



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLERİ EVRE AMYOTROFİK LATERAL SKLEROZ (ALS) HASTALAR İÇİN, EŞZAMANLI HASTA GÖZ HAREKETİNE BAĞLI AKILLI YATAK KONTROLÜ

Aziz KAĞITCI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı

MAYIS-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İLERİ EVRE AMYOTROFİK LATERAL SKLEROZ (ALS) HASTALAR İÇİN, EŞZAMANLI HASTA GÖZ HAREKETİNE BAĞLI AKILLI YATAK KONTROLÜ

Aziz KAĞITCI

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İsmail SARITAŞ

Yıl, 2019 Sayfa 97

Jüri
Prof. Dr. İsmail SARITAŞ
Doç.Dr. Mustafa Servet KIRAN
Dr.Öğr. Üyesi İlker Ali ÖZKAN

Bu tez çalışmasında, İleri Evre Amyotrofik Lateral Skleroz (ALS) hastaları ve ağır fiziksel engeli bulunan hareketsiz hastaların göz kırpma davranışlarıyla yatak hareketlerini kendilerinin yapabilmelerini ve acil durumlarda yine göz kırpma davranışlarıyla bir çağrı sistemini devreye alabilmelerini sağlayan, görüntü işleme tabanlı çalışan bir sistem geliştirilmiştir.

Bir kamera yardımıyla hastanın görüntüsünden görüntü işleme teknikleri kullanılarak önce yüz kısmı daha sonra ise göz kısmı belirlenmiştir. En son göz kısmıyla ilgili olarak ise göz kırpma davranışları yakalanmıştır. Sistemin aktif hale gelebilmesi, hastaların daha önceden öğretilmiş göz kırpma davranışlarını yapmasıyla gerçekleşecektir. Tanımlanan göz kırpma hareketlerine karşılık gelen komutlarla yatak motorlarının hareketleri ve çağrı sistemi aktif edilmiştir.

Kamera ile alınan hasta görüntüsündeki yüz ve göz kısmı, Haar kademeli sınıflayıcı(Haar Cascade Classifier) ile tespit edilmiş, dairesel Hough dönüşümü(Circular Hough Transform) ilede göz kırpma hareketi analiz edilmiştir. Gereken durumlarda hasta göz kırpma hareketleriyle yatak hareketlerini kendinin yapması sağlanmıştır. Bahsedilen tekniklerin uygulanmasında Intel firmasına ait açık kaynak kodlu OpenCV görü-görme kütüphanesinden faydalanılmıştır. Hastanın belirli göz kırpma hareketleri karşısında sistem aktif duruma geçmektedir. Bu hareketler kullanılan arayüz programında hastanın görebileceği şekilde yansıtılmıştır. Bunun için hastanın göz kırpma kural dizileri belirlenmiştir. Bu özel dizilimler hasta tarafından gerçekleştirildiğinde, hastanın kullandığı yatak pozisyon değiştirerek hastanın istediği konuma gelmektedir. Aynı zamanda olumsuz bir duruma karşı hasta, yatağa bağlı bir çağrı sistemini de devreye sokabilecektir.

Sonuç olarak bu tez çalışması ile ileri evre ALS rahatsızlığı veya ağır fiziksel engeli bulunan insanların belirli yatak hareketlerini ve acil durum uyarı sistemlerinin kullanılmasını göz hareketleriyle yapmalarının sağlanmasıdır. Dolayısıyla bu tarz hastaların hayat standardının yükseltilmesi öngörülmektedir.

Anahtar Kelimler: Akıllı Kontrol, Akıllı Yatak, ALS, Görüntü İşleme, Göz Kırpma

ABSTRACT

MS THESIS

FOR PATIENT WITH END-STAGE AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS (ALS) PATIENTS, INTELLIGENT BED CONTROL DUE TO SIMULTANEOUS PATIENT EYE MOVEMENT

Aziz KAĞITCI

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN MECHATRONICS ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. İsmail SARITAŞ

Year, 2019 Pages 97

Jury
Prof. Dr. İsmail SARITAŞ
Assoc. Prof. Dr. Mustafa Servet KIRAN
Asst. Prof. Dr. İlker Ali ÖZKAN

In this thesis study, an image processing-based system has been developed that allows patients with advanced stage amyotrophic lateral sclerosis (ALS) and severe physical disability to perform bed movements with blinking behaviours themselves and to activate a call system with blinking behaviours again in case of emergency.

With the help of a camera, firstly the part of face and then the part of eye were extracted from the image of the patient by using image processing techniques. At last, blinking behaviours related to the part of eye were captured.

Activation of the system will be accomplished by the fact that the patients perform previously taught blinking behaviours. The motions and call system of the bed motors were activated by the commands corresponding to the blink movements defined.

The part of face and the part of eye captured with the camera were determined by Haar Cascade Classifier and the blinking motion was analysed by Circular Hough Transform. When necessary, it was ensured that the patient himself performs his movements with blinking gestures. The open-source OpenCV vision library of Intel was utilized in the implementation of the mentioned techniques. As corresponding to certain blinking movements of the patient, the system becomes active. These movements were reflected in the interface program used in the way the patient can see. Therefore, the patient's blinking rule sequences were determined. When these specific sequences are performed by the patient, the bed used by him changes its position and comes to the position he wants. At the same time, the patient will be able to activate a call system connected to the bed against a negative situation.

Consequently, this thesis study aims to enable people with advanced stage ALS disorder or physical disability to perform certain bed movements and to use emergency warning systems by using eye movements. Hence, the standard of living of such patients is expected to be increased.

Keywords: Smart Control, Smart Bed, ALS, Image Processing, Blinking

ÖNSÖZ

Bu tez konusunun seçiminde ve yüksek lisans eğitimim süresince yürüttüğüm tüm çalışmalarda yardımlarını esirgemeyen, yol gösteren saygıdeğer hocam Prof.Dr. İsmail SARITAŞ'a en içten dileklerimle teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmalarım esnasında manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli eşime teşekkürlerimi sunar, eğitim hayatımın şekillenmesinde büyük rol oynayan, hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak desteklemekten imtina etmeyen, çalışmalarım esnasında kaybettiğim ilk öğretmenim kıymetli babam Mehmet KAĞITCI'yı da saygı ve rahmetle anıyorum.

Aziz KAĞITCI
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **10**

1.1.Sinir Sistemi 10
1.1.1.Merkezi Sinir Sistemi 13
1.1.2.Çevresel Sinir Sistemi 17
1.2.Sinir Sistemi Hastalıkları 22
1.2.1.Epilepsi 22
1.2.2. Demans 23
1.2.3.Parkinson 24
1.2.4. Multiple Skleroz(MS) 25
1.2.5. Spinal Müsküler Atrofi(SMA) 27
1.2.6.Amyotrofik Lateral Skleroz(ALS) 28
1.3. Tez Çalışmasının Önemi 30
1.4. Tez Çalışmasının Amacı 31
1.5. Tez Çalışmasının Kısımları 32

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **34**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **41**

3.1. Kamera 42
3.2. Kontrol Kartı 44
3.2.1. Kontrol Kartı Programlayıcı 45
3.3.Motor Sürücü Devresi 47
3.4.Hasta Yatağı Protipi 50
3.5.Sistem Yazılımı 52
3.6 Görüntü İşleme 54
3.6.1. Görüntü Aritmetiği İşlemleri 56
3.6.2. Noktasal işlemler 60
3.6.3. Geometrik Dönüşüm Operatörleri 63
3.6.4. Haar Cascade Sınıflayıcı 70
3.6.5. Destek Vektör Makinesi (SVM) 74
3.6.6. Optik Akış 77
3.6.7 Hough Dönüşümü 78
3.7. Tez çalışması Yazılımı 81
3.7.1. Tez çalışması Yazılım Algoritması 85
3.7.2. Tez Çalışma Algoritması Söz Dizimi 86

3.7.3. Tez çalışması ekran görüntüleri 87
3.8. Çağrı sistemi 89
3.9. Tez çalışması kontrol devresi 90
3.10. Tez çalışması kontrol devresi genel yapısı görüntüleri 90

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 92

4.1. Deneysel sonuçlar sonucu elde edilen veriler 92

5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER 96

5.1 Sonuçlar 96
5.2 Öneriler 97

ÖZGEÇMİŞ 98

KAYNAKLAR 99

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

SMA : Spinal Müsküler Atrofi
ALS : Amiyotrofik Lateral Skleroz
EEG : Elektroansefalografi
MR : Manyetik Rezonans
SPECT : Single Photon Emission Computerized Tomography (Bölgesel Bilgisayarlı Tomografi)
MS : Multiple Skleroz(Çoklu Sertleşme)
SLE : Systemical Lupus Erythematosus(Yaygın Lupus Kızarıklığı)
HMI : İnsan Makine Arayüzü (Human Machine Interface)
USB : Evrensel Seri Veriyolu (Universal Serial Bus)
SVM : Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machine)
ESD : Göz Kapağı Durum Tespit Değeri (Eyelid State Detection)
EOG : Elektrookülografi
HD : Yüksek Çözünürlük(High Density)
DC : Doğru Akım(Direct Current
OPENCV : Görüntü işleme Kütüphanesi(Open Source Computer Vision)
CMOS : Metal Oksit Yarı İletken(Complementary Metal Oxide Semiconductor)
CCD : Şarj Bağlantılı Aygıt(Charge Coupled Device)
AGC : Yansıma Engelleyici(Anti Glare Coating)
FPS : Saniyedeki Görüntü sayısı(Frame Per Second)
ICSP : Program atabilme başlığı (In Circuit Serial Programing)
Arduino IDE : Arduino yazılım gelişim ortamı (Integrated Development Environment)
LCD : Likit Kristal Ekran(Liquid Crystal Display)
BCD : Özgür lisans yazılım ailesi (Berkeley Software Distribution)
EAR : Göz En-Boy Oranı
FPGA : Programlanabilir mantık kapıları (Field Programmable Gate Array)
PWM : Sinyal genişlik modülasyonu(Pulse Width Modulation)

1. GİRİŞ

Toplumsal yapının temel taşı olan insan var olduğu ilk günden bu yana yaşantısını devam ettirebilmek için çeşitli araştırmalar içine girmiştir. Yapılan bu araştırmalar insan ırkı gelişimi açısından gerekli olan ve diğer bir araştırmaya kaynak olabilecek buluşların birer birer ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Bu araştırmaların birçoğu da sağlık alanında gerçekleşmiştir. Günümüz dünyasında insan sağlığı, yapılan tıbbi çalışmalar ve tıbbi cihaz sektöründeki teknolojik gelişmeler ışığında bilimsel araştırmaların büyük çoğunluğunun temelini teşkil etmektedir. Bu bağlamda bir sağlık problemi olan sinir sistemi rahatsızlıklarına karşı yapılan destekleyici araştırmalar bu tez çalışmasına yön veren, temelini oluşturan asıl sebeplerin başında gelmektedir.

1.1.Sinir Sistemi

İnsan vücudu çok karmaşık ama belirli bir düzen dâhilinde çalışan ve farklı sistemlerin oluşturduğu bir anatomiye sahiptir. Bedenin yapı taşlarını oluşturan hücrelerin sağlıklı bir şekilde çalışabilmesi için vücut sıcaklığı ve vücut mineral seviyesinin dengede olması gerekir. Bu dengeye homeostatiz adı verilir. Bu dengenin korunmasında ve anatomik yapı içerisinde bulunan sistemler ile bu sistemleri oluşturan organların aktivitelerini düzenleyen aynı zamanda bu anatomik yapının dış dünyadan almış olduğu her türlü etkiye karşı göstereceği tepkileri belirleyen bir organ yapısı mevcuttur. Bu organ yapısına sinir sistemi adı verilir.

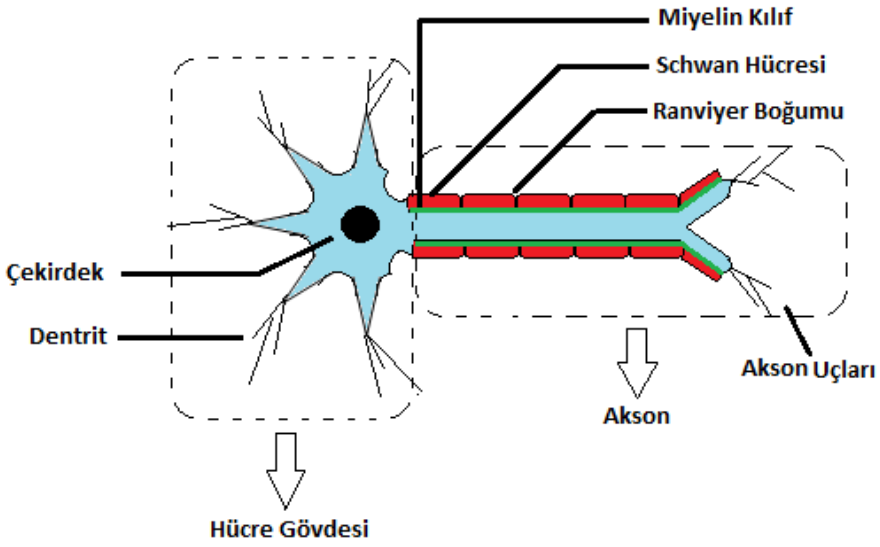
Sinir sitemi vücudun haberleşme ağını oluşturan ve vücudun her noktasını saran bir yapıdır. İnsan vücudunun gerçekleştirmiş olduğu çevresel veya içsel her davranış bu sistem tarafından analiz edilir ve analiz sonucu meydana gelecek tepkide bu sistem tarafından iletilir. Bu iletim elektriksel sinyaller sayesinde sağlanır. Sinir sistemi içsel veya dış ortamdan alınabilecek bir duyusal değişikliği dokularda bulunan reseptör adı verilen epitel hücreleri sayesinde alarak bu hücrelere bağlı sinir hücrelerine iletimini sağlar. Sinir hücreleride ısı, ışık veya fiziksel bir özelliğe sahip bu iletileri elektriksel sinyallere dönüştürerek iletilmesini sağlar(MEB, 2012).

İnsan bedeninin yaşamsal döngüsünü devam ettirebilmesi için gerekli olan karmaşık veya basit her türlü yapısal faaliyet sinir sistemi tarafından kontrol edilmektedir. Sinir sistemi, insan vücudunu belirli bir düzen dâhilinde çalışmasını sağlayan alt sistemler içerisinde en karmaşık yapıya sahip olanıdır. Bedenin tamamını

saran sinir hücreleri ve sinir liflerinden oluşur. Aynı zamanda sinir sisteminin diğer alt sistemlerin çalışma şeklini düzenlemek gibi büyük bir görevi de vardır. Örneğin, Metabolizma hızını düzenleyen ve Tiroit bezinden salgılanan T3, T4 hormonları, Böbrek üstü bezlerinden salgılanan aldesteron, adrenalin ve kortizon gibi hormonların kontrolü sinir sistemi tarafından yapılmaktadır. Öğrenme, öğrenme sonucu ortaya çıkan davranışların kontrolü ve diğer tepkisel davranışlarda sinir sistemi kontrolünde gerçekleşen faaliyetlerdir. Yürümek, koşmak ve zıplamak gibi kas hareketine bağlı davranışlar ile sıcak veya soğuk hassasiyetine karşı gösterilen tepkisel davranışlar da sinir sistemi kontrolündedir.

Sinir sistemi yaklaşık olarak 7 trilyon kadar sinir hücresinden oluşmaktadır. Bu sayı insan vücudunu oluşturan yaklaşık 100 trilyon hücrenin % 7 sini ifade etmektedir. Şekil 1.1'de sinir hücresinin yapısı görülmektedir(MEB, 2012).

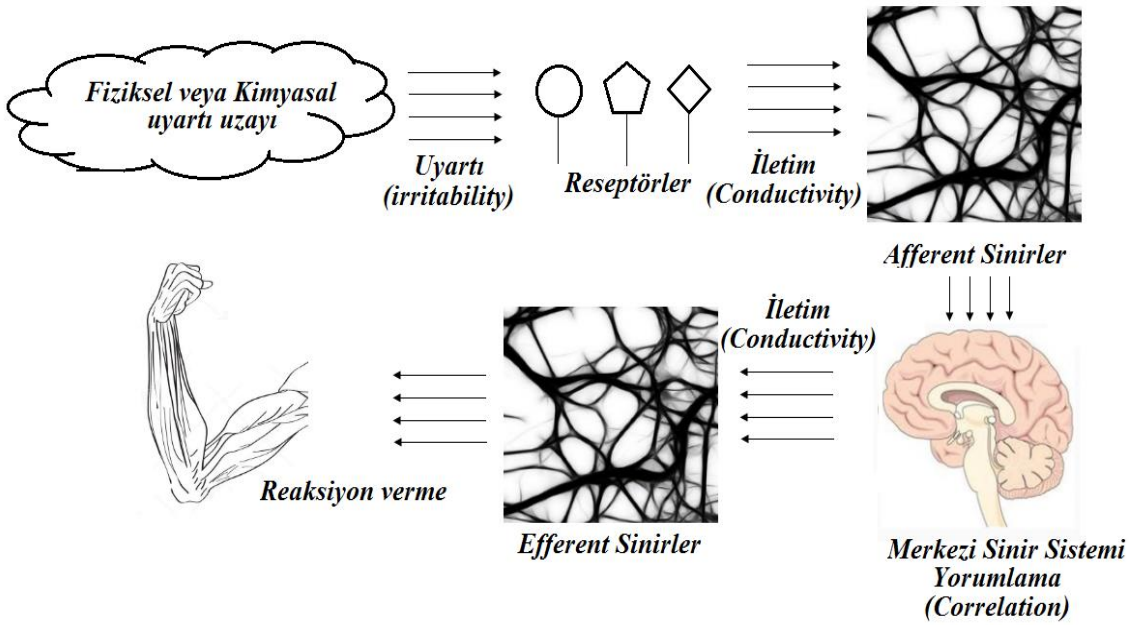
.



Şekil 1.1. Sinir Hücresi genel yapısı

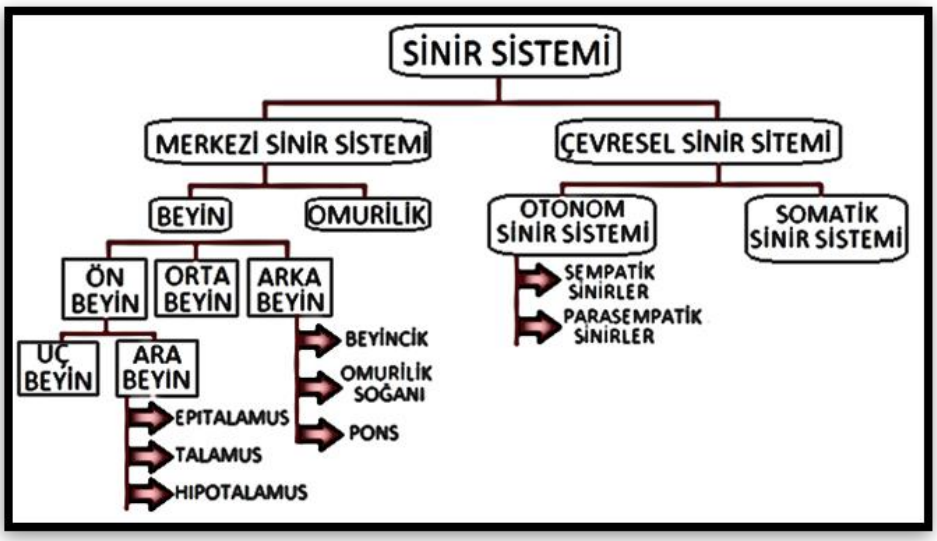
Sinir hücreleri merkezî sinir sisteminden veya başka bir motor sinir hücresinden gelen uyartıları dentrit ile algılayarak uyartıları akson adı verilen kısma iletir.Uyartılar bir kas grubuna veya diğer motor sinir hücrelerine aksonlar tarafından iletir.Uyartılar bir elektriksel sinyal olduğu için iletim esnasında etkilenmemeleri için akson kısmı etrafında bulunanan schwan hücreleri tarafından miyelin kılıf adı verilen bir yapı oluşturulur.Miyelin kılıf sinyallerin daha hızlı taşınmasını sağlar. Motor sinir hücreleri, insan ve hayvan hücrelerinde bulunan ve hücre çoğalmasını sağlayan sentrozom organelini içermezler.Bundan dolayı sinir hücreleri bölünemezler.

Sinir Sisteminin genel anlamda çalışması dış ortamda veya içsel olarak gelişen olayların reseptörler sayesinde algılanmasıyla başlar. Alınan uyartılar afferent sinir adı verilen sinir hücreleriyle beyin ve omurilikten oluşan merkezi sinir sistemine taşınır. Burada değerlendirilen bu uyartılar yorumlanır. Bu yorumlama sonuçları efferent sinirler vasıtasıyla ilgili kas grubu veya salgı bezine iletilir. Bu duruma verilebilecek en güzel örnek karşıdan karşıya geçerken araba görüldüğü esnada durmak ve arabanın geçişinden sonra tekrar yola devam etmek olarak gösterilebilir. Sinir sisteminin bu çalışma döngüsü sağlıklı bir insan bedeninde yaşam sonuna kadar tekrar edecektir. Şekil 1.2'de bu durum şematize edilerek gösterilmiştir (MEB, 2012).



Şekil 1.2. Sinir sisteminin çalışma şekli

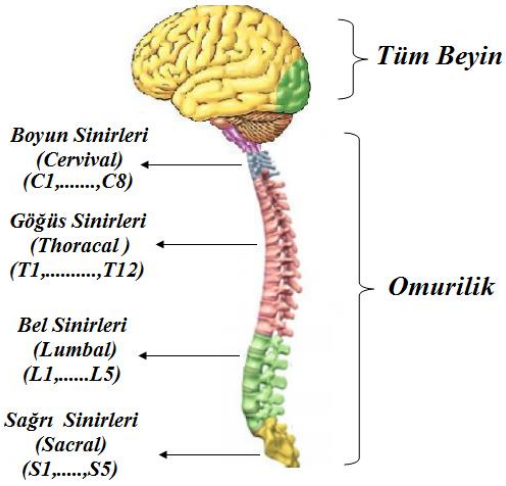
Sinir sistemi uyartıları yorumlama kısmı olarak nitelendirilen Merkezi Sinir Sistemi ve duyu organlarıyla merkezi sinir sistemi arasında bağlantı görevi gören çevresel sinir sitemi olarak iki kısıma ayrılmaktadır. Merkezi sinir sistemi santral sinir sistemi, çevresel sinir sistemi ise periferik sinir sistemi olarak ta adlandırılmaktadır. Şekil 1.3'de Sinir sistemi genel yapısı görülmektedir.



Şekil 1.3. Sinir Sistemi genel yapısı

1.1.1.Merkezi Sinir Sistemi

Santral sinir sistemi olarakta adlandırılan merkezi sinir sistemi tüm beyin ve omurilik tarafından oluşmuş karmaşık bir yapıdır. Merkezi sinir sistemi genel yapısı şekil 1.4'de ifade edilmektedir.

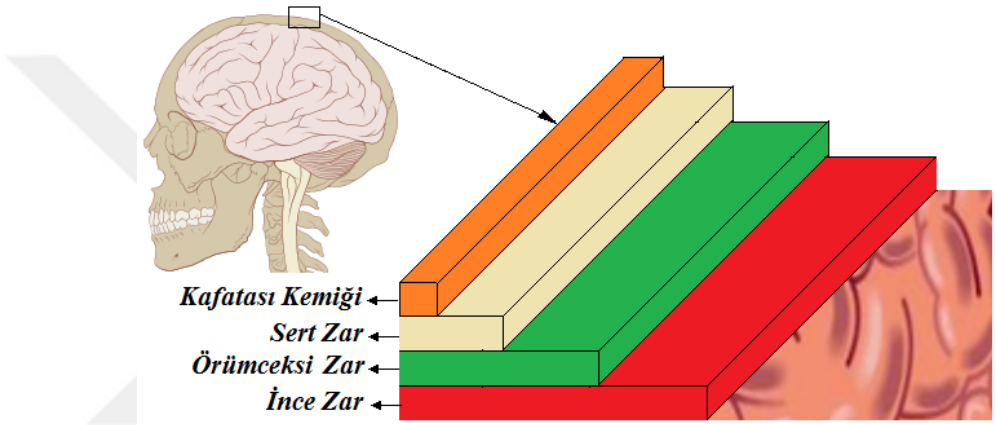


Şekil 1.4. Merkezi sinir sistemi

Bu iki organın yapıları tamamen gri katman ve beyaz katman adı verilen vücut için gerekli olan istemlerin ve zekâsal faaliyetlerin iletildiği sinir hücrelerinden oluşmaktadır. Gri katman üzerinde sinir hücrelerinin gövde kısmı, beyaz katman üzerinde ise akson adı verilen uzantı kısımları bulunmaktadır. Beyin bölgesinde gri

katman dış bölgeyi beyaz katman iç bölgeyi oluşturmaktadır. Omurilik kısmı ise gri katman içte beyaz katman dışta olacak şekilde oluşmaktadır.

Santral sinir sisteminde tüm beyin olarak adlandırılan yapı genellikle beyin olarak ifade edilir. Beyin; Vücudun öğrenme, denetleme ve yorumlama özeliğine sahip hafıza merkezi olarak kabul edilen çalışma şekli tam anlamıyla çözümlenememiş karmaşık yapıya sahip bir organdır. Beyin; ön beyin, orta beyin ve arka beyin olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır. Sağlıklı erişkin bir insanda beyin ağırlığı yaklaşık olarak 1300-1400 gram civarında gelmektedir. Beyin kafatası tarafından tamamen koruma altına alınmıştır. Şekil 1.5'de kafatasının durumu gösterilmiştir.



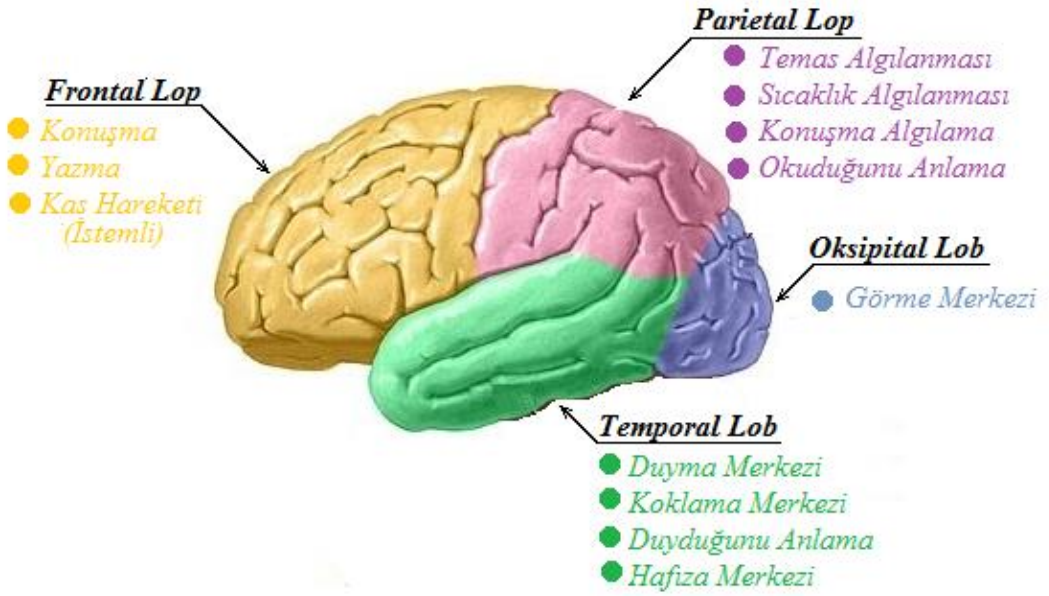
Şekil 1.5. Kafatasının kısımları

Beyin dokusunu dış etkilere karşı korumak ve gelen fiziki darbelerin şiddetini düşürmek için kafatası kemiğinin hemen altında sert zar adı verilen yapı bulunmaktadır. Beyin dokusunun ihtiyaç duyduğu oksijen ve besin değerlerini taşınmasında önemli etkisi bulunan damarların yoğun olarak bulunduğu katman ise ince zar adını almaktadır. Sert zar ve ince zar tabakalarını birbirine bağlamak için yapısında lif ve bağ dokusu bulunduran zar ise örümceksi zar olarak adlandırılmaktadır.

Merkezi sinir sisteminin yönetim birimi olarak adlandırılan beyin, ön beyin, orta beyin ve arka beyin olmak üzere üç kısıma ayrılmaktadır.

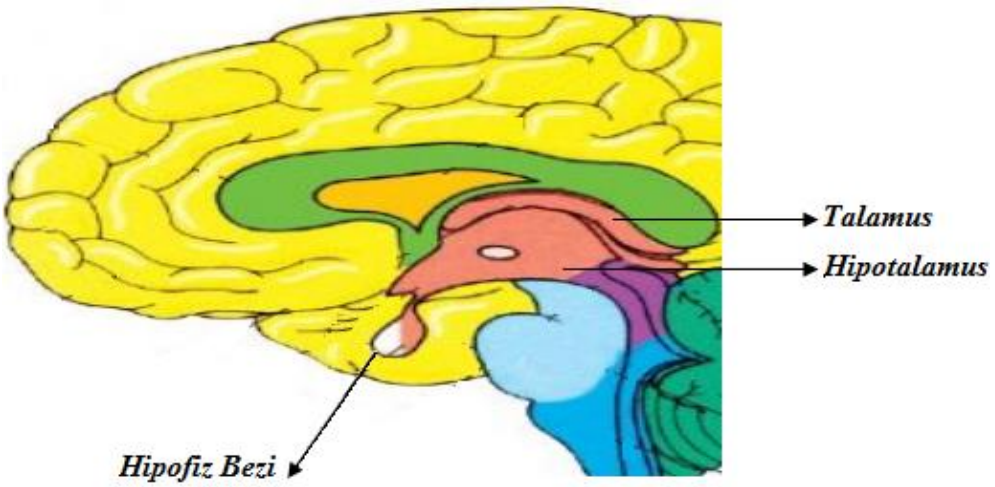
Ön beyin, beynin en büyük kısmı olarak karşımıza çıkmaktadır. Uç beyin ve ara beyin olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Sağ yarım küre ve sol yarım küre olmak üzere iki kısımdan oluşur. Bu yarım küreler üst kısımdan beyin nasırı, alt kısımdan ise beyin üçgeni denilen bağ ile birbirine bağlanmıştır. Hayal kurma, resim yapma, okuma, yazma, hafıza, öğrenme, değerlendirme, konuşma, anlama, hatırlama ve istemli

hareketleri gerçekleştirebilme gibi davranışların merkez noktası ön beyin kısmındadır. Şekil 1.6'da ön beyin lobları ve görevleri verilmiştir.



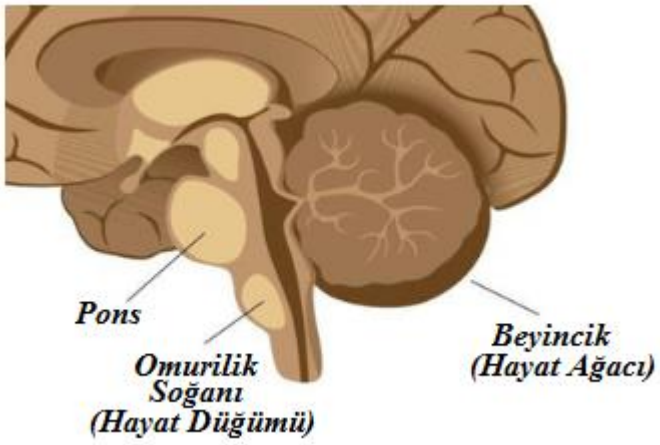
Şekil 1.6. Ön beyin lobları ve görevleri

Orta beyin, Talamus, hipotalamus ve hipofiz bezinin bulunduğu kısımdır. Talamus organı, koku alma duyusu dışındaki bütün duyulardan gelen bilgilerin toplanma ve sonuçlarının dağılma yeridir. Duyuların bu kısımda iyi, kötü, güzel, hoş diye sınıflandırılma işlemi gerçekleştirilip daha sonra ön beyinin dış kısmını oluşturan ve boz bir maddeyle kaplı olan beyin kabuğuna gönderilir. Talamus ve beyin kabuğu olarak kabul edilen bölgelerin uyuma esnasında görevlerini yapmadıkları saptanmıştır. Hipotalamus organı ise vücudun belirli bir değer aralığında iç dengesini sağlayabilmesini sağlamakla görevli bir organdır. Hipofiz bezi gibi bir organın hormon salgılama kontrolü de bu organın en büyük görevlerinden birisidir. Aynı zamanda vücudun hormonal sisteminin sinir sistemiyle kontrollü bir şekilde çalışmasını sağlar. Genel anlamda beden ısısının dengede tutulması, kan basıncının normal sınırlar içerisinde tutulması, beden su dengesinin sağlanması, uyku olayının düzenlemesi, bedenin besin ihtiyacının karşılanmasında büyük önemi olan yağ ve karbonhidratların düzenlenmesi ve iştah hissinin kontrolü bu organın görevleridir. Şekil 1.7'de orta beyin kısmı şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.7. Orta beyin

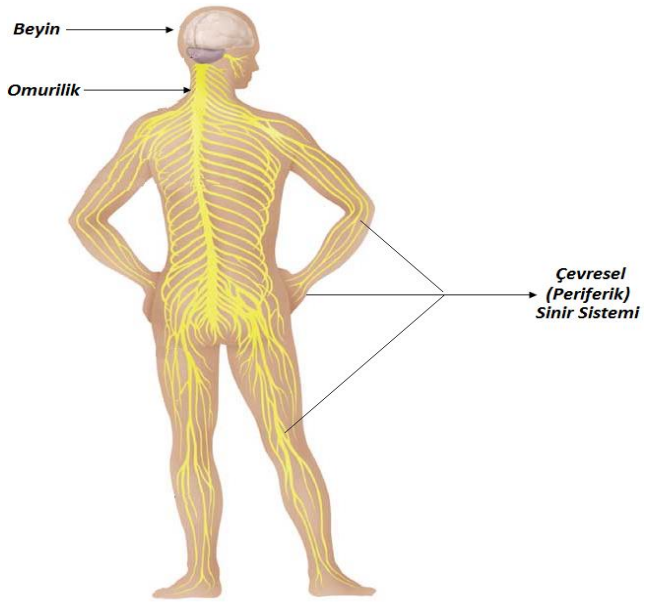
Arka beyin, Beyincik, omurilik soğanı ve pons kısmından meydana gelen bir yapıdır. Beyincik organı aynı beyin gibi iki yarım küreye ayrılmış bir yapıdır. Kas hareketlerin genel kontrolü bu organın temel görevidir. İç kulaktaki denge merkezi ile beraber beden dengesinin sağlanmasında önemli bir görevi vardır. Bebeğin doğumu ile beraber bu organ gelişmeye başlayarak belirli bir süre sonunda tam olarak görevini yapmaya başlar. Bebeklerin oturamaması, ayakta duramaması ve yürüyememesi beyincik kısmının geç gelişim sağlamasına verilecek en güzel örnektir. Beyincik organı yapısal özelliğinden dolayı hayat ağacı ismini de almaktadır. Omurilik soğanı ise insan bedeninin bir uyum içerisinde çalışıp varlığını sürdürebilmesi için hayati önem taşıyan sindirim, dolaşım, boşaltım, solunum ve salgılama sistemlerinin kontrolünü gerçekleştirmektedir. Hayati öneme sahip çiğneme, yutma, kusma, hapşırma ve öksürmek gibi reflekslerde bu organın kontrolünde gerçekleşmektedir. Beyinden gelen sinirleri çaprazlama yaprak vücuda yayılmasını sağlayan bir organdır. Birçok önemli göreve sahip olması ve yapısı itibariyle hayat düğümü olarak ta adlandırılmaktadır. Pons organı ise orta beyin ile arka beyin arasında köprü görevi görür. Beyinciğin iki yarım küresi arasında sinaptik mesajların iletilmesinde görev yapar. Solunun sistemi merkezinin çalışmasının düzenlenmesinde, farklı kas gruplarının çalışma şekillerinin belirlenmesinde görev alan bir yapıdır. Şekil 1.8'de arka beyin ve kısımları şematik olarak gösterilmiştir(MEB, 2012).



Şekil 1.8. Arka beyin ve kısımları

1.1.2.Çevresel Sinir Sistemi

Hayati anlamda önemli iki görevi bulunan bir sistemdir. İlk görevi bedenin belirli kısımlarına yerleşmiş olan duyu reseptörleri aracılığı ile iç organlardan ve dış ortamdan aldığı sinaptik bilgileri merkezî sinir sistemine ulaşmasını sağlamaktır. İkinci görevi ise merkezî sinir sisteminin yorumlamış olduğu ve bir direktif haline getirdiği verileri ilgili kasa veya salgı bezine iletmektir. Çevresel sinir sistemi, periferik sinir sistemi olarak da adlandırılmaktadır. Beyin ve omurilik dışındaki tüm sinirler çevresel sinir sistemi olarak adlandırılmaktadır. Şekil 1.9'da çevresel sinir sistemi görülmektedir.



Şekil 1.9. Çevresel sinir sistemi

Periferik sinir sistemi beyinden çıkan kafatasının alt kısmında bulunan boşluklardan bedenin kafa ve boyun kısımlarına dağılan 12 adet çift kafa siniri(Kranial) ve merkezi sinir sisteminin omurilik kısmından çıkan 31 çift duyu ve motor sinirlerinden oluşan omurilik sinirlerinden(spinal) meydana gelmektedir.

Birinci kafa siniri çifti koku siniri olarak adlandırılan sinir grubudur. Burun boşluğundan başlayarak ön beyin kısmında bulunan temporal lobdaki koku merkezine kadar uzanan sinir çifti grubudur. Genel anlamda bu sinir çifti kimyasal etkiye duyarlı çalışan bir yapıya sahiptir.

İkinci kafa siniri çifti görme siniri olarak adlandırılan sinir grubudur. Gözün retina tabakasından başlayarak ön beyin kısmında bulunan oksipital lobdaki görme merkezine kadar uzanan sinir çifti grubudur. Genel anlamda bu sinir çifti fiziksel etkiye duyarlı çalışan bir yapıya sahiptir.

Üçüncü kafa siniri çifti göz oynatıcı siniri olarak adlandırılan sinir grubudur. Orta beyinden başlayarak göz bölgesine kadar uzanan sinir çifti grubudur. Genel anlamda bu sinir çifti göz kaslarının kontrolünü sağlayarak göz kapağının hareketini, gözün içe ve dışa hareketini, gözün aşağı ve yukarı hareketini kontrol eder. Göze gelen ışık miktarının ayarlanmasında çok önemli bir görevi olan göz bebeğinin kontrolü de bu sinir çifti grubunun kontrolünde gerçekleşir.

Dördüncü kafa siniri çifti göz kasları kontrol siniri olarak adlandırılan sinir grubudur. Orta beyinden başlayarak göz bölgesine kadar uzanan sinir çifti grubudur. Genel anlamda bu sinir çifti göz hareketinin gerçekleşmesini sağlayan motor lifleri barındırmaktadır.

Beşinci kafa siniri çifti karmaşık bir yapıya sahip üçlü kontrol siniri olarak adlandırılan sinir grubudur. Arka beyinden beyincik kısmının her iki yarım küresi arasında sinirsel iletimi sağlayan pons bölgesinden başlayarak üç farklı bölgeye kadar uzanan sinir çifti grubudur. Yapısında yorumlanmış uyartıları ileten motor sinir lifleri ve yorumlanmak üzere merkezi sinir sistemine veri taşıyan duyu sinir lifleri mevcuttur. İlk sinir grubu göz bölgesine kadar uzanarak gözyaşı bezini göz kapağını ve alın bölgesi kısmını kontrol ederek bu bölgelerdeki uyartıları alır. İkinci sinir grubu üst çene kemiği bölgesine kadar uzanarak bu bölgedeki uyartısal ifadeleri alır. Üçüncü sinir grubu en karmaşık ve sinir kalınlığına sahip gruptur. Çiğneme kasları olarak adlandırılan alt çene kısmına yayılmıştır. Bu bölgedeki uyartısal ifadeleri alır.

Altıncı kafa siniri çifti gözü döndürme siniri olarak adlandırılan sinir grubudur. Arka beyinden beyincik kısmının her iki yarım küresi arasında sinirsel iletimi sağlayan

pons bölgesinden başlayarak göz bölgesine kadar uzanan sinir çifti grubudur. Genel anlamda bu sinir çifti gözün döndürülmesinde gözün yuva içinde oynatılabilmesini sağlayan lifleri barındırmaktadır.

Yedinci kafa siniri çifti yüz siniri olarak adlandırılan sinir grubudur. Arka beyinden beyincik kısmının her iki yarım küresi arasında sinirsel iletimi sağlayan pons bölgesinden başlayarak damak bölgesine, dil bölgesine ve tükürük bezi bölgesine kadar uzanan sinir çifti grubudur. Genel anlamda bu sinir çifti tat alma ve tükürük salgısının artmasını sinir lifleri barındırmaktadır.

Sekizinci kafa siniri çifti işitme ve denge siniri olarak adlandırılan sinir grubudur. Arka beyinden beyincik kısmının her iki yarım küresi arasında sinirsel iletimi sağlayan pons bölgesinden çıkan sinir çifti grubudur. Genel anlamda bu sinir çifti işitme ve denge sinir lifleri barındırmaktadır.

Dokuzuncu kafa siniri çifti dil ve yutak siniri olarak adlandırılan sinir grubudur. Beyin ve omurilik arasında bulunanan bulbus bölgesinden çıkan sinir çifti grubudur. Genel anlamda bu sinir çifti yutak bölgesi, dilin arka kısmı ve orta kulak bölgesine dağılarak uyartıları alacak sinir lifleri barındırmaktadır. Kulak kısmının altında bulunan tükürük bezlerinin uyarılarak tükürük salgısının artmasında görevli sinir grubudur.

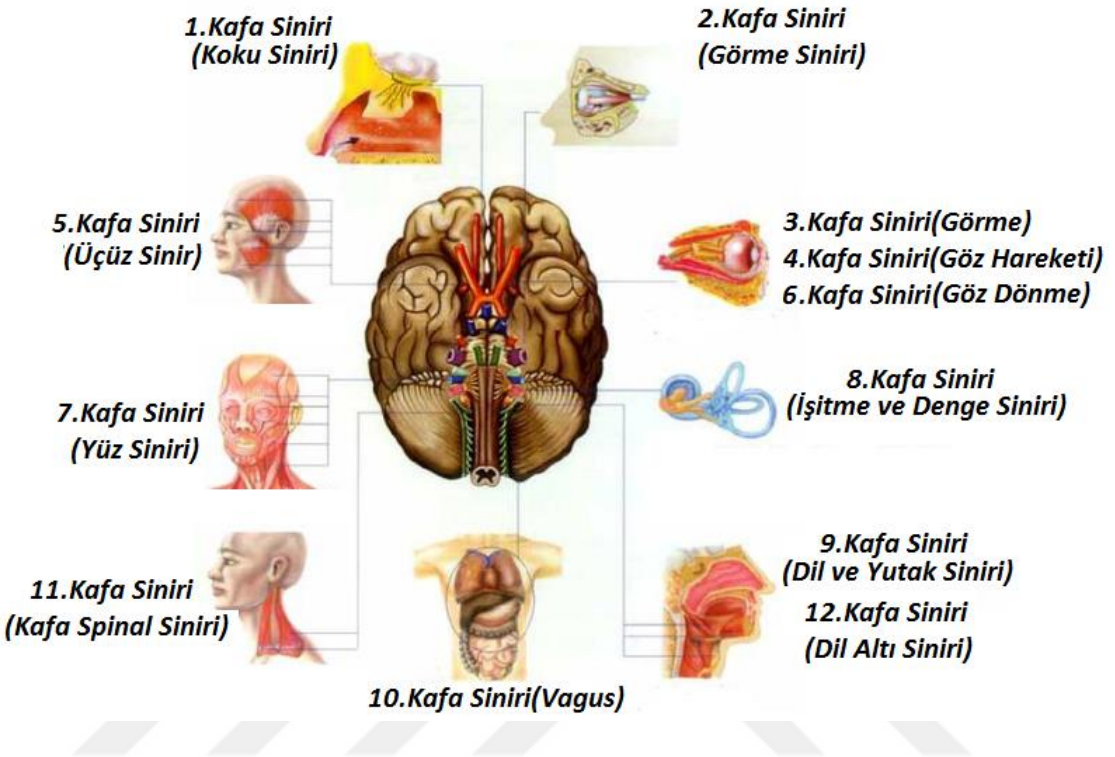
Onuncu kafa siniri çifti vagus siniri olarak adlandırılan sinir grubudur. En uzun ve beden yayılımı olarak en geniş kapsama sahip kafa siniri çifti olarak bilinmektedir. Beyin ve omurilik arasında bulunanan bulbus bölgesinden çıkan sinir çifti grubudur. Genel anlamda bu sinir çifti iç organlara kadar uzanır ve yapısında motor, duyu ve parasempatik sinir lifleri barındırmaktadır. Göğüs bölgesinde gırtlak, soluk borusu, akciğer, bronşlar ve kalp gibi kısımlara doğru dallanma yapan karın bölgesinde ise yemek borusu, mide, karaciğer, safra kesesi, pankreas ve bağırsaklara kadar dallanma yapan bir sinir çiftidir.

On birinci kafa siniri kafa spinal siniri olarak adlandırılan sinir grubudur. Beyin ve omurilik arasında bulunanan bulbus bölgesinden çıkan bir ucu sırt bölgesinde bulunan en büyük ikinci kas grubu olan trapez kas grubunun sonuna kadar diğer ucu ise boyun kası olarak ifade edilen boynun her iki tarafında bulunan sternokleidomastoid kasa kadar devam eden sinir çifti grubudur. Genel anlamda bu sinir çifti çene, boyun ve omuz kası gruplarında sinir lifleri barındırmaktadır.

On ikinci kafa siniri dilaltı siniri olarak adlandırılan sinir grubudur. Beyin ve omurilik arasında bulunanan bulbus bölgesinden çıkan dil bölgesinde son bulan sinir

çifti grubudur. Genel anlamda bu sinir çifti dil hareketleri kontrolü için motor sinir lifleri barındırmaktadır(Bahar ve Aktin, 2009).

Kafa sinirlerinin kontrol ettiği bölgeler şekil 1.10'da gösterilmiştir.



Şekil 1.10. Kafa sinirleri(MEB, 2012)

Omurilik bölgesinin ön ve arka kısmından çıkan 31 çift omurilik siniri ise çevresel sinir sisteminin diğer kısmını oluşturmaktadır. Omurilik kısmından çıkan bu sinirler duyu sinirleri veya motor sinirleri olarak adlandırılır. Bu sinirler omurilik kısmından çıkarken iki kök halinde çıkış yaparak dallanmaktadır. Ön kısımda bulunan sinirler motor sinir, arka kısımda bulunan sinirler ise duyu siniri olarak adlandırılmaktadır. Beden içerisindeki en uzun sinir çifti bacaklara kadar uzanan siyatik sinirleridir.

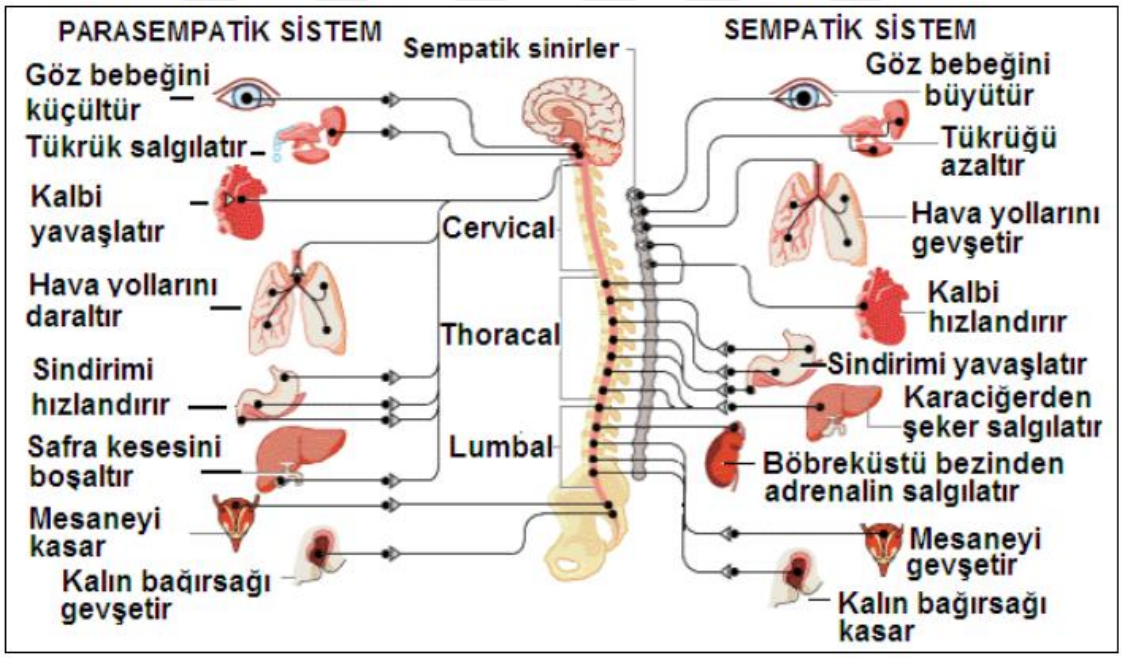
Çevresel sinir sisteminin omurilik kısmının ön kök bölgesinden çıkan motor sinirler ise somatik sinir sistemi ve otonom sinir sitemi olarak iki kısımda incelenmektedir.

Somatik sinirler istemli olarak gerçekleştirilen kas hareketlerini kontrol etmede kullanılan sinirlerdir. Somatik sinir sisteminde hem duyu hem de motor sinirleri mevcuttur. Somatik sinir hücrelerinin gövde kısımları merkezi sinir sistemi üzerinde yer alırken akson kısımları iskelet kaslarının tamamına yayılmıştır. Sinirsel iletim

elektriksel olarak gerçekleştiği için bu sinir hücrelerinin dış kısmı bu iletimin çok hızlı gerçekleşebilmesi için miyelin adı verilen özel bir maddeyle kaplıdır. Spor yapma, yazı yazma ve resim yapma gibi faaliyetlerde kullanılan kas grupları somatik sinir sistemi tarafından kontrol edilir.

Otonom sinir sistemi ise istem dışı çalışan kas gruplarının kontrolünü sağlamaktadır. İç organların kontrolü ve birkaç salgı bezinin kontrolü bu sinir sisteminin görevidir. Vücudumuzun iç kısmında gerçekleşen hayati birçok olayın kontrolü bu sistem tarafından gerçekleşmektedir. Damarların genişlemesi, kalp atış hızı kontrolü, mesane genişlemesi, göz bebeği büyüklüğü, mide hareketleri, eşey bezlerinin kontrolü gibi birçok istemsiz davranış bu sinir sisteminin görevidir.

Otonom sinir sistemi yapısında her organa ulaşabilen sempatik ve parasempatik sinir hücreleri bulundurmaktadır. Bu sinir hücreleri iç organların çalışmasında zıt görevler üstlenen hücrelerdir. Basit bir örnekle sempatik sinirler kalp atış hızını artırırken, parasempatik siniler kalp atış hızını yavaşlatmaktadır. Şekil 1.11'de otonom sinirlerin etkileri gösterilmektedir.



Şekil 1.10. Otonom sinirlerin organlara etkisi(MEB, 2012)

1.2.Sinir Sistemi Hastalıkları

Sinir sistemi, insan bedeninin yaşamsal fonksiyonlarını yerine getirmesi için, beden içindeki diğer sistemlerin koordineli bir şekilde çalışması için hayati öneme sahip karmaşık ve gelişmiş önemli bir sistemdir. Bedenin salgı sistemini kontrol etme görevi bulunan sinir sistemi sayesinde dokular ve organlar beden iç dengesi olarak ifade edilen homeostatik denge içinde çalışmasını gerçekleştirir. Bedenin alacağı farklı içsel veya dış kaynaklı etkilere karşı da vücudun uyum sağlamasında önemli bir görevi vardır.

Gelişmiş bir sinir sistemi yapısına sahip canlıda fiziksel veya kimyasal etkileri algılama görevindeki duyu organları, bu etkileri elektriksel sinyaller haline dönüştürerek ileten duyu nöronları ve ileti yorumlama yeteneğine sahip ara nöronlar merkezî sinir sisteminin yapısını oluşturmaktadır. Sinirsel iletimin herhangi bir noktasında meydana gelebilecek bir aksaklık, yorumlanmış iletilerin ilgili kas veya bez kısmına yönlendirilmesinde yaşanabilecek bir sorun, sinir sisteminin herhangi bir bölümünde oluşan tıkanıklık, sinir sistemi hastalıkları olarak ifade edilmektedir. Sinir sisteminin bir veya birkaç noktasında meydana gelebilecek bu tarz olumsuzluklar vücudun altyapısını oluşturan sistemler arası dengeyi etkileyeceği için bedenin çevresel etkileşimini olumsuz bir şekilde etkileyecektir.

Sinir sistemi hastalıkları genellikle kendini vücudun belirli bir bölgesinde meydana gelen kas güçsüzlüğü, his kaybı, kontrol edilemeyen titreme nöbetleri ve hareket alanı daralması olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu olumsuzlukların nedeni sinir bilimi olarak da adlandırılan nöroloji tıp dalının yapmış olduğu BT, MRG ve PET gibi görüntüleme teknikleri ile kafatası ve spinal kord Radyografisi ve EEG gibi tetkik ve araştırmalar sonucu ortaya çıkarılmaktadır.

1.2.1.Epilepsi

Sara hastalığı olarak da adlandırılmaktadır. Merkezi sinir sisteminin tüm beyin kısmında bulunan sinir hücrelerinin normal elektriksel haberleşmesinin dışında aşırı sinyal karmaşasına bağlı gelişen bir hastalıktır. Vücutta, geçici olarak duyusal ve hareketsel davranış değişiklikleri gözlemlenmesinin yanı sıra bilinç kaybı ve algılama bozuklukluları şeklinde kendini göstermektedir. Algılama, bilinç ya da davranış değişikliklerine neden olan tekrarlayıcı nöbetler şeklinde seyreden hastalık kronik bir

yapıya sahiptir. Çocuk olarak kabul edilen bireylerde en sık görülen sinir sistemi hastalığı olarak ilk sırada yer almaktadır.

Epilepsi hastalığının birçok nedeni olabilmektedir. Genellikle belirtiler farklılık gösterse de hastalık ile ilgili yapılan araştırmalar sonucu hastalığa sebebinin beyin tümörleri, beyin temporal lobunda bulunan hafıza ve yön bulma gibi olguların yönetim merkezi olan hipokampus bölgesinin sertleşmesi, beyin dokusunda oluşabilecek genetik ve gelişimsel bozukluklar, sinir sistemi enfeksiyonları ve beyin damarlarının gelişmemiş veya dejenere olmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Epilepsi hastalığı genetik yatkınlığa bağlı olarak primer ve başka bir bölgedeki rahatsızlığa bağlı olarak sekonder bir yapıda olabilir. Primer epilepsi tedavi şansı düşük olan bir tür olarak karşımıza çıkmaktadır. Sekonder epilepsi için ise tedavi şansı çok yüksektir. Sekonder tip epilepsi rahatsızlığı bulunan bireylerin çok uzun tedavi ve izleme sonucunda sağlıklarına kavuştukları gözlemlenmiştir.

Epilepsi hastalığımın önlenmesi adına son yıllarda gerçekleştirilen pil uygulaması, epilepsi cerrahisi ve ilaç uygulamaları gibi teknikler hastalıkla mücadele konusunda başarılı birer adım olarak öne çıkmaktadır.

1.2.2. Demans

Zihinsel fonksiyonların bir hastalık sonucu zayıflaması anlamına gelen bir rahatsızlıktır. Beyin fonksiyonlarına bağlı olarak bilgi, beceri ve günlük yaşam davranışlarında oluşan yavaşlama olarak ortaya çıkan bu hastalık sonucu kişilerde hafıza sorunu, konuşma sorunu, dikkat eksikliği ve problem çözmede zorlanma gibi olaylar meydana gelmektedir. Ortaya çıkmasındaki en büyük etkenlerden bazıları kronik depresyon, kronik psikiyatrik rahatsızlıklar ve beyin damar rahatsızlığı olarak özetlenebilir.

Demans hastalığı teşhisinde kullanılan yöntemlerden birisi beyin haritalaması işlemidir. EEG çekimi ile tüm beyin haritalaması gerçekleştirilir. Daha sonra veri tabanında bulunan sağlıklı insan değerleriyle karşılaştırma yapılır. MR ve SPECT adı verilen tarama yöntemleri ile de organ içyapısı incelenerek teşhis koyma noktasında adımlar atılmaktadır.

Demans genellikle tedavi edilemeyen ama ilaç tedavisi ile ilerlemesi yavaşlatılabilen bir rahatsızlıktır. Tiroid bezinin yeteri kadar çalışmaması durumuyla ortaya çıkan demans, omurilik sıvısının çoğalmasına bağlı olarak gelişen demans,

vitamin eksikliği sonucu gelişen demans ve depresif etkiler sonucu gelişen demans türleri tedavi şansı olan türler olarak karşımıza çıkmaktadır. Demans hastalığının tanımlanmasında genellikle New York Üniversitesi'nden Dr.Barry Reisberg tarafından geliştirilen Yedi evrelik Reisberg Ölçeği kullanılmaktadır. Şekil 1.11'de bu ölçek gösterilmiştir. Demans hastalığında son evre olarak adlandırılan 7.evre alzheimer hastalığı olarak ta kabul edilmektedir(Acıbadem, 2018).



Şekil 1.11. Reisberg ölçeği(Acıbadem, 2018)

1.2.3.Parkinson

Parkinson hastalığı beyin hücrelerinin deformasyonu sonucu oluşan yavaş seyirli nörolojik bir beyin hastalığı olarak tanımlanmaktadır. Parkinson hastalığının nedeninin dopamin adı verilen hormon eksikliğinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Dopamin vücut içerinde üretilen doğal bir kimyasal olarak adlandırılır. Dopamin hormonun görevi hareket kabiliyetini kontrol etmek, sinir hücrelerinin haberleşmesini sağlamak, hamilelik esnasında ve sonrasında süt üretimine izin veren prolaktin hormonunu dengede tutmaktır. Dopamin hormonu vücutta orta beyinde bulunan latince ismi substabsiya nigra olan siyah cisim adlı bölgede ve hipotalamus kısmında üretilmektedir. Dopamin üretiminde görevli olan hücrelerin yeteri kadar bu hormonu üretememesi durumunda Parkinson rahatsızlığı ortaya çıkmaktadır.

Parkinson hastalığı sonucu beyin hücrelerinde gerçekleşen sinir hücresi kayıplarına nörodejenerasyon ismi verilmektedir. Bu dejenerasyon sonucu vücutta ilk etkilenen bölgeler sindirim sistemi sinirleri, yüz ve boyun sinirleri ile koku duyusu sinirleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Hastalık bu bölgeleri başlangıç adımı olarak kabul ederek merkezi sinir sisteminin diğer kısımlarına doğru yayılım göstermektedir. Bu yayılım sonucu olarak gelişebilecek semptomlar iki şekilde sınıflandırılmaktadır. İlk

grupta toplanan semptomlara hareket yavaşlığı, hareket edememe, kasların kasılması, titreme, yürümede dengesizlik ve kamburluk örnek gösterilebilir. İkinci grupta toplanan semptomlara ise kabızlık, uyku bozuklukları, depresyon ve koku alma duyusunun kaybı örnek gösterilebilir.

Parkinson hastalığının tedavisinde amaç hastalığın seyrini yavaşlatmak ve hastanın sosyal yaşamına sorunsuz devam edebilmesini sağlamaktır. Bu nedenle ilaç tedavisinin yanı sıra cerrahi işlem olarak son yıllarda beyin pili kullanımı oldukça artış göstermiştir(Karabudak, 2014).

1.2.4. Multiple Skleroz(MS)

Multiple skleroz, merkezi sinir sistemi olarak kabul edilen beyin ve omurilik kısmında bulunan sinir hücrelerinin veri iletim hızında çok önemli bir görevi olan miyelin tabakasının bağışıklık sistemi tarafından dejenere edilmesi sonucu ortaya çıkan bir rahatsızlık olarak kabul edilmektedir. Hastalık genetik yatkınlığa sahip bir yapıya sahip olup bağışıklık sisteminin dokuları sertleştirmesi olarak ta adlandırılmaktadır. Bağışıklık sisteminin koruması gerektiği vücudu harap ederek kendi kendine zarar verecek bir yapıya bürünmesi sonucu oluşan bir hastalıktır. Miyelin kılıf yok olduğunda veya hasara uğradığında, sinirsel iletilerin merkezi sinir sistemine iletimi ve yorumlanmış iletilerin ilgili kas grubuna aktarımda sorunlar ortaya çıkmaktadır. MS bağışıklık sistemi hastalığı olduğundan dolayı bu tarz hastalarda şekil 1.12'de gösterilen bağışıklık sistemi rahatsızlıkları da görülebilmektedir.

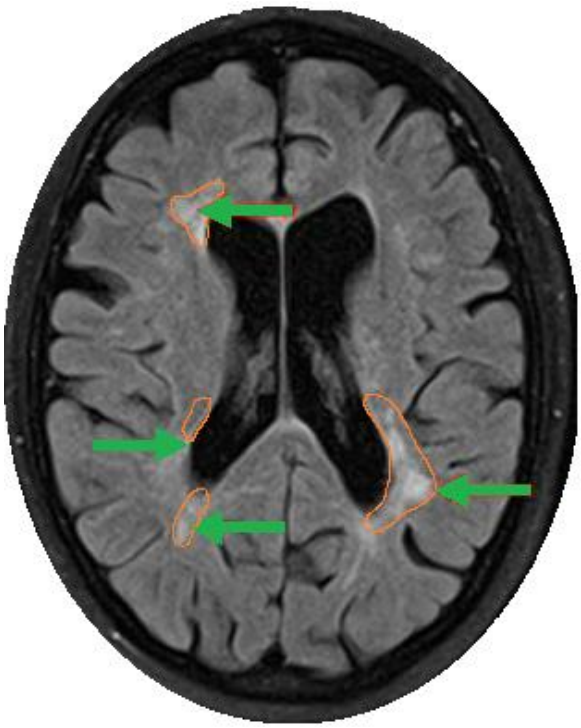
Hastalık	Semptom
Troid/Guatr	Troid bezinin kanser veya iltihabi bir duruma karşı büyümesi
Skleroderma	Deri ve Deri altı dkuların sertleşmesi ve parlaklaşması
Myasthenia gravis	İstemli çalışan kaslarda meydana gelen zayıflama
SLE	Cilt,eklem ve birçok organ iltihaplanması
Ankilozan Spondilit	Bel kemiği ile kalça kemiği arasındaki eklemin iltihaplanması
Diyabetes Mellitus	Pankreasın yeterli insülin salgılayamaması durumu(Şeker)
Behçet	Damar ve dokuların iltihaplanması

Şekil 1.12. MS ile görülebilecek hastalıklar

Multiple skleroz merkezi sinir sistemini etkilediği için hastalık başlangıcında çok farklı belirtiler ortaya çıkabilmektedir. Çok fazla belirtisi olmasına rağmen bu belirtilerin birçoğu hastalarda görünmemektedir. MS belirtisi olarak kabul edilebilecek bir belirti farklı bir nörolojik rahatsızlığın da habercisi olabilmektedir. Belirtilerin MS belirtisi olabilmesi için MS atağı şeklinde yorumlanması ve bir belirtinin 24 saat sürmesi gerekmektedir. Genellikle en sık görülen belirtiler bulanık görme, unutkanlık, yüz bölgesinde uyuşma, çift görme, yutkunma zorluğu, denge sorunları, idrar sorunu olarak listelenmektedir.

MS nörolojik yapıda olan genetik yollu bir hastalık olarak karşımıza çıksada son yıllarda yapılan araştırmalar D vitamini eksikliğinin MS hastalığının gelişiminde önemli rol oynadığını ortaya çıkarmıştır. MS tanısının konmasında özel bir görüntüleme veya test yapılmamaktadır. Hastaların MR görüntülemesi sonucu, hastalığın teşhisinde yeterlidir. Tanılama açısından bazı durumlarda bel kısmından omurilik sıvısı alınmaktadır.

MS hastalığı tedavi edilebilir bir hastalıktır. Kortizon tedavisi uygulanarak hastalık kontrol altına alınabilmektedir. Şekil 1.13'de MS hastasına ait bir MR görüntüsü mevcuttur. Bu görüntüde dejenere olan sinir hücreleri görülmektedir.



Şekil 1.13. MS hastasına ait beyin MR görüntüsü(Türk Nöroloji Derneği 2018)

1.2.5. Spinal Müsküler Atrofi(SMA)

SMA hastalığı tanım olarak beyin sapı ve omuriliği kas liflerine bağlayan, üst motor nöronlarından gelen sinaptik bilgileri kaslara ileten motor nöronların kalıtımsal olarak dejenere olması sonucu ortaya çıkan bir hastalık olarak nitelendirilmektedir. Hastalık genellikle doğum esnasında ortaya çıkmaktadır. SMA hastalığı 4 tip olarak görülmektedir.

SMA tip 1 olarak adlandırılan rahatsızlığa Werdnig Hoffmann sendromu adı da verilmektedir. Hastalığın en ağır seyrine sahip tipi olarak karşımıza çıkmaktadır. Doğum ile başlayan hastalık sürecinde genellikle bebeklerin dönemediği, başını kaldıramadığı ve oturamadığı gibi belirtiler bu sendromun semptomları olarak karşımıza çıkmaktadır. Solunum desteği olmadan hastaların nefes alma şansının bulunmadığı gözlemlenmektedir.

SMA tip 2 olarak adlandırılan seviye ise genellikle tip 1 SMA'ya göre biraz daha hafif seyreden bir rahatsızlıktır. Bebeklerde genellikle 1,5 yaşından önce başlamaktadır. Hastaların tamamında denge sorunu bağlı olarak yürüme fonksiyonu zafiyeti bulunmaktadır. Fakat hastalar oturma işlevini gerçekleştirebilmektedirler.

SMA tip 3 olarak adlandırılan seviye bu hastalığın en hafif şiddette geçtiği seviye olarak kabul edilmektedir. Kugelberg Welander sendromu olarak da adlandırılan bu rahatsızlıkta hastalık semptomları 1,5 yaş sonrası ortaya çıkmaktadır. Genel anlamda bireyler yürümede sorun yaşamazlar. Fakat kas gücü bakımından yeterli seviyede olmadıkları için merdiven çıkmada, zeminden bir parça aldıktan sonra doğrulmada sorunlar yaşarlar. Ayrıca hastalarda kol ve bacak kaslarındaki zayıflığa bağlı olarak düşmeler görülmektedir. Bu tip rahatsızlık başlangıç yaşı olarak değişkenlik göstermektedir. Hastalık başlangıcı ileri yaşlarda olduğu zaman semptomlar daha hafif olarak seyretmektedir.

SMA tip 4 olarak adlandırılan evre ise yetişkin bireylerde çok nadir olarak ortaya çıkabilecek bir rahatsızlıktır. Kas yapısında meydana gelen zayıflamanın çok yavaş bir hızla ilerleme kaydettiği tiptir. Diğer tiplere nazaran solunum desteğinin hiç gerekmediği bir tip olarak karşımıza çıkmaktadır. Hastalığın bu tipi görülen bireylerde yürüme güçlüğü uzun yıllar sonra ortaya çıkabilmektedir.

Hastalık belirtileri taşıyan bireylerde hastalık tanısının konmasında genetik inceleme yeterli olmaktadır. SMA rahatsızlığı erkek bireylerde daha sık görülmekle birlikte şiddet olarak daha ağır seyir etmektedir.

SMA hastalığının tedavisinde mevcut ilaçların aksine biyoteknolojik özelliğe sahip Spinraza adı verilen ilaç dışında herhangi bir ilaçlı tedavi seçeneği bulunmamaktadır. Tedavi seçeneği genel anlamda hastalara fiziksel ve psikolojik destek olarak gerçekleşmektedir. Solunum desteği sağlamak, fizik tedavi desteği sağlamak, skolyoz rahatsızlığına karşı protez desteği almak kullanılabilecek tedavi seçenekleri arsında yer almaktadır.

1.2.6.Amyotrofik Lateral Skleroz(ALS)

ALS hastalığı tanım olarak motor sinir hastalığı (MNH) olarak da adlandırılmaktadır. Merkezî sinir sisteminde, omurilik ve beyin sapı adı verilen bölgede motor sinir hücrelerinin fonksiyonlarını yerine getirememesi sonucu bu hücrelerin kaybından ileri gelen bir hastalıktır. Hastalığın sebebi henüz tam anlamıyla bilinmemektedir. Âmâ son zamanlarda hastalık üzerine yapılan araştırmalar sonucu hastalığın gelişiminde genetik yatkınlığın çok az bir oran teşkil ettiği ortaya çıkarılmıştır. Hastalığın %90 oranında sporadik (tesadüfi),% 10'luk bir oranla da ailesel yollardan geldiği tespitine varılmıştır(Türk Nöroloji Derneği 2018).

ALS hastalığı kas erimesi veya omurilik harabiyeti anlamlarına da gelmektedir.ALS hastalığı sonucu sinir hücrelerinin kaybı kas gücünün yok olmasındaki en önemli etkendir. Kas kontrolünde meydana gelen zayıflama ve bunun giderek artması bu hastalığın en belirgin özelliği olarak dikkat çekmektedir. Hastalık istemli kas hastalığı olduğu için hastalığın ortaya çıktığı kastan diğer kaslara yayılarak ilerler. ALS; Otonom sinir sistemi kontrolünde bulunan sindirim, solunum, boşaltım, dolaşım ve terleme gibi fonksiyonlar ile Okulomotor sinir kontrolünde bulunan göz kasları, göz hareket fonksiyonlarını ve sfinkter kasların çalışmasını etkilemez. Hastalık evrelere bölündüğünde son evredeki hastalarda genellikle göz hareketi dışında vücut tamamen hareketsiz kalmaktadır (Bahar ve Aktin, 2009).

ALS hastalığının belirtileri her hasta için aynı özellik göstermemektedir. Fakat hastaların büyük bir kısmında bacak veya kol kısmında incelme veya hissizlik kaybı ilk belirti olarak ortaya çıkmaktadır. Bir sonraki aşamada ise kalem tutamama ve düğme ilikleyememe gibi el becerilerinde meydana gelen yetersizliklerin yanı sıra düz yolda

yürüme zorluğu gibi belirtiler ortaya çıkmaktadır. Hastalığın son evresine doğru konuşma, yutkunma, ağır kas krampları ve kas kullanımı yetisi tamamen ortadan kalkmaktadır. Kas kullanım becerisinin ortadan kalkmasındaki en büyük etken, dejenere olmuş motor sinir hücrelerinin yorumlanmış bilgileri ilgili kaslara iletememesi olarak ifade edilmektedir.

Hastalığın temel nedeni motor nöron hücrelerinin kaybı olduğu için tedavi araştırmaları bu yön üzerinde yoğunlaşmaktadır. Fakat araştırmalar sonucu hastalığı sonlandırıcı bir tedavi seçeneği henüz belirlenememiştir. Belirtilerin başka sinir sistemi hastalıkları ile karışabileceği ihtimali üzerine ALS hastalığı tanısında MR görüntüleme yöntemine ek olarak bazı kan tahlilleri dışında sinirlerin ve çizgili kasların elektriksel sinyal potansiyel ölçümü olarak ifade edilen elektromiyogram (EMG) yöntemi kullanılmaktadır.

ALS hastalığı için önleyici veya hastalığının seyrini yavaşlatacak bir tedavi şekli şu an için bulunmamaktadır. Riluzol isimli bir ilaç ALS tedavisinde şu an için hastalık seyrini çok kısa bir süre geciktirecek tek ilaç olarak kullanılmaktadır. Hastaların moral ve motivasyonu için yapılan rehabilitasyon çalışmaları hastalık işleyişi açısından palyatif olmasına rağmen etkili olmuştur.

ALS hastalarının tamamında düşünce ve zihin kullanımı konusunda bir daralma veya gerileme meydana gelmemektedir. Hastaların bilinçleri yerinde olduğu için ALS hastalığının etkilemediği Okulomotor sinir sistemi kontrolündeki göz kaslarını ve dolayısıyla göz kırpma fonksiyonunu bilinçli bir şekilde haberleşme için kullanabilmektedirler.

Tez çalışmasının temelini. oluşturan konu ise bir sinir sistemi rahatsızlığı olan ALS hastalarının hastane ortamı veya ev ortamında çoğu zaman bazı ihtiyaçlarını yardımcı kişilere ihtiyaç duymadan giderebilmeleridir.

Hastaların göz hareketlerini kullanarak sosyal hayatla olan bağlarını koparmamak adına ve bazı ihtiyaçlarını kendilerinin giderebilmesi sağlamak anlamında akıllı yatak kontrolü bu tezin ana temasını oluşturmaktadır. Hastalar göz kıpma hareketleriyle yatak motorlarını kontrol ederek, yatak pozisyonlarını değiştirerek bazı vücut hareketlerini kendilerinin yapabilmesi sağlanmıştır.(Doğrulma, ayaklarını kendine çekme, ayaklarını kaldırma vb.)

Sürekli yatağa bağımlı olarak yaşamak zorunda kalan bu hastalığa sahip insanlarda vücut ağırlığı vücudun belirli bölgelerine baskı yapmaktadır. Bu baskılar sonucu hastanın deri kısımlarında yaralar oluşmaktadır. Önlem alınmayan bu yaralar

çoğu zaman hastanın enfeksiyon tehlikesiyle karşı karşıya gelmesine hatta hastanın hayatını kaybetmesi anlamına gelmektedir. Bu yaraların oluşmaması için genellikle hastanın yatak içinde belirli periyotlarla yatış pozisyonunun değişmesi gerekmektedir. Hasta kendine verilen egzersiz planı dâhilinde yatak motorlarını hareket ettirerek vücut ağırlığının tek noktaya baskı yapmasını engellenmiş olacaktır.

İleri evre ALS rahatsızlığı dolayısıyla yatağa bağımlı veya yatarak tedavi gören hastalara acil durumlar karşısında en kısa sürede müdahale edilmesi hasta hayatı açısından büyük önem taşımaktadır. Bunun için sağlık personelinin veya hasta yakınlarının acil olaylarda hızlı bir şekilde hastanın durumu hakkında bilgilendirilmeleri gerekmektedir. Bu amaçla aynı zamanda akıllı yatak sisteminde hasta göz kırpma davranışlarına bağlı çalışan bir sesli ve görsel uyarı modülü kullanılmaktadır.

ALS veya fiziksel engelinden dolayı yatağa bağlı olarak yaşayan hastaların, göz kıpma hareketleriyle bir akıllı yatak kontrolü yapması, hastaların özgüvenini ve moral motivasyonunu artıracağı düşünülmektedir. Başkalarına ihtiyaç duyulmadan yapılabilecek bu tarz kontroller hastaların hayat standardını ve yaşam kalitesini yükselteceği fikri amaçlanmıştır.

1.3. Tez Çalışmasının Önemi

Bu tez çalışması, farklı bir bakış açısıyla geçici bir rahatsızlık sonucu veya ALS gibi tedavi şansı bulunmayan sinir sistemi hastalığı sonucu kalıcı olarak yatağa bağımlı yaşayan hastaların kameralar yardımıyla özel fonksiyonlara sahip yataklarını başkalarına ihtiyaç duymadan kendi göz hareketleriyle kullanmaları niteliğindedir. Görme ve analiz süreçlerini bir bilgisayar sayesinde işleyerek, düşük maliyetli kameralar sayesinde hastaların göz hareketleri hızlı ve sürekli bir şekilde gerçek zamanlı olarak değerlendirilecek hastaların, gerektiği zaman yatak konumlarını değiştirebilmeleri ve acil durumlarda hasta bakıcı veya hemşirelere çağrıda bulunmaları sağlanacaktır.

Bahsedilen Akıllı yatak kontrol sistemi, ALS, felç veya diğer motor nöron rahatsızlıkları sebebiyle hareketsiz olarak yaşamlarını sürdürmek zorunda olan insanların hayatını önemli ölçüde kolaylaştıracak bir projedir. Evde veya hastanede geniş kullanım alanı bulacak bu sistem; Bilişim teknolojileri, EEG, Yapay zekâ, Bulanık mantık, Mekatronik gibi disiplinlerin katkısıyla sürekli olarak geliştirilebilecek bir yapının temelini oluşturmaktadır.

1.4. Tez Çalışmasının Amacı

Motor sinir hücresi rahatsızlığı olarak da anılan ALS (Amyotrofik Lateral skleroz), insan sinir sistemini oluşturan iki alt sinir sisteminden merkezî sinir sisteminde, omurilik soğanı ve beyni birbirine bağlayan bölgede bulunan motor sinir hücrelerinin (nöronlar) işlevlerini yerine getirememesi sonucu meydana gelen bir hastalıktır. Bu hücrelerin kaybı kaslarda giderek artan ve önlemeyen güçsüzlüğe ve belirli bir zaman sonra kaslarda küçülmeye yol açar. Atrofi olarak adlandırılan bu durum hastalığın ileri evrelerinde hastanın tamamen yatağa bağlı kalmasına yol açar. Hastalık sadece merkezi sinir sisteminde deformasyona sebebiyet verdiğinden dolayı hastaların zihinsel fonksiyonlarında ve hafızalarında herhangi bir bozulma meydana gelmez.

Hareket kabiliyetlerindeki zayıflık nedeniyle hastalar diğer insanlarla iletişim kurarken ve vücut sağlığının korunması için gerekli olan yatak hareketlerini gerçekleştirmede zorlanma yaşarlar. Göz kırpma davranışları vasıtasıyla bu olumsuz durumları ortadan kaldırmayı mümkün kılacak, görüntü işleme tabanlı, gerçek zamanlı bir akıllı yatak kontrol sisteminin geliştirilmesi bu çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Bunun için hastanın yanındaki bir görüntü yakalama ve işleme istasyonu bulundurulmuştur. Alınan veriler hasta yatağını kontrol eden bir karta bağlanarak yatak hareketi hastanın göz kırpma davranışlarına göre belirlenmiştir.

Çağımızda yapılan bilimsel araştırmalar büyük çoğunlukla insan hayatının kolaylaştırılması ve sağlıklı bir uzun yaşam için standartlarının artırılmasına yöneliktir. Bu çalışmamızın ortaya çıkmasında da bu durumun büyük bir etkisi mevcuttur. Teknolojik gelişmeler tıp alanında tedavi sürecinde kısıtlılık bulunan hastalıklara yeni tedavi yöntemleri ortaya çıkarsa da bazı hastalıklar bu kapsama maalesef dâhil olamamıştır. Bu tarz bir hastalık olan ALS hastalığının ortaya çıkmasının sebepleri henüz tam anlamıyla bilinmese de hastalık sürecindeki tedavi yöntemleri hastalığın ilerleme hızını yavaşlatmıştır. Son evrede ki ALS hastalarının bazı ihtiyaçlarını kendilerinin karşılayabilmesi Akıllı yatak kontrol sisteminin temelini oluşturmaktadır. Yatarak tedavi gören hastalara acil durumlar karşısında en kısa sürede müdahale edilmesi hasta hayatı açısından büyük önem taşımaktadır. Bunun için hemşirelerin veya hasta yakınlarının acil olaylarda hızlı bir şekilde hastanın durumu hakkında bilgilendirilmeleri gerekmektedir. Bu amaçla aynı zamanda akıllı yatak sisteminde birde uyarı modülü kullanılmaktadır.

Geçmişte vücut hareketlerinin bilgisayar sistemleri tarafından tanımlanabilmeleri için giyilebilir donanımlar çokça kullanılmıştır. Günümüzde ise işlemci teknolojisinin ve yazılımsal imkânların gelişmesi sayesinde, tek bir kamera yardımıyla en temel şekilde uygulanabileceği gibi birden çok kamerayla görüş tekniklerinin kullanılmasıyla da vücut hareketleri bilgisayar sistemleri tarafından algılanabilmektedir. Bu gelişme insan bilgisayar etkileşimi, robot kontrol, sanal gerçeklik, interaktif grafik alanlarında kendisini göstermektedir(Özyurt, 2012).

Bu projede, bir kamera ile alınan hasta görüntüsü, görüntü işleme teknikleriyle analiz edilmiş ve gereken durumlarda hasta göz kırpma hareketleriyle yatak hareketlerini kendinin yapması sağlanmıştır. Hastanın belirli göz kırpma hareketleri karşısında sistem aktif duruma geçmektedir ve bu hareketler hastaya önceden öğretilmiştir. Bunun için hastanın göz kırpma kural dizileri belirlenmiştir. Bu özel dizilimler hasta tarafından gerçekleştirildiğinde, hastanın kullandığı yatak pozisyon değiştirerek hastanın istediği konuma gelmektedir. Aynı zamanda olumsuz bir duruma karşı hasta yatağa bağlı bir çağrı sistemini de devreye sokabilecektir. Sistemin kullanılışlı bir yapıda olması fiziksel engel oranı yüksek olan geniş bir kitleye hitap edebilmesini sağlayacaktır.

1.5. Tez Çalışmasının Kısımları

Bu tez çalışması toplam olarak 5 ana bölümden oluşmaktadır. Her bir bölüme içerik açısından bakılacak olursa;

Birinci bölümde, teknolojik gelişmelerin insan sağlığına olumlu etkisi, tez çalışmasına konu olan sağlık problemlerinin ne olduğu tanımlanarak hali hazırda kullanılan sistemlerle karşılaştırma işlemi yapılmıştır. Bu tarz sağlık problemlerine sahip olan hastalarda problemin çözümünde görüntü işleme tekniklerinin hastaların yaşam tarzına getirmiş olduğu avantajlar belirlenmiştir. Hastaların göz kırpma hareketleriyle yapabilecekleri kontroller sıralanmış ve literatürde bulunan çalışmalara göre farklılıklarına değinilmiştir.

İkinci bölümde, tez çalışmasının konusunu oluşturan sağlık problemlerinin çözümüne ilişkin olan daha önceki yıllarda yapılmış olan tez çalışmaları, makaleler ve konferans bildirileri ele alınmıştır. Bu çalışmaların ortaya çıkarılmasındaki amaçlarının ne olduğu, genel anlamda çalışmalarda izlenen yöntemler ve bu yöntemlerin uygulanmasıyla alınan sonuçlar belirtilmiştir.

Üçüncü bölümde, tez araştırmasına konu olan akıllı yatak sisteminin oluşturulmasında, tez amacına ulaşabilmek için kullanılan materyaller açıklanarak kullanılan yazılımsal ve donanımsal yöntemler belirtilmiştir. İçerik olarak, tez çalışmasında kullanılan kişi resim türleri, bilgisayar ara yüz programının oluşturulmasında kullanılan akış diyagramı ve algoritması, kontrol kartı ve motor sürücü devresi, farklı görüntü işleme yaklaşımları vardır.

Dördüncü bölümde, üçüncü bölümde hasta göz hareketi işleme işlemi sonucunda ortaya çıkan sonuçlar açıklanmıştır. Varılan sonuçların analizi yapılarak literatürde bulunan diğer çalışmalarla karşılaştırılması yapılmıştır. Ortaya çıkan farklılıkların gerekçelerinin neler olabileceği açıklanmıştır.

Beşinci bölümde, tez çalışmasının sonucunda hasta göz kırpma hareketleri değerlendirilerek elde edilen sonuçlar özet olarak verilmiştir. Farklı sağlık problemleri sonucu fiziksel olarak engeli bulunan kişiler için ileride yapılacak insan yaşamını destekleyici araştırmalara kaynak olabilecek ya da bu araştırmaların temeli olabilecek bilgiler verilmeye çalışılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Herhangi bir rahatsızlık sonucu geçici veya kalıcı olarak hareket kabiliyetini yitirmiş engelli hastaların bilgisayar erişimi veya insan makine ara yüzü HMI adı altında birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar zaman içerisinde bir sıralamaya koyulduğunda ilk sırayı elektrotlar yardımıyla vücuttaki elektriksel sinyallerin alınarak işlenmesi almıştır. Bu adımdan günümüze gelindiğinde ise kişi hareketlerinin kamera veya kameralar yardımıyla gerçekleştirilmesine doğru bir yol izlemiştir. Kamera yardımıyla sırasıyla ilk önce kafa daha sonra göz bebeği ve en son olarak göz kırpması parametrelerinin okunması sırasında, özel olarak geliştirilmiş kask veya göz hareketini algılayabilecek gözlüğe benzer hasta baş hareketiyle birlikte hareket eden özel olarak tasarlanmış bir yapı üzerine yerleştirilen görüntü alma elemanları kullanılmıştır. Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalarda ise genellikle hastadan belirli bir uzaklığa yerleştirilmiş bir kameradan alınan görüntüler işlenerek daha kullanışlı bir sistem geliştirilmiştir(Özyurt, 2012).

Göz kırpma hareketinin algılanması ve bunun sonucunda görüntü işleme teknikleriyle işlenerek, insan sağlığına olumlu yönde etki katabilmek adına konu ile ilgili akademik yayınlar, geçmiş yıllardan beri araştırmacıların ilgi odağı olmuştur. Günümüzde de sağlık alanının dışında güvenlik ve askeri alanlarda da gittikçe yaygınlaşan bir uygulama alanı bulmaktadır. Görüntü işleme tekniklerinin, ileri evre Als rahatsızlığı veya ağır fiziksel engeli olan hastaların hayat standartlarını geliştirmeye yönelik kullanılmasının yanı sıra diğer engel durumlarına sahip bireylerin de yararlanabileceği birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar aşağıda paragraflar halinde belirtilmiştir.

Bilişim sistemleri ile insanlar arasındaki etkileşimi güçlü kılmak ve bunu doğal yollarla yapmak birçok araştırmaya konu olmuştur. Kullanılan yöntem farklılıkları farklı araştırmaların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu araştırma konularının hedefindeki grup ise genellikle herhangi bir engele sahip ya da yaşa bağlı fiziksel zorluk çeken kişilerdir. Bu çalışmada görüntü işleme tabanlı bir sistem aracılığıyla göz kırpma hareketlerinin tespit edilmesi ve insan makine etkileşimi için kullanılması tanımlanmıştır(Krolak ve Strumillo, 2008).

Geliştirilen bu sistem son yıllardan bu yana görüntü işleme teknolojisine uygun olarak göz bebeği takibi uygulamasını yapmaktadır. Aynı amaca hizmet eden ve hâlihazırda kullanılan sistemler çok pahalıdır. Çalışmanın amaçlarından biri de

kullanılan donanımsal ve yazılımsal ekipmanların değerlendirilip maliyet düşürme yöntemlerinin araştırılmasıdır. Göz bebeğinin tespiti için eşzamanlı çalışan kesin ve hızlı bir algoritma öne sürülmüştür. Tanıtılan algoritma diferansiyel geometri üzerine kurulmuştur(Ince ve Yang, 2009).

Kullanımda olan kablosuz veri aktarım teknolojileri ve kullanılan biyoalgılayıcılar kişi sağlığının gelişiminin geliştirilmesi uygulamalarında değerlendirilmiştir. Birçok durumda kablosuz iletişim algılayıcılar ve ekran arasında gerçekleşmektedir. Bu çalışmada kablosuz bir ağ, sağlık hizmetlerinin daha iyi uygulanması için önerilmiştir. Bu ağ hastanenin farklı kısımlarında birçok kullanışlı fonksiyon sunmaktadır. Bu fonksiyonlara örnek olarak, kablosuz hemşire çağırma ve hareket algılama ve hastalarla ilgili kişisel sağlık bilgileri aktarımı vardır. Bu amaçla saat tipi bir sıcaklık ve nabız sensörü kullanılmıştır(Nakajima, 2009).

Toplumsal bütünlüğün sağlanabilmesi için o toplumu oluşturan insanların sorunlarına çözüm bulmak gerekmektedir. Çözüm bulma noktasında mevcut teknolojik gelişmeler bu sorunlara farklı yöntemler geliştirme imkânı tanımaktadır. Bu çalışma kullanıcı gözünün takibi esasına dayanarak basit anlamda satın alınabilirlik özelliğine dayalı bir sistemdir. Sistemde kullanıcı kişinin bakışları sisteme veri olarak gönderilmiş, belirlenmiş olan bazı noktaların seçilmesi sağlanmıştır(Corno ve ark., 2002).

Sistem video tabanlı iki farklı insan makine arayüz aracının kullanılması esasına dayanarak oluşturulmuştur. Oluşturulan bu sistem ağır derecede engele sahip bireylerin bilişim araçlarına erişimini sağlayarak hayat standartlarını artırmaya yönelik bir çalışmadır. Birinci olarak verilen araç Blinklink adını almaktadır. Bu araç sayesinde kullanıcıya ait bilinçli göz kırpma hareketleri ve bu göz kırpma hareketlerinin süresi tespit edilmiştir. Bu tespit sonucunda istem dışı yapılan göz kırpmalar devre dışı bırakılmıştır. Aracın çalışması bilinçli olarak yapılmış uzun göz kırpma ve kısa göz kırpma hareketlerinin mesajlara dönüştürülmesiyle gerçekleşmektedir. İkinci araç ise Eyebroeclicker adını almaktadır. Bu aracın amacı ise kullanıcı kaşlarını kaldırdığı zaman fare tıklaması hareketini oluşturmaktır. Açıklana her iki insan makine arayüz aracı otomatik olarak çalışma özelliğine sahiptir. Sistem gerçek kullanıcılarla ve heceleme programlarıyla test edilmiştir. Sistemin test aşamalarının sonucunda Blinklink olarak adlandırılan ilk aracın doğruluk ortalaması %95,6, Eyebroeclicker olarak adlandırılan ikinci aracın doğruluk ortalaması %89 olarak belirlenmiştir(Grauman ve ark., 2001).

Herhangi bir kaza veya fiziksel rahatsızlık nedeniyle ağır derecede engele sahip insanların kullanılması için bir insan makine ara yüzü sunulmuştur. Bireylerin ağır derecede engelli tanımına sahip olmasını belirleyen rahatsızlıklardan bir tanesi de ALS'dir. ALS gibi kas erimesine yol açan (Atrofi) ve nedeni tam olarak çözümlenemeyen hastalığa sahip olan insanlar gözleri dışında vücutlarının diğer hiçbir parçasını kontrol edememekte veya hareket ettirememektedir. Sunulan sistem insanların göz kırpma hareketlerini tespit edip, göz kırpma zamanının süresini ölçerek bilgisayar ortamında fare tıklaması şeklinde sonuçlanacak bir komut üretmektedir. Sistemde kullanılan uygulama çalıştığında ilk birkaç saniye kullanıcının istemsiz gerçekleştirdiği göz kırpmalarından kullanıcının gözlerin yerini tespit etmektedir. Sistem, yazılımında kullanılan çevrimiçi bir şablonla kullanıcının gözünü takip etmektedir. Eğer kullanıcı yüz hatlarında ani bir derinlik değişimi veya kullanıcı baş hareketinde bir değişim olursa sistem otomatik olarak yeniden başlamaktadır. Sistemin çalışması için belirlenmiş özel bir kalıp veya arkaplan ışıklandırmasına kesinlikle ihtiyaç yoktur. Sistem sıradan, saniyede 30 kare görüntü yakalayabilen USB kameralarla çalışmaktadır. Farklı ışık seçenekleri ve farklı ortam gibi değişkenliğe sahip parametreler, kullanıcı sayısı artırılarak yapılmış olan geniş kapsamlı deneyler ve kullanıcıların bilerek veya istemsiz göz kırpmalarının teşhisindeki artışlar sistemin doğruluğuna öncülük etmiştir. Sekiz kişi üzerinde yapılan deneylerde sistemin genel doğruluk yüzdesi %95,3 olmuştur(Chau ve Betke, 2005).

Hareketsiz hastaların normal veya acil durumlarda, göz kırpma davranışlarıyla kendilerinden uzaktaki kişilerle iletişim kurmalarını sağlayacak, görüntü işleme tabanlı bir sistem geliştirilmiştir. Bir kamera yardımıyla alınan hastanın ön yüz görüntüsünden, görüntü işleme teknikleriyle göz özellikleri çıkarılmış ve bundan sonra kırpma davranışları yakalanmıştır. Bu aşamadan sonra kısa ve uzun menzilli kablosuz iletişim yöntemleri kullanılarak, yakalanan davranışa karşılık gelen mesajlar tanımlanan kişi veya kişilere iletilmiştir(Özyurt, 2012).

Sistem günlük yazma işleminde kullanılabilecek, kullanıcı arayüzü basite indirgenmiş bir göz takip sistemi olarak gerçekleştirilmiştir. Sistemde görüntü alma işlemi basit bir web kamerasıyla gerçekleştirilmiştir. Ekrana yazı yazmak için kullanılacak herhangi bir doğal dilin gereksiz olduğu belirtilmiştir. Kullanıcı göz takibinde düşük bir çözünürlüğün yeterli olacağı savunulmuştur. Buna bağlı olarak çalışmada kullanılacak olan parçaların maliyetleri de düşmüştür. Kullanılan web kameradan dolayı çözünürlük düşük olacağı için göz takibi yapmada etkin ve güçlü

güçlü tekniklerin kullanılması gerekmiştir. Kullanılacak ilk teknik Mean-Shift modelidir. Bu model renk takibi yapmak için kullanılacaktır. Kullanılacak ikinci teknik ise aktif görünüm modeli tekniğidir. Bu model de gerçek zamanlı takip amacıyla kullanılacaktır(Hansen ve ark., 2002).

Bu çalışma ağır engel düzeyinde değerlendirilen insanlar için otomatik bir göz kırpma algılayıcı sistemini önermektedir. İlk olarak SVM adı verilen sınıflandırma konusunda basit ama çok etkin bir yöntem uygulanmıştır. Mevcut yüz kalıpları değerlendirilerek bir karşılaştırma algoritması kullanılmıştır. Bunun sonucunda ise göz tespit edilmiş ve arkasından da göz kırpması fonksiyonu takip edilmiştir. Algılanan göz kırpma hareketi binary sisteme dönüştürülerek kodlanmıştır. Bunun sonucunda göz kırpma hareketleri insan makine ara yüzü için belirli bir komuta dönüştürülmüştür(Wei-Gang ve ark., 2007).

Ağır engele sahip olan hastalar için göz hareketleriyle mesaj yazımına olanak sağlayan ve bir çağrı sistemini kontrol edebilen "göz kelime işlemcisi" olarak adlandırılan bir çalışmadır. Mevcut çalışma hasta göz hareketine bağlı olarak dakikada sekiz kelime girişine izin vermektedir. Ayrıca sistem bir hemşire çağırma fonksiyonu barındırmaktadır. Sistemin belki de en belirleyici ve diğer sistemlerden üstünlük noktasında ayırıcı özelliği kurulumunun beş dakika gibi kısa bir sürede gerçekleşmesidir. Sistemin kullanım kolaylığı hemşirelerce onaylanmıştır(Yamada ve Fukuda, 1987).

Bu çalışmada ağır bedensel engele sahip olan bireylerin, göz kırpma davranışlarının işlenmesi sayesinde kişisel bilgisayarları kullanabilmesi ve diğer insanlarla iletişimleri sorunsuz bir şekilde kurabilmeleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın temeli olarak göz hareketi tanıma tabanlı bir uygulama kullanıldığı açıklanmıştır. Sistemin uygulanmasında sadece bir web kamera ile bir de bilgisayar kullanılmıştır(Su ve ark., 2008).

Göz kırpma hareketlerinin ardışık bir şekil dâhilinde analiz edilmesi sonucunda kişisel davranışları çağrıştırdığı belirtilmiştir. Ardışık göz kırpma hareketleri görüntü işleme tabanlı bir yöntemle analiz edilmek suretiyle göz kırpma davranışı zamanlama diyagramına çevrilmiştir. Kullanıcının yüz bölgesi sınırları takip edilerek kullanıcı yüzünün eksen bilgisi çıkarılmıştır. Bu işlemi gerçekleştirmek için Haar cascade sınıflayıcı yöntemi ve cam shift yöntemleri kullanılmıştır. Çıkarılan yüz eksen bilgisi ve kullanıcının iki gözü arasındaki ilişkiyi temel alan geliştirilmiş Haar cascade sınıflayıcı dizisi ile kullanıcının gözlerinin konumu belirlenmiştir. Göz kısmı tespit edildikten

sonra ESD değeri olarak adlandırılan Gözkapağı durum tespit değeri anlamına gelen yeni bir algoritma geliştirilmiştir. ESD değeri hesaplaması göz kapağının açık ve kapalı durumunu incelemek amacıyla kullanılmıştır. Bu hesaplama değerine göre oluşturulan zamana bağlı grafik, kullanıcı gözünün kısa veya uzun olan göz kırpma tiplerini göstermektedir(Ayudhya ve Srinark, 2009).

Derecesi ne olursa olsun engelli bireylerin hayatlarını kolaylaştırmak adına teknolojik gelişmeler paralelinde İnsan-Makine arayüzü uygulamaları önemli bir hal almıştır. Taşınabilir özelliğe sahip kullanıcı göz hareketiyle kontrol edilebilen ve kablosuz bir bağlantı seçeneği sunan bir uygulama üzerinde çalışılmıştır. Çalışmanın özü; genellikle sinir hücresi tahribatı sonucu fiziksel hareket kısıtlılığı çeken ve konuşma zorluğuna sahip bireyler için bir uygulama geliştirmektir. Kullanılacak sistem 4 ana bölümden oluşmaktadır. İlk olarak kullanıcı gözünün retina tabakası içinde yer alan pigment epiteli adı verilen katmanındaki elektriksel potansiyel farkın ölçülmesi gerekmektedir. Göz bebeğinin hareketi bu potansiyel farkın değişkenliğinde önemli rol oynamaktadır. Bu potansiyel farkı ölçmek için kullanıcı kafası üzerine yerleştirmek için 5 adet yüzey elektrotu kullanılmıştır. Bu işleme Kısaca EOG adı verilmektedir. Elektrotlardan 2 tanesi dikey olarak sağ gözün kaşının altına ve üstüne yerleştirilmiştir. Diğer 2 elektrot ise her iki gözün yanına yatay olarak yerleştirilmiştir. Son elektrot ise alın kısmına sinyal devresi tamamlama işlemi için yerleştirilmiştir. İkinci bölüm de ise ölçülen elektriksel sinyaller bir yükseltici yardımıyla 250 Hz bandında tutulmuştur. Üçüncü olarak kullanılan bir bilgisayar yardımı ile de bu sinyaller Matematiksel morfoloji tabanıyla bir algoritmaya sokularak istemli yapılan göz kırpma hareketleri tespit edilmiştir. Dördüncü ana bölümde ise ara yüz de ZigBee adında kablosuz bir veri aktarım elemanı kullanılmıştır(Zheng ve ark., 2009).

Bu çalışmada taşıt sürücülerin zamana bağlı olarak baş hareketlerini, bunun pozisyonu ve göz kırpma davranışlarını gözlemlemek amacıyla geliştirilen görsel sürücü gözetim sistemi uygulaması tanıtılmıştır. Sürücülerin belirli bir zaman aralığında ölçülen bu davranışlarına dayanarak sistem oluşabilecek herhangi bir kazaya fırsat verilmemesi adına yorgunluk ve monotonluk belirtilerini tespit edebilmektedir. Sistemin kullanımda olan muadil uygulamalara karşı temel avantajları sıralanacak olursa ilk olarak kullanılan donanımların toplam maliyetinin diğer sistemlere nazaran daha düşük bir seviyede olmasıdır. Bunun yanında maliyet düşüklüğünün sistem performansını etkilemediği görülmüştür. Sistemin maliyet-performans dengesinin dışında alınan verilerin işleme zamanının kısalığı, farklı ışık şiddeti yoğunluğu durumlarına göre

ölçüm imkânı ve sürücünün gerçekleştirdiği tekdüze hareketleri dikkate alabilmesi de diğer üstünlükler olarak göze çarpmaktadır. Taşıt sürücüsü görüntüsünün analizi basit ve anlaşılabilir bir yazılım algoritması içerisinde gerçekleşmiştir. Sistemde ilk olarak Haar dalgacık dizisi kullanılmış gürültü giderimi yapılarak sürücünün yüzü geliştirilmiş ve yüz tespit işlemi gerçekleştirilmiştir. Ardından tespit edilen yüz üzerinde gözler aranmıştır ve göz kırpmaları ölçülmüştür. Göz kırpma ölçümünde göz nesne takibi yaparken başın ve retina bölgesinin istikrarlı kabul edilmesi için gerekli hesaplamaları içeren optik akış analiz yöntemi kullanılmıştır. Sistemin performansı sürücülerin doğal davranış durumlarında başarıyla test edilmiştir(Brandt ve ark., 2004).

Bir veya her iki gözün göz kapaklarının kapanıp tekrar açılması için geçen zamana dayalı, bir motor nöron hastalığı sonucu yâda sinir sistemi tahribatı oluşturacak bir kaza sonrası hareket kabiliyetlerini kaybetmiş olan kişiler tarafından kullanılması için tasarlanmış bir sistemdir. Genel olarak sistemin ismi Göz kırpma kontrol ara yüzü olarak adlandırılmıştır. Sol ve sağ gözün göz kapaklarının kapanıp açılma işlemi bilgisayara bir veri olarak aktarılıp bir kontrol işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada, göz kırpma fonksiyonunu anahtarlama işlemi gibi değerlendirip bir tekerlekli sandalye prototipi kontrol edilmektedir. Ara yüz sistemimizin uygulama sonuçlarını ve ön test sonuçlarını sunuyoruz. Ara yüzü, kullanılan ünite için komut dizisi düzenlemesi, engelliler için tekerlekli sandalye kullanımı eğitim yazılımı geliştirme ve mevcut teknolojilere göre uyarlanmış tekerlekli sandalyeyle bütünleştirilmesi tartışılan başlıca konular arasındadır(Crisman ve ark., 1991).

Yüz algılama yöntemleri Yang ve Arkadaşlarının yaptığı çalışmada özetlenmiştir. İlgili çalışmada yüz algılama yöntemleri 4 başlık altında toplanmıştır. Bunlar; bilgi tabanlı yüz tespiti yöntemleri, değişmeyen özellik tabanlı yüz tespiti yöntemleri, şablon eşleme tabanlı yüz tespiti yöntemleri ve görünüm tabanlı yüz tespiti yöntemleridir. Yüz algılama aşaması, giriş imgesi olarak alınan imgede yüz olup-olmadığı ve varsa yüzün yerinin belirlenmesi aşamasıdır. Yüz tespit aşamasının sonucu yüz tanıma ve göz durumu tespit aşamalarının girişidir. Dolayısıyla bu aşamanın doğru ve etkin bir şekilde icra edilmesi tasarlanacak sistemin doğruluk ve etkinliğini doğrudan etkileyecektir(Yang ve Huang, 1994).

Bu çalışma kişisel bilgisayarlarda kullanılan fare benzeri bir cihaz sunmaktadır. Bu cihazın kontrolü tamamen göz bebeği hareketleri ve kullanıcı tarafından gerçekleştirilen istemli göz kırpma hareketleridir. Cihazın girişinde göz bebeği hareketi sonucu oluşan elektriksel potansiyel fark ölçümü işlemi gerçekleştiren tek kanallı EOG

sinyali kullanılmıştır. Sistemde bir tanesi sağ gözaltı diğeri ise sol göz üstü olmak üzere iki adet elektrot yerleştirilmiştir. Bu elektrotlardan alınan potansiyel fark belirli zaman dilimlerinde alınarak sinyal analizi yapılmıştır(Septanto ve ark., 2009).

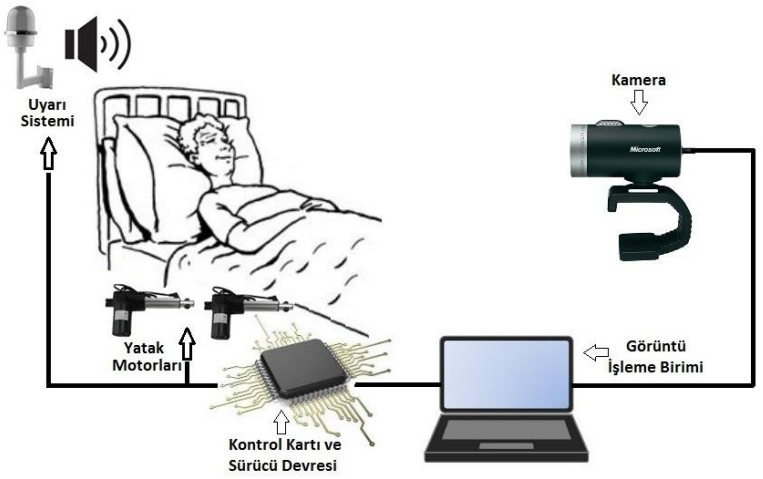
Bu çalışmada, kullanıcılar için belirli bir noktaya konumlandırılmış kamera yardımıyla göz bölgesi, göz kapakları ve göz bebeği pozisyonları incelenmiştir. Çalışmanın genel anlamda ismi yorgunluk ölçüm sistemi olarak tanıtılmaktadır. Kamera yardımıyla alınan kullanıcı yüz görüntülerinde, ilk olarak göz kısmı daha sonra ise göz bebeği kısmının görüntüsü görüntü işleme teknikleriyle tespit edilmiştir. Göz bebeği bölgesi dikkate alınarak büyüklük, konumlama hızı, göz kırpma sıklığı ve göz kıpma zamanı gibi bilgilerin belirlene bilineceği belirtilmiştir. Sistemin çalışması esnasında göz kırpma hareketlerinin sıklığının artması göz bebeği hareketlerinin yavaşlaması gibi etkenlerde meydana gelen artma görsel yorgunluğu ifade eden parametrelerin bu noktalarla bağlantılı olduğu açıklanmıştır. Ayrıca kullanıcıların herhangi bir cihaz giymeden çok rahat bir şekilde uygulamayı kullanabileceği söylenmiştir. Çalışmada göz kırpma tespit doğruluğunun %98,8 ve kullanıcı göz bebeği konum tespit hata oranının %1,9 olduğu dile getirilmiştir(Kim ve ark., 2011).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında, hasta yatağından belirli bir mesafeye yerleştirilmiş bir kamera yardımıyla hastaların ön yüz görüntüsünün aktarımı yapılmıştır. Kullanılacak bilgisayar yazılımı ile de göz kısmı kontrol edilmiş ve hastanın istemli yapmış olduğu göz kırpma hareketleri değerlendirilerek birer komut haline dönüştürülmüştür.

ALS gibi motor sinir hastalığa sahip veya bir kaza sonucu ağır fiziksel engel durumuna sahip olan hastaların ön yüz görüntülerinin değerlendirilmesi ve bunun sonucunda hastanın verdiği göz kırpması şeklindeki daha önceden belirlenmiş iletilerin bilgisayar aracılığıyla bir kontrol kartına aktarılması sağlanmıştır. Bu kontrol kartı aracılığıyla hasta yatağı pozisyon motorları ve görevli uyarı sistemi kontrol işlemi hasta göz kıpma hareketlerine göre gerçekleştirilmiştir. Sistem bilgisayar programı, kamera, bilgisayar, maket olarak tasarlanmış hasta yatağı ve uyarı sistemi olarak siren ve tepe lambasından oluşmaktadır.

Hasta önüne yerleştirilen kameradan hasta ön yüz görüntüsü bilgisayar programı aracılığıyla eşzamanlı olarak sürekli kontrol edilecektir. Hasta, tanımlanan göz kırpma hareketlerinden birini yaptığında o harekete tanımlanan ileti yatak pozisyon motorlarına veya sesli-görsel uyarı sistemine iletilecektir. Hastanın yapacağı göz kırpma hareketleriyle eş zamanlı olarak çalışacak bir grafiksel kullanıcı arayüzü de hastanın görebileceği bir monitöre aktarılmıştır. Hasta eş zamanlı olarak istemli yapmış olduğu göz kırpma hareketlerinin akıllı yatak sisteminindeki komutsal karşılığını görebilecektir. Akıllı yatak kontrol sistemi genel yapısı şekil 3.1'de ifade edilmiştir.



Şekil 3.1. Akıllı yatak sistemin genel yapısı

Akıllı yatak sistemimizde, Full Hd özelliğe sahip 1080p (1920 x 1080) ,saniyede 30 kareye kadar yüksek çözünürlüklü resim yakalayıp bunu aktarabilecek, yazılımla 16 Megapixel çözünürlüğe kadar resim çekebilen, otomatik focus özelliği olan bir kamera kullanılmıştır. Görüntü işleme birimi olarak kullanacağımız bilgisayar ise İntel Core I5 işlemciye sahip,8 GB Ram desteği bulunan Windows 7 işletim sistemine sahip bir dizüstü bilgisayardır. Sistemde kontrol kartı olarak Arduino UNO adı verilen mikrodenetleyici tabanlı bir fiziksel programlayıcı kullanılmıştır. Kullanılan Motor sürücü devresi hem doğru akım hem de step motorları sürmek için kullanılan çift H köprülü L298N motor sürücü kartıdır. Tez çalışması deneysel sonuç üzerine yapılacak bir araştırma olduğu için ilk planda yatak motorları yerine 12 V'luk redüktörlü dakikada 100 devirle dönebilen DC motorlar kullanılmıştır. Son olarak sistemimizde sesli-görsel uyarı birimi olarak 12 V'luk uyarı kiti kullanılmıştır.

Kameradan görüntü yakalama, görüntünün işlenmesi ve bunun sonucundaki ortaya çıkan ilgili iç komutların kontrol kartına aktarılması gibi işlemlerde kullanılacak olan yazılım geliştirilirken Python programı kullanılmıştır. Kontrol kartının programlanmasında Arduino UNO ile birlikte gelen ve farklı tipteki Arduino kartlarının programlanmasında kullanılan Arduino Genuino yazılımı kullanılmıştır.

Kameradan yakalanan görüntülerin işlenmesinde Intel firmasına ait OpenCV görme-görü kütüphanesinde bulunan Haar Cascade Classifier modülü kullanılmıştır. Bu modül sayesinde hasta kamera görüntüsünde öncelikle hastanın baş kısmı daha sonra ise göz kısmı bulunmuştur. Circular Hough Transform yöntemiyle göz bölgesi bir daire olarak tanımlanmış ve çalışmamamızın ana temasını oluşturan göz kırpma işlemi tanımlanmıştır.

3.1. Kamera

Bu çalışmada amacımız hastanın göz kırpma hareketlerini bilgisayara aktararak, bu göz kırpma hareketlerini birer komut haline getirmektir. Dolayısıyla hastanın sistemi kendinin kontrol etmesini sağlamaktır. Günümüzde kullanılan kameralarda bulunan görüntü sensörleri (image sensor) genellikle bütünler metal oksit yarıiletken CMOS ve Şarj bağlantılı aygıt CCD olmaktadır. CCD 1970 yılında Willard Boyle ve George Smith tarafından Bell laboratuvarlarında bulunmuştur(Taylor, 1998).

CCD ve CMOS sensörlere sahip kameraların birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları vardır. Fakat istenilen ise her koşulda en iyi görüntüyü alabilmektir.

Kullanılan teknoloji, Veri aktarım hızı, çözünürlük ve saniyedeki kare sayısı FPS belirleyici özelliklerdir.

Çalışmamızda Şekil 3.2 de gösterilen A4 Tech firmasının 1080p Full HD, yansıma engelleyici(AGC) lens kaplama özelliğine sahip kamerası kullanılacaktır. Kameramızın yazılım ile resim yakalama çözünürlük değeri 16 Megapixel(4608x3456) değerine ulaşabilmektedir. Kullandığımız kamera tüm çözünürlük değerlerinde 30 fps oranına yakın sonuçlar vermektedir. FPS oranının gerçek zamanlı işlem yapabilmemiz için yeterince yüksek olması çok önemlidir. Kameramız belirli çözünürlük değerlerinde saniyede 30 kare değerine kadar kayıt yapabilmektedir. Sahip olduğu Multisampling teknolojisi yardımıyla da kayıtlar arasında bulunan yüksek çözünürlükteki örtüşmeyen görüntülerin kenar dokularını düzelterek, video aktarımının takılmadan sorunsuzca yapılmasını sağlamaktadır. Kamera üzerindeki verilerin iletimi için ise evrensel seri yol bağlantısı USB kullanılmaktadır. Kameranın büyük çözünürlüğe sahip resimleri gösterim oranının çok yüksek olması tez çalışmasının doğru çalışabilirlik oranında yüksek sonuçlar elde etmemizi sağlamaktadır. Kareler yeterince hızlı işlenemezse gerçek zamanlı görüntü yakalama işlemi için belirlenmiş sınır aşılacak ve bunun sonucunda Akıllı yatak sisteminin performansı düşecektir.

Kullanılan görüntü işleme yöntemlerinde en hızlı yolun seçilmesi ve çalışma alanı olarakta sadece göz kısmının seçilmesi işlem hızını önemli ölçüde etkileyecektir. Dolayısıyla sistemin giriş aygıtı olan kamera kilit bir role sahiptir.



Şekil 3.2. A4-Tech 1080p Full HD Kamera

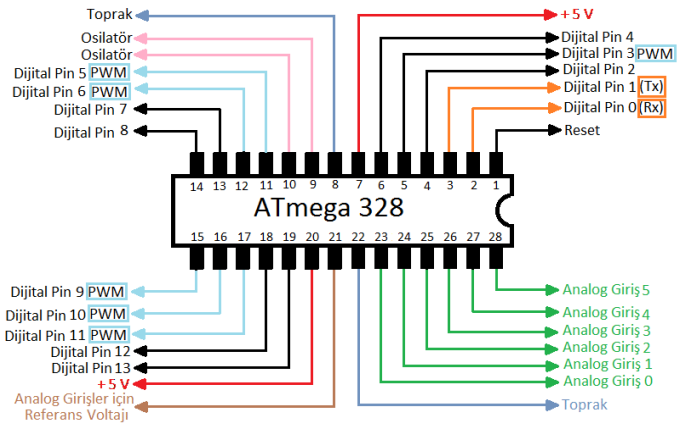
3.2. Kontrol Kartı

Tez çalışmasında, kameradan alınan görüntülerin bilgisayar yazılımı tarafından işlendikten sonra ilgili çıkış biriminin kontrol edilmesinde kontrol kartı olarak Şekil 3.3'de gösterilen Arduino UNO model bir kontrol kartı kullanılmıştır. Arduino genel anlamda, kolay kullanılabilme özelliğine yanında esnek bir donanım ve yazılım mimarisine sahip, açık kaynak kodlu, yapılan işin durumuna göre geliştirilebilen elektronik bir kart olarak tanımlanır.



Şekil 3.3. Arduino UNO kontrol Kartı (Robotiksistem.com, 2019)

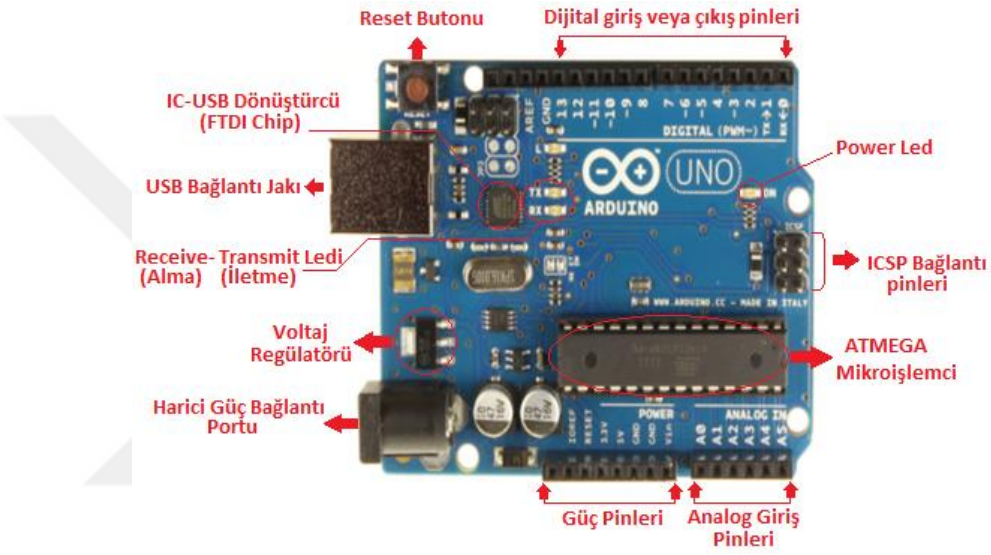
Arduino günümüzde bütün dünyada oldukça popüler olan bir programlama platformu durumundadır. İnternet ortamında yapılacak olan bir aramada binlerce Arduino projesi ile karşılaşılmaktadır. Ayrıca geliştiricilerin katkısı ile Arduino kod tabanı oldukça gelişmiş durumdadır. Oluşturulacak yeni projeleri destekleyici yönde birçok donanım için kütüphane bulunmaktadır. Arduino programlayıcının birçok türü bulunmaktadır. Günümüzde bu kartlar geliştirilmeye devam edilmektedir.



Şekil 3.4. ATmega 328 Mikrodenetleyici

Arduino UNO, Atmel firmasına ait Şekil 3.4 ‘de gösterilen ATmega328 mikrodenetleyici kullanan bir Arduino kartıdır.

Arduino UNO 'nun 14 tane dijital giriş veya dijital çıkış olarak ayarlanabilecek pini vardır. Bunlardan 6 tanesi PWM çıkışı olarak kullanılabilir. Ayrıca 6 tane analog giriş pini, bir adet 16 MHz kristal osilatörü, USB bağlantısı, Güç girişi, mikrodenetleyiciyi yerinden sökmeden program atabilmeye yarayan modül başlığı ICSP ve reset butonu bulunmaktadır. Şekil 3.5’de Arduino UNO kartının pin yapısı görülmektedir (Robotiksistem.com, 2019).



Şekil 3.5 Arduino UNO Kontrol Kartı Pin Yapısı

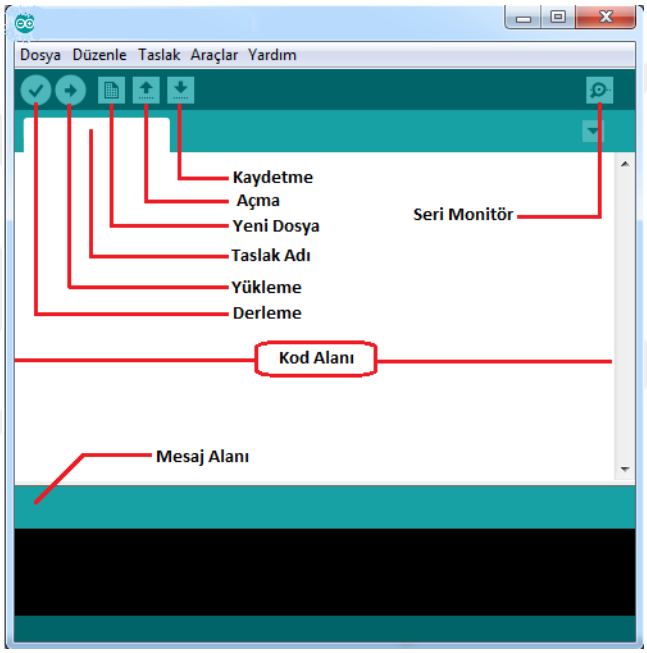
Arduino üzerinde bulunan donanımlar ve pinler, Arduino'ya yüklenen kodlar tarafından kolaylıkla kontrol edilebilmektedir. Programcı tarafından yazılan bu kodların işlenmesi için Arduino üzerinde Atmel marka mikroişlemciler bulunmaktadır. Bu mikroişlemcilerin türüne göre de Arduino türleri belli olmaktadır. Arduino'nun bir türü için yazılmış bir kod, eğer o türe has özel donanımlar kullanmıyorsa diğer Arduino türleri üzerinde de sorunsuz çalışmaktadır. Bu yüzden Arduino programlayıcı ile geliştirilen çoğu proje hemen hemen her Arduino türünde çalışmaktadır(Açık, 2015).

3.2.1. Kontrol Kartı Programlayıcı

Arduino ile yazılım geliştirmek ve çalıştırmak için gerekli olan program yine Arduino firmasının geliştirmiş olduğu Arduino IDE olarak bilinen yazılımdır. Bu

yazılım Arduino firmasına ait internet sitesinden indirilebilmektedir. Kelime işlem yazılımı formatındaki bu program çok kullanılışlı bir yapıya sahiptir.

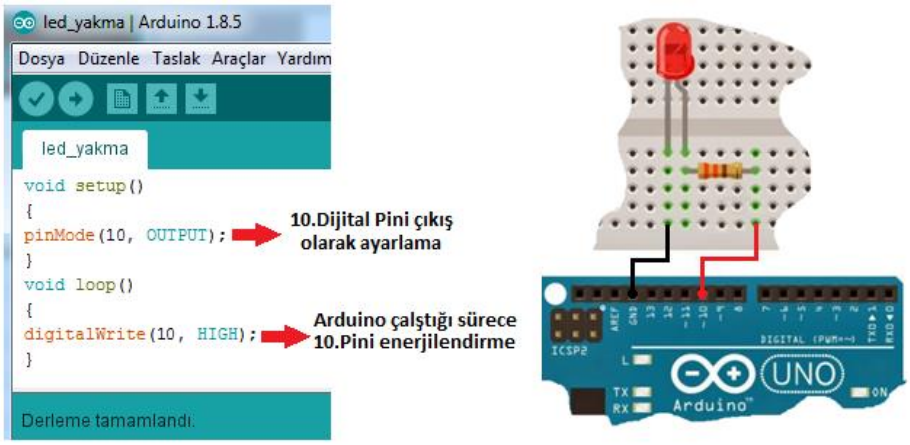
Arduino ile yapılan projelerde sadece programlama işlemi yapılmamaktadır. Arduino programlamada kullanılacak çeşitli tipteki elektronik malzemelerin(buton,sensör,Lcd ekran, vb..) iç yapılarının tanımlandığı ve çalışma şekillerinin belirlendiği kütüphane adı verilen özel tip dosyalar mevcuttur. Bu kütüphaneler genellikle Arduino IDE yükleme işlemi esnasında program ile birlikte yüklenmektedir. Yüklemesi yapılmayan özel bir elektronik elemanın kütüphane dosyası kullanıcı tarafından kolay bir şekilde oluşturulabilmektedir.



Şekil 3.6. Arduino IDE program arayüzü

Şekil 3.6 'da Arduino IDE yazılımının arayüzü görünmektedir. Bu arayüz kısmında derleme olarak adlandırılan sekme yazılan programı herhangi bir yazım yanlışına bağlı kod hatasına karşı doğrulama işlemi için kullanılır. Arayüz yazılımında yükleme sekmesi, derleme sonucu hatasız bir kod yapısına sahip olan programı Arduino karta göndermek için kullanılır. Yazılımda aynı anda birden fazla dosya açılabileceğinden dolayı bu dosyaların ismi taslak adı kısmında görünecektir. Yeni dosya kısmı ise arayüz programında yeni bir taslak kısmı oluşturmak için kullanılır. Açma kısmı, mevcut kayıtlı taslakların arayüz programına aktarılmasında kullanılan bir sekmedir. Kaydetme seçeneği yazılan kod yapısını bir taslak adıyla kayıt için kullanılır. Arayüz programında yazılacak olan kodun yazıldığı bölge ise kod alanı kısmı olarak

adlandırılır. Kod yazımında yapılan derleme sonucu hata var ise bu hatalar mesaj alanı kısmında gözükecektir. Seri monitör kısmı ise seri bilgi görüntülüyen bir pencere açarak hata ayıklamada kolaylık sağlayacaktır. Şekil 3.7' de Arduino kartın 10. Pinine bağlı led diyotun yakma işlemine ait basit bir program yapısı ve Arduino UNO kartı bağlantı şekli görülmektedir(Yaman, 2016).



Şekil 3.7. Led yakma kod yapısı ve kart bağlantısı(Yaman, 2016)

3.3.Motor Sürücü Devresi

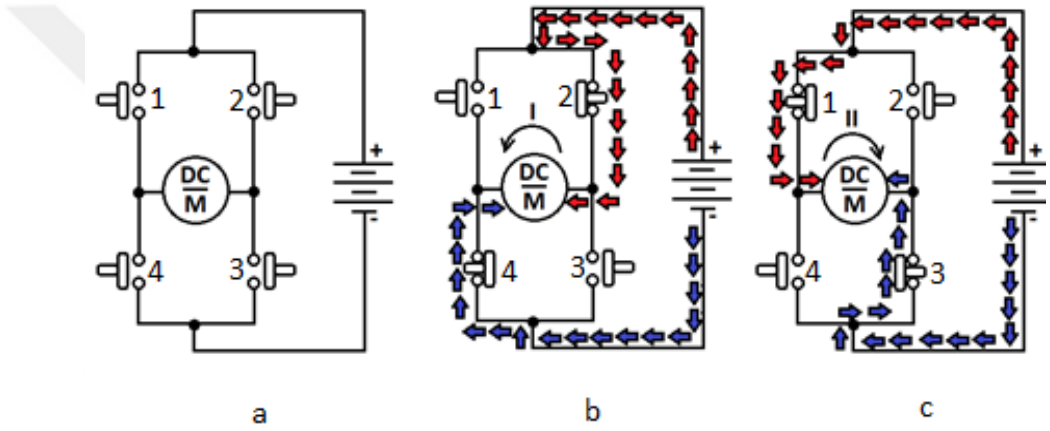
Mikroişlemci tabanlı fiziksel programlayıcı kartların tamamına yakın kısmında mikroişlemci çıkış pinleriyle direkt olarak motor sürebilmek mümkün değildir. Bunun sebebi olarak ise hem boş hem de yüklü çalışmada, kullanılacak olan motorların çektiği akım değerlerinin mikroişlemci pin akım değerlerinin çok üzerinde olmasıdır.

Tez çalışmasında kullandığımız Arduino fiziksel programlayıcı üzerinde bulunan çıkış pinleri maksimum 50 mA akım sağlayabilmektedir. Akıllı yatak tasarımında kullanacağımız DC motorların bu akım değerinde çalışması mümkün değildir. Arduino kart ile motor kontrolü yapabilmek için motor sürücü devresi kullanılmalıdır.

Akıllı yatak sisteminde kullanılacak olan DC motor seçiminde düşük devir ve yüksek tork seçeneği önemli bir durum teşkil etmektedir. Hasta göz hareketleriyle komut verdiği DC motorlarının ileri ve geri hareketini sağlarken; hastanın ağırlığına bağlı olarak motorların zorlanmaması ve çok hızlı hareket ederek kontrolsüz bir hareket yapmaması yatağın sağlıklı kullanımı açısından önemli bir durumdur.

DC motorlarda motorun devir sayısı motor uçlarına uygulanan gerilim değeriyle doğru orantılı olarak değişmektedir. Uygulanan gerilim değeri belirli bir aralık içerisinde artırıldığında devir sayısı artacak, gerilim değeri azaltılırsa devir sayısı azalacaktır. Devir sayısının artması ise motorun tork değerinde azalma meydana getirecektir.

DC motorlarda devir yönü ise motorun uçlarına uygulanan gerilimin yönü değiştirilerek ayarlanır. Akıllı yatak uygulamasında hasta yatak motorlarının bağlı bulunduğu yatak kısımları bu şekilde ileri-geri, aşağı-yukarı ve sağa-sola hareket ettirilecektir. DC motorlarda devir yönü değiştirme işleminde H köprüsü yöntemi kullanılmaktadır. Şekil 3.8' de H köprüsünün şematize edilmiş hali gösterilmiştir.

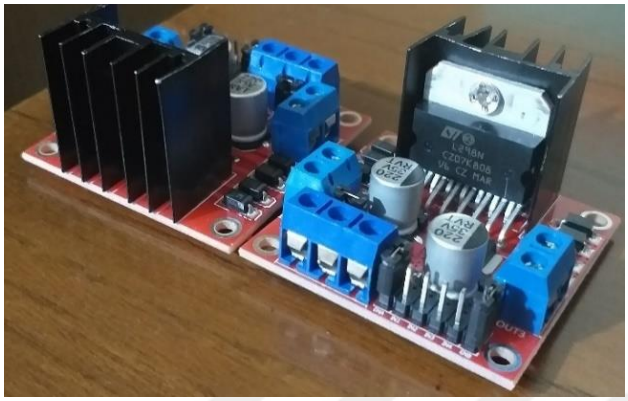


Şekil 3.8. H Köprüsü yöntemi

Şekil 3.8-a seçeneğinde bir doğru akım motoru normalde açık kontağı bağlı olan 4 adet buton arasına bağlanmıştır. Doğru akım motorunun bir doğru akım kaynağı tarafından beslenmesi bu butonların konumlanmalarına göre olacaktır. Şekil 3.8-b' de ise 2 ve 4 numaralı butonlara baskı uygulanarak motorun belirtilen ok yönünde beslemesi yapılmıştır. Motorun bu işlem sonucunda I numaralı yönde döndüğü görülmüştür. Şekil 3.8-c' de ise 1 ve 3 numaralı butonlara baskı uygulanarak motorun belirtilen ok yönünde beslemesi yapılmıştır. Motorun bu işlem sonucunda da II numaralı yönde döndüğü görülmüştür.

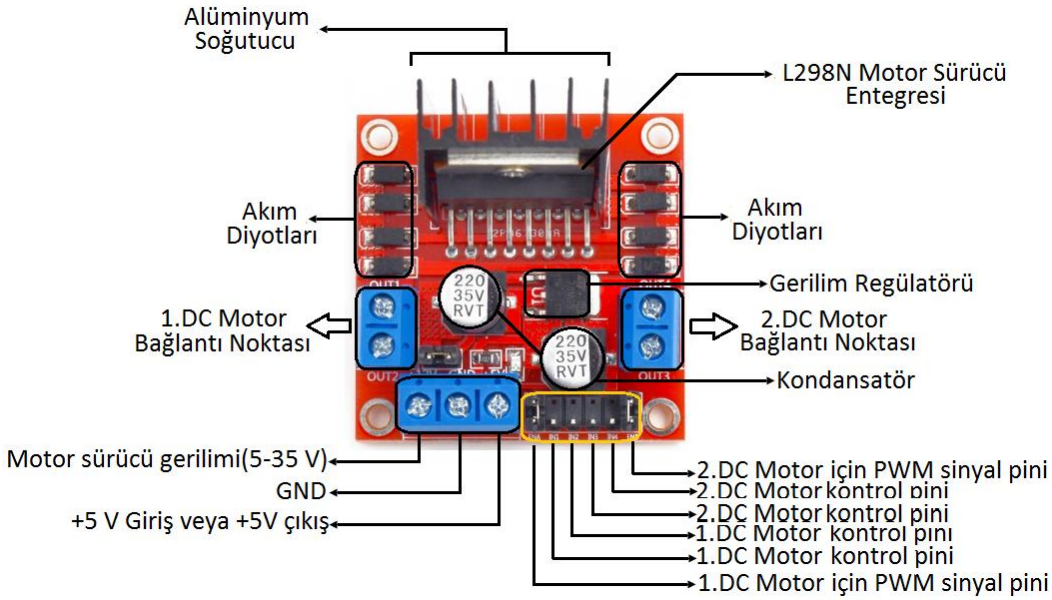
Akıllı yatak kontrol sisteminde bu anlatılan devir yönü değiştirerek DC motor kontrol görevini motor sürücü kartı üstlenecektir.

Motor sürücü devresinin çeşitlendirilmesi genellikle verebileceği akım değerine göre değişmektedir. Çalışmamızda kullanacağımız yatak bir prototip olduğu için kullanılan DC motorlar için şekil 3.9 de verilen motor sürücü kartı yeterli olacaktır.



Şekil 3.9. L298N Motor sürücü devre kartı ön ve arka görünümü

Motor sürücü kartının bağlantı noktası ve kart üzerinde bulunan eleman tanımlamaları şekil 3.10' da verilmiştir. Akıllı yatak protipinde kullanılan DC motorlar bu tanımlamalara göre sürücü kart üzerine bağlanmıştır.



Şekil 3.10. L298N Motor sürücü devre kartı bağlantı noktaları

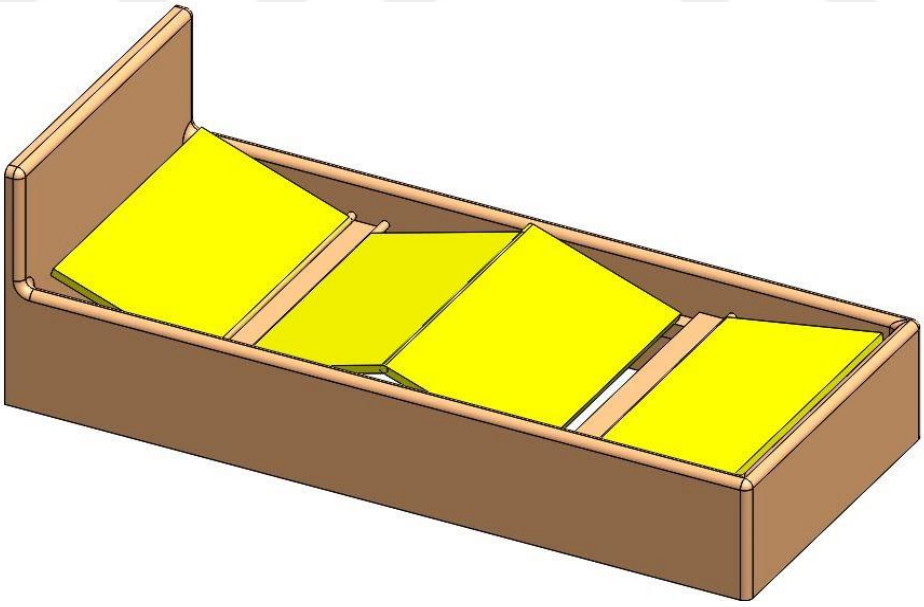
Yatak protipinde kullanılan L298N motor sürücü teknik değerleri de şekil 3.11' de verilmiştir.

L298N Motor Sürücü Kartı Teknik Özellikler	
Motor Sürücü Çipi	L298 N
Kart Çalışma Gerilimi	5 V
Kart Çalışma Akımı	0- 36 mA
Motor Sürücü Voltajı	5- 35 V
H köprüsü Miktarı	2
Sürülebilir Motor Sayısı	2
Kanal başı Akımı	2 A
Maksimum Güç	25 W
Boyutlar	43 X 43 X 26 mm
Ağırlık	26 gr

Şekil 3.11. L298N Motor sürücü kartı teknik özellikleri

3.4.Hasta Yatağı Protipi

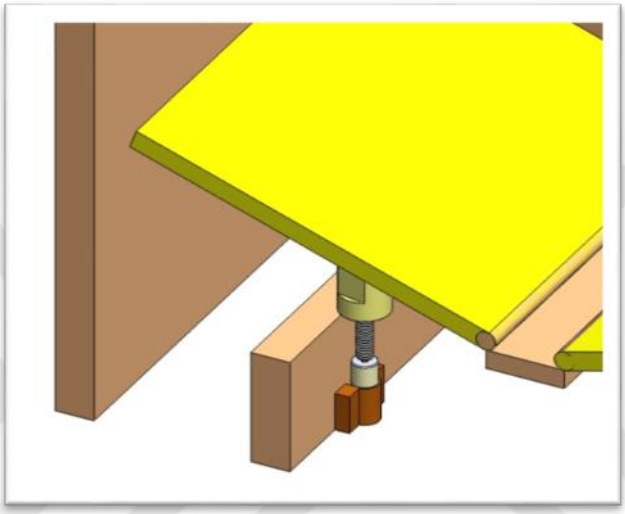
Tez çalışmasında kullanılacak olan hasta yatağı protipi gerçek hayatta kullanılan hasta yatağı çalışma prensibi incelenerek tasarlanmıştır. Tasarlanan yatak baş bölgesi, bel bölgesi ve ayak bölgesi olmak üzere 3 kısımdan meydana gelmektedir. Şekil 3.12' de hasta yatağı protipinin SolidWorks programı tasarımı görünmektedir.



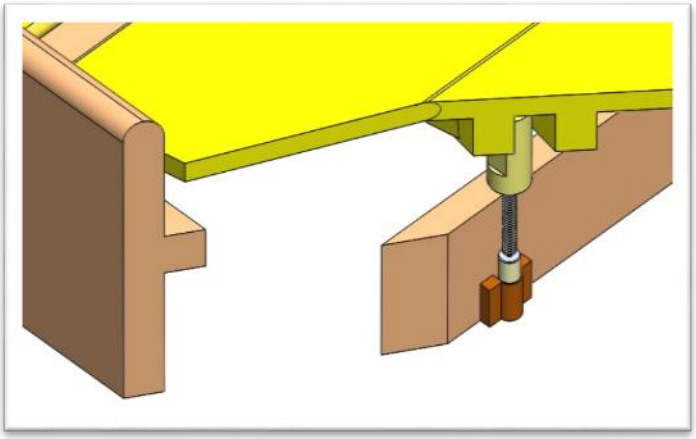
Şekil 3.12. Hasta yatağı protipinin SolidWorks tasarmı

Üç kısımdan oluşan yatak protipinde bu kısımların kontrolü için 3 adet redüktörlü DC motor kullanılmıştır. Birinci DC motor, hastanın baş kısmının hareket kontrolünde, İkinci DC motor hastanın bel kısmının hareket kontrolünde, üçüncü DC

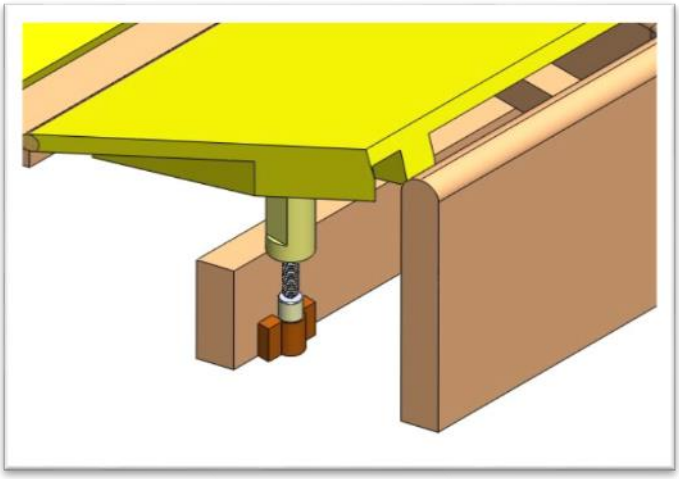
motor ise hastanın ayak kısmının hareket kontrolünde kullanılacaktır. Kullanılan DC motorlar tercih edilirken düşük devir ve yüksek tork seçeneği göz önünde bulundurulmuştur. Hasta yatağı prototipinde kullanılan DC motor devri 120 dev/dak ve çalışma gerilimi 12 volt 'tur. Şekil 3.13' de DC motorun yatağın baş kısmının hareketi için, şekil 3.14 'de DC motorun yatağın orta kısmının hareketi için ve şekil 3.15 'de ise DC motorun yatağın ayak kısmının hareketi için bağlantı noktası SolidWorks programı tasarımı görünmektedir.



Şekil 3.13. Hasta yatağı baş kısmının DC motor bağlantısı SolidWorks tasarmı



Şekil 3.14. Hasta yatağı orta kısmının DC motor bağlantısı SolidWorks tasarmı



Şekil 3.15. Hasta yatağı orta kısmının DC motor bağlantısı SolidWorks tasarmı

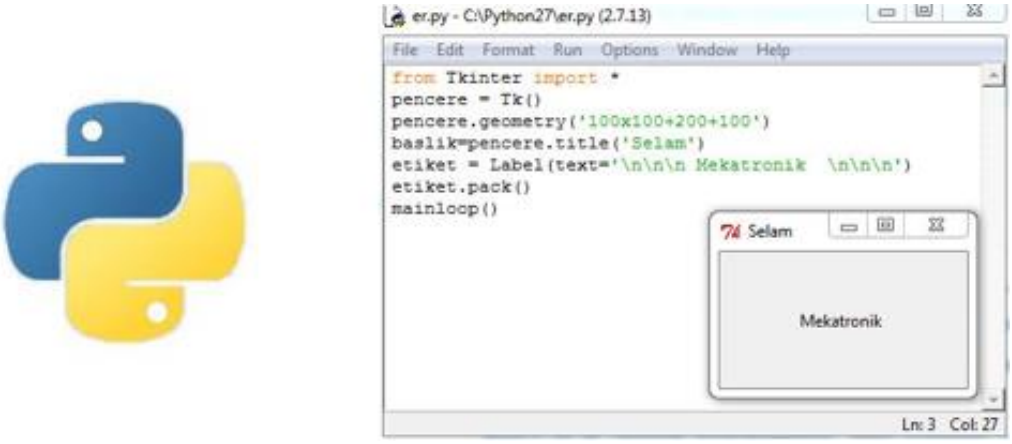
3.5.Sistem Yazılımı

Tez çalışmasında kullanılan kamera hasta görüntüsünü bilgisayara aktarmaktadır. Bilgisayarda kullanılan yazılım ise öncelikle hastanın aktarılan görüntüsündeki baş kısmı ayırt edilecek ardından da hastanın göz kısmı belirlenecektir.

Çalışmada yazılım olarak Python programı, görüntü işleme kütüphanesi olarak ise OpenCV kullanılmıştır.

Python, genel anlamda birçok bilgisayar programı tarafından komutsal açıdan desteklenen, çözümleme özelliğine sahip, tanımlanmış sayısal veya alfa numerik karakterlerin değişken olarak kullanıldığı ve kullanıcı etkileşimi çok yüksek olan, bir programlama dilidir.

Python ile karmaşık sistemlerin programlanması, insanların bir makine ile etkileşimini sağlamak için kullanılacak bir ara yüzün programlanması, bir üniteye ait ağ yapısının programlanması, farklı uygulama ve birbiriyle ilişkili bilgilerin depolandığı bir veritabanı yazılımının programlanması gibi birçok alanda yazılım geliştirme imkânı mevcuttur. Şekil 3.16'da Python programının simgesi ve Python dilinde yazılmış basit bir program çıktısı gösterilmektedir.



Şekil 3.16. Python simgesi(Python, 2001-2019) ve basit bir program yapısı

OpenCV, Intel firması tarafından geliştirilerek BSD lisansı ile lisanslanmış, açık kaynak kodlu görüntü işleme yâda diğer adıyla "Bilgisayarla Görü/ Görme" kütüphanesidir. Eş zamanlı çalışan uygulamalarda çok fazla kullanılır olması OpenCV kütüphanesinin diğer kütüphanelere nazaran en belirgin özelliğidir. Ticari kullanımı da dahil olmak üzere ücretsiz olması ve Windows, Linux, MacOS X gibi farklı işletim sistemlerinde kullanılabilmesi yine bu kütüphaneyi diğer görüntü işleme kütüphanelerinden bir adım öne çıkarmaktadır. OpenCV farklı uygulamaların oluşturulmasında ve var olan sistemlerin geliştirilmesine yardımcı olabilecek basitten karmaşığa doğru sıralanmış birçok algoritmayı bünyesinde barındıran temel kütüphanelerden biridir(Erişti, 2010).

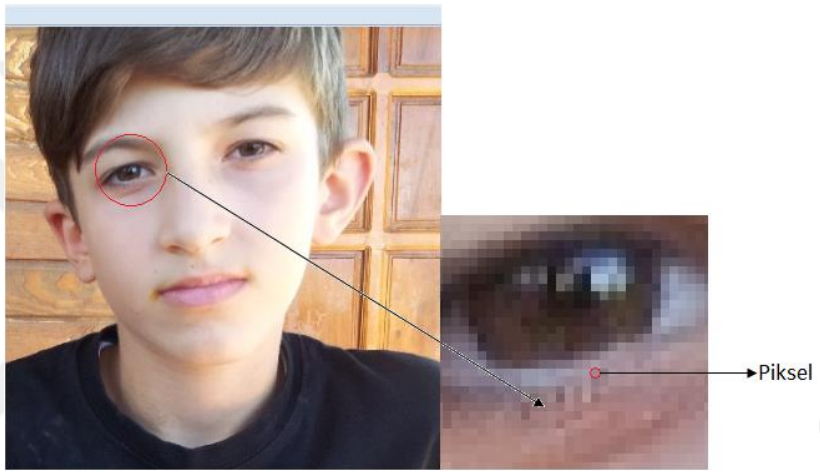
Şekil 3.17' de Opencv kütüphane simgesi gösterilmektedir.



Şekil 3.17. Opencv kütüphane simgesi(OpenCV Team, 2019)

3.6 Görüntü İşleme

Bir video kamera ya da fotoğraf makinası yardımıyla dijital ortama aktarılan farklı çözünürlüğe sahip resimler, üzerlerinde matematiksel işlemler gerçekleştirebilecek birer materyal haline gelir. Dijital bir görüntü piksel adı verilen renk hücrelerinin bir araya gelmesiyle oluşan bir yapıdır. Piksel Yoğunluğu çözünürlük olarak adlandırılmaktadır. Matematiksel formül ve kurallar pikselin konumuna, renk değeri üzerine uygulanarak işlemler yapılır. Şekil 3.18'de bir piksel yapısı gösterilmiştir.



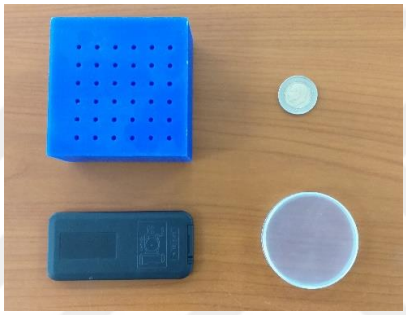
Şekil 3.18. Piksel yapısı görünümü

Herhangi bir görüntü üzerinde çözümleme yapmadan önce çözümlemeyi kolaylaştırıcı çalışmalar veya çözümleme yapılmasında kullanılan her türlü vurgulamaya ön görüntü işleme teknikleri adı verilmektedir. Ön görüntü işleme kullanılan bilgisayar yazılımının resim üzerindeki tüm noktalara (piksellere) koşulsuz olarak uygulanmasıyla gerçekleştirilir.

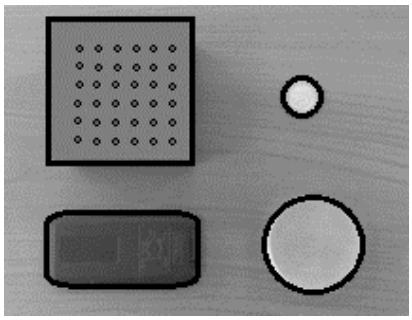
Görüntü işleme uygulamalarının çalışmasında görüntüyü kullanılabilir bir yapıya ulaştırmak için kullanılan birçok işlem basamağı vardır. Kameralar yardımıyla dış ortamdan kayıt altına alınan resimler dijital bir materyal haline dönüştürüldükten sonra görüntü işleme uygulamasında kullanmadan önce daha iyi bir sonuç elde edebilmek adına belirli bir ön işlemden geçmesi gerekmektedir. Bu ön işlemlere örnek olarak resim parlaklığının ayarlanması, resim üzerinde bulunan ve resmin genel anlamda anlaşılırlığına etkisi olan parazitlerin düzeltilmesi veya yok edilmesi gibi işlemler

verilebilir. Dijital görüntü üzerinde ön görüntü işleme teknikleri uygulandıktan sonra öznitelik adı verilen, basamağa geçilir(Uzer, 2008).

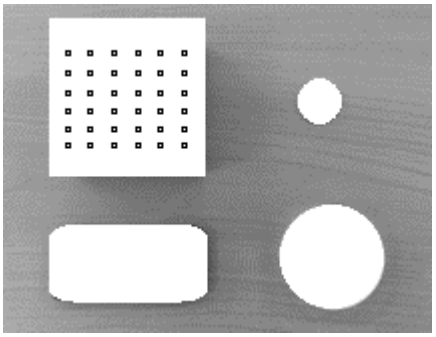
Öznitelik, kullanılacak görüntü üzerinde görüntüye ait ve asıl işlenmesi gereken nesne veya görüntü içerisindeki ilgilenilen değişik özelliklere sahip bölgelerin birbirinden bağımsız birer seçeneğe dönüştürme işlemidir. Bu dönüştürme işlemi genellikle görüntü işlemenin en zor kısmıdır. Bu işlemin uygulanması sonucunda belli bir hata oranı olabilmektedir. Özniteliklerin tespit uygulaması sonucunda bir resimde bulunan cisimlerin sınırları, cisimlerin şekli veya o cismin resim üzerinde kapladığı alan gibi işlenebilecek ham veriler bulunur. Şekil 3.19'da verilmiş olan resmin bir resimin şekil 3.20'de ve şekil 3.21'de öznitelikleri çıkartılmıştır.



Şekil 3.19. Kamera ile çekilmiş görüntü



Şekil 3.20. Kamera görüntüsünden sınır özniteliğini çıkarma



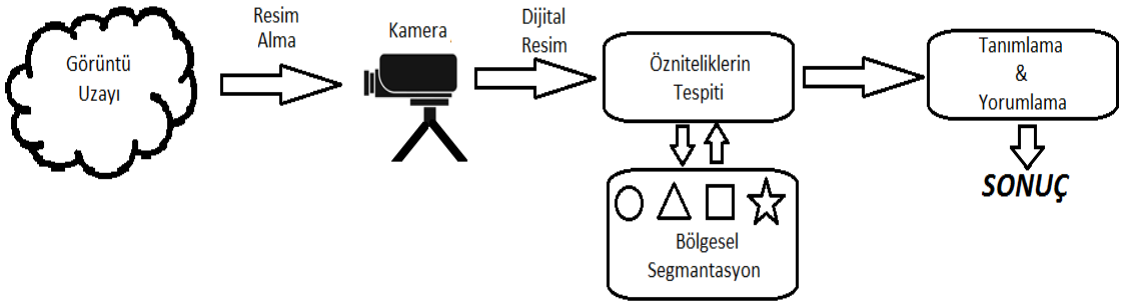
Şekil 3.21. Kamera görüntüsünden alan özniteliğini çıkarma

Kullanıcının yapmış olduğu programda kullanacağı ham veri, resim içerisinde yer alan nesnenin resimde yer alan diğer nesnelerden ayrılmasını sağlayan sınır çizgileriyse veya o nesnenin resim içerisinde kapladığı alan ise öznitelik tespiti yeterli olacaktır.

Üzerinde çalışma yapılacak resim içerisinde bulunan nesnelerin yüzey kaplaması, mevcut nesne yüzeylerinin alanı, yüzey renkleri ve nesnenin oluşumunu sağlayan iskelet yapısı gibi iç özellikleriyle ilgileniliyorsa öznitelik tespiti resmin çözümlenmesinde yeterli olmayacaktır.

Öznitelik tespitinde nesne analizi tam olarak yapılamayan resimlerde benzer özelliklere sahip bölgelerin ortaya çıkarılması için ayrıştırma işlemi gerçekleştirilir. Bu işlem için kullanılan yönteme bölgesel segmantasyon adı verilir. Resim içinde bulunan farklı özelliklerin çözümlenmesinde birden çok segmantasyon metodunun bir arada kullanılması gerekebilmektedir.

Özniteliklerin tespitinden bir sonraki aşama analizi yapılan resmin gösterimi ve resmin tanımlanmasıdır. Resimde işlenecek olan alan, sınır hatları, büyüklük ve farklılıkların ön plana çıkarılması bu aşamada yapılır. Son işlem olarak ise resmin tanımlanması ve yorumlanması yapılmaktadır. Bu işlem şekil 3.22'de gösterilmiştir.



Şekil 3.22. Görüntü işlemede işlem yapısı

Genel olarak ön görüntü işleme teknikleri; aritmetik, lojik, noktasal, geometrik operatörler ve sayısal filtreler gibi basit matematiksel işlemlerdir. Bu işlemlerden bazıları aşağıda belirtildiği şekildedir(Fisher ve ark., 2003).

3.6.1. Görüntü Aritmetiği İşlemleri

İki veya daha fazla görüntüye standart aritmetik ya da lojik aritmetik operatörlerden herhangi birinin uygulanması yöntemine görüntü aritmetiği işlemi adı

verilmektedir. Standart aritmetik ve lojik aritmetik yöntemlerinin ortak özelliği işlenecek olan görüntüye piksel-piksel uygulanmasıdır. İşlenmiş olarak çıkışta elde edilen çıkış görüntüsündeki bir pikselin değeri resmin işlenmeden önceki ilk halindeki karşılık gelen pikselin değerine bağlıdır. Bundan dolayı giriş görüntüsü ile çıkış görüntüsünün aynı uzunlukta olma zorunluluğu vardır. Giriş görüntülerinden herhangi biri sabit bir sayı da olabilir. Görüntü aritmetiği yapısal anlamda görüntü işleme tekniğinin en kolay şekli olmasına rağmen çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. Standart aritmetik ve lojik aritmetik operatörlerin kullanımında en büyük avantaj operatör işleminin oldukça hızlı olmasıdır(Uzer, 2008).

Görüntü aritmetiği uygulanarak işlenen görüntülerde tanımlı bir piksel farklı zaman aralığında değerlendirilmeye alınırlar. Bu sayede iki benzer görüntü için aritmetik operatör işlemleri uygulanarak görüntüler arasındaki gürültülerin azaltılması yoluna gidilir. Görüntüsel farklılıklar değerlendirilerek de görüntüde ki hareket tespiti yapılabilmektedir.

3.6.1.1. Piksel toplama aritmetik işlemi

Piksel toplama aritmetik işlemi boyutsal olarak aynı özelliğe sahip iki görüntünün aynı noktasına ait piksel değerlerini toplayarak aynı boyutta bir görüntünün üretilmesidir. Piksel toplama yöntemine ait denklem 3.1'de ifade edilmiştir(Özyurt, 2012).

$$Q(i,j) = P_1(i,j) + P_2(i,j) \qquad (3.1)$$

Piksel toplama aritmetik işleminde toplanan görüntülerden biri sabit bir sayı olabilmektedir. Bu durumda görüntünün tüm pikselleri aynı sabit sayı ile toplanmaktadır. Bu duruma öteleme adı verilir ve denklem 3.2 ile ifade edilmiştir(Özyurt, 2012).

$$Q(i,j) = P_1(i,j) + C \qquad (3.2)$$

Denklemlerde kullanılan *Q* ifadeleri çıkış görüntülerini, *P'ler* giriş görüntülerini, *C* ise sabit sayıyı ifade etmektedir. Yine formül içerisinde kullanılan *i* ve *j* ifadeleri ise piksel koordinatlarını ifade etmektedir(Özyurt, 2012).

3.6.1.2. Piksel çıkarma aritmetik işlemi

Piksel çıkarma aritmetik işlemi boyutsal olarak aynı özelliğe sahip iki görüntünün aynı noktasına ait piksel değerlerinin birbirlerinden çıkartılarak aynı boyutta bir görüntünün üretilmesidir. Piksel çıkarma yöntemine ait denklem 3.3'de ifade edilmiştir(Özyurt, 2012).

$$Q(i,j) = P_1(i,j) - P_2(i,j) \qquad (3.3)$$

Piksel toplama aritmetik işleminde olduğu gibi çıkarma işleminde de çıkarılacak değer sabit bir sayı olabilmektedir. Bu durumda denklem 3.4 ile ifade edilmiştir(Özyurt, 2012).

$$Q(i,j) = P_1(i,j) + C \qquad (3.4)$$

3.6.1.3. Piksel çarpma aritmetik işlemi

Piksel çarpma aritmetik işlemi boyutsal olarak aynı özelliğe sahip iki görüntünün aynı noktasına ait piksel değerlerinin birbirleriyle çarpılarak aynı boyutta bir görüntünün üretilmesidir. Piksel çarpma yöntemine ait denklem 3.5'de ifade edilmiştir(Özyurt, 2012).

$$Q(i,j) = P_1(i,j) \times P_2(i,j) \qquad (3.5)$$

Piksel çarpma aritmetik işleminde çarpanı oluşturan değerlerden bir tanesi sabit bir sayı olabilmektedir. Bu durumda denklem 3.6 ile ifade edilmiştir(Özyurt, 2012).

$$Q(i,j) = P_1(i,j) \times C \qquad (3.6)$$

3.6.1.4. Piksel bölme aritmetik işlemi

Piksel bölme aritmetik işlemi boyutsal olarak aynı özelliğe sahip iki görüntünün aynı noktasına ait piksel değerlerinin birbirlerine bölünerek belirli bir oran ortaya çıkarmaktır. Üretilen görüntünün boyut değerinin aynı olduğu unutulmamalıdır. Piksel bölme yöntemine ait denklem 3.7'de ifade edilmiştir(Özyurt, 2012).

$$Q(i,j) = P_1(i,j) \div P_2(i,j) \qquad (3.7)$$

Piksel bölme aritmetik işleminde bölen ifadesi değeri sabit bir sayı olabilmektedir. Bu durumda denklem 3.8 ile ifade edilmiştir(Özyurt, 2012).

$$Q(i,j) = P_1(i,j) \div C \qquad (3.8)$$

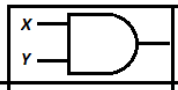
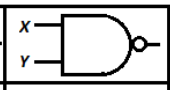
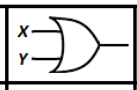
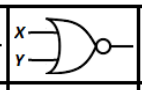
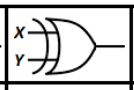
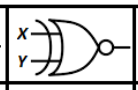
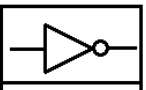
3.6.1.5. Piksel harmanlama aritmetik işlemi

Piksel harmanlama aritmetik işlemi boyutsal olarak aynı özelliğe sahip birden fazla görüntünün tek bir parça haline dönüştürülmesi işlemidir. Piksel harmanlama yöntemine ait denklem 3.9'da ifade edilmiştir(Özyurt, 2012).

$$Q(i,j) = X \times P_1(i,j) + (1-X)P_2(i,j) \qquad (3.9)$$

3.6.1.6. Lojik aritmetik işlemi

Lojik aritmetik işlemleri genellikle birleşik iki görüntü için kullanılır. Bu görüntülerin birleşim alanı ya da bu birleşim alanın dış kısmının bulunması bu işlemin kullanım amacı içine girer. Lojik aritmetik işlemlerde kullanılan operatörler şekil 3.23'de verilmiştir(Uzer, 2008).

								
X	**Y**	**AND**	**NAND**	**OR**	**NOR**	**XOR**	**XNOR**	**NOT**
0	0	0	1	0	1	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1	0	1
1	0	0	1	1	0	1	0	0
1	1	1	0	1	0	0	1	0

Şekil 3.23. Lojik aritmetik işlem operatörleri

3.6.2. Noktasal işlemler

Görüntü geliştirmenin diğer bir yöntemi ise bir piksel değerinin işlenmesidir. İşlenen noktasal bölgenin değeri giriş değerine bağlı olarak değişmektedir. Bu işlemde, bir veri kaynağının birden fazla parçaya bölünerek her parçanın aynı anda işlendiği ve daha sonra tek bir yapıda tekrar birleştirildiği haritalama fonksiyonu adı verilen yöntem kullanılmaktadır. Bu işleme ait formül denklem 3.10'da gösterilmiştir(Uzer, 2008).

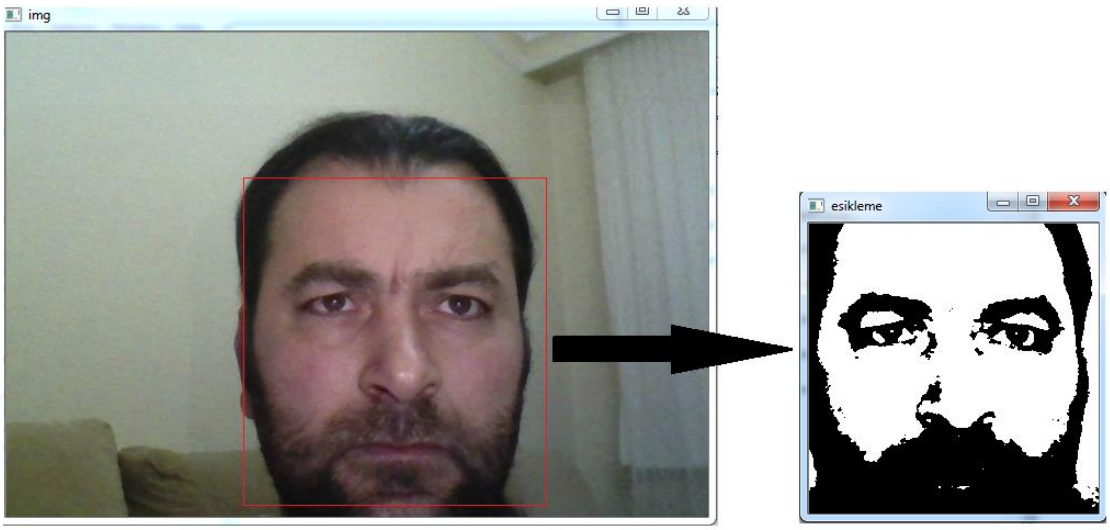
$$s = M(r) \qquad (3.10)$$

Yukarıdaki formülde r ifadesi giriş piksel değerini, s ifadesi ise çıkış piksel değerini ifade etmektedir. M ifadesi ise haritalama fonksiyon değeridir.

Piksel değerinin işlenmesinde kullanılan yöntemlerden birisi eşikleme yöntemidir. Bu yöntem gri tonda formatlanmış bir görüntüde siyah ve beyaz olmak üzere iki ayrı görüntü elde etmek için kullanılır. Beyaz görüntü ön plandaki nesneleri ifade ederken, siyah görüntü ise arka plandaki nesneleri ifade etmek için kullanılır. Bu iki görüntüdeki piksellerin parlaklık oranına göre bir gruplama yapılmaktadır. Gruplama bir sınır değere göre yapılmaktadır. Sınır değerine göre değerlendirmede bir pikselin parlaklık değeri sınır değeri üzerinde ise görüntü beyaz, pikselin parlaklık değeri sınır değerinin altında ise görüntü siyah olarak değerlendirilir. Bu gruplamaya ait M haritalama fonksiyonu denklem 3.11'de gösterilmektedir(Uzer, 2008).

$$s = M(r) = \begin{cases} 0 \text{ eğer } r < T \text{ ise} \\ 0 \text{ eğer } r \geq T \text{ ise} \end{cases} \qquad (3.11)$$

Burada s değeri çıkış görüntüsündeki pikselin değerini ifade ederken, r değeri giriş görüntüsündeki pikselin değerini ifade etmektedir. M değeri ise eşikleme sınır değeridir. Şekil 3.24'de eşikleme işlemi uygulanmış bir resim görülmektedir.

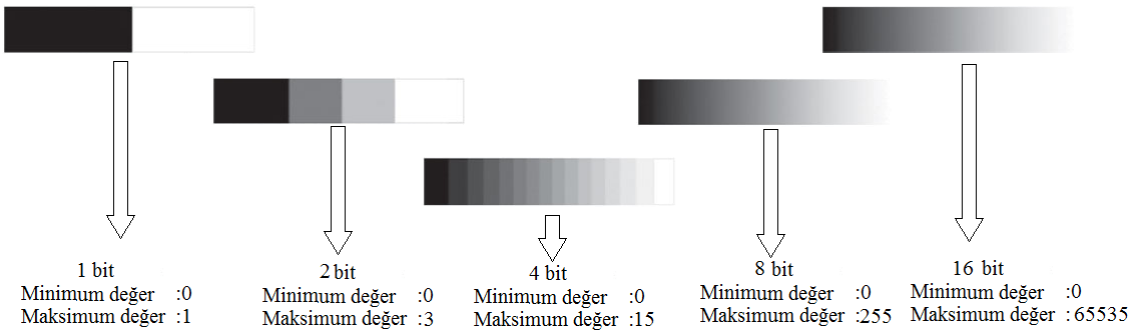


Şekil 3.24. Eşikleme işlemi uygulanmış bir görüntü

Daha karmaşık görüntülerde en uygun eşik değerinin belirlenebilmesi için görüntüde bölgesel segmantasyona gidilerek birden fazla eşik değeri belirlenebilir. Belirlenen birden fazla eşik değeri analiz edilerek tek bir yoğunluk değerine denk gelecek eşik değeri bulunur. Bu değer ve üzeri beyaz diğer kısımlar ise siyah olarak değerlendirilir. Bu işleme ise adaptif eşikleme ismi verilir(Uzer, 2008).

Noktasal işlem seçeneği olarak kullanılan diğer bir yöntem ise karşıt parlaklık ayrıştırma işlemi olarak adlandırılan kontrast normalizasyonudur. Bu yöntemde görüntünün piksel değerleri çözümlemede kullanılacak değer aralığına göre bir ayrıştırmaya tabi tutulur. Genel olarak gri ton formatındaki bir görüntü girilerek yine gri formatta tonlanmış bir görüntü çıkışta elde edilir.

Görüntü işlenmeden önce görüntünün ayrıştırılma işleminde kullanılacak en yüksek ve en düşük piksel değerlerinin belirlenmesi gerekir. Genellikle bu değerler görüntü tipinin müsaade ettiği maksimum ve minimum piksel değerleridir. Örnek olarak 8 bit gri tonlanmış bir görüntüde maksimum piksel değeri 255, minimum piksel değeri ise 0' dır. Diğer bir örnekte ise 16 bit gri tonlanmış bir görüntüde maksimum piksel değeri 65535, minimum piksel değeri ise yine 0 olacaktır. Farklı çözünürlükteki gri tonlanmış görüntülere ait minimum ve maksimum değerler şekil 3.25'de gösterilmiştir.



Şekil 3.25. Farklı çözünürlük gri tonlama değerleri

Gri tonlanmış görüntü kolay bir sıralama yöntemiyle taranarak mevcut görüntüdeki piksel değerlerinin en düşük ve en yüksek olanı bulunur. Bulunan bu değerlerden en yüksek olanına a,en düşük olanına ise b ismi verilir. Sıralama ise c ve d şeklinde yapılır. P olarak adlandırılan yeni piksel değeri ise denklem 3.12'ye göre ölçeklendirilir.

$$P_{out} = (P_{in} - c)\left(\frac{b-a}{d-c}\right) + a \qquad (3.12)$$

Noktasal işlem seçeneği altında kullanılan diğer bir yöntem ise histogram eşitleme yöntemidir. Histogram eşitleme yöntemi karmaşık bir yöntem olmakla beraber, herhangi bir görüntüdeki aydınlık ve karanlık bölgeler arası ışık farklılığının düzenlenmesi, bu iki değerlik arası ışık farklılığının değerlendirilmesidir. Genel anlamda histogram eşitleme, bir resimde renksel değerlerin resimin belirli bir alanında yoğunlaşmasıyla oluşan görüntü kirliliğini ortadan kaldırmak için kullanılmaktadır. Kontrast normalizasyonu yönteminden bağımsız olarak histogram eşitleme yönteminde non-linear ve non-monotik transfer fonksiyonu kullanımları karşımıza çıkabilmektedir. Bu yöntemin her resimde tam bir çözümleme yaptığı söylenemez. Çözümleme yapılacak resimlerin piksel değer aralığının belirli bir alan dahilinde olması gerekmektedir. Görüntü sıkıştırma ve transfer fonksiyonları kullanımı sonucu ortaya çıkan doğrusal olmayan etkilerin azaltılması ya da yok edilmesinde kullanılır(Uzer, 2008).

3.6.3. Geometrik Dönüşüm Operatörleri

Geometrik dönüşüm operatörleri görüntü üzerinde bulunan her bir pikselin mevcut bulunduğu konumdan (X_1,Y_1) başka bir konuma (X_2,Y_2) haritalanmasında kullanılmaktadır. Geometrik dönüşüm operatörleri için kullanılan genel formül denklem 3.13'te verilmiştir. Bu formül birinci dereceden polinom şeklindedir(Çayıroğlu, 2012).

$$\begin{vmatrix} X2 \\ Y2 \end{vmatrix} = [A] \; x \begin{vmatrix} X1 \\ Y1 \end{vmatrix} + [B] \qquad (3.13)$$

Geometrik dönüşüm operatörleri olarak aşağıdaki işlemler kullanılmaktadır.

3.6.3.1. Taşıma Operatörü

Giriş olarak alınan görüntünün her bir pikselinin çıkışa taşınma işlemi olarak adlandırılır. Taşınma işlemi esnasında giriş görüntüsü piksel koordinatlarında belirli bir öteleme mesafesi kullanılmaktadır. Taşıma operatör formülleri denklem 3.14'te verilmiştir(Çayıroğlu, 2012).

$$X_2 = X_1 + \beta_x \qquad Y_2 = Y_1 + \beta_y \qquad (3.14)$$

Yukarıda verilen denklemlerde X_1 ve Y_1 değerleri giriş görüntüsündeki bir pikselin koordinat değerleridir. βx ve βy değerleri ise piksel koordinatlarındaki öteleme değerleridir. X_2 ve Y_2 değerleri ise çıkış görüntüsüne taşınmış olan pikselin yeni koordinatlarıdır. Yeni oluşan koordinatlar çıkış görüntüsünün dışına çıktıysa yok sayılır yâda sınırlar genişletilerek ilgili koordinat alanları doldurulur. Şekil 3.26'da taşıma operatör işlemi örneği verilmiştir(Çayıroğlu, 2012).



Şekil 3.26. Taşıma Operatör işlemi

3.6.3.2. Döndürme Operatörü

Döndürme operatörü, giriş görüntüsündeki piksel pozisyonunu (X_1,Y_1) sıfır noktası olarak tabir edilen orijin etrafında kullanıcı tarafından belirlenmiş bir açı kadar döndürerek, görüntüyü çıkıştaki yeni pozisyona (X_2,Y_2) aktarmayı sağlar. Bu döndürme işlemi sonucunda görüntü sınırlarının dışında kalan pikseller ihmal edilir. Döndürme operatörü genellikle bir görüntünün görsel durumunu düzeltmek için kullanılır. Döndürme işlemi sonucu yeni görüntü piksel konumu denklem 3.15 ve denklem 3.16 kullanılarak bulunmaktadır(Çayıroğlu, 2012).

$$X_2 = cos(\theta) \,.\, (X_1 - X_0) - sin(\theta) \,.\, (Y_1 - Y_0) + X_0 \qquad (3.15)$$

$$Y_2 = sin(\theta) \,.\, (X_1 - X_0) - cos(\theta) \,.\, (Y_1 - Y_0) + Y_0 \qquad (3.16)$$

Formüllerde verilen X_0 ve Y_0 değerleri giriş görüntüsü olarak belirtilen resimin döndürme eksen koordinatlarını ifade etmektedir. Yine formülde geçen θ değeri ise giriş görüntüsündeki belirtilen piksel değerinin döndürme açısı olarak kabul edilir. Resimin orijinal boyutları baz alındığında döndürme işlemi sonucu bu sınırlar dışında kalan pikseller siyah renge dönüştürülebilir. Şekil 3.27'de döndürme operatör işlemi örneği verilmiştir(Çayıroğlu, 2012).



Şekil 3.27. Döndürme operatör işlemi

3.6.3.3. Aynalama (Mirror) Operatörü

Yansıma yâda diğer ismiyle aynalama operatörleri bir görüntüyü geometrik olarak bulunduğu pozisyondan alarak (X_1,Y_1) belirlenmiş bir nokta veya bir eksen çizgisini temel alarak yeni pozisyona (X_2,Y_2) yerleştirmede kullanılır. Yansıma, genellikle görüntüyü görselleştirmek amacıyla ve perspektif görünüm elde etmek için önişlem olarak kullanılır. Yaygın olarak kullanılan aynalama dönüşümleri sırasıyla aşağıda verilmiştir(Çayıroğlu, 2012).

Bir giriş görüntüsünün X_0 noktasından geçen dikey eksen etrafında yansımasına ait dönüşüm formülü denklem 3.17'de verilmiştir.

$$X_2 = - X_1 + 2.\ (X_0) \qquad Y_2 = Y_1 \qquad (3.17)$$

Dikey eksen etrafında yansımaya ait dönüşüm örneği şekil 3.28'de gösterilmiştir.



Şekil 3.28. Dikey eksen aynalama

Bir giriş görüntüsünün Y_0 noktasından geçen yatay eksen etrafında yansımasına ait dönüşüm formülü denklem 3.18'de verilmiştir.

$$X_2 = X_1 \qquad Y_2 = -Y_1 + 2 .(Y_0) \qquad (3.18)$$

Yatay eksen etrafında yansımaya ait dönüşüm örneği şekil 3.29 'da gösterilmiştir.



Şekil 3.29 Yatay eksen aynalama

Bir giriş görüntüsünün (X_0,Y_0) noktasından geçen herhangi bir θ açısına sahip eksen etrafında yansımasına ait dönüşüm formülü denklem 3.19'da verilmiştir.

$$X_2 = X_1 + 2 \Delta . (- Sin \theta) \qquad Y_2 = Y_1 + 2 \Delta . (Cos \theta) \qquad (3.19)$$

Denklem 3.17'de geçen Δ ifadesi ise denklem 3.20'de belirtilmiştir.

$$\Delta = (X_1 – X_0) Sin \theta – (Y_1 – Y_0) Cos \theta \qquad (3.20)$$

Yukarıda verilen yansıtma işleminde (X_0,Y_0) noktası resimin merkezinde olmadığı durumlarda yansıma görüntüsü sınırların dışına çıkacağı için görüntü sınırları dışındaki pikseller siyah renk ile doldurulur(Çayıroğlu, 2012).

Belirli bir θ açısına sahip eksene göre yansımaya ait dönüşüm örneği şekil 3.30 'da gösterilmiştir.



Şekil 3.30. Bir açıya sahip eksene göre aynalama

3.6.3.4. Geometrik ölçeklendirme operatörü

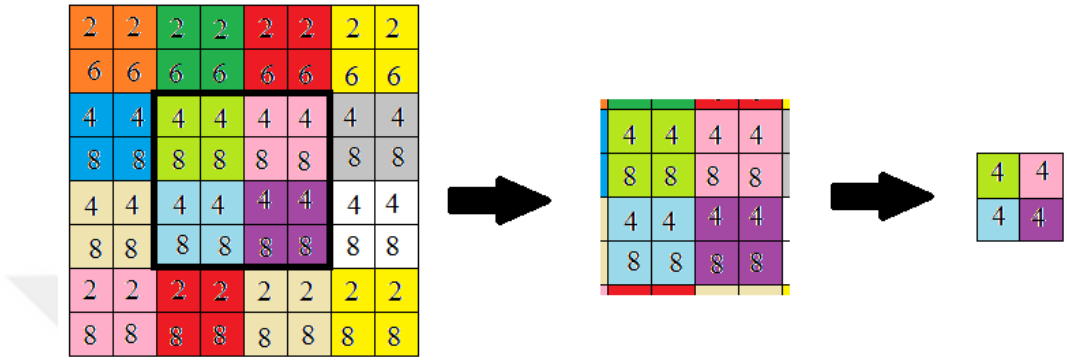
Ölçekleme operatörü, bir görüntünün boyutlarının büyütülmesi veya küçültülmesi için kullanılan geometrik bir dönüşüm operatörüdür. Genellikle seyrek örnekleme olarak bilinen görüntü indirgeme, bir gurup pikselin yerine seçilen gurubu temsil edecek bir piksel ile yer değiştirmesi veya yerel bir komşuluktaki piksel değerler arasındaki interpolasyon ile gerçekleştirilir. Görüntü büyütülmesi (zumlarna) ve görüntü küçültülmesi işlemi, piksel değiştirme veya piksel interpolasyon yöntemleriyle sağlanır. Ölçekleme bir görüntünün görünüşünü değiştirmek, bir ekranda gösterilmek için kaydedilmiş bilgilerin kalitesini değiştirmek veya belirli bir ölçeğe sahip görüntünün özellikleri ile işletilen çok parçadan oluşan görüntü işleme zincirinde bir ön işlemci olarak kullanılır(Çayıroğlu, 2012).

Uzaklaştırma (Küçültme) Operatörü

Ölçeklendirme başlığı adı altında anlatıldığı gibi bu operatörde piksel değiştirme veya piksel interpolasyonu adı verilen iki yöntem kullanılır.

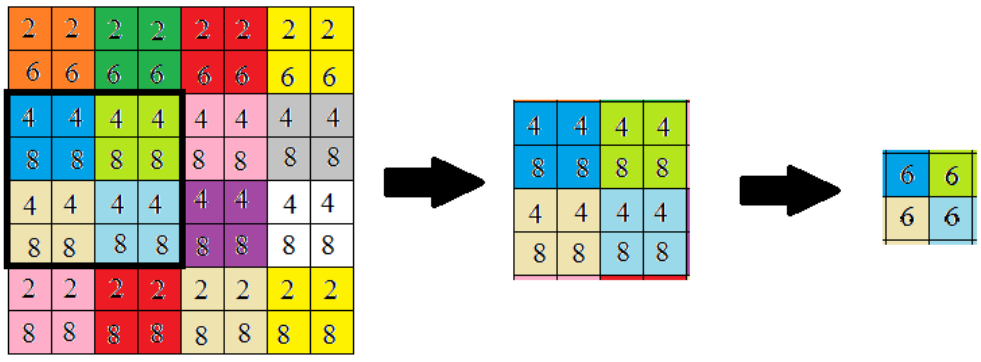
Piksel değiştirme yönteminde bir grup pikselin değeri, tek bir piksel değerine dönüştürülürken yeni oluşturulan piksel değeri grup olarak alınan piksellerden herhangi

birinin değerinin rasgele atanmasıyla dönüştürülebilir. Kullanılan bu teknik işlemler açısından daha basittir fakat örneklenen pikseller arasındaki değer farklılıklarının çok olması bazı aksaklıklara yol açabilmektedir. Şekil 3.31'de piksel değiştirme yöntemi gösterilmektedir. Bu yöntemde dörtlü gruplardan sağ üstteki değer alınarak küçültme işlemi gerçekleştirilmiştir(Çayıroğlu, 2012).



Şekil 3.31. Uzaklaştırma operatörü piksel değiştirme yöntemi

Piksel interpolasyonu yönteminde ise grup olarak alınmış piksellerin istatiksel bir işleme uğratılması yöntemiyle elde edilen değer yeni oluşturulacak pikselin değeri olarak atanmaktadır. İstatiksel işleme verilebilecek en güzel örnek piksel değerlerinin ortalamasının alınması olarak verilebilir. Şekil 3.32'de piksel interpolasyonu yöntemi gösterilmektedir. Bu yöntemde dörtlü gruplardan aritmetiksel ortalaması alınarak küçültme işlemi gerçekleştirilmiştir(Çayıroğlu, 2012).

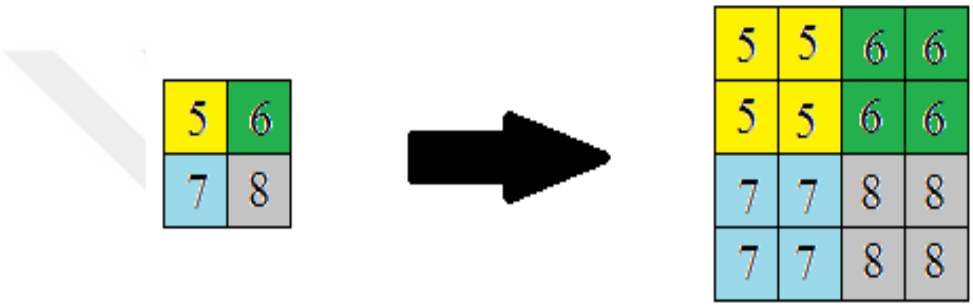


Şekil 3.32. Uzaklaştırma operatörü piksel interpolasyonu yöntemi

Yaklaştırma (Büyültme) Operatörü

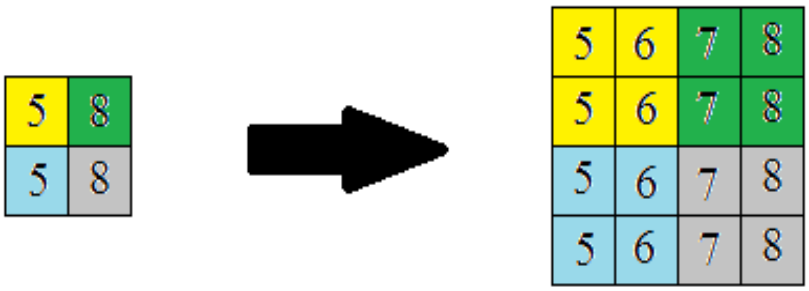
İşlenecek olan bir resmin tamamı yâda belli bir bölgesi büyültme işlemine tabi tutulurken uzaklaştırma operatöründe kullanılan yöntemlerin benzerleri kullanılır. Bu operatörde kullanılan yöntemlerden ilki piksel çoğaltma yöntemidir.

Piksel çoğaltma yönteminde işlenecek olan piksel değeri değiştirilmeden işlenecek boyuta göre çoğaltılmaktadır. Çoğaltma işlemi işlenecek alanın boyutuna göre değişmektedir. Şekil 3.33'de Piksel değeri çoğaltarak yaklaştırma yöntemi gösterilmiştir(Çayıroğlu, 2012).



Şekil 3.33. Yakınlaştırma operatörü piksel çoğaltma yöntemi

Yaklaştırma operatöründe kullanılacak diğer bir yöntem ise interpolasyon yöntemidir. Bu yöntem komşu pikseller arası değer farklılıklarına bağlı olarak orantılı bir artım miktarıyla değerleri belirlenmiş piksellerin yan yana kullanılmasıyla oluşturulur. Artış miktarı minimum seviyede belirlendiğinden dolayı yeni pikseller arası geçiş yumuşak bir yapıda olur. Şekil 3.34'de Piksel interpolasyonu ile yaklaştırma yöntemi gösterilmiştir(Çayıroğlu, 2012).



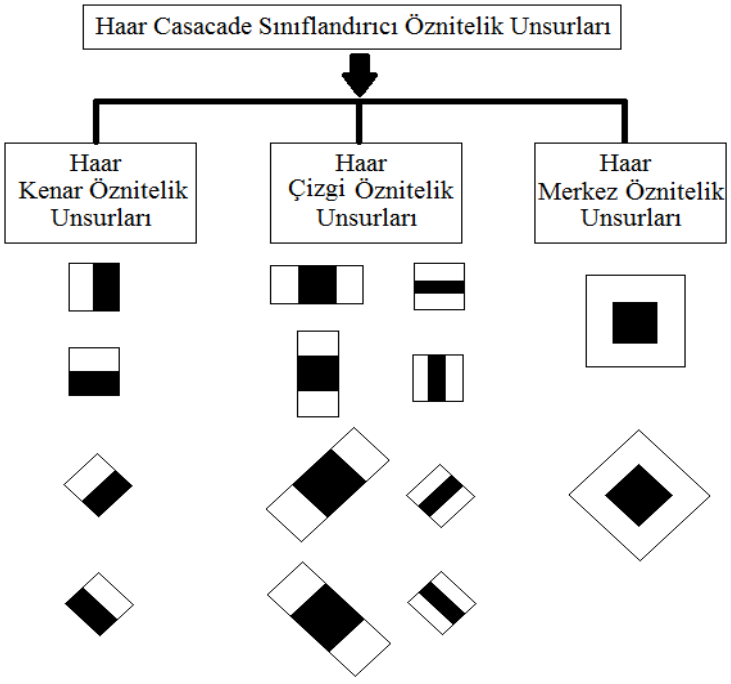
Şekil 3.34. Yakınlaştırma operatörü interpolasyon yöntemi

3.6.4. Haar Cascade Sınıflayıcı

Akıllı yatak tez çalışmasının kontrol kısmının büyük bir bölümünü teşkil eden göz kırpma tespitinde, cisimlerin tespit ve tanınmasında yaygın olarak kullanılan Haar cascade sınıflandırıcı modeli kullanılmıştır.

Gerçek zamanlı akan video görüntüsü üzerinde insan yüzü sınır bölgelerinin yerinin belirlenmesinde konumsal değişimlere karşı güçlü bir yöntem olan ve Haar özniteliklerini kullanan Haar kaskad sınıflayıcılar kullanılmıştır. Görüntü işleme için çok kullanışlı ve çok gerekli olan video veya resimlerdeki nesneleri bulmak ve onları takip etmek için OpenCV Kütüphanesi içinde bulabileceğiniz haar Cascade sınıflandırıcısı; Paul Viola ve Micheal Jones tarafından oluşturulmuştur. Aynı zamanda Viola ve Jones nesne bulma yapısı olarak da bilinir. En temel manada belirli bir algoritmaya göre bulunması istenen nesneler önce bilgisayara tanıtılır ve daha sonra ona benzer şekillerin bulunduğu resimler veya video kareleri taranarak o nesne bulunmaya çalışılır(Özyurt, 2012).

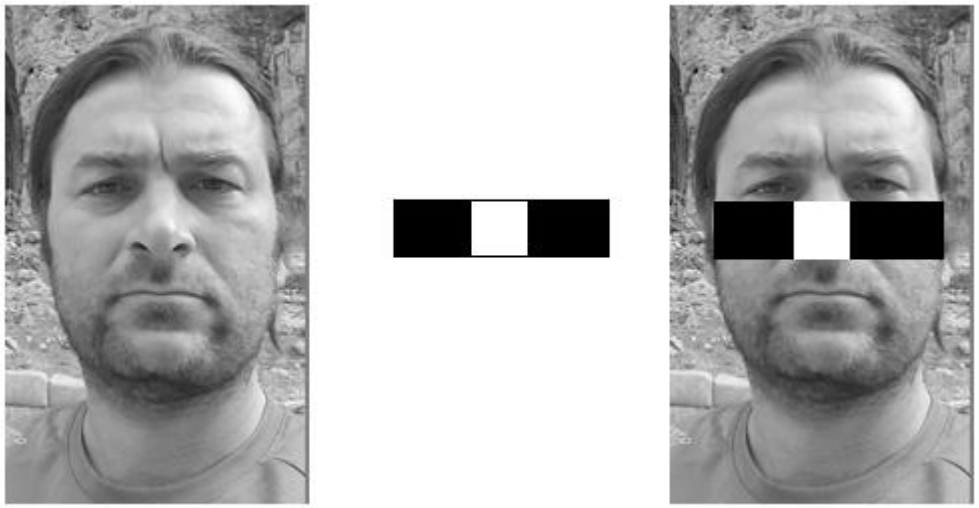
Haar Cascade sınıflandırıcının genel olarak çalışma prensibini açıklayabilmek için içerisinde üzerinde işlem yapılacak nesnenin bulunduğu pozitif resimlere ve içerisinde o nesnenin bulunmadığı negatif resimlere ihtiyaç vardır. Haar cascade sınıflandırıcı, pozitif resim üzerinde işlem yapılacak olan nesneleri şekil 3.35'de verilen haar öznitelik tespit çerçeveleri ile tanımlamasını yapmaktadır.



Şekil 3.35. Haar cascade öznitelik çerçeve unsurları(Chen ve ark., 2007)

İşleme tutulacak görüntü üzerinde belirli bir alan koyu tonlanmış piksellerden belirli bir alan ise açık renkle tonlanmış piksellerden oluşuyor ise haar kenar öznitelik unsur çerçeveleri kullanılacaktır. İşleme tutulacak görüntü üzerinde yan yana açık renkte tonlanmış piksel değerlerine sahip bir alan, koyu renkte tonlanmış piksel değerlerine bağlı bir alan ve tekrar açık renkte tonlanmış piksel değerlerine bağlı bir alan varsa haar çizgi öznitelik unsur çerçeveleri kullanılacaktır. Görüntü üzerindeki koyu renkli piksel grupları ile açık renkli piksel grupları iç içe yer alıyor ise haar merkez öznitelik unsur çerçeveleri kullanılacaktır.

Haar Sınıflandırıcı şekil 3.35'de verilen öznitelik çerçevelerini pozitif resim üzerinde tarama işleminde kullanmaktadır. Tarama işleminde çerçeve içine alınan bölgelerdeki siyah renk piksel değerleri toplamı ve beyaz renk piksel değerleri toplamı bulunmaktadır. Bu işlem sonunda zıtlık dediğimiz karanlık-aydınlık değeri belirlenerek belirli hedef değerler oluşturulur. Bir öznitelik çerçevesiyle belirli bir bölgenin taranması sınıflandırıcının doğru bir karar vermesinde yeterli olmayacaktır. Âmâ birden çok öznitelik çerçevesinin bir bölgede aynı anda tarama yapması aranılan nesnenin çok büyük bir ihtimalle o bölgede mevcut olduğu anlamına gelecektir. Genel anlamda haar cascade sınıflandırıcı çalışma prensibi bu şekildedir.



Şekil 3.36. Haar cascade kenar öznitelik çerçevesi ile burun kısmı bulunması

Örnek olarak şekil 3.36'daki görüntüde yanakları oluşturan piksellerin parlaklık değerinin burun bölgesini oluşturan piksellerin parlaklık değerinden daha düşük olması haar öznitelik çerçevesiyle burun kısmının seçilebilmesini sağlamaktadır. Farklı bir örnek olarak ise şekil 3.37'deki görüntüde göz bölgesinin çukurda olmasından dolayı

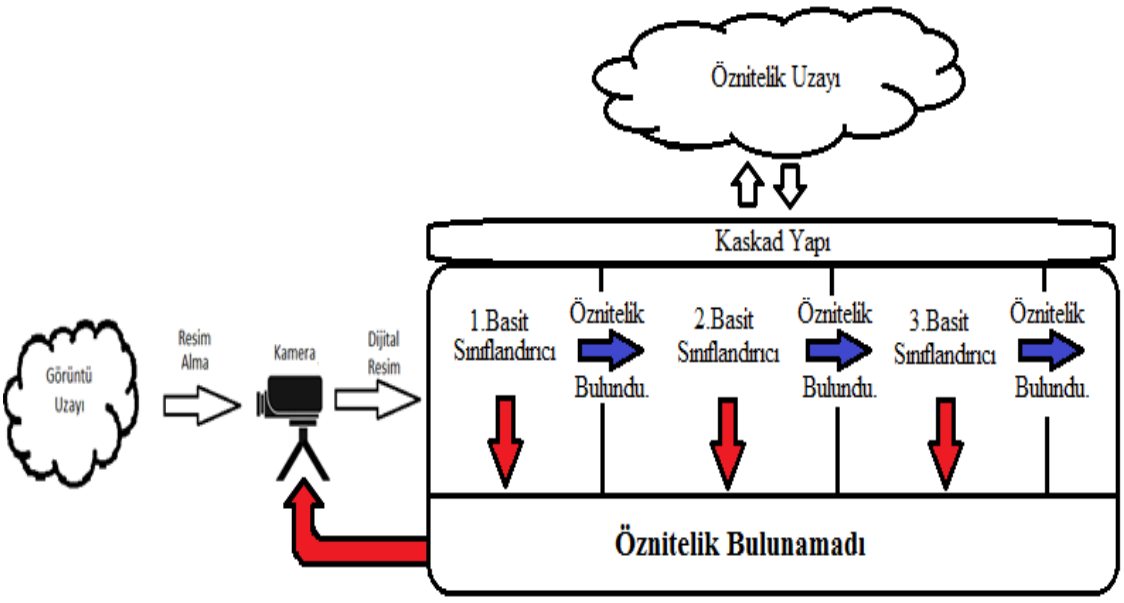
düşük parlaklık piksel değerine sahip bir alan oluşmuştur. Gözün alt bölgelerinde ise elmacık kemiklerine doğru daha aydınlık piksel değerlerine sahip bir alan meydana gelmektedir. Bu görüntüde tarama işlemi haar kenar öznitelik unsuruna göre yapıldığında göz kısmının tespiti gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.37. Haar cascade kenar öznitelik çerçevesi ile göz kısmının bulunması

Bir kamera yardımıyla alınan farklı çözünürlük değerlerine sahip resimlerdeki bir insan veya insan grubunun yüz bölgesinin bulunması işlemi resimin tamamında öznitelik taraması yapılarak gerçekleştirilmektedir. Haar sınıflandırıcı içerisinde kullanılacak algoritmalar farklı konumlarda bulunan ve farklı boyut değişkenliği gösteren insan yüzü özelliklerini bulacak şekilde tasarlanabilmektedir. Sınıflandırıcı içerisinde kullanılan bu algoritma resim boyut değişimi işlemine nazaran daha etkin bir yöntemdir. Bundan dolayı işlenecek görüntü içerisindeki değişik konumlamalara sahip insan yüzü özelliklerini bulabilmek için haar sınıflandırıcı görüntü tarama sürecini değişik ölçek ve öznitelik parametreleri için sürekli tekrar eder.

Haar sınıflandırıcı ifadesi içerisinde geçen kaskad kelimesi, farklı özelliklere sahip basit yapılı sınıflandırıcıların bir araya gelmesiyle oluşturduğu karmaşık yapılı yeni oluşumu ifade etmek için kullanılır. Basit yapıya sahip bu sınıflandırıcılar görüntüde tespit edilecek nesnenin belirlenmiş alt özelliklerine göre belirli bir sıraya göre çalışarak görüntü üzerinde bir tarama gerçekleştirir. Tarama işlemi esnasında herhangi bir sınıflandırıcı kendine ait tanımlanmış öznitelik değerini bulamadığı durumlarda sınıflandırma işlemi başa dönerek tekrar başlayacaktır. Şekil 3.38'da kaskad yapısı gösterilmektedir.



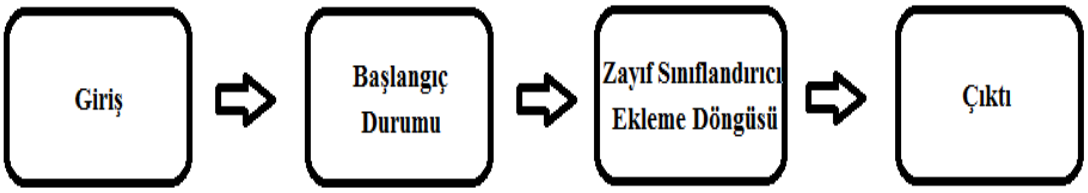
Şekil 3.38. Kaskad yapısı

Kullanılan sınıflandırıcılar en az iki değerlik sorgulaması yapan yapılardır. Haar öznitelik çerçeveleri bu sınıflandırıcılarda tarama elamanı olarak kullanılmaktadır. Kaskad yapısı içerisinde kullanılan basit sınıflandırıcıları kuvvetlendirmek için AdaBoost ve FloatBoost yöntemleri kullanılabilir(Gökmen ve ark., 2007).

3.6.4.1. AdaBoost Yöntemi

Adaptif iyileştirme anlamına gelen bu yöntem Freund ve Schapire tarafından 1995 yılında geliştirilen bir yöntemdir. Sınıflandırma problemlerine odaklanır. Zayıf sınıflandırıcı dizilerinin zayıf olan noktalarını eğiterek ve bunları sonunda birleştirerek daha kuvvetli sınıflandırıcılara dönüştürmeyi amaçlar. Zayıf sınıflandırıcıların lineer birleşiminden kuvvetli sınıflandırıcıyı oluşturur. Her bir öznitelik üzerinde bir zayıf sınıflandırıcı eğitildikten sonra örnek uzayındaki yanlış sınıflandırılan örneklerin ağırlıkları arttırılırken doğru sınıflanan örneklerin ağırlıkları da azaltılmaktadır. Böylece her bir zayıf sınıflandırıcı eğitildikten sonra bu ağırlıklar kullanılarak genel bir hata hesaplaması yapılmakta ve bir sonraki öznitelik üzerinde yeni bir zayıf sınıflandırıcı bu hata göz önünde bulundurularak eğitilmektedir(Gökmen ve ark., 2007).

Genel anlamda AdaBoost algoritması çalışma prensibi olarak şekil 3.39'da belirtilen yapıyı kullanmaktadır.



Şekil 3.39 AdaBoost algoritma yapısı

3.6.4.2. FloatBoost Yöntemi

FloatBoost yöntemi, genel anlamda AdaBoost algoritmasının temel karakteristiklerini kullanan ama bu algoritmaya göre daha başarılı bir yöntem olarak 2002 yılında Stan ve arkadaşları tarafından önerilmiştir (Li ve Zhang, 2004).

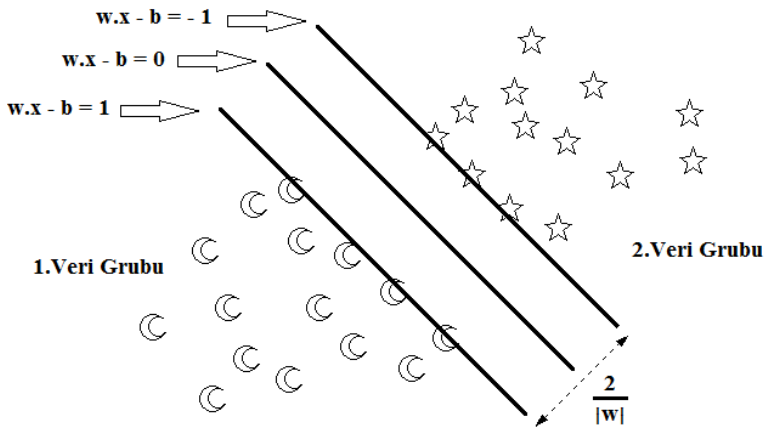
FloatBoost yöntemi görüntülerdeki örüntüsel yapıyı tanıma yöntemi olarak ortaya atılan kayan arama metodundan yola çıkarak, eğitilmiş zayıf sınıflandırıcıların hata oranlarını geriye doğru tarama ve toplamda hata oranında gelişme sağlanabilmesi durumunda zayıf sınıflandırıcıların silinmesi işlemini içerir. Böylece, benzer başarıma sahip zayıf sınıflandırıcıların elde edilmesi sağlanarak performans artışı elde edilir (Gökmen ve ark., 2007).

3.6.5. Destek Vektör Makinesi (SVM)

Değişken bir veri yapısına sahip yâda veriler arasındaki örüntüsel yapının bilinmediği durumlarda kullanılan bir sınıflandırma yöntemidir. Etkili ve basit bir yapıya sahip olması sınıflandırma konusunda kullanımını oldukça yaygın bir hala getirmektedir. Sınıflandırmanın yanı sıra birden fazla değişkene sahip veri grupları arası analiz işlemi ve veri grupları içerisinde örüntüsel yapıyı bozucu değişken tespitinde kullanılan bir makine algoritmasıdır.

Genel anlamda sınıflandırma için bir düzlemde bulunan iki farklı veri grubu arasında bir sınır çizmek ve bu sınır çizgisiyle iki grubu ayırmak mümkündür. Bu sınır çizgisi çiziminde dikkat edilecek husus çizginin veri grubu üyelerine eşit uzaklıkta olmasıdır. Bu sınır çizgisinin elde edilebilmesi için öncelikle iki veri grubuna yakın ve birbirine paralel çizgiler çizilmelidir. Bu çizile paralel çizgiler birbirlerine yaklaştırılarak ortak bir sınır çizgisi elde edilecektir. Destekçi vektör makinesi bu

sınırın nasıl çizileceğini belirlemektedir. Şekil 3.40'da sınır belirleme işlemi gösterilmiştir(Şeker, 2008).



Şekil 3.40. Sınıflandırmada sınır belirlenmesi

Şekil 3.40'da 1.veri grubu ve 2.veri grubu iki boyuta sahip bir düzlem üzerinde şematize edilmiştir. Bu düzlemi ve bu düzlemin boyutlarını birer girdisel özellik olarak düşünmek mümkündür. Yani basit anlamda sisteme giren her girdinin bir özellik çıkarımı yapılmış ve sonuçta bu iki boyutlu düzlemde her girdiyi gösteren farklı bir nokta elde edilmiştir. Bu noktaların sınıflandırılması demek, çıkarılmış olan özelliklere göre girdilerin sınıflanması demektir(Şeker, 2008).

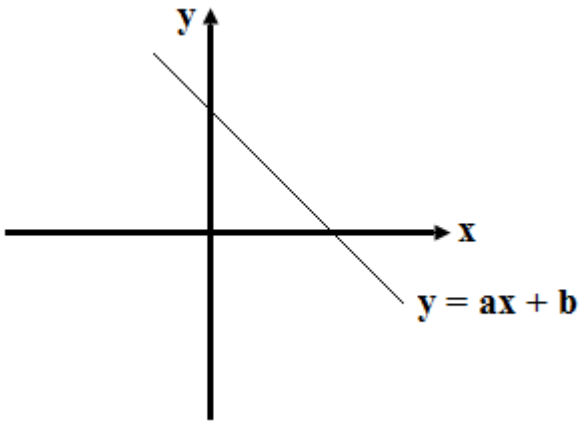
Şekil 3.40'da her iki veri grubu arasında oluşan aralığa tolerans aralığı yâda öteleme mesafesi demek mümkündür. Bu mesafe içerisinde bulunan her bir noktanın tanımı denklem 3.21'de gösterilmiştir.

$$D = \{ (x_{i,\,ci}) \mid x_i \in \mathbb{R}^p \ , c_i \in \{-1 \ , 1 \ \} \}_{i=1}^{n} \qquad (3.21)$$

Denklem 3.21'de kullanılan değerler analiz edildiğinde x değerinin vektör uzayında bir noktayı ifade ettiğini, c değeri ise mevcut bu noktanın -1 veya +1 olduğunu gösteren değeridir. Bu noktalar kümesi 1 değerinden başlayarak n değerine kadar gitmektedir. Genel anlamda denklem 3.21'deki gösterim şekil 3.41'deki üyelik noktalarını ifade etmektedir. Formül gösteriminin n boyuta sahip bir düzlem olarak nitelendirilen aşırı düzlem üzerinde olduğunu düşünürsek her bir noktanın gösterimi denklem 3.22'de olduğu gibidir(Şeker, 2008).

$$wx - b = 0 \tag{3.22}$$

Denklem 3.22'de ifade edilen w değeri n boyutlu düzlemde normal vektörünü, x değeri mevcut noktanın değişken değerini ve son olarak b değeri ise kayma değerini ifade etmektedir. Bu denklemi şekil 3.41' de gösterilen klasik doğru denklemine benzetmek mümkündür.



Şekil 3.41. y = ax + b doğrusu

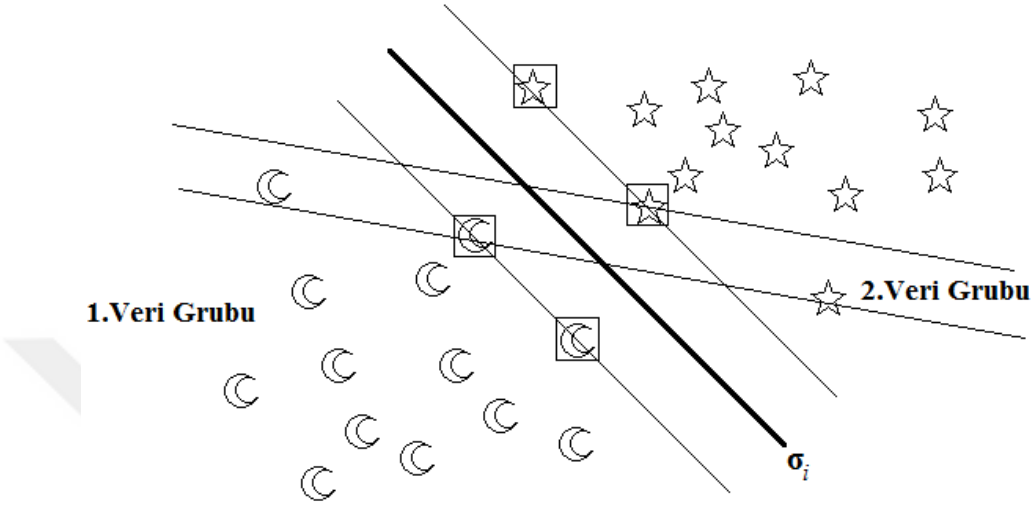
Denklem 3.22'ye göre b/||w|| değeri yani kayma değerinin normal vektörüne oranı iki grup arasındaki mesafe farkını verir. Bu mesafe farkı öteleme olarak ta isimlendirilebilir. Bu mesafe farkı denklemine göre mesafeyi en yüksek değere çıkarmak için yukarıdaki şekil 3.41'de gösterilen 0, -1 ve +1 değerlerine sahip 3 doğruyu veren denklemde 2/||w|| formülü kullanılmıştır. Dolayısı ile doğrular arası mesafe 2 birim olarak belirlenmiştir. Denklem 3.22'ye göre belirlenen iki doğru denklemi de denklem 3.23 ve denklem 3.24'te gösterilmiştir(Şeker, 2008).

$$wx + b = 1 \tag{3.23}$$

$$wx - b = -1 \tag{3.24}$$

Yukarıda gösterilen denklem 3.23 ve denklem 3.24 n boyuta sahip düzlem üzerinde doğruların kaydırılması sonucunda elde edilen en yüksek değerlerin bulunması işleminin bir sonucudur. Ortaya çıkarılan bu denklemler aynı zamanda problemin doğrusal ayrılabilir olduğu yani yapay sinir ağları kullanılarak çözülebileceği, bir çözüm kümesinin olduğu kabul edilmiş olur.

Analiz işlemi gerçekleştirilmiş iki veri grubu arasındaki n boyuta sahip düzlemin tek yönlü bir yapıya sahip olması mümkün değildir. Bu duruma örnek gösterim şekil 3.42'de belirtilmiştir. İşlem yapılacak düzlemler içerisinde hangisinin kullanılacağına dair şeçim işlemi, düzlemlerin sahip oldukları öteleme değerine bağlı olarak değişmektedir.



Şekil 3.42. Muhtemel üyelik grubu sınırları (Şeker,2008)

Şekil 3.42'de iki farklı n sayıda boyuta sahip düzlem mevcut olma olasılığı bulunmasına karşılık destekçi vektör yönteminde bu olasılıklardan en büyük öteleme değerine sahip olanı alınır(Şeker,2008).

3.6.6. Optik Akış

Gözümüzle yapmış olduğumuz görsel algılama işlemini bilgisayara yaptırma işlemi olarak tanımlanan bilgisayarla görme, genel anlamda yapay zekâ konusunun bir alt başlığı olarak tanımlanmaktadır. Ancak günümüzdeki mevcut teknik gelişmeler ve araştırma geliştirme faaliyetleri bu ifadenin başlı başına bir alan haline gelmesinde etkili olmuştur. Tanım olarak nesnelerin 3 boyutlu hareketlerinin bir kamera görüntüsüne iz düşürülmesi olarak tanımlanır. Nesnelerin algılanması ve mevcut hareketlerinin analiz edilmesiyle ayırt edilmesi amacıyla kullanılır.

Bir video kamera yardımıyla alınan görüntü üzerindeki her nokta, kameranın görüntü aldığı 3 boyutlu sahnenin bazı noktalarının izdüşümüdür. Ancak görüntü uzayında bulunan bir nesnenin hareketine bağlı olarak iz düşümünün yeri zamanla değişebilir.

Hareket alanı, iz düşümü alınan 3 boyutlu hareketin ideal tanımıdır. Bu alan teorik olarak tanımlanabilir fakat pratikte görüntü verisinden sadece bir hareket alanı yaklaşımı elde edilebilir.

Canlılarda bir nesnenin hareketinin algılanması gözün retina bölgesine düşen ışık farklılığına bağlı olarak göz sinirlerinin beyine sinyal göndermesiyle gerçekleşirken, bilgisayarla görmede hareketi algılamak için CCD ve CMOS özelliğine sahip kameralar kullanılmaktadır. Bu özellikteki kameralar sayesinde görüntünü üzerindeki piksellerin konum bilgileri ile bulunduğu konuma ait değer atama işlemi yapılabilir. Bu değer atama işlemi sayesinde görüntünün bir sonraki karesinde konuma bağlı olarak hız bilgisi tespiti yapılabilmektedir. Görüntü üzerindeki birden fazla konuma ait hız tespitinin yapılabilmesi için ise farklı yaklaşımlar geliştirilmiş, bu yaklaşımlar sayesinde ise her konumun farklı ekran görüntülerindeki konum değişimine göre hız değerleri ayrı ayrı bulunmuştur.

Kamera ile gözlemlenen bir sahnede herhangi bir nesne hareket ettiğinde, görüntüde meydana gelen gözle görünür konum değişikliğine Optik Akış adı verilmektedir. Optik akış, görüntüdeki hareketin yön ve hızını tanımlar. Genellikle optik akış hareket alanına karşılık gelir fakat bu denklik her durum için geçerli değildir.

3 boyutlu noktalar uzayda hareket ederlerken, karşılık gelen görüntü noktaları da hareket eder. Hareket alanı, görüntüdeki tüm noktalar için görüntüde yer alan hareket vektörlerinden oluşmaktadır. Hareket alanında yer alan hareket vektörlerinden göreceli hareket yönü ve hız çıkarımı yapılabilmektedir(Özüntürk, 2007).

3.6.7 Hough Dönüşümü

Bir video kamera yardımıyla görüntü uzayından alınan resimlerin dijital hale dönüştürüldükten sonra resim üzerinde bulunan geometrik şekillerin ortaya çıkarılmasında kullanılan bir görüntü analiz algoritmasıdır. Genellikle dijital resim üzerinde bulunan nesnelerin doğrusal bir yapıya veya dairesel bir yapıya sahip kenar çizgilerinin ortaya çıkarılmasında kullanılır.

Siyah-beyaz renk dönüşümü yapılmış olan resimlerde kullanılır. Aynı zamanda doğrusal özelliğe sahip olmayan daire, elips ve diğer eğrisel yapıların tespitinde de sık kullanılan bir analiz algoritması olarak karşımıza çıkmaktadır. Dijital resim üzerinde mevcut homojen özellik göstermeyen çizgilerin tespitinde de kullanılmaktadır. Farklı yapısal özellik gösteren geometrik çizgilerin tespit edilmesinde kullanılan parametre ve

formüllerde farklılık gösterecektir. Bundan dolayı Hough dönüşümü algoritmasında her şekil için farklı denklemler geliştirilmiştir.

Hough dönüşümü yönteminde dijital hale dönüştürülmüş bir görüntü üzerinde yakalamak isteyeceğimiz doğrusal çizgi çeşidi dışında kalan tüm çizgi çeşitleri elde edilen yeni görüntü üzerinde yer almayacaktır. Çıkış görüntüsü tamamen bulunmak istenen doğrusal çizgi türünü barındıracaktır.

Hough dönüşüm işlemi, analizi yapılacak dijital resim üzerinde sıfır değerinden farklı değerler alan bir x ve y değeri için denklem 3.25'de gösterilen doğru denklemi ile ifade edilen eğim ve doğrunun y eksenini kestiği noktanın hesaplanmasını sağlar.

$$y_i = a.x_i + b \tag{3.25}$$

Denklem 3.25'de ifade edilen a değeri eğimi b değeri ise doğrunun y eksenini kestiği noktayı ifade eder.

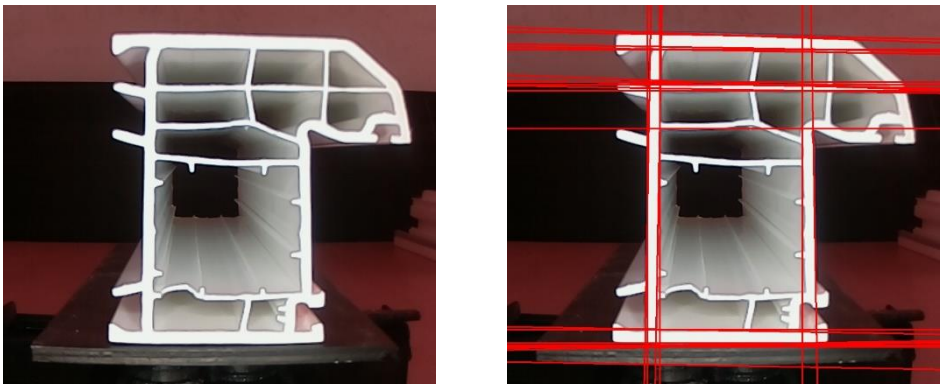
Hough dönüşümü kullanılması tavsiye edilen bu yöntemde ise bu işlem denklem 3.25'de verilen doğru denkleminin denklem 3.26'da verilen yapıya dönüştürülmesiyle gerçekleştirilmektedir.

$$b = - a.x_i + y_i \tag{3.26}$$

Denklem 3.26'da elde edilen doğrusal denklem formülüyle doğru eğiminin ve y eksenini kestiği noktanın en büyük ve en küçük değerlerinin belirlenmesi işlemi gerçekleştirilir. Belirlenen bu ifadeler için her noktaya ait bir toplama kümesi oluşturulur.

Doğrusal denklemin y eksenini kesebileceği maksimum ve minimum noktaların her biri için eğim değeri denklem 3.26 ile hesaplanır. Yapılan her hesaplama işlemi için oluşturulan toplama kümesi değeri bir artırılır. Formül kullanma işlemi bittikten sonra oluşturulan bu toplama işlemi kümelerinin işlenmesi gerçekleştirilir. Boşluk miktarının fazla olduğu toplam kümelerinde eğim ve eksen kesme noktaları kümeden çıkartıldıktan sonra geriye kalan kısımlar dijital resim üzerinde yer alan doğruları ifadesi olarak seçilir(Safran ve Öktem, 2007).

Şekil 3.43'de hough dönüşümü uygulanarak doğrusal çizgileri seçilmiş bir resim görülmektedir.



Şekil 3.43. Hough dönüşüm ile doğrusal çizgilerin bulunması

Yatay eksen veya dikey eksenle 90°'lik açı yapan doğrularda ise doğrunun eğim değeri ile y eksenini kesme noktası sonsuz değerlikli olacağı göz önünde bulundurularak kartezyen koordinat sistemi yerine kutupsal koordinat sistemi kullanılmıştır.

Kartezyen koordinat sisteminde eğim için kullanılan a değeri ve eksen kesme noktası b değeri yerine kutupsal koordinat sisteminde p ve θ değerleri kullanılmaktadır. Bu değerlerden p değeri doğrunun orijin noktasına olan uzaklığı θ değeri ise orijin noktasından geçen doğrunun x ekseniyle yapmış olduğu açı değeridir. Yeni oluşan doğru denklemi denklem 3.27 'deki gibi olacaktır(Temiz ve Külür, 2011).

$$p = x.\cos(\theta) + y.\sin(\theta) \tag{3.27}$$

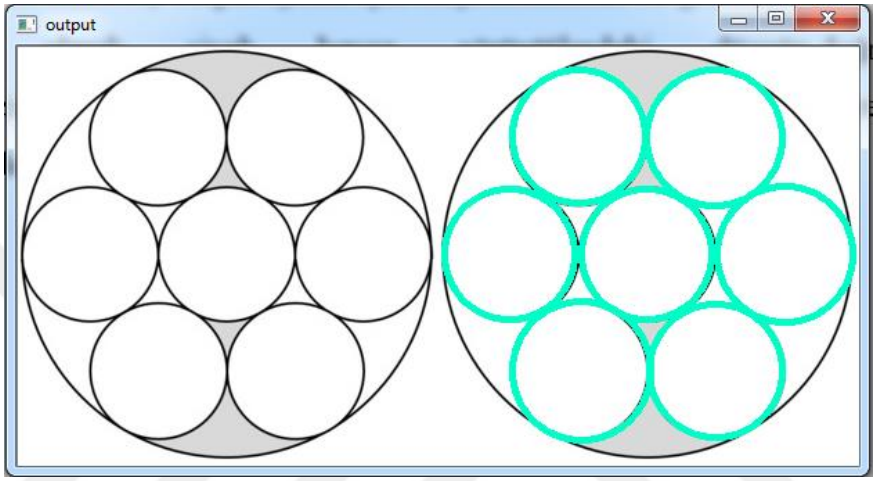
Video kamera yardımıyla görüntü uzayından alınarak dijital hale getirilmiş ve analiz edilme işlemi resimdeki dairesel özelliğe sahip nesnelerin bulunmasıyla gerçekleşecek resimlerde ise kullanılacak denklemler 3 boyuttan oluşacaktır. Bu değerler sırasıyla çemberin merkez noktası koordinatları olarak kullanılacak a ve b değerleriyle çemberin yarıçap değeri olan r ifadesidir. Belirlenen aralıktaki yarıçap değerleri için çember merkezi denklem 3.28'de verilen çember denkleminden faydalanılarak bulunabilir.

$$r^2 = (x - a)^2 + (y - b)^2 \tag{3.28}$$

Bir çemberin parametrik olarak temsil edilmesine ait formül ise denklem 3.29'da verilmiştir. Bu denklemden de anlaşılacağı üzere çember 3 parametre ile tanımlanır.

$$x = a + r.\sin(\theta) \qquad y = b + r.\cos(\theta) \tag{3.29}$$

Hough dönüşüm özelliğiyle bir resim üzerinde değişken yarıçaplı tüm çemberler taranır. Görüntü üzerinde bulunan tüm çemberlerin taraması en büyük yarıçap değerine sahip çember, en küçük yarıçap değerine sahip çember ve bu iki yarıçap değerinin arasında bir yarıçap değerine sahip tüm çemberler taranarak bulunur. Şekil 3.44'de dairesel hough dönüşüm uygulaması görülmektedir.



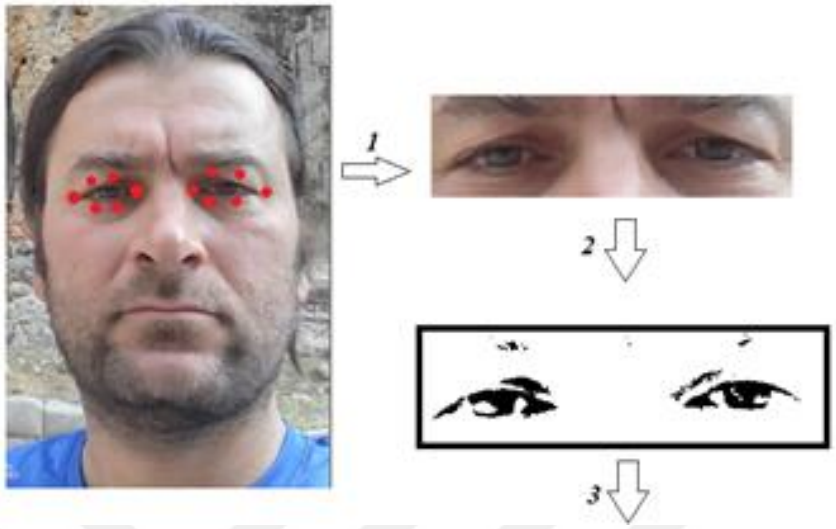
Şekil 3.44. Hough dönüşüm ile dairesel çizimlerin bulunması (Rosebrock, 2017)

3.7. Tez çalışması Yazılımı

Bir yüz görüntüsünde ağız, burun, kaş ve göz kısmının tespit edilmesi yüz hareketlerinin analizi noktasında kolaylık sağlamıştır. Tez çalışmasının konusu olan ileri evre ALS hastalarında sadece göz kırpma fonksiyonları aktif olduğu için yüz görüntüsünde sadece göz kısmının hareketi işlenecektir.

Kullanılan kamera sayesinde hasta görüntüsü bilgisayara aktarılmaktadır. Phyton programlama dili kullanılarak oluşturulan yazılım ise öncelikle hastanın aktarılan görüntüsündeki baş kısmı ayırt edilecek ardından da hastanın göz kısmı belirlenecektir. Bu belirlemede OpenCV Kütüphanesi kullanılmıştır. Göz kısmı belirlendikten sonra göz en boy oranı hesaplaması yapılarak eşik değeri olarak kabul edilebilecek bir oran elde edilmiştir. Bu oran sayesinde hastanın yapmış olduğu göz kırpma hareketlerinin istem dışı veya istemli olduğu tespit edilmiştir. Genel anlamda kullanılan görüntü

işleme yazılımları göz kırpma işleminin gerçekleşmesini tespit edebilmek için şekil 3.45'de verilen sıralamaya göre işlem yapmaktadır.



Şekil 3.45. Göz kırpma tespit işlem sıralaması

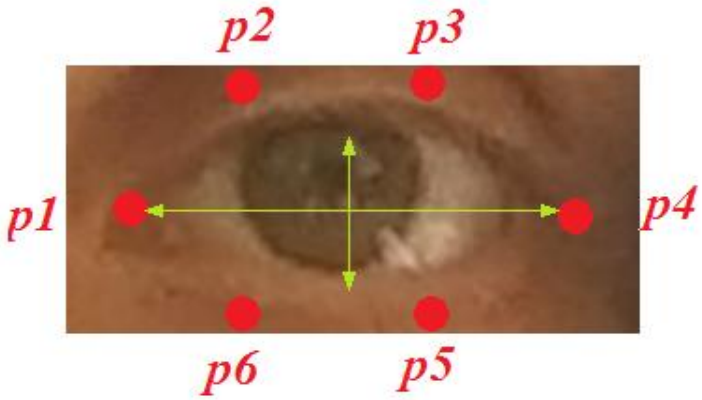
Şekil 3.45'de öncelikle kamera görüntüsünden göz bölgesinin konumu bulunmaktadır. Daha sonra seçici bir özellik olan göz beyazı kısmının bulunması için eşikleme işlemi uygulanmaktadır. Son olarak ise gözün beyaz kısmının eşikleme görüntüsünde kaybolup kaybolmadığının analizi yani göz kırpma işleminin gerçekleşip gerçekleşmediği tespiti yapılmaktadır.

Göz kırpma hareketinin tespit edilebilmesi için göz kırpma şekil yordamlayıcısı oluşturmak gerekir. Soukupová ve Čech tarafından geliştirilen bir ölçümleme işlemi göz en boy oranı olarak adlandırılan bir değerin bulunmasını sağlamıştır. Bu değer göz kırpma işleminin tespitinde çok kolay bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır.

EAR olarak adlandırılan bu en boy oranının tespiti her göz için ayrı ayrı yapılmaktadır. Bu oran her bir göz için belirlenen 6 adet noktanın koordinatsal değerlerinin denklem 3.30'a göre hesaplanmasıyla bulunacaktır(Soukupová ve Cech, 2016).

$$EAR = \frac{||p2-p6|| + ||p3-p5||}{2||p1-p4||} \tag{3.30}$$

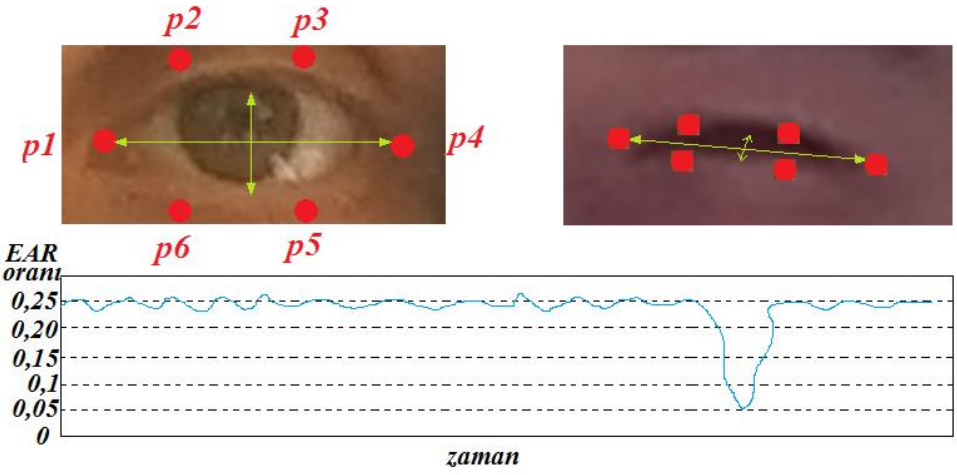
Burada belirlenen noktalar yüzün iki boyutlu görüntüsünde göz sınır hatlarında mevcut olan noktalardır. Şekil 3.46'de göze bağlı noktalar görünmektedir. Belirtilen noktalar gözün sol köşesinden başlayarak saat yönünde çevrelenmesiyle belirlenmiştir.



Şekil 3.46. Gözün 6 noktasının belirlenmesi(Soukupová ve Cech, 2016)

Denklem 3.30'da kesir ifadesinin pay kısmı göz kıpma esnasında gözün dikey kısmındaki mesafeyi hesaplarken payda kısmı ise göz kırpma esnasında göz aralığı yatay mesafeyi hesaplayarak yatay ve dikey mesafe arasında bir oran elde edilmiştir. Kısacası EAR olarak adlandırılan bu oranın değeri göz açık iken belirli bir değere sahip iken göz kapağı kapatıldığında sıfır değerine doğru düşüş sağlayacaktır.

Tez çalışmasının özünde de bu oranın görüntü yordamlayıcısı ile analizi yapılarak göz kırpma işleminin gerçekleşip gerçekleşmediği tespit edilmesidir. Şekil 3.47'de göz açıklık ve kapanma durumuna göre EAR oranının sayısallaştırılması durumu şematize edilmiştir.



Şekil 3.47 EAR oranının zamana bağlı durumun sayısal durumunun belirlenmesi(Soukupová ve Cech, 2016).

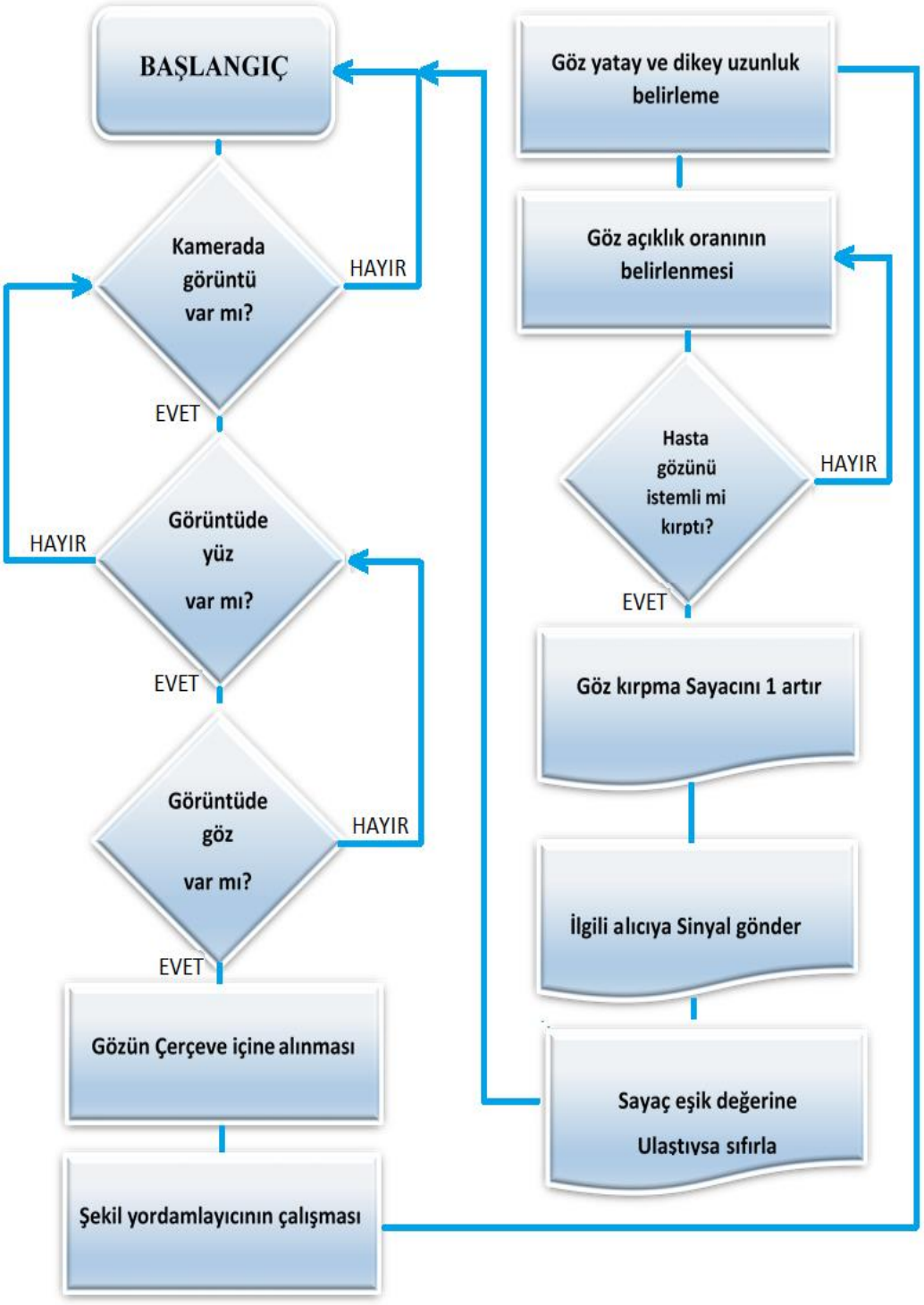
Alınan göz kırpma hareketleri eş zamanlı olarak şekil yordamlayıcısına aktarılmıştır. EAR oranının incelenmesiyle hastanın göz kırpma işlemini yapıp yapmadığı tespit edilmiştir. Şekil 3.47'den de anlaşılacağı gibi göz kırpma işlemi gerçekleştiğinde EAR oranının hızla sıfıra yaklaştığı diğer durumlarda ise belirli bir oran dâhilinde sabit kaldığı görülmüştür.

Hastanın yapmış olduğu göz kırpma hareketleri, EAR oranında sıfıra yakın bir değer değişimi gerçekleştirmiştir. Kullanılan yazılım ile bu değer bir sayıcıya atanmıştır. Bu sayıcıya göz kıpma sayacı adı verilmiştir. Hastanın yaptığı göz kırpma işlemlerinde göz kırpma sayacı değeri bir artırılmıştır. Artırılan sayaç değeri aynı zamanda kullanıcı arayüz programında bulunan menüler arasında geçiş yapmayı sağlamıştır. Kullanıcı arayüz programında akıllı yatağa ait en son işlev gerçekleştiğinde göz kırpma sayacı sıfırlanarak sistemin başa dönmesi sağlanmıştır.

Bu tez çalışmasında Adrian Rosebrock tarafından geliştirilen bir şekil yordamlayıcısı kullanılmıştır(Rosebrock, 2017).

3.7.1. Tez çalışması Yazılım Algoritması

Tez çalışmasının genel anlamda çalışma algoritması şekil 3.48'de verilmiştir.



Şekil 3.48 Yazılım Algoritması

3.7.2. Tez Çalışma Algoritması Söz Dizimi

Adım1: Sistemi Çalıştır.

Adım2: Kamerada hasta Var mı?

Adım2.1:Hayır

Adım2.1.1:Adım2'ye git

Adım2.2:Evet

Adım2.2.1:Adım 3'e git

Adım3:Görüntüde yüz var mı?

Adım3.1:Hayır

Adım3.1.1:Adım3'e git

Adım3.2:Evet

Adım3.2.1:Adım 4'e git

Adım4:Görüntüde göz var mı?

Adım4.1:Hayır

Adım4.1.1:Adım 3'e git

Adım4.2:Evet

Adım4.2.1:Adım 5'e geç

Adım5:Gözün çerçeve içine alınması

Adım6: Şekil yordamlayıcının çalıştırılması

Adım7: Gözlerin yatay ve dikey uzunlukların belirlenmesi

Adım8: Göz açıklık oranının belirlenmesi

Adım9:Hasta gözünü istemlimi kırptı?

Adım9.1:Hayır

Adım9.1.1:Adım 8'e git

Adım9.2:Evet

Adım9.2.1:Adım 10'a git

Adım10:Göz kırpma Sayacını 1 artır.

Adım11:İlgili alıcıya Sinyal gönder.

Adım12:Adım2'ye git.

3.7.3. Tez çalışması ekran görüntüleri

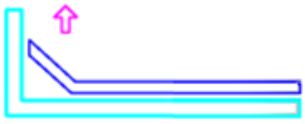
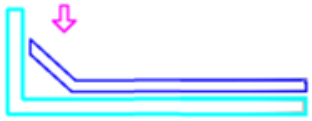
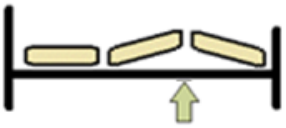
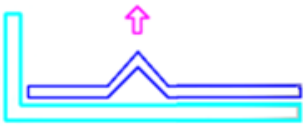
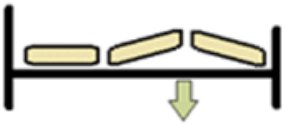
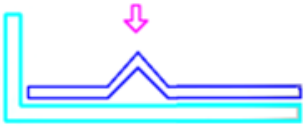
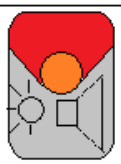
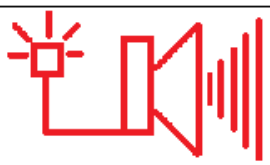
Akıllı yatak kontrolüne ait yazılımım temel ekran görünümü Şekil 3.49'da görülmektedir. Ekran görüntüsünde kamera yardımıyla alınan görüntü üzerindeki göz kısmı bir şekil yordamlayıcısı tarafından belirlenmiştir. Göz kırpma işlemi geliştirilen yazılım tarafından sayılmaktadır. Göz kırpma hareketi aynı zamanda menüde verilen yatak hareket kontrolleri arasında geçiş sağlamaktadır. Göz kırpma işlemi sonucu bir yatak fonksiyonu seçildiğinde 3 saniyelik bir bekleme süresi mevcut olup diğer menüye geçişte bu süre sıfırlanmaktadır. Arayüz programında kullanılan göz kırpma sayacı ise göz kırpma hareketlerini saymaktadır. Kullanılan arayüz ilk açılışta hastanın programın hangi göz kırpma tipine tepki verdiğini ölçmesi amacıyla 2 adet göz kırpma şekil belirleme toleransına sahiptir. Program 3.göz kırpma hareketiyle menüler arasında geçiş işlemine başlayacaktır. Seçilen yatak hareketinin çalışma biçimi ise yine arayüz programında ifade edilmiştir.



Şekil 3.49. Akıllı yatak programı arayüzü

Arayüz programında herhangi bir yüz algılama işlemi olmadığında sadece kamera görüntüsü mevcut olacaktır. Kamera görüntü açışına bir insan yüzü girdiği anda direk olarak göz seçilme işlemi aktif olacak ve yazılım çalışacaktır.

Tez çalışmasında kullanılacak akıllı yatak hareketleri ve bu hareketlerin bilgisayar programında görünüş biçimleri şekil 3.50'de görüldüğü gibi olacaktır.

AKILLI YATAK FONKSİYON TABLOSU		
Yatak Fonksiyonu	Pozisyon	Yazılımda Gösterimi
Normal konum (Hareketsiz Konum)		
Yatak Başı Yukarı Hareket		
Yatak Başı Aşağı Hareket		
Yatak Ortası Yukarı Hareket		
Yatak Ortası Aşağı Hareket		
Yatak Ucu Yukarı Hareket		
Yatak Ucu Aşağı Hareket		
Çağrı Sistemini Devreye Alma		

Şekil 3.50. Akıllı yatak fonksiyon tablosu

Şekil 3.51'de ise tez çalışmasına ait yazılım ekranında kullanıcının gözlük kullandığı varsayıldığında bile göz kırpma sayımımda herhangi bir sorun ortaya çıkmadığı gösterilmiştir. Gözlük camında mevcut olabilecek bir yansımanın göz bölgesinin seçiminde ve göz en boy oranının tespitinde kullanılan şekil yordamlayıcısının çalışmasında bir sorun teşkil etmediği saptanmıştır.



Şekil 3.51. Gözlük kullanımının etkisi

3.8. Çağrı sistemi

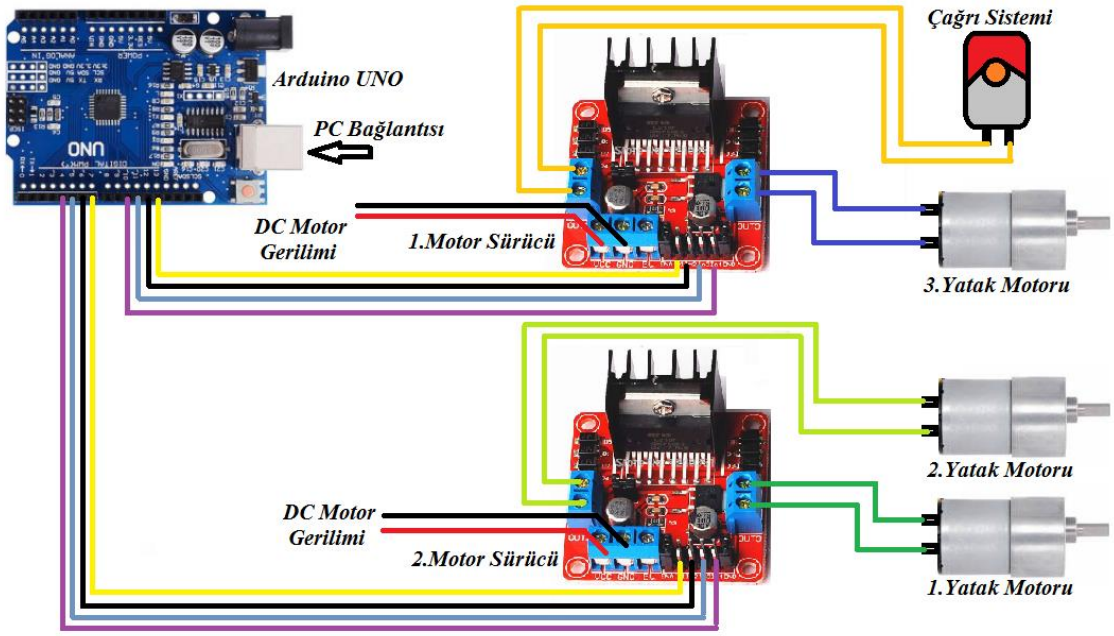
Tez çalışmasında aynı zamanda hasta yatağı kontrol kartına bağlı bulunan bir sesli ve ışıklı uyarı birimi bulunmaktadır. Bu birim hasta göz kırpma hareketleri sonucu yazılım arayüzünde bulunan çağrı sistemi adı verilen sekmeye gelindiğinde aktif hale gelecektir. Sesli ve görsel ikaz işaretçisi olarak kullanılan bu birim ve genel özellikleri şekil 3.52' de gösterilmiştir



Şekil 3.52. Tez çalışmasında kullanılan ışıklı siren

3.9. Tez çalışması kontrol devresi

Tez çalışmasına ait kontrol devresi diyagramı şekil 3.53'de gösterildiği gibi olacaktır. Çalışmanın genelinde kullanılan motor sürücü, DC motorlar ve çağrı cihazı tez çalışmasının sorunsuz bir şekilde çalışıp deneysel değer alımına uygun şekilde seçilmiştir. Kullanılan motorlar düşük devirli yüksek torklu olduğu için herhangi bir PWM sinyali uygulanmamıştır.



Şekil 3.53. Tez çalışması kontrol devresi

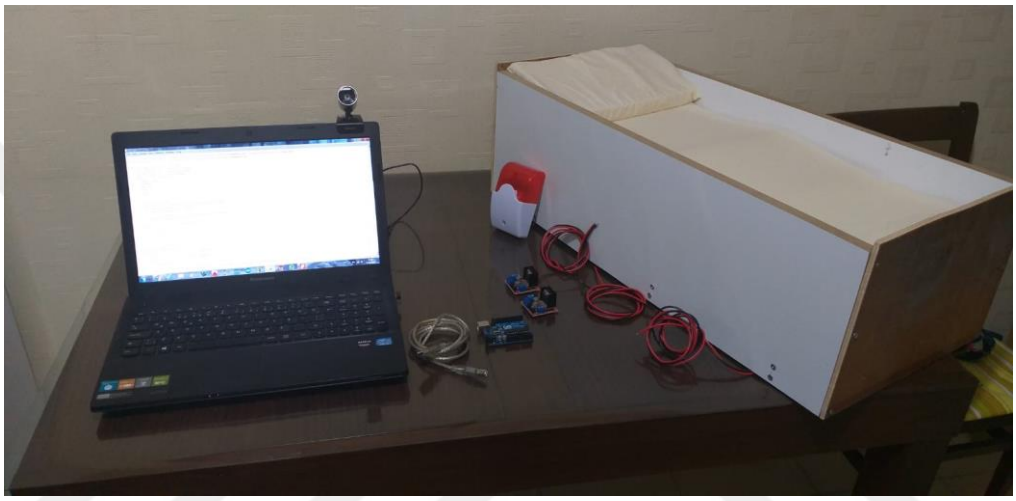
Tez çalışmasının arayüz programı olarak kullandığımız Python programıyla sayılmış olan istemli göz kırpma hareketleri USB portu üzerinden seri haberleşme ile Arduino UNO karta aktarılacaktır. Gelen bilgiye göre yazılmış olan Arduino programı ise bilginin ilgili yatak motoru hareketini veya çağrı sistemini aktif etmesini sağlayacaktır.

3.10. Tez çalışması kontrol devresi genel yapısı görüntüleri

Tez çalışmasının son haline ait görüntüler şekil 3.54'de ve Şekil 3.55'de verilmiştir. Şekil 3.54'de sistemde kullanılacak olan yatak prototipinin üstten ve alttan görünüşleri mevcuttur. Şekil 3.55'de ise çalışmanın tamamında kullanılacak elemanların dizilimi görülmektedir.



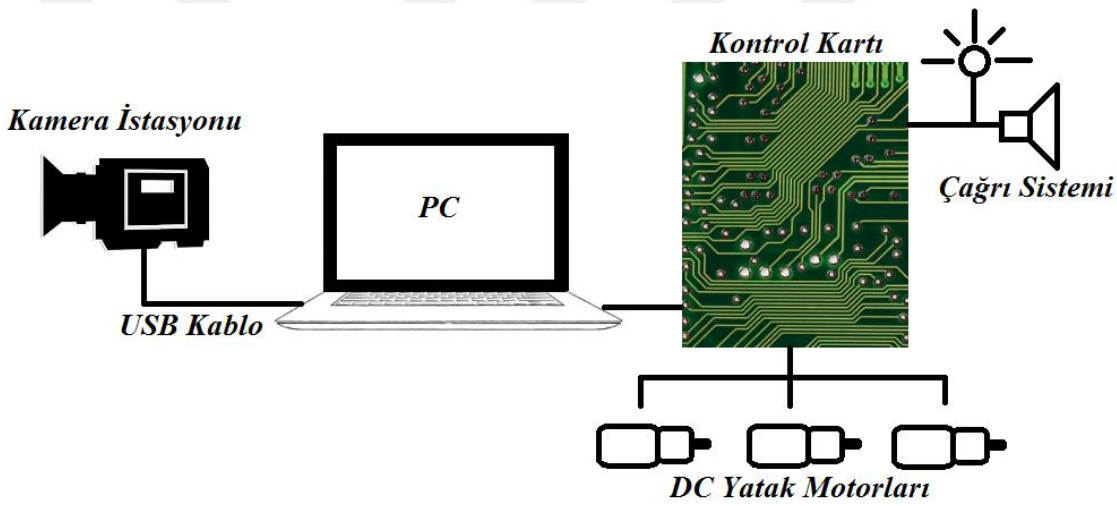
Şekil 3.54. Yatak prototipinin üst ve alttan görünüşü



Şekil 3.55. Sistemi oluşturan elemanların genel görünümü

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Bu tez projesi genel anlamda, göz kırpma hareketinin analiz edilmesine dayanan, görüntü işleme teknolojisi vasıtasıyla kişi göz kırpma hareketlerinin sistematik bir yapı içerisinde komut olarak kullanıldığı, bir hasta yatağı kontrol sistemidir. Tez çalışmasının temelini oluşturan bu sistemde, geçici veya kalıcı olarak yatağa bağımlı yaşayan hastaların göz kırpma hareketlerini algılamak için görüntü alma işleminde kullanılan kamera istasyonu, kameradan alınan göz kırpma davranışlarını komut haline dönüştüren ve USB haberleşmeyle kontrol kartına gönderen kişisel bilgisayar, DC motorlarla kontrol edilen yatak prototipi ve bir çağrı sisteminden oluşmaktadır. Oluşturulan sistemin genel eleman yapısı şekil 4.1' de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Sistem Yapısı

Sistem genel anlamda kullanıcı göz hareketine bağlı bir çalışma yapmaktadır. Kullanıcı gözünün algılanmadığı durumlarda program tepki vermemektedir. Diğer bir anlatımla kullanıcı programı kullanmadığı esnada program bekleme moduna geçmektedir.

4.1. Deneysel sonuçlar sonucu elde edilen veriler

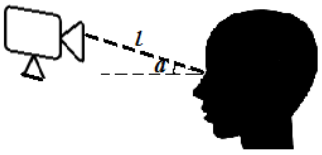
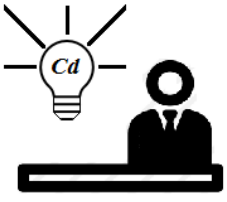
Sistemin genel anlamda test edilmesi için çeşitli yaş gruplarına ve fiziksel özelliklere sahip toplam 100 birey üzerinde değerlendirme yapılmıştır. Bireylerin genel özellikleri şekil 4.2'de verilmiştir. Araştırmalar tez çalışmasına konu olan ALS

rahatsızlığının genel anlamda belirtilerinin görülme yaşını 50 ile 60 yaş arası olduğu göstermektedir. (Türk Nöroloji Derneği, 2018).Bundan dolayı birey seçiminde büyük bir oranla bu yaş aralığında çalışma yapılsa da tez çalışması geçici süre hareket kabiliyeti yaşayabilecek bireylerin de kullanımına hitap ettiği için daha küçük yaş gruplarındaki bireyler de kullanılmıştır.

Yaş Aralığı → / Cinsiyet ↓	20-34	35-49	50-64	65 ve üzeri
BAY	6	10	20	14
BAYAN	6	6	16	22

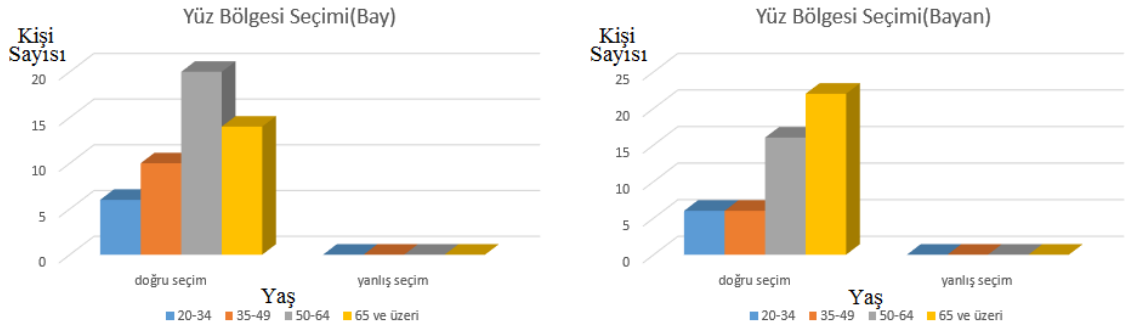
Şekil 4.2. Deneye katılan bireylerin dağılımı

Deneyin gerçekleştirilmesinde bazı ölçütlere dikkat edilmiştir. Deneye katılan tüm bireyler için birey görüntüsünü alan kamera bakış açısı, ortam aydınlatması, kullanılan monitör ve diğer donanımsal gereksinimler aynı seviyede seçilmiştir. Şekil 4.3'de deney ortamı için verilen kriterler gösterilmiştir.

Kamera Pozisyonu	Ortam Işık Yoğunluğu	Monitör	Ortam Isısı
			
l : Kamera mesafesi a : Bakış açısı	Cd : Işık şiddeti	d : Ekran boyutu	°C : Isı değeri
l : yaklaşık olarak 40 cm a : 30°	Gün ışığı kullanılmıştır.	19" Monitör Kullanılmıştır.	Oda sıcaklığı

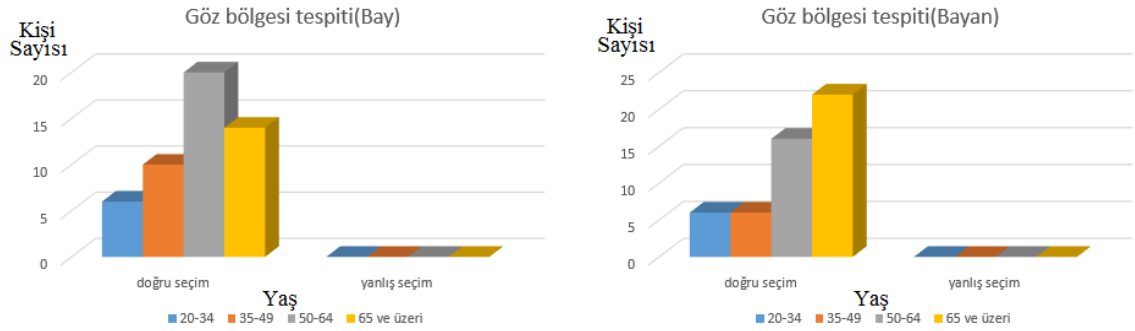
Şekil 4.3. Deney ortamı şartları

Tez çalışmasının yapılan deneysel çalışmasında kullanıcıların kamera görüntüsünde yüz kısmının bulunmasında %100'lük bir belirleme oranı sağlamıştır.Şekil4.4'de bu durum grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil4.4.Yüz bölgesinin tespit oranları

OpenCV kütüphanesi kullanılarak yapılan bu işlem sonrası kullanıcı göz kısmının tespiti işlemi ise yine %100'lük bir belirleme oranı sağlamıştır. Bu durum şekil 4.5' de gösterilmiştir.



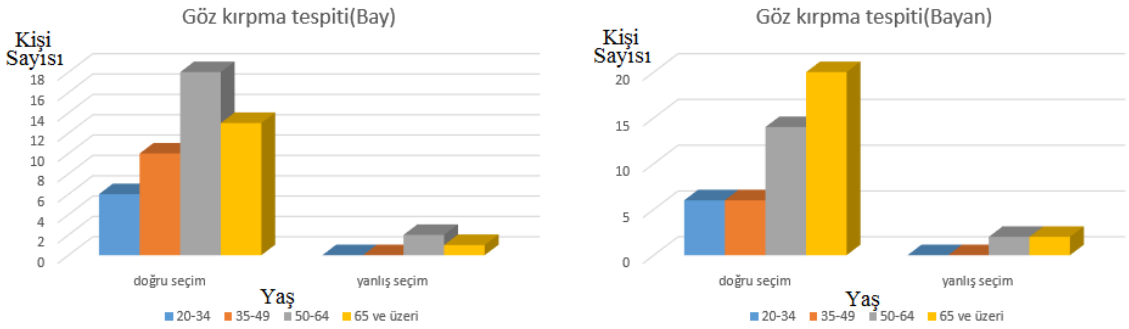
Şekil4.5. Göz bölgesinin tespit oranları

Göz kırpma hareketinin tespitinde kullanılan yöntemde ise başarı oranı 50 ve yukarı yaşa sahip kullanıcılar ile 20-49 yaş aralığına sahip kullanıcılar arasında farklılık göstermiştir. 20-49 yaş aralığına sahip kullanıcılarda bu oran yaklaşık olarak %100 gibi bir değerde iken kullanıcı yaşı 50 ve yukarı olan kullanıcılarda bu oranın yaklaşık olarak %90 değerine düştüğü görülmüştür. Bunun sebebi ise göz kapağı düşüklüğü adı verilen ve yaşa bağlı gelişen bir rahatsızlıktan kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Göz kapağı düşüklüğünün genellikle birçok nedeni olmaktadır. Pitoz olarak da adlandırılan bu durum göz kapağında bir ödem oluşumu, göz kapağında oluşabilecek iltihabi bir durum, göz kapağının tamamına yakında veya belirli bir kısmında oluşabilecek bir tümöral durum gibi seçeneklere bağlı olarak gelişebilmektedir. Tez çalışmasının deneysel araştırmaları sonucu yaşı ilerlemiş kullanıcılarda oluşan göz kıpma algılama oran düşüklüğü bu durumun yaşa bağlı olarak değerlendirilmesini sağlamıştır. Deneye katılan ve göz kapağı düşüklüğü rahatsızlığına sahip olmayan kişi

sayısındaki artışın da göz kırpma algılama oranında gözle görülür bir artış sağlayacağı düşünülmektedir.

Göz kırpma algılanmasına ait deney grafiği bayan ve bay kullanıcılar için şekil 4.6' da gösterilmiştir.



Şekil4.6. Göz kırpma algılanmasının tespit oranları

Tez araştırmasına konu olan ALS hastalarının, hastalığın son evresinde çok yüksek bir oranda hareket kaybı yaşadığı bilinmektedir. Yüz kısmında mevcut olan kasların büyük bir kısmı da bu duruma maruz kalmaktadır. Daha net bir ifadeyle ileri evre ALS hastalarında göz kapağının hareketi dışında yüz kaslarının büyük bir çoğunluğu işlevini kaybetmektedir. Tez çalışmasının deneysel araştırmaları sonucu bu tarz hastalarda ve geçici süre hareket kabiliyetini kaybetmiş hastalarda göz kapağı düşüklüğü rahatsızlığı bulunmuyor ise geliştirilen makine görme yazılımının %100'e yakın bir başarı oranı ile çalışacağı ortaya çıkmaktadır.

5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

İleri evre ALS hastaları, hastalığın son evresinde yatağa bağımlı ve hareketsiz bir yaşam sürdürmektedirler. Hastaların bu konumda iken temel ihtiyaçlarının giderilmesi veya acil durum oluşmasında insanlarla iletişim kurması çok büyük bir sorun teşkil etmektedir. Aynı durum geçirilmiş kısa süreli bir rahatsızlık sonucu belirli bir süre yatağa bağımlı yaşayan bireylerin de ortak bir sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu konuma sahip olan hastalarda iletişim aracı olarak kullanılacak tek organ gözler olacaktır. Göz hareketlerinin görüntü işleme teknikleriyle yazılımsal olarak veya electrooculogram yöntemi denilen, göz kaslarına yerleştirilen bir elektrot yardımıyla elektriksel sinyal elde etme yoluyla komut haline dönüştürüldüğü yapılar kullanılmaktadır. Bu iki yöntem içerisinde görüntü işleme tekniği hastanın rahatını bozabilecek yapıların kullanılmaması ve daha hızlı sonuç vermesi adına son yıllarda en sık kullanılan yöntemlerden biri olmuştur.

Bu tez projesinde hasta göz kırpma hareketleri görüntü işleme teknikleriyle işlenmiş ve hastanın verdiği istemli göz kırpma hareketleri bir komut haline dönüştürülerek bir yatak prototipinin ve ona bağlı bir çağrı sisteminin kontrolü sağlanmıştır.

Kamera yardımıyla alınan hasta görüntüsü üzerinde OpenCV görme-görü kütüphanesi içeresinde mevcut olan haar öznitelik sınıflandırıcı algoritmaları yardımıyla kullanıcı baş kısmı bulunmuştur. Baş kısmı bulunan kullanıcının daha sonra göz kısmı bulunmuştur. Hough dönüşüm işlemi uygulanarak göz kısmının yapısı geometrik olarak belirlenmiştir. Şekil yordamlayıcısı kullanımı ile de gözlerin bir en boy oranlaması belirlenip göz kırpma tespiti gerçekleştirilmiştir. Kullanıcı arayüz programının geliştirilmesi için Python programı kullanılmıştır.

Sistemin genel anlamda çalışma prensibi, göz kırpma hareketlerinin bir komut haline dönüştürülerek bir hasta yatağının baş, bel ve ayak kısımları kontrol etmektir. Ayrıca acil durumlarda yatağa bağlı bir çağrı sistemini devreye almaktır.

Tez çalışmasının test aşamasına 20-34 yaş aralığı, 35-49 yaş aralığı, 50-64 yaş aralığı ve 65 üzeri yaş aralığına sahip toplam 100 kişilik dört grup bay ve bayan katılımcı katılmıştır. Tez çalışması yazılımının yüz bölgesi ve göz bölgesi tespit oranı hem bay hem de bayan kullanıcılar için %100 olarak bulunmuştur. Tez yazılımın göz

kırpma algılaması bay ve bayan katılımcı gruplarında ilk iki grupta %100 olarak bulunurken diğer iki grupta yaş ilerlemesine bağlı göz kapağı düşüklüğü nedeniyle yaklaşık %90 olarak bulunmuştur. Deneye katılan kullanıcıların gözlük kullanımında yazılımının sorunsuz çalıştığı görülmüştür.

5.2 Öneriler

Gerçek zamanlı görüntü analizi yüksek performansa sahip sistemlere ihtiyaç duymaktadır. Kamerada elde edilen görüntünün analiz edilme sıklığı yazılımın çok yoğun bir çalışma yapısı içerisinde olduğunu ifade etmektedir. Görüntü işleme gibi karmaşık algoritmaya sahip işlemlerde FPGA tabanlı işlemcilerin kullanılması hem programın çalışma hızını artırabilir hem de daha kesin sonuçların elde edilmesinde etkili olabilir.

Tez çalışması görüntü işleme yöntemiyle göz kırpma işlemini komut haline getirip hasta yatağı kontrolü amaçlanmıştır. Aynı yapı mobil bir sandalye kontrolünde, hasta psikolojisini destekleyici uygulamaların kullanımında ve hastanın oda perdesinin kontrolü, klima kontrolü, oda aydınlatma kontrolü gibi bazı kişisel ihtiyaçların gidermesinde kullanılabilir. Ayrıca çağrı sisteminin içeriği kimsenin ulaşamayacağı bir durumda 112 acil servis hattına acil sinyal yardımı bırakabilecek bir yapının da eklenmesi sağlanabilir.

Sistem geçici bir süre yatağa bağlı kalacak olan hastaların kullanımına özel olarak göz hareketlerinin dışında hastaların yüz hareketlerini, mimiklerini işleyebilecek bir yapıya dönüştürülebilir.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Aziz KAĞITCI
Uyruğu : TC
Doğum Yeri ve Tarihi : KONYA - 1977
Telefon : 0532 523 48 75
e-mail : azizkgt@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Meram Endüstri Meslek Lisesi,Konya	1994
Üniversite	:	Gazi Üniversitesi Elektrik Öğretmenliği,Ankara	1999

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
1999-	Milli Eğitim Bakanlığı	Öğretmen

KAYNAKLAR

Acıbadem, 2018, Demans Evreleri ve Demans Belirtileri, https://www.acibademmobil.com.tr/demans-evreleri/: [01.12.2018,12:25].

Açık, F., 2015, Arduino İle Pong Oyunu, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü*.

Ayudhya, C. D. N. ve Srinark, T., 2009, A method for real-time eye blink detection and its application, *6th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE)*.

Bahar, S. ve Aktin, E., 2009, KRANYAL SİNİRLER,Kısa Anatomo-Fizyoloji, Muayene ve Bozuklukları, http://www.itfnoroloji.org/semi2/cranial.htm: [01.01.2019,19:36].

Brandt, T., Stemmer, R. ve Rakotonirainy, A., 2004, Affordable visual driver monitoring system for fatigue and monotony, *Systems, Man and Cybernetics, 2004 IEEE International Conference on*, 6451-6456.

Cayiroglu, I., 2012, Karabük Üniversitesi,Mekatronik Mühendisliği, Görüntü işleme ders notları, http://www.ibrahimcayiroglu.com/: [12.12.2018,01:12].

Chau, M. ve Betke, M., 2005, Real time eye tracking and blink detection with usb cameras, *Boston University Computer Science Department*.

Chen, Q., Georganas, N. D. ve Petriu, E. M., 2007, Real-time vision-based hand gesture recognition using haar-like features, *2007 IEEE instrumentation & measurement technology conference IMTC 2007*, 1-6.

Corno, F., Farinetti, L. ve Signorile, I., 2002, A cost-effective solution for eye-gaze assistive technology, *Multimedia and Expo, 2002. ICME'02. Proceedings. 2002 IEEE International Conference on*, 433-436.

Crisman, E. E., Loomis, A., Shaw, R. ve Laszewski, Z., 1991, Using the eye wink control interface to control a powered wheelchair, *Engineering in Medicine and Biology Society, 1991. Vol. 13: 1991., Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE*, 1821-1822.

Erişti, E., 2010, Görüntü İşlemede Yeni Bir Soluk, OPENCV, *Muğla Üniversitesi XII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*.

Fisher, R., Perkins, S., Walker, A. ve Wolfart, E., 2003, Image Processing Operator Worksheets, *The HIPR Copyright*.

Gökmen, M., Kurt, B., Kahraman, F. ve Çapar, A., 2007, Çok Amaçlı Gürbüz Yüz Tanıma, *İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul*.

Grauman, K., Betke, M., Gips, J. ve Bradski, G. R., 2001, Communication via eye blinks-detection and duration analysis in real time, *Computer Vision and Pattern Recognition, 2001. CVPR 2001. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on*, I-I.

Hansen, D. W., Hansen, J. P., Nielsen, M., Johansen, A. S. ve Stegmann, M. B., 2002, Eye typing using Markov and active appearance models, *Applications of computer vision, 2002.(wacv 2002). proceedings. sixth ieee workshop on*, 132-136.

Ince, I. F. ve Yang, T.-C., 2009, A new low-cost eye tracking and blink detection approach: Extracting eye features with blob extraction, *International Conference on Intelligent Computing*, 526-533.

Karabudak, R., 2014. Parkinson Hastalığı. Erişim Adresi, http://www.noroloji.org.tr/TNDData/Uploads/files/parkinson%20hastal%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf.:[12.10.2018,21:59]

Kim, J., Lee, E. C. ve Lim, J. S., 2011, A new objective visual fatigue measurement system by using a remote infrared camera, *Computer Science and Software Engineering (JCSSE), 2011 Eighth International Joint Conference on*, 182-186.

Krolak, A. ve Strumillo, P., 2008, Vision-based eye blink monitoring system for human-computer interfacing, *Human System Interactions, 2008 Conference on*, 994-998.

Li, S. Z. ve Zhang, Z., 2004, Floatboost learning and statistical face detection, *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 26 (9), 1112-1123.

MEB, 2012, Sinir Sistemi Modülü. Ankara.

Nakajima, N., 2009, Short-range wireless network and wearable bio-sensors for healthcare applications, *Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies, 2009. ISABEL 2009. 2nd International Symposium on*, 1-6.

OpenCV Team, 2019, openCV, https://opencv.org/: [10.12.2018,11:15].

Özüntürk, E., 2007, Optik akış ile hareket tespiti.

Özyurt, O., 2012, Hareketsiz hastalar için gerçek zamanlı göz kırpma iletişim sistemi tasarımı ve uygulaması, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Python, 2001-2019, Python Software Foundation, https://www.python.org/: [11.10.2018,15:52].

Robotiksistem.com, 2019, Arduino nedir?, http://www.robotiksistem.com/arduino_nedir_arduino_ozellikleri.html: [12.12.2018,14:50].

Rosebrock, A., 2017, Eye blink detection with OpenCV, Python, and dlib, https://www.pyimagesearch.com/2017/04/24/eye-blink-detection-opencv-python-dlib/:[21.11.2018,13:03].

Safran, M. ve Öktem, R., 2007, Hızlı Hough Dönüşümü Yaklaşıklığı ve Çubuk Kod Tespitine Uygulanması, *SIU 2007*.

Septanto, H., Prihatmanto, A. S. ve Indrayanto, A., 2009, A computer cursor controlled by eye movements and voluntary eye winks using a single channel EOG, *Electrical Engineering and Informatics, 2009. ICEEI'09. International Conference on*, 117-120.

Soukupová, T. ve Cech, J., 2016, Eye Blink Detection Using Facial Landmarks, *21st Computer Vision Winter Workshop, Rimske Toplice, Slovenia*.

Su, M., Yeh, C., Lin, S., Wang, P. ve Hou, S., 2008, An implementation of an eye-blink-based communication aid for people with severe disabilities, *Audio, Language and Image Processing, 2008. ICALIP 2008. International Conference on*, 351-356.

Şeker, S., E,, 2008, SVM(Destekçi Vektör Makinesi), http://bilgisayarkavramlari.sadievrenseker.com/2008/12/01/svm-support-vector-machine-destekci-vektor-makinesi/: [12.01.2019,20:50].

Taylor, S. A., 1998, CCD and CMOS imaging array technologies: technology review, *Xerox Research Centre Europe*.

Temiz, M. S. ve Külür, S., 2011, Video Görüntülerinin Kaçış Noktaları yardımıyla Retrifikasyonu, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı Ankara*.

Türk Nöroloji Derneği 2018, Amiyotrofik Lateral Sklerozda Tedavi, https://www.noroloji.org.tr/menu/99/amiyotrofik-lateral-sklerozda-tedavi: [12.08.2018,20:14].

Uzer, M. S., 2008, Görme tabanlı mobil robotun farklı renklerde nesneleri takibi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Wei-Gang, C., Huang, C.-L. ve Hwang, W.-L., 2007, An Automatic Eye Wink Interpretation System for the Disable, *Multimedia and Expo, 2007 IEEE International Conference on*, 979-982.

Yamada, M. ve Fukuda, T., 1987, Eye word processor (EWP) and peripheral controller for the ALS patient, *IEE Proceedings A-Physical Science, Measurement and Instrumentation, Management and Education-Reviews*, 134 (4), 328-330.

Yaman, A., 2016, Python ile Arduino Haberleşmesi, https://www.python.tc/python-ile-arduino-haberlesmesi/: [10.07.2018,19:25].

Yang, G. ve Huang, T. S., 1994, Human face detection in a complex background, *Pattern recognition*, 27 (1), 53-63.

Zheng, X., Li, X., Liu, J., Chen, W. ve Hao, Y., 2009, A portable wireless eye movement-controlled human-computer interface for the disabled, *Complex Medical Engineering, 2009. CME. ICME International Conference on*, 1-5.