

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

PROJE KATEGORİSİ: Engelli Dostu

PROJE ADI: Fiziksel Engelli Bireyler için Göz Hareketleri ile Kontrol Edilebilen Bir Tekerlekli Sandalye Modeli

TAKIM ADI: OEL-TECH

Başvuru ID: 51388

TAKIM SEVİYESİ: Lise

İçindekiler**Sayfa No**

1. Proje Özeti (Proje Tanımı).....	3
2. Problem/Sorun.....	3
3. Çözüm.....	4
4. Yöntem.....	5
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü.....	7
6. Uygulanabilirlik.....	8
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması.....	8
8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar).....	9
9. Riskler.....	9
10. Kaynakça.....	9



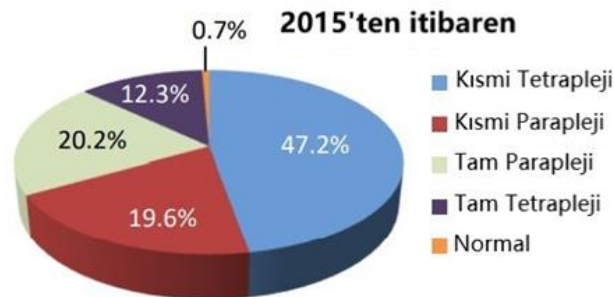
TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Dünya çapındaki hastalık vakalarının, milyonda yaklaşık 40-80 tanesinin omurilik hastalıklarından oluştuğu belirlenmiştir (Dünya Sağlık Örgütü, 2013). Tetrapleji, bireyin tüm motor fonksiyonlarını kaybetmesine yol açan bir omurilik felci türüdür (Beyazova, ve Kutsal, 2000). Bu hastalığa sahip bireyler; doğuştan ya da sonradan meydana gelen sağlık problemleri nedeniyle, hayatlarını büyük engeller ile karşı karşıya kalarak geçirmektedirler. Hasta bireyler, kişisel isteklerini başkalarına aktaramamakta ve hayatlarını bir başkasına muhtaç olarak sürdürmektedirler. Piyasada; fiziksel engelli bireylerin toplumsal hayata uyum sağlayabilmesi için, farklı türlerde tekerlekli sandalye modelleri bulunmaktadır (Tiyek, Eryiğit ve Baş, 2016). Bunun aksine, günümüzde yaygın olan bu tekerlekli sandalyelerin büyük çoğunluğu; tetrapleji türü felce sahip bireylere hitap etmemektedir. Proje kapsamında, mevcut olan tekerlekli sandalyelerdeki bu eksiklik tanımlanmış ve ihtiyaç analizi oluşturulmuştur. Çözüm hipotezleri; ulaşılabilirlik, maliyet ve hayata geçirilebilirlik açısından tartışılarak mevcut çözümlere inovatif bir bakış açısıyla değerlendirilmiştir. Yapılan projede, hasta bireylerin fonksiyonel performansları değerlendirilerek göz hareketleri ile kontrol edilen bir tekerlekli sandalye sistemi geliştirilmiştir. Gözlük modelinin üstüne kızılötesi sensörler ve açık kaynak kodlu bir elektronik programlama kartı yerleştirilerek göz hareketlerinin takibi sağlanmıştır. Tekerlekli sandalye prototipinin hareketi için kızılötesi sensörlerden alınan analog verileri işleyecek ve DC motorların yönlendirilmesini sağlayacak bir algoritma oluşturulmuştur. Geliştirilen özgün yazılım belirlenen ölçütlere göre test edilmiştir ve başarılı bulunmuştur. Yapılan çalışmanın, fiziksel engelli bireylerin farklı özellikleri dikkate alınarak onların hayat standartlarını yükseltecek çalışmalar yapılmasına farkındalık getireceği ve bu alanlarda yapılacak çalışmaların önünü açacağı düşünülmektedir.

2. Problem/Sorun

Felç (Pleji); vücudun bir tarafında ya da yüz, kol, bacak kısımlarında ortaya çıkan güç kaybı hastalığına verilen isimdir (Louis, vd. 2020:13). “Tetrapleji”, boyun omurlarında gerçekleşen hasar sonucu boyundan aşağısının tam felç olması hâlidir. Bu hastalık dolayısıyla kişiler; kol ve bacaklarını oynatamamakta, hareket ettirememekte, duyu ve reflekslerini kullanamamaktadırlar (Beyazova, vd. 2016:3). Dünya Sağlık Örgütü tarafından 2013’te milyonda 40-80 hasta vakasının omurilik hastalıkları olduğu tespit edilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri’nde yapılmış olan araştırmada; omurilik hastalıklarının %12.3’ünü, “tetrapleji”nin oluşturduğu tespit edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Amerika Birleşik Devletleri Omurilik Hastalıkları Dağılımları

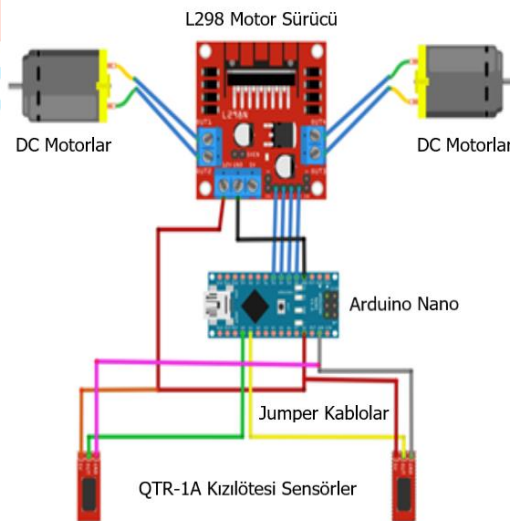
Hastalık, bireyin fiziksel fonksiyonlarını kaybetmesine neden olmaktadır. Bu durum bireyin; günlük faaliyetlerini, sosyal rollerini, fonksiyonel performanslarını ve genel hayat standartlarını büyük ölçüde kısıtlamaktadır (Akyürek, 2011). Bireyin tüm motor fonksiyonlarını kaybetmesi, onları en temel faaliyetlerinde bile bir başka kişiye bağımlı tutmaktadır.

Piyasada bulunan tekerlekli sandalyelerin, yürüme ve hareket etme yetisini kaybetmiş olan felçli bireylere yönelik çeşitli modelleri bulunmaktadır. Bahsi geçen bu tekerlekli sandalyeler, motor becerilerini tamamen kaybetmiş bireylerin ihtiyaçlarını karşılama noktasında son derece yetersiz kalmaktadır. Tetrapleji tipi felç geçiren bireylerin kendi başlarına hareket etmelerini sağlayan tekerlekli sandalye modellerinin ise oldukça az olduğu görülmektedir. Genellikle bu tip tekerlekli sandalyelerin kişiye özgü ve yüksek maliyetli donanımlar ile üretildiği göz önüne alındığında engelli bireylerin bu tekerlekli sandalyelere ulaşımının güç olduğu gerçeği, bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.

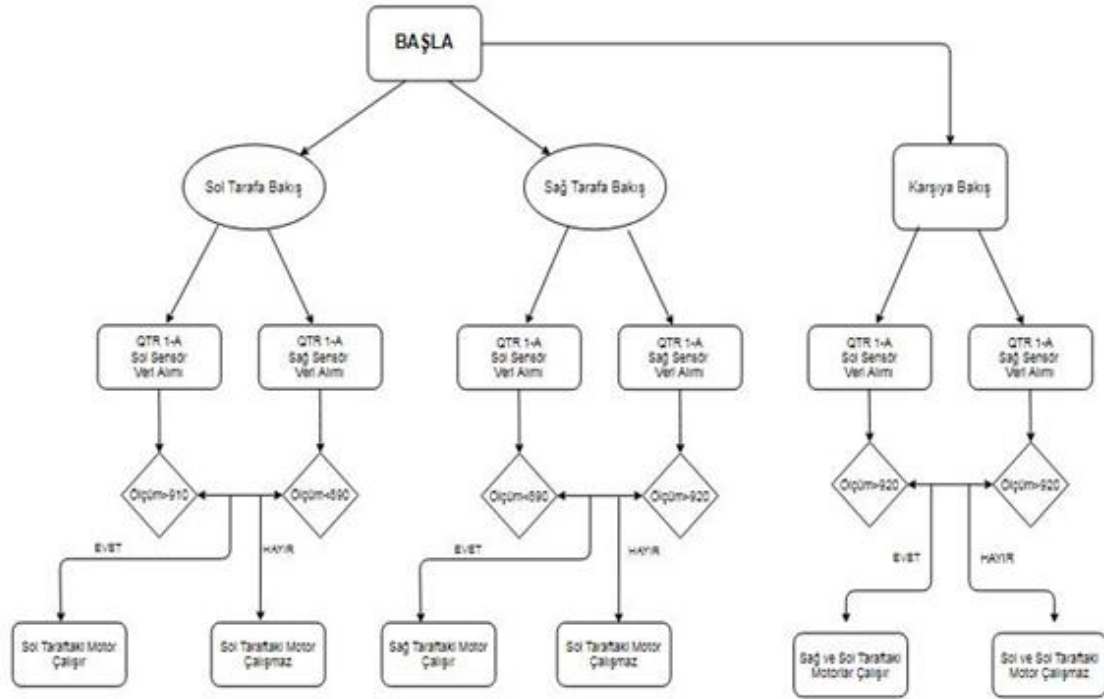
Yaşanan teknolojik gelişmelerle birlikte, engelli birey sayısında da artış görülmektedir (Dünya Sağlık Örgütü, 2019). Engelli birey sayısının artması, toplumlarda daha az rastlanan fiziksel engellilik çeşitlerine sahip bireylerin artmasını beraberinde getirmektedir. Özel durumlara sahip bireylerin artması, bu bireylere yönelik özel çalışmaların yapılması gerekliliğini öne çıkarmaktadır.

3. Çözüm

Projenin odak noktası, motor kabiliyetlerinden yoksun felçli bireylerin hareket kontrolü sağlayabilecekleri özgür bir tekerlekli sandalye modeli geliştirmektir. Yapılan projede fiziksel engelli bireylerin yaşam kalitelerinin yükseltilmesi ve bireylerin toplumsal hayata kazandırılması öncelikli hedefimiz olmuştur. Geliştirilen tekerlekli sandalye sistemi ile bireylerin hareket probleminin minimize edilmesi, sosyal yaşama uyumunun kolaylaştırılması ve ilgili alanda bir farkındalık oluşturulması amaçlanmaktadır. Projede; literatürde mevcut olan diğer çalışmaların yüksek maliyet, yoğun donanımsal ve altyapısal sistemlerine alternatif seçenekler oluşturularak hayatını zorluklarla geçiren fiziksel engelli bireylerin benzer teknolojilere olan ulaşılmazlık sorununa çözüm üretilmektedir.



Şekil 2. Gözlük Modelinin ve Tekerlekli Sandalyenin Devre Şeması



Şekil 3. Sistem Akış Şeması

4. Yöntem

Yapılan çalışmada ilk olarak mevcut problemler ışığında çözüm önerileri oluşturulmuştur. Çözüm önerilerinin uygulanabilirlik ve özgünlük değerlendirmesinin yapılabilmesi, gerekli bilgilerin toplanması ve donanım tespiti için literatür taraması yapılmıştır. Sistem mantığının geliştirilmesi için akış şemaları çıkartılmıştır. Proje iki aşamadan oluşmakta olup ilk aşamada göz hareketlerini algılayabilmek amacıyla bir gözlük modeli geliştirilmiştir. İkinci aşamada ise göz hareketlerine bağlı olarak hareket edebilen bir tekerlekli sandalye prototipi yapılmıştır. Projede göz hareketlerinin takip edilebilmesi için görüntü işleme teknolojilerinin yerine, genellikle şerit takibinde kullanılan QTR-1A kızılötesi sensörler kullanılmıştır. Böylelikle bu sensörlerin günlük hayatta farklı bir amaçla da kullanılabilirliği düşünülmüştür. Sensörlerden alınan analog verilerin işlenmesi ve algoritmaya bağlı tekerlekli sandalye hareketini sağlayabilmesi için Arduino Nano mikrodenetleyicisi tercih edilmiştir. Sistem gereksinimleri analiz edilerek bir algoritma geliştirilmiştir (Şekil 4) ve prototipin entegrasyon işlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 5).

```

qtr_la $
int sol=A0;
int sag=A1;
int degersol =0;
int degersag =0;
int solmotor1 = 2;
int solmotor2 = 3;
int sagmotor1= 4;
int sagmotor2 = 5;

void setup(){
  Serial.begin(9600);
  // QTR Sensör Bölümü
  |
  pinMode(sol,INPUT);
  pinMode(sag,INPUT);

  //MOTOR BÖLÜMÜ
  pinMode(solmotor1, OUTPUT);
  pinMode(solmotor2, OUTPUT);
  pinMode(sagmotor1, OUTPUT);
  pinMode(sagmotor2, OUTPUT);
}

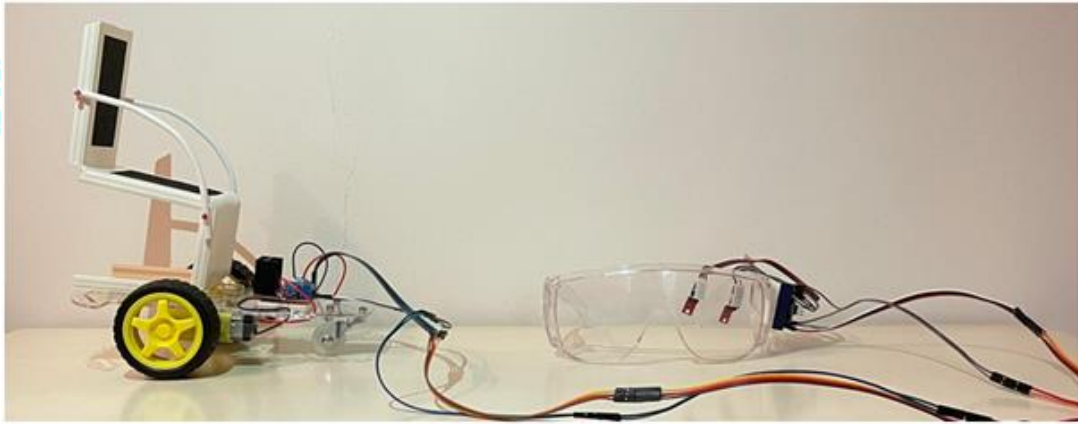
qtr_la $
void loop(){
  degersol=analogRead(sol);
  degersag=analogRead(sag);

  if(analogRead(sol)<900){
    digitalWrite(sagmotor1, HIGH);
    digitalWrite(sagmotor2, LOW);
  }

  else {
    digitalWrite(sagmotor1, LOW);
    digitalWrite(sagmotor2, LOW);
  }
  if(analogRead(sag)<905){
    digitalWrite(solmotor1, HIGH);
    digitalWrite(solmotor2, LOW);
  }
  else {
    digitalWrite(solmotor1, LOW);
    digitalWrite(solmotor2, LOW);
  }
}

```

Şekil 4. Gözlük Modelinin ve Tekerlekli Sandalye Prototipinin Çalışması İçin Geliştirilen Kodlar



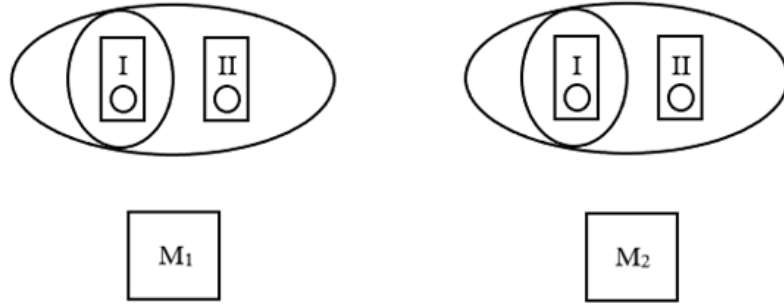
Şekil 5. Gözlük Modelinin ve Tekerlekli Sandalye Prototipinin Genel Görünümü

Tekerlekli sandalye prototipinin yapımında; 6 voltluk 250 rpm DC motorlar, voltaj regülatörü olan L298 motor sürücüsü ve jumper kablolar kullanılmıştır. DC motorlar, prototipin tekerleklerinin yan tarafına yerleştirilmiştir. L298 motor sürücü, sandalye prototipinin önünde bulunmaktadır. DC motorları ve motor sürücüsünü birbirine bağlamak ve tekerlekli sandalye prototipini çalıştırmak amacıyla bağlantılar jumper kablolar ile gerçekleştirilmiştir. Projede kullanılan iki adet QTR-1A sensör, gözlük modelinin camına entegre edilmiştir. Sensörlerin arasında bırakılan mesafe, göz irisinin çevresine denk gelecek şekilde ayarlanmıştır. Arduino platformunda geliştirilmiş olan yazılımda, bu veriler standart değer olarak kabul edilmiştir. Gözün hareket etmesiyle beraber sensörler, gözün beyaz kısmını algılayıp eşik değerden düşük analog veriler elde edilmektedir.

Gözlük modelinde bulunan QTR-1A sensörlerinin elde ettikleri değerler, Arduino Nano mikrodenetleyicisine iletilmektedir. Mikrodenetleyiciye aktarılan veriler, tekerlekli sandalye prototipindeki motor sürücüsüne aktarılmaktadır. Motor sürücüsünde algılanan bu değerler, DC motorların ilerleme yönünü belirlemektedir. Yapılan çalışma sonucunda DC

motorların istenilen yönde hareket ettiği görülmektedir.

Bireyin sağa bakma durumu Şekil 6'da gösterilmektedir. Bireyin sağa bakması durumunda II. sensörün elde ettiği analog veriler, yazılımda belirlenmiş standart değerlerden daha düşük olmaktadır. Bu durum, Şekil 6'da M_1 olarak gösterilmiş sağ DC motorun yazılımda "HIGH" komutunu almasını sağlamaktadır. Şekil 6'da M_2 olarak gösterilmiş sol DC motor ise "LOW" komutunu almaktadır. Bu şekilde bireyin sağa bakması durumunda, tekerlekli sandalyenin sağa gitmesi sağlanmaktadır. Bireyin sola bakması durumunda algoritma, aynı şekilde sola hareketi sağlamaktadır.



Şekil 6. Bireyin Sağa Bakması Durumunda Sensörler ve Motorlar

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Yapılan araştırmalarda; fiziksel engelli bireylerin, özel gereksinimlerine uygun tekerlekli sandalyelerin bulunmamasından dolayı kısıtlandıklarını ifade edilmektedir. Literatürde, piyasadaki bu eksikliğin giderilmesi ve özel durumları olan hastaların da ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için yapılan bir takım çalışmalar olduğu görülmektedir. Bilgisayar tabanlı, ayrı bir kamera modülü gerektiren, gelişmiş yazılım ve görüntü işleme programlarından yararlanılmış projelere rastlanılmaktadır. Bahsedilen projelerde; göz takip sistemi modülü ve USB kamera modülü gibi cihazlardan yararlanılarak göz hareketlerinin takibi sağlanmaktadır. Projelerde kullanılan cihazların ek maliyetleri, gelişmiş yazılım ve ücretli görüntü işleme programlarının kullanım zorluğu gibi etkenler değerlendirildiğinde maliyet açısından ulaşılabilirliğinin ve uygulanabilirliğinin zor olduğu görülmektedir. Ayrıca ek cihazlar, fazladan mikrodenetleyiciler, bilgisayar tabanlı işleme programları ve yazılımları gibi unsurların çalışmalara fazladan iş yükü getirdiği gözlemlenmektedir.

Geliştirilen projede; genelde şerit takibinde kullanılan kızılötesi sensörün, günlük hayatta farklı bir alanda kullanılabilirliği düşünülmüştür. Bu şekilde kamera ve görüntü işleme programlarına gerek duyulmadan göz takibinde elde edilen veriler bu sensör tarafından okunabilmektedir. Yapılan çalışmada, Arduino mikrodenetleyicisi kullanılarak düşük güç tüketimi, düşük maliyet ve yüksek performans sağlanmıştır. Ayrıca Arduino mikrodenetleyicisi açık kaynaklı bir kullanım sağlanmıştır, bu da yapılan çalışmaya sonradan farklı özellikler eklenebilme durumunu kolaylaştırmıştır. Göz hareketlerinin takibinin sağlanmasında, QTR-1A sensörler ve Arduino temel alındığından az malzeme kullanımı; çalışmanın erişilebilirliğini öne çıkarmaktadır. Bilgisayara iletim işlemi gerçekleştirilmeden sadece iki unsur kullanılarak yalnız bir devre kurulmuştur. Bu durum

çalışmanın yenilikçi ve özgün yönünü açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

6. Uygulanabilirlik

Yapılmış olan projede tekerlekli sandalye prototipi, Arduino mikrodenetleyicisi ve gözlük modeline entegre edilmiş QTR-1A sensörler bulunmaktadır. Projenin özgün hedefi mevcut çözümlerin mali sorunlarına çözüm üretmek olduğundan, temini kolay ve uygun fiyatlı donanımlar öncelikli olarak tercih edilmiştir. Geliştirilen yazılımda ise açık kaynak kodlu programlama kartı ve kütüphaneleri kullanılmıştır. Yapılan projenin gerçek hayata geçirilmesinde karşılaşılabilecek maddi problemler en aza indirgenmeye çalışılmıştır. Ayrıca projemizde mekanik olarak az parça kullanılmış olması, prototipin seri üretiminde kolaylık sağlayacaktır. Gerçek hayatta kullanımı düşünülen tekerlekli sandalyenin, motor fonksiyonlarından yoksun bireyler için ulaşılabilir bir ticari yönünün olacağı öngörülmektedir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Çalışmanın prototip maliyet analizi Tablo 1’de, zaman çizelgesi Tablo 2’de gösterilmiştir.

Malzemeler	Adet	Fiyat
Arduino Nano	1	27 ₺
QTR-1A Kızılötesi Sensörler	2	38 ₺
DC Motorlar ve Tekerlekler	2	16 ₺
L298 Motor Sürücüsü	1	12 ₺
Prototip Zemini	1	6 ₺
Koruyucu Gözlük	1	8 ₺
Jumper Kablolar	40	2 ₺
Toplam Maliyet		109 ₺

Tablo 1. Prototip Maliyet Analizi

AYLAR (2020-2021)									
İşin Tanımı	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
Literatür Taraması	X	X	X	X					
Gözlük Modelinin Geliştirilmesi			X	X	X				
Tekerlekli Sandalye Prototipinin Yapılması					X	X			
Proje Raporu Yazımı					X	X	X	X	X

Tablo 2. Proje Zaman Çizelgesi

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Omurilik içinde, çevresinde veya omurgada gelişen bir hastalık varsa bu hastalık; omuriliği sıkıştırabilmekte, baskıya uğratabilmekte ya da zedeleyebilmektedir. Omurga tüberkülozu (POTT) ve menenjit gibi enfeksiyonlar da omuriliği deforme edebilmektedir. Bu olaylardan kaynaklı olarak, omurilik felci ortaya çıkabilmektedir. “Tetrapleji”, tıbbi adıyla “kuadripleji”, boyun omurlarında gerçekleşen hasar sonucu ortaya çıkmaktadır. Yapılan projenin hedef kitlesi olarak motor kabiliyetlerinden yoksun olan fiziksel engelli bireyler belirlenmiş olup bireylerin; yaşam kalitelerinin ve kendilerine olan güvenlerinin artırılması, toplumsal hayata kazandırılmaları ve bir başkasına olan bağımlılıklarının azaltılması hedeflenmektedir.

9. Riskler

Yapılan projeye ilişkin riskler belirli parametrelere bağlı olarak Tablo 3’te sunulmuştur. Belirlenen risklere karşı alınabilecek önlemler ve çözüm önerileri aşağıda yer almaktadır.

Olasılık	Şiddet		
	Hafif	Orta	Ciddi
Küçük	(1) Sensörlerin göz hizasının bozulması	(4) Bağlantı problemleri	(6) Eğimli yollarda kullanımı
Orta	(2) Sistemin kullanımında zorlanması	(5) Cihazda oluşabilecek arıza	(7) Sensörlerden doğru veri elde edilmemesi
Yüksek	(3) Cihazın pil ömrü		(8) Ortamdaki ışığın değişken olması

Tablo 3. Risk Analizi Matrisi

- (1) Sensörlerin göz hizasında ve sağlam olma durumu, kullanım öncesinde ve belirli periyotlarla kontrol edilebilir.
- (2) Kullanıcılara sistem kullanımına ilişkin bilgilendirici bir kılavuz hazırlanabilir.
- (3) Daha uzun süre kullanım imkânı sağlayan lityum iyon piller gibi güç kaynakları tercih edilebilir.
- (4) Devredeki bağlantı kablolarının lehimlenmesi yapılabilir.
- (5) Cihazın servis tarafından kontrolü sağlanabilir.
- (6) Hastanın güvenliği açısından cihazın kullanımı, eğimli ve engebeli yollarda, önerilmez.
- (7) Göz hareketlerinin takibinin sağlanabilmesi için yazılımcılar tarafından kızılötesi sensörlerin hassasiyetinin artırılması önerilebilir.
- (8) Sensörlerin doğru veriler alabilmesi için ortamdaki ışığı stabilize edecek bir ışık kaynağı entegre edilebilir.

10. Kaynaklar

Akyürek, G. (2011). Engelli Kişilerin Toplumsal Katılımlarını Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi/Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Beyazova, M., & Kutsal, Y. G. (Eds.). (2016). Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. Güneş Tıp Kitabevleri.

Louis, E. vd. (2020). Merritt Nöroloji. Editörler: Doğu, O. vd. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri.

National Spinal Cord Injury Statistical Center. (2020). Spinal Cord Injury Facts and Figures at a Glance 2020 SCI Data Sheet. Erişim Adresi: <https://www.nscisc.uab.edu/Public/Facts%20and%20Figures%202020.pdf>

Tiyek, R., Eryiğit, B. H., ve Baş, E. (2016). Engellilerin Erişilebilirlik Sorunu ve TSE Standartları Çerçevesinde Bir Araştırma. Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi dergisi, 12(2), 225-261.

World Health Organization. (2013). Spinal Cord Injury. Erişim Adresi: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/spinal-cord-injury>

