



T.C.

ALTINBAŞ ÜNİVERSİTESİ

Fen Bilimleri Enstitüsü / Bilişim Teknolojileri

**EMOSYONEL UYARANLARA KARŞI GÖZ
HAREKETLERİNİN SINIFLANDIRILMASI**

SAMET METE

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Oğuz BAYAT

İstanbul, 2019

**EMOSYONEL UYARANLARA KARŞI GÖZ HAREKETLERİNİN
SINIFLANDIRILMASI**

SAMET METE

Bilişim Teknolojileri

Fen Bilimleri Enstitüsü'ne

Yüksek Lisans

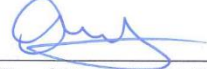
tezi olarak sunulmuştur.

ALTINBAŞ ÜNİVERSİTESİ

2019

Bu çalışma tarafımızca incelenmiş olup, kapsam ve kalite açısından Yüksek Lisans tezi olmaya yeterli bulunmuştur..


Dr. Öğr. Üyesi Adil Deniz DURU
Eş Danışman


Doç. Dr. Oğuz BAYAT
Danışman

İnceleme Komitesi Üyeleri (İlk isim jüri başkanına, ikinci isim tez danışmanına aittir.)

Doç. Dr. Oğuz BAYAT

Mühendislik ve Doğa Bilimleri
Fakültesi, Altınbaş Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Oğuz ATA

Mühendislik ve Doğa Bilimleri
Fakültesi, Altınbaş Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Çağatay AYDIN

Mühendislik ve Doğa Bilimleri
Fakültesi, Altınbaş Üniversitesi

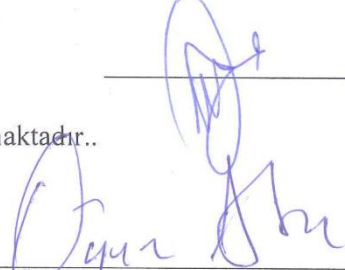
Prof. Dr. Hasan Hüseyin BALIK


Hava Harp Okulu, Milli
Savunma Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Adil Deniz DURU

Spor Bilimleri Fakültesi,
Marmara Üniversitesi

Bu çalışma bir Yüksek Lisans tezinin tüm gerekli şartlarını taşımaktadır..


Dr. Öğr. Üyesi Oğuz ATA
Bölüm Başkanı


Doç. Dr. Oğuz BAYAT
Enstitü Müdürü

Fen Bilimleri Enstitüsü onayı: 11 / 03 / 2018

Bu dökümandaki tüm bilgilerin akademik kural ve etiğe bağı kalınarak yazıldığını ve tez yazım kuralları kapsamında bu çalışmada bulunan ve özgün olmayan bütün bilgi ve materyallerin referanslandırıldığını temin ederim.

Samet METE



İTHAF

Bu tez çalışmamı, bu günlere gelmemde hiçbir fedakârlıktan kaçınmayarak, her zaman maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, aldığım tüm kararlarımda bana olan güvenleri ve inançları ile her daim yanımda olan, annem Sabiha METE ile babam Faruk METE'ye ithaf ediyorum.



TEŐEKKÜR

Tez çalıőmam sırasında, bilgi ve birikimlerinden yararlandığım her zaman desteklerini esirgemeyen tez danıőmanım Doç. Dr. Oğuz BAYAT, tez eş danıőmanım Dr. Adil Deniz DURU'ya ve yüksek lisans eğitimim boyunca emeği geçen diğer hocalarıma teőekkür ederim.



ÖZET

EMOSYONEL UYARANLARA KARŞI GÖZ HAREKETLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

METE, Samet

Yüksek Lisans, Bilişim Teknolojileri, Altınbaş Üniversitesi

Danışman: Doç. Dr. Oğuz BAYAT

Eş Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Adil Deniz DURU

Tarih: Mart, 2019

Sayfa Sayısı: 108

Gözbebeği boyutunun farklı türde duygusal uyarıcılar sırasında ve sonrasında ayırt edilecek derecede değişim gösterdiği gösterilmiştir. Kişi olumsuz bir uyarı ile karşılaştığında gözdeki pupil boyutunda genişleme, olumlu bir uyarı ile karşılaştığında ise pupil boyutunda daralma meydana gelmektedir. Bu bilgilerden yola çıkarak bu tez çalışmasında, göz hareketlerinden emasyon durumunu tespit etmek amaçlanmıştır. Çalışmada IAPS (uluslararası affektif resim sistemi)'den yararlanılarak, 20 adet olumlu, 20 adet olumsuz ve 20 adet nötr olmak üzere toplamda 60 adet uyarı fotoğraf seçilmiştir. Göz hareketleri takip cihazı ile 13 gönüllü öğrenciden göz hareketleri verisi toplanmıştır. Deney sonucunda katılımcılara ait, farklı tip görüntülerde pupilin yeri (x,y) ve çapları tespit edilmiş, pupilin, koordinatların hangi uyarıda ne kadar süre kaldığı bilgisi hesaplanmıştır. Ulaşılan bu verilere çeşitli sınıflandırma teknikleri uygulanmış ve k-NN (k-en yakın komşu algoritması) sınıflandırma yönteminde %68'lik bir başarıya ulaşılmıştır. Sonuç olarak, sınıflandırma da elde edilen başarıdan yola çıkarak, kişinin gözbebeği'nin olumlu veya olumsuz uyarılara karşı verdiği tepkinin belli bir takım fizyolojik farklılıkları olduğu ortaya çıkmış, bu farklılıklar rakamlar ile gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Emasyon, göz takibi, sınıflandırma, uyarılar.

ABSTRACT

CLASSIFICATION OF EYE MOVEMENTS DUE TO EMOTIONAL STIMULI

METE, Samet

Master Degree, Information Technologies, Altınbaş University

Supervisor: Doç. Dr. Oğuz BAYAT

Co-Supervisor: Dr. Öğretim Üyesi Adil Deniz DURU

Date: March, 2019

Pages: 108

Pupil size variations due to different types of emotional stimuli were shown to have discriminative characteristics. Pupil dilates when a negative type of stimulus is presented to a person, and pupil size decreases due to a positive stimulus. In the concept of this thesis, it is aimed to investigate the emotional state of a subject based on eye movements. International Affective Picture System was used to define 60 stimuli which are grouped as neutral, positive and negative emotions each having 20 images. Eye tracker is used to collect eye movements data from 13 volunteer students. As a result of the data collection procedure, pupil locations on the different stimuli, pupil sizes and fixation time values were computed. Several classification techniques were applied in order to distinguish the type of stimulus presented to the subjects and the best accuracy (68%) was found for k-NN. Finally, it has been shown that the physiological parameters such as pupil size and eye movements data can be used to discriminate the responses given to positive or negative type of stimulus.

Keywords: Eye tracking, emotion, classification, stimuli.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
TABLO LİSTESİ.....	xii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
1.1 TEZİN AMACI	3
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1 SİNİR SİSTEMİ	5
2.1.1 Otonom Sinir Sistemi	5
2.1.1.1 Sempatik sinir sistemi	6
2.1.1.2 Parasempatik sinir sistemi	6
2.2 GÖZÜN YAPISI	9
2.2.1 Pupiller.....	11
2.2.1.1 Pupilin sempatik innervasyonu	11
2.2.1.2 Pupilin parasempatik innervasyonu	12
2.3 GÖZ HAREKETLERİ	12
2.4 GÖZ İZLEME SİSTEMLERİNİN TARİHÇESİ	15
2.5 GÖZ İZLEME YÖNTEMLERİ	15
2.5.1 Göze Takılan Manyetik Lensler	15
2.5.2 Göz Çevresine Yerleştirilen Elektrotlar (EOG).....	16
2.5.3 Kafa Sabitleyici Kullanılarak Göz Hareketlerinin Tespit Edilmesi	17
2.6 PUPİLOMETRE	18
2.6.1 Pupilometre Kullanım Alanları	19
2.7 SAKKAD VE SAKKADİK TEST	21
2.7.1 Resfleks Sakkadlar	21
2.7.2 İstemli Sakkadlar	21
2.7.2.1 Görsel yönlendirimli sakkad	21
2.7.2.2 Bellek yönlendirimli sakkad.....	21

2.7.2.3	Kestirmece sakkad.....	22
2.7.2.4	Tersine sakkadlar.....	22
2.7.3	Sakkadik Hız.....	22
2.7.4	Sakkadik Hareketin Latansı.....	22
2.7.5	Sakkadik Hareketlerin Doğruluğu.....	23
2.8	FİKSASYON	23
2.8.1	Binoküler ve Monoküler Fiksasyon	23
2.9	EMOSYON	24
2.9.1	Emosyonel Durumlarda Görülen Fizyolojik Değişiklikler	26
2.9.2	Emosyonel Durumlarda Görülen Davranış Değişiklikleri	27
2.9.3	Cinsiyet ve Emosyon	27
3.	GEREÇ VE YÖNTEMLER	28
3.1	UYARANLAR.....	28
3.1.1	IAPS Nedir ?.....	28
3.1.2	Duyuşsal Alan.....	29
3.1.3	IAPS ve Resim İçeriği	30
3.1.4	Uyaran Seçimi	32
3.1.5	Uyaran Gruplarının Özellikleri.....	32
3.1.5.1	Düşük değerlik düzeyine sahip uyaran grubu	32
3.1.5.2	Yüksek değerlik düzeyine sahip uyaran grubu	32
3.1.5.3	Değerlik açısından nötr uyarılma düzeyine sahip uyaran grubu	33
3.1.6	Uyaran Sunumu	36
3.2	VERİLER.....	37
3.2.1	Verilerin Hazırlanması Süreci	37
3.2.1.1	Verilerin toplanması.....	37
3.2.1.2	Verilerin temizlenmesi	37
3.2.1.3	Verilerin bütünleştirilmesi.....	37
3.2.1.4	Verilerin dönüştürülmesi.....	37
3.2.1.5	Verilerin indirgenmesi.....	38
3.2.2	Modelin Kurulması.....	38
3.2.3	Normalleştirme	39
3.2.3.1	Azami – asgari normalleştirilmesi.....	39
3.2.3.2	Standart skor.....	39

3.3	SINIFLANDIRMA	39
3.3.1	Sınıflandırma Teknikleri.....	40
3.3.1.1	Karar ağaçları	40
3.3.1.2	k-NN Algoritması.....	45
3.3.1.3	Yapay sinir ağları	48
3.3.1.4	Genetik algoritmalar.....	51
3.3.1.5	Naif Bayes algoritması	53
3.3.1.6	Destek vektör makineleri	53
3.3.1.7	Lojistik regresyon analizi	57
3.3.1.8	Diskriminant analizi	59
4.	DENEY	66
4.1	KATILIMCILAR.....	66
4.2	DENEY SIRASINDA KULLANILAN ARAÇLAR	66
4.2.1	Göz İzleme Yazılımı.....	67
4.3	UYGULAMA.....	67
5.	SONUÇ VE TARTIŞMA	71
	KAYNAKÇA.....	82
	EK A.	92

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 3.1: Tanımlayıcı veriler	33
Tablo 3.2: Uyarıların değerlik puan aralıkları.....	34
Tablo 3.3: Varyans analizi	34
Tablo 3.4: Çoklu karşılaştırmalar	35
Tablo 5.1: Örnek göz takip verileri.....	73
Tablo 5.2: Karışıklık matrisi	74
Tablo 5.3: Naif Bayes karışıklık matrisi	75
Tablo 5.4: Test veri kümesi için naif bayes sınıflandırma sonuçları	76
Tablo 5.5: Destek vektör makine karışıklık matrisi.....	76
Tablo 5.6: Test veri kümesi için destek vektör makine sınıflandırma sonuçları	76
Tablo 5.7: k-NN karışıklık matrisi.....	76
Tablo 5.8: Test veri kümesi için k-NN sınıflandırma sonuçları	77
Tablo 5.9: Lojistik regresyon karışıklık matrisi.....	78
Tablo 5.10: Test veri kümesi için lojistik regresyon sınıflandırma sonuçları.....	78
Tablo 5.11: Karar ağacı karışıklık matrisi	79
Tablo 5.12: Test veri kümesi için karar ağacı sınıflandırma sonuçları.....	79
Tablo 5.13: Doğrusal ayırmacılık analizi karışıklık matrisi	79
Tablo 5.14: Test veri kümesi için doğrusal ayırmacılık analizi sınıflandırma sonuçları.....	80

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Sempatik ve parasempatik sinir sistemi pre-post gaglionic nöronlar.....	6
Şekil 2.2: Sempatik ve parasempatik sinirler.....	8
Şekil 2.3: Gözün yapısı önden görünüm.....	9
Şekil 2.4: Gözün katmanları	10
Şekil 2.5: Okuma esnasında gözün sabitleme ve sıçrama hareketleri	13
Şekil 2.6: Gözbebeği ışık refleksi fiziolojisi.....	14
Şekil 2.7: Göz Kasları.....	16
Şekil 2.8: Elektrotların yerleşimi	17
Şekil 2.9: Emosyonların hoş veya nahoş oluş derecelerinin yoğunluğuna göre iki boyutlu eksen üzerinde gösterimi.....	25
Şekil 3.1: IAPS fotoğraflarının oluşturduğu affektif alan.....	29
Şekil 3.2: IAPS'deki resimlerin oranı ve ortalama zevk ve uyarılma dereceleri içeriği	30
Şekil 3.3: Erkek ve kadınlarda, duygusal alanda çizilen IAPS'deki resim içerikleri.....	31
Şekil 3.4: Uyarıların değerlik puanlarının ortalaması	36
Şekil 3.5: Veri madenciliği modelleri ve görevleri.....	39
Şekil 3.6: Karar ağacı yapısı	42
Şekil 3.7: Karar ağacında ebeveyn ve çocuk düğümleri.....	42
Şekil 3.8: Test veri dizileri.....	45
Şekil 3.9: k-En yakın komşu sınıflandırması.....	46
Şekil 3.10: Örnek kümesi ve sınıflandırma noktası	47
Şekil 3.11: Voronoi diyagramı	48

Şekil 3.12: Biyolojik sinir ağının yapısı	49
Şekil 3.13: Yapay sinir ağı (YSA)	50
Şekil 3.14: DVM sınıflandırma tipleri	54
Şekil 3.15: Farklı karar doğruları.....	55
Şekil 3.16: Karar doğrusu, destek noktaları ve genişlik	56
Şekil 3.17: Verinin farklı eksenlerdeki dağılımı	62
Şekil 4.1: Göz takip cihazı	66
Şekil 4.2: EyeTribe UI kullanıcı arayüzünün ekran görüntüsü.....	68
Şekil 4.3: İzleme durum çeşitleri	69
Şekil 4.4: Kalibrasyon ekranı.....	69
Şekil 5.1: K'nın aldığı değerler	78

KISALTMALAR LİSTESİ

EEG	Elektroensefalografi
PD	Pupiller Çap
EMG	Elektromiyogram
EKG	Elektrokardiyogram
IAPS	The International Affective Picture System
OSS	Otonom Sinir Sistemi
PSS	Parasempatik Sinir Sistemi
SSS	Sempatik Sinir Sistemi
SFPS	Gözbebeği Boyutunda Rastgele Dalgalanmalar
PLR	Gözbebeği Işık Refleksi
EOG	Göz Çevresine Yerleştirilen Elektrotlar
IR	Kızılötesi
NIMH	International Affective Picture System Resimlerinin Normları
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SQL	Structured Query Language
YSA	Yapay Sinir Ağları
DVM	Destek Vektör Makineleri
LR	Lojistik Regresyon
LRA	Lojistik Regresyon Analizi
LRM	Lojistik Regresyon Modelleri
DA	Diskriminant Analizi
LDA	Lineer Diskriminant Analizi

1. GİRİŞ

Emosyon sözcüğü Latince'de "harekete geçirme, oynatma" anlamındaki emovere sözcüğünden gelmektedir. Türkçe kullanımında ise ruhsal alandaki bazı oynamalar olarak kullanılmaktayız.

Amerikalı psikolog ve filozof William James 1984 yılında emosyon kavramına değinmiştir. James'e göre emosyonların temelinde çevreden gelen uyarılara karşı verilen fizyolojik yanıtlar yatar. Bazı filozoflara göre emosyon akli tehdit eden şeylerdi. Emosyon ve akıl için en fazla yapılan benzetme "köle ve efendi" benzetmesidir. Yani aklın gücü emosyonun çeşitli baskı ve tehdit dürtülerini başarılı bir şekilde bastırıyordu. Birçok emosyon, doğrudan ya da psikofizyolojik/nörofizyolojik ölçümlerle gözlemlenebilmektedir. Emosyonlar otonom sinir sistemi tarafından kontrol altında tutulmaktadır. Otonom sinir sistemi, sempatik sinir sistemi ve parasempatik sinir sistemi olmak üzere iki bölümden meydana gelir. Sempatik sinir sistemi çok kısa süren saniyeler içinde büyük ölçüde bedensel değişikliklere sebep olabilir ve böylece kişiyi bir acil duruma hazır hale getirir. Bir emosyonel gerginlik esnasında kan basıncı yükselerek nabız sayısında anlamlı derecede artmalar meydana gelir, solunumun artması ile kişinin oksijen alımında da bir artma olur. Kan şekeri seviyesi artırılarak adeleler için gerekli olan fazla enerji temin edilir, pupilla dilate olarak daha çok ışık göze girer ve bunun gibi çok çeşitli tepki mekanizmaları aracılığıyla ölçülebilmekte ve böylelikle belirli uyarılar ve bunların kişide meydana getirdiği fizyolojik ve davranışsal yanıtlar üzerinden analiz edilebilmektedir.

Göz hareketlerinin izlenmesi 1930 yılından beri devam etmektedir. 1936 yılında göz hareketlerini takip eden bir sistem tasarlanarak, gözün nerelere baktığı, nasıl hareketlerde bulunduğu ve ne şekilde tepkiler verdiği hakkında incelemeler ve araştırmalar yapılmıştır.

Pupilometre gibi araçlar önceleri, pupiller boyut görsel alanın ve elektroretinografin perimetrisinin yorumu için ve refraktif bir ameliyatın ameliyat öncesi değerlendirmesi için [1], [2] ve getiren veya götüren sinir yollarının lezyonunun tanımı için sinir göz biliminde kullanıldı [3]. Ancak sonraki yıllarda gözün nerelere baktığının tespit edilmesi durumunda kişinin ne düşündüğü, hissettiği hakkında bilgi sahibi olunabileceği düşüncesiyle, göz hareketlerini takip eden ve bu hareketleri kayıt altına alan sistemler geliştirilmeye ve tasarlanmaya devam edildi.

Duyuşsal resim izleme bağlamında, pupil değışikliği için sempatik ve parasempatik aktivitenin katkısı değerdendirilmiştir. Steinhauer, Siegle, Condray ve Pless [4] tarafından daha ayrıntılı olarak tartışıldığı gibi, pupil çapındaki değışiklikler, sinir sisteminin sempatik ve parasempatik dallarında farklı aktivitelerle etkilenen dilatatör ve sfinkter tarafından kontrol edilir.

Artan sempatik aktivite dilatatör kasının aktivitesini artırır, dilatasyona yol açar, oysa parasempatik aktivitenin inhibisyonu sfinkter kasının daralmasını azaltır ve bu da dilatasyona neden olur. Böylece, pupil çapındaki artışlar, otonom sinir sisteminin her iki bölümünün de aktivitesine aracılık edebilir.

Son zamanlarda, elektroensefalografi (EEG), pupiller ap (PD), elektromiyogram (EMG) ve elektrokardiyogram (EKG) gibi fizyolojik sinyaller daha fazla etkili ve güvenilir olduğu için fizyolojik sinyallere dayalı daha fazla araştırma yapılmaktadır.

Bunlar arasında merkezi sinir sisteminde beyin aktivitelerini kaydeden elektroensefalografi (EEG), duygusal durumlara verilen yanıtlarda bilgilendirici özellikler sağladığı kanıtlanmıştır. Kişilerin içinde bulunduğu farklı emosyonel durumlarda beyin dalgaları devamlı farklılaşma oluşturmaktadır. EEG bu farklılaşmaları elektriksel teknikler ile ölçebilen ve sonuçları kağıt ortamında ya da dijital platformda görüntülenebilen ölçme yöntemidir. Birçok araştırmacı EEG kullanarak duygu tanıma üzerinde çalışmıştır [5].

Ayrıca, daha önceki çalışmalar, gözbebeği boyutunun farklı türde duygusal uyarıcılar sırasında ve sonrasında ayırt edilecek derecede değışim gösterdiğini ortaya sunmuştur, bu da göz bebeği boyutunun ölçülmesinin potansiyel olarak yararlı bir girdi sinyali olabileceğini göstermektedir [6], [7].

Hess, gözbebeğinin duygu değışimi üzerine iki yönlü etkisini bildirmiştir. İnsanların, hoş olmayan görüntüleri gördüklerinde gözbebeğinin dilate edildiğini(genişlediğini) ve hoş resimleri gördüklerinde ise miyozis'e uğradığını (daraldığını) bildirerek, duygu değışimlerinin gözbebeğindeki etkilerini bildirmiştir. Daha yeni veriler, duygusal uyarılmanın, gözbebeğinin yanıtını modüle etmede temel bir unsur olduğunu ileri sürmektedir [8].

Steinhauer, Boller, Zubin ve Pearlman [9], insanların hoş ve hoş olmayan resimler izlediğinde gözbebeği çapının farklılık gösterdiği verilerini açıklar ve daha yakın zamanlarda Aboyou ve Dabbs [10], kadın ve erkek bireylere giysili ve çıplak resimler sundular ve bunun sonucunda gözbebeği genişlemesinin cinsiyete özgü uyarılmadan ziyade genelleştiğini ortaya koymuşlardır.

Uyaran olarak, aşırı derecede koşullu kızgın yüzler sunulduğunda, Armony ve Dolan [11], nötr bir yüzle karşılaştırıldığında öfkeli bir yüzün yerini alan uyarana tüm katılımcıların daha hızlı tepki verdiğini bulmuşlardır. Benzer şekilde, işaret uyarılarının tehdit değeri arttığında (yani, uyarılar duygusal yüzlerden ziyade oldukça tehdit edici sahneler gösterir), tüm bireyler bunlara karşı önyargı gösterme eğilimindedirler, ancak bu durum daha çok endişeli insanlar için ortaya çıkar [12]. Bir dizi çalışma, diğer yüzler arasında dikkat çekmeyen şematik öfkeli yüzlerin, dost ya da üzgün yüzlerden daha hızlı bulunduğunu göstermiştir [13], [14], [15]. Yakın zamanda, Koster, Crombez, van Damme, Verschuere ve de Houwer [16], resimli uyarıların, uyarıcılara gerçek bir tehdit değeri ile donatılmış olmaları halinde dikkatin yönlendirilmesi üzerinde doğrudan bir etki yapabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Göz takip sistemleri özellikle bilgisayar ile insan iletişim uygulamalarında sıklıkla tercih edilmektedir. Tüm Dünya çapında internet kullanımı her geçen gün giderek artmaktadır. Son 10 yılda bireysel olarak internet kullanıcıları'nın oranı %18'den %48'e yükselmiştir [17]. Bilişim teknolojilerinin gelişmesine paralel olarak, web sayfalarında ve reklamlarda, kullanılabilirlik analizinde, felçli kişilerin iletişim olanaklarında, engelliler için bilgisayar, akıllı telefon, tablet kullanımında, psikolojik ve nöropsikolojik hastalıkların teşhisi gibi alanlarda faydalanılmaktadır. Günümüzde göz izleme yönteminden, web sayfalarındaki içerik alanlarının kararlarında ya da kullanılabilirlik analizlerinde sıkça faydalanılmaktadır. Literatürde de bu takım çalışmalara sıkça yer verilmiştir.

1.1 TEZİN AMACI

Giriş bölümünde bahsedilen literatürde bulunan çalışmalara bakıldıktan sonra şöyle bir araştırma konusu meydana geliyor; örneğin bir web sitesi üzerinde kullanıcının hangi alana hangi aralıklar ile kaç saniye boyunca baktığı göz izleme cihazı ve yazılımları aracılığı ile ulaşılabilmektedir fakat o alana baktığında kullanıcının neler hissettiği konusunda bilgi sahibi olamadığımız zaman elimizdeki veri bize kısıtlı imkanlar çerçevesinde yardımcı olabilir.

Bunun gibi bir çok sebeplerden dolayı tezimizin amacı; erkek ve kadın bireylere uygulanan zevk, uyarılma ve baskınlık derecelerini içeren duygusal olarak anımsatıcı, çeşitli kategorilerden meydana gelen fotoğraflardan oluşan büyük bir set olan uluslararası affektif resim sistemi (IAPS) içerisinden, kişide olumlu ya da olumsuz anlamda oldukça zıt duygulanımlar yaratan fotoğraflardan slayt oluşturulmuştur.

Sonrasında kişinin bu slaytı izlediği esnada göz bebeği boyutlarını kaydetmek ve bunun neticesinde olumlu ya da olumsuz fotoğraflarda göz bebeğinin tepkilerinin nasıl olduğunu tespit edebilmektir.

Bu çalışma sayesinde insanların olumlu ya da olumsuz durumlar yaşadığı süre içerisinde göz bebeği boyutlarının genel olarak hangi tepkiler verdiğine ve boyut ölçülerinin genel bilgilerine ulaşılmaktadır. Bu verilere ulaştıktan sonra bahsettiğimiz diğer çalışmalar yani örneğin web sayfalarında ve reklamlarda, kullanılabilirlik analizlerinde ortaya çıkan veriler artık daha anlamlı hale gelmeye başlıyor. Bu sayede artık kullanıcıların hangi noktaya ne kadar süre baktığı verileri ile kısıtlı kalmayıp hangi noktaya baktığı ve sonrasında ne hissettiği, hangi ruh haline büründüğü bilgilerine rahatlıkla ulaşabilmekteyiz. Bu sayede örneğin piyasaya yeni çıkacak olan bir ürün ambalajı'nın tercihinde, bir video oyunu'nun, derginin, web sayfasının, bir mobilyanın, beyaz eşya'nın tasarım aşamasında piyasaya sürülmeden önce görsellik ya da kullanılabilirlik araştırmalarında faydalanabilinir ve oldukça başarılı sonuçlar elde edilebilir. Bu maksatla çeşitli alanlarda ve çalışmalarda kullanılabilmek üzere çalışmamız, kullanıcıların maruz kaldığı çeşitli emosyonel uyaranlara karşı göz bebeği boyutlarının ve tepkilerinin sınıflandırılmasını amaçlamıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 SİNİR SİSTEMİ

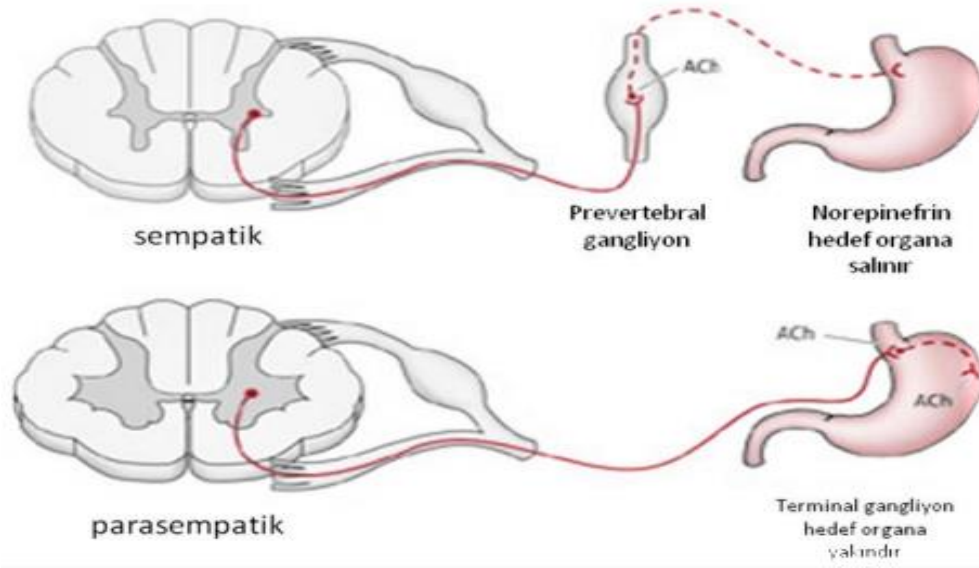
2.1.1 Otonom Sinir Sistemi

Otonom sinir sistemi (OSS) vejetatif fonksiyonlardan sorumlu fazla miktarda ganglionlar ve pleksuslarla bir dizi serebrospinal çekirdek ve sinirlerden meydana gelmiştir. OSS iç ve dış çevre arasında fonksiyonel ve yapısal yerleşimi var olan, organizmanın kendini korumasını ve strese uyum cevabını (kaç ya da savaş) oluşturan vücut fonksiyonlarını düzenler. Bu nedenle OSS hayatta kalmada ve canlı türünün savunmasında önemli bir rol üstlenir. OSS gerekli uyumsal değişimleri yaparak homeostasis'i (dengeyi) sağlamaktadır. İnsan organizmasında belirli bir "iki dönemlilik" vardır. Dissimilasyon (yadımlama) ve assimilasyon (özümleme) dönemleri olarak ayırdedilen bu iki dönemden biri enerjinin açığa çıkmasına, diğeri toplanmasına yarar. [18].

OSS üremeyi, vücut ısısı düzenlenmesi, metabolik ve endokrin işlevleri, üriner ve bağırsak boşaltım işlevlerini, sindirim sistemi motilitesi, kardiyovasküler ve solunum kontrolünü düzenlemektedir [19]. Otonomik aktivitenin santral kontrolünde bulunan yapılar hipotalamus, frontal korteks ve limbik sistemdir.

Hipotalamus beden ısısı, beslenme ve salgı fonksiyonları ve duygusal davranışlardan sorumlu iken limbik sistem dürtüsel ve duygusal davranışlardan, Frontal korteks ise mesane ve barsak fonksiyonlarının bilinçli kontrolünden sorumludur [20].

OSS'nin periferik bölümü parasempatik (PSS) ve sempatik (SSS) sinir sistemi olmak üzere iki farklı anatomik ve fonksiyonel kısmı içermektedir. PSS ve SSS, iç ve dış çevresel gereksinimleri meydana getirmek ve vücudun dengesini devam ettirmek sebebiyle değişken bir şebeke gibi organ fonksiyonlarını düzenler. Hem PSS hem de SSS iki nöron zincirini kapsar. Nöronlar arasında nöronları postganglionik ve preganglionik parçalara ayıran ganglion bulunmaktadır [21].



Şekil 2.1: Sempatik ve parasempatik sinir sistemi pre-post ganglionik nöronlar.

2.1.1.1 Sempatik sinir sistemi

Anatomik olarak açıklayacak olursak sempatik lifler omurilikte lomber 2. ve kranial 8. segmentler arasından oluşur ve ilk etapta hepatik zincire ve daha sonra sempatik sinirler tarafından stimüle edilen organlara ve dokulara geçerler [20]. Sempatik sistemin işlevi vücudu acil durum ve tehlikeler için hazır bulundurmaktır. Stres, tehlike, heyecan, korku, ağrı vs. gibi organizmayı rahatsız eden durumlarda aktive olan sistemdir. Sempatik sistem kalp hızını artırır, deri ve barsaktaki arteriollerini daraltır. Kan basıncını yükseltir ve iskelet kaslarındaki arteriollerini genişletir. Deri ve gastrointestinal sistemdeki arteriollerin daralması ile buralarda bulunan kan daha yaşamsal organlar olan, kalp, beyin ve iskelet kaslarına dağılır. Ayrıca barsakları, bronşları ve mesane duvarı düz kaslarını gevşetir, pupillaları genişletir ve sfinkterleri kapatır. Derideki kılları dikleştirir ve terleme meydana getirir.

2.1.1.2 Parasempatik sinir sistemi

Parasempatik sinir sistemi (PSS) beyin sapındaki kranial parça (III, VII, IX ve X. kranial sinirler) ve omurilikte S2-S4 düzeyinde yer alan sakral parça olmak üzere iki bölümden meydana gelmektedir.

Kranial lifler kalbe, safra kesesine, karaciğere, gözlerde silier ve iris kaslara, farinks özofagus, tükürük ve gözyaşı bezlerine, gastrointestinal traktusun düz kaslarına ve bezlerine giderler.

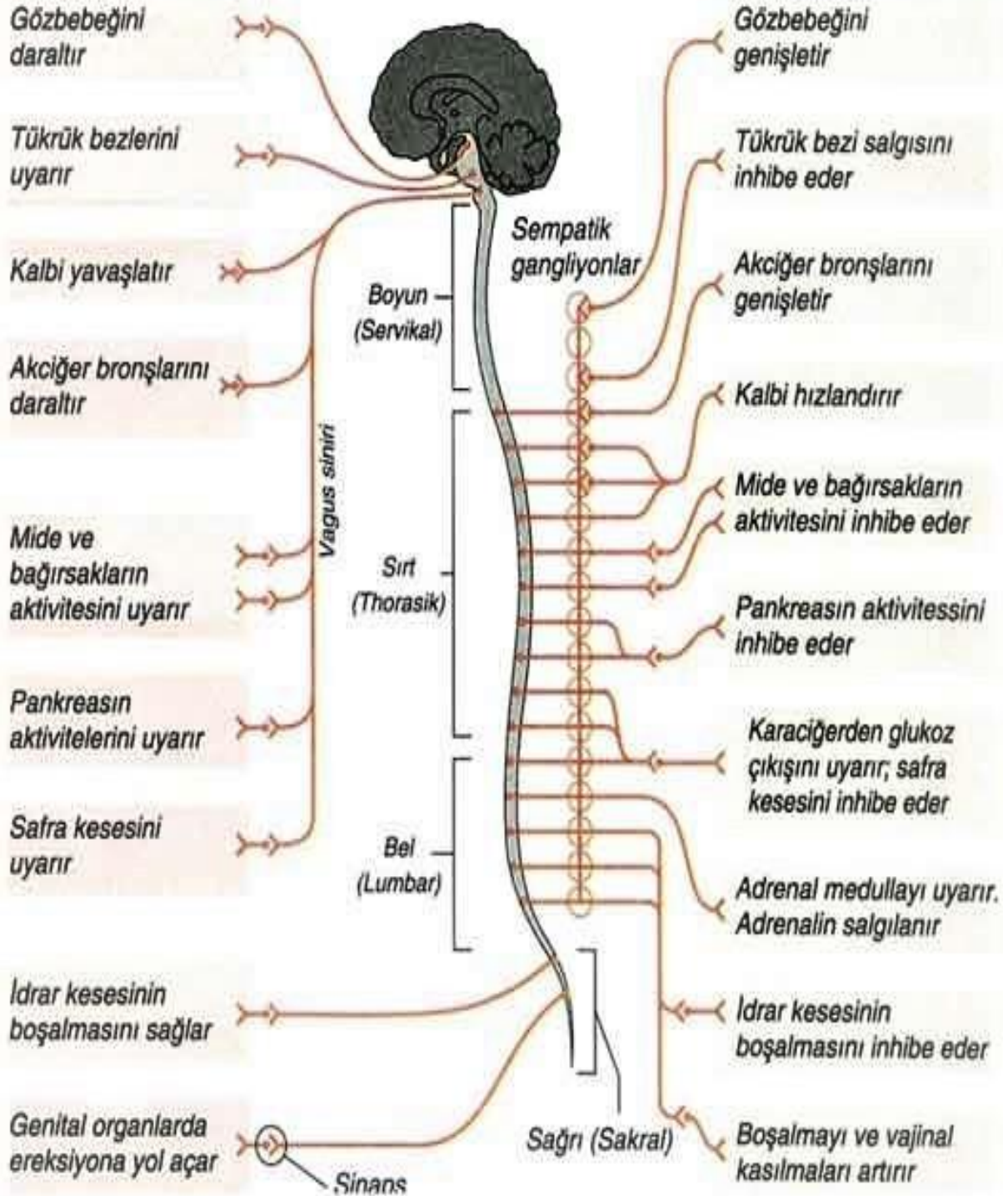
PSS sakral kısmı S2, S3 ve S4 segmentlerin lateral boynuz hücrelerinden köken alır. Sakral lifler mesaneye, rektuma, kolonun distal kısmına ve cinsel organlara giderler [22].

Otonom sistemin parasempatik kısmının aktiviteleri enerjinin elde edilmesi ve depolanmasına yöneliktir. PSS neredeyse tüm organlarda sempatik sinir sisteminin oluşturduğu tesirin tam tersini oluşturur. Kalpte kardiyak kontraksiyonu azaltırken iletim hızını ve kalp hızını azaltır. Bazı düz kaslarda örneğin bronşiyal kaslarda kasılmaya sebep olur. Genitoüriner ve gastrointestinal sistemde ise düz kasları kasarken, sfinkterleri gevşetir. Genellikle kolinerjik uyarı glandular sekresyonu arttırır, tükürük salgısını arttırır, soluk hızı yavaşlar, pss durumunda karaciğer büyük miktarda glukoz salgılamaz glukoz stokları artar, adrenalın seviyesi düşer ve sindirim hızlanır.

Sempatik ve parasempatik sinir sisteminin özellikleri kısaca şekil 2.1’de gösterildiği gibidir.

Parasempatik bölüm

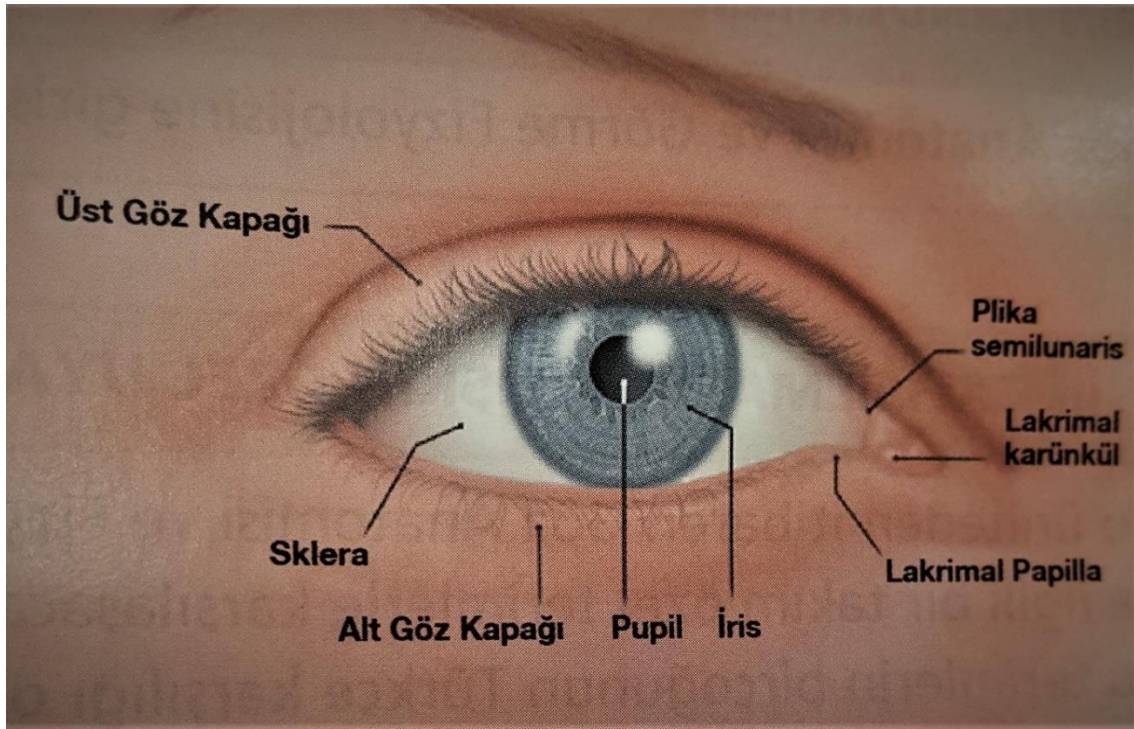
Sempatik bölüm



Şekil 2.2: Sempatik ve parasempatik sinirler

2.2 GÖZÜN YAPISI

Göz küreleri(glob, bulbus, okuli) orbita boşluğu içinde bağ dokusundan zengin bir yağ yastığına yerleşmiş görme fonksiyonu ile görevli bir çift organdır. Dört rektus kası ve iki oblik kas ile orbita tepesine (apex) tespit edilmiştir. Normalde 22 - 26 mm yarıçapında bir küre olan gözlerimizin çok az bir kısmı, yaklaşık 1/5'i dışarıdan görünür haldedir. Göz küresi, göz çukurunun kemik kenarları tarafından çevrelenmektedir. Gözler alt ve üst göz kapakları ile dış etkenlerden korunurlar. Kapakların kırpma refleksi gözleri dış etmenlerden koruyan bir diğer faktördür. Kapaklardan başka gözyaşı bezleri (Glandula lakrimalis) ve onun drenaj sistemleri (Nazolakrimal sistem), orbita içindeki diğer oluşumlar ve kirpikler gözün yardımcı organlarını oluşturular [23].



Şekil 2.3: Gözün yapısı önden görünüm[23]

Beyinden çıkan 12 çift sinirden (Kraniyal sinir) 6'sı gözler ile ilgilidir. Göz küresinin hareketlerini ayarlayan göz dışı kasları, parasempatik ve sempatik sinir sistemipupiller ve silier kasları gözyaşı sistemi, aköz hümor salınımı, dolaşımı ve emilimi, zengin bir damarlanma ağı, görmeyi en iyi şekilde sağlamak üzere ışığı çeşitli kırma güçleriyle kıran saydam ortamlarıyla göz, pek çok farklı sistemi kullanarak ışığı mükemmel bir şekilde retinada odaklar. Retinada odaklanan ışık, fotokimyalsal reaksiyonla elektrik enerjisine çevrilir (aksiyon potansiyeli) ve optik sinir yolu ile beyne iletilir.

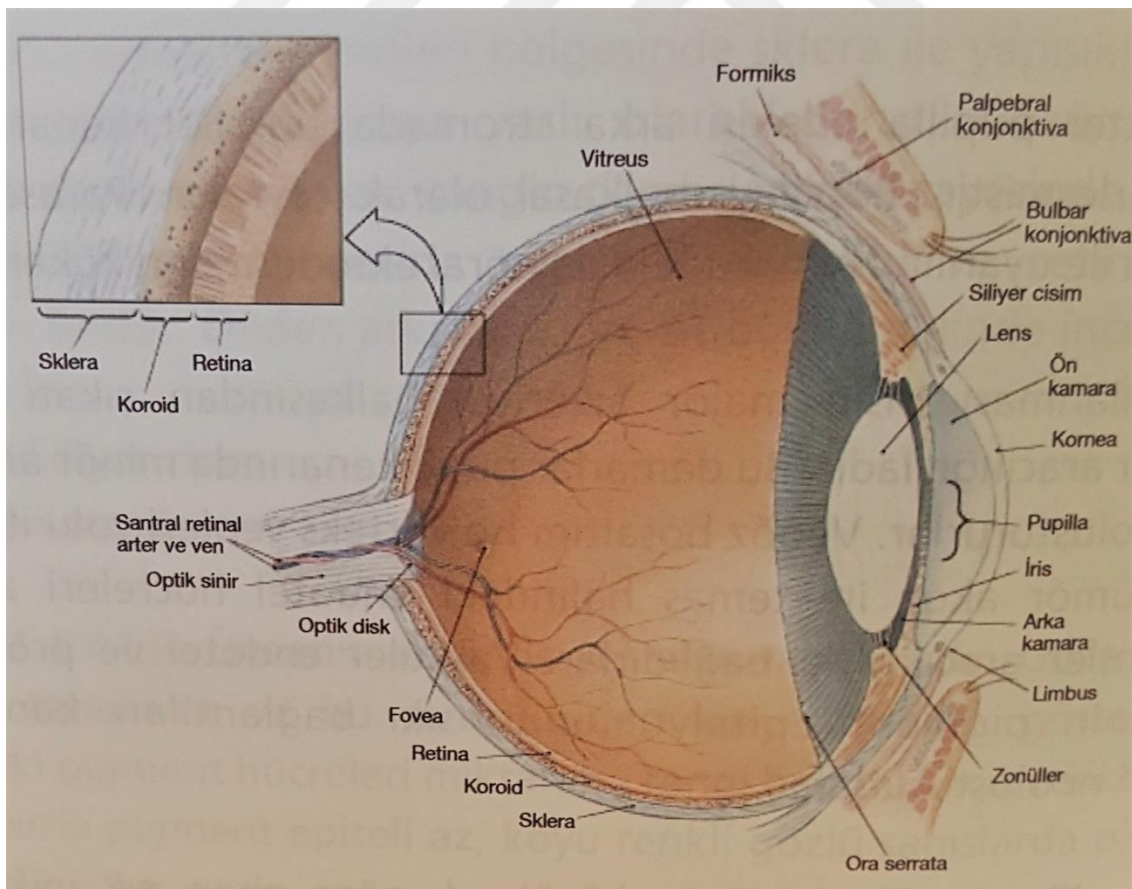
Beyin ise her iki gözden gelen bilgileri birleştirerek tek bir görüntü elde eder. Bilinç düzeyine ulaşan bu görüntüler, üç boyutlu (derinlik hissi) ve renklidir.

Göze gelen asıl uyaran, yansıyan veya direkt olarak gelen ışıktır. Görme için temel stimülütör olan ışık enerjisi elektromagnetik spektrumunda küçük bir yer alır. Elektromagnetik radyasyon kısa kosmik ışıklardan femtometre yani dalga boyu 10-15 metrelerden $1,6 \times 10^8$ metrelere uzanan bir spektrum içinde bulunur.

İnsan retinası tarafından görülebilen en kısa dalga boyu 380nm (nanometre) iken en uzun dalga boyu ise 760 nm dir.

Gözün saydam ortamları olan kornea, hümör aköz, lens ve vitreus bu dalga boylarına geçirgenlerdir. Böylece retina yüzeyindeki fotoreseptörlere sadece hassas olduğu dalga boylarındaki elektromagnetik radyasyon (görülebilir ışık) spektrumu ulaşır.

Gözün ortamları saydam olduğundan ışık kolaylıkla göze girebilir, dolayısı ile göze giren ışık dışarı çıkabilir. Bu sayede uygun aletler kullanıldığında gözün yapıları ayrıntılı olarak incelenebilir.



Şekil 2.4: Gözün katmanları [23]

2.2.1 Pupiller

Göz pupilleri otonom sinir sistemi fonksiyonlarını değerlendirmek için kullanışlı, basit ve non-invazif bir tekniktir. Pupil çapı iki kontrast düz kas tonusu ile belirlenir. Pupiller dilatasyon yani “midriyazis” sempatik kontrolü altında olan dilatör kasların kasılması ile meydana gelir. Pupiller kontraksiyon yani “miyozis” ise parasempatik kontrolü altında olan sfinkter kaslarının kasılması ile oluşur.

Parasempatik sinir sistemi ve sempatik sinir sistemi aktivitesindeki denge yaş, genetik etki, uyum durumu, uykusuzluk ve çevre ışıklandırma şartları v.b etkenlere bağlıdır.

Bu koşullar standartlaştırılırsa pupil çapı ölçümü parasempatik veya sempatik işlevsizliklerin belirlenmesinde faydalanabilir [24].

2.2.1.1 Pupilin sempatik innervasyonu

Sempatik aktivite hipotalamusun posterolateral bölgesini başlangıç noktası olarak alır. Hipotalamustaki aktivite frontal, oksipital korteks, sensorimotor ve limbik sistemden gelen sinyallerden etkilenir. Pupilin müller kasına ve dilatatör kaslarına giden aksonlar, diğer sempatik lifler ile beraber, beyin sapından spinal korda doğru anteromedial kolum içinde birinci sıra nöron olarak inerler. Orbitaya giden sempatik lifler birinci, ikinci ve üçüncü sıra nöronlara ayrılır. Servikal korda sempatik lifler intermediolateral kolumda devam eder. C7-T2 aralarında sempatik lifler Budge-Wallerin silyospinal nükleusunda orbital sinapsı sağlar. Bu nükleustan çıkan postsinaptik ikinci sıra nöronlar paravertebral sempatik pleksusa katılmadan evvel üst torasik (T1 ve T2) bölgeden ve servikal (C8) spinal kordu terk ederek göğüs boşluğuna ulaşırlar. Akciğer apeksinin hemen üstünde devam eden lifler solunda subklavian arter sağında innominat arter eşliğinde yol alarak karotid arter etrafına yerleşen inferior servikal ganglion seviyesinde servikal sempatik zincire dahil olarak yukarıya ilerlerler. Buradaki lifler orta servikal gangliyon ve inferior boyunca yol alarak süperior servikal gangliyonda sona erer. Pupile doğru ilerleyen sempatik lifler internal karotid arteri izleyerek karotid kanaldan karaniuma giriş yaparlar. Kavernöz sinus içerisinde sempatik lifler trigeminal sinirin oftalmik kısmının nazosiliyer dalı ile bir araya gelir. Orbital apekte lifler silier gangliyondan sinaps yapmadan geçerler. Nazosilier dal ile beraber, sempatik lifler orbitaya giriş yapar. Siliyer sinir ile birlikte göze erişen sempatik lifler sklerayı geride bırakarak pupilin dilatör kaslarını innerve ederler.

Miyoeptelyal hücreler apikal epitelyal ve baziller muskuler bölüm ile beraber yaklaşık 12.5 µm (mikrometre) genişliğindedir. Musküler proces sfinkter kasının periferinde sona erer. Bu hücreler iriste siliyer cisim pigmente epiteli olarak devam eder [25].

2.2.1.2 Pupilin parasempatik innervasyonu

Parasempatik aktivite beyin sapının farklı bölümlerinden köken alır. Pupilin sfinkter kaslarını kontrol eden bu lifler beyin sapında 3. kranial sinirin Edinger-Westphal nükleusundan köken alır. Edinger-Westphal nükleusuna posterior komissura vasıtasıyla pretektal nükleustan lifler gelir. Pretektal nükleus pupiller trakt vasıtasıyla primer görsel yollardan doğrudan input alır. Pupiller trakt optik traktı lateral genikulatın ön tarafından süperior kollikulus kolunda ayrılır. Korteks, hipotalamus ve retiküler aktive edici sistem EW nükleusuna tonik inhibitör sinyaller sağlar. Uyku sırasında pupil bu inhibitör aktivitenin yok olması sebebiyle daha ufak olur.

Parasempatikler üçüncü sinir nükleusundan ayrılır ve interpedinküler fossada dışarı çıkar. 3. Kranial sinir anterior kavernöz sinüste ikiye bölündüğü zaman parasempatikler inferior bölüm ile devam etmektedir. Bu lifler orbitanın apeksinde siliyer gangliyonda sinaps yapmaktadırlar.

Postgangliyonik parasempatik lifler posterior siliyer sinire dahil olarak irisin sfinkter ve anterior segment kaslarına varır. Sfinkter kaslar yaklaşık olarak 0.15 mm kalınlığında ve 0.8 mm çapındadır. Pupilin çevresini sarar. Kasın kendisi 5-8 kas hücre grubundan oluşan ünitelerden yapılmıştır [25].

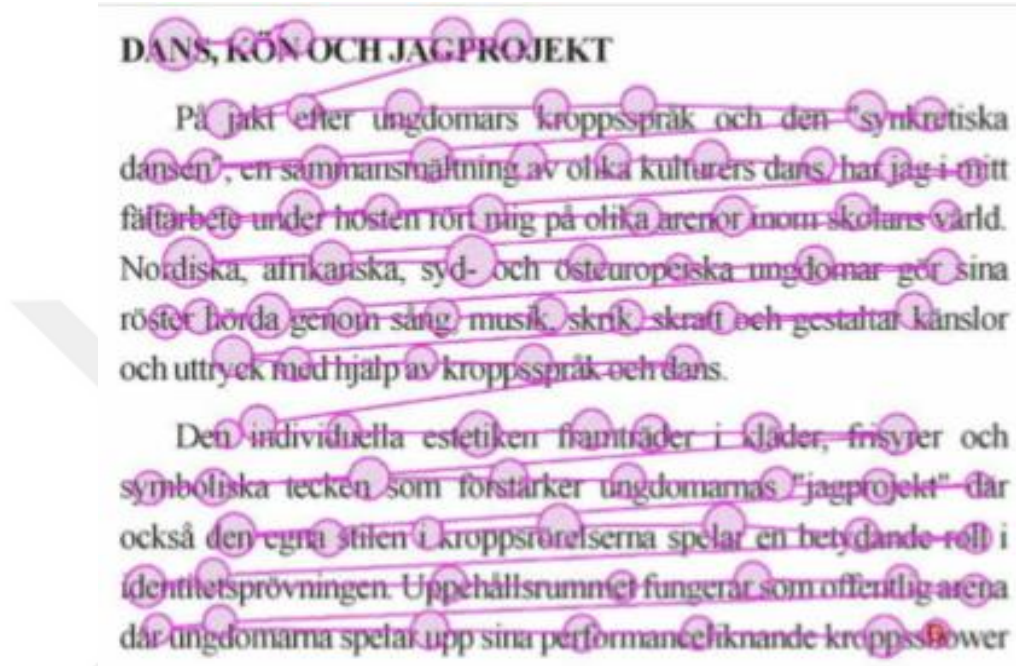
2.3 GÖZ HAREKETLERİ

Bir yere bakarken, bir şey ararken, bir şeyler izlerken ya da okurken sürekli sıçrama (saccade) adında göz hareketleri yaparız. Bu sıçramalar arasında gözlerimiz yaklaşık 200-300 ms süreyle bir noktaya odaklanarak sabit kalmaktadır.

Ancak bu odaklanma süreleri duruma göre değişkenlik göstermektedir. Örneğin bir sahne algılamada odaklanma süresi 330 ms, ortalama sıçrama derecesi 4 iken sessiz okumada ortalama odaklanma süresi 225 ms, ortalama sıçrama derecesi 2'dir. Sıçramalar, hızı saniyede 500 dereceye kadar çıkan göz hareketleridir. Görsel girdiler için hassaslığın gözbebeği hareketleri sırasında azalması fonemeni yani göz sıçrama baskısı olarak tanımlanır. Sıçrama sırasında gözbebekleri sabit uyaranlar üzerinde çok hızlı hareket ettiğinden sadece bulanıklık olarak algılanır ve herhangi bir bilgi kaydedilemez.

Bunun yanında sıçramadan öncesinde ve sonrasında elde edilebilir bilgiden dolayı maskeleyen bulanıklık tesirinin hiçbir çeşitini idrak edemez hale getirir.

Sıçramanın hızı gözbebeklerinin ne kadar uzağa deviniminin monotonik fonksiyonudur. Sıçrama sırasında maksimum hıza kadar hızlıca artar, devinimin orta noktasında önce yavaşça gerçekleşir ve sonra hedef noktaya ulaşıncaya kadar hızı yavaşça düşer. Bir sıçramanın süresi mesafeden de etkilenir; sahne algılamada 5 derecelik bir sıçrama 40-50 ms alırken okuma esnasındaki 2 derecelik bir sıçrama yaklaşık 30 ms almaktadır [26].

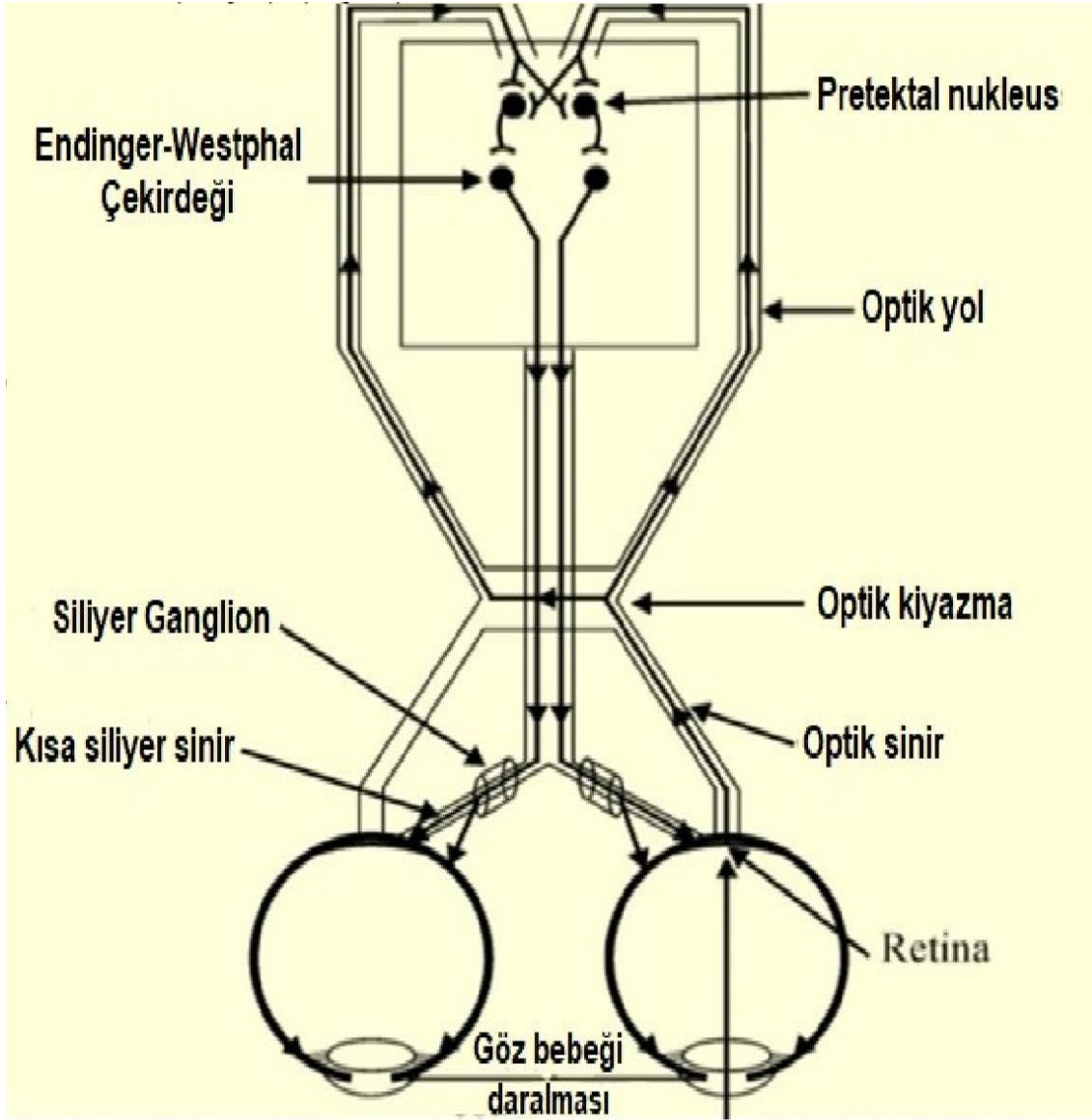


Şekil 2.5: Okuma esnasında gözün sabitleme ve sıçrama hareketleri

En popüler dinamik gözbebeği hareketleri gözbebeği ışık refleksi (PLR) retina aydınlanmasındaki bir artış tarafından ortaya çıkarılan gözbebeği daralması ve gözbebeği boyutunda rastgele dalgalanmalar (SFPS) normal şartlar altında gözbebeği boyutundaki ufak değişikliklerdir.

Son zamanlarda renkli ışık uyarana göz bebeği ışık refleksi (PLR)' nin doğru bir ölçümü (kontrollü dalga boyutu ve fotopik seviye ile birlikte) görüş araştırmalarında gittikçe önemli bir konuma gelmiştir çünkü insan retinasında geleneksel rod – cone sisteminin dışında melanopsin ilişkili ışığa duyarlı bir sistem keşfedilmiştir (aslında ışığa karşı hassas retinal gangliyon hücresi -ip RGC) [17-25].

Bu sistem fotopik bilgiyi yardımcı görsel işlevler için iletir örneğin pupiler ışık refleksi ve günlük ışığa kayma gibi ve bu gangliyon hücrelerinin hareketleri ile renkli uyarana gözbebeğinin refleksi arasında paralellik bulunmaktadır.



Şekil 2.6: Gözbebeği ışık refleksi fiziyojisi

PLR'nin karakteristik özellikleri karşılıklı uyumlu reaksiyondur. Bir göz ışığa maruz bırakıldığında (direkt reaksiyon) ikincisi de senkronik bir şekilde tepki verir (karşılıklı uyumlu /dolaylı reaksiyon).

PLR'nin refleks yolu şudur: retinadan içeri ileten yol, beyin kökünde merkezi işleme, otonom sinir sisteminin ve iris kaslarının aktivitesi [27].

2.4 GÖZ İZLEME SİSTEMLERİNİN TARİHÇESİ

Gözün nerelere baktığının tespit edilmesi durumunda kişinin ne düşündüğü, hissettiği hakkında bilgi sahibi olunabileceği düşüncesiyle, göz hareketlerini takip eden ve bu hareketleri kayıt altına alan sistemler geliştirilmeye ve tasarlanmaya başlamıştır.

Göz hareketlerinin izlenmesi 1930 yılından beri devam etmektedir. 1936 yılında göz hareketlerini takip eden bir sistem tasarlanarak, gözün nerelere baktığı, nasıl hareketlerde bulunduğu ve ne şekilde tepkiler verdiği hakkında incelemeler ve araştırmalar yapılmıştır.

1995 yılında bir gsm şirketi, göz takip sistemini kullanarak, insanların herhangi bir sayfa üzerinde hangi noktalara daha fazla baktıklarını göz takip sistemi ile tespit etmeye çalışarak, o sayfalara yerleştirilecek ürün reklamlarının sayfa üzerinde nerelere yerleştirildiğinde daha verimli geri dönüşler sağlanacağını tespit etmeye çalışmışlardır.

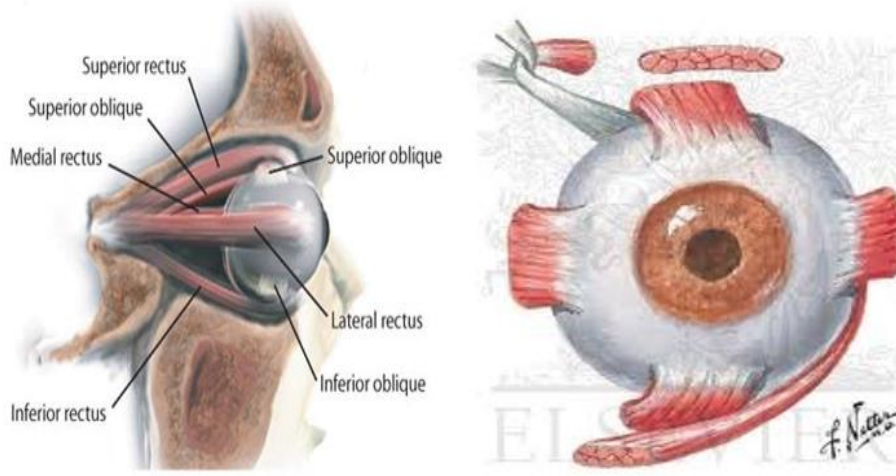
Göz takip sistemleri özellikle bilgisayar ile insan iletişim uygulamalarında tercih edilmektedir. Bilişim teknolojilerinin gelişmesine paralel olarak, web sayfalarında ve reklamlarda, kullanılabilirlik analizinde, felçli kişilerin iletişim olanaklarında, engelliler için bilgisayar, akıllı telefon, tablet kullanımında, psikolojik ve nöropsikolojik hastalıkların teşhisi gibi alanlarda faydalanılmaktadır [28].

2.5 GÖZ İZLEME YÖNTEMLERİ

2.5.1 Göze Takılan Manyetik Lensler

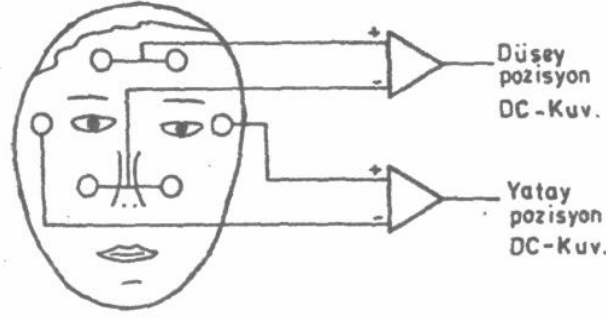
Bu metotta göze takılan manyetik lensler vasıtasıyla göz hareketleri takip edilmektedir. Manyetik lenslerin iç kısmında ufak bir bobin bulunmaktadır. Suni bir manyetik alan altında, gözün hareketleri ile birlikte bobin iç kısmında akım oluşmaktadır. Bu akım özellikleri işlenerek göz hareketleri incelenmektedir.

2.5.2 Göz Çevresine Yerleştirilen Elektrotlar (EOG)



Şekil 2.7: Göz Kasları

Elektro-okulografi yöntemi 1989 yılında kullanılmaya başlanan bir yöntemdir. Bu yöntem de gözün sağ ve soluna, burna ve şakağa yerleştirilen yüzey elektrodları ile ölçülür. Kasların kasılma halinde gelen veriler işlenerek göz hareketleri incelenmektedir. İleri doğru bakılırken dipol iki elektroda göre simetriktir ve EOG çıkışı sıfır olur. Bakış sola kaydırıldığında, pozitif kornea sol elektroda yaklaşır ve daha pozitif olur. Bakışın yatay açısı ile EOG çıkışı arasında $+30^\circ$ 'ye yaklaşan lineer bir ilişki vardır. EOG ölçülmesi AC veya DC olarak yapılabilir. AC kayıtlarında, sadece gözün hareket hızını belirlemek mümkündür. Bu amaçla zaman sabiti 0,1-3 sn arasında değişen EEG ve EKG cihazları kullanılır. Zaman sabiti küçükse alçak frekanslı göz titremeleri tespit edilemez. Ancak hızlı hareketin yönü ve yaklaşık genliği belirlenebilir. Gözün gerçek pozisyonunu belirlemek gerekiyorsa DC-kayıt gereklidir. Burada da, algılanan mikrovoltlar seviyesindeki işaret üzerinde, alçak frekanslarda elektrodarda oluşan gürültü, sorun çıkarabilir. Kullanılan elektrodlar polarize olabilir ve dirençleri deri ile temas sırasında değişebilir. Bunu önlemek için ya uygun bir elektrod pastası veya polarize olmayan Ag-AgCl elektrodlar kullanılır. EOG, uyku ve rüya araştırmalarında bebek ve çocukların göz hareketlerinin izlenmesi ve okuma yeteneği ile göz yorgunluklarının belirlenmesinde sık sık kullanılan bir yöntemdir.



Şekil 2.8: Elektrotların yerleşimi

2.5.3 Kafa Sabitleyici Kullanılarak Göz Hareketlerinin Tespit Edilmesi

Bu yöntemde video karelerine dayalı görüntü işleme metotlarından faydalanılarak göz hareketlerinin saptanıp kaydedilmesi sağlanmaktadır. Bu yöntemde kafanın sabit pozisyonda olduğu sistemler veya kafaya monte edilen gözlük sistemi kullanılmaktadır.

Manyetik lens kullanımı ve elektro-okulografi tekniklerinde kişiye fiziksel temas sağlanması, rahatsız edilmesi ve maliyetli olması gibi sebepler bu tekniklerin kullanımlarını sınırlamaktadır. Günümüz teknolojisinde yaygın olarak kullanılan teknik ise kızıl ötesi ışınlar ile aydınlatılan gözden elde edilen görüntülere görüntü işleme yöntemleri kullanılarak göz hareketlerinin tespit edilip kaydedilmesidir.

Göze iletilen kızıl ötesi ışınlarla, bazı kaydediciler (kamera vb.) yoluyla bilgisayar ortamına iletilerek ve görüntü işleme yöntemleri kullanılarak göz hareketlerinin takibi mümkün olmaktadır. Kızıl ötesi ışınlar (700nm ~ 900nm), gözün seçebileceği dalga boyu aralığının dışında kalmaktadır. Bunun sonucunda gözler, kızıl ötesi ışınlar karşısında tepkisizdir. Yani gözler kızıl ötesi ışınlar karşısında duyarsız olduğu için kişiye herhangi bir rahatsızlık vermeden kızıl ötesi ışınlar kullanılarak gözün takibi rahatlıkla sağlanabilmektedir.

Bu ışınlar ayrıca gözün bölümlerinin daha net olarak görülmesini sağlamaktadır. Gözün koyu renk olan pupil kısmı ışınların büyük bir bölümünü emer ve çok az bir bölümünü yansıtır. Pupil kısmına oranla daha açık renk olan iris kısmı ışınların az bir bölümünü emer ve büyük bölümünü yansıtır. Böylece kızıl ötesi ışın altında pupil kısmı daha koyu, iris kısmı ise daha açık renkli olmaktadır.

Herhangi bir fiziksel temasta bulunulmaması, kişiye rahatsızlık verilmemesi ve böylece kişinin doğal davranmasını sağlaması gibi özellikleri sebebiyle video görüntülerine dayalı görüntü işleme yöntemleri uygulanarak göz hareketlerini kaydetme teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır.

Video görüntülerinden kaynaklı görüntü işleme yöntemleri kullanılarak göz hareketlerinin tespit edilmesi tekniklerinin sık olarak kullanılmaya başlanması farklı görüntü işleme yöntemlerinin de geliştirilmesini sağlamıştır. Geçmişte Wildes'in kullandığı Hough Dönüşümü [29] ve Daugman'ın tavsiye ettiği Integro-Diferansiyel Operatör teknikleri [30] pupilin tespit edilmesi için faydalanan görüntü işleme yöntemlerinin başında gelmektedir. Daugman'ın ve Wildes'in çalışmaları, Pupili bulmak için faydalanan birçok görüntü işleme yöntemlerine zemin hazırlamıştır.

2.6 PUPİLOMETRE

Pupilometre pupiler çapın zamana göre kayıt altına alınmasıdır. Kaydı ortam ışığından kaynaklı değişkenlerden bağımsız yapmak için referans metodu kızıl ötesi (IR) edinimini temel alır. Pupilometre öncelikle göz biliminde kullanıldı: pupiler boyut görsel alanın ve elektoretinografin perimetrisinin yorumu için ve refraktif bir ameliyatın ameliyat öncesi değerlendirmesi için [1], [2] ve getiren veya götüren sinir yollarının lezyonunun tanımı için sinir göz biliminde önemlidir [3]. Bir ışık dürtüsü boyunca elde edilen pupilogram modellemesi gözbebeğini ışık refleksine (PLR) sevk eden statik ve dinamik parametreleri elde etmeyi mümkün kılar.

Dinamik pupilometri sistemi PC bilgisayardan, IR aydınlatma modülünden, kayıt modülünden ve analiz modülünden oluşmaktadır. Bu modüller kumanda kolu kontrolü ile donatılmış oftalmolojik yarık bir lamba temeli tarafından desteklenir. Standart ayarlanabilir bir oftalmik alın dayanağı ve bir çene dayanağı da yarım lamba temeline bağlıdır ve ölçüm sırasında deneğin kafasının sabit durmasını sağlar. Bakış pozisyonundaki değişikliklerden kaçınmak için kırmızı bir nokta (0,5 cm çapında) 5m lik uzaklıkta çene dayanağının arkasına yerleştirilmiştir.

LED ışıkların dizilerinden oluşan kızılötesi aydınlatma ($\lambda = \text{nm}$, göz yüzeyinin toplam aydınlatılması ortalama 3 mW/cm^2) gözbebeğini karanlıkta şekillendirmek için kullanılır. Kızılötesi ışık korneal yüzey tarafından yansıtılır ve yüksek hızlı ve yüksek çözünürlüklü kameraya aktarılır.

75 mm odak uzaklığı olan bir nesne vasıtasıyla teste maruz bırakılan deneğin bir gözüne odaklanan kamera (Photon Focus, MV-D1024 E) dijital tek renkli ve tek seferde tarayabilen bir kameradır. Matrox Solios tipi görüntü aktarıcısı kamera çıktısının gerçek zamanlı deposunu sağlar.

PC elde edilen verileri tutar (bmp formatında gri tonlamalı bir gözbebeği görüntüsü) ve gözbebeği parametrelerinin ölçümlerini çerçeve çerçeve almak için Visual Builder çevresinde yazarlar tarafından geliştirilen amacına uygun bir yazılım aracılığı ile işler.

Kamera bizim gözbebeği boyutunun bir örnekleme oranında en az 100 Hz da kaydetmemizi sağlar ki bu da 100Hz için $1/100\text{Hz} = 0,01$ saniye zaman çözünürlüğünü verir. Uygulanan zamanlayıcının doğruluğu 0,4 us seviyesindedir ve bu yüzden ölçüm zamanındaki hata görmezden gelinebilir.

Kameranın sensörünün uzamsal çözünürlüğü 0,0106 mmdir. Sistem çözünürlüğe deneysel olarak siyah yuvarlak şekilleri bilinen çaplarla (gerçek gözbebeğine çok benzer) test ederek karar verilmiştir. Şekil çaplarının doğru değerleri 0,01 mm' den daha iyi bir doğrulukla mikroskop kullanılarak ölçülmüştür ve sırasıyla 2,69 mm, 4,98 mm ve 7,20 mm' ye eşittir. Şekillerin olduğu stant sabit bir uzaklığa pupillometrenin önüne yerleştirilmiştir (uzaklık ölçümler sırasında korneaya uyumlu pozisyonda idi) ve büyüklükleri sistemde ölçüldü. Şekil büyüklüğü (mm bazında) her bir şekil için sırasıyla elde edilen sonuca (piksel bazında) bölündü. Bu değeri yuvarlayarak önerilen sistemin uzamsal çözünürlüğü 0,02 mm olarak tahmin edildi.

Ölçüm sisteminin doğruluğunu teyit etmenin tek yolu ölçümleri yapmak ve sonra ölçülen değerleri doğru şekilde bilindiği varsayılan değerlerle karşılaştırmaktır (sistem çözünürlüğüne karar vermede kullanılan şekiller dikkate alınmıştır). Sistemin doğruluğu (örneğin; ölçüm çeşitliliğinde mutlak hata yüzdesi) 2,69mm, 4,98mm ve 7,20 mm için sırasıyla $\pm \%1,16$, $\pm \%0,63$ ve $\pm \% 0,43$ ' tür. Sistemin tekrarlanabilirliğini bulmak için bir operatör aynı şekli ölçümler arasında hareket ettirmeden birkaç kez ölçmüştür. Tekrarlanabilirlik (örneğin ölçüm çeşitliliğindeki maksimum standart sapma) $\pm 0,01$ mm, $\pm 0,03$ mm ve $\pm 0,03$ mm idi.

2.6.1 Pupilometre Kullanım Alanları

Pupilometre migrendeki otonom fonksiyon bozukluğu derecesini değerlendirmeyi mümkün kılar [31]. Aslında pupilogram parametrelerinin en son değerlerine migrenden 48 saat sonra ulaştırılır. OSS'nin etkilendiği yol sempatik ya da parasempatik sistemin baskın çıkıp çıkmadığına işaret eder [32]. Bu değerlendirme ayrıca sinir atağının şiddetini ölçmek için diyabet hastalığı için de ilginçtir. Diğer pupilogram anormallikleri Alzheimer hastalığında izlenir.

Pupilometri ayrıca nöroşirurji anesteziyoloji alanında bir takip etme aleti olarak da ilgi alanındadır [33]. PLR'nin farklı parametrelerinin asıl anormallikleri intrakraniyal basınçta artma olduğunda gözlenir, ikinci olarak da lokal kitle ya da yaygın ödemin etkisi ile ilgili olabilir. Bunlar kriz mekanizmasına göre tek yanlı ya da çok yanlıdır [34]. Bunlar intrakraniyal yüksek tansiyondan daha uzun sürerler.

Tüm beyin patolojisinde hasar görmemiş deneklerin sadece %1'lik kısmında asimetri bulunur. Pupilometri ciddi beyin travmalarının ilk değerlendirmesinde kullanılır. Pupilogram birçok ciddi hasta için çok fazla değişmiştir; ikinci olarak bu beyin ölümünün teşhisi daha sonradan yapılan hastalar için üretken değildir.

Pupilometrinin diğer uygulamalarından biri şuuru yerinde ve yerinde olmayan hastalar için acı kontrolüdür. Aslında gözbebeği büyümesi herhangi bir acı dürtüsü içermez [35].

Sadece dolaylı parametreler bilinçsiz hastalar için acıyı değerlendirmeyi mümkün kılar, bu parametreler (kan basıncı ve kalp atış oranı) birçok faktöre bağlıdır ve ağrı yitimi bozukluğu durumunda son zamanlarda değiştirilmiş gibi görünmektedir [36], [37].

Acıyı geçirmek için olan anestezide kullanılan opioidler, iyi tedavi edildiğinde acıya bağlı gözbebeği büyümesini engeller.

Ayrıca bölgesel anestezi genel anestezi ile birleştirildiğinde PLR'yi gözlemek bölgesel anestezi tarafından uyarılmış anestezik bloğun seviyesini belirlemeyi mümkün kılar [38].

Birçok molekül PLR'yi değiştirir [39]. Bu yüzden pupilometri ilaçsal madde bağımlılığının takibi için kullanılır. Bu tekniğin bir değerlendirmesi California'da yapıldı ve bu metot karlı ve etkili gibi görüldü [40], [41].

Pupilometri, sayısız medikal problemi takip etmek için bir araç olma vaadinde bulunur gibi görünen müdahalesiz bir tekniktir fakat bu aşağıda tarif edilen otomatikleştirilmiş sistem tarafından mümkün kılınan daha eksiksiz bir değerlendirme gerektirir. Bu çalışmanın amacı dinamik PLR ile ilgili bilgi birleştirici yeni bir araç yaratmaktır ve görüntü analizini kullanmaktır; amacı ise gözbebeği hareketinin ve miktar bozukluklarının fizyolojik modellemesini takip etmektir. Bu araç hasta yatağında kullanımı kolay olmalı ve tekrarlanabilir ölçümler sağlamalıdır.

2.7 SAKKAD VE SAKKADİK TEST

Sakkad kelimesi, ilk olarak Javal (1879) ve Landot (1891)'de istemli bakış esnasında ve okuma esnasındaki göz devinimlerini tarif etmek için kullanılmıştır. Görme alanının periferine enteresan bir görüntü hedef girdiğinde gözler hızlıca hareket ederek bu görüntüyü fovea üzerine aktarır ve bu göz hareketine sakkad denir [42]. Diğer bir tanımla gözün pozisyonu bir fiksasyon noktasından diğer bir fiksasyon noktasına uyarılar aracılığı ile geçişi sağlandığında oluşan hızlı göz hareketleridir. Bu hareketin iki işlevi vardır. Hareketin ilk amacı gözün bir nesneden diğer bir nesneye en kısa zamanda yönlendirilmesidir. Bu nistagmusun hızlı fazına denk gelir. Sakkadik hareketin ikinci mühim amacı ise bakılan nesnenin görüntüsünü mümkün olduğunca en kısa sürede fovea üzerine düşürmektir. Sakkadlar epeyce keskin bir hareketle meydana çıkarlar. Kişinin görme alanında meydana gelen bir uyarıcıya ya da bir anda ortaya çıkan bir ses'e bakması, kişinin bir yazıyı okurken satırlar boyunca hızlı hızlı, kesik kesik göz devinimleri ya da bir sınıf ortamında sıralarda oturan öğrencileri, gözleriyle sayan bir öğretmende meydana gelen göz devinimleri sakkadlara örneklerdir.

Sakkadik hareketlerin değerlendirilmesinde sakkad hızı amplitüd karşısında değerlendirilir. Sakkadik göz hareketleri istemli veya refleksif olabilmektedir.

2.7.1 Resfleks Sakkadlar

Retinanın periferik kısmında, görsel bir hedefin ortaya çıkması ile görsel yönlendirimli sakkadlar veya etrafta beklenmeyen bir anda gürültü ile refleks işitsel sakkadlar uyarılır [43].

2.7.2 İstemli Sakkadlar

2.7.2.1 Görsel yönlendirimli sakkad

Retinanın periferik kısmında görülebilen hedefi internal olarak uyararak hedefi foveada yakalanması olarak tanımlanabilir.

2.7.2.2 Bellek yönlendirimli sakkad

Deneğin gözler ilk hedefe bakıyor iken, görme alanında deneğin bakmadığı ikinci bir hedef ortaya çıkar ve sonrasında ortadan kalkar. İki saniye bekleyip ortadan kalkan hedefin anımsanan yerine yapılan sakkad'a bellek yönelimli sakkad denir.

2.7.2.3 Kestirmece sakkad

Önce gözler belirli bir hedefe takılıdır. Periferik görme alanında ortaya çıkan ikinci bir hedefe bakıp gözler tekrardan birinci hedefe takılır. Bu esnada ikinci hedef artık ortadan yok olur. Ortadan kaybolan hedefin yeri kestirilip oraya yapılan sakkaddir.

2.7.2.4 Tersine sakkadlar

Bir anda beliren görsel bir hedefin tersi istikametine yapılan istemli sakkadlardır. Bu sakkadlar yapıldığı zaman, hem istemli çaba hemde dikkat gereklidir. Çünkü görsel hedefe refleks sakkadları baskılanmalıdır.

Sakkadik testte hastadan ışık barının merkezine göre 15–20 derecelik bir açı ve 2–3 saniyelik boşluklarla sağda ve solda yanan ışıkları başını hareket ettirmeden izlemesi istenir. Sakkadik test sonuçları deneğin görmesindeki yeterlilikle ve kooperasyonu ile ilgilidir. Sakkadın hızı; deneğin belli bir noktaya bakması komutu verilmesi ile sakkadın meydana gelmesi arasındaki geçen süredir. Normal şartlarda bu süre 250-350 msn olarak ölçülür. Bu aralık üzerindeki değerler uzama olarak kabul edilir. Sakkadik hareketler yorumlanırken üç değişkene bakılır. Sakkadik hareketlerin hızı, sakkadik hareketlerin başlama latansı, sakkadik hareketin doğruluğu.

2.7.3 Sakkadik Hız

20 derecelik bir sakkadik hareket için sakkadik hız EOG tekniği ile 210 msn ile 510 msn arasındadır. En yüksek sakkadik hızın normalden hızlı olması yada yavaşlaması sakkadik hız anormallikleridir.

Sakkadik hareketlerin yavaşlaması yorgunluk ve uykusuzlukta, göz kaslarında ve bunların sinirlerine ait hastalıklarda, serebellar hastalıklarda, bazal gangliyonları tutan hastalıklarda görülebilmektedir.

2.7.4 Sakkadik Hareketin Latansı

Görsel uyarının hastaya verilmesi ve bu uyarın sonucunda sakkadik hareketin meydana çıkması arasındaki geçen süre farkıdır. Sağlıklı kişilerde elektrookulogram yöntemi ile 20 derecelik amplitüdü olan bir sakkadik hareket için latans 192 msn (129–255 msn) olarak belirlenmiştir. Sakkadik hareketin latansını ölçmek üzere türlü test teknikleri geliştirilmiştir.

Bu test teknikleri anti sakkad test, random test ve ekspres sakkad test olmak üzere üç'e ayrılır. Bu testte hedef önceden öngörülemeyen bölgeye, öngörülemeyen bir zamanda hareket eder.

Hastanın uyarının çıkacağı anı tahmin ederek öncesinde bir göz hareketinde bulunması veya kalibrasyon hatası yapması latansın kısılmasına sebep olabilir. Latansın uzaması ise bazal gangliyonları tutan hastalıklarda ve dikkat eksikliğinde meydana gelir.

2.7.5 Sakkadik Hareketlerin Doğruluğu

Sakkadik hareketlerin doğruluğunun bozulduğu durumlar dismetri olarak isimlendirilir. Bu tarz durumlar oküler ve santral sinir sistemi bozukluklarında meydana gelebilir.

2.8 FİKSASYON

Fiksasyon, çevreden görsel verilerin bir araya getirilebilmesi için objelerin görüntülerinin keskin görüşüne sahip olabilmek için her iki foveaya düşme olayına denir. Bir diğer tabirle fiksasyon, göz devinimleriyle bir yerden bir yere göçertilen devinmezlik evresidir [44]. Gözler fiksasyon halindeyken devinmektedir. Tek gözün bir görüntüye takılmasına “monoküler fiksasyon”, iki gözün görüntüye takılmasına ise “binoküler fiksasyon” denmektedir. Kastenbaum’a göre fiksasyon için objeye sahici bir dikkat, iyi bir foveal fonksiyon, kolaylıkla ayırt edilebilecek objeyi farklı kılacak bir ortam, doğrudan foveal görüş gerçekleşmelidir. Ayrıca fiksasyon her ne kadar devinimsiz evre olarak tanımlansa da gözler fiksasyon esnasında, görünüşte devinimsizdir.

Fiksasyon karmaşık motor bir faaliyet neticesidir ve bu esnada bazı devinimcikler oluşabilmektedir.

Geçmişte fiksasyon esnasındaki istemsiz devinimler Jurin (1738) ve Helmholtz (1924) tarafından incelenmiştir. Ancak nicelik olarak yorumlanabilmesi için fotoelektrik ve diğer gerekli deneysel tekniklerin ilerlemesi beklenmiştir.

Baş sabit tutularak, göz devinmesi ile gerçekleştirilen santral fiksasyon limitleri içerisindeki alana, “fiksasyon alanı” denmektedir. Başın ve gözün devinimi ile elde edilen fiksasyon alanı, “pratik fiksasyon alanı” olarak tanımlanır. Görme alanı ise baş ve göz devinmez iken, fiksasyon halinde parlaklık, şekil ve rengin ayırt edilebileceği alandır.

2.8.1 Binoküler ve Monoküler Fiksasyon

Baş sabit iken gözlerin belli bir noktaya takıldıklarında meydana gelen bileşik görme alanına binoküler görme alanı denir. Gözler devinirken ve baş sabit iken santral bifiksasyon içerisindeki alan fiksasyonun binoküler alanıdır.

Foveada görüntünün en başarılı şekilde yerleştirilip, gözlemcinin perimetre kolundan objeyi izleyerek uzun zaman fiksasyon yapmadığı durumda varılan sınırın çevirdiği alana monoküler fiksasyon alanı denmektedir. Bahsedilen bu sınırlar göz küresinin refraksiyonuna ve göz etrafındaki yapıların konfigürasyonuna bağlıdır. Kişisel farklılıklar geniştir. Hoffman'a göre yukarı bakış için 34°, içeri bakış için sınır 46°, dışa bakış için 42° ve aşağı bakış ise 54° ile en geniş sınır olmaktadır [45].

2.9 EMOSYON

Emosyon sözcüğü Latince'de "harekete geçirme, oynatma" anlamındaki emovere sözcüğünden gelmektedir. Türkçe kullanımında ise ruhsal alandaki bazı oynamalar olarak kullanılmaktadır.

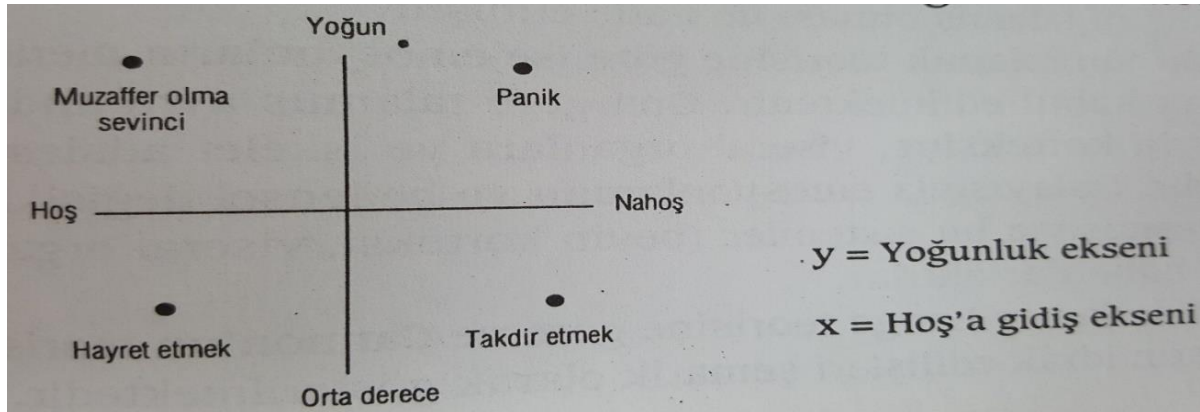
Amerikalı psikolog ve filozof William James 1984 yılında emosyon kavramına değinmiştir. Öncesinde de filozoflar bu konu ile ilgilenmişlerdi. Onlara göre emosyon akli tehdit eden şeylerdi. Emosyon ve akıl için en fazla yapılan benzetme "köle ve efendi" benzetmesidir. Yani aklın gücü emosyonun çeşitli baskı ve tehdit dürtülerini başarılı bir şekilde bastırıyordu. Örneğin herhangi bir canlı tehlike altındayken tedirginlik ve korku duyguları ön plana çıkar ve bu organizmayı bu duygulardan savunma yoluna iter. Korku emosyonu canlının tehlikeden uzaklaşma ve kendini güvence altına alma hissiyatını arttırıp ve bu konuda motive ederken yüzündeki korku mimikleri ise canlının etrafındakilere potansiyel bir tehlike olduğundan adeta uyarı niteliğindedir. Bir korku hali emosyonel bir değişmeye sebep olabilecek bir durumdur.

Fakat bu korku hali çok hafif olabileceği gibi çok şiddetli de olabilir. Bütün korku durumlarında üç kardinal durum olan şuur durumunda, otonom sinir sistemi fonksiyonlarında ve davranışlarda değişiklikler bulunur.

Bunlar hafif korkma halinden aşırı terör hissetme haline kadar değişik durumları yansıttıklarından gösterdikleri şuur bulanmaları, fizyolojik değişiklik halleri ve davranış değişiklikleri farklılık göstermektedir.

Emosyonun birçok tanımı bulunmaktadır. Bu ekolün mensuplarından bir kısmı emosyon terimini izah için introspeksiyon metodunun üzerinde durmuşlardır. Bunlar kişilerin öfkeli olduklarında, onların şuurlu kişiliklerinin bir kısmının bu sevmedikleri öfke ve kızgınlık hali ile karşı karşıya kalarak, kişiye kendisinin içinde bulunduğu bu durumunu tarif ettiğini ifade etmektedirler.

Fonksiyonalistler ise daha çok emosyonun fonksiyonları üzerinde durmuşlar ve emosyonların kişinin çevreye uyum sağlaması için önemli bir zihni fonksiyon olduğunu belirtmişlerdir. Daha sonra ortaya çıkan davranışçılar ise emosyonlara subjektif bir takım psikolojik hastalık hallerinin bir belirtisi olarak bakmışlardır. Yirminci asırda kognitif psikoloji ekolünün hakimiyet kazanmasıyla da emosyonlara bakış açısı değişmiş ve emosyonlar günümüzde aynı idrak, hafıza ve diğerleri gibi ayrı bir başlık altında incelenmeye başlamıştır [46].



Şekil 2.9: Emosyonların hoş veya nahoş oluş derecelerinin yoğunluğuna göre iki boyutlu eksen üzerinde gösterimi [46].

Kleinginna ve Kleinginna bugüne dek sözü edilen 92 emosyon tanımını bir araya getirerek analiz etmiştir [47].

Tutarlılık sağlamayan bu tanımlamalar içinden derlenen bilgilerle, emosyonların diğer objektif ve subjektif faktörlerle bir arada hormonal ve nöronal sistemler tarafından yönlendirilen komplike etkileşimler olduğuna karar verilmiştir.

17. yüzyılda filozof Spinoza, emosyonların motivasyonel tarafına değinmiş ve bunu da organizmanın kendi varlığını koruma dürtüsünden elde edebileceğini öne sürmüştür [48].

Spinoza'ya göre varlığını sürdürme gayreti temel emosyon olarak "arzuyu" belirler ve bu gayretin desteklenmesiyle sevinç, engellenmesiyle de keder meydana gelmektedir.

Bu sebeple Spinoza sevinç, arzu ve keder olmak üzere üç temel emosyondan bahsetmiştir ve diğer tüm emosyonların da bu üç temel emosyondan meydana geldiğini ileri sürmüştür "The Ethics" isimli kitabında emosyonlar ve doğasına ilişkin fikirlerini yazan Spinoza, emosyonların doğası ve ilk nedenini araştırmış ve emosyonu beden ve bilişin aktif ya da pasifliği olarak adlandırmıştır. Spinoza için tüm varlıkla devamlı bir salınım halindedir. Salınımın aktif ya da pasif olması bizim durumumuzu belirler. Bu ruhsal değişimler bedende devamlı bir karşılık bulur.

Her bir dalgalanmanın diğeri üzerinde bedensel bir tesiri meydana gelir ve Spinoza bu etkiye (affectio) “bedenin duygulanışı” ismini vermiş, bu bedensel duygulanışın bilişte oluşan karşılığına “fikir” tanımlaması yapmıştır. Bunun zihindedeki kalıntısına “imaj” adı verilirken bireyin gerçeklik algısı üzerindeki tesirine de “duygulanım” adını vermiştir.

Bahsedilen bu salınımları üç gruba ayırmıştır:

a) Nötr, tarafsız salınımlar:

Değişim göstermeleri herhangi bir yapıyı bozmaz ya da değişime sebep oluyorsa da farklı bir biçim değişikliği ile ortadan kaldırılır. Bilinç düşünceleri algılar ancak etki oluşturmadığı için emosyonu algılamamaktadır. Kişinin ortalama durumunu yansıtır.

b) Olumlu salınımlar:

Mevcut bozulmayı veya kötüleşmeyi ortadan kaldırır ve böylece kişinin ortalama haline kavuşmasına yardımcı olur. Kişinin varlığını sürdüreceği kudretini yeniden kazanması yönünde destekler, yardım eder. Böylelikle zihindeki var olan fikirler artış gösterir, kişiyi aktif hale getirir, zenginleşir, eyleme geçirir. Sevinç ve neşenin kaynağında budur.

c) Olumsuz salınımlar:

Kişinin varlığını sürdürme gayretini, dış ortamın faydası için sınırlandırır. Bu sınırlandırmanın boyutuna göre zihindeki düşünceler de aynı oranda azalır, çeşitliliğini yitirir ve zihnin gücünü oldukça aza indirir. Üzüntü ve kederin meydana gelmesi bu şekildedir.

2.9.1 Emosyonel Durumlarda Görülen Fizyolojik Değişiklikler

Emosyonlar genelde otonom sinir sisteminin sempatik bölümü tarafından kontrol altında tutulmaktadır. Çok kısa süren saniyeler içinde bu sistem büyük ölçüde bedensel değişikliklere sebep olabilir ve böylece kişiyi bir acil duruma hazır hale getirir.

Bir emosyonel gerginlik esnasında kan basıncı yükselerek nabız sayısında anlamlı derecede artmalar meydana gelir ve böylece kalbin pompaladığı kan efora ihtiyacı olan iskelet adalelerine daha bol miktarda gönderilmeye başlanır.

Gerekli vazakonstriksiyon meydana getirilerek kanın belli alanlara sevki durdurulur ve böylece daha gerekli olan vücut sahaları için daha çok kan kullanılır. Solunumun artması ile kişinin oksijen alımında da bir artma olur.

Kan şeker seviyesi arttırılarak adaleler için gerekli olan fazla enerji temin edilir ve adele fonksiyonlarının verimliliğini düşüren laktik asit ortadan kaldırılır. Pupilla dilate olarak daha çok ışık göze girer.

Keza ortaya çıkması muhtemel yaralanmalara karşı kanın kimyasal yapısında pıhtılaşmanın olması için pıhtılaşma mekanizmaları harekete geçerek gerekli maddeler kanda artar. Histamin seviyesinde değişiklik meydana gelir ve ağrı eşiği yükseltilerek ağrının duyumu azalır.

2.9.2 Emosyonel Durumlarda Görülen Davranış Değişiklikleri

Emosyonlarımız davranışlarımızı büyük ölçüde etkiler. Mesela duruş şekli, yüz ifadesi, ses tonumuzda meydana gelen değişiklikler ve benzeri durumlar emosyonlar tarafından etkilenip değişmektedirler. Araştırmacılar genellikle yüz ifadesinde meydana gelen değişmelerin irsen intikal etmediğini, bunların kültür ile yakından ilgili durumlar olduğu üzerinde birleşmektedirler. Bir kültüre mensup insanlar bir üzüntü durumu halinde benzer yüz ifadeleri sergilemektedirler. Burada bütün insanların temelde müşterek olan bir kollektif alt şuura sahip oldukları göz ardı edilmemelidir. Bu emosyonel durumlar mutluluk, üzgünlük, nefret, kızgınlık, korku, sürpriz gibi durumlardır. Ayrıca bunların yanında insanların duygularını ifade etmek amacı ile meydana getirdikleri sössüz dokunuşlar vardır. Dokunma sosyal anlamda etkileşim kurmak için insanlar tarafından kullanılan etkili bir yöntemdir. Dokunma davranışın göstererek kişiler, sevgi, anlaşma, niyet, destek olma gibi aralarında birden fazla emosyon hallerini ifade edebilirler.

Birbirinden farklı dokunuş çeşitleri farklı anlamlar ifade etmektedir, örnek verecek olursak, kızgınlık ifadesi olarak şiddet göstermek(tokat atmak), anlaşma ya da tebrik etmek niyetini ortaya koyan tokalaşmak veya insanlarda ya da hayvanlarda sakinleştirici, stres düzeyini azaltıcı bir etkiye sahip olan sevişme gibi dokunuş halleri kişilerde, çeşitli emosyon hallerini ifade etmelerini sağlar [49].

2.9.3 Cinsiyet ve Emosyon

Emosyonel proseslerde cinsiyete göre farklılıklar olduğu uzun yıllardır bilinir, ancak bu farklılıklar bir çok etmenlerden etkilenir. Emosyonel fonksiyonlarda cinsiyete has farklılıklar; biyolojik ve bilişsel parametreler, sosyokültürel ortam tarafından sınırlandırılır. Araştırmalara göre kadınların emosyonları erkeklere göre daha yoğun yaşadıkları belirlenmiştir. Şaşırma, korku, suçluluk, utanç, üzüntü ve mutluluk kadınlarda daha sık görülürken, erkeklerde ise aşağılama, öfke, onur duyguları daha yoğun olarak görülür [50], [51].

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

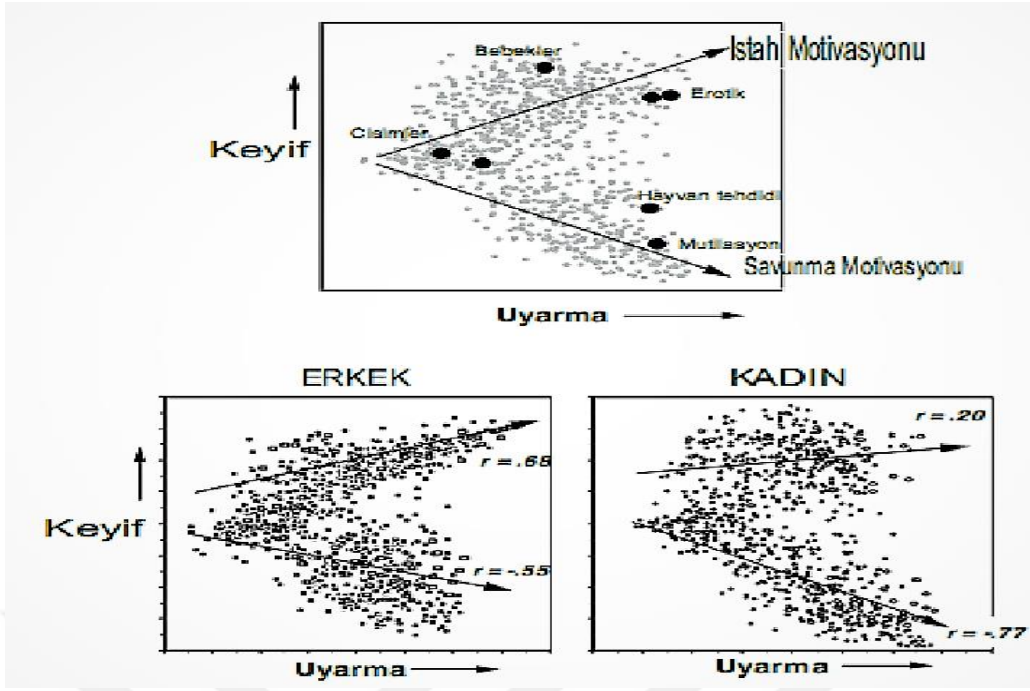
3.1 UYARANLAR

3.1.1 IAPS Nedir ?

IAPS(International Affective Picture System) erkek ve kadın bireylere uygulanan zevk, uyarılma ve baskınlık derecelerini içeren duygusal olarak anımsatıcı, çeşitli kategorilerden meydana gelen fotoğraflardan oluşan büyük bir setdir. IAPS şu anda dünya çapında duygu ve dikkat deneylerini araştırmakta, duygusal uyarıcıların seçiminde deneysel kontrol sağlamakta, farklı çalışmalarda sonuçların karşılaştırılmasını kolaylaştırmaktadır. Bu set hazırlanırken, emosyonel durumların gerçek hayattaki vakalar ve görüntüler tarafından meydana gelebileceği varsayılmıştır. En güncel sürümü 1196 fotoğraftan meydana gelir. Bu set insan, soyut, tiksinti, manzara, cinsellik, vahşet, savaş, mutluluk vb. birçok unsuru kapsayan fotoğraflardan meydana gelmiştir. Fotoğrafların her birinin baskınlık (dominance) değeri, duygulanım değeri (valence) ve uyarma (arousal) düzeyleri farklılık göstermektedir.

Bu değerler kadın, erkek, ve çocuk popülasyonunda ayrı olarak hesaplanmıştır. Duygulanım düzeyi “en keyifli”den “en keyifsiz”e çeşitlilik gösterir ve bu “iştah-savunma” sistemleri ile ilgilidir. Uyarma değeri ise duygulanım cevabının şiddetine bağlı olarak “sakin(quiet)”den “hareketli (excitation)” ye doğru farklılık gösterir. Baskınlık değeri ise algılanan nesne ile algılayan kişi arasındaki boyutu gösterir. International Affective Picture System resimlerinin normları NIMH dışında farklı merkezlerde farklı gruplarda, farklı kültürlerde de test edilmiş ve normların geçerliliği kanıtlanmıştır. Libkuman ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada uyarma, duygulanım, ve baskınlık düzeyine ilave olarak anlam ifade etme değeri, hatırlanabilirlik, ayırt edicilik, tanıdıklık gibi özelliklerine de bakılmış ve deney yapılan gruba bu fotoğrafların sunumu sonrasında emosyonlarını (üzüntü, mutluluk, şaşırma, tiksinti ve korku) puanlamaları doğrultusunda bir istekte bulunarak her resim için bu özelliklere dair 9 puan üzerinden değerler tespit edilmiştir [52], [53].

IAPS kullanılarak ortaya çıkan emosyonel yanıtlar; özbildirim kadranları (özellikle SAM-Self Assesment Mannikin, Likert tipi skala, Görsel Analog Skala ile), korrugator kas aktivitesi, irkilme refleksi, deri iletim yanıtları, kalp atım hızı gibi elektrofizyolojik göstergelerle veya beyin görüntüleme teknikleri ile ölçülebilmektedir.



Şekil 3.1: IAPS fotoğraflarının oluşturduğu affektif alan

IAPS'deki her resim, ortalama zevk ve uyarılma derecesine göre 2 boyutlu duyuşsal bir alana yerleştirilir. Alt paneldeki erkek ve kadınların gösterildiği IAPS resimleri için duyuşsal alan biraz farklıdır, erkekler hoş fotoğraflar için zevk ve uyarılma dereceleri arasında daha sıkı bağlantı (daha yüksek doğrusal korelasyon) gösterirken, kadınlar hoş olmayan resimlerde zevk ve uyarılma arasında daha sıkı bir bağlantı (yüksek doğrusal korelasyon) gösterir.

3.1.2 Duyuşsal Alan

Şekil 3.1’de her bir resmin ortalama zevk ve uyarılma derecesiyle tanımlanan 2 boyutlu uzayda çizildiği zaman ortaya çıkan duyuşsal alanı gösterilmektedir. Bu duyuşsal alanın birkaç karakteristik özelliği vardır, zevk puanları X ekseninde çizildiğinde zevk puanları Y ekseninde veya U şekilli bir fonksiyon olarak çizildiğinde “bumerang” olarak şekillendirilmiş gibi görünmektedir.

Tüm resim dizisi boyunca, zevk ve uyarılma derecesi arasındaki doğrusal korelasyon nispeten zayıftır ($r = .28$), karesel ilişki ise daha kuvvetlidir ve ilişkiyi yakalayıp hedonik değerlendirme oranları giderek arttıkça duygusal uyarılma artar [54].

3.1.3 IAPS ve Resim İçeriği

IAPS'deki resimler semantik içerik bakımından geniş çapta farklılık gösterse de, bunlar öncelikle duygusal tepkileri uyandırma yetenekleri için seçilmiştir. İnsanlarda en çok duygu uyandıran resimler, insan ajanlarını, aktivitelerini ve olayları tasvir edenleri içeriyor; sonuçta IAPS'deki resimlerin yarısından fazlası hoş, nötr veya hoş olmayan faaliyetlerde bulunan kişileri gösteriyor. Şekil 3.2'de insanların, hayvanların, nesnelere (yaşamayan) ve sahnelerin dört temel anlamsal kategorisindeki resimlerin oranını göstermektedir.

Genel olarak, insanları içeren hoş olmayan resimler (2.6) hayvanların hoş olmayan resimlerinden (3.4) daha hoşnutsuz olarak değerlendirilmektedir. Ancak hoş olmayan insan ve hayvanların her ikisi de yüksek uyarılma dereceleri (5,7 ve 5,8) istemektedir.

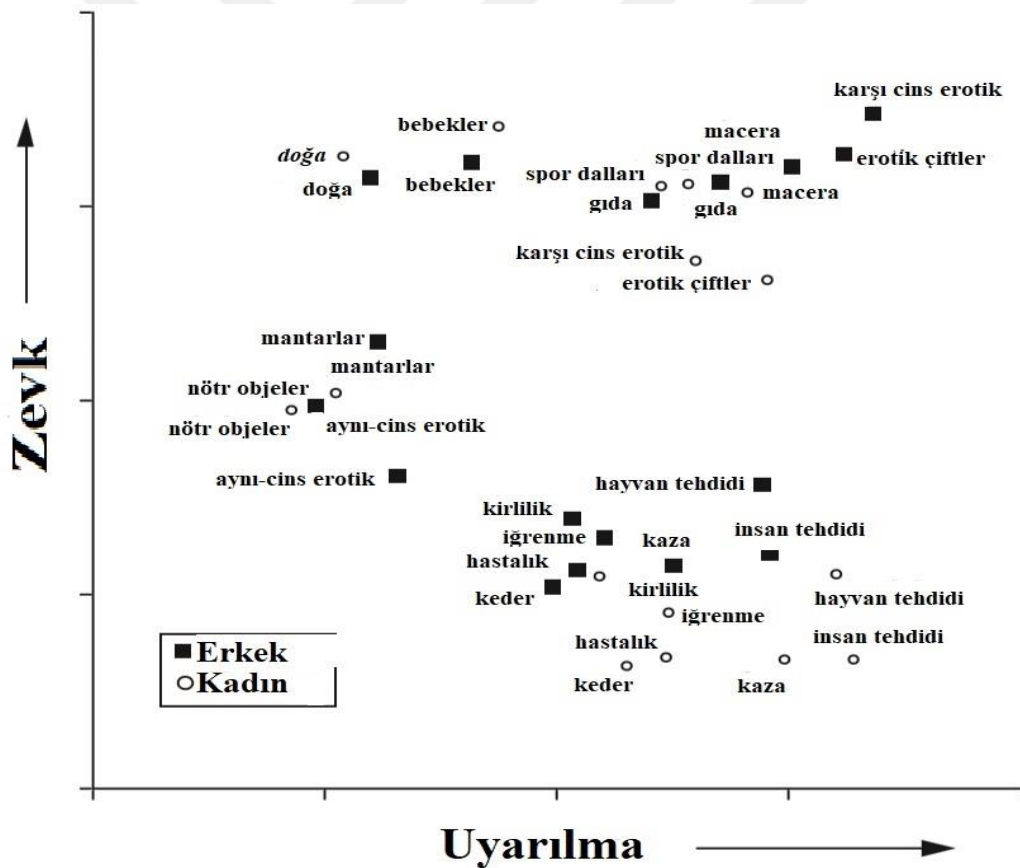
		Ortalama Zevk	Ortalama Uyarılma
İnsanlar (.59*)	.21 Olumsuz	2.6	5.7
	.15 Nötr	5.1	4.2
	.23 Olumlu	6.9	5.2
Hayvanlar ¹ (.13)	.04 Olumsuz	3.4	5.8
	.03 Nötr	4.8	5.0
	.06 Olumlu	7.1	4.2
Nesne (.19)	.05 Olumsuz	3.1	5.4
	.09 Nötr	5.1	3.3
	.05 Olumlu	6.9	4.8
Sahneler (.09)	.01 Olumsuz	3.1	5.0
	.03 Nötr	5.0	3.9
	.05 Olumlu	7.1	4.1

Şekil 3.2: IAPS'deki resimlerin oranı ve ortalama zevk ve uyarılma dereceleri içeriği [55]

Nesneler hoş hayvanlardan daha fazla uyandırıcı olmasına rağmen, hoş resimler için (erotika, spor, macera gibi) insanları içerenler hoş bir hayvan veya nesneden (sırasıyla 4,2 ve 4,8) daha yüksek bir uyarılmaya (5,2) sahip olma eğilimindedir. (ör. yavrular, tavşanlar, geyik, vb.). En rahatsız edici hoş nesnelere arasında insanların ihtiyaç duyduğu şeyleri (örneğin yiyecek) veya arzuyu (örn. Para, spor arabaları) tasvir eden resimler yer alır.

Tarafsız resimlerin insanlar veya hayvanlardan daha fazla nesne içermesi daha olasıdır ve aslında tarafsız hayvanlar ve insanlar, nötr olmayan nesnelere göre daha fazla uyandırıcı olarak değerlendirilirler.

Genel olarak, duygusal alanın şekli yine erkekler ve kadınlar için benzerdir. Öte yandan, tüm kadınların hoş olmayan içeriği erkeklerle oranla daha nahoş ve daha uyandırıcı olarak değerlendirdiği açıktır ve erkekler erotik uyarılara (çiftler ya da zıt cinsellik erotica) kadınlara oranla daha fazla uyandırıcı ve daha keyifli olurlar [51]. Bu veriler, duyuşsal alandaki cinsiyet farklılıklarının yanı sıra, zevk ve uyarılma raporlarında bulunan bireysel önyargılarla tutarlıdır. Daha da önemlisi, kadınların hoş olmayan tüm içeriği erkeklerle göre daha rahatsız edici ve nahoş olarak değerlendirdiklerini (sadece hoş olmayan içeriklerden ziyade), hoş olaylara yönelik erkeklerin önyargılarının açıkça erotik materyaller için daha belirgin olduğunu belirtmektedirler.



Şekil 3.3: Erkek ve kadınlarda, duygusal alanda çizilen IAPS'deki resim içerikleri

3.1.4 Uyarın Seçimi

Deneyde IAPS (Uluslararası Affektif Resim Sistemi)'den seçilmiş toplamda 60 adet dijital renkli fotoğraf kullanılmıştır (bkz. Ek A). Fotoğrafların seçiminde değerlik puanlarını içeren afektif normlar belirleyici olmuştur.

Lang ve arkadaşları [55] tarafından sürdürülen norm çalışmasında her bir fotoğrafın değerlik düzeyleri 9'lu Likert tipi bir ölçek üzerinde değerlendirilmiştir.

Ölçekte uyarılma düzeyinin en düşük olması "1" ile en yüksek olması "9" ile ifade edilmektedir. Değerlik düzeyi bakımından ise "1" en olumsuz durumu, "9" en olumlu durumu ifade etmektedir.

Deneyde kullanılmak üzere IAPS'den edinilen fotoğraflardan olumlu, nötr ve olumsuz olmak üzere 3 farklı uyarın grubu oluşturulmuştur. Olumlu ve olumsuz uyarınlar seçilirken mümkün olduğunca en zıt değerlik düzeyleri ele alınmıştır. Uyarın gruplarının meydana getirilmesi aşamasında olumlu uyarınların değerlik puanları 7,90'nın üzerinde, olumsuz uyarınların değerlik puanları 1,70'in altında ve nötr uyarınların değerlik puanı ise 3,47 ile 5,22 arasında olan fotoğraflar arasından seçilmiştir.

3.1.5 Uyarın Gruplarının Özellikleri

Uluslararası affektif resim sisteminden değerlik normları temelinde tercih edilen uyarınlardan oluşturulan uyarın gruplarının özellikleri aşağıda detaylı olarak ele alınmıştır.

3.1.5.1 Düşük değerlik düzeyine sahip uyarın grubu

Bu grupta yer alan 20 fotoğrafın değerlik puanları 1,31 ile 1,70 arasında değişmektedir. Fotoğrafların içeriği kadın, erkek ve çocuk olumsuz (örn. parçalanmış insan cesetleri) durumlarından oluşmaktadır. Olumsuz fotoğrafların hepsi değerlik düzeyleri en düşük olanlardan seçilmiştir bunun sebebi ise; ölçüm sırasında pupil boyut değişimlerinin belirgin bir şekilde gözlemlenebilmesidir.

3.1.5.2 Yüksek değerlik düzeyine sahip uyarın grubu

Yüksek değerlik düzeyine sahip bu gruptaki 20 fotoğrafın değerlik puanları 7,90 ile 8,34 arasında değişmektedir. Bu gruptaki uyarınlar seçilirken çalışmanın sonuçlarının doğruluğu açısından, değerlik düzeyleri en yüksek olanlar arasından seçilmiştir.

Bu fotoğraflarda olumlu durumlara sahip kadın, erkek, çocuk, doğa manzaraları ve hayvan resimleri (örn. sevimli hayvan ve bebek resimleri, güzel doğa manzaraları) yer almıştır.

3.1.5.3 Değerlik açısından nötr uyarılma düzeyine sahip uyaran grubu

20 adet fotoğrafın yer aldığı bu uyaran grubunda değerlik puanları 3,47 ile 5,22 arasında değişmektedir. Bu grupta da kadın, erkek, çocuk ve nesnelere yer almaktadır. Fakat bu grupta yer alan kadın, erkek, çocuk ve nesnelere (örn. düz bir şekilde poz vermiş kız çocuğu, boş bir kase, boş bir tabure) olumlu ya da olumsuz bir duyguyu tetiklememektedir.

IAPS'den edinilen bahsedilen uyaran gruplarının özellikleri Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) yazılımı kullanılarak gerekli hesaplamalar yapılmış ve tablo 3.1, 3.2 ve 3.3'de detaylı bir şekilde sunulmuştur.

Tablo 3.1: Tanımlayıcı veriler

	N (Örneklem Büyüklüğü)	Ortalama	Standart Sapma	Std. Hata	95% Ortalama Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
Olumlu	20	8,1015	,11713	,02619	8,0467	8,1563
Olumsuz	20	1,5335	,09455	,02114	1,4892	1,5778
Nötr	20	4,6010	,41195	,09212	4,4082	4,7938
Toplam	60	4,7453	2,71738	,35081	4,0434	5,4473

Tablo 3.1'de görüldüğü üzere spss programı yardımı ile uyaran gruplarına ait değerlik puanlarının ortalaması, standart sapma değeri, hata oranı ve uyarıların %95 güven aralığındaki alt ve üst sınırları hesaplanmıştır. Grupların ortalamaları'nın arasındaki farkın olumlu ile olumsuz arasında oldukça yüksek, nötr grubun ise her ikisinde hemen hemen eşit miktarda olduğu görülmektedir.

Tablo 3.2: Uyarıların değerk puan aralıkları

	En Az	En Çok
Olumlu	7,90	8,34
Olumsuz	1,31	1,70
Nötr	3,47	5,22
Toplam	1,31	8,34

Tablo 3.2’de görüldüğü gibi seçilmiş olan her uyarı grubunun IAPS (uluslararası affektif resim sistemi)’de yer alan değerk puanlarının alt ve üst limitleri ve toplamında ise en az kısmında en düşük değerk puanı, en çok kısmında da en yüksek değerk puanı gösterilmektedir.

Tablo 3.3: Varyans analizi

	Karelerin Toplamı	Df (Serbestlik Derecesi)	Ortalama Kare	F	Sig.
Gruplar Arasında	432,011	2	216,006	3368,725	,000
Gruplar İçinde	3,655	57	,064		
Toplam	435,666	59			

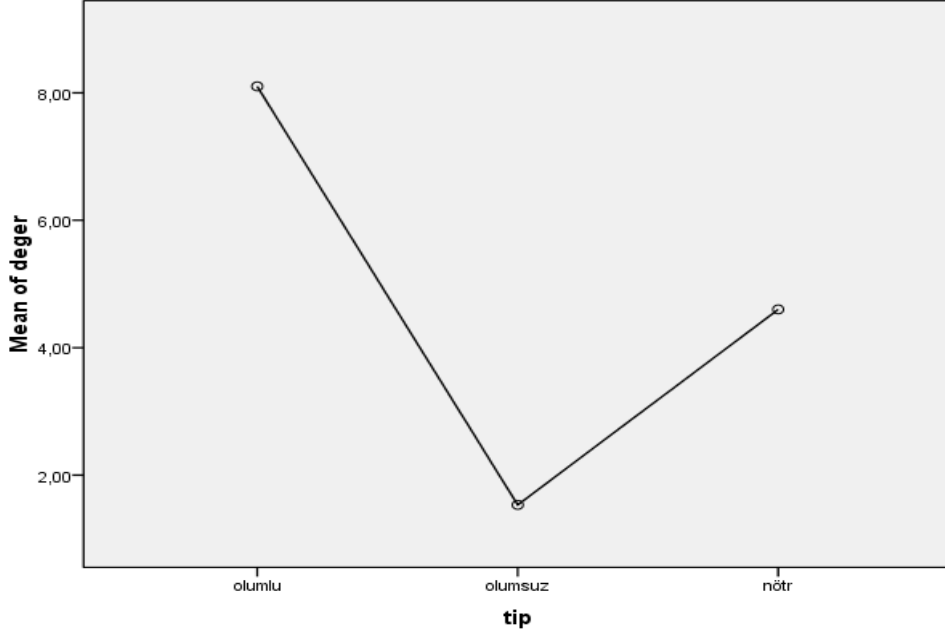
Sig. Değeri’nin 0.05’den küçük olması nedeni ile gruplar arasında ortalamalar bakımından anlamlı bir farklılık olduğu söylenebilmektedir. Serbestlik derecesi’nin gruplar arası formülü: (grup sayısı – 1) yani olumlu, olumsuz ve nötr olmak üzere 3 adet grup olduğundan $3 - 1 = 2$ sonucunu vermektedir. Grup içi formülü ise; (grup sayısı – 3) burada da grup içinde toplam 60 adet fotoğraf olduğundan $60 - 3 = 57$ sonucunu almaktayız.

F değeri gruplar arasında deneysel etkiden dolayı oluşan bir fark olup olmadığı bilgisini vermektedir. F değerinin anlamlı çıkması 3 grubun da ortalamalarının birbirinden oldukça farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 3.4: Çoklu karşılaştırmalar

(I) tip	(J) tip	Ortalama Farkı (I-J)	Std. Hata	Sig.	95% Güven aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
olumlu	olumsuz	6,56	,08	,00	6,37	6,76
	nötr	3,50	,08	,00	3,30	3,69
olumsuz	olumlu	-6,56	,08	,00	-6,76	-6,37
	nötr	-3,06	,08	,00	-3,26	-2,87
nötr	olumlu	-3,50	,08	,00	-3,69	-3,30
	olumsuz	3,06	,08	,00	2,87	3,26

Tablo 3.3'deki varyans analizinde sig. değerlerine baktığımızda gruplar arasında anlamlı bir farklılık çıktığından, gruplar arası farkların hangi durumlarda olduğunu anlayabilmek için tablo 3.4'de görülen çoklu karşılaştırmalar analizine başvurulmaktadır. Çoklu karşılaştırma analizinden de anlaşıldığı gibi uyaranların değerlik puanlarının ortalamalarındaki en yüksek farklılık olumlu ile olumsuz grupları arasında görülmektedir, nötr grup ise olumlu ve olumsuz gruplara eşit uzaklıkta bulunmaktadır. Çalışma sonuçlarının sağlıklı çıkması açısından uyaran seçiminde de uyaran gruplarının özellikle olumlu ile olumsuz grupların çok zıt duygulanımlar yaratması hedeflenmiştir. Böylelikle tablolardaki çıkan sonuçlarda çalışmanın amacına ulaştığını göstermektedir.



Şekil 3.4: Uyarıların değerlik puanlarının ortalaması

Şekil 3.4’de IAPS’den edinilen uyarı gruplarına ait değerlik puanları gösterilmektedir. Görüldüğü üzere olumlu uyarı grubunun değerlik puanı genel olarak 8 ve üzeri, olumsuz uyarı grubunun değerlik puanı genel olarak 2’nin altında ve son olarak nötr uyarı grubunun değerlik puanı genel olarak 4.50 seviyelerinde seyretmektedir.

3.1.6 Uyarı Sunumu

Uyarı fotoğrafları göz takip yazılımı için kullanılan ogama isimli programa karışık bir şekilde eklendi. Slayt gösterisi yapılmak üzere programa uyarıların karışık olarak eklenmesinin sebebi ise katılımcıların deney sırasında fotoğrafları izlerken bir sonraki gelecek fotoğrafı tahmin edebilmesini engellemektir. Bu şekilde, uyarı grupları ile ilgili herhangi bir tahminde bulunamayan katılımcıların göz hareketleri daha doğal, olağan bir şekilde kaydedilmiş olmaktadır ve buda deney sonuçlarının doğruluğunu olumlu yönde ciddi manada etkilemektedir. Her bir fotoğrafın gösterilme süresi 5 saniyedir. Ayrıca her resim arasında bir saniyelik boşluklar bulunmaktadır.

Bu bir saniyelik boş ekrana, göz bebeği boyutunda ekstra bir değişim yapmaması için yani herhangi bir anlam içermemesi adına “+” simgesi yerleştirilmiştir. Bunun sebebi ise örneğin olumlu ya da olumsuz bir fotoğrafta değişim gösteren göz bebeği boyutunun bir saniyelik boş bir ekran ile tekrardan normal boyutlarına geçişini sağlamaktır. Uyarı sunumunda kullanılan fotoğrafların çözünürlüğü 1024x720 olarak seçilmiştir.

3.2 VERİLER

3.2.1 Verilerin Hazırlanması Süreci

3.2.1.1 Verilerin toplanması

Modelin kurulabilmesi maksatı ile önem arz eden bilgilerin oluşturulduğu bu adımda güvenilir kaynaklardan elde edilen veriler amaçları gözetecek halde elde edilmektedir. Veriler öncelikle işlenmemiş değerler halindeyken, oluşturulan işlemler sonucunda, verilerin toplanması süreci tamamlandığında artık veriler bilgiye dönüşmektedir [56].

3.2.1.2 Verilerin temizlenmesi

Yanlış veya eksik verilerin temizlenmesi olarak bilinen verilerin temizlenmesi süreci eksik olan değerleri doldurma, eksik olan değere her bir değişkenin ortalama değerini transfer etme ya da kayda almama gibi, regresyon veya karar ağacı yöntemleri ile eksik verileri tahmin gibi yöntemler ile hataların düzeltilmesi mümkündür.

Bu aşamada elde edilen örnekleme, ilgisiz veya hatalı kayıtların çıkarıldığı, eksik verilerin temizlendiği (ortalama ile doldurmak, bir önceki değer ile doldurmak, regresyon sonucu ile doldurmak, veri setinden çıkartmak) aşamadır. Bilginin kalitesini ve modelin güvenilirliğini arttırmak için bu aşama oldukça önemlidir.

3.2.1.3 Verilerin bütünleştirilmesi

Birkaç veri kümesini birleştirerek, uygun örneklem kümesini elde etmektir. Seçilen örnekleme ilgisiz niteliklerin atıldığı ve tekrarlı kayıtların temizlendiği aşamadır. Bu aşama veri madenciliği sorgusunun çalışma zamanını iyileştirir.

3.2.1.4 Verilerin dönüştürülmesi

Verilerin ilgilenilen özellikleri korunarak modele uygun hale getirilmesi sürecidir. Verilerin veri madenciliğine uygun bir forma dönüştürme işlemi olan bu süreçte düzeltme, birleştirme, genelleştirme ve normalleştirme basamakları yer alır.

3.2.1.5 Verilerin indirgenmesi

Modele dahil edilmesi muhtemel gerekli olmayan verilerin azaltılma yönünde uygulamalar yapıldığı bu aşamada değişken sayısının gereğinden fazla olduğu ve değişkenlerin önemlilik seviyesine göre sıralanması gerekli olan hallerde temel bileşenler analizi ve faktör analizi gibi yöntemlerden faydalanılarak boyut indirgeme işlemi uygulanır ve böylece model daha yalın ve net bir hale getirilmiş olur. Böylelikle verileri indirgeme aşaması modelin daha sağlıklı neticeler vermesini sağlamaktadır.

Veri sıkıştırma, veri küpü, örnekleme, nitelik birleştirme, boyut indirgeme ve kesikli hale getirme gibi yöntemler veri indirgeme yöntemlerinden birkaçıdır [56].

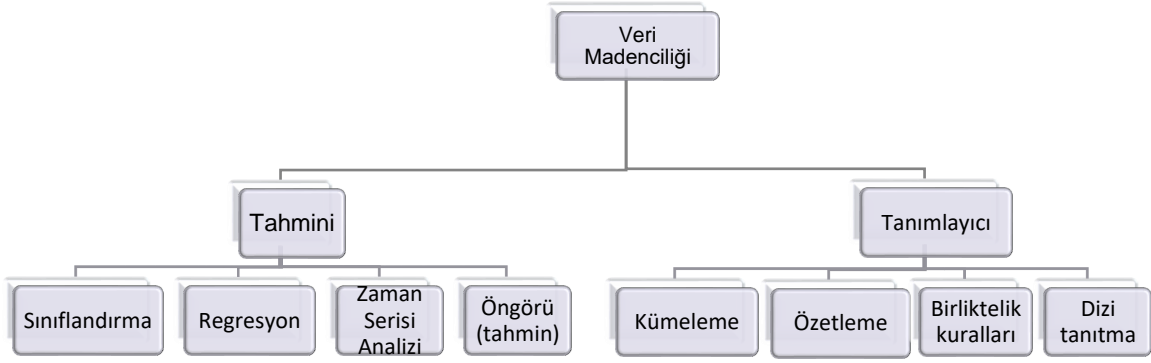
3.2.2 Modelin Kurulması

Tanımlanan problem için en uygun modelin bulunabilmesi olabildiğince çok sayıda modelin kurularak denenmesi ile mümkündür. Bu nedenle veri hazırlama ve model kurma aşamaları, en iyi olduğu düşünülen modele varılıncaya kadar yinelenen bir süreçtir.

Kurulan ve geçerliliği kabul edilen model doğrudan bir uygulama olabileceği gibi, bir başka uygulamanın alt parçası olarak kullanılabilir.

Modelleme aşaması, veri madenciliği yazılımı yardımıyla uygun teknikler kullanılarak farklı durumlar için sonuçlar üretilmesi aşamasıdır [57]. Bu aşamada analize uygun hale getirilen verilerle birçok model kurularak en iyi model seçilmeye çalışılır. En iyi performans verecek olan model ve algoritmanın tespit edilmeye çalışıldığı bu süreçte muhtemel tüm modeller kurulup karşılaştırılmalıdır [58].

Şekil 3.5’de veri madenciliği modelleri ve görevlerine ilişkin genel bir yapı verilmiştir.



Şekil 3.5: Veri madenciliği modelleri ve görevleri

3.2.3 Normalleştirme

İstatiksel normalleştirme, veri madenciliği gibi bilgisayar bilimlerinin istatiksel veri işleme branşlarında faydalanılan bir metottür. Metotun amacı, veriler arasındaki nüansın oldukça fazla olduğu hallerde verileri düzen içerisinde ele almaktır.

Bir diğer kullanılışı ise farklı ölçekleme sisteminde var olan verilerin birbirleri ile kıyaslanabilmeleridir. Bu durumdaki amaç, matematiksel fonksiyonlar yardımıyla farklı sistemlerde var olan verileri ortak bir sisteme transfer etmek ve kıyaslanabilir duruma getirmektir [59].

3.2.3.1 Azami – asgari normalleştirme

Bu teknikte, bir grup verinin içerisinde yer alan en büyük ve en küçük değerler ele alınır. Geriye kalan tüm veriler bu değerlere göre normalleştirilir.

Bu durumdaki amaç, en büyük değeri 1 ve en küçük değeri 0 olacak şekilde normalleştirmek ve diğer tüm verileri bu 0-1 aralığına yerleştirmektir [60].

3.2.3.2 Standart skor

Azami-asgari normalleştirme fonksiyonunun da, sayılar en yüksek ve en düşük değerlere göre normalleştirilmişti. Ancak bu yöntemde ise standart sapma ve ortalama değerleri göz önüne alınır. Oldukça sık kullanılan normalleştirme yöntemlerinden birisidir.

3.3 SINIFLANDIRMA

En sık tercih edilen veri madenciliği metotlarından biri olan sınıflandırma işlemi, insanların düşünce tarzına en eğilimli olan veri madenciliği işlemlerinden biridir.

İnsanlar evren üzerinde nesnelere daha iyi anlamak ve diğer türlerine anlatabilmek için evren üzerindeki çoğunlukla her şeyi devamlı sınıflandırmakta, derecelendirmekte ve kategorilere ayırmaktadır. Örneğin hayvanları türlerine, maddeleri elementlere, ülkeleri şehirlere, şehirleri ilçelere vb. biçiminde sürekli kategorize etmektedir. Öte yandan, sınıflandırma teknikleri değişkenlikleri ve veri içerisindeki çeşitli sorunları tespit etmek için de kullanılabilirler.

Veri madenciliğinde uygulanan sınıflandırma işleminde ise amaç, ilk kez ortaya çıkan bir girdinin tüm özelliklerinin incelenip, incelenen girdinin daha önceden tanımlanan sınıflardan hangisine dahil edileceğine karar vermektir [61].

Sınıflandırma tekniklerinde bağımlı parametre kesikli olmakta ve parametrenin her bir değeri birer sınıf etiketini temsil etmektedir. Sınıflandırma tekniği, bağımlı parametrenin değerini kapsayan veri kümesi üzerinden sınıflayıcı şartları meydana çıkarmakta ve bu şartları yeni verilere uygulayarak tahminlerde bulunmaktadır [62].

Örneğin x telekomünikasyon şirketi müşterilerinin yeni bir kampanya fırsatı ile ilgilenip ilgilenmediğini öğrenmek istemektedir. Daha önceden benzer bir hizmet satmıştır ve geçmiş kayıtlar hangi müşterilerin önceki teklife cevap verdiğini göstermektedir. Buradaki amaç geçmiş tekliflere cevap veren müşterilerin özelliklerini belirlemek ve pazarlama ve satış uygulamalarını daha etkili bir şekilde yürütebilmektir.

Müşteri kayıtlarında müşterinin geçmişteki tekliflere yanıt verip vermediğini gösteren bir “Evet/Hayır” şeklinde bir kısım bulunmaktadır. Bu kısım “hedef” ya da “bağımlı” değişken olarak isimlendirilir. Hedef müşterinin diğer özelliklerinin (mesleği, gelir düzeyi, yaşı, ne kadar süredir müşteri olduğu, medeni durumu, satın aldığı diğer hizmetler vb.) hedef değişken üzerindeki etkilerini analiz etmektir. Analizde bulunan diğer özellikler “bağımsız” ya da “tahminci” değişken adını alır.

3.3.1 Sınıflandırma Teknikleri

3.3.1.1 Karar ağaçları

Sınıflandırma ve regresyon modellerinde faydalanılan başlıca yöntemlerden biri olan karar ağaçları, ağaca benzeyen yapısı ile kökünden yapraklarına doğru kurallar dizini içeren bir akış diyagramıdır. Karar ağaçları metodu en sık kullanılan sınıflandırma ve tahmin araçlarından biridir. Bu metodun sık uygulanmasının sebebi yapılarının şartları ifade edebilmesinden dolayı kaynaklanmaktadır.

Ağaç yapılarının şartları insanların görüp, okuyup anlayabileceği gelişi güzel bir dile çeviri yapılabileceği gibi, bir database’de belirli bir sınıfa dahil olan girdilerin getirilmesi için birer SQL (Structured Query Language) komutu şekline de getirilebilir.

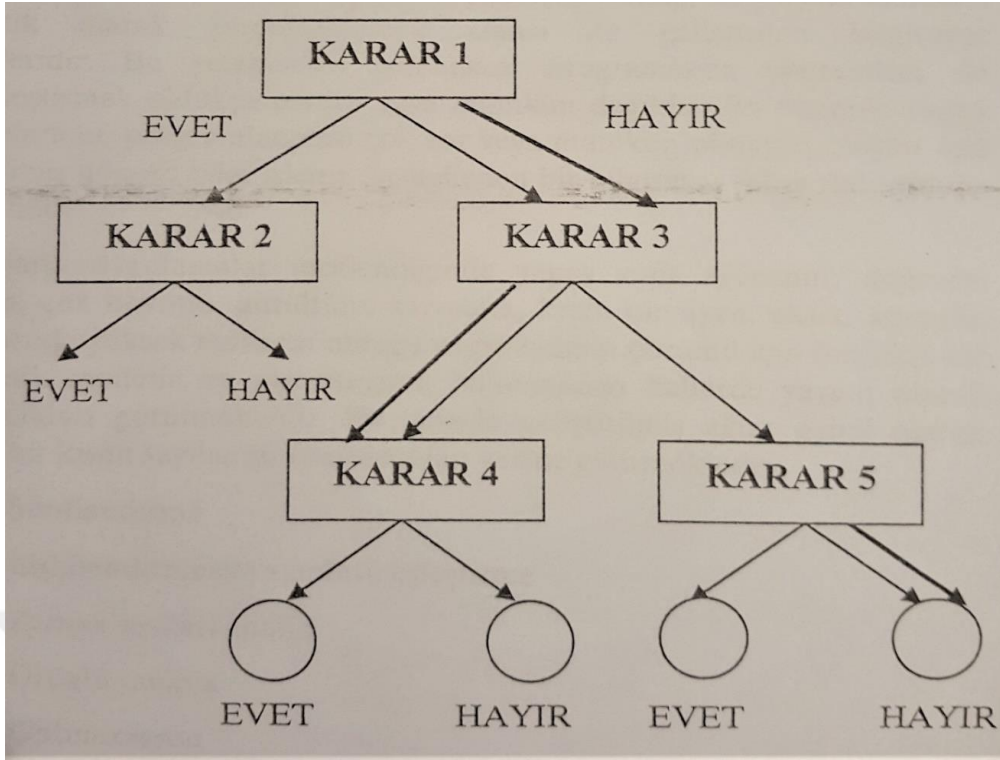
Karar ağaçları, öngörüde bulunması ve tanımlayıcı olması gibi bazı belirleyici niteliklere sahiptir. Karar ağaçları, veri madenciliğinde, database sistemleri ile basitce entegre edilebilmeleri, yorumlanmalarının basit olması, güvenilirliklerinin daha etkin olması, kurulumlarının uygun fiyatlı olması sebepleri ile sınıflama teknikleri içerisinde en sık olarak kullanılan algoritmalardır [63].

Fakat karar ağaçlarının öngörüde bulunması için kullanıldığı durumlarda öngörüde bulunacak parametrenin devamlı değerler alması halinde uygun neticeler üretilmemektedir.

Karar ağaçları bir miktar soru sorup bu soruların yanıtları doğrultusunda yönleneren en kısa zamanda neticeye ulaşır. Karar ağaçları sorduğu herhangi bir soruya aldığı yanıt ile soracağı diğer sorulara karar verir. Sorular başarılı bir şekilde seçilmiş ise yeni elde edilen bir kaydın sınıflandırılması işlemi, az miktarda soru sorarak uygulanabilir.

Karar ağacı meydana getirilirken elde var olan verilerin bir bölümü öğrenme amaçlı kullanılır ve karar ağacı bu metotla meydana getirilir. Verilerin diğer bir bölümü ise meydana getirilen karar ağacını test etmek amacı ile kullanılır. Ağaç oluşturulurken kurulan sistemin çalışıp çalışmadığı kontrol edilir. Eğer ağaç istenen düzeyde çalışıyorsa, dallanma sona erdirilir. Bu durum “durdurma” olarak tanımlanır. Durdurma ölçütü karar ağacının hassasiyetini ifade eder. Ağacın durdurulmasına geç kalınması halinde, geç durdurulan ağaç daha fazla dallanacağı için istenmeyen sonuçların ortaya çıkmasına neden olacaktır. Ancak erken durdurulan ağaç ise öğrenmenin tam gerçekleşmemesi ihtimalini taşıyacaktır [64].

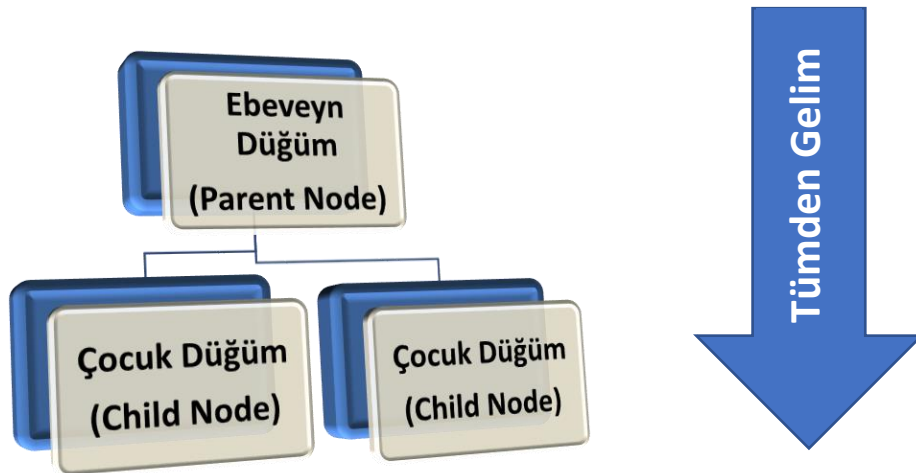
Şekil 3.6’da basit bir karar ağacı yapısı görülmektedir.



Şekil 3.6: Karar ağacı yapısı

Karar ağacında mevcut olan düğümler, ağaç içinde birbirleri ile olan düzeylerine göre ebeveyn (parent) ve çocuk (child) düğümler olarak adlandırılır.

Her etapta uygulanan bölme işlemi bir öğrenme prosesi olarak ifade edilir. Bahsedilen bu proses kök düğümden yapraklara doğru gerçekleştirildiği için tümden gelim söz konusudur. Bu yapı şekil 3.7’de gösterilmektedir.



Şekil 3.7: Karar ağacında ebeveyn ve çocuk düğümleri [65]

Karar Ağacı Algoritmaları:

1950'li yıllarının sonlarından başlayarak ilerleyen yıllar içerisinde karar ağacı öğreniminde çeşitli algortimalar geliştirilmiştir. Geliştirilen bu algoritmalarından mühim bir kısmı sınıflandırma, diğer kısmı ise gelecek tahmini amaçlıdır. C&RT gibi algoritmalar ise her iki fonksiyonuda üstlenebilecek şekilde dizayn edilmiştir.

Karar ağacı öğrenimi algoritmaları, genellikle kök düğümden başlayarak yapraklara doğru, devamlı çok daha saf / homojen düğümlere sahip olabilecek şekilde bütünü en başarılı bölen özniteliğe ulaşarak kendini tekrar eden süreçlerdir.

Diğer veri madenciliği teknikleri ile kıyaslandığında karar ağaçları çeşitli avantajlara sahiptir bunlardan bazıları;

- Karar ağacı modellerinin idrak edilmesi ve neticelerin yorumlanması oldukça basittir.
- Diğer yöntemler eksik değerlere karşı fazlasıyla hassasken, karar ağacı modellerinde uygulanan veri fazla bir ön işleme gerek kalmadan uygulanabilir.
- Hem sınıfsal hem de sayısal verilerin işlenmesi için kullanılabilir. Genellikle makine öğrenmesi algoritması sınıflandırma problemleri ya da sayısal uygulamalar için kullanışlıdır. Karar ağacı tekniğinde ise iki alanda da kullanılabilir.
- Bir modelin güvenilirliğini çeşitli istatistik testler uygulayarak deneyebilir.
- Büyük veri dizinlerinde, ölçeklenebilir özelliği sayesinde tatmin edici süreler içerisinde neticelere ulaşılması sağlanır.
- Hızlı ve kolay olmasından dolayı çok sayıdaki veriyi kısa sürede işleyebilir ve diğer tekniklere göre veri miktarı çoğaldığında daha fazla tercih edilebilir hale gelir.

Bu avantajlarının yanı sıra karar ağacı modellerinin çeşitli dezavantajları da mevcuttur bunlarda bazıları şöyledir;

- Veri dizisinin bölünmesi karar ağaçlarında öznitelik seçiminde uygulanan ölçütlerin yetkinliğine bağlıdır. Heuristic özelliğe sahip bu ölçütlerin optimal bölme işlemini ortaya koyma bir garantisi olmadığı için, varılan sonuçların global optimum olacağını ifade edebilmek mümkün olmamaktadır.
- Çoğunlukla eğitim verisini genelleştiremediği için karar ağacı algoritmaların da ezbere öğrenme yoğundur.
- XOR, parity ve multiplexer karar ağaçlarında öğrenilmesi ve bununla beraber çözümü de oldukça zor problemlerdir.

Bahsedilen bu problemlerde karar ağaçları fazlasıyla büyüebilmektedir. Bu sebeple bu tür problemlerde, tümevarımsal mantık programlama ya da istatistiksel ilişkisel öğrenim gibi öğrenme algoritmaları kullanılabilir.

Çoğu zaman algoritmaları kendi içlerinde, kronolojik olarak kendinden bir önceki algoritmanın noksanlıklarının giderildiği aile mantığı içerisinde kategorize edebilmek mümkündür.

Bu aileler içinde en büyükleri AID ve CLS aileleridir. Bu bölümde bu ailelerin gelişimleri, karar ağacı algoritmalarının oldukça mühim üyeleri olan CHAID, CART ve QUEST algoritmalarıdır [66]. Bazı karar ağacı modellerine aşağıda kısaca değinilmiştir.

Karar Ağacı Modelleri:

Fact: 1988 yılında Loh and Vanichsetakul tarafından QUEST algoritmasının öncülü olarak ortaya konulmuştur. Her düğümde bölen özneliğin tercihinde bölen noktanın bulunmasında ve istatistik testlerde diskriminanz analizi kullanılır.

TI: 1993 yılında Holte tarafında ortaya konulan bir adet öznelik kullanarak objeleri sınıflandıran tek seviyeli bir karar ağacı algoritmasıdır. Eksik değerler özel değer olarak işlem görür. Hem nominal hem de sürekli değerlere sahip öznelikleri destekler.

CALC5: 1994 yılında Müller ve Wysotzki ortaya konan ve bilhassa devamlı değere sahip öznelikler için dizayn edilmiş bir karar ağacı algoritmasıdır.

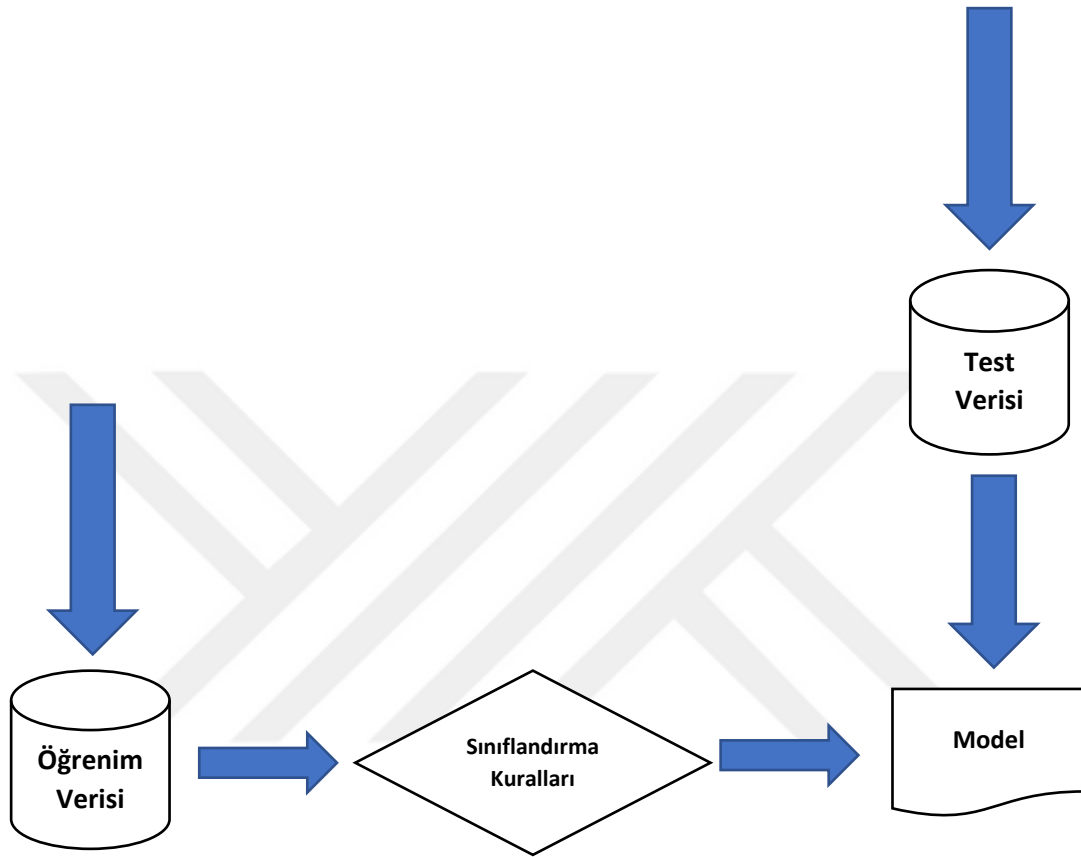
QUEST: 1997 YILINDA Loh ve Shih tarafından ortaya konan bu algoritma, diğer tekniklerin çok kategorili bağımsız parametrelerde karşılaştığı hatalardan koruyan ve hızlı hesaplamayı hedefleyen bir karar ağacı algoritmasıdır [63].

Karar Ağaçlarının Doğruluğunun Test Edilmesi:

Karar ağacı öğreniminde veri dizisinin bir bölümü öğrenme, diğer bir bölümü ise test maksatlı kullanılmaktadır. Karar ağacı algoritmasından ulaşılan sınıflandırma kuralları, test veri dizisine uygulanarak, sonuçlar arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığı tespit edilir.

Öğrenim ve test dizilerinin örneklenmesi için geliştirilen en basit metotlar çapraz geçerlilik ve ana kütlelerin tanımlanan oran dahilinde öğrenim ve test veri dizisi olarak bölünmesidir. Günümüzde veri hacminin bir hayli artması sebebi ile daha gelişmiş metotların kullanımı söz konusudur.

Çapraz geçerlilik metodunda veri dizisi tanımlanan n sayıda alt diziye rastgele ayrılır. Örneğin n sayısının 5 olması halinde her birinde ana kütlein yaklaşık %20'sinin yer alacağı V_1, V_2, \dots, V_5 alt dizileri elde edilecektir. Her iterasyonda bir alt dizi test amaçlı kullanılırken, diğerleri öğrenim amaçlı kullanılmaktadır.



Şekil 3.8: Test veri dizileri [63]

3.3.1.2 k-NN Algoritması

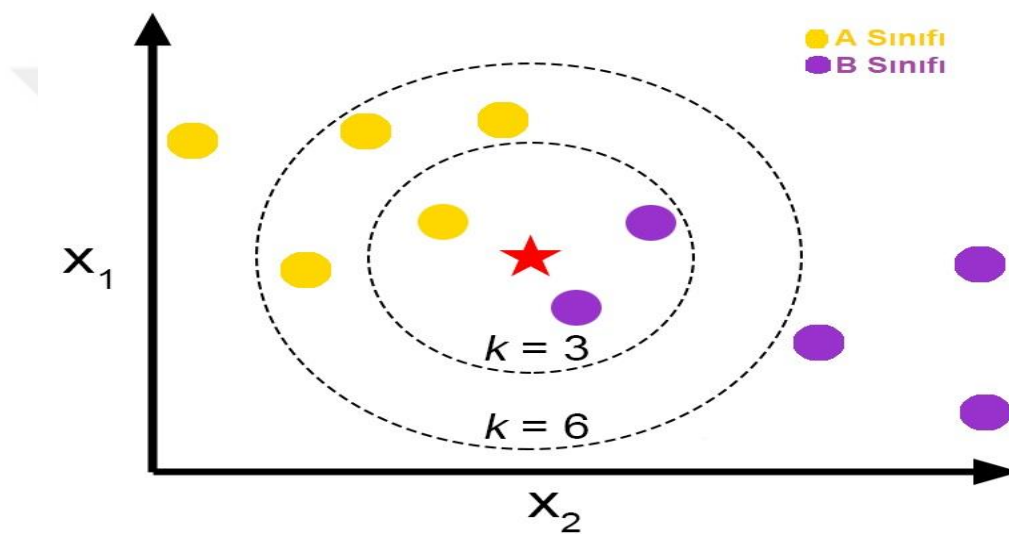
Fix ve Hodges tarafından 1951 yılında benzerlik ve uzaklık özelliklerine dayanarak sınıflandırma yapmak amacı ile meydana getirilmiş örnek temelli basit makine öğrenme yöntemlerinden biridir.

Bir hayli etkili ve uygulanması basit olan bu teknik de sınıflandırma süresi fazla sürmekte ve en uyumlu k değerini tahmin etmek oldukça zor olmaktadır [67]. k -NN algoritmasındaki tüm veriler örüntü uzayında saklı tutulur.

K -en yakın komşu algoritması ile, bilinmeyen dataların hangi kategoriye ait olduğunu bulabilmek için örüntü uzayına bakarak bilinmeyen dataya en çok benzeyen k örnekleri bulunabilmektedir.

Uzaklık bulunurken Manhattan, öklid uzaklık hesaplama metotları ile hesaplanarak komşular arası mesafe bulunmuş olur. Bilinmeyen veriler için, k-NN algoritmasında sırasıyla aşağıdaki adımlar takip edilir [68].

- Verilen bir noktaya en yakın mesafedeki komşuların sayısı olan k belirlenir.
- Verilen nokta ile diğer tüm noktalar arasındaki uzaklıklar hesaplanır.
- Bir önceki işlemde hesaplanan uzaklıklara göre verilerin sıralaması yapılır ve bu veriler arasından en küçük k alınır.
- Seçilen veriler bulunarak en çok tekrar eden sınıf seçilir.
- Seçilen sınıf tahmin edilecek gözlemin sınıfı kabul edilir.



Şekil 3.9: k-En yakın komşu sınıflandırması [69]

Şekil 3.9’da görüldüğü üzere şayet $K = 3$ olarak seçilirse 2 tane komşunun çoğunlukta olması sebebiyle yıldız B sınıfındandır. $K = 6$ olarak seçilirse A sınıfı çoğunlukta olduğu için kırmızı yıldızın A sınıfına ait olduğu kararı verebiliriz.

k-NN algoritması n boyutlu R^n alanı içerisindeki tüm noktaları duruma uygun olarak varsayar ve tüm örnekler n boyutlu bir uzayda bir noktaya karşı düşürülür.

Noktaya göre en yakın komşular öklit mesafesinden faydalanılarak hesaplanmaktadır. $a_1(x), a_2(x), \dots, a_n(x)$ örnek noktalar olarak tanımlanmaktadır.

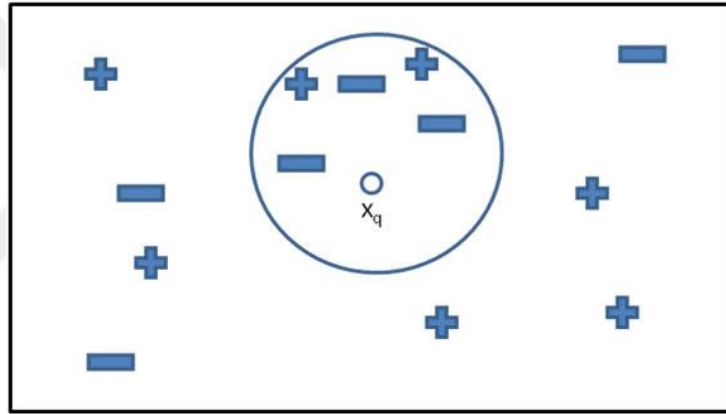
Bahsedilen bu iki örnek arasındaki uzaklık mesafesi $d(x_i, x_j)$ olmak üzere denklem (3.1)’de gösterildiği şekilde tanımlanmaktadır:

$$d(x_t, x_f) = \sqrt{\sum_{r=1}^n (a_r(x_t) - a_r(x_f))^2} \quad (3.1)$$

k-NN tekniğinde öğrenilen fonksiyon ayrık ve gerçel değerli olabilir. Ayrık değerli fonksiyon için $f : R^n \rightarrow V$, V sınırlı kabul edilmek üzere $\{v_1, \dots, v_s\}$ öğrenmeye izin verilir.

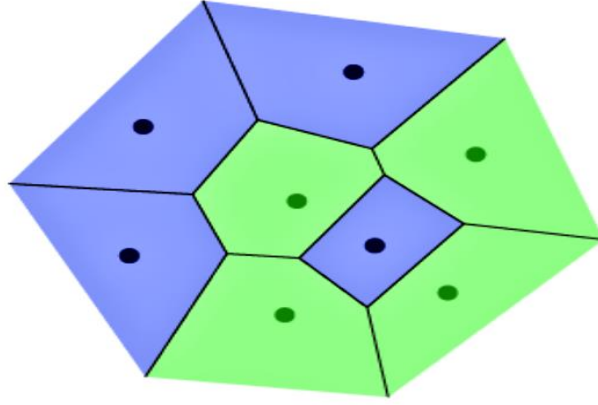
Ayrık değerli fonksiyonlarda sınıflandırmak için tercih edilen örnek yani X_q örneğine en yakın k örneğinde en fazla görülen sınıf değerini vermektedir.

$f(x_q)$ değeri hesaplandıktan sonra $f(x_q)$ geri yollar. X_i değeri öğrenme noktası olarak tanımlanmaktadır. Şayet $k = 1$ seçilirse “1-en yakın komşu algoritması” (1-NN) eğiten örnek x_q için, x_i değeri ile $f(x_i)$ hesaplanır ve $f(x_q)$ ‘ya değer ataması yapılmaktadır [70].



Şekil 3.10: Örnek kümesi ve sınıflandırma noktası [111]

Şekil 3.10’da örnek noktalar iki boyutlu bir alanda boolean değerler ile tanımlanmıştır. Pozitif ve negatif eğitim örnekleri “+” ve “-” olarak ifade edilmiştir. X_q sınıflandırmak istenen nokta olarak belirlenmiştir. $K = 5$ ise bu durumda sorgu örneği X_q en yakın komşularının üç’ü negatif olarak sınıflandırıldığı için 5 – en yakın komşu (5 – NN) formülüne göre negatif olarak sınıflandırılır.



Şekil 3.11: Voronoi diyagramı [112]

Şekil 3.11’de görüldüğü üzere k-NN algoritmasına göre tüm örnekler şekilsel biçimde karar yüzeyine dağılmıştır. Örnek noktalar karar yüzeyinde poligon halinde gösterilmektedir.

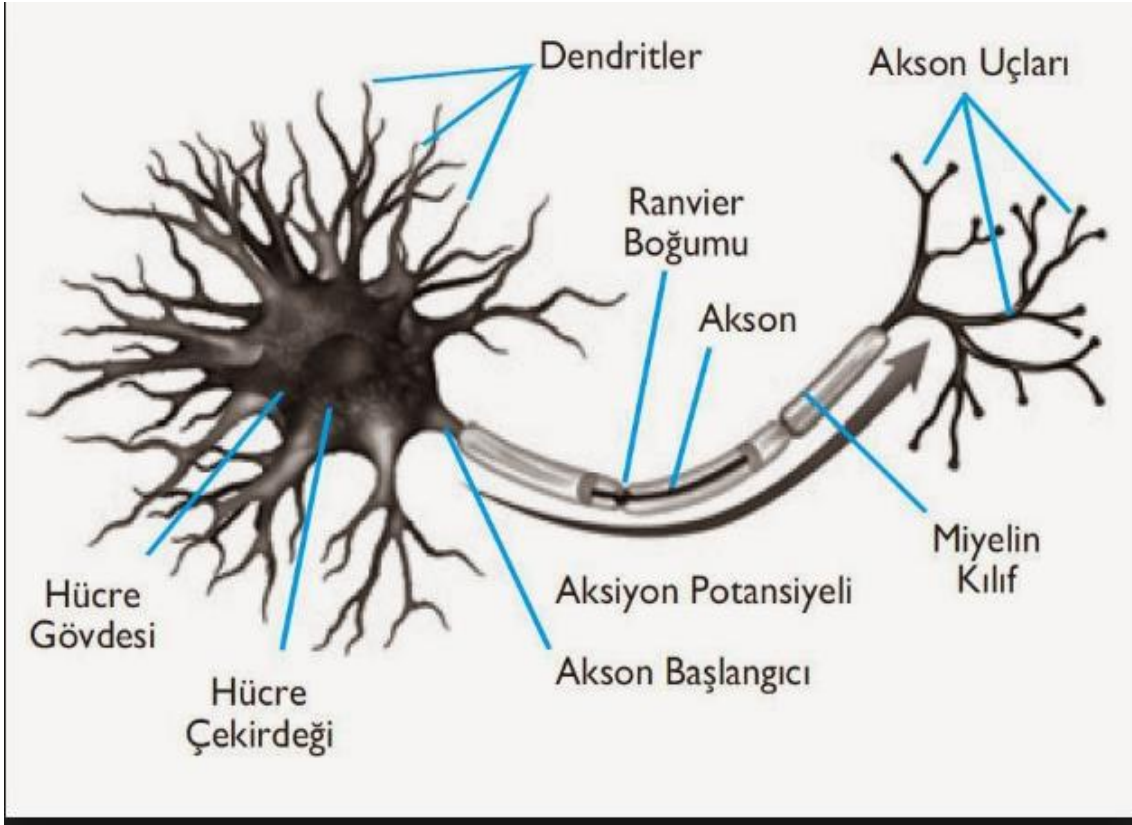
Düzlemde var olan sonlu nokta kümesine ait rastgele bir noktaya, kümedeki var olan diğer noktalardan daha fazla yakın pozisyonda yer alan düzlem noktalarının geometrik yerine Voronoi şekli, ortaya çıkan diyagrama da Voronoi denmektedir. Voronoi diyagramı en yakın komşu problemleri için faydalanılan kesin bir yapıdır.

3.3.1.3 Yapay sinir ağları

Yapay sinir ağları (YSA) biyolojik sinir ağlarından ilham alınarak geliştirilmiş bir veri işleme sistemidir. Yapay sinir hücrelerinin birbirleri ile türlü şekilde bağlanmasından meydana gelen YSA, genel olarak katmanlar halinde düzenlenir. Birbirlerine bağlı nöronlar, bağlantılar arasındaki ağırlıkların tespit edilmesi ve ateşleme fonksiyonu yapay sinir ağlarının en dikkat çekici özellikleridir. Geçmiş 1942 yılına kadar dayanmaktadır. Veri madenciliği tekniklerinin büyük çoğunluğu bilim insanları tarafından çeşitli hastalıkların, örneğin; diyabetin, karaciğer bozukluğunun, parkinson’un ve kanserin teşhisi için uygulanmaktadır. YSA’da hastalık madenciliği sınıflandırma ve tahminde sıklıkla uygulanmaktadır [71].

YSA’rını meydana getiren her nöronun bir iç durumu vardır. Bahsedilen bu iç duruma aktivasyon ya da aktivasyon düzeyi denmektedir. Bu aktivasyon düzeyi, ulaşan girdileri tanımlayan bir fonksiyondur. Tıpkı doğal nöronlara benzer bir şekilde ağ içerisindeki nöronlar da diğer nöronlara bir işaret (sinyal) yollarlar. Nöronlar bir kerede sadece bir sefer işaret yollayabilir.

Nöronların yolladıkları bahsedilen bu işaretler gönderilen nöronlar için giriş fonksiyonu olmaktadır. Bir nöron bir seferde birden çok nörona sinyal gönderebilmektedir [72].



Şekil 3.12: Biyolojik sinir ağının yapısı [73]

Yapay sinir ağlarını meydana getiren her nöronun bir iç durumu vardır. Bahsedilen bu iç duruma aktivasyon ya da aktivasyon düzeyi denmektedir.

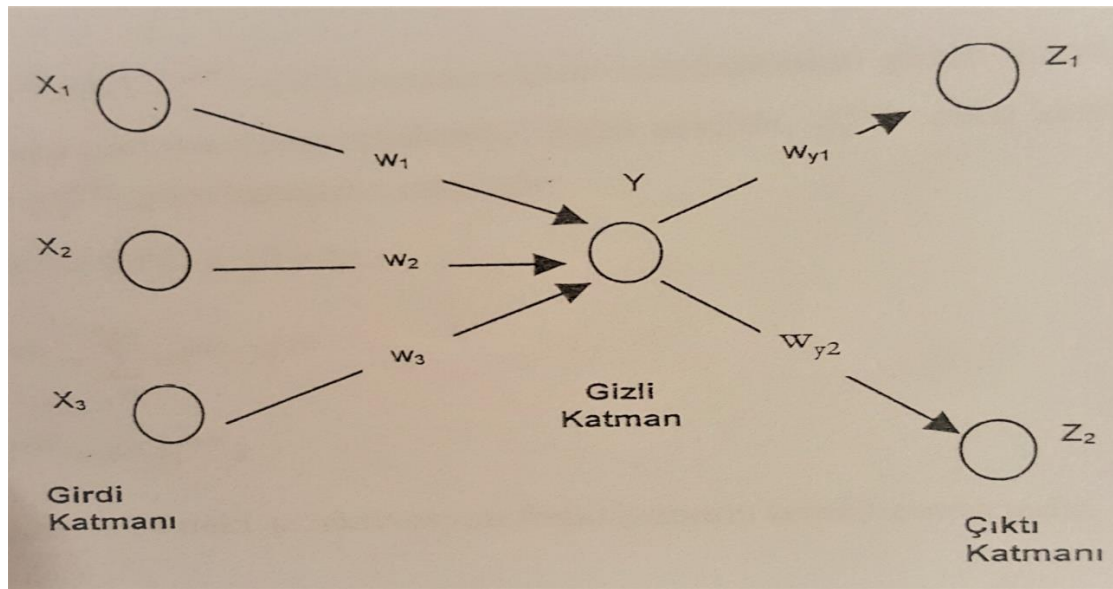
Bu aktivasyon düzeyi, ulaşan girdileri tanımlayan bir fonksiyondur. Tıpkı doğal nöronlara benzer bir şekilde ağ içerisindeki nöronlar da diğer nöronlara bir işaret (sinyal) yollarlar. Nöronlar bir kerede sadece bir sefer işaret yollayabilir.

Nöronların yolladıkları bahsedilen bu işaretler gönderilen nöronlar için giriş fonksiyonu olmaktadır. Bir nöron bir seferde birden çok nörona sinyal gönderebilmektedir [72].

Yapay sinir ağlarının en çok tercih edilme sebebi karar destek sistemlerinde ve veri madenciliğinde geçmişte ispatlanmış başarılarından kaynaklanmaktadır. Yapay sinir ağları, kümeleme, kestirme ve sınıflandırma amaçları ile basit bir şekilde kullanılacak genel amaçlı ve güçlü araçlardır. Yapay sinir ağları, tıp dünyasında, ekonomik alanlarda, satış hedeflerine yönelik müşterilerin belirlenmesi için demetleme uygulamalarında, bankamatik, kredi kartı dolandırıcılıklarının tespit edilmesinde vb. geniş bir alanda kullanılmıştır [74].

YSA, beynin bir fonksiyonunu gerçekleştirme metotunu modellemek için dizayn edilmiş bir sistem olarak tanımlanabilir.

Yapay sinir hücrelerinin birbirlerine türlü şekillerde bağlanması sonucunda yapay sinir ağları oluşmaktadır ve çoğunlukla katmanlar halinde düzenlenir. Bilgisayarlarda yazılım olarak ya da donanım halinde elektronik devrelerle dizayn edilebilir. Beynin bilgi işleme metoduna uyumlu olarak yapay sinir ağları, öğrenme prosesinden sonra bilgiyi toplama, hücreler arasındaki bağlantı ağırlıkları ile bu bilgiyi saklama ve genelleme yeteneğine sahip paralel şekilde konumlanmış işlemcilerdir. Öğrenme prosesi, istenilen maksata ulaşmak için yapay sinir ağları ağırlıklarının yenilenmesini sağlayan öğrenme algoritmalarını içerir [75].



Şekil 3.13: Yapay sinir ağı (YSA) [76]

Datalardan üniteler arası bağlantı ağırlıklarını hesaplamak için yapay sinir ağlarında öğrenme algoritmaları kullanılmaktadır.

Yapay sinir ağlarının eğitilebilmesi için neticeleri bilinen belirli data kümeleri üzerinde yapay sinir ağları algoritmaları çalıştırılmaktadır. Bunun neticesinde yapay sinir ağının içindeki ağırlık tespit edilir. Bu ağırlıklardan yeni gelen dataların işlenmesinde faydalanılır. Karmaşık database'ler üzerinde daha başarılı sonuçlar oluşturulabilir [77].

Yapay sinir ağları, istatistiksel metotlar gibi data hakkında değişken bir model varsaymaz, kullanım alanı daha genişir ve bellek tabanlı teknikler kadar yüksek bellek ve işlem gerektirmez.

Başarılı uygulamalara göz atıldığında yapay sinir ağlarının; doğrusal olmayan, gürültülü, çok boyutlu, karmaşık, eksik, hata olasılığı yüksek, kusurlu, kesin olmayan verilerin olduğu ve sorunun çözümü için bilhassa bir matematik modelin ve algoritmanın bulunmadığı durumlarda yaygın olarak uygulandıkları görülmektedir.

Bu hedef ile geliştirilmiş ağlar genellikle aşağıda bir bölümü listelenen fonksiyonları yerine getirmektedir.

- Sınıflandırma
- İlişkilendirme veya örüntü eşleştirme
- Zaman serileri analizi
- Örüntü tanıma
- Optimizasyon

Görünen bu konularda gerçekleştirilen teorik uygulamaların haricinde, mühendislik, tıp bilimi ve günlük hayatta kullanılan finansal konulardan bahsetmek mümkündür. Bunlardan bazıları aşağıda sıralanmıştır.

- Veri madenciliği
- Banka kredi müracaatlarını değerlendirme
- Bir ürünün pazardaki performansını tahmin etme
- Kredi kartı hilekarlıklarını saptama
- Güvenlik sistemlerinde ses ve parmak izi tanıma
- Kalite kontrol
- Üretim planlama ve çizelgeleme [64]

3.3.1.4 Genetik algoritmalar

Bellek tabanlı yöntemler ve yapay sinir ağları gibi genetik algoritmalarda biyolojik işlemlerden kaynağını almıştır. Biyolojik sistemlerin gelişim prosesini modelleyen genetik algoritma, ilk kez Holland tarafından tavsiye edilmiştir [78]. Genetik algoritma sezgisel bir yöntemdir ve sorunlar için optimum neticeyi bulamayabilir.

Fakat çözüm zamanı çok büyük olan veya bilinen yöntemlerle çözülemeyen problemlerde optimuma çok yakın çözümler meydana gelmektedir.

Geçtiğimiz tarihlerde genetik algoritmalar, bellek tabanlı metotlarda kombinasyon işlevinin meydana getirilmesi ve yapay sinir ağlarının eğitilmesi gibi işlemlerde kullanılmıştır.

Genetik algoritmalar izah edilebilecek neticeler meydana getirirler. Farklı tiplerdeki dataları işleme özelliği olan genetik algoritmalar optimizasyon maksatı ile kullanılabilirler. Yapay sinir ağları ile ortaklaşa çalışan genetik algoritmalar başarılı sonuçlar meydana getirmektedir [79].

Avantajları yanında genetik algoritmaların kullanımında bazı sıkıntılar da yaşanmaktadır. Bunlardan en çok meydana geleni karmaşık problemlerin genetik kodlamasının oldukça zor olmasıdır. Ayrıca optimal neticenin meydana getirilebileceğine dair bir garantisi bulunmamaktadır. Bunların yanında genetik algoritmaların uygulanması oldukça ağır bir işlem yükü meydana getirmektedir.

Genetik Algoritmaların Uygulandığı Alanlar:

Genetik algoritmalar genel olarak çözümü zor olan problemlerin çözülmesinde kullanılmaktadır. Özellikle 1985 yılında sonra, daha fazla geniş bir kullanım alanına sahip olmaya başlamıştır.

Genetik algoritma üç uygulama alanına sahiptir. Bunlar pratik endüstriyel uygulamalar, deneysel çalışmalarda optimizasyon ve sınıflandırma sistemleridir.

Mühendislik problemlerinde genetik algoritmalar optimizasyon maksatlı kullanılmaya başlanmıştır. Araştırmalara göre bilhassa mekanizma dizaynlarında oldukça iyi sonuçlar verdiği bilinmektedir. Optimizasyon problemlerinde hedeflenen amaçlara ulaşmak için, kısıtlı kaynakların etkin tahsisi amaçlanmaktadır.

Bahsedilen bu sınırlı kaynaklar genellikle tedarik, zaman, işgücü ya da finans ile ilgilidir. Gezen satıcı problemi, atama problemi, yerleşim tasarımı problemi gibi örneklerde genetik algoritmalarından faydalanılmaktadır.

Genetik algoritmalar bu kullanımlarının haricinde, sıralama problemlerinde, yerleşim problemlerinde, montaj hattı dengeleme problemlerinde, atama problemlerinin çözümünde, çizelgeleme problemlerinde, tamir-bakım politikası, gezgin satıcı probleminde, tahmin yöntemlerinde, araç rota problemlerinin çözümünde, dağıtım ve transport problemlerinde de kullanılmaktadır [80].

Genetik algoritmalar veri madenciliğinde ise ilişki kuralları oluşturma, kümeleme, verilerin gruplandırılması ve sınıflandırılmasında da oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yapay sinir ağları içerisinde de genetik algoritmalar oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır.

Genetik algoritmaların bağımsız olarak kullanılabilmesi için var olan problemin kromozomlar düzeyinde oldukça detaylı olarak kodlanması gerekmektedir [64].

3.3.1.5 Naif Bayes algoritması

Naive Bayes algoritması ismini İngiliz matematikçi Thomas Bayes'ten almıştır. İstatiksel sınıflandırma yöntemleri Bayes algoritmaları arasında yer alır ve istatiksel Bayes teoreminden kaynak alır. Bayes algoritması sınıflandırıcı ve öngörücü bir örnek olup kolay uygulanabilir bir tekniktir. Naive Bayes algoritması, hedef parametre ile bağımsız parametreler arasındaki ilişkiyi gösteren bir sınıflandırma algoritmasıdır [81].

Naive Bayes algoritması kesikli data ile çalışmaktadır. Bu sebeple devamlı olan bağımlı veya bağımsız parametreler kategorik dataya dönüştürülür. Örneğin kilo bağımsız parametresi sürekli bir değer iken “16-25”, “25-65”, “66-95”, “95+” gibi kesikli hale getirilmelidir.

$X = \{ x_1, x_2, x_3, \dots, x_n \}$ örnek kümesi, $C_1, C_2, C_3, \dots, C_m$ Sınıf kümesi olsun.

$$P(C_i | X) = \frac{P(X | C_i)P(C_i)}{P(X)} \quad (3.2)$$

Eğer bu basitleştirilmiş ifadede bütün özellikler bağımsız ise $P(X|C_i)$ denklem (3.3)'deki gibi gösterilebilir.

$$P(X | C_i) = \prod_{k=1}^n P(x_k | C_i) = P(x_1 | C_i) \times P(x_2 | C_i) \times \dots \times P(x_n | C_i) \quad (3.3)$$

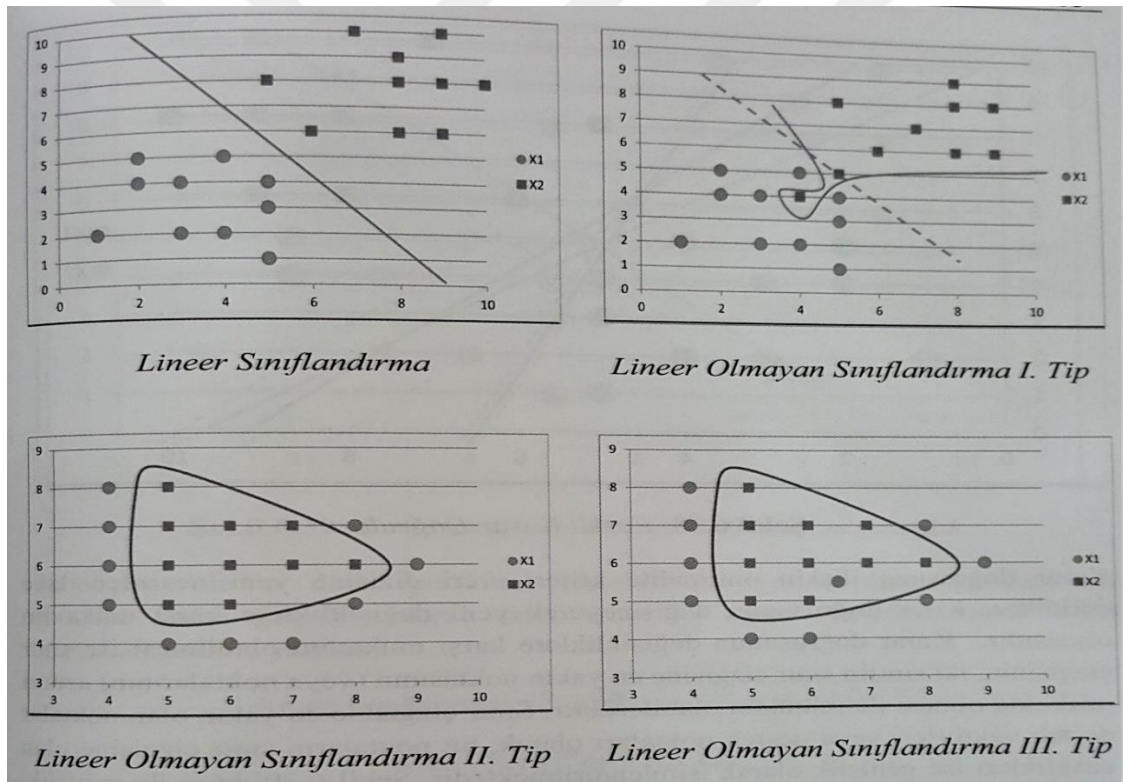
Bu durumda hesap karmaşıklığı oldukça azaltılmış olur. Bütün sınıflar için hesaplanan bu olasılıkların, olasılığı en yüksek veren sınıfın data örneği o sınıfa aittir.

3.3.1.6 Destek vektör makineleri

Temelleri ilk olarak Vladimir Vapnik ve Alexey Chervonenkis tarafından heaplanabilir öğrenme teorisinin mühim bir parçasını meydana getiren ve öğrenmenin temel teorisi olarak bilinen Vapnik – Chervonenkis Teorisi kapsamında 1960'lı yıllarda atılan destek vektör makineleri (DVM), 1992 yılında Vladimir Vapnik, Bernhard Boser ve Isabelle Guyon tarafından ortaya konmuştur. (Buser, Guyon, Vapnik, 1992) DVM konuşma tanıma, el yazısı tanıma, zaman serisi analizi, meme kanseri teşhisi gibi çok çeşitli branşlarda başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Destek vektör makinelerinde kullanılacak örnek sayısı mühim değildir.

DVM eğitim esnasında görülmemiş verileri de problemsiz bir şekilde sınıflandırır. Bu da DVM'nin genelleştirebilme yeteneğini göstermektedir. Genelleştirebilme özelliği DVM'yi diğer tekniklere kıyasla iyi bir alternatif yapmaktadır [82].

Diğer sınıflandırma teknikleri ile kıyaslandığında, eğitim süresinin bir hayli uzun olmasına rağmen, lineer olmayan sınıflandırmadaki başarı seviyesi, ezbere öğrenmeye karşı olması ve yüksek güvenilirliği ile DVM tercih edilen bir teknik olmaktadır. DVM aynı zamanda nokta çarpımlar ile benzerlikleri belirleyen bir çekirdek sınıflandırma tekniğidir. Bu durum, bir takım yüksek boyut nitelikleri bir nokta çarpımla hesaplar ve çekirdek fonksiyonuna göndermemize olanak sağlar. Bu teknik iki ayrı üstünlük sağlamaktadır, ilk olarak doğrusal olmayan karar sınırları oluşturulması maksatı ile doğrusal sınıflandırma için tasarlanmış teknikler kullanılmaktadır, ikinci olarak ise sabit boyutlu bir vektör uzayı temsili ve çekirdek fonksiyonların kullanımı ile sınıflandırma yapılmasını sağlamaktadır [83].



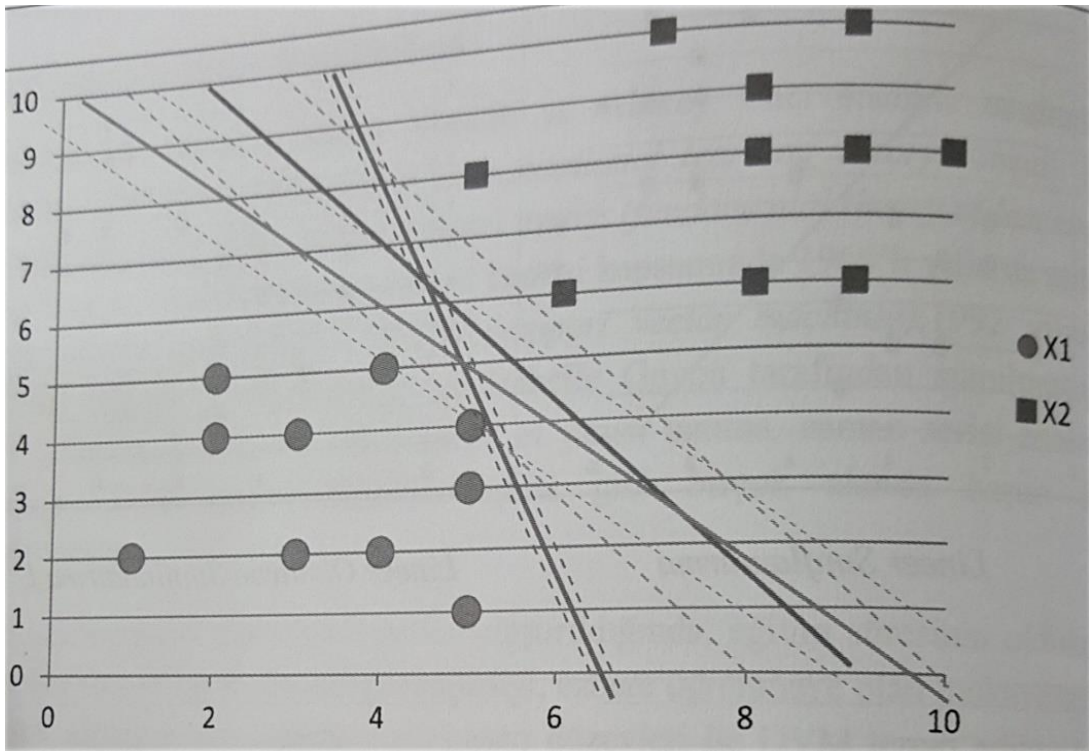
Şekil 3.14: DVM sınıflandırma tipleri [65]

Şekil 3.14'de farklı sınıflandırma problemleri görülmektedir. Bu problemler arasında en basiti lineer sınıflandırma problemi olup, tüm denetimli öğrenme modelleri ile bu probleme çözüm bulunabilmektedir. Şekilde lineer olmayan sınıflandırma iki değişik tipte görülmektedir. 1. tipte lineer sınıflandırma mümkündür ancak bununla birlikte bir takım veri noktalarının hatalı sınıflandırılması lineer sınıflandırma yaklaşımı ile kaçınılmaz olmaktadır.

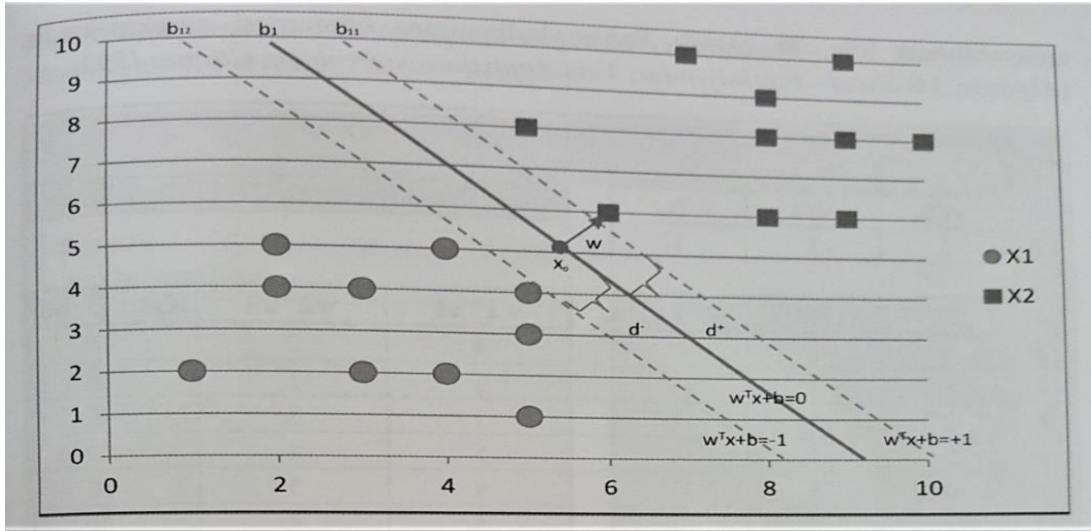
2. tipte ise lineer olmayan sınıflandırma verinin eliptik bir dağılım göstermesi sebebi ile katiyen mümkün olmamaktadır. Aslında destek vektör makineleri lineer olmayan ve çok boyutlu sınıflandırma için geliştirilmiştir.

Lineer Sınıflandırma:

Şekil 3.15’de görüldüğü gibi lineer olarak ayrılıp, iki boyutlu veri dizisi bir doğru ile oldukça kolay bir şekilde sınıflandırılabilir. Veri dizisini ikiye bölen bu doğru, veri dizisinde bulunan bağımlı değişkene göre karar doğrusu olarak adlandırılır. Veri dizisini ikiye bölebilen bu doğruların sonsuz sayıda çizilmesi mümkündür.



Şekil 3.15: Farklı karar doğruları



Şekil 3.16: Karar doğrusu, destek noktaları ve genişlik [65]

Karar doğrusunun optimalite ölçütü, veri dizisine yeni nesnel eklendikçe, değişmeyecek yeni değişikliklere karşı karar doğrusunun dirençli olmasıdır. Karar doğrusunun değişikliklere karşı dirençli olabilmesi ise iki sınıfın sınır çizgisine en yakın noktasının ya da noktalarının karar doğrusunun sınır çizgisine minimum uzaklıkta olması ile mümkündür.

Sınır çizgisine en yakın olan noktalar destek noktaları veya destek vektörleri olarak, bu noktaların sınır çizgisine olan uzaklıkları ise genişlik olarak adlandırılmaktadır. Şekil 3.16'da w ile genişlik, d^+ / d^- ile destek noktalarının karar doğrusuna olan uzaklıkları gösterilmektedir.

Lineer Olmayan Sınıflandırma:

Doğrusal olarak tam ya da belirli bir hata ile ayrıştırılabilen verilerin sınıflandırılması sorununun çözümü için geliştirilen destek vektör makineleri algoritmalarının pratik uygulamaları bir hayli sınırlı olmaktadır. Bunun sebebi gerçekte karşılaşılan veri kümelerinin giriş uzayındaki dağılımı doğrusal olmadığı için bu verilerin var oldukları esas uzayda doğrusal bir ayırıcı düzlem ile ayrıştırmak mümkün değildir [84], [85].

Var oldukları esas uzayda doğrusal olarak ayrıştırılamayan veriler yüksek boyutlu bir özellik uzayına bir çekirdek fonksiyonu yardımıyla taşınarak o uzayda doğrusal olarak ayrıştırılabilir. Böylelikle yüksek boyuta sahip özellik uzayında var olan çok boyutlu hiper düzlem, esas uzayda doğrusal olmayan bir işleve denk gelir.

3.3.1.7 Lojistik regresyon analizi

Regresyon teknikleri bir ya da daha fazla açıklayıcı parametreler ile sonuç parametreleri arasındaki ilişkileri incelemektedir. Çoğunlukla sonuç parametresi kesikli olup, iki ya da daha fazla olası değere bağlı olmaktadır.

Regresyon analizi doğrusal ve doğrusal olmayan olarak ikiye ayrılmaktadır. Doğrusallık kavramı, değişkenlere göre doğrusallık ya da parametrelere göre doğrusallık olmak üzere iki şekilde incelenmektedir. Değişkenlerde doğrusallık hali, değişkenlerin tümünün birinci dereceden kuvvet ile yazılmasına gerek olmaktadır. Köklü ifade ile ya da ikinci ve daha fazla kuvvetden yazılmış değişken olmamalıdır. Değişkenler birbirleri ile bölüm ya da çarpım durumunda olmamalıdır. Bunların benzeri bir şekilde parametrelere göre doğrusallıkta da katsayılar için aynı şartlar aranmaktadır. Ancak bazı modeller doğrusal görünmese de bir takım dönüşüm teknikleri ile doğrusal hale çevrilebilmektedir. Bu durumda temelinde (orjinalinde) doğrusal olmayan ve temelinde (orjinalinde) doğrusal olan biçiminde bir kavram kullanılabilir. Yarı logaritmik, log-doğrusal ve ters modeller doğrusala çevrilebilen yaygın modellerdendir [86].

Lojistik regresyon modeli logaritmik dönüşümler neticesinde doğrusal duruma gelen, bağımlı değişkeni kategorik (yapay) değişken olan bir modeldir.

Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında logit bir ilişki olduğunu varsayan lojistik regresyon, doğrusal olmayan modeller üretebilmektedir.

Lojistik regresyon (LR), sonuç parametrenin ikili, üçlü ve çoklu kategorilerde açıklayıcı parametreler ile sebep-sonuç ilişkisini inceleyen bir tekniktir.

Bu teknikte, açıklayıcı parametrelerin bağımlı parametreler üzerindeki tesirleri olasılık olarak hesaplanır ve risk etkenlerinin olasılık olarak tespit edilmesi sağlanır [87].

Lojistik regresyon analizinde (LRA) parametreler arasında çoklu bağlantı olmaması gerekmektedir. Bunun sağlanması için rastgele bir parametrenin diğer parametrelerin lineer bileşimi şeklinde yazılmaması gerekmektedir.

Böylelikle analizde bir takım parametrelerin ortalamaları ya da toplamı orjinalleri ile aynı zamanda yeni bir parametre olarak kullanılmamalıdır. Behsedilen bu türde yeni bir parametrenin fonksiyona ek bir bilgi katmayacağı görülmektedir. Bu problem bağlantı ya da çoklu bağlantı olarak tanımlanır. Gözlem miktarının az olması bu problemin meydana gelmesi olasılığını artırır.

Çoklu bağlantı Regresyon analizinde regresyon katsayılarının hatalı tahmin edilmesine, t-testinin geçersiz olmasına, modelin tahmin gücünün azalmasına ve katsayıların standart hatalarının artmasına neden olabilir. Bu sorunlara benzer sorunlar lojistik regresyon analizinde de meydana gelebilir. Bu sebeple eğer varsa çoklu bağlantı durumunun tespit edilmesi ve gerekli düzeltme işlemlerinin yapılması gerekmektedir [88].

Lojistik Regresyon Modelinin Kullanım Alanları:

Lojistik regresyon modelleri (LRM), son zamanlar da ekonomi, biyoloji, veterinerlik, tıp, taşıma ve tarım sektörü alanlarında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Lojistik regresyon modelinin biyolojik deneylerin analizinde ilk olarak Berkson tarafından 1944 yılında önerilmiş, sonrasında Cox 1970 yılında bu modeli detaylı araştırarak çeşitli uygulamalarını yapmıştır.

Andersson ise 1979 ile 1983 yılları arasında özet gelişmeler sunmuştur. Bunların yanında ayrıca lojistik modele uyumu ile ilgili birden fazla çalışmalar da yapmıştır [89].

Pregibon 1981 yılında iki grup lojistik modelde etkin, aykırı gözlemleri ve belirleme ölçütlerini Lesaffre ve Albert ise 1989 yılında çoklu grup lojistik modellerde etkin ve aykırı gözlemlerle belirleme ölçütlerini ele almışlardır [90].

Lojistik regresyon modellerinin oldukça yaygın bir şekilde kullanılması, hatayı tahmin tekniklerinin geliştirilmesi LRM'nin daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesine neden olmuştur.

Lee 1984 yılında, basit dönüşümlü deneme planları için lineer lojistik modeller konusunu ele almıştır. Robert ve ark. 1987 yılında, lojistik regresyonda olabilirlik oran (G^2), uyum mükemmelliği, standart Kikere, "pseudo" en fazla olabilirlik tahminleri ve hipotez testleri alanlarında araştırma ve çalışmalar da bulunmuşlardır. Duffy 1990 yılında, parametre değerlerinin gerçek değerlere yaklaşımı ve lojistik regresyonda hata terimlerinin dağılımını ele almıştır. Hsu ve Leonard 1995 yılında, lojistik regresyon fonksiyonlarında Bayes tahminlerinin elde edilmesi işlemleri konusunda çalışmışlar ve lojistik regresyonda Monte Carlo dönüşümünün olabileceğini kanıtlamışlardır [91].

Gardside ve Glueck, insanlarda fiziksel aktivite, beslenme şekli, sigara ve alkol kullanımı gibi riiks etkenlerinin kalp hastalığı üzerindeki tesirlerini incelemişlerdir [92]. Santos ve ark. 1998 yılında kafein tüketimi ve düşük doğum ağırlığı arasındaki ilişkiyi, Cox ve ark. hipertansiyon ile kardiyovasküler hastalıklar arasındaki ilişkiyi ele almışlardır [89].

3.3.1.8 Diskriminant analizi

Diskriminant analizi (DA), diskriminant fonksiyonları ile bir objeye (grup, birim) ait sınıflar arasındaki ayırma en çok etki eden özellikleri belirlemede ve sınıfı belirli olmayan bir objenin hangi sınıfa ait olacağına karar verme aşamasında kullanılan bir analizdir. Bu nedenle araştırmacılar diskriminant analizini belirli birimlerin grup üyeliklerinin tahmini için ve bunun yanında pek çok alanda tercih etmektedirler [93].

Diskriminant analizi ekoloji, genetik, finans, pazar araştırması, bankacılık, örüntü tanıma ve işletme gibi daha bir çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Diskriminant analizi ölçüt olarak alınan parametrenin nicel ölçme seviyesinden ziyade nitel ölçme seviyesinde olduğu haller için faydalanan lojistik regresyon analizinin bir uyarlamasıdır.

İlk olarak Fisher 1936 yılında ayırma kavramını öne sürmüştür. Çalışmalarında Iris veri setinde var olan iki tür (Versicolor ve Setosa) için, örnek içi varyansdan faydalanarak örnekler arası varyansı maksimize durumuna getiren lineer fonksiyon kullanmıştır.

Sonraki yıllarda istatistikçiler tarafından teorik ve diğer çalışma alanlarında da uygulanmış ve bundan dolayı fazlasıyla ilgi görmüştür [94].

Welch aynı varyans - kovaryans matrisine sahip çok değişkenli yığın arasında ayırma için Bayes kurallarını ortaya sürmüştür [95].

DA ile faydalanan veri seti için, gelişigüzel bir örnek olma, varyans – kovaryans matrislerinin eşitliği, ölçüt alınan parametreler arasında korelasyon olmama ve normal dağılmış olma gibi varsayımlar bulunmaktadır.

Bir takım sınıflama problemlerinde, lineer diskriminant analizinin optimal sonuçlar vermesi için yığınların dağılımlarının çok değişkenli normal dağılımdan edinildiğine dair bir bilgi var ise yığınların varyans-kovaryans matrislerinin eşit olması sağlanmalıdır.

Diskriminan analizi yapılabilmesi için bazı varsayımlarının oluşturulması gerekmektedir. Bu varsayımlar;

- X veri matrisi çok parametrelili normal dağılım sağlamalıdır.
- Parametrelerin varyansları ve ortalamaları arasında korelasyon bulunmaması gerekmektedir.
- Grup kovaryans matrisleri, X matrisinde bulunan parametreler, çok parametrelili normal dağılım gösteren ortak kovaryans matrisine sahip toplumdaki çekilmiş ve homojen olmalıdır.
- Parametreler arasında çoklu bağımlılık bulunmaması gerekmektedir.
- Parametreler arasında yüksek korelasyon ($r > 0.80$) bulunmaması gerekmektedir.
- X matrisi haddinden fazla ve lüzumsuz parametre içermemeli, grupların birbirlerinden ayrılmasını sağlayabilmek için gerekli ve doğru parametreler içermelidir [96].

Diskriminant analizine başlamadan önce bu varsayımların teker teker analiz edilmesi gerekmektedir. Varsayımların sağlanmaması durumunda değişkenlere gerekli dönüşümler uygulanarak varsayımların geçerliliği yeniden test edilmelidir. Yapılan çalışmalarda; varsayımlardan biraz sapma durumunda da diskriminant analizinin güçlü ve güvenilir neticeler verdiği rastlanmıştır. Lachenbruch ve diğ. Çoklu normal dağılım ve kovaryans eşitliği varsayımlarının hafif ihtimalinin diskriminant analiz sonuçlarını önemli ölçüde etkilemediğini göstermiştir. Klecka da çoğu zaman normal dağılım kuralına uymayan dikotom (ikili sonuçlu) değişkenlerin DA sonuçlarını etkilemeyebileceğini göstermiştir [97].

Diskriminant Analizinin Kullanım Amaçları:

- Önceden belirlenen grupları birbirinden ayırmaya yarayan en iyi bağımsız değişkenlerin ayırma fonksiyonlarını belirlemek,
- Analize dahil edilen bağımsız değişkenler için, gruplar arası bir farkın olup olmadığını test etmek,
- Gruplar arası farkı en iyi belirleyen bağımsız değişkeni tespit etmek,
- Eldeki gözlemleri, hesaplanan diskriminant fonksiyonuna göre gruplara yeniden atayarak, fonksiyonun tahminleme yeteneğinin doğruluk düzeyini saptamak,

Analiz öncesi tanımlanmış olan grupların birinden geldiği varsayılan yeni gözlemlerin grup üyelikleri konusunda öngöründe bulunmak olarak sıralanabilir.

Bir çok analiz bağımlı değişken Kadın-erkek; yüksek-düşük gibi iki gruptan meydana gelmektedir.

Diskriminant analizi ile iki veya daha çok grup analiz edilebilir. Bazı tahmin edici değişkenlere dayanarak, grupları birbirlerinden ayırmak amaçlanmaktadır.

Örneğin; İş başvurusu yapan kişilerin, belli bir işte başarılı mı olacağı, işten mi ayrılacağı veya işten mi atılacağını belirlemek,

Bir kişinin tatillerini Güney sahillerinde, Batıda veya Kuzey Ülkelerde mi geçireceğini belirlemek amacı ile diskriminant analizi uygulanabilir.

Bir ekonomistin Türkiye'deki illerin sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeylerini kalkınmış, kalkınmada öncelikli ve olağanüstü yöreler olarak üç grulu; yedi coğrafi bölgeye göre yedi grulu diskriminant analizi ile incelemesi mümkündür.

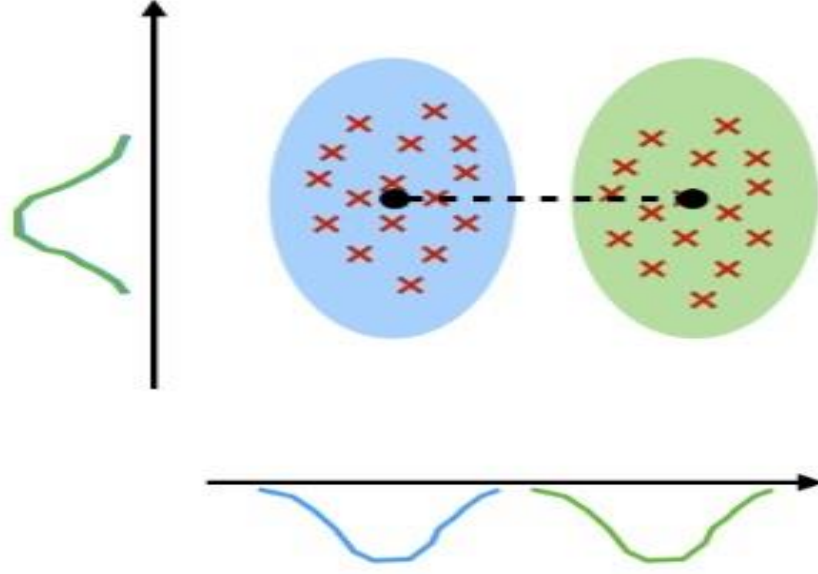
Diskriminant analizi; analiz öncesi tanımlanmış iki veya daha fazla grubu en iyi ayırt eden bağımsız değişkenlerin doğrusal kombinasyonundan meydana gelen bir fonksiyon üretmektedir. Fonksiyonu oluşturan değişkenlerin ağırlıkları; gruplararası varyansın grup içi varyansa oranını en yüksek olacak şekilde belirlenerek modelin ayırım gücü maksimum kılınır [64].

Lineer Diskriminant Analizi:

Lineer diskriminant analizi (LDA), çoğunlukla boyut indirgeme yapmak ya da örüntü sınıflandırmanın ön adımında çözümlene için kullanılmaktadır.

Lineer diskriminant analizi tekniğinde verinin sınıflar arası ayırım düzeyini en yüksek yaparak kümelemek amaçlanmaktadır. Şekildeki verilere düşey eksenden bakıldığı zaman bir adet Gauss fonksiyonu görülürken, yatay eksenden bakıldığında ise, toplamda iki adet Gauss fonksiyonu görülmektedir.

Bu sebeple yalnızca düşey eksen kullanıldığında, veri tek bir sınıfta toplanır fakat yatay eksenden bakıldığı zaman görülen ayrıntı gözden kaçırılmış olmaktadır. Bu bilgilerden yola çıkıldığında kısacası LDA tekniği verinin temsili için en doğru eksenin tercih edilmesine olanak tanır ve şekil 3.17'de görüldüğü üzere bu örnekte yatay ekseni seçmek doğru bir tercih olacaktır.



Şekil 3.17: Verinin farklı eksenlerdeki dağılımı [98]

$A(\pi_1)$ ve $B(\pi_2)$ adında iki grup olsun, bu gruplardan n_1 birimlik p tane birbirleri ile bağlantılı gözlem yapılsın. X veri matrisinde gözlemler gruplar arasında farklılık göstermektedir. π_1 grubundan sağlanan örnekler için X_1 gözlem matrisi, π_2 grubundan sağlanan örnekler için ise X_2 gözlem matrisine ulaşılır.

Birden fazla değişkenli X gözlem matrisi π_1 ve π_2 grupları ile ilgili gözlemleri kapsayan X_1 ve X_2 gözlem matrislerinin bir araya getirilmesi ile elde edilir [96].

g_1 ve g_2 sırası ile π_1 ve π_2 gruplarından n_1 ve n_2 hacimli gruplar olduğunu varsayalım. Bu gruplara bağlı kovaryans matrisleri S_1 ve S_2 olmak üzere grupların benzer matrisine (Σ) sahip oldukları varsayılarak ($S_1 = S_2$), g_1 ve g_2 gruplarının ortak kovaryans matrisi S , denklem (3.4)'de görüldüğü şekilde tanımlanmaktadır.

$$S = S_{ortak} = \frac{(n_1 - 1)S_1 + (n_2 - 1)S_2}{(n_1 + n_2 - 2)} \quad (3.4)$$

X gözlem matrisinden faydalanılarak elde edilen birden fazla değişkene sahip gözlem matrisi tek değişkenli Y değerlerine çevrilmektedir. X gözlem matrisinin doğrusal bileşeni Y değerleridir.

Diskriminant analizi ile ayrı ayrı her bir grup için ayırma fonksiyonu aşağıda gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır. İki grubunda arasında yer alan p değişkeni için meydana getirilen doğrusal ayırma fonksiyonu denklem (3.5)'de gösterildiği gibidir.

$$Y_i = b_{i0} + b_{i1}X_1 + b_{i2}X_2 + \dots + b_{ip}X_p \quad (3.5)$$

Görülen bu fonksiyonda b_{i0} sabit değeri, b_{ij} ise doğrusal bileşenleri göstermektedir. Doğrusal bileşenlere kanonik adı verilmektedir. Bahsedilen her bir grup için değişkenlere bağlı doğrusal bileşenler, değişkenlerin belirleyiciliklerini ayırma fonksiyonundaki tesirlerini göstermektedir.

Doğrusal bileşenler denklem (3.6)'da gösterilen eşitlik ile hesaplanmaktadır:

$$b_{ij} = S^{-1}(\bar{x}_i) \quad i = 1, 2; j = 1, \dots, p \quad (3.6)$$

Gösterilen eşitlikte S^{-1} , ortak kovaryans matrisinin tersini ve \bar{x}_i ise i . grup için ortalama vektörünü yansıtmaktadır. b_{ij} katsayılarına kanonik değişkenler denmektedir. Bazı durumlarda katsayılar normalize edilerek kullanılmaktadır.

Normalize edilmesindeki amaç katsayıları genel katsayılar arasında ağırlıklandırarak elemanların basit bir şekilde yorumlanabilmesini sağlamaktır. İki çeşit normalizasyon yaklaşımı mevcuttur.

$$1 - b^* = \frac{b}{\sqrt{b'b}} \quad veya \quad b^* = \frac{b}{b_1} \quad (3.7)$$

Denklem (3.7)'de görülen b_1 en büyük doğrusal bileşendir.

Görülen normalizasyon yaklaşımlarının her ikisinde de katsayılardan birinin diğerine göre daha önemli değişkenleri modelde aktif olarak görmek ve ağırlığını arttırmak amaçlanmıştır [99], [96].

Gruplar arasında farklılığı en yüksek düzeye çıkaracak bir ayırma fonksiyonu yardımı ile grupları birbirlerinden ayırmak mümkündür. Bu sebepten dolayı ortak bir ayırma fonksiyonu tercih edilir. i ve j grupları arasındaki ayırma fonksiyonu denklem (3.8)'de gösterildiği gibidir.

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_px_p \quad (3.8)$$

Şeklinde ifade edilir. Bu fonksiyondaki b_i doğrusal bileşenleri ortalama fark vektörü vasıtası ile denklem (3.9)'da gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$b_i = S^{-1}(\bar{x}_i - \bar{x}_j) \quad i = 1, 2, \dots, g \text{ grup sayısı} \quad (3.9)$$

Şayet sabit değer b_0 katsayısı ise denklem (3.10)'da gösterildiği şekilde hesaplanır.

$$b_0 = -\left(\frac{1}{2}\right)\bar{x}, S^{-1}\bar{x} \quad (3.10)$$

S ortak kovaryans matrisi ve \bar{x}_i i. grup ortalama vektörü olduğundan her bir grubun b_i katsayılar vektörü denklem (3.11)'de gösterildiği şekilde hesaplanır.

$$b_{ij} = S^{-1}\bar{x} \quad i = 1, 2; j = 1, \dots, p \quad (3.11)$$

Sabit değer ise;

$$b_{i0} = -(1/2)\bar{x}_i' S^{-1}\bar{x}_i \quad (3.12)$$

Gruplara göre seçilen kanonik ve sabit katsayılar parametre değerleri ile çarpılarak doğrusal ayırma fonksiyonları hesaplanmaktadır.

1. grup için ayırma fonksiyonu;

$$Y_1 = b_{10} + b_{11}X_{11} + b_{12}X_{12} + \dots + b_{1p}X_{1p} \quad (3.13)$$

Denklem (3.13)'de görülen eşitlikte değerler yerlerine konularak belirlenir.

2. grup için ayırma fonksiyonu;

$$Y_2 = b_{20} + b_{21}X_{21} + b_{22}X_{22} + \dots + b_{2p}X_{2p} \quad (3.14)$$

Denklem (3.14)'de görülen eşitlikte değerler yerlerine konularak belirlenir.

g. grup ayırma fonksiyonu;

$$Y_g = b_{g0} + b_{g1}X_{g1} + b_{g2}X_{g2} + \dots + b_{gp}X_{gp} \quad (3.15)$$

Denklem (3.15)'de görülen eşitlikte değerler yerlerine konularak belirlenir.

Mahalanobis tarafından ileri sürülen p değişkenli g grup arasındaki karesel uzaklığı veren D^2 uzaklığı denklem (3.16)'da görüldüğü şekilde hesaplanır.

$$D_{ij}^2 = (\bar{x}_i - \bar{x}_j)'S^{-1}(\bar{x}_i - \bar{x}_j) \quad (3.16)$$

İ ve j gruplarını birbirlerinden ayırmak amacıyla D^2 uzaklığının etkili olup olmama durumu test edilebilir. Bu nedenden kaynaklı Hotelling T^2 yaklaşımı ile D^2 'nin önemlilik durumu test edilebilmektedir.

$$T^2 = \frac{(n_1 * n_2)}{(n_1 + n_2)} D^2 \quad (3.17)$$

T^2 'nin önemliliğinin belirlenmesi amacı ile denklem (3.18)'de gösterildiği gibi F yaklaşımından faydalanılmaktadır.

$$F = \frac{(n_1 + n_2 - p - 1)}{p(n_1 + n_2 - 2)} T^2 \quad (3.18)$$

Bağımlı değişken iki kategoriye sahip olduğunda sadece bir tane diskriminant fonksiyonu hesaplanır. Bahsedilen bu fonksiyonun ne derece önemli olduğunu tespit edebilmek için öz değer, Wilks' Lamda ve kanonik korelasyon değerleri göz önüne alınır.

Gruplar arasındaki ilişkiyi ve diskriminant skorlarını kanonik korelasyon ölçer ve toplamdaki açıklanan varyans sayısını gösterir.

Öz değer istatistiği ise büyüklük düzeyi arttıkça bağımlı değişkendeki varyans da o kadar büyük bir bölümü diskriminant fonksiyonu ile açıklanmaktadır. Kesin bir bilgi olmamakla beraber 0,40'tan büyük olan öz değerler iyi olarak değerlendirilir.

Wilks' Lamda istatistiği, toplamdaki diskriminant skorlarındaki varyansın gruplar arasında bulunan farklar tarafından açıklanması mümkün olmayan kısmını gösterir [100].

4. DENEY

4.1 KATILIMCILAR

Tez çalışmasında bulunan katılımcıların çoğunluğu Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesinde öğrenimine devam etmektedir. Deneye kadın, erkek karışık olarak 18-30 yaş aralığında toplamda 13 katılımcı gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılara öncesinde çalışmada yapılacak sunum ile ilgili olarak ayrıntılı bilgi ve istedikleri takdirde çalışmayı bırakabilecekleri bilgisi de verilmiş ve tüm katılımcıların onayları ve ad, soyad, yaş ve hangi elini kullandığı bilgisi alınmıştır.

Deneyde görsel malzemeler kullanıldığı için katılımcıların herhangi bir göz problemi bulunmamaktadır bulunanlarında gözlük, lens v.b araçlar ile sağlıklı bir görüşe sahip olduktan sonra çalışmaya katılımı sağlanmıştır. Ayrıca, katılımcıların psikiyatrik ve nörolojik herhangi bir hastalığının bulunmaması ve sinir sistemini etkileyen herhangi bir ilaç tedavisine devam etmiyor olmalarına ve sunumda gösterilecek olan görsellerin içeriğinden dolayı katılımcıların 18 yaşın altında olmamalarına dikkat edilmiştir.

4.2 DENEY SIRASINDA KULLANILAN ARAÇLAR

Deney süresi boyunca katılımcının ekranda nereye, ne kadar süreyle ve kaç kere baktığını, göz hareketlerinin takibine ve kaydetmeye olanak sağlayan şekil 4.1'de görülen the eye tribe tracker isimli göz takip cihazı kullanılmıştır.



Şekil 4.1: Göz takip cihazı

Göz takip cihazının bağı olduğu laptop ise 8gb ram DDR4 i5 7200 işlemci ve 15.5 inç bir ekrana sahiptir. Ayrıca deney sırasındaki sunumda 1024x720 çözünürlük kullanılmıştır. Çalışma sırasında katılımcıların rahat edebilmesi ve hareket etmemeleri için sabit sandalye kullanılmıştır.

4.2.1 Göz İzleme Yazılımı

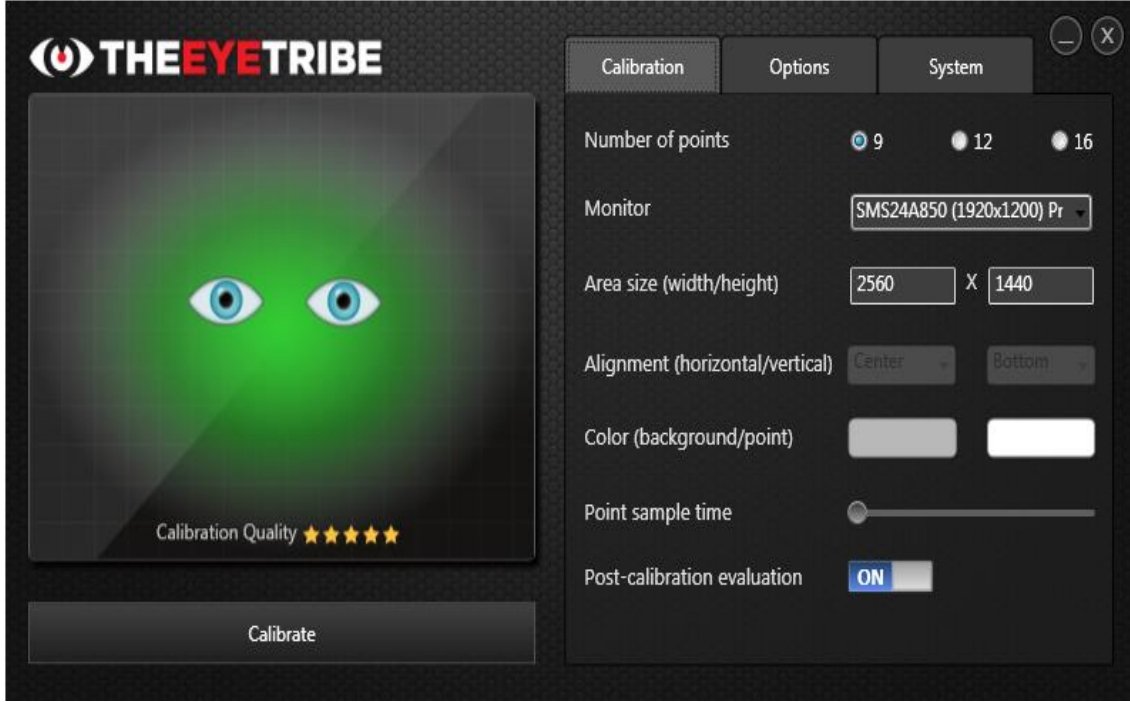
Göz izleme cihazını kullanabilmek için Ogama (5.0) sürümü göz takip yazılımından faydalanılmıştır. Ancak kurulum esnasında bazı teknik sorunlar ile karşılaşıldı. Ogama programının kullanılmasının sebebi göz takip cihazının kendi yazılımının çalışmada kullanılacak olan bazı özellikleri desteklemiyor olmasıydı. Bu özelliklerden kasıt; göz takip cihazını kullanmamızın amacı katılımcılara slayt gösterisi şeklinde görseller sunarken aynı zamanda göz takibini (göz hareketlerini ölçmek) yapabilmek olduğu için ve bu özellikte göz takip cihazının kendi yazılımında mevcut olmadığı için 3. parti bir yazılım kullanma ihtiyacı meydana gelmiş oldu. Ayrıca 3.parti bir yazılım kullanılsa bile göz takip cihazı önce kendi orijinal yazılımını ancak sonrasında bir 3.parti yazılımın kullanılmasına izin vermektedir. Bu yüzden istenilen şekilde önce göz takip cihazının orijinal yazılımı kuruldu sonrasında ihtiyaçlarımızı karşılaması sebebiyle ogama yazılımı kuruldu ve böylece problem çözülmüş oldu.

4.3 UYGULAMA

Deney, Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi sporda sinir bilim ve psikoloji araştırmaları laboratuvar'ında bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar, çalışmanın gerçekleşeceği odaya teker teker alınmış ve oda koşulları (aydınlatma, ısı) ile kullanılan malzemeler (bilgisayar, katılımcının oturduğu sandalye vb.) tüm katılımcılarda sabit tutulmuştur. Çalışmanın yapılacağı oda içerisinde katılımcının dikkatini dağıtacak herhangi bir unsur bulunmamasına özen gösterilmiştir.

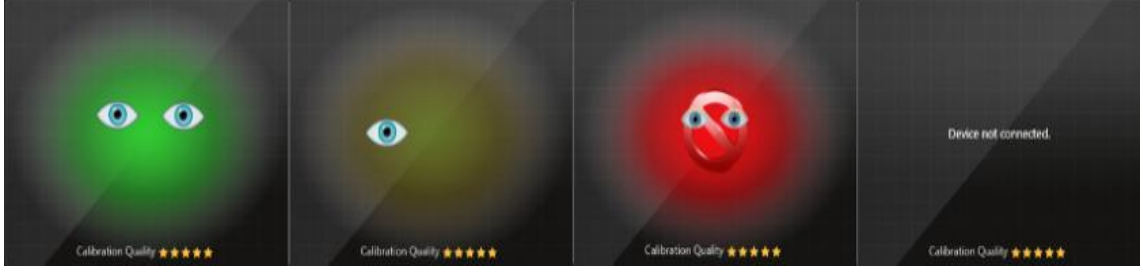
Tüm katılımcılar bilgisayar ekranının 50 cm uzağına oturmuş ve deney süresince oturma pozisyonları ve başları hep sabit kalmıştır. Çalışma sonuçlarının doğruluğu açısından bu konulara oldukça dikkat edilmiştir.

Deneye başlamadan önce, tüm katılımcılar için cihaz kalibrasyonu yapılması gerekmektedir. Kalibrasyon işlemi, göz izleme sisteminin etkinleştirilmesi için deneye katılan kişinin gözü ile ilgili bir takım fizyolojik özelliklerinin bilinmesi, göz bebeği merkezinin yerinin belirlenebilmesi için ve ekran üzerinde baktığı noktayı doğru bir şekilde hesaplayabilmek için oldukça önemlidir. Çünkü her insan farklı göz özelliklerine sahiptir.



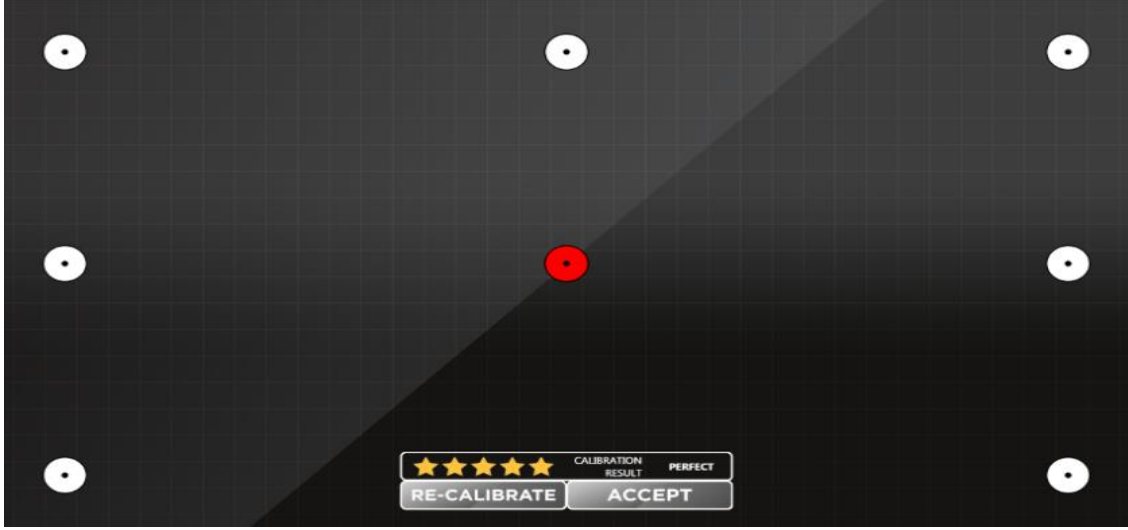
Şekil 4.2: EyeTribe UI kullanıcı arayüzünün ekran görüntüsü

Fakat kalibrasyon işlemine geçmeden önce katılımcılarının oturma pozisyonlarının, başlarının durduğu açının ve gözlerinin baktığı noktanın doğruluğunu belirleyebilmek adına göz takip cihaz programından faydalanılarak her iki gözünde belirli alanın orta noktasında olması sağlanmıştır. Şekil 4.2’de görüldüğü üzere katılımcı doğru bir pozisyonda durup doğru yere baktığında her iki gözde alanın orta noktasına denk geliyor ve kullanılan yazılımda alanı yeşil renge dönüştürerek duruşun doğru olduğu mesajını veriyor.



Şekil 4.3: İzleme durum çeşitleri

Ancak diğer hallerde de şekil 4.3’de görüldüğü üzere tek gözün alanın dışında kalması ya da her iki gözünde istenilen alana girememesi durumunda ya da diğer teknik problemler de yazılım hata olarak uyarı vermektedir. Yani toplamda iyi, sınırlı, hatalı izleme ve bir hata mesajı gösteren dört adet izleme durumu mevcuttur.



Şekil 4.4: Kalibrasyon ekranı

Bu adımlardan sonra kalibrasyon işlemine geçilmiştir. Normal şartlarda bir kalibrasyon işlemi yaklaşık 20 saniye sürer ve boş bir arka plan üzerinde ekranın farklı konumlarında ve her biri yaklaşık 2 saniye boyunca görüntülenen dairesel bir hedef oluşur. Şekil 4.4’de görüldüğü üzere kullanıcının ekranda görüntülenen bu hedeflere başını oynatmadan ve gözünü başka bir noktaya ayırmadan dikkatlice gözleri ile takip etmesi gerekiyor. Tüm kalibrasyon hedeflerinin ekranda görüntülenmesi sona erdiğinde, kalibrasyon işlemi tamamlanmış oluyor.

Kalibrasyon sonucunda her katılımcının kalibrasyondaki başarısı yazılım tarafından puanlandırılmaktadır. Bu puanlandırma mükemmel, iyi, orta, zayıf, yeniden kalibre ve kalibrasyonu yapılmamış olarak tanımlanmaktadır.

Kalibrasyon sonucunun mükemmel ya da iyi çıkması durumunda deneye geçilebilmektedir ancak sonuç olarak geriye kalan diğer sonuçlardan herhangi bir tanesi çıktığında kalibrasyon işlemi tekrar edilmek zorunda kalabiliyor. Kalibrasyon aşamasında gözlük kullanımı, dikkat dağınıklığı gibi nedenlerden dolayı bazı katılımcılarda kalibrasyon işlemi iki ya da üç kez tekrarlanmak zorunda kalındı.

Kullanılan göz izleme cihazı, saniyede 15 santimetreye kadar kafa hareketlerini tolare edebilmektedir. Buna rağmen, çalışma süresi boyunca kafa hareketleri minimum düzeyde tutulmuştur.

Bu aşamalardan sonra çalışmaya geçilmiş ve katılımcılara IAPS'den seçilen fotoğraflardan oluşan slayt gösterisi izletilmeye başlanmıştır. Her bir deney toplam 5 dakika 58 saniye sürmüştür. Katılımcının her bir fotoğrafa bakma süresi 5 saniye olarak belirlenmiştir. Bazı katılımcılar çalışma süresinin ortalarında olumsuz fotoğraflardan rahatsız olup ekrana bakmadığı için çalışmaya kendi isteği ile son vermiştir. Bu katılımcılar sonuçlara dahil edilmemiştir. Çalışma sırasında bazı katılımcılar da bilgisayar ekranı dışında başka yerlere bakmaması konusunda ara ara uyarılmıştır. Katılımcılar hazırlanmış olan sunumu izlerken bir yandan da göz takip cihazı ve ogama programı aracılığı ile her bir fotoğrafta değişen pupil boyutları, göz hareketleri, göz bakış koordinat verileri çalışma sonunda analiz edilmek üzere kaydedilmiştir.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Emosyonlar genelde otonom sinir sisteminin sempatik bölümü tarafından kontrol altında tutulmaktadır. Çok kısa süren saniyeler içinde bu sistem büyük ölçüde bedensel değişikliklere sebep olabilir ve çeşitli tepki mekanizmaları aracılığıyla ölçülebilmekte ve böylelikle belirli uyaranlar ve bunların kişide meydana getirdiği fizyolojik ve davranışsal yanıtlar üzerinden analiz edilebilmektedir.

Yapılan araştırmalara göre gözbebeğinin duygu değişimi üzerine iki yönlü etkisi ortaya çıkmıştır. İnsanların, hoş olmayan görüntüleri gördüklerinde gözbebeğinin (kapanma) daraldığını ve hoş resimleri gördüklerinde ise dilate edildiği (genişlediğini) tespit edilmiş ve duygu değişimlerinin gözbebeğindeki etkileri ortaya çıkmıştır. Daha sonrasında yapılan araştırmalar, duygusal uyarılmanın, gözbebeğinin yanıtını modüle etmede temel bir unsur olduğunu ileri sürmektedir.

Bu tez kapsamında, erkek ve kadın bireylere uygulanan zevk, uyarılma ve baskınlık derecelerini içeren duygusal olarak anımsatıcı, çeşitli kategorilerden meydana gelen fotoğraflardan oluşan büyük bir set IAPS (Uluslararası Affektif Resim Sistemi) içerisinde, kişide olumlu, olumsuz ve nötr anlamda oldukça zıt duygulanımlar yaratan uyaran grupları değerlik puanlarına göre seçilip spss programından faydalanılarak gerekli hesaplamalar ve analizler yapıp bahsedilen üç gruba ayrılmıştır. Deneyde IAPS'ten seçilmiş toplamda 60 adet dijital renkli fotoğraf kullanılmıştır.

Literatürde yaygın olarak kullanılan yöntemler de göz önünde bulundurularak göz hareketleri takip sistemi için en uygun teknik belirlenmiş ve deneyler için uygun bir göz hareketleri takip sistemi geliştirilmiş ve deney için amaca uygun bir paradigma geliştirilmiştir.

Katılımcının deneyi gerçekleştirme süresince, gerçek zamanlı (real time) olarak, göz hareketleri göz takip cihazı ile takip edilerek;

- Görüntülerde pupilin yeri (x,y) ve çapları tespit edilmiş,
- Pupilin, koordinatların hangisinde ne kadar süre kaldığı bilgisi hesaplanmış,
- Uyarın gruplarından (olumlu, olumsuz) hangilerine baktığında, odak noktaları ve pupil çapında ne gibi değişimler olduğu tespit edilmiş,
- Gözün deney süresince yaptığı odak sayısına ulaşılmış,
- Katılımcının deney süresince her bir olumlu ya da olumsuz uyarana ne kadar süre baktığı bilgisine ulaşılmış,
- Bu bilgiler uygun parametrelere çevrilmiş,
- İstatiksel analiz yapılmış
- Sonuçlar değerlendirilmiştir.

Deney sırasında ulaşılan göz takip sisteminin verilerinin bir kısmı tablo 5.1’de gösterildiği gibidir;

Tablo 5.1: Örnek göz takip verileri

Resim No	Odak Sayısı	Toplam Süre	Toplam Süre Odak Süresi	Pupil Çapı X Ortalaması	Pupil Çapı Y Ortalaması	Resim Durumu
6	8	1796	224,5	21,7623894	22,23005	Olumsuz
12	5	4663	932,6	22,05935789	22,24648	Olumsuz
14	13	3829	294,5385	23,35161258	24,05517	Olumsuz
18	10	3665	366,5	22,62660329	23,0523	Olumsuz
28	10	2427	242,7	23,47413421	23,97443	Olumsuz
32	8	4128	516	24,20817881	24,65783	Olumsuz
42	10	2331	233,1	20,95705658	21,36285	Olumsuz
46	10	3367	336,7	23,20877947	23,40838	Olumsuz
50	10	3027	302,7	23,79092961	24,09829	Olumsuz
58	8	1899	237,375	21,69077947	22,16644	Olumsuz
62	7	4096	585,1429	24,11817616	24,30997	Olumsuz
66	6	2798	466,3333	23,27771523	23,21257	Olumsuz
70	9	1969	218,7778	21,87677483	22,07029	Olumsuz
76	8	2929	366,125	22,63147483	22,5886	Olumsuz
80	7	3696	528	24,30790397	24,08005	Olumsuz
84	7	2996	428	24,90102384	25,16069	Olumsuz
92	5	1130	226	23,0671245	23,23381	Olumsuz
98	5	3164	632,8	26,09719338	25,97038	Olumsuz
104	5	4626	925,2	26,30881111	26,71635	Olumsuz
110	7	4293	613,2857	24,58538344	24,81815	Olumsuz
0	4	3965	991,25	24,27445695	24,66829	Olumlu
2	5	4294	858,8	23,60493377	24,2138	Olumlu
16	10	3163	316,3	22,41937219	22,81015	Olumlu
20	4	2236	559	22,75999073	22,97782	Olumlu
26	7	3098	442,5714	26,02494768	26,44454	Olumlu
34	5	4697	939,4	24,6742625	24,97616	Olumlu
40	7	3331	475,8571	21,94196026	22,1158	Olumlu
48	11	3768	342,5455	22,91886225	23,50799	Olumlu
52	11	3030	275,4545	24,14278742	24,50305	Olumlu
56	9	4231	470,1111	24,05728609	24,19744	Olumlu
60	3	4065	1355	21,59106842	21,65176	Olumlu
68	6	1566	261	20,00287417	20,00145	Olumlu
72	12	3359	279,9167	23,82499013	23,97067	Olumlu
78	11	3634	330,3636	22,2134894	22,08855	Olumlu
86	8	4097	512,125	23,98106711	23,92028	Olumlu
100	3	4762	1587,333	24,95820199	25,05669	Olumlu
106	9	4398	488,6667	26,82034172	27,87566	Olumlu
108	10	2400	240	24,77364901	24,94948	Olumlu
112	9	3332	370,2222	22,16754145	22,46994	Olumlu
118	4	2932	733	24,00545	24,32181	Olumlu

Tablo 5.1'deki verilerde de görüldüğü üzere;

Katılımcıların büyük bir kısmı olumsuz bir uyarana bakarken göz bebeği boyutları'nın dilate edildiği (genişlediği) ve aynı şekilde olumlu bir uyarana bakarken de göz bebeği boyutların da miyozis (küçülme) meydana geldiği açıkça görülmektedir.

Uyaran fotoğraf'a toplam bakma ve odaklanma süresi de olumlu uyarılarda daha yüksek olumsuz uyarılarda ise daha düşük çıkmıştır. Bunun sebebi ise deney esnasında katılımcının oldukça olumsuz bir fotoğraf ile karşılaştığında, refleks olarak fotoğraf dışında başka bir yerlere bakma isteğinden kaynaklanmaktadır.

220 olumlu, 220 olumsuz olmak üzere toplamda 440 adet veri bulunmaktadır. Bu veri setinin %80'i eğitim, %20'si ise test olarak ayrılmıştır.

Bahsedilen veriler elde edildikten sonra, bu verilerden faydalanılarak tezin sınıflandırma teknikleri kısmında bahsedilen sınıflandırma teknikleri uygulanmıştır. Uygulanan bu sınıflandırma teknikleri sonucunda sınıflandırma'nın başarı oranı genel olarak yaklaşık %50 civarında bulunmuştur yani bu sonuç sınıflandırmanın başarısız olduğu anlamına gelmektedir. Bunun sebebi ise sınıflandırma tekniklerinden hiç biri üç uyaranı birbirinden ayırt edememektedir.

Çünkü nötr uyarıların değerlik puanları hem olumlu hem de olumsuz uyarıların değerlik puanlarına yakın olduğu için sınıflandırma testi sonuçlarını başarısız olarak çıkartmaktadır. Ortaya çıkan bu sonuçlar göz önünde bulundurularak, üç uyaran grubu içerisinde nötr uyaran grubunu yapılan sınıflandırma testinden çıkarıp sınıflandırma tekniklerinin yeniden uygulanması kararı alınmıştır.

Nötr uyarılar sınıflandırma testinden çıkarıldıktan sonra, sadece olumlu ve olumsuz uyarıların verileri üzerinde yapılan sınıflandırma testinden daha başarılı bir sonuç elde edilmiştir. En iyi sonuç veren sınıflandırma tekniği ise $k = 3$ iken %68 başarı oranı ortaya koyan K-NN sınıflandırma yöntemi olmuştur. %32'lik hata oranının sebebi ise emosyonel durumu sınıflandırmak için göz hareketlerini izlemek tek başına yeterli olmamaktadır.

Tablo 5.2: Karışıklık matrisi

		Var olan durum	
		Olumlu	Olumsuz
Tahmin	Doğru	TP	TN
	Yanlış	FP	FN

Tablo 5.2’de gösterilen karışıklık matrisi, gerçek değerlerin bilindiği test verisi üzerinde bir sınıflandırma tekniğinin performansını tanımlamak için çokça kullanılan bir tablodur [101].

Karışıklık matrisinde görünen TP, TN, FP ve FN test edilen verilerin doğru olumlu, doğru olumsuz, yanlış olumlu ve yanlış olumsuz olmasını ifade eder [102]. Karışıklık matrisi kullanılarak sınıflandırma tekniğinin başarı performansını belirlemek için keskinlik, hassasiyet ve f1 ölçütü kullanılmıştır.

Keskinlik, her sınıf için doğru şekilde tahmin edilen örneklerin bu sınıfta tahmin edilen toplam örnek sayısına oranıdır. Karışıklık matrisine göre keskinlik değeri denklem (5.1)’deki gibi hesaplanmaktadır;

$$Keskinlik_{olumlu} = \frac{TP}{TP+FN} \quad Keskinlik_{olumsuz} = \frac{TN}{TN+FP} \quad (5.1)$$

Hassasiyet, her sınıf için doğru olarak sınıflandırılan örneklerin var olan toplam örnek sayısına bölümüdür. Karışıklık matrisine göre hassasiyet değeri denklem (5.2)’de gösterildiği gibi elde edilmektedir;

$$Hassasiyet_{olumlu} = \frac{TP}{TP+FP} \quad Hassasiyet_{olumsuz} = \frac{TN}{TN+FN} \quad (5.2)$$

F1 skoru ise keskinlik ve hassasiyet değerlerinin harmonik ortalamasıdır. F1 skor değeri denklem (5.3)’de gösterildiği şekilde elde edilmektedir;

$$F1 = \frac{2 \times Keskinlik \times Hassasiyet}{Keskinlik + Hassasiyet} \quad (5.3)$$

Tablo 5.1’de bir kısmı örnek olarak sunulan verilerin tamamı ve bahsedilen matris ve formüller kullanılarak her bir sınıflandırma yönteminde tablolar halinde gösterilen sınıflandırma rapor sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu sınıflandırma sonuçları şöyledir;

Naif Bayes Sınıflandırma Raporu:

Tablo 5.3: Naif Bayes karışıklık matrisi

		Var olan durum	
		Olumlu	Olumsuz
Tahmin	Doğru	38	10
	Yanlış	6	34

Tablo 5.4: Test veri kümesi için naif bayes sınıflandırma sonuçları

	Kesinlik	Hassasiyet	F1 Skorlama	Toplam Uyarın Sayısı
Olumsuz	0,62	0,23	0,33	44
Olumlu	0,53	0,86	0,66	44
Ort. / Toplam	0,58	0,55	0,49	88

Desktek Vektör Makine Sınıflandırma Raporu:

Tablo 5.5: Destek vektör makine karışıklık matrisi

		Var olan durum	
		Olumlu	Olumsuz
Tahmin	Doğru	41	7
	Yanlış	3	37

Tablo 5.6: Test veri kümesi için destek vektör makine sınıflandırma sonuçları

	Kesinlik	Hassasiyet	F1 Skorlama	Toplam Uyarın Sayısı
Olumsuz	0,70	0,16	0,26	44
Olumlu	0,53	0,93	0,67	44
Ort. / Toplam	0,61	0,55	0,47	88

k-NN Sınıflandırma Raporu:

Tablo 5.7: k-NN karışıklık matrisi

		Var olan durum	
		Olumlu	Olumsuz
Tahmin	Doğru	29	31
	Yanlış	15	13

Tablo 5.8: Test veri kümesi için k-NN sınıflandırma sonuçları

	Keskinlik	Hassasiyet	F1 Skorlama	Toplam Uyarın Sayısı
Olumsuz	0,67	0,70	0,69	44
Olumlu	0,69	0,66	0,67	44
Ort. / Toplam	0,68	0,68	0,68	88

$$Keskinlik_{olumsuz} = \frac{TP}{TP+FN} = \frac{31}{31+15} = 0,67 \quad (5.4)$$

$$Keskinlik_{olumlu} = \frac{TN}{TN+FP} = \frac{29}{29+13} = 0,69 \quad (5.5)$$

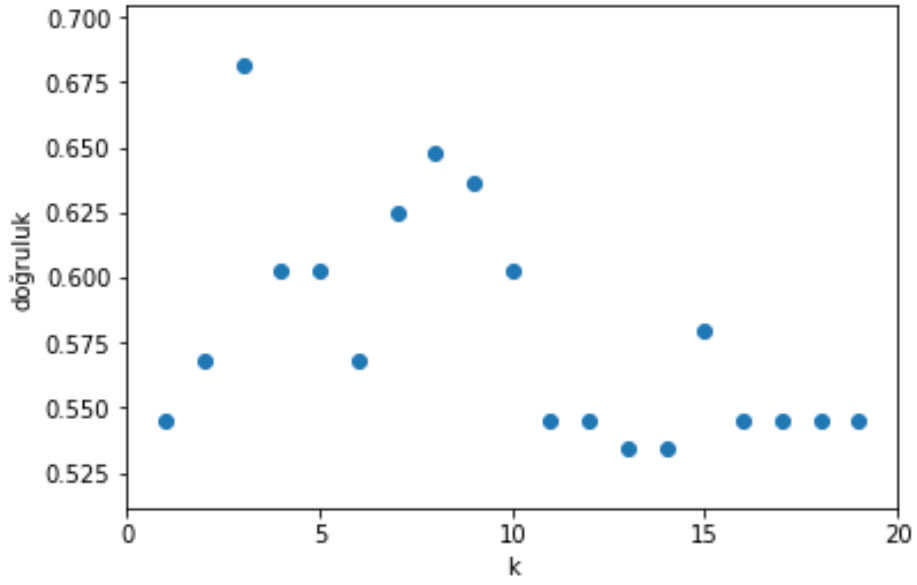
$$Hassasiyet_{olumlu} = \frac{TP}{TP+FP} = \frac{29}{29+15} = 0,66 \quad (5.6)$$

$$Hassasiyet_{olumsuz} = \frac{TN}{TN+FN} = \frac{31}{31+13} = 0,70 \quad (5.7)$$

$$F1_{olumlu} = \frac{2 \times 0,69 \times 0,66}{0,69 + 0,66} = 0,67 \quad (5.8)$$

$$F1_{olumsuz} = \frac{2 \times 0,67 \times 0,70}{0,67 + 0,70} = 0,69 \quad (5.9)$$

k'nın farklı değerlerindeki sonuçlar Şekil 5.1'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1: K'nın aldığı değerler

Literatürdeki diğer çalışmalara ve grafik sonuçlarına baktığımızda k-NN sınıflandırma yöntemi kullanılırken k değeri arttırıldığı sınıflandırma başarı oranıda yükselir ancak belli bir noktadan sonra k değeri arttığı sınıflandırma başarı oranı düŐmektedir.

Lojistik Regresyon Sınıflandırma Raporu:

Tablo 5.9: Lojistik regresyon karışıklık matrisi

		Var olan durum	
		Olumlu	Olumsuz
Tahmin	Doğru	33	9
	Yanlış	11	35

Tablo 5.10: Test veri kümesi için lojistik regresyon sınıflandırma sonuçları

	Kesinlik	Hassasiyet	F1 Skorlama	Toplam Uyarın Sayısı
Olumsuz	0,45	0,20	0,28	44
Olumlu	0,49	0,75	0,59	44
Ort. / Toplam	0,47	0,48	0,44	88

Karar Ağacı Sınıflandırma Raporu:

Tablo 5.11: Karar ağacı karışıklık matrisi

		Var olan durum	
		Olumlu	Olumsuz
Tahmin	Doğru	22	20
	Yanlış	22	24

Tablo 5.12: Test veri kümesi için karar ağacı sınıflandırma sonuçları

	Kesinlik	Hassasiyet	F1 Skorlama	Toplam Uyarın Sayısı
Olumsuz	0,48	0,45	0,47	44
Olumlu	0,48	0,50	0,49	44
Ort. / Toplam	0,48	0,48	0,48	88

Doğrusal Ayrımcılık Analizi Sınıflandırma Raporu:

Tablo 5.13: Doğrusal ayrımcılık analizi karışıklık matrisi

		Var olan durum	
		Olumlu	Olumsuz
Tahmin	Doğru	34	10
	Yanlış	10	34

Tablo 5.14: Test veri kümesi için doğrusal ayrımcılık analizi sınıflandırma sonuçları

	Kesinlik	Hassasiyet	F1 Skorlama	Toplam Uyarın Sayısı
Olumsuz	0,50	0,23	0,31	44
Olumlu	0,50	0,77	0,61	44
Ort. / Toplam	0,50	0,50	0,46	88

Soleymani ve diğ. EEG, pupiller yanıt ve bakış mesafesini kullanarak kullanıcı bağımsız bir duygu tanıma yöntemini sunmuş, bu da üç sınıflandırma değeri için yüzde 68,5 ve üç uyarıcı etiketi için yüzde 76,4'lük en iyi doğruluk oranlarını elde etmiştir [103].

Smith ve Dewhirst' e göre dingin gözbebeği boyutu daha çok sempatik kontrol altındadır ve yarıçap küçülmesi iris kaslarına küçültülmüş sempatik sızmanın bir işaretidir. Daralma safhası boyunca yarıçap ve zaman parametreleri aslında parasempatik işlevleri yansıtır. Fakat her iki sistem de iyileşme safhası boyunca aktiftir [104].

Araştırmalara göre, duygusal (olumlu, olumsuz) bir görüntünün, nötr bir resimden daha yüksek bir olasılıkla tespit edileceği belirtilmiştir. Dahası, sabitlendikten sonra, hoş olan resimler daha fazla fiksasyon almıştır ve nötr ve hoş olmayan resimlerden daha uzun bir süre bakılmıştır.

Bu bulgular, Calvo ve Lang (2004) tarafından elde edilen sonuçlarla tutarlıdır; bu, ilk fiksasyon olasılığının daha yüksek olduğunu ve nötr resimlere göre uyarılmanın başlangıçtan sonraki ilk 500 ms'de daha uzun görüntüleme süresine ulaştığını bildirmiştir [105].

Veriler, katılımcıların nötr, resimlere nazaran hoş veya nahış görüldüğünde daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bu veriler, hedonik değerliliğin bir fonksiyonu olarak farklı pupilla değişikliklerine ilişkin daha önceki hipotezleri açıklamakta [8]. Araştırmalar hoş olmayan resimlerin gözlendiğinde en büyük pupilla değişimleri ve kardiyak hızlanma arasındaki ilişkiyi bildirmiştir.

Kardiyak ve pupiller değişiklikler arasında muhtemel bir ilişki olduğu öne sürülmüştür. Bu yorumu desteklemek için, hoş resimlerin mevcut analizden çıkarıldığında, kardiyak yavaşlama ve resimlere karşılık pupiller değişiklik arasındaki sıra korelasyonu .33 idi.

Bu, Libby ve ark. tarafından daha önce bildirilmiş olan .35 korelasyonu ile hemen hemen aynıydı. Kardiyak yavaşlama değişiminden ziyade, mevcut çalışma, pupil çapının, cilt iletkenliği reaksiyonları ile birlikte değiştiğini, resim görüntüleme sırasında gözbebeği çapının baskın olarak sempatik sinir sistemi aktivitesini yansıttığı hipotezine kollateral destek sağladığını bulmuştur [106].

Ayrıca sporcular üzerinde yapılan göz takip deneylerinde, uyarıcı olarak 70 saniyelik bir karate keta videosu kullanılan çalışmada karate sporcularının kontrol grubuna kıyasla odaklanma düzeylerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.(27) Ayrıca sporcuların ortalama sabitleme zamanlarının da daha yüksek düzeyde olduğu ortaya konmuştur. Bir başka sporcu sınıf odaklı göz takip deneyinde, çalışma sualtı hokeyi sporcuları üzerinde yürütülmüş, belirgin bir ayrım gösterilen sınıflar arasından elit sporcuların görsel ödev tatbiklerinde göz sabitlemelerinin kontrol sınıfına oranla daha çok olduğu ortaya konmuştur [107].

Henüz masa tenisi sporu ile daha önce hiç ilgilenmemiş bir grup kişileri iki farklı sınıfa ayrılmıştır. Sınıflardan birine masa tenisi eğitimi verilmiş, diğerine ise hiç eğitim verilmemiştir.

Bu çalışmalar sonunda son ölçümler ile, robot ve el ile atılan yavaş ve hızlı servis videolarının uyarıcı olarak bir araya getirildiği görsel dikkat modeli ile test edilmiştir. Sonuçlara bakıldığında, sadece el ile ve hızlı bir şekilde kullanılan servislerin göz takibinde anlamlı bir farklılık ve ayrıca bu servisler karşısındaki katılımcıların belirgin bir şekilde gelişme ortaya koyduğu saptanmıştır [108]. Bunlar gibi benzeri çalışmalarda bulgular, birbirlerinden farklı spor dallarında ortaya koyulan çalışmaların sonuçlarının göz-zihin varsayımını desteklediğini göstermektedir. Farklı alanlarda ortaya koyulan çalışmalarda, kişinin göz izleme değişkenleri ile bir paradigmanın kullanılabilirlik kriterini; zihinsel işyükü, stres, uyanıklık seviyesi değerlendirmelerini EEG ile bütünleştirerek yorumlayabilmektedir [109].

Sonuç olarak, k-NN sınıflandırma yöntemi kullanılarak elde edilen başarıdan yola çıkarak, kişilerin gözbebeğinin olumlu veya olumsuz uyarılara karşı verdiği tepkinin emosyon türüne göre belli bir takım fizyolojik farklılıklar yarattığı ortaya çıkmış, bu farklılıklar rakamlar ile ortaya konmuştur. Ayrıca bu kapsamda tez özgün bir çalışmadır ve örneğin denek sayısı artırılarak, kategorilere ayrılarak ve yeni paradigmlar uygulanarak geliştirilmeye açık bir konudur.

KAYNAKÇA

- [1] Ambrosio, R., Schallhorn, S.C., and Wilson., S.E. The importance of pupil size in refractive surgery. *Refractive Surgery Outlook*, American academy of ophtalmology, fall 2002.
- [2] Duffey, R., and Leaming, D. Trends in refractive surgery in the United States. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 30-8: 1781-1785, 2004.
- [3] Loewensfeld, I.E. *The pupil : Anatomy, physiology, and clinical applications*. Iowa City: Iowa State University, 1993.
- [4] Steinhauer, S. R., Siegle, G. J., Condray, R., & Pless, M. (2004). Sympathetic and parasympathetic innervation of pupillary dilation during sustained processing.
- [5] O. Bayat, O. N. Uçan, A. D. Duru ve Y. Çobas, "Dikkat Seviyesinin Gerçek Zamanda İzlenmesi; Bir Web Uygulaması," *ALTINBAŞ ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK SİSTEMLERİ VE MİMARLIK DERGİSİ*, cilt 1, no. 1, 2017.
- [6] E. Granholm ve S. S. , "Pupillometric measures of cognitive and emotional processes," *International Journal of Psychophysiology*, no. 52, pp. 1-6, 2004.
- [7] T. Partala; , M. Jokiniemi; , V. Surakka, "Pupillary Responses To Emotionally Provocative Stimuli," Tampere University Hospital, Tampere, 2000.
- [8] E. HESS ve POLT, *Pupil size as related to interest value of visual stimuli*, 1960.
- [9] Steinhauer, S. R., Boller, F., Zubin, J., & Pearlman, S. (1983). Pupillary dilation to emotional visual stimuli revisited. *Psychophysiology*, 20, S472.
- [10] Aboyou, D. C., & Dabbs, J. M. (1998). The Hess pupil dilation findings: Sex or novelty? *Social Behavior and Personality*, 26, 415–420.
- [11] Armony, J. L., & Dolan, R. J. (2002). Modulating of spatial attention by fear-conditioned stimuli: An event-related fMRI study. *Neuropsychologia*, 40, 817–826.

- [12] Mogg, K., McNamara, J., Powys, M., Rawlinson, H., Seiffer, A., & Bradley, B. P. (2000). Selective attention to threat: A test of two cognitive models of anxiety. *Cognition and Emotion*, 14, 375–399.
- [13] Calvo, M. G., Avero, P., & Lundqvist, D. (in press). Facilitated detection of angry faces: Initial orienting and processing efficiency. *Cognition and Emotion*.
- [14] Öhman, A., Lundqvist, D., & Esteves, F. (2001). The face in the crowd revisited: A threat advantage with schematic stimuli. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80, 381–396.
- [15] Tipples, J., Atkinson, A. P., & Young, A. W. (2002). The eyebrow frown: A salient social signal. *Emotion*, 2, 288–296.
- [16] Koster, E. H. W., Crombez, G., van Damme, S., Verschuere, B., & de Houwer, J. (2004). Does imminent threat capture or hold attention? *Emotion*, 4, 312–317.
- [17] Y. Sönmez, O. Bayat, T. Ballı ve A. D. Duru, "*Performance Comparison of PHP-ASP Web Applications via Database Queries*", "*In Proceedings of the The International Conference on Engineering & MIS*", 2015, 2015.
- [18] Hamill, W.R., Shapiro, R.E., *Primer on the Autonomic Nervous System*, 2nd ED, Robertson D. (ed), Elsevier Academic Press, California, 20-28, 2004.
- [19] Ravits, J.M., AAEM minimonograph #48: autonomic nervous system testing, *Muscle Nerve.*, 20(8), 919-37, 1997.
- [20] Guyton AC, Hall JE. Otonom sinir sistemi: böbreküstü bezi medullası. s: 769-778, *Textbook of Medical Physiology*. 9. baskı, Nobel Tıp Kitapevleri Ltd. Sti, İstanbul, 1996.
- [21] Shields, R.W., *Functional anatomy of the autonomic nervous system*, *J. Clin. Neurophysiol.*, 10(1), 2-13, 1993.
- [22] Janig, W., McLachlan, E.M., *Neurobiology of the autonomic nervous system*. In: Mathias, C.J., Bannister, R., *Autonomic Failure: a Textbook of Clinical Disorders of the Autonomic Nervous System*, 4th ed. Oxford University Press, New York, 3-15, 1999.

- [23] H. Başmak, Gözün anatomisi ve fizyolojisi, Eskişehir, 2005.
- [24] Bremner, F., Pupil evaluation as a test for autonomic disorder, Clin. Auton. Res., 19(2), 88-101, 2009.
- [25] Loewenfeld, İ.E., The pupil: Anatomy, Physiology and clinical Applications. 2nd ed. New York: Betterworth-Heinemann, 1999.
- [26] R. A. Abrams, Meyer ve Kornblum, 1989; Rayner, 1978a.
- [27] Measurement of the eye pupil response to light stimuli with regulated waveform, wavelength and photopic level.
- [28] Özdağın F.B. "Göz izleme ve Pazarlamada Kullanılması Üzerine Kavramsal Bir Çalışma" Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi Yıl: 2008 Sayı: 2.
- [29] Wildes R., "Iris recognition: an emerging biometric technology", Proc. IEEE 85 (9) (1997) 1348-1363.
- [30] Daugman J.G., "How iris recognition works", IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol. 14 (1) (2004) 21-30.
- [31] Mylius, V., Braune, H.J., and Schepelmann, K. Dysfunction of the pupillary light reflex following migraine headache. Clinical Autonomic Research, 13- 1: 16-21, 2003.
- [32] Bertinotti, L., Pietrini, U., Del Rosso, A., Casale, R., Colangelo, N., Zoppi, M., and MatucciCerinic, M. The use of pupillometry in joint and connective tissue diseases. Annals of the New York Academy of Sciences,966: 446-455, 2002.
- [33] Manley, G.T., and Larson, M.D. Infrared pupillometry during uncal herniation. Journal of Neurosurgical Anesthesiology, 14- 3: 223-228, 2002.
- [34] Taylor, W.R., Chen, J.W., Meltzer, H., Gennarelli; , T.A., Kelbch, C., Knowlton, Richardson, Lutch, M.J., Farin; , A., Hulst, K.N, Marshall, L.F., Quantitative pupillometry, a new technology: "Normative data and preliminary observations in patients with acute head injury", Journal of Neurosurgery, 2003.

- [35] Tassorelli, C., Micieli, G., Osipova, V., Rossi, F., and Nappi, G. Pupillary and cardiovascular responses to the cold-pressor test. *Journal of the Autonomic Nervous System*, 55- (1-2): 45-49, 1995.
- [36] Barvais, L., Engelman, E., Eba, J.M., Coussaert, E., Cantraine, F., and Kenny, G. Effect site concentrations of remifentanil and pupil response to noxious stimulation. *British Journal of Anaesthesia*, 91- 3: 347-352, 2003.
- [37] Onal, A., and Tuglular, I. The relationship between pupil diameter and pain by the administration of morphine and antidepressant drugs in mice. *General Pharmacology*, 33- 1: 83-89, 1999.
- [38] Larson, M.D., Sessler, D.I., Ozaki, M., McGuire, J., and Schroeder, M. Pupillary assessment of sensory block level during combined epidural/general anesthesia. *Anesthesiology*, 79-1: 42-48, 1993.
- [39] Knaggs, R., Crighton, I., Cobby, T., Fletcher, A., and Hobbs, G. The pupillary effects of intravenous morphine, codeine, and tramadol in volunteers. *Anesthesia & Analgesia*, 99: 108-112, 2004.
- [40] Richman, J., and Noriega, R. The sensitivity and specificity of infrared pupillometry measurements in identifying drug impairment in a country probation program. *Forensics Drug Study, Scientific Program American Academy of Optometry*, 2002.
- [41] Murillo, R., Crucilla, C., Schmittner, J., Hotchkiss, E., and Pickworth, W.B. Pupillometry in the detection of concomitant drug use in opioid-maintained patients. *Methods and Findings in Experimental and Clinical Pharmacology*, 26- 4: 271-275, 2004.
- [42] Versino M, Colnaghi S, Callieco R, Bergamaschi R, Romani A, Cosi V. Vestibular evoked myogenic potentials in multiple sclerosis patients. *Clin Neurophysiol* 2002; 113: 1464-1469.
- [43] Pierrot-Deseiligny C, Rivaud S, Gaymard B, Agid Y. Cortical control of Reflexive visually guided saccades. *Brain* 1991;114:1473-1485.

- [44] Anderson TJ, Jenkins IH, Broks DJ, Hawken MB, Frackowrak RSJ, Kennard C. Cortical control of saccades and fixation in man a PET study. *Brain* 1994; 117:1073-1084.
- [45] Gunter KN. Binocular vision and ocular motility. 5th ed. USA: St. Louis-Mosby, 1996:55-81.
- [46] M. Uğur, *Medikal Psikoloji*, İstanbul: Sahhaflar Kitap, 1994, pp. 475-476.
- [47] Paul R.J., Kleinginna, A.M. (1981). A Categorized List of Emotion Definitions, with Suggestions for a Consensual Definition. *Motivation and Emotion*. 5(4): 345–379.
- [48] Steven D. BROWN; , Paul STENNER, "Being Affected: Spinoza and the Psychology of Emotion," *International Journal of Group Tensions*, 2001.
- [49] S. Q. Fleh, O. Bayat, S. Al-Azawi ve O. N. Uçan, "A Systematic Mapping Study on Touch Classification," *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, cilt 18, no. 3, 2018.
- [50] Hofer, A., et al., Gender differences in regional cerebral activity during the perception of emotion: a functional MRI study. *Neuroimage*, 2006. 32(2): p. 854-62.
- [51] Bradley, M.M., et al., Emotion and motivation II: sex differences in picture processing. *Emotion*, 2001. 1(3): p. 300-19.
- [52] Lang, P.J., M.M. Bradley, and B.N. Cuthbert, International affective pictures system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. , in Technical report A-8, University of Florida, Gainesville, FL. . 2008.
- [53] Mikels, J.A., et al., Emotional category data on images from the International Affective Picture System. *Behav Res Methods*, 2005. 37(4): p. 626-30.
- [54] Greenwald, M. K., Cook, E. W., & Lang, P. J. (1989). Affective judgment and psychophysiological response: Dimensional covariation in the evaluation of pictorial stimuli. *Journal of Psychophysiology*, 3, 51–64.

- [55] Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2005). International Affective Picture System (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. Technical Report no.A-6. University of Florida, Gainesville, Fl.
- [56] F. Ersöz, Veri Madenciliği ve Uygulamaları, Ankara, 2013, p. 28.
- [57] D.OLSON, Y.SHI, Introduction to Business Data Mining, 2007, p. 24.
- [58] P. Chapman et al., "Step-by-step data mining guide," The CRISP-DM consortium, 2000.
- [59] M. İlyas, O. Bayat ve Ö. İleri, "Indoor Location Estimation By Using MLE Based Algorithm On Smallcell Networks", "In Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2015 23th".
- [60] G. Günay ve O. Bayat, "Smart Location-Based Mobile Shopping Android Application," *Journal of Computer and Communications*, cilt 2, pp. 54-63, 2014.
- [61] S. Aljawarneh, O. Bayat ve M. Essaaidi, «Introduction To The Special Section On New Trends In Data Mining, Games Engineering And Database Systems,» *Computer and Electrical Engineering*, cilt 66, pp. 420-422, 2018.
- [62] O. Bayat, O. N. Uçan ve others, "Estimation Of Twitter User's Nationality Based On Friends And Followers Information," *Computers & Electrical Engineering*, cilt 66, pp. 517-530, 2018.
- [63] Akpınar, H., Veritabanlarında Bilgi Keşfi ve Veri Madenciliği, İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi Dergisi, 1-22, Nisan, 2000.
- [64] U. ŞİMŞEK, Veri Madenciliği ve Bilgi Keşfi, Ankara, 2009.
- [65] H. AKPINAR, Data Veri Madenciliği Veri Analizi, İstanbul, 2014.
- [66] O.Maimon, L.Rokach, Data Mining and Knowledge Discovery Handbook, London, 2005.
- [67] Vandana Korde, C. Namrata Mahender, "Text Classification and Classifiers a Survery," *International Journal of Artificial Intelligence*, 2012.

- [68] P. Harrington, Machine learning in action, New York, USA: Manning, 2012.
- [69] [Çevrimiçi]. Available: <https://yapaybot.com/2017/07/29/yz04-knn-en-yakin-k-komsu-k-nearest-neighbor-algoritmasi-ile-veri-siniflama/> . [Erişildi: 21 Temmuz 2018].
- [70] Mitchell, T., Machine Learning, Carnegie Mellon University, 1997.
- [71] O. Bayat, O. N. Uçan, İ. Salman ve K. Shaker, "Impact of Metaheuristic Iteration on Artificial Neural Network Structure in Medical Data," *Processes*, 2018.
- [72] Fundamentals of Neural Networks; Laurene V. Fausett 1994.
- [73] [Çevrimiçi]. Available: <http://muhhakanaydin.blogspot.com/2017/01/fpga-ile-yapay-sinir-ag-tasarm.html> . [Erişildi: 15 Ağustos 2018].
- [74] A. Alazzawi, O. N. Uçan ve O. Bayat, "Evaluation of Face Recognition Techniques Using 2nd Order Derivative and New Feature Extraction Method Based on Linear Regression Slope," *INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER SCIENCE AND NETWORK SECURITY*, cilt 18, no. 3, pp. 169-177, 2018.
- [75] Haykin, S., Neural Networks, Macmillan College Publishing Company, 696, USA, 1994.
- [76] Yrd.Doç.Dr. Ulaş Akkçük Veri Madenciliği: Kümeleme ve Sınıflama Algoritmaları 2011: 69.
- [77] Jiawei, H., Kamber, M., Data Mining: Concepts and Techniques, University of Simon Fraser, 2001.
- [78] Holland, J. H., Adaption in Natural and Artificial Systems, University of Michigan Pres, Ann Arbor, 1975.
- [79] O. Bayat, S. Al-hayali ve O. Uçan, "*Genetic Algorithm for finding shortest paths Problem*", "*Dördüncü Uluslararası Mühendislik ve MIS 2018 Konferansı*", 2018.
- [80] S. Al Hayali, O. Bayat, O. N. Uçan ve J. Rahebi, "Detection of Attacks on Wireless Sensor Network Using Genetic Algorithms Based on Fuzzy," *International Journal of Renewable Energy Development*, cilt 8, no. 1, 2019.

- [81] H.Arslan, “Sakarya üniversitesi web sitesi erişim kayıtlarının web madenciliği ile analizi,” Yüksek lisans tezi, Elektronik-Bilgisayar Eğitimi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye, 2008.
- [82] O. Bayat, O. N. Uçan, H. T. İbrahim ve W. J. Mazher, "A grasshopper optimizer approach for feature selection and optimizing SVM parameters utilizing real biomedical data sets," *Neural Computing and Applications*, 2018.
- [83] Ben-Hur and Jason, A User’s Guide to Support Vector Machines, 2010.
- [84] Saeid Sanei, J.A. Chambers, EEG Signal Processing, 2007.
- [85] Support Vector Networks, Vapnik 1995.
- [86] Essentials Of Econometrics by Damodar N. Gujarati 2005.
- [87] Özdamar, K.: “Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi”, Kaan Kitabevi, Eskişehir, Türkiye 2004.
- [88] Erdoğan, B.E.: “Bankaların Mali Performanslarının Lojistik Regresyon ile Analizi ve İleriye Yönelik Tahmin”, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye 2002.
- [89] Anderson, J.A.: “Robust Inference Using Logistic Models”, Bulletin of International Statistical Institute 1983.
- [90] Lesaffre, E.;Albert, A.: “A Multiple Group Logistic Regression Diagnostics”, Applied Statistics 1989.
- [91] Duffy, D.E.: “On Continuity – corrected Residuals in Logistic Regression”, Biometrika 1990.
- [92] Gardside, P.S.;Glueck, C.J.: “The Important Role of Modifiable Dietary and Behaviour Characteristic in the Causation and Prevention of Coronary Heart Disease Hospitalization and Mortality”, Journal of American College of Nutrition 1995.
- [93] Çamdeviren, H. 2000. Lojistik Regresyon ve Diskriminant Analizi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 89s.

- [94] FISHER, R.A. 1936. The Use of Multiple Measurements in Taxonomic Problems. Reproduced with permission of Cambridge University Press, Citation: *Annals of Eugenics*, 7:179-188.
- [95] RAO, C.R., Large sample tests of statistical hypotheses concerning several parameters with applications to problems of estimation. *Proc. Cambridge Philos. Soc.* 44: 50–57, 1948.
- [96] Özdamar K. Paket Programlarla İstatistiksel Veri Analizi 2, 9.Baskı, Nisan Kitabevi, Eskişehir, 2013.
- [97] KLECKA, W.R. Discriminant analysis. Sage Publications, London, UK, p.7-56, 1987.
- [98] [Çevrimiçi]. Available: <https://medium.com/journey-2-artificial-intelligence/lda-linear-discriminant-analysis-using-python-2155cf5b6398> . [Erişildi: 26 Ağustos 2018].
- [99] Sharma S. Applied multivariate techniques. John Wiley & Sons, Inc. 1995.
- [100] Kalaycı Ş., SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri, 2.baskı, Asil Yayın Dağıtım, ANKARA, 2006, 425.
- [101] O. Bayat, A. D. Duru ve F. Sardouk, "Classification of Breast Cancer Using Data Mining," *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences*, 2019.
- [102] O. Bayat, O. N. Uçan, S. Alhayali ve T. A. Mohammed, "Feature Reduction Based on Hybrid Efficient Weighted Gene Genetic Algorithms with Artificial Neural Network for Machine Learning Problems in the Big Data," *Scientific Programming*, p. 10, 2018.
- [103] M. Soleymani, M. Pantic, and T. Pun, "Multimodal emotion recognition in response to videos," *IEEE Transactions on Affective Computing*, vol. 3, no. 2, pp. 211–223, 2012.
- [104] Smith S, Dewhurst R: A simple diagnostic test for pupillary abnormality in diabetic autonomic neuropathy. *Diabetic Medicine* 1986, 3: 38–41.
- [105] Calvo, M. G., & Lang, P. J. (2004). Gaze patterns when looking at emotional pictures: Motivationally biased attention. *Motivation and Emotion*, 28, 221–243.

- [106] Libby, W. L., Lacey, B. C., & Lacey, J. I. (1973). Pupillary and cardiac activity during visual attention. *Psychophysiology*, 10, 270–294.
- [107] Ö. Battal, T. Balcıoğlu, A.D. Duru, “Analysis of gaze characteristics with eye tracking system during repeated breath holding exercises in underwater hockey elite athletes,” *Proc. of IEEE BIYOMUT 20th National Biomedical Engineering Meeting*, 2016.
- [108] Y. Kaya, A.D. Duru, “Masa Tenisi Çok Top Antrenmanının 9-12 Yaş Grubu Çocuklarda Görsel Reaksiyon Performansındaki Etkisinin İncelenmesi,” *Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, Cilt 1, Sayı 2, Aralık 2016.
- [109] D.E. Barkana, A. Açık, D. Goksel Duru and A.D. Duru, “Erratum to: improvement of design of a surgical interface using an eye tracking device,” *Theoretical Biology and Medical Modelling*, 11:48, 2014.
- [110] Spinoza, *Spinoza's Ethics*, Bloomington, IN, ABD: Indiana University Press, 1677.
- [111] [Çevrimiçi]. Available: <http://www.d.umn.edu/~deoka001/knn.html> .
[Erişildi: 11 Ağustos 2018].
- [112] [Çevrimiçi]. Available: <https://shapeofdata.wordpress.com/2013/05/07/k-nearest-neighbors/>. [Erişildi: 20 Ağustos 2018].

EK A

IAPS'DEN SEÇİLEN FOTOĞRAFLARIN NUMARALARI VE DEĞERLİK DÜZEYLERİ

Düşük değerlik düzeyine sahip uyarın grubu:

Fotoğraf No	Değerlik Düzeyi
3000	1,45
3001	1,62
3005,1	1,63
3015	1,52
3053	1,31
3063	1,49
3064	1,45
3069	1,70
3080	1,48
3100	1,60
3102	1,40
3120	1,56
3130	1,58
3131	1,51
3168	1,56
3170	1,46
3266	1,56
9075	1,66
9410	1,51
9940	1,62

Yüksek değerlik düzeyine sahip uyarın grubu:

Fotoğraf No	Değerlik Düzeyi
1440	8,19
1460	8,21
1710	8,34
1750	8,28
1920	7,90
2040	8,17
2050	8,20
2070	8,17
2080	8,09
2154	8,03
2260	8,06
2340	8,03
4220	8,02
5210	8,03
5760	8,05
5825	8,03
5830	8
5833	8,22
8190	8,10
8501	7,91

Değerlik açısından nötr uyarılma düzeyine sahip uyarıcı grubu:

Fotoğraf No	Değerlik Düzeyi
2206	4.06
2440	4.49
2400	4.21
2411	5.07
7006	4.88
7009	4.93
7011	4.52
7013	4.20
7025	4.63
7036	4.88
7130	4.77
7136	3.47
7491	4.82
7560	4.47
7590	4.75
7595	4.55
7632	5.22
7700	4.25
7950	4.94
2396	4.91