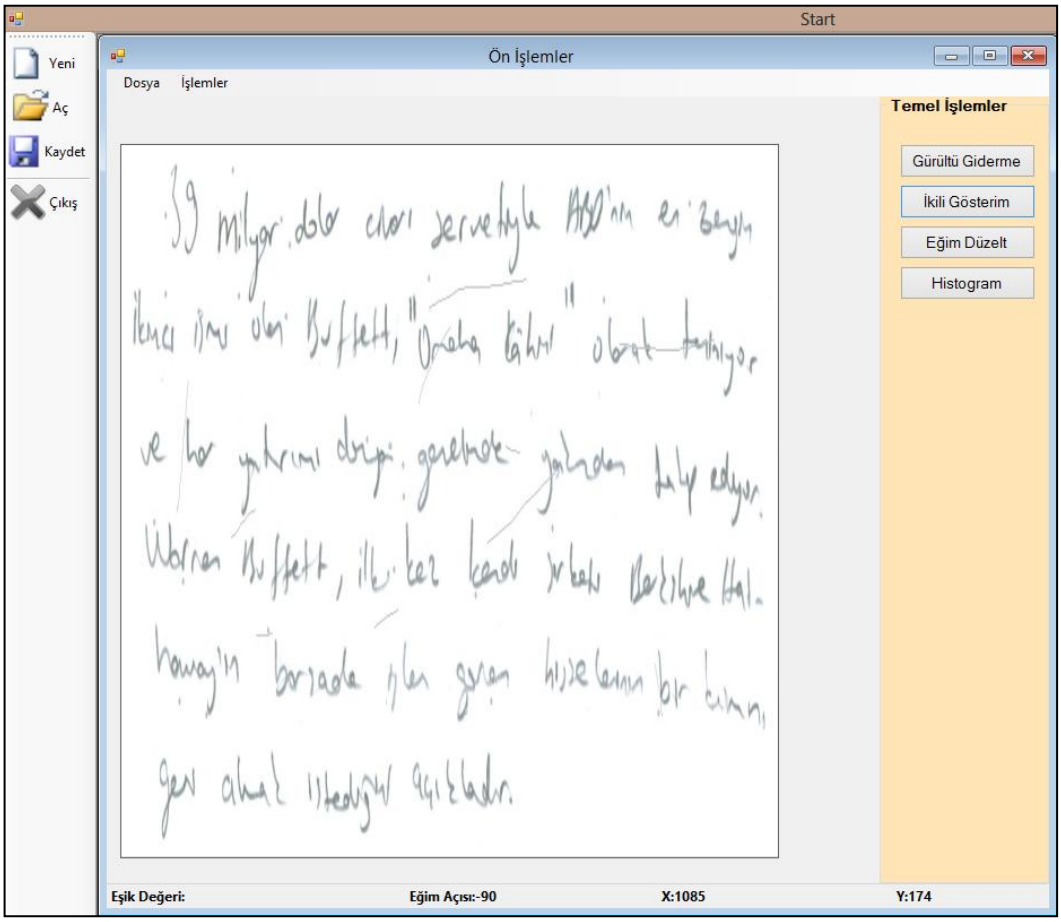
1	1	1
1	1	1
1	1	1

$\frac{1}{16}\times$

1	2	1
2	4	2
1	2	1

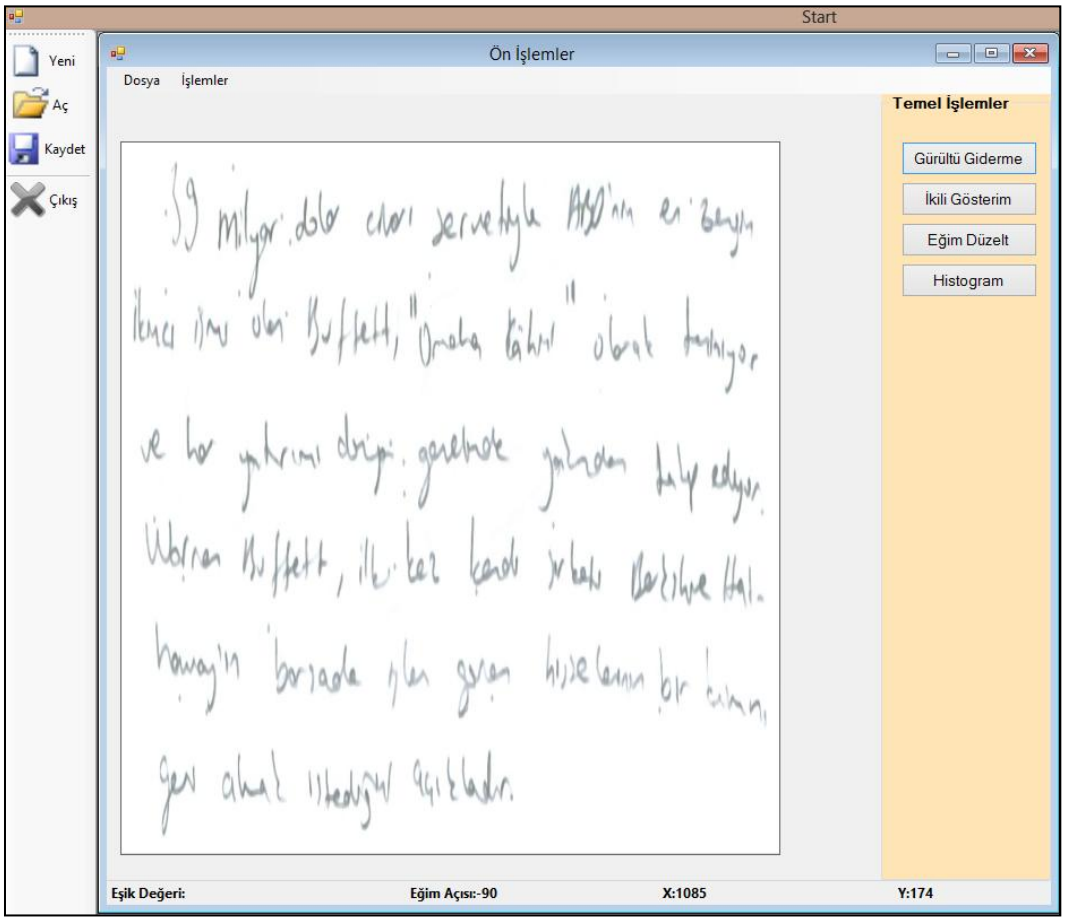
Şekil 5.2 Yumuşatma işlemi yapan iki farklı filtre çekirdeği

Gürültü giderme işleminde kullanılan filtrelerin her biri tuz biber gürültüsü gibi ufak gürültüleri görüntüden kaldırabilir. Aynı zamanda istenmeyen detayların görüntülenmesini önleyerek görüntüyü bulanıklaştırır. Yukarıdaki şekildeki gibi ortalama işlemi gerçekleştiren bu filtre nesneleri, önceden belirlenmiş bir sayı dahilinde uygulanır. Aksi taktirde görüntüdeki önemli ayrıntılar tamamıyla kaybolur.



Şekil 5.3 Orijinal el yazısı görüntüsü

Şekil 5.4'de orijinal el yazısı metni(Şekil 5.3) üzerinde yumuşatma ve gürültü giderme işlemi gerçekleştikten sonraki durumu görülmektedir.



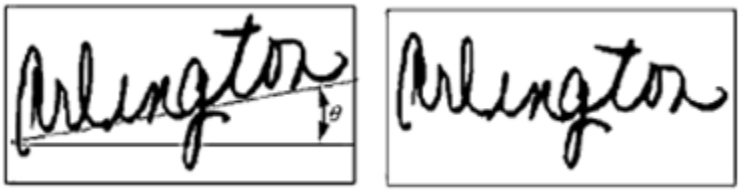
Şekil 5.4 Yumuşatma ve gürültü giderme işleminden sonraki görünüm

5.3.1.2 Çarpıklık Belirlemek ve Düzeltmek

Belgenin taranması sırasında tümü veya bir kısmı tarayıcı yüzeyine doğru konumlanmadığı için çarpıklığa sahip olur. Bu çarpıklık görsel olarak satırların x ekseni ile belirli bir açı yapması şeklinde kendini gösterir. Şekil 5.5'de çarpıklık örneği görülmektedir[33].

Çarpıklık olmadığında, kullanılan dile bağlı olarak dokümandaki satırlar yatay veya dikeydir. Çarpıklık bazen isteyerek dokümandaki önemli detayları vurgulamak için de

kullanılabilir. Fakat bu etki çoğu zaman istemeden oluşur. Bölütleme, sınıflandırma ve tanıma gibi sonraki aşamaların doğruluğunu arttırmak için bu çarpıklığın giderilmesi gerekir. Bu nedenle çarpıklıkların belirlenmesi ve düzeltilmesi son derece önemlidir. Eğer metindeki satırlar koordinat eksenlerine göre ayarlanırsa sonraki işlemlerin performansı da yüksek olacaktır. Aslında karakter tanıma ve sınıflandırmadaki algoritmalar sayfadaki çarpıklıklara oldukça duyarlıdır. Bu yüzden bu çarpıklıkların belirlenmesi ve giderilmesi aşamaları oldukça önemlidir.

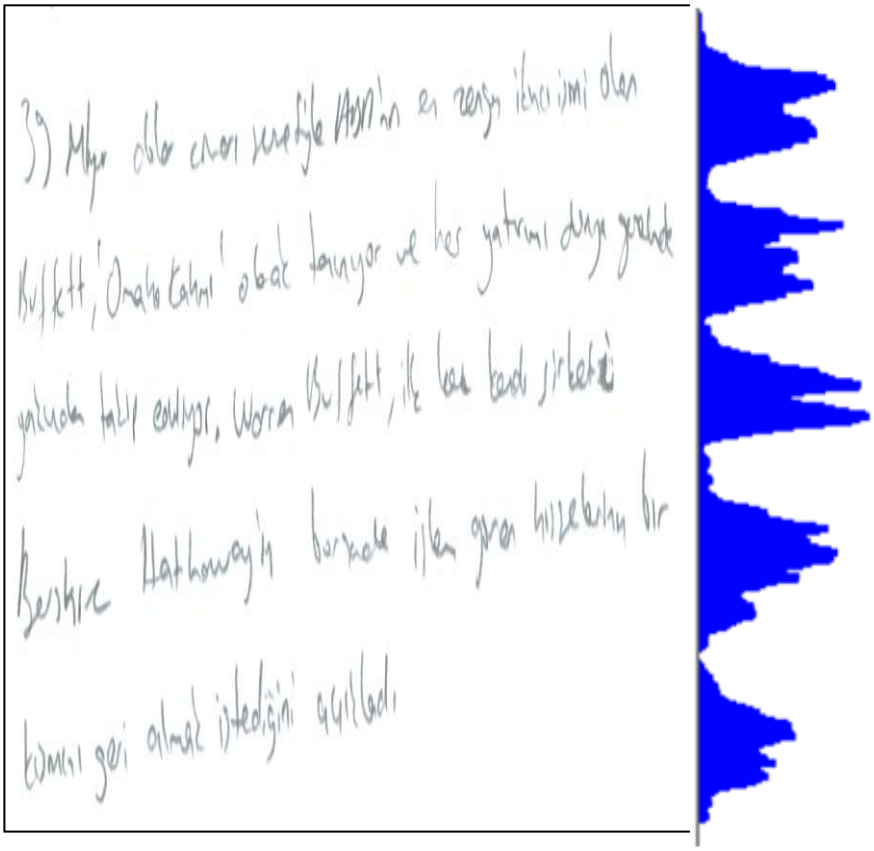


a) b)

Şekil 5.5 Çarpık kelime(a) ve düzeltilmiş kelime (b)

Sayfadaki çarpıklığın tespiti için yaygın olarak kullanılan çok sayıda yöntem bulunmaktadır. Bazı yöntemler karakterlerin tespiti ve bunların ağırlık merkezlerinin ortalamasının bulunmasına dayanırken bazıları ise izdüşüm profili analizlerini kullanmaktadır [33]. İzdüşüm temelli yöntemler oldukça basittir. Bu yöntemlerde sayfa değişik açılardan izdüşümlenir ve her bir satırdaki siyah piksellerin sayısındaki değişim belirlenir. Paralel izdüşüm örneği şekil 5.6'da görülmektedir.

Verilen şekil incelendiğinde izdüşümdeki vadi noktalarına uzanan paraleller anahattı ve anahat çizgisinin yatay eksen ile yaptığı açı ise doküman metnin sahip olduğu çarpıklığı belirler. Bunun giderilmesi için dokümanın bu açı kadar çevrilmesi gerekmektedir.



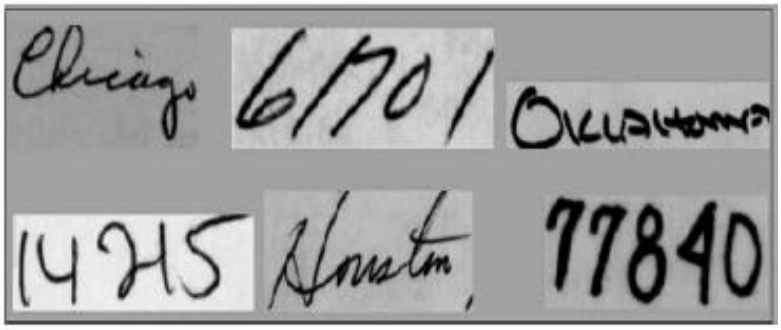
Şekil 5.6 Örnek doküman ve paralel izdüşümü

Sayfanın çarpıklık açısı belirlendikten sonra bu açının düzeltilmesi için sayfanın döndürülmesi gerekir. Döndürme algoritması hızlı ve doğru olmalıdır. Doküman çarpıklığını düzeltmek için aşağıdaki eşitlik kullanılabilir [33].

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & sin\theta \\ -sin\theta & cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad 5.1$$

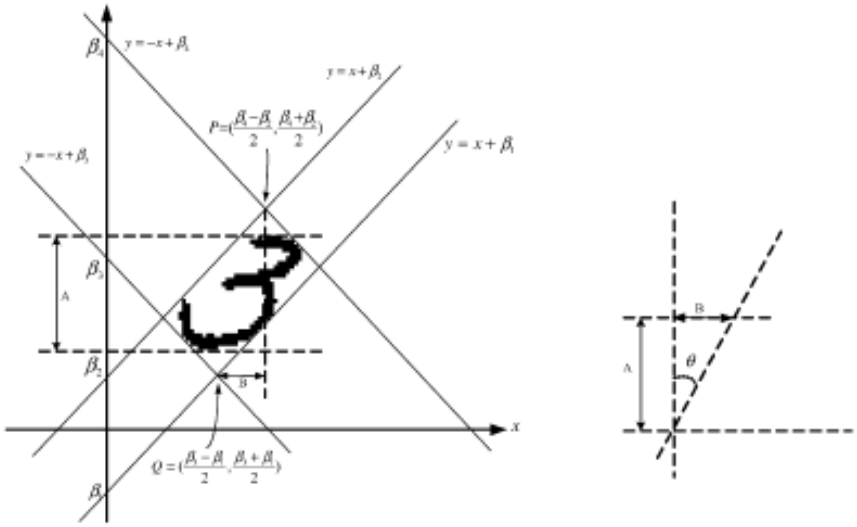
5.3.1.3 Eğrilik Giderme

El yazısındaki karakterlerin dikey eksen ile yaptığı açı eğim olarak isimlendirilir. Şekil 5.7, farklı eğim açılarına sahip olan bazı el yazısı örneklerini göstermektedir[33].



Şekil 5.7 Eğime sahip çeşitli el yazısı örnekleri

Kelimelerin doğru bir şekilde tanımlanabilmesi için bu eğimin düzeltilmesi gerekmektedir. Bu işlem sayesinde tanıma işleminde yüksek doğruluğa ulaşılabilecektir.Her karakter dikdörtgenle sınırlandırılır[33] . Bu durumu Şekil 5.8'de görmek mümkündür.



Şekil 5.8 Karakterin çevrelenmesi ve eğim açısı

Her karakter aşağıdaki dört doğru ile çerçevelendirilmiştir. Bu doğrular $\beta_2 > \beta_1$ ve $\beta_4 > \beta_3$ olmak üzere aşağıdaki şekildedir[33].

$$y = x + \beta_1$$
$$y = x + \beta_2$$
$$y = -x + \beta_3$$
$$y = -x + \beta_4 \quad 5.2$$

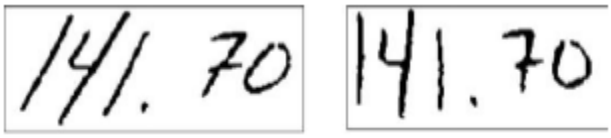
Şekil 5.8'deki eğim açısı aşağıdaki ifadeye eşittir. Bu ifadede A karakterin boyu, B ise $(\beta_4 + \beta_1 - \beta_3 - \beta_2)/2$ ifadesine eşittir.

$$\theta = Arctan(B/A) \quad 5.3$$

Eğim durumuna göre θ pozitif veya negatif değerler alabilir. Eğim açısı belirlendikten sonra karaktere ait görüntüdeki tüm piksellere yatay kesme dönüşümü uygulanır. Dönüşüm ifadesi 5.4 ve 5.5 formülleri ile ifade edilir.

$$x' = x - y \,.\, \tan(\theta) \quad 5.4$$
$$y' = y \quad 5.5$$

Yukarıdaki ifadede x,y eski piksel koordinatlarını, x' ve y' ise yeni piksel koordinatlarını ifade etmektedir. 5.4 ve 5.5'deki eşitlikleri temel alarak düzeltilmiş karakter aşağıdadır[33].



Şekil 5.9 Eğimli görüntü ve eğim giderildikten sonraki durum

5.3.1.4 Normalleştirme

Karakter normalleştirme, tanıma işlemindeki en önemli önişlem adımlarından birisidir. Normalleştirme ile yazıdaki değişimler ortadan kalkar ve böylelikle standart hale gelmiş bir veri oluşmuş olur. Karakterler görüntüsü standart bir düzleme haritalanır.

Normalleştirmenin amacı karakterlerin şekillerindeki sınıfsal değişimleri azaltmaktır. Bu sayede özellik çıkarma ve sınıflandırma işlemleri daha doğru ve hassas bir şekilde yapılabilir. Normalleştirmedeki yaklaşımları aşağıdaki şekilde gruplandırmak mümkündür [45].

- Anlık sabit teknikler (Moment Invariant Techniques)
- Fourier betimleyicileri (Fourier Descriptiors)
- Sınır tabanlı teknikler (Boundary Based Techniques)
- Vektör analizleri (Vector analysis).

Bir karakterin oryantasyonun normalleştirilmesi oldukça karmaşık bir süreç olup yukarıda belirtilen yöntemlerden bir tanesi izlenerek gerçekleştirilir. Arıca ve Yarman'a göre(2001) ise farklı normalleştirmenin kullanıldığı alanlar[32]:

- Eğiklik normalleştirmesi ve anahat çıkartımı
- Eğim normalleştirmesi
- Karakter boyutundaki normalleştirmedir.

Yukarıda belirtilen alanlardan özellikle karakter boyutunda gerçekleştirilen normalleştirmenin karakter tanıma sürecindeki önemi büyüktür. Bu normalleştirme şekli karakter boyutunu belirli bir standarda ayarlamak için kullanılır. Karakter tanıma yöntemleri yatay veya dikey boyut normalleştirmesini kullanabilirler.

Normalleştirme sayesinde eğitim ve sınıflandırma aşamasında eğitim verilerindeki tanıma oranı artacaktır.

5.3.2 Bölütleme

El yazısı, kişiden kişiye farklılık göstermekte ve karakterler farklı büyüklük ve yazım şekillerinde olabilmektedir. Bazen karakterler sıkışık biçimde yazılabilir veya üst üste gelebilir. Karakter tanıma sistemi işlevini gerçekleştirebilmek için karakterin nerede başlayıp nerede bittiğinin bilinmesi gerekir. Bu problem, bölütleme adımında ele alınmaktadır. Bu aşamada doküman alt bileşenlere ayrılmaktadır. Bölütleme adımı da diğer aşamalar gibi oldukça önemlidir. Çünkü bu aşamayla tanıma aşamasını doğrudan etkileyebilecek olan satır, kelime, karakter gibi öğelere ulaşılır.

Bölütleme problemi ile başa çıkabilmek için çeşitli yöntemler mevcuttur. İki tür bölütleme mevcuttur [32]. Bunlar harici ve dahili bölütlemelerdir.

Harici bölütleme, sayfa yerleşimini mantıksal biçimde ayırır. Doküman sırasıyla paragraflara, satırlara ve kelimelere ayrıştırılır. Sonrasında ise elde edilen bu bileşenler etiketlenir. Doküman üzerindeki metinsel alanların bulunması ve ardından üzerinde işlem yapılacak satır, kelime ve karakterleri bulmaya yönelik olarak çok sayıda yöntem bulunmaktadır.

Dahili bölütleme ise görüntüyü alt sembollere ayrıştıran bir işlemdir. Bölümler karakterlere benzerlik özelliklerine göre tanımlanırlar. Görüntü en alt parçaya kadar ayrılıp her bir parça ayrı ayrı ele alınır.

Bu sınıflandırma dışında da çok sayıda bölütleme türüne rastlamak olasıdır. Örneğin farklı bir yöntemde genellikle karakterler birbirinden ayrı olarak oluşturulur. Kullanıcı karakterleri önceden formda belirlenmiş kutulara gelecek şekilde veya birbirinden oldukça ayrık olarak oluşturur.

Boşlukların bulunması ise izlenecek bir diğer yöntemdir. Harfler arasındaki boşluklar veya bağlantı satırları bulunmaya çalışılır.

Son yöntem ise kelime veya kelime topluluğunun bilinçli bir şekilde bölütlemesi yapılmadan sınıflandırmaktır.

5.3.3 Metin Üzerindeki Bilgilerin Temsil Edilmesi

Karakter tanıma sistemlerinde algoritmaların doğruluğunu ve başarımını arttırmak için veri setini öz bir şekilde temsil edebilen bir yapının oluşturulması gerekmektedir. Oluşturulan bu temsil sistemi ile eğitim sınıflarında birbirinden rahatlıkla ayırt edilebilmelidir.

Dokümanların temsili için var olan yöntemler [32]:

- Global dönüşüm ve seri açılımı
- İstatistiksel temsil
- Geometrik ve topolojik temsil

olarak kategorilere ayrılabilir.

İstatistiksel temsil şekli tez çalışması kapsamında kullanılmıştır. Altıncı bölümde detaylı bir şekilde bilgi bulunmaktadır.

5.3.3.1 Özellik Çıkartımı

Özellik çıkartımı, tanıma işleminin iki temel fonksiyonundan bir tanesidir. Bu aşama, sınıflandırmayla bağlantılı olan girdi deseninin özelliklerinin ölçümlenmesini içerir. Özellik çıkartımından sonra elde edilen karakterler bu özellikler tarafından temsil edilir.

Sonlu 2 boyutlu desenden çıkartılabilecek olası özelliklerin sayısı sonsuzdur. Fakat, sadece sınıflandırmayla bağlantısı olan olası özellikler dikkate alınır [45]. Örneğin iki adet sembolden oluşan bir alfabede (0 ve 1) girdi deseninin boyu, ayırt edici bir özellik değildir. Bu yüzden bu özellik önemsizdir. Diğer yandan derin ve keskin açıların sayısı ise ayırt edici bir özelliktir. Literatürde, önerilen özelliklerin çeşitli türleri bulunmaktadır. Bunlar:

- Yatay ve dikey histogramlar
- Kıvrımlılık, eğrilik bilgisi (eğim)
- Topolojik özellikler (döngüler, bitim noktaları, noktalar, bağlaçlar)
- Polinomsal eğri fonksiyonlarının parametreleri
- Kontur bilgileri

Özet olarak özellik çıkartımı, her bir girdi deseninin tümünü, orijinal mekansal koordinat sisteminden özellik uzayı üzerindeki tek bir noktaya haritalamaktadır. Bu özellik uzayı, çıkartılan N adet özellik tarafından belirlenir. N adet özellik aynı zamanda bu uzayın boyutlarından her birisidir. Bu haritalama işlemi gerçekleştirildikten sonra problem klasik bir sınıflandırma problemi haline gelmektedir.

5.3.4 Eğitim ve Sınıflandırma

Girdi deseni, özellik uzayına haritalandıktan sonra bir sonraki adım noktaların her birinin sınıflandırılarak etiketlenmesidir. Sınıflandırma yöntemleri:

- Kural tabanlı sistemleri
- Karar ağaçlarını
- Kümeleme tekniklerini

- Yapay sinir ağlarını
- Gizli Markov modelini içerir.

Bütün bu teknikler bir tek yaygın karakteristiği paylaşırlar. Hepsi özellik uzayını daha alt uzaylara böler.

Tez için geliştirilen yazılım sisteminde yukarıdaki sınıflandırma yöntemlerinden karar ağaçları kullanılmıştır. Karar ağaçları ile ilgili detaylı bilgi dördüncü bölümde verilmiştir.

5.3.5 İleri İşlem

İleri işlem, doğrulama, olay icrası ve adaptasyon gibi başlıkları içerir. Doğrulamanın amacı sınıflandırmanın güvenirlik seviyesini arttırmaktır. Bu işlem, değişik şekillerde yapılır. Bir karakterin 2 veya 3 adet farklı yazım şeklini içeren bir veritabanının kullanımı, işlemin doğruluğunu arttıran bir yol olabilir. Diğer bir yol ise karakter grubunun geçerli bir kelime oluşturup oluşturamayacağını kontrol eden bir sözlüğün kullanımıdır. Böyle bir sözlüğün ise olası tüm durumları içerebilecek zenginlikte olması doğruluk ve geçerlilik açısından önemlidir.

Önceki aşamalarda dokümana ait herhangi bir anlamsal bilgi kullanılmamıştır. Özellikle bölütleme aşamasında içerik bilgisinin dikkate alınmaması ciddi hataların oluşmasına neden olabilir. Böyle bir durumda ise bölütleme sonucunda oluşan kelime veya karakter çıktıları anlamsız şekilde karşımıza çıkabilir. Bunun önüne geçilebilmesi için metne ait içerik bilgisinin de dikkate alınması gerekmektedir. Böylece tanıma işlemindeki doğruluk arttırılmış olur.

Karakter tanıma sistemlerindeki tüm aşamalardaki içerik ve şekil bilgisinin birlikte kullanılması gerekir. İleri işlem aşamasında karakter tanıma sisteminin çıktıları hakkında sistemin ilk aşamalarına bu bağlamda geri dönütler verilir. Bütün bu aşamalar ışığında geliştirilecek bir sistem sadece kişinin karakterlerini doğru bir şekilde tanıyabilir.

BÖLÜM 6

GELİŞTİRİLEN UYGULAMA

6.1 Geliştirilen Sistem ve Önemi

Bireyin içinde bulunduğu ruh hali çok çeşitli olabilir. Kaygılı, sevinçli, mutlu, üzgün vs. Bu unsurlardan birçoğunun el yazısı ile olan ilişkisi, ikinci bölümde bahsedilen grafoloji başlığı altında ele alınmıştı. Grafoloji ile el yazısının incelenerek bireyin içinde bulunduğu ruh durumu hakkında bir takım çıkarsamalara ulaşılmaya çalışılmaktadır. Literatürde grafolojiye yönelik olarak tez ve antitezler birbirini ardı sıra izlemektedir. Grafolojik olarak yapılan incelemeler gözleme dayanmakta ve kişinin olası bütün duygusal durumlarının el yazısının belirli bir takım nitelikleri ile ilişkilendirildiği görülmektedir. Gözleme dayalı olarak yapılan incelemeler söz konusu olduğunda, ilgili alan uzmanının tecrübesi ve bilgisi son derece önem arz etmektedir. Yorumlar uzmandan uzmana birtakım farklılıklar sergileyebileceğinden, uzman tarafından yapılacak değerlendirmeler hataya açık olacaktır. Ayrıca bütün duygusal durumların el yazısından tespitinin mümkün olup olmadığı ise ayrı bir tartışma konusudur. Bütün bu soruları netleştirmek için bilgisayarın desteğinden yararlanmak tartışmalara netlik kazandıracaktır.

İkinci bölümde el yazısının sağlık alanında bazı hastalıkların teşhisinde kullanıldığına değinilmişti. Bu tez çalışması kapsamında ise el yazısı ile kaygı arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışma kapsamında aşağıdaki sorulara yanıtlar aranmaktadır:

- El yazısı ile kaygı arasında bir ilişki var mıdır?
- Eğer var ise bu ilişkinin derecesi nedir?
- El yazısının incelenmesi ile kişinin içinde bulunduğu kaygı durumu tespit edilebilir mi?

Bu bağlamda kaygı ve el yazısı ile ilgili yukarıdaki soruların yanıtlanmasında bilgisayarın desteğinin alınması da sonuçların güvenirliğini arttıracaktır.

Tez çalışmasında, kişinin o an içinde bulunduğu kaygı düzeyi ile el yazısı arasında bir ilişkiyi ortaya çıkaracak ve kişilerin kaygı durumlarını tahmin edebilecek bir yazılım geliştirilmiştir.

Geliştirilen sistem kişinin el yazısını analiz ederek kaygılı olup olmadığı hakkında kestirimde bulunmaktadır. Yapılacak olan bu tahminlerin geçerliği, önceden var olan verilerin doğruluğuna oldukça bağlıdır. Geliştirilen bu yazılım sisteminin bir özelliği de uzman sistem olarak işlev gösterebilmesidir.

Tezde kullanılan veriler öğrencilerin el yazılarından oluşmaktadır. Öğrencilerdeki sınav kaygısının el yazısından tespiti ise özel olarak bu tez çalışması kapsamında incelenmektedir. Bu çalışma, kaygının el yazısından tespiti konusunun daha da netlik kazanması açısından oldukça önemlidir.

6.2 Kullanılan Araçlar

Eğitim verileri oluşturulurken 210 öğrenci üzerinde birtakım testler iki farklı zaman aralığında uygulanmıştır. Birinci zaman aralığı öğrencilerin kaygısız ruh haline sahip oldukları düşünülen sınav zamanından yaklaşık bir ay önce, diğer zaman aralığı ise sınav günü sınav başlamadan hemen önce olacak şekilde seçilmiştir. Böyle bir yaklaşım izlenerek sınav sırasında oluşabilecek kaygının el yazısına etkisi gözlemlenebilecektir. Teste katılanların yaş aralığı 18-24 olup %37'sı bayan % 63'ü ise erkektir. Bayanların ve bayların kendi içerisinde %6'sı sol elini kullanmaktadır. Ayrıca, 210 öğrencinin oluşturduğu eğitim veri seti, yazılım sisteminin eğitilmesi için de kullanılmaktadır.

Sistemin oluşturulmasında tıp ve bilgisayar bilimleri alanında var olan birtakım araçlardan yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan araçlardan birincisi Bölüm 3'de belirtilen Spielberger kaygı envanteridir. Kaygı ölçeği veya sınav kaygısı envanteri (SKE) olarak da isimlendirilen bu envanterden, kişilerin sahip oldukları kaygı düzeylerinin derecesinin ölçümlenmesinde faydalanılmıştır.

Yazılım sistemi ise .NET ortamında oluşturulmuş olup masaüstü uygulaması olarak düşünülmüştür. El yazısını analiz edecek olan kişinin rahatlıkla kullanabileceği bir yapıda oluşturulmasına özen gösterilmiştir. Uygulamada temel görüntü işleme teknikleri ve Aforge.NET, Emgu CV yardımcı kütüphaneleri kullanılmıştır. Sistemin karar ağaçlarını kullanarak kestirimlerde bulunabilmesi için Weka programının uygulama geliştirme ara yüzünden yararlanılmıştır. Veri seti üzerinde bazı istatistiki sonuçların hesaplanması için Microsoft Excel ve Weka programından yararlanılmıştır.

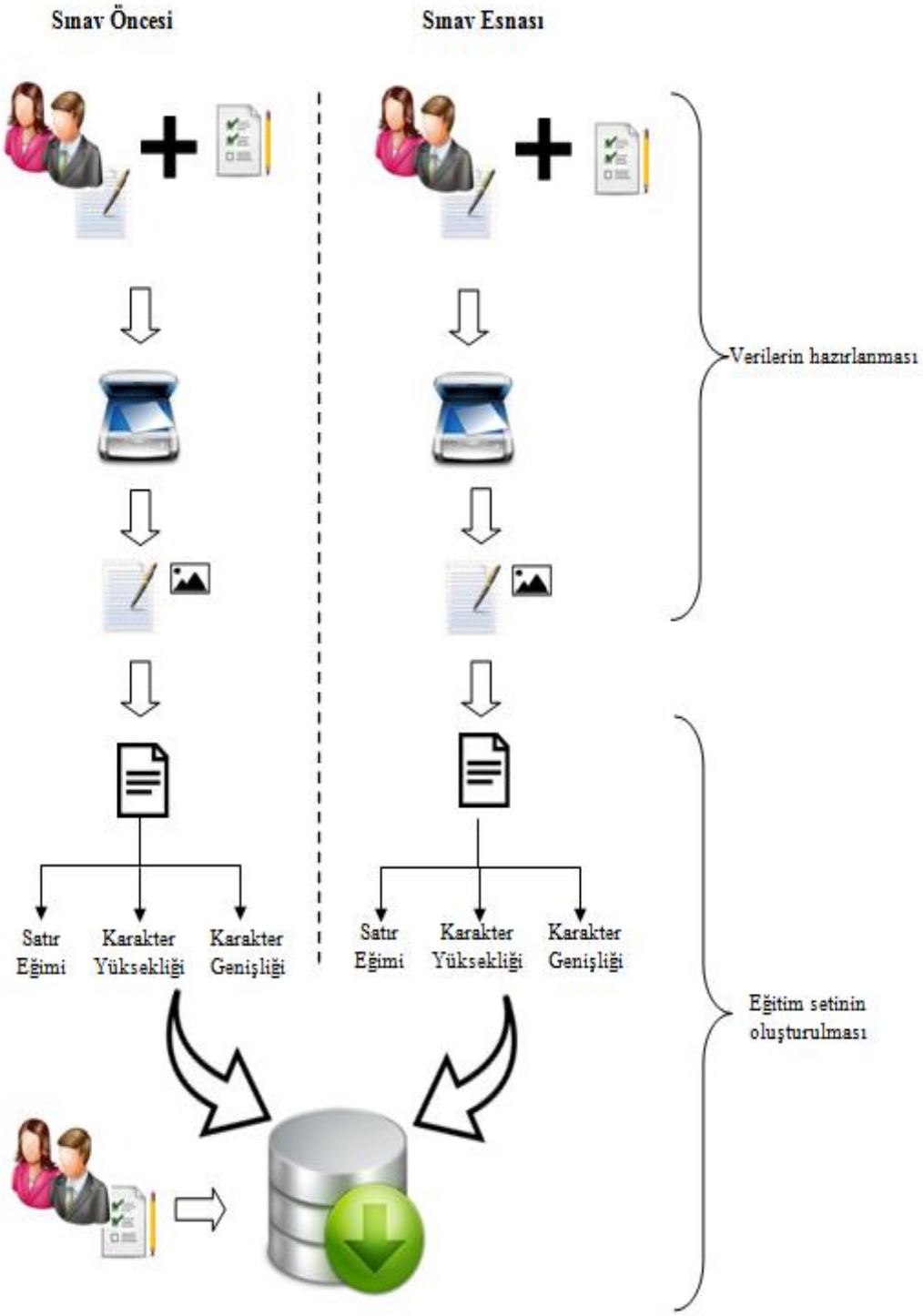
6.3 Sistemin Çalışması

Geliştirilen sistemin çalışmasını iki temel aşamada düşünmek mümkündür. Birinci aşamada sistemin karar verebilmesi için gerekli olan ve aynı zamanda çıkarsamaları yaptığı veri setinin oluşturulması yer almaktadır. Bu aşama aynı zamanda bazı temel veri toplama ve görüntü işleme tekniklerini bünyesinde barındırır. Kişinin sahip olduğu genel ve anlık kaygı düzeyinin bilgisi Spielberger kaygı ölçeği ile elde edilirken yine kişiye ait el yazısı nitelikleri de Ek-2 'de verilen metni boş bir kağıda yazmasıyla toplanmaktadır.

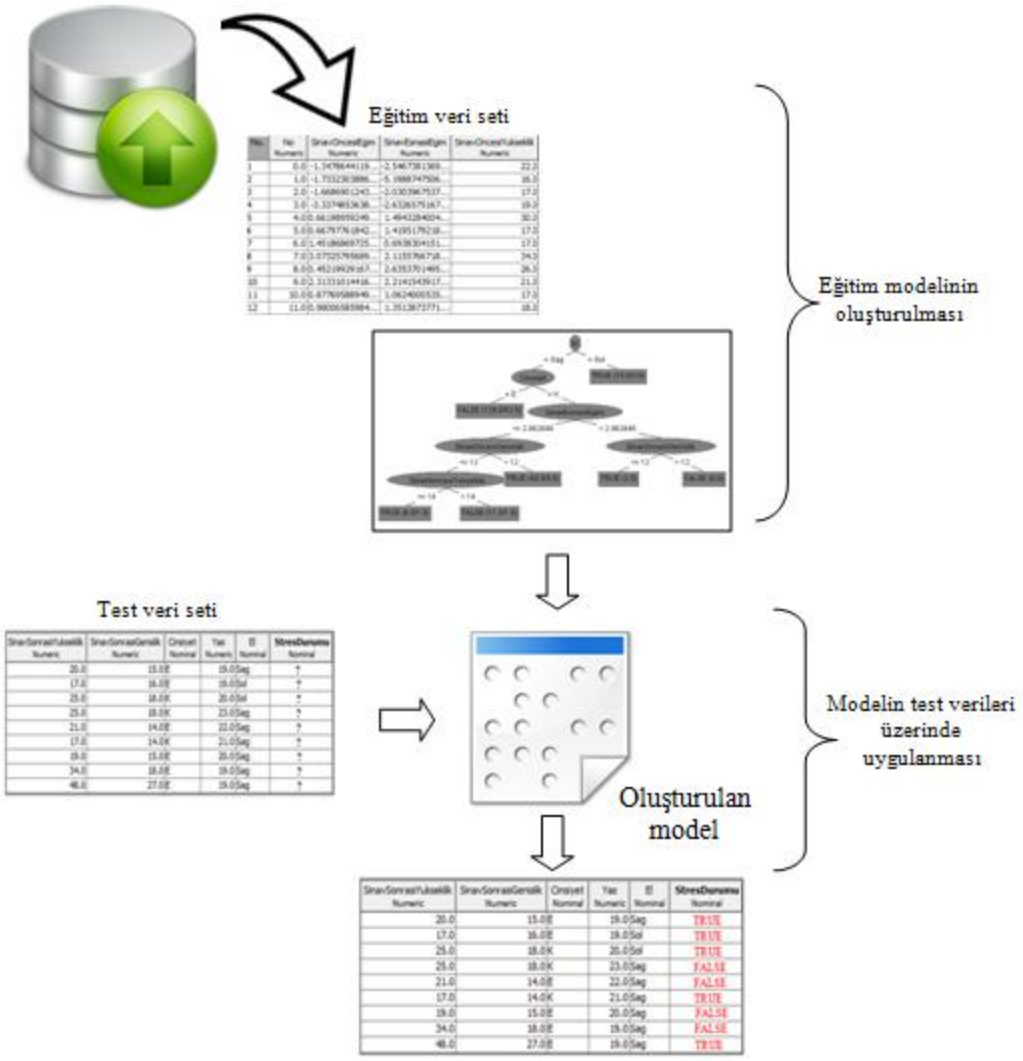
El yazısı örnekleri üzerinde temel görüntü işleme teknikleri kullanılarak satır eğimi, karakter yüksekliği, karakter genişliği gibi bilgiler elde edilir. Bu bilgiler ve hesaplanan kaygı değerleri biraraya getirilerek veri seti oluşturulur. Bu aşamalar Şekil 6.1'de görülmektedir.

Sistemin ikinci aşamasında ise uzman sistemin oluşturulması kısmı yer almaktadır (Şekil 6.2). Çalışmada kaygı kestiriminde bulunmak üzere beş farklı veri seti geliştirilmiştir. Bu veri setlerinden her biri farklı niteliklerin eklenip/çıkartılmasıyla oluşturulmuştur. Oluşturulan veri seti üzerinde karar ağaçlarından faydalanılarak sınıflandırma gerçekleştirilir ve bu sınıflandırmaya yönelik bir model ortaya konulur. Böylece kaygı tespitinde kullanılmak üzere beş farklı model ortaya çıkmaktadır.

Ortaya konulan bu farklı modeller yardımıyla sistem herhangi bir kişinin yazı karakterlerinin ortalama genişlik ve yükseklik bilgisine, satır bazındaki ortalama eğime, cinsiyetine, yaşına ve yazarken kullandığı el gibi farklı niteliklerini analiz ederek kişinin kaygılı olup olmadığı hakkında tahminde bulunulabilir.



Şekil 6.1 Veri setinin oluşturulması



Şekil 6.2 Modelin oluşturulması ve kestirimlerin ortaya konulması

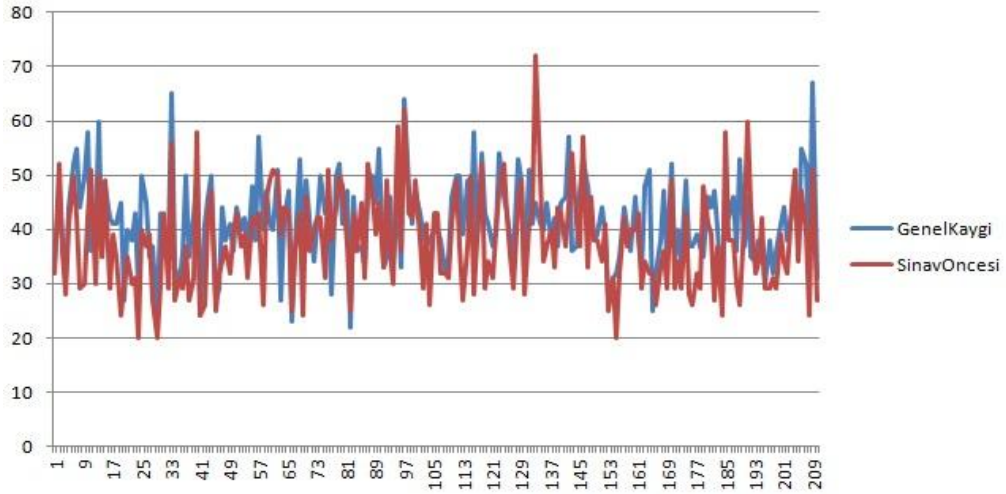
6.3.1 Verilerin Hazırlanması

Yazılım sisteminin üzerinde işlem yapacağı verilerin hazırlanması iki başlık altında toplanabilir. Bunlardan ilki Spielberger kaygı envanterindeki puanların hesaplanarak sonuçların bulunması, diğeri ise toplanan el yazısı örneklerinden görüntü işleme teknikleri kullanılarak satır eğimi, karakter yüksekliği ve genişliği gibi niteliklerin çıkarılması işlemidir.

6.3.1.1 Kaygı Envanteri Sonuçları

Bölüm 6.3'de belirtilen sınav öncesi ve sınav esnası gibi iki farklı zaman diliminde gerçekleştirilen kaygı ölçeği anketlerinin puanları, Bölüm 3.2'de belirtilen şekilde hesaplanarak veri setine eklenmiştir. Hesaplanan puanlar el yazısı ile kaygı arasında olduğu düşünülen ilişkiyi bulmada yardımcı olacaktır.

Sınav olgusunun kişilerde kaygıya neden olup olmadığının sağlıklı bir şekilde tespiti için, öncelikli olarak bu kişilerin rahat bir zamanda kaygı puanlarının Spielberger ölçeği kullanılarak ölçülmesi gerekmektedir. Önceki kısımlarda da belirtildiği üzere hem genel kaygı ölçeği hem de anlık kaygı ölçeği 210 kişi üzerinde sınavlar başlamadan yaklaşık bir ay önce uygulanmıştır. Elde edilen sonuçları aşağıda görülebilir.



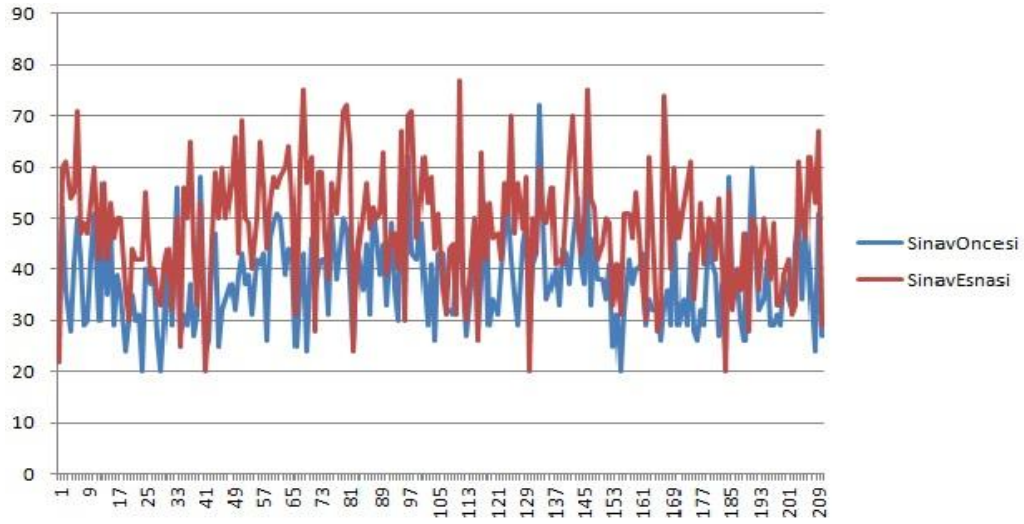
Şekil 6.3 Genel ve anlık kaygı grafikleri

Şekil 6.3'deki grafiğe bakıldığında rahat bir zaman diliminde yapılan kaygı ölçümlerinin birbirleri ile büyük ölçüde örtüştüğü görülmektedir. Yine bu grafiğe ait istatistiksel bilgiler aşağıdaki tablodadır.

Tablo 6.1 Sınav öncesindeki genel ve anlık kaygıya ait istatistiki bilgiler

(Sınav zamanından yaklaşık bir ay önce)	**En az**	**En fazla**	**Ortalama**	**Standart Sapma**
S.Ö. Genel Kaygı Puanı	22	67	41.366	7.984
S.Ö. Anlık Kaygı Puanı	20	72	37.909	8.996

Sınav öncesinde uygulanan iki farklı kaygı envanterinin aynıları sınav günü sınavdan hemen önce tekrar aynı öğrencilere uygulanmıştır. Sınavdan önceki anlık kaygı değerleri ile sınav esnasındaki anlık kaygı puanlarının karşılaştırılması Şekil 6.4'de görülmektedir. Bu grafiğe ait istatistiksel veriler ise Tablo 6.2'de verilmiştir.



Şekil 6.4 Anlık kaygı değerlerine ait grafik

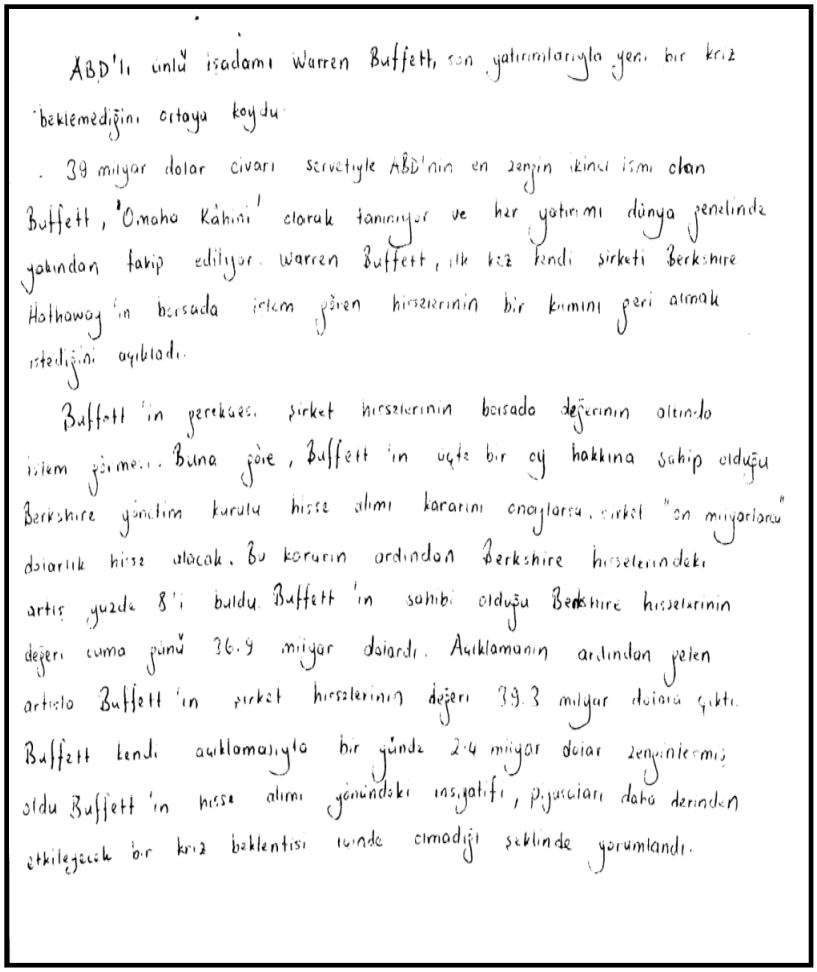
Tablo 6.2 Sınav öncesi ve sınav esnası anlık kaygıya ait istatistiksel veriler

	En az	**En fazla**	**Ortalama**	**Standart Sapma**
S.Ö. Anlık Kaygı Puanı	20	72	37.909	8.996
S.E. Anlık Kaygı Puanı	20	77	48.314	11.801

Şekil 6.4 ve bu şekle ait Tablo 6.2 incelendiğinde sınav esnasında öğrencilerin, uzmanların sınav kaygısı olarak nitelendirdikleri bir kaygıya sahip oldukları görülmektedir.

6.3.1.2 El Yazısı Niteliklerin Elde Edilmesi

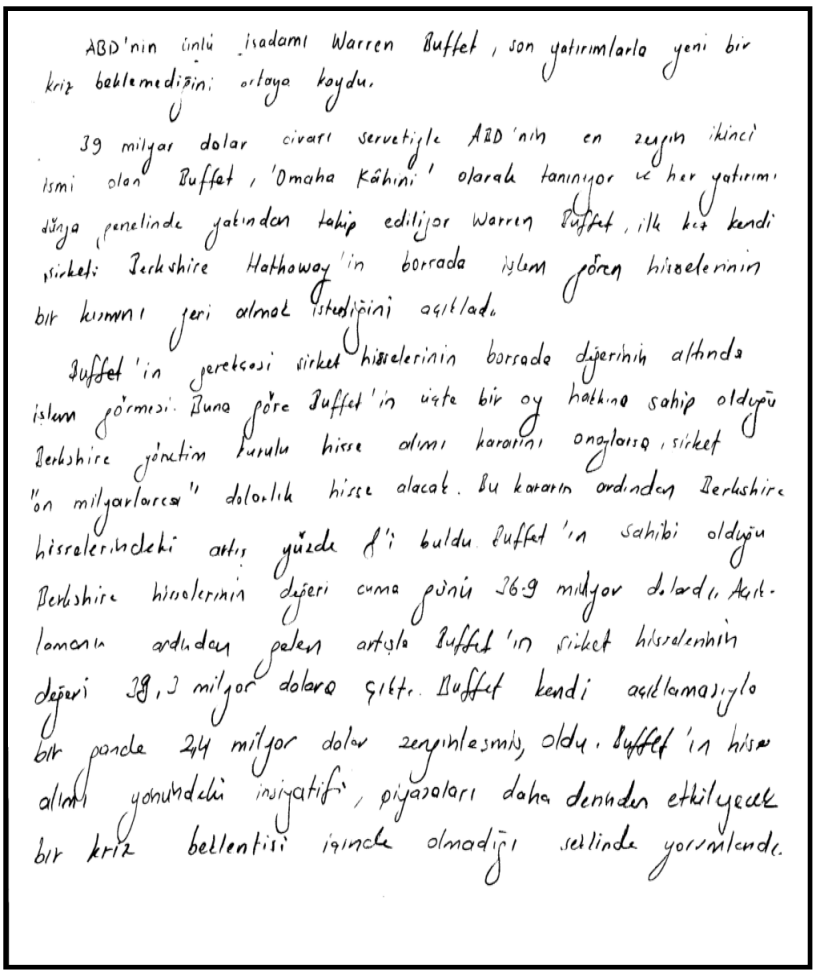
İkinci aşamada kişilerden sınav öncesi ve sınav esnasında alınan el yazısı örneklerinin sayısallaştırılması ve bu el yazılarından satırların ve karakterlerin ayrıştırılması gerçekleştirilmiştir. Aşağıda aynı kişiye ait, iki farklı zaman diliminde toplanan el yazısı örneği yer almaktadır.


ABD'li ünlü işadamı Warren Buffett, son yatırımlarıyla yeni bir kriz beklemediğini ortaya koydu.

39 milyar dolar civarı servetiyle ABD'nin en zengin ikinci ismi olan Buffett, 'Omaha Kahini' olarak tanınıyor ve her yatırımı dünya genelinde yakından takip ediliyor. Warren Buffett, ilk kez kendi şirketi Berkshire Hathaway'in borsada işlem gören hisselerinin bir kısmını geri almak istediğini açıkladı.

Buffett'in gerekçesi şirket hisselerinin borsada değerinin altında işlem görmesi. Buna göre, Buffett'in uçta bir oy hakkına sahip olduğu Berkshire yönetim kurulu hisse alımı kararını onaylarsa, şirket "on milyarlarca" dolarlık hisse alacak. Bu kararın ardından Berkshire hisselerindeki artış yüzde 8'i buldu. Buffett'in sahibi olduğu Berkshire hisselerinin değeri cuma günü 36.9 milyar dolardı. Açıklamanın ardından gelen artışla Buffett'in şirket hisselerinin değeri 39.3 milyar dolara çıktı. Buffett kendi açıklamasıyla bir günde 2.4 milyar dolar zenginleşmiş oldu. Buffett'in hisse alımı yönündeki inisiyatifi, piyasaları daha derinden etkileyecek bir kriz beklentisi içinde olmadığı şeklinde yorumlandı.

Şekil 6.5 Sınav öncesi el yazısı örneği

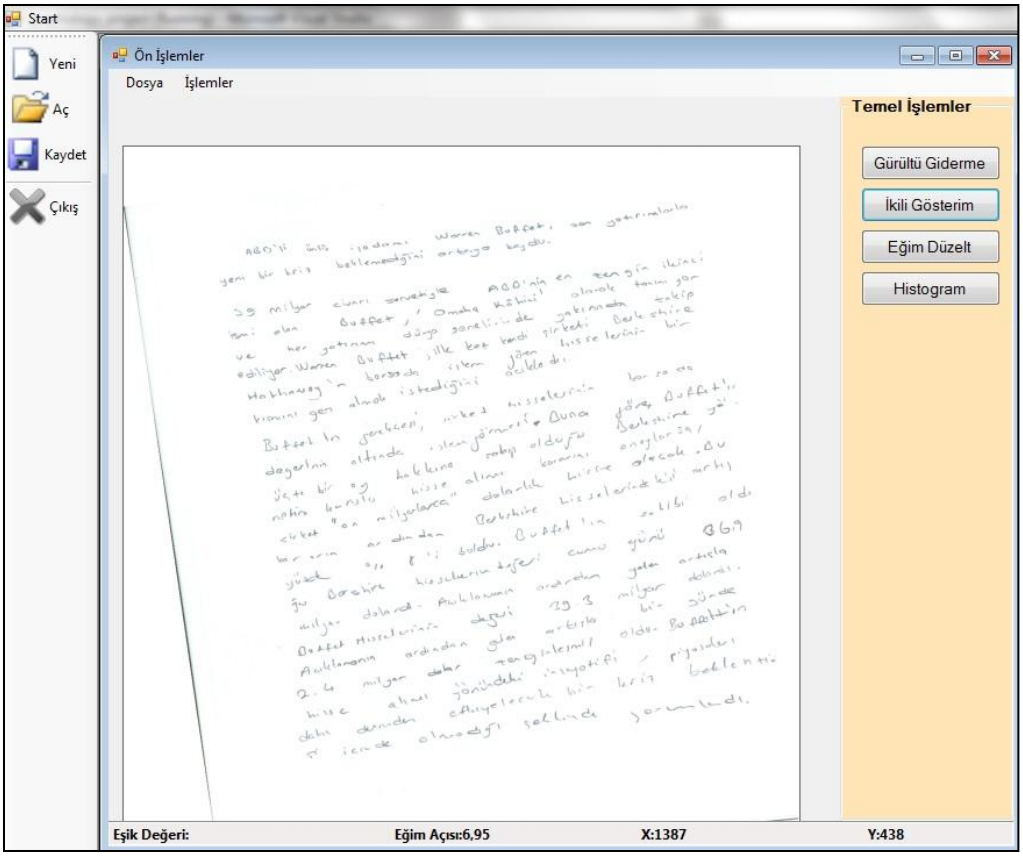

ABD'nin ünlü işadamı Warren Buffet, son yatırımlarla yeni bir kriz beklemediğini ortaya koydu.

39 milyar dolar civarı servetiyle ABD'nin en zengin ikinci ismi olan Buffet, 'Omaha Kâhini' olarak tanınıyor ve her yatırımı dünya genelinde yakından takip ediliyor Warren Buffet, ilk kez kendi şirketi Berkshire Hathaway'in borsada işlem gören hisselerinin bir kısmını geri almak istediğini açıkladı.

Buffet'in gerekçesi şirket hisselerinin borsada değerinin altında işlem görmesi. Buna göre Buffet'in üçte bir oy hakkına sahip olduğu Berkshire yönetim kurulu hisse alımı kararını onaylarsa, şirket "on milyarlarca" dolarlık hisse alacak. Bu kararın ardından Berkshire hisselerindeki artış yüzde 4'i buldu. Buffet'ın sahibi olduğu Berkshire hisselerinin değeri cuma günü 36,9 milyar dolardı. Açıklamanın ardından gelen artışla Buffet'ın şirket hisselerinin değeri 38,3 milyar dolara çıktı. Buffet kendi açıklamasıyla bir anda 24 milyar dolar zenginleşmiş oldu. Buffet'in hisse alımı yönündeki inisiyatifi, piyasaları daha derinden etkileyecek bir kriz beklentisi içinde olmadığı şeklinde yorumlandı.

Şekil 6.6 Sınav esnası el yazısı örneği

Geliştirilen yazılım sisteminde el yazısı üzerinden birtakım niteliklerin çıkarılması amaçlanmıştır. Niteliklerin el yazısı üzerinden çıkarılması, birçok alt işlemi bünyesinde barındıran bir aşamadır. El yazılarının taranarak sayısallaştırılması bu aşamalardan ilkidir. Görüntüler 24 bit BMP biçiminde sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırılan görüntü, tarayıcı veya dış ortam kaynaklı gürültüleri veya bozuklukları bünyesinde barındırır. Görüntülerdeki bu gürültü ve bozuklukların giderilmesi gerekmektedir.

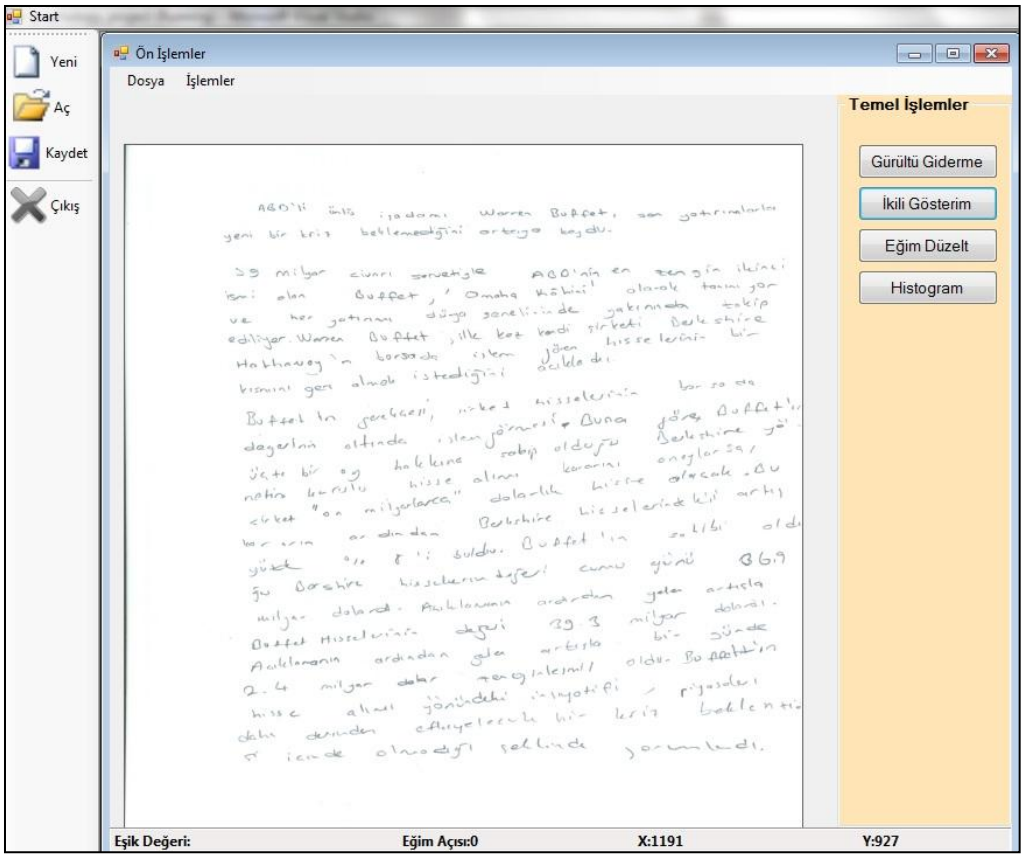


Şekil 6.7 Tarayıcı kaynaklı oluşan eğim

Yukarıdaki şekilde taranan dokümanda tarama işlemi esnasında meydana gelen hatadan ötürü oluşan eğim görülmektedir. Öncelikli olarak bu eğimin derecesi beşinci bölümde bulunan eşitlik 5.2 ve 5.3 kullanılarak hesaplanmakta ve ardından da gerekli olan düzeltme işlemi yapılmaktadır.

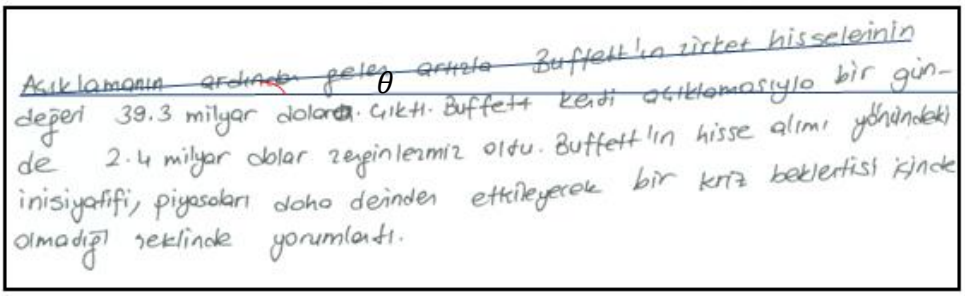
Dokümandaki eğiklik giderildikten ve medyan filtre uygulandıktan sonraki görünümü Şekil 6.8'da yer almaktadır.

El yazısı dokümanları bu işlem adımından geçtikten sonra bir sonraki aşama el yazısında bulunan niteliklerin tespit edilerek çıkartılmasıdır. Çıkartılmak istenen nitelikler satır eğimi, karakterlerin yükseklik ve genişlik bilgileridir. Kişiye ait bu niteliklerin ortalama değerleri hesaplanarak veri setine eklenmiş ve analizlere dahil edilmiştir.



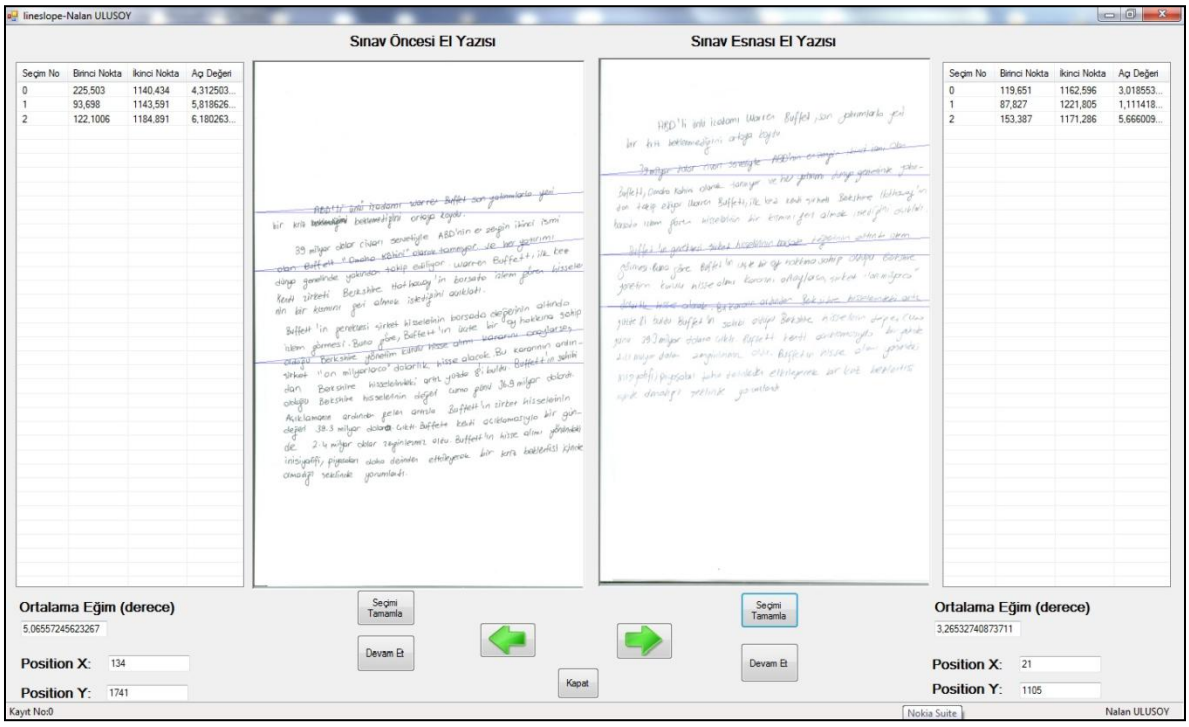
Şekil 6.8 Eğimi giderilmiş el yazısı dokümanı

Her kişinin el yazısındaki satırların eğim dereceleri farklıdır. Satırın eğim derecesi satırın başlangıcı ve bitişi arasındaki doğrunun (anahat doğrusu) yatay x ekseni ile yaptığı açı ile ölçülür ve eşitlik 5.3'deki ifade ile hesaplanır (Şekil 6.9).



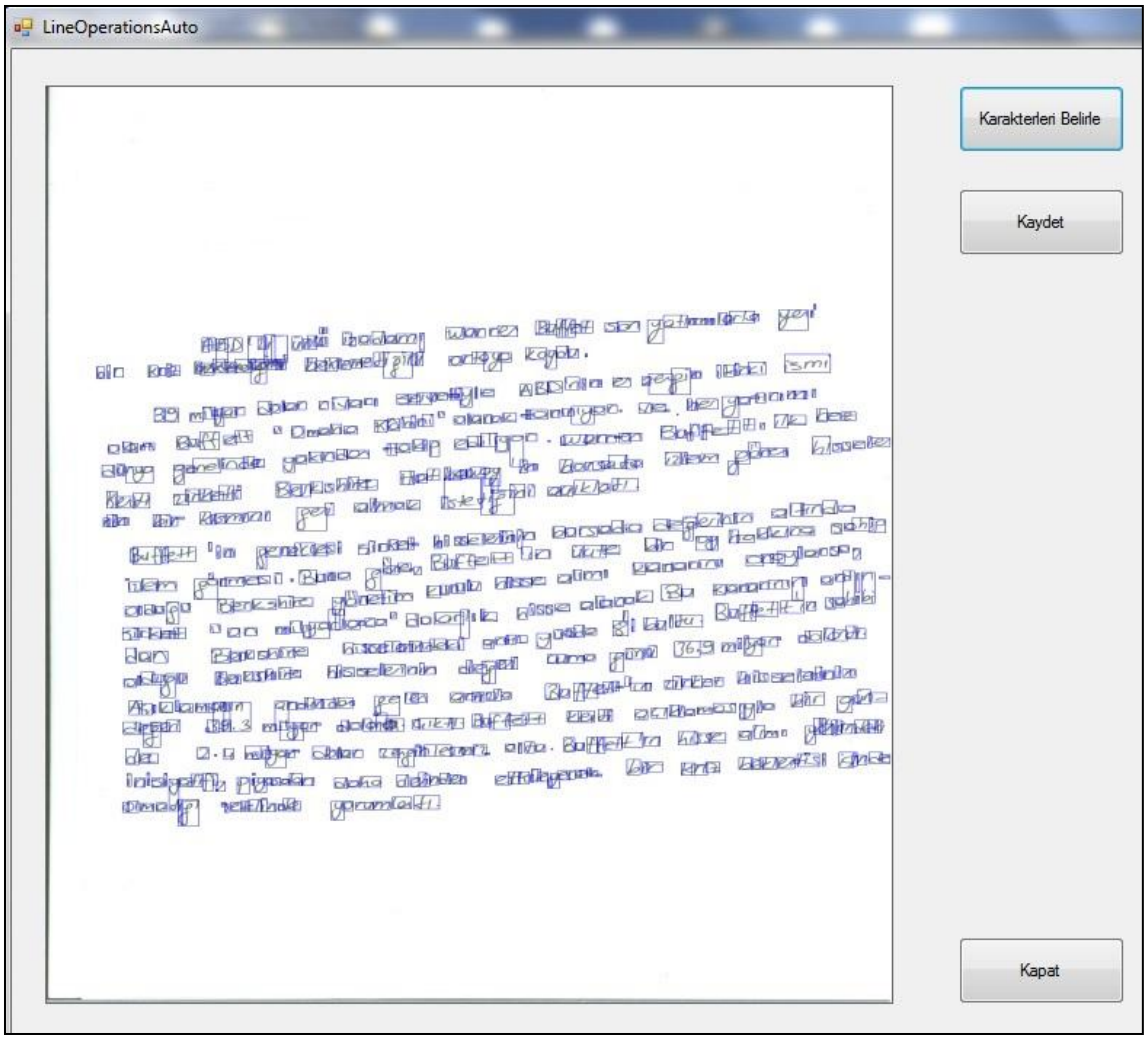
Şekil 6.9 Satır eğimi

Yazılım sisteminde her doküman için satır eğimleri kullanıcı tarafından aşağıdaki ekran kullanılarak belirlenmiştir. Kişinin el yazısındaki tüm satırların eğimlerinin ortalaması hesaplanarak veri setine dahil edilmiştir.



Şekil 6.10 Satır eğimlerinin bulunması

El yazısında incelenen niteliklerden bir diğeri de yazım karakterlerinin sahip olduğu yükseklik ve genişlik değerleridir. Bu bilgiye ulaşmak için öncelikle el yazısının karakterlere ayrıştırılması gerekmektedir. Çalışmada sınav öncesi ve sınav esnasındaki el yazısı örnekleri karakterlere ayrıldıktan sonra büyük küçük harf ayrımı yapılmadan ortalama yükseklik ve genişlik bilgileri hesaplanarak veri setine dahil edilmiştir. Şekil 6.11'de el yazısı metninin karakterlere ayrılması görülmektedir.



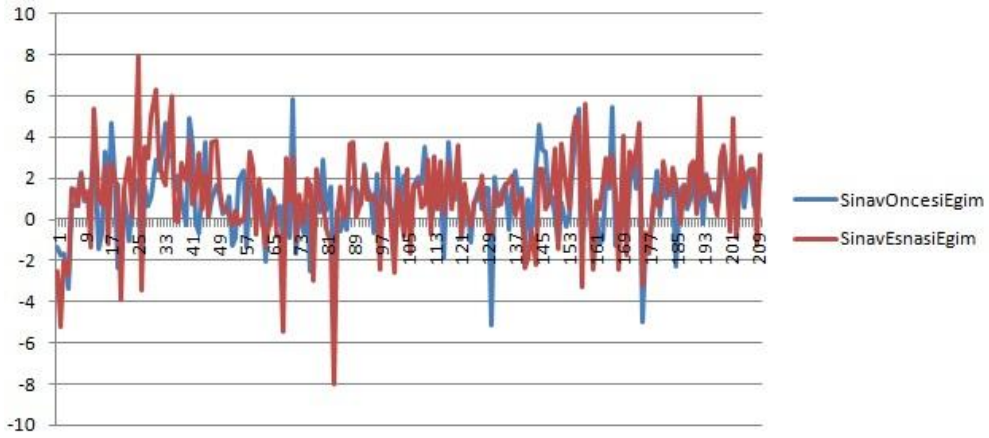
Şekil 6.11 Karakterlerin tespiti

Yazının karakterlere ayrılması sonucu oluşan her parçanın yükseklik ve genişlik değerleri piksel bazında ölçülür ve ortalaması hesaplanır. Hesaplamada sadece düzgün olarak ayrılmış karakterler kullanılır. Düzgün olmayan veya hatalı olarak parçalanmış karakterler hesaplama sürecine dahil edilmezler. Hesaplama sonucu elde edilen değerler veri setine eklenir.

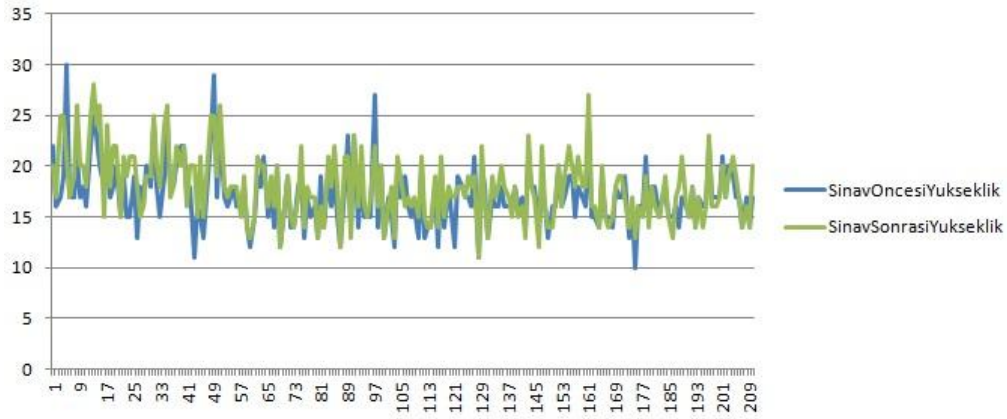
6.3.1.3 İncelenen El Yazısı Niteliklerinin Değişimi

Geliştirilen yazılım sisteminde el yazısı satırlarının sahip olduğu eğim, karakter genişlikleri ve yükseklikleri olmak üzere üç parametre üzerinde çalışılmış ve bunların

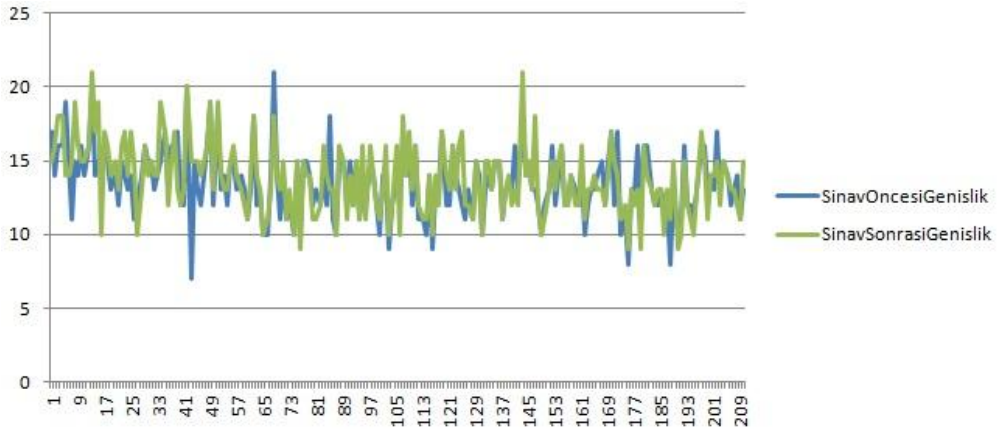
kişinin sahip olduğu kaygı ile nasıl değişim gösterdiği incelenmiştir. Çalışmada her üç niteliğin ortalama değerleri üzerinden işlemler gerçekleştirilmiştir. Gruba ait bu üç niteliğin sınavdan önceki zaman dilimindeki değerleri ile sınav esnasındaki değerlerinin grafiksel olarak gösterimi aşağıda verilmiştir.



Şekil 6.12 Ortalama satır eğimlerinin değişimi



Şekil 6.13 Ortalama karakter yüksekliklerinin değişimi



Şekil 6.14 Ortalama karakter genişliklerinin değişimi

El yazısına ait çalışmada kullanılmış olan üç niteliğe ait istatistiksel bilgiler ise aşağıdaki Tablo 6.3'dedir.

Tablo 6.3 Satır eğimi, karakter yüksekliği ve genişliği bilgileri

	En az	**En fazla**	**Ortalama**	**Standart Sapma**
S.Ö. Ortalama Satır Eğimi	-5.1	5.9	0.955	1.777
S.E. Ortalama Satır Eğimi	-8	8	1.14	2.175
S.Ö. Ortalama Karakter Yüksekliği	10	30	17.1	3.073
S.E. Ortalama Karakter Yüksekliği	10	28	17.98	3.308
S.Ö. Ortalama Karakter Genişliği	7	21	13.495	2.263
S.E.Ortalama Karakter Genişliği	9	21	13.785	2.379

Bileşenlerin elde edilmesinden sonraki aşama uzman sistemin karar vermesinde belirleyici kriter olan eğitim veri setinin oluşturulmasıdır.

6.3.2 Eğitim Setlerinin Oluşturulması

Modellere ait veri setlerinin her örneği bazı niteliklere ve bir de sınıf etiketi olarak isimlendirilen ayrı bir niteliğe sahiptir. Çalışmada, belirtildiği üzere beş farklı eğitim seti kullanılmıştır. Başlangıç veri setindeki her bir nesne aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

El Yazısının Sahibi
- Sınav Esnası Eğim : Kayan Noktalı Sayı - Sınav Esnası Ortalama Karakter Yüksekliği : Tam Sayı - Sınav Esnası Ortalama Karakter Genişliği : Tam Sayı - Cinsiyet: Karakter - Yaş: Tam sayı - Yazarken Kullandığı El: Karakter topluluğu - Kaygı Durumu: Mantıksal Evet/Hayır

Şekil 6.15 Başlangıç veri setindeki örneklerin yapısı

Veri setini karar ağacında kullanmadan önce veri ön işlemden geçirilerek kategorilendirme yapılmıştır. Bu işlemden sonra veri setindeki örneklerin genel görünümü ise aşağıdaki şekildedir.

El Yazısının Sahibi
- Sınav Esnası Eğim Kategorisi: Karakter Dizisi - Sınav Esnası Ortalama Karakter Yüksekliği Kategorisi: Karakter Dizisi - Sınav Esnası Ortalama Karakter Genişliği Kategorisi: Karakter Dizisi - Cinsiyet: Karakter - Yaş: Tam sayı - Yazarken Kullandığı El: Karakter topluluğu - Kaygı Durumu: Mantıksal Evet/Hayır

Şekil 6.16 Veri setindeki örneklerin ön işlem sürecinden sonraki durumu

Kategorilendirme ortalama eğim, karakter yüksekliği ve genişliği için aşağıda belirtilen tablodaki gibi yapılmıştır.

Tablo 6.4 Satır eğimi, karakter yüksekliği ve genişliğinin bölümlenmesi

Nitelik	Kategori	Başlangıç Aralığı	Bitiş Aralığı
Sınav Esnası Eğim	Negatif Eğim 2 (N1)	0	-4
	Negatif Eğim 1 (N2)	-5	-8
	Pozitif Eğim 1 (P1)	0	4
	Pozitif Eğim 2 (P2)	5	8
Sınav Esnası Yükseklik	Alçak	10	16
	Orta Yüksek	15	22
	Yüksek	23	28
Sınav Esnası Genişlik	Dar	9	13
	Orta Geniş	14	17
	Geniş	18	21

El yazısından kaygı tespiti yapabilecek bu uzman sistemin oluşturulmasında karar ağaçlarından faydalanılmıştır. Dördüncü bölümde bahsedilen karar ağacı algoritması olan C4.5'i referans alan J.48 karar ağacı algoritması kullanılmıştır. Uygulamada 210 öğrenciden elde edilen veriler eğitim verisi olarak kullanılmaktadır. Bu veri seti beş farklı şekilde düzenlenerek farklı eğitim modelleri oluşturulmuştur. Çalışmada başlangıç veri seti olan ve aynı zamanda birinci modelde kullanılan veri seti Şekil 6.16'daki gibidir.

İlk dört veri seti, başlangıç veri setindeki sadece tek bir niteliğin çıkartılması sonucu oluşturulmuştur. Bu dört veri setinde de 210 adet kız ve erkek öğrenci yer almaktadır. Beşinci veri setindeki her örneğin sahip olduğu nitelikler dördüncü veri setikiler ile aynıdır. Temel farklılık sadece kız ve erkek öğrencilerin sayısında görülmektedir. Beşinci model, kız ve erkek sayıları eşit olmak üzere 150 kişiden oluşmaktadır.

Diğer veri setleri oluşturulmadan önce bu veri seti üzerindeki herbir nitelikten gelen bilgi kazanç miktarları araştırılmıştır ve aşağıdaki tabloda belirtilen bilgi kazançlarına ulaşılmıştır.

Tablo 6.5 Eğitim setindeki örneklere ait niteliklerinin bilgi kazanç miktarları

Nitelik	Kazanç Miktarı
Cinsiyet	0.02372
Yazarken Kullandığı El	0.02194
KategoriGenislik	0.01966
KategoriEgim	0.01508
KategoriYukseklik	0.00654
Yas	0

Yukarıdaki tablo incelendiğinde oluşturulacak modele ait en fazla bilginin eğitim setindeki cinsiyet niteliğinden geldiği görülmektedir. Kişinin yaş bilgisinin ise oluşturulacak modele herhangi bir katkı sağlamadığı görülmektedir. İkinci model için oluşturulacak veri setinde ise aşağıdaki gibidir. Bu modelde cinsiyet niteliği çıkartılarak model oluşturulmuştur.

El Yazısının Sahibi
- Sınav Esnası Eğim : Kayan Noktalı Sayı - Sınav Esnası Ortalama Karakter Yüksekliği : Tam Sayı - Sınav Esnası Ortalama Karakter Genişliği : Tam Sayı - Yaş: Tam sayı - Yazarken Kullandığı El: Karakter topluluğu - Kaygı Durumu: Mantıksal Evet/Hayır

Şekil 6.17 İkinci modelin veri setindeki örneklerin nitelikleri

Üçüncü modelde ise araştırmaya katılan kişilerin yazarken kullandıkları el bilgisini temsil eden nitelik çıkartılmıştır. Böylelikle üçüncü modelin veri setine ait nitelikler ise Şekil 6.18'deki gibidir.

El Yazısının Sahibi
- Sınav Esnası Eğim : Kayan Noktalı Sayı - Sınav Esnası Ortalama Karakter Yüksekliği : Tam Sayı - Sınav Esnası Ortalama Karakter Genişliği : Tam Sayı - Yaş: Tam sayı - Kaygı Durumu: Mantıksal Evet/Hayır

Şekil 6.18 Üçüncü modelin veri setindeki örneklerin nitelikleri

Dördüncü model ise kişinin yaş bilgisi çıkartılarak elde edilir. Modeldeki veri setindeki örneklerin genel görünümü aşağıdadır.

El Yazısının Sahibi
- Sınav Esnası Eğim : Kayan Noktalı Sayı - Sınav Esnası Ortalama Karakter Yüksekliği : Tam Sayı - Sınav Esnası Ortalama Karakter Genişliği : Tam Sayı - Kaygı Durumu: Mantıksal Evet/Hayır

Şekil 6.19 Dördüncü ve beşinci modelin veri setindeki örneklerin nitelikleri

Beşinci ve son modele ait veri setindeki örnekler de Şekil 6.19'a ait nitelikleri bünyesinde barındırmasına rağmen daha önceden de belirtildiği gibi diğerlerinden farklı olarak kız/erkek sayıları eşit olacak şekilde düzenlenmiştir.

Her model oluşturulduktan sonra test verileri üzerinde işletilerek elde edilen sonuçlar yorumlanmaya çalışılmıştır. Eğitim veri setinin test verileri üzerinde karar verebilmesi için Weka programının dosya formatı olan arff formatında olması gerekmektedir. Bu nedenle, elde edilen tüm verilerin bu dosya formatına dönüştürülmesi ile işe başlanır. Eğitim ve test verileri bilgisini bünyesinde içerecek olan arff dosyasının örnek başlık bilgisi Şekil 6.20'de gösterildiği gibidir. Bu örnek dosya yapısı incelendiğinde Şekil 6.19'da belirtilen dördüncü ve beşinci modellerin veri setlerindeki nitelikleri temsil ettiği görülmektedir.

```
@relation KaygiBelirleme

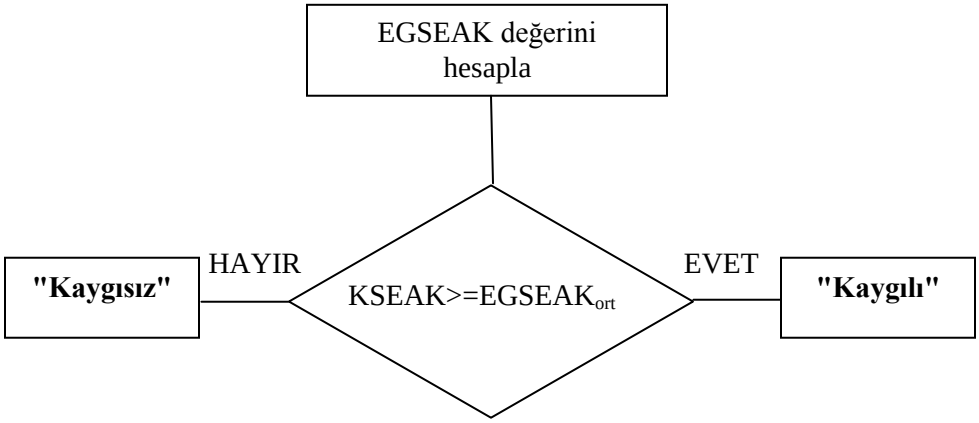
@attribute KategoriEgim {N2,N1,P1,P2}
@attribute KategoriYukseklik{OrtaYuksek,Yuksek,Alcak}
@attribute KategoriGenislik{OrtaGenis,Genis,Dar}
@attribute StresDurumu {FALSE,TRUE}

@data
0,N1,OrtaYuksek,OrtaGenis,FALSE
1,N2, OrtaYuksek,OrtaGenis,TRUE
2,N1,Yuksek,Genis,,TRUE
.
.
.
```

Şekil 6.20 Dördüncü ve beşinci modele ait dosyanın başlık yapısı

Yukarıdaki şekilde belirtilen dosyanın yapısı incelendiğinde ilk satırda dosyanın kullanım amacını belirten bir isim @relation belirtecinden hemen sonra yer almaktadır. Dosyanın yapısında yer alan ve @attribute belirteci ile başlayan satırlar ilgili veri setindeki nitelikleri ve bu niteliklerin alabileceği değerleri temsil etmektedir. Son olarak ise @data belirtecinden sonra örnek veriler yer almaktadır. Dosya içerisinde yer alan örneklerin her niteliğinin sırası, tanımlama kısmında belirtildiği şekildedir.

Sistemin test verileri karşısında doğru çıkarsamalarda bulunabilmesi için eğitim veri setindeki örneklerin doğru sınıf etiketlerine sahip olması gerekmektedir. Diğer bir deyişle kişinin kaygı durumunu belirten StressDurumu niteliğinin etiket değerleri doğru olmalıdır. Bu doğruluğun sağlanması için konu alanı uzmanının görüşüne başvurulmuştur. Alınan görüş doğrultusunda Eğitim Grubun Sınav Esnasındaki Anlık Kaygı (EGSEAK) değeri Spielberger kaygı ölçeği puanlarının ortalaması hesaplanarak belirlenir. Kişinin Sınav Esnasındaki Anlık Kaygı (KSEAK) değeri eğer EGSEAK değerinin ortalamasının üzerinde ise "Kaygılı" diğer durumda ise "Kaygısız" olarak tanımlanır (Şekil 6.21). Bu tanımlama dosya üzerinde kaygı sahibi olan kayıtlarda "TRUE", kaygı sahibi olmayan kayıtlarda ise "FALSE" etiketi ile ifade edilir.



Şekil 6.21 Sınıf etiketlerinin belirlenmesi

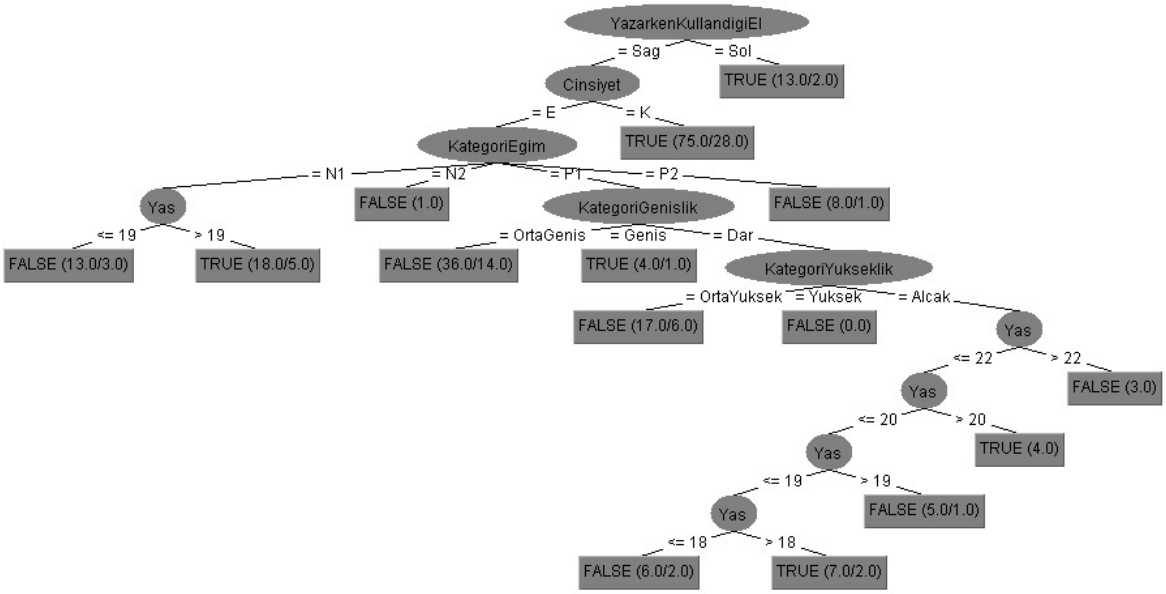
Eğitim veri seti yukarıda belirtildiği şekilde oluşturulduktan sonra eğitim modelinin oluşturulması ve ardından test örnekleri üzerinde denenmesi aşamalarına geçilir. Yazılım sisteminin şekilde belirtilen modülünde Şekil 6.21'de belirtilen akış diyagramı kullanılarak veri setindeki örneklerin sınıf etiketleri belirlenmektedir.

6.3.3 Eğitim Modellerinin Oluşturulması

Her modelin oluşturulmasına kaynaklık eden veri setlerine ait nitelikler Bölüm 6.3.3'de bahsedilmişti. Veri setlerindeki bu farklı niteliklere bağlı olarak beş farklı veri modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan modeller daha sonra gelecek olan test verilerinin

tahmininde kullanılacaktır. Bütün modellerde J48 karar ağacı algoritmasından faydalanılmıştır. Bu işlem için Weka programı kullanılmıştır. Bu algoritma C4.5 karar ağacı algoritmasının bir uygulamasıdır. Modellere ait ağaçların yapraklarında "TRUE" etiketi ile etiketlenmiş olan düğümler kaygılı olarak sınıflandırılan örnekleri; "FALSE" etiketi ile etiketlenmiş olan düğümler ise kaygısız olarak etiketlenmiş olan örnekleri ifade etmektedir.

İlk modele ait J48 karar ağacı aşağıdaki şekildedir. Bu karar ağacına ait değerler ise Tablo 6.6'dadır.

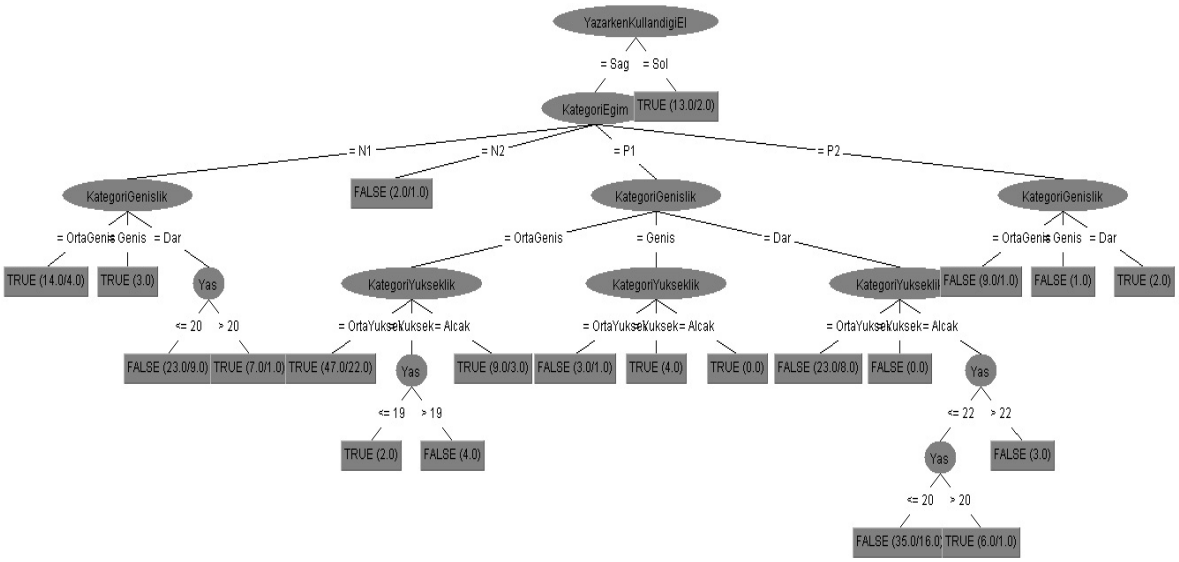


Şekil 6.22 Birinci modele ait karar ağacı

Tablo 6.6 Birinci modelin sınıflandırmasına ait istatistiksel sonuçlar

Doğru sınıflandırılan örnekler	%51.6129
Yanlış sınıflandırılan örnekler	%48.3871
Kappa katsayısı	0.0568
Ortalama mutlak hata	0.48
Ortalama karekök hatası	0.5079
Göreli mutlak hata	% 96.437
Göreli karekök hatası	% 101.9986

İkinci modele ait J48 karar ağacı aşağıdaki şekildedir. Bu karar ağacına ait değerler ise Tablo 6.7'dadır.

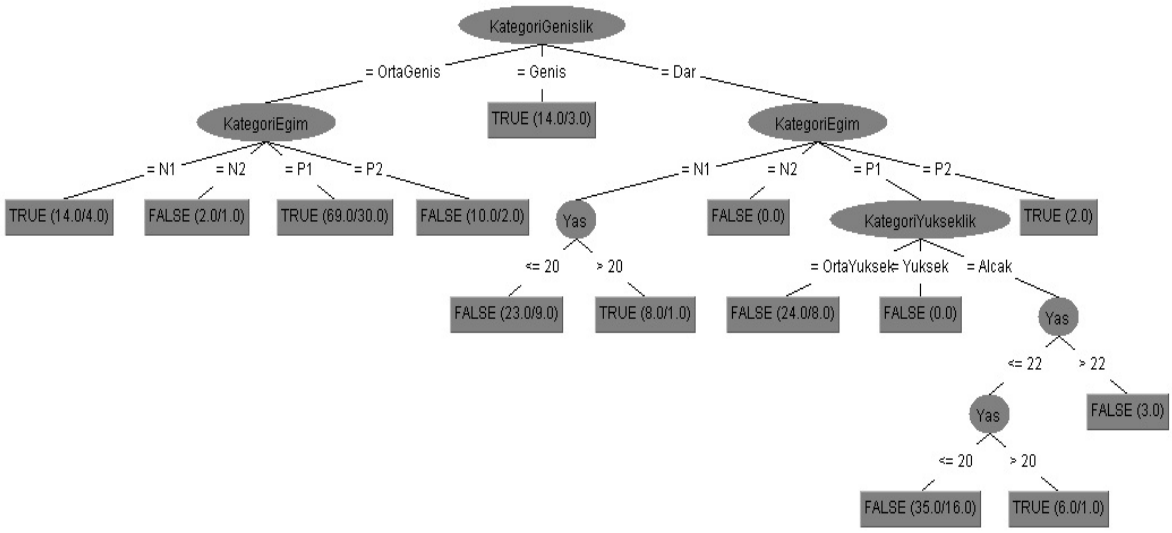


Şekil 6.23 İkinci modele ait karar ağacı

Tablo 6.7 İkinci modelin sınıflandırmasına ait istatistiksel sonuçlar

Doğru sınıflandırılan örnekler	%41.9355
Yanlış sınıflandırılan örnekler	%58.0645
Kappa katsayısı	-0.0372
Ortalama mutlak hata	0.5001
Ortalama karekök hatası	0.5229
Göreli mutlak hata	% 100.4618
Göreli karekök hatası	% 105.0032

Üçüncü modele ait J48 karar ağacı aşağıdaki şekildedir. Bu karar ağacına ait değerler ise Tablo 6.8'dadır.

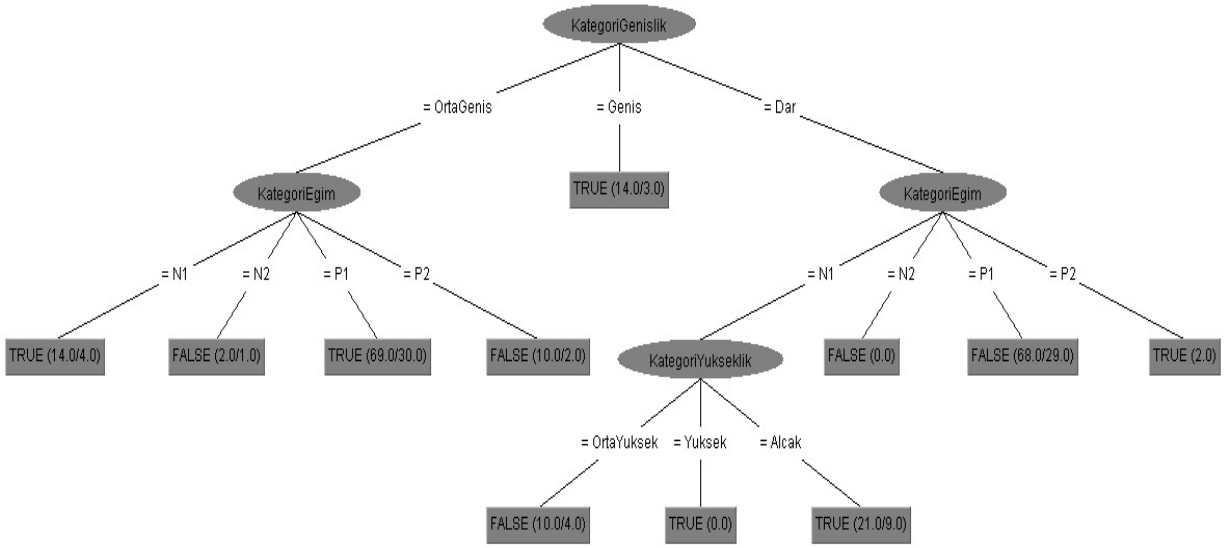


Şekil 6.24 Üçüncü modele ait karar ağacı

Tablo 6.8 Üçüncü modelin sınıflandırmasına ait istatistiksel sonuçlar

Doğru sınıflandırılan örnekler	%61.2903
Yanlış sınıflandırılan örnekler	%38.7097
Kappa katsayısı	0.253
Ortalama mutlak hata	0.4842
Ortalama karekök hatası	0.5204
Göreli mutlak hata	% 97.2694
Göreli karekök hatası	% 104.508

Dördüncü modele ait J48 karar ağacı aşağıdaki şekildedir. Bu karar ağacına ait değerler ise Tablo 6.9'dadır.

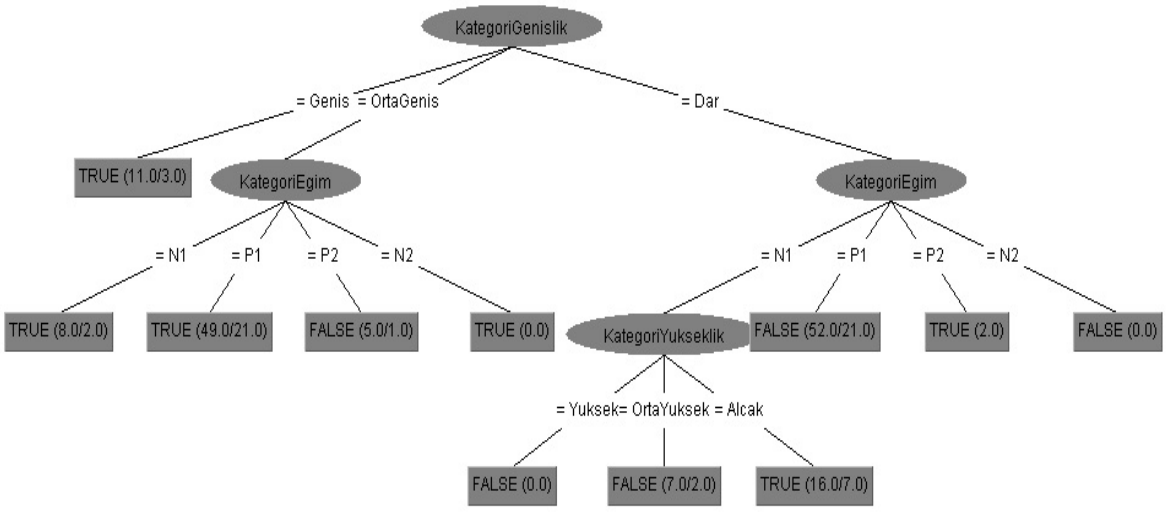


Şekil 6.25 Dördüncü modele ait karar ağacı

Tablo 6.9 Dördüncü modelin sınıflandırmasına ait istatistiksel sonuçlar

Doğru sınıflandırılan örnekler	%64.51
Yanlış sınıflandırılan örnekler	%35.48
Kappa katsayısı	0.2791
Ortalama mutlak hata	0.4864
Ortalama karekök hatası	0.5116
Göreli mutlak hata	% 97.71
Göreli karekök hatası	% 102.74

Beşinci modele ait J48 karar ağacı aşağıdaki şekildedir. Bu karar ağacına ait değerler ise Tablo 6.10'dadır.



Şekil 6.26 Beşinci modele ait karar ağacı

Tablo 6.10 Beşinci modelin sınıflandırmasına ait istatistiksel sonuçlar

Doğru sınıflandırılan örnekler	%62
Yanlış sınıflandırılan örnekler	%38
Kappa katsayısı	0.237
Ortalama mutlak hata	0.4582
Ortalama karekök hatası	0.4787
Göreli mutlak hata	% 91.71
Göreli karekök hatası	% 95.76

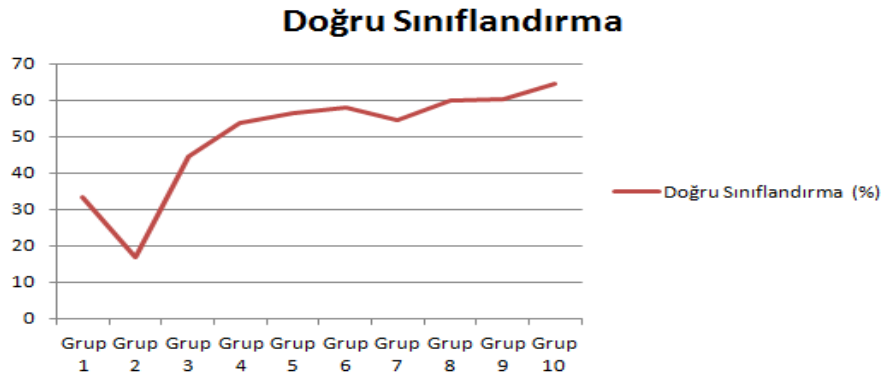
Kişi sayıları aynı fakat örneklerin taşıdıkları nitelikleri farklı olan ilk dört model incelendiğinde en fazla doğru sınıflandırma sonucunun dördüncü modelde elde edildiği görülmektedir. Kız ve erkek sayılarının eşitlenerek oluşturulan beşinci model ise dördüncü modele oldukça yakın bir başarım sergilemektedir.

İlk dört model içerisinde yüksek performans sergileyen dördüncü modelin örnekleri kademeli bir şekilde aşağıdaki tablodaki gibi oluşturularak incelenmiştir.

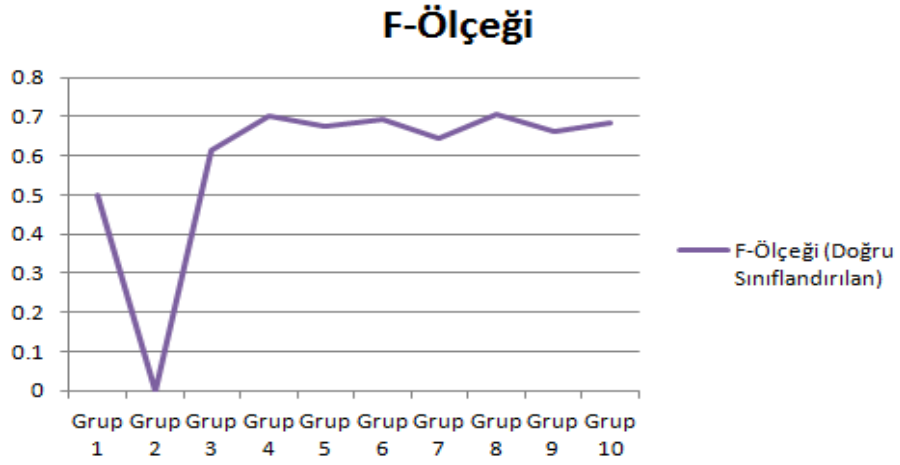
Tablo 6.11 Dördüncü modelin eğitim setinin kademeli olarak oluşturulması

Eğitim Grubu	Kişi Sayısı	Doğru Sınıflandırılan Örnekler (%)	Yanlış Sınıflandırılan Örnekler (%)	F-Ölçütü (Doğru)	F-Ölçütü (Yanlış)	F-Ölçütü (Ortalama)
Grup 1	21	33.33	66.66	0.5	0	0.167
Grup 2	42	16.66	83.33	0	0.286	0.143
Grup 3	63	44.44	55.55	0.615	0	0.274
Grup 4	84	53.84	46.15	0.7	0	0.377
Grup 5	105	56.25	43.75	0.677	0.364	0.591
Grup 6	126	57.89	42.10	0.692	0.333	0.541
Grup 7	147	54.54	45.45	0.643	0.375	0.533
Grup 8	168	60.00	40.00	0.706	0.375	0.6
Grup 9	189	60.31	39.68	0.664	0.516	0.596
Grup 10	210	64.51	35.48	0.686	0.593	0.647

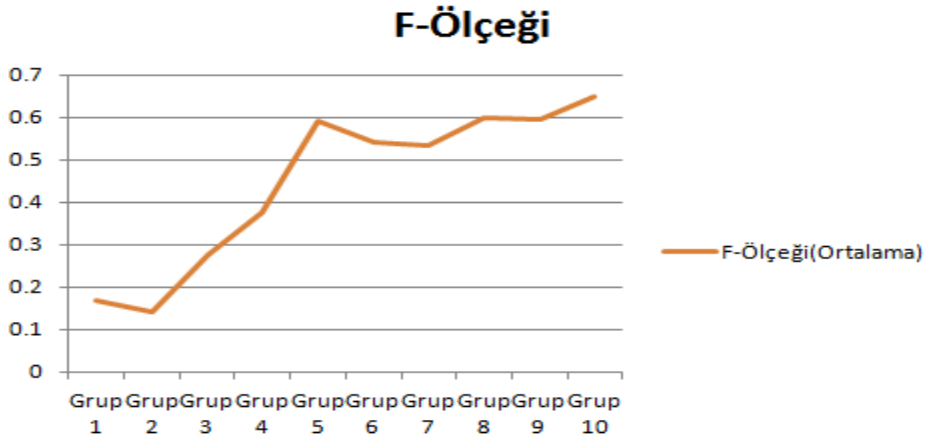
Tablo 6.11'deki değerler dikkate alınarak oluşturulan Şekil 6.27, Şekil 6.28 ve Şekil 6.29 incelendiğinde hedef eğitim setinin karakteristiği ortaya çıkmaktadır.



Şekil 6.27 Doğru sınıflandırılan örneklerin yüzdelik başarımı



Şekil 6.28 Doğru sınıflandırılan örneklerin F-ölçeği



Şekil 6.29 Doğru ve yanlış sınıflandırılan örnekler için ortalama F-ölçeği

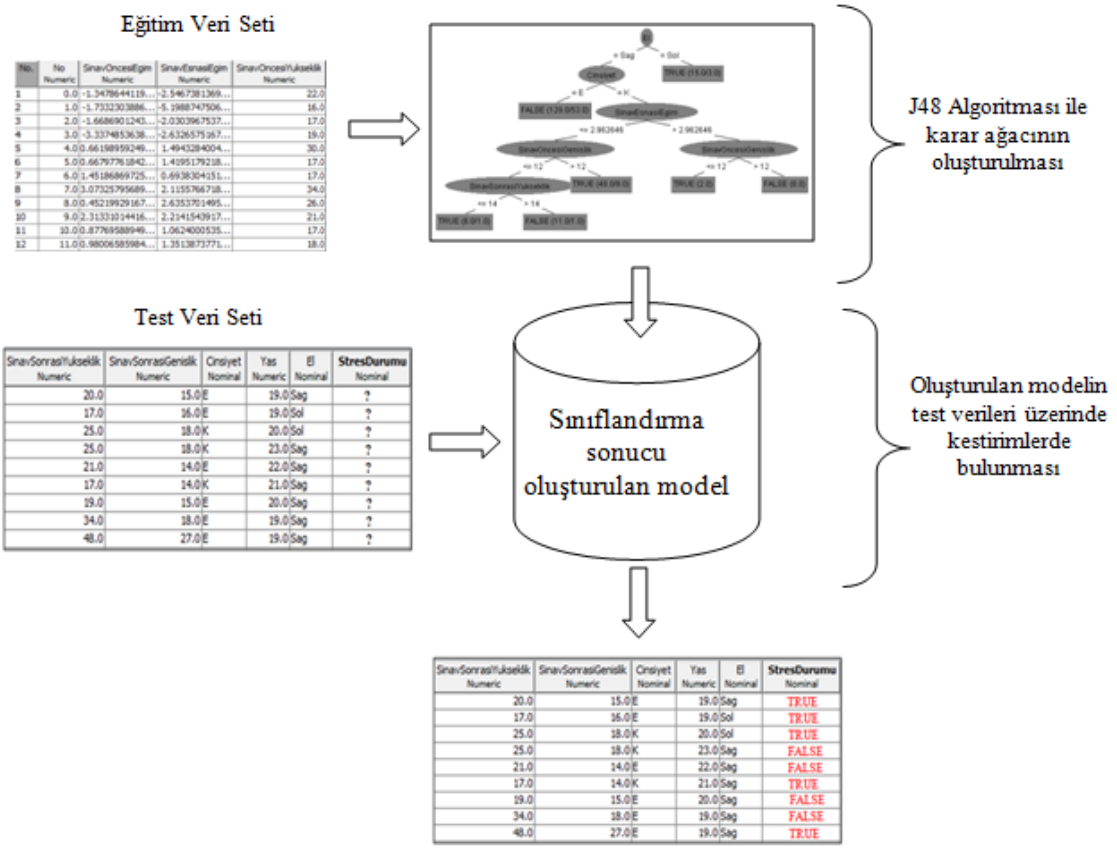
Dördüncü modele ait Tablo 6.9 incelendiğinde yapılan sınıflandırma işleminin %64.51'lik bir doğrulukta gerçekleştiği görülmektedir. Kappa katsayısının 0.2791 olması sınıflandırmada orta derecede bir uyuşma olduğuna işaret etmektedir.

Beşinci model de ise öne çıkan özellik kız/erkek kişi sayılarının eşit olmasıdır. Bu ikinci modelin sınıflandırılması sonucu oluşan Tablo 6.10 incelenirse sınıflandırma başarısının %62 ile dördüncü modele yakın olduğu görülür.

Her iki sınıflandırmanın doğruluğu eğitim setinde bulunan örneklerdeki verilerin hassasiyetine ve sayısına oldukça bağımlıdır. Daha hassas verilerin toplanması ve örneklerin sayılarının arttırılması Tablo 6.9 ve 6.10'daki doğru sınıflandırma sonuçlarını arttıracaktır.

6.3.4 Başarımı Yüksek Modellerin Test Verileri Üzerinde Uygulanması

Eğitim verileri sınıflandırılarak oluşturulan ve başarım değerleri diğerlerine göre yüksek olan dördüncü ve beşinci model yeni test verileri üzerinde kullanılarak bazı kestirimlerde bulunulabilir. Böylelikle sistem daha hiç karşılaşmadığı örnekleri, elinde var olan örnekleri referans alarak sınıflandırabilir. Uygulamada ise sistem herhangi bir kişinin yazmış olduğu el yazısını, oluşturulan modele bağlı olarak kaygılı veya kaygısız olarak etiketlendirebilir. Sistemin karar verirken takip ettiği adımlar aşağıdaki şekildedir.



Şekil 6.30 Model oluşturulan modeli test verileri üzerinde uygulaması

Oluşturulan ilk modelin, 17 örnek üzerinde denenmesi sonucu sistemin gerçekleştirdiği tahminler ve bu tahminlere ait istatistiksel bilgiler aşağıdaki şekildedir.

Tablo 6.12 Test verilerinin sınıf etiketlerinin dördüncü modele göre belirlenmesi

Örnek	Tahmin Edilen Sınıf Etiketi	Olasılık	Dağılım
1	FALSE	0.574	0.426
2	FALSE	0.75	0.25
3	TRUE	0.442	0.558
4	FALSE	0.75	0.25
5	FALSE	0.574	0.426
6	FALSE	0.8	0.2
7	FALSE	0.75	0.25
8	TRUE	0	1
9	TRUE	0	1
10	TRUE	0.442	0.558
11	FALSE	0.574	0.426
12	TRUE	0	1
13	FALSE	0.8	0.2
14	TRUE	0.429	0.571
15	FALSE	0.75	0.25
16	FALSE	0.574	0.426
17	FALSE	0.574	0.426

Yukarıdaki tablo incelendiğinde 17 adet örneğin daha önceden oluşturulan modele bağlı olarak tahmin edilen sınıf etiketleri görülmektedir. Yine, aynı test verileri kız/erkek sayıları eşitlenerek oluşturulan beşinci modele uygulanması sonucu tahmin edilen sınıf etiketleri ise Tablo 6.13'de görülmektedir.

Tablo 6.13 Test verilerinin sınıf etiketlerinin beşinci modele göre belirlenmesi

Örnek	Tahmin Edilen Sınıf Etiketi	Olasılık	Dağılım
1	FALSE	0.404	0.596
2	TRUE	0.75	0.25
3	TRUE	0.571	0.429
4	TRUE	0.75	0.25
5	FALSE	0.404	0.596
6	FALSE	0.2	0.8
7	TRUE	0.75	0.25
8	TRUE	0.833	0.167
9	TRUE	0.833	0.167
10	TRUE	0.571	0.429
11	FALSE	0.404	0.596
12	TRUE	0.833	0.167
13	FALSE	0.2	0.8
14	TRUE	0.833	0.167
15	TRUE	0.75	0.25
16	FALSE	0.404	0.596
17	FALSE	0.404	0.596

BÖLÜM 7

SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Bu tez çalışmasında kişilerin kaygılarını el yazılarından tespit edebilecek bir uzman sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen uzman sistemde çeşitli görüntü işleme ve öğrenme yöntemlerinden faydalanılmıştır. Sistemi geliştirilirken kaygı konusu ile ilgili konu alanı uzmanlarının desteği alınmıştır.

Yapılan araştırmanın iki boyutu bulunmaktadır. Birincisi el yazısı ile kaygı arasında ilişkinin aranması ikincisi ise herhangi bir kişinin el yazısından kaygı durumunun tespit edilmesidir. El yazısının kaygı ile ilişkisinin araştırılmasında yazı metninin eğim, karakter yükseklik ve genişliği gibi nitelikleri ile kaygı arasında bir bağlantı aranmıştır.

Bu boyutlardan ilki ile ilgili olarak yapılan incelemelerde altıncı bölümde elde edilen verilere ulaşılmıştır. Bu veriler incelendiğinde kaygı ile el yazının ilişkili olduğu, fakat bu ilişkinin her birey için aynı yapı ve düzeyde olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bireyler arasındaki bu farklılığın nedeni, her bireyin genel ve anlık kaygı düzeyi eşiğinin farklı olmasıdır. Bazı bireylerde kaygı oluşturan nedenler diğerlerinde kaygının oluşması için yeterli eşik seviyesini oluşturmayabilir. Ayrıca kaygı, el yazısında kendisini farklı nitelikler şeklinde de gösterebilmektedir.

Çalışmanın ikinci kısmında ise sistemin herhangi bir kişinin kaygı düzeyine karar verebilmesi için uzman sistem geliştirilmiştir. Bu sistemin çalışabilmesi için eğitim verileri toplanmış ve sistem eğitilmiştir.

Öğrencilere ait veri setlerindeki nitelikleri ve öğrenci sayısını değiştirerek beş farklı model oluşturulmuştur. Bu modellerin başarımları doğru sınıflandırma yüzdesi kullanılarak kıyaslanmıştır. Ortaya sürülen modeller içerisinde öğrencilerin satır eğimlerini, yüksekliklerini ve genişliklerini dikkate alarak geliştirilen dördüncü modelin diğerlerine

nazaran oldukça yüksek performans sergilediği görülmüştür. Bu model kaygı tahminini %64,51 doğruluk oranında gerçekleştirmektedir. Bu değerdeki bir tahmin oranı orta derecede bir anlam taşımaktadır.

Veri setindeki kız ve erkek öğrencilerin sayılarının eşitlenmesi ve dördüncü modelde kullanılan nitelikleri temel alarak oluşturulan beşinci model ise kaygı tahminini ikinci en yüksek değer olan %62'lik bir doğrulukta gerçekleştirmektedir.

Çalışmada öne sürülen modellerden görüldüğü üzere farklı niteliklerin veri setine dahil edilmesi ve/veya çıkartılması kaygı tahmininin daha doğru olarak yapılmasını sağlayacaktır. Cinsiyet, yazarken kullanılan el ve yaş gibi niteliklerin kaygı tahmininde ayırt edici nitelik olmadığı görülmüştür. Diğer yandan yazıya ait eğim, karakter yüksekliği ve genişliği gibi niteliklerin sayısının arttırılması ve bu niteliklerin daha hassas bir şekilde elde edilmesi doğruluk oranını daha da yükselteceği düşünülmektedir. Veri setine dahil olan örnek sayısının arttırılması da başarımı arttıracak diğer bir önemli noktadır.

Literatürde el yazısı ile kaygı arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmaların azlığı, bu çalışmaların daha çok gözleme dayalı olması ve grafolojinin geçerliliği üzerine süren tartışmalar dikkate alındığında geliştirilen sisteminin önemi kendiliğinden ortaya çıkmaktadır.

Kaygının tespitine yönelik bizim çalışmanıza benzer geliştirilecek sistemler tıp alanında çalışan uzmanlara kaygı ile ilişkili psikolojik sorunların teşhisini kolay ve hızlı bir şekilde yapabilme imkanı sağlayacaktır.

EKLER

Ek-1a Kendini değerlendirme anketi

İsim: **Cinsiyet:** **Yaş:** **Tarih:**

YÖNERGE: Aşağıda kişilerin kendilerine ait duygularını anlatmada kullandıkları birtakım ifadeler verilmiştir. Her ifadeyi okuyun. Sonra da **ŞU ANDA** kendinizi nasıl hissettiğinizi, ifadelerin sağ tarafındaki parantezlerden uygun olanını karalamak suretiyle belirtin.

		Hiç	Biraz	Çok	Tamamıyla
1.	Şu anda çok sakinim.	( )	( )	( )	( )
2.	Kendimi emniyette hissediyorum.	( )	( )	( )	( )
3.	Şu anda sinirlerim gergin.	( )	( )	( )	( )
4.	Pişmanlık duygusu içindeyim.	( )	( )	( )	( )
5.	Şu anda huzur içindeyim.	( )	( )	( )	( )
6.	Şu anda hiç keyfim yok.	( )	( )	( )	( )
7.	Başıma geleceklerden endişe ediyorum.	( )	( )	( )	( )
8.	Kendimi dinlenmiş hissediyorum.	( )	( )	( )	( )
9.	Şu anda kaygılıyım.	( )	( )	( )	( )
10.	Kendimi rahat hissediyorum.	( )	( )	( )	( )
11.	Kendime güvenim var.	( )	( )	( )	( )
12.	Şu anda asabım bozuk.	( )	( )	( )	( )
13.	Çok sinirliyim.	( )	( )	( )	( )
14.	Sinirlerimin çok gergin olduğunu hissediyorum.	( )	( )	( )	( )
15.	Kendimi rahatlamış hissediyorum.	( )	( )	( )	( )
16.	Şu anda halimden memnunum.	( )	( )	( )	( )
17.	Şu anda endişeliyim.	( )	( )	( )	( )
18.	Heyecandan kendimi şaşkına dönmüş hissediyorum.	( )	( )	( )	( )
19.	Şu anda sevinçliyim.	( )	( )	( )	( )
20.	Şu anda keyfim yerinde.	( )	( )	( )	( )

Ek-1b Kendini değerlendirme anketi

İsim: **Cinsiyet:** **Yaş:** **Tarih:**

YÖNERGE: Aşağıda kişilerin kendilerine ait duygularını anlatmada kullandıkları birtakım ifadeler verilmiştir. Her ifadeyi okuyun. Sonra da **GENEL** kendinizi nasıl hissettiğinizi, ifadelerin sağ tarafındaki parantezlerden uygun olanını karalamak suretiyle belirtin.

	Hiç	Biraz	Çok	Tamamıyla
1. Genellikle keyfim yerindedir.	( )	( )	( )	( )
2. Genellikle çabuk yorulurum.	( )	( )	( )	( )
3. Genellikle kolay ağlarım.	( )	( )	( )	( )
4. Başkaları kadar kolay mutlu olmak isterim.	( )	( )	( )	( )
5. Çabuk karar vermediğim için fırsatları kaçırırım.	( )	( )	( )	( )
6. Kendimi dinlenmiş hissederim.	( )	( )	( )	( )
7. Genellikle sakin, kendime hakim ve soğukkanlıyım.	( )	( )	( )	( )
8. Güçlüklerin, yenemeyeceğim kadar biriktiğini hissediyorum.	( )	( )	( )	( )
9. Önemsiz şeyler hakkında endişelenirim.	( )	( )	( )	( )
10. Genellikle mutluyum.	( )	( )	( )	( )
11. Herşeyi ciddiye alır ve etkilenirim.	( )	( )	( )	( )
12. Genellikle kendime güvenim yoktur.	( )	( )	( )	( )
13. Genellikle kendimi emniyette hissederim.	( )	( )	( )	( )
14. Sıkıntılı ve güç durumlarla karşılaşmaktan kaçınırım.	( )	( )	( )	( )
15. Genellikle kendimi hüzünlü hissederim.	( )	( )	( )	( )
16. Genellikle hayatımdan memnunum.	( )	( )	( )	( )
17. Olur olmaz düşünceler beni rahatsız eder.	( )	( )	( )	( )
18. Hayal kırıklıklarını öylesine ciddiye alırım ki hiç unutamam.	( )	( )	( )	( )
19. Aklı başında kararlı bir insanım.	( )	( )	( )	( )
20. Son zamanlarda kafama takılan konular beni tedirgin eder.	( )	( )	( )	( )

EK 2 Üzerinde işlem yapılan metin

39 milyar dolar civarı servetiyle ABD'nin en zengin ikinci ismi olan Buffett, 'Omaha Kâhini' olarak tanınıyor ve her yatırımı dünya genelinde yakından takip ediliyor. Warren Buffett, ilk kez kendi şirketi Berkshire Hathaway'in borsada işlem gören hisselerinin bir kısmını geri almak istediğini açıkladı. Buffett'ın gerekçesi şirket hisselerinin borsada değerinin altında işlem görmesi. Buna göre, Buffett'ın üçte bir oy hakkına sahip olduğu Berkshire yönetim kurulu hisse alımı kararını onaylarsa, şirket "on milyarlarca" dolarlık hisse alacak. Bu kararın ardından Berksihre hisselerindeki artış yüzde 8'i buldu. Buffett'ın sahibi olduğu Bershire hisselerinin değeri cuma günü 36.9 milyar dolardı. Açıklamanın ardından gelen artışla Buffett'ın şirket hisselerinin değeri 39.3 milyar dolara çıktı. Buffett kendi açıklamasıyla bir günde 2.4 milyar dolar zenginleşmiş oldu.

(28.09.2011 Milliyet Gazetesi)

KAYNAKLAR

[1] V. Kamath, N. Ramaswamy, P. N. Karanth, V. Desai and S. Kulkarni, ***Development of An Automated Handwriting Analysis System***, ARPN Journal of Engineering and Applied Science, no. 6, Sayfa 9, 2011.

[2] R. J. Klimoski and A. Rafaeli, ***Inferring Personal Qualities Through Handwriting Analysis***, Journal of Occupational Psychology, Sayfa. 191-202, 1983.

[3] L. S. Oliveira, E. Justino, C. Freitas and R. Sabourin, ***The Graphology Applied to Signature Verification***, in 12th Conference of the International Graphonomics Society (IGS 2005), Salermo,Italy, 2005.

[4] P. F. Secord, ***Studies of The Relationship of Handwriting To Personality***, Journal of Personality, 1949.

[5] A. Bangerter, C. J. König, S. Blatti and A. Salvisberg, ***How Widespread is Graphology in Personnel Selection Practice?A case study of a job market myth***, International Journal of Selection and Assessment, 2009.

[6] D. Kucera and H. Jena, ***Handwriting In Diagnostic Perspective***, No 2-3, Cilt.5 2011.

[7] S. Glenat, L. Heutte and T. Paquet, ***The Development of A Computer Assissted Tool For The Assessment of Neuropsychological Drawing Tasks***, International Journal of Information Technology & Decision Making, Sayfa 751-767, 2008.

[8] T. Li and P. Tang, ***Detecting Honest People's Lie in Handwriting***, Springer Science+Business Media ,Sayfa 389-400, 2011.

[9] R. Coll, A. Fornes and J. Llados, ***Graphological Analysis of Handwritten Text Documents for Human Resources Recruitment***, in 10th International Conference on Document Analysis and Recognation, Barcelona, 2009.

[10] G. Sheikholeslami, S. Srihari and V. Govindaraju, Essex: Fifth International Workshop on Frontiers in Handwriting Recognation, 1996.

[11] Z. He, X. You, Y. Y. Tang, B. Fang and J. Du, ***Handwriting-Based Personal Identification***, International Journal of Pattern Recognation, Sayfa. 209-225, 2006.

[12] J. Chapran, ***Biometric Writer Identification:Feature Analysis and Classification***, International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence,Sayfa. 483-503, June 2006.

[13] M. Panagopoulos, P. Rousopoulos and D. Arabadjis, ***Information System for Graphological Identification***, in Informatics, 2009.PCI'09.13th Panhellenic Conference on, Corfu, 2009.

[14] O. Santana, C. M. Travieso, J. B. Alonso and M. A. Ferrer, ***Writer Identification Based on Graphology Techniques***, IEEE A&E Systems Magazine, 2010.

[15] H. N. Champa and K. R. AnandaKumar, ***Automated Human Behavior Prediction through Handwriting Analysis***, in First International Conference on Integrated Intelligent Computing, 2010.

[16] E. F. Can, P. Duygulu, F. Can and M. Kalpaklı, **Redif Extraction in Handwritten Ottoman Literary Texts**, in International Conference on Pattern Recognition, İstanbul, 2010.

[17] V. Govindaraju, ***Digital Access of Handwritten Documents***, 2013. [Çevrimiçi]. Bulunduğu adres: http://www.cedar.buffalo.edu/~govind/pdfs/and09_govindaraju.pdf. [Erişim: 5 Temmuz 2013].

[18] H. N. Champa and K. R. AnandaKumar, ***Artificial Neural Network for Human Behavior Prediction through Handwriting Analysis***, International Journal of Computer Applications, Sayfa. 36-41, 2010.

[19] S. Prasad, V. K. Singh and A. Sapre, ***Handwriting Analysis Based on Segmentation Method for Prediction of Human Personality using Support Vector Machine***, International Journal of Computer Applications, 2010.

[20] M. Shamsuddin, K. Jazahanim, Z. Ibrahim, R. Khan and A. Mohamed, ***Graphology and Catell's 16PF Traits Matrix***, in Convergence and Hybrid Information Technology.ICCIT'08 Third International Conference on, 2008.

[21] P. Roberts, ***Love Letters-The Romantic Secrets Hidden in Our Handwriting***, New Jersey: The Career Press, 2002.

[22] N. KOCABAŞOĞLU, ***Stres ve Anksiyete***, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri,Sayfa 181-198, Aralık 2005.

[23] ***State-Trait Anxiety Inventory***, 16 Mayıs 2013. [Çevrimiçi]. Bulunduğu Adres: http://en.wikipedia.org/wiki/State-Trait_Anxiety_Inventory. [Erişim: 25 Temmuz 2013].

[24] M. L. Jensen, ***A Dissertation Submitted to Faculty of the Committee on Business Administration In Partial Fulfillment of Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy with a Major in Management***, The University of Arizona, 2007.

[25] P. Jackson, ***Introduction to Expert Systems***, Addison-Wesley, 1998.

[26] E. Öztemel, "***Endüstri Mühendisliğinde Yapay Zeka Uygulamaları ve Grup Teknolojisine Bir Örnek***, Otomasyon 95 Sempozyumu, İstanbul, 1995.

[27] V. V. Nabiyev, ***Yapay Zeka (Problemler,Yöntemler,Algoritmalar)***, Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2003.

[28] P.-N. Tan, M. Steinbach and V. Kumar, ***Intoduction to Data Mining***, Addison-Wesley, 2006.

[29] E. Alpaydın, ***Introduction to Machine Learning***, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2010.

[30] J. Quinlan,"***Introduction of Decision Trees***, Machine Learning, Sayfa 81-106, 1986.

[31] J. Han, M. Kamber and J. Pei, ***Data Mining Concepts and Techniques***, Morgan Kaufmann, 2012.

[32] N. Arıca and F. T. Yarman, ***An Overview of Character Recognition Focused on Off-line Handwriting***, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics Part,Sayfa 216-233, 2001.

[33] M. Cheriet, N. Kharma, C.-L. Liu and C. Y. Suen, ***Character Recognition Systems A Guide for Students and Practitioners***, Wiley Interscience, 2007.

[34] C. C. Tappert, C. Y. Suen and T. Wakahara, ***The State of the Art in On-Line Handwriting Recognition***, IEEE Transactions of Pattern Analysis and Machine Intelligence, Sayfa 787-808, 1990.

[35] B. Verma, M. Blumenstein and M. Ghosh, ***A Novel Approach for Structural Feature Extraction:Contour vs. Direction***, Pattern Recognition Letters,Sayfa 975-988, 2004.

[36] M.Blumenstein, B. Verma and H. Basli, ***A Novel Feature Extraction Technique for the Recognition of Segmented Handwritten Characters***, in Seventh International Conference on Document Analysis and Recognition, 2003.

[37] F. Kimura and M. Shridhar, ***Handwritten Address Interpretation Using Word Recognition With and Without Lexicon***, in Systems, Man and Cybernetics, 1995. Intelligent Systems for the 21st Century., 1995.

[38] F. Kimura, Y. Miyake and M. Shridhar, ***Handwritten ZIP Code Recognition Using Lexicon Free Word Recognition Algorithm***, in Document Analysis and Recognition, 1995.

[39] P. D. Gader, M. Mohamed and J. H. Chiang, "***Handwritten Word Recognition with Character and Inter-Character Neural Networks***," Systems, Man, and Cybernetics, Part B:Cybernetics, IEEE Transactions on Volume:27,Sayfa 158-164, 1997.

[40] F. Camastra and A. Vinciarelli, ***Combining Neural Gas and Learning Vector Quantization for Cursive Chracter Recognition***, Neurocomputing 51,Sayfa 147-159, 2003.

[41] F. Camastra and A. Vinciarelli, ***Cursive Character Recognition by Learning Vector Quantization***, Pattern Recognition Letters 22 ,Sayfa 625-629, 2001.

[42] B. Yanıkoğlu and P. A. Sandon, ***Segmentation of Off-Line Cursive Handwriting Using Linear Programming***, Pattern Recognition ,Sayfa 1825-1833, 1998.

[43] N. Arıca and F. T. Yarman, ***El Yazısı Tanıma Problemi için Bütünsel Parametre Kestirimi ve Bölütleme Algoritmaları***, in IEEE Signal Processing and Communications Applications SIU2001, Magosa, 2001.

[44] M. ŞEKERCİ and R. Kandemir, ***Birleşik ve Eğik Türkçe El Yazısı Tanımada K-NN Sınıflama Yöntemi ve Sözlük Kullanımı***, Trakya University Journal of Science, 2009.

[45] N. N. Kharma and R. K. Ward, ***Character Recognition Systems for the Non-Expert***, IEEE Canadian Review,Sayfa 33, 1999.

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Antalya'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Antalya'da tamamladım. 1998-2002 yılları arasında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü'nde öğrenim gördüm. Yüksek lisans öğrenimimi yine aynı üniversitenin Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde tamamladım. 2008 yılından bu yana Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilimdalı'nda doktora öğrenimimi sürdürmekteyim.