



İSKENDERUN TEKNİK

ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**GÖRME ENGELLİLER İÇİN
BRAİLLE ALFABE TEKNİĞİ
KULLANILARAK TASARLANMIŞ
GİYİLEBİLİR OKUMA CİHAZI**

İLKNUR AVŞAR YUTMAZ

**ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

OCAK 2021





**GÖRME ENGELLİLER İÇİN BRAİLLE ALFABE TEKNİĞİ
KULLANILARAK TASARLANMIŞ GIYİLEBİLİR OKUMA CİHAZI**

İlknur AVŞAR YUTMAZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2021

GÖRME ENGELLİLER İÇİN BRAİLLE ALFABE TEKNİĞİ KULLANILARAK
TASARLANMIŞ GİYİLEBİLİR OKUMA CİHAZI
(Yüksek Lisans Tezi)

İlknur AVŞAR YUTMAZ

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2021

ÖZET

Görme engellilerin okuması amacıyla geliştirilen Braille alfabesinin kullanımındaki en önemli zorluklar, özel bir kağıda yazım gerektirmesi, bireyin sabit durmasının gerekmesi ve okuma güçlüğüdür. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, bireylerin uzuvlarına bağlı birçok mekanik sistemin geliştirildiği görülmektedir. Bu çalışmada, Braille alfabesi ile dijital ortamdaki metin okunması için bir sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem ile okuma bireyin göğüs bölgesinden titreşim yoluyla yapılmaktadır. Sabit bir yere bağlı kalmadan okumanın yapıldığı sistemde, metinler bluetooth haberleşme yoluyla aktarılmaktadır. Deneysel çalışmalar sonucu, Braille alfabesini bilen görme engelli bir bireyin çok kısa sürede sistemi kullanabildiği ortaya çıkmıştır. Sistemin başka bir üstün özelliği ise, kişinin herhangi bir uzvunu okuma yapma amacıyla kullanmamasıdır. Ayrıca, geliştirilen sistem bireyin dış görünüşüne olumsuz etkilemeyecek bir şekilde elbise altında kullanılabilir. Hem kullanışlı olması hem de algılamadaki başarısı ile okuma sistemi, engelli bireylerin dijital ortamdaki metinlere ulaşmada oldukça kolaylık sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler : Görme engelli, Braille, mobilite, titreşim ile okuma

Sayfa Adedi : 42

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Murat FURAT

WEARABLE READING DEVICE FOR THE VISUALLY IMPAIRED DESIGNED
USING THE BRILLE ALPHABET TECHNIQUE
(M. Sc. Thesis)

İlknur AVŞAR YUTMAZ

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY
ENGINEERING AND SCIENCE INSTITUTE

January 2021

ABSTRACT

The most important difficulties in using the Braille alphabet, which was developed for the purpose of reading by the visually impaired, are the need for writing on a special paper, the need for the individual to stay still, and the difficulty of reading. When the studies in the literature are examined, it is seen that many mechanical systems connected to the limbs of individuals have been developed. In this study, a system for reading text from digital media using Braille alphabet has been developed. With the developed system, reading is done through vibration from the chest area of the individual. In the system where reading is performed without being bound to a fixed location, the texts are transferred via Bluetooth communication. As a result of experimental studies, it has been revealed that a visually impaired individual who knows the Braille alphabet can use the system in a very short time. Another outstanding feature of the system is that the person does not use any limb for reading. In addition, the developed system can be used under clothing in a way that does not adversely affect the external appearance of the individual. With its usefulness and success in perception, the reading system will make it easier for individuals with disabilities to access texts in digital media.

Key Words : Blind people, Braille, mobility, reading with vibration
Page Number : 42
Supervisor : Assist. Prof. Dr. Murat FURAT

TEŐEKKÖR

Tez alıŐmamın planlanmasında, araŐtırılmasında, yűrűtűlmesinde ve oluŐturulmasında ilgi ve desteęini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrűbelerinden yararlandığım, yűnlendirme ve bilgilendirmeleriyle alıŐmamı bilimsel temeller ıŐıęında Őekillendiren danıŐmanım Dr. Őęr. Ŭyesi Murat FURAT'a, yűksek lisans Őęretim sűresince manevi desteęini eksik etmeyen annem Fatma AVŐAR ve eŐim Gűkhan YUTMAZ'a, tez alıŐmamın deney kısmında yardımcı olan ve desteęini esirgemeyen Ali ŐZGŬN'e sonsuz teŐekkűrlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	3
2.1. Görme Engelli Bireylerin Yön Bulmasına Yardımcı Cihazlar	3
2.1.1. Kinect sensör ve kızılötesi kamera tabanlı yön bulma cihazı.....	3
2.1.2. Mobil iletişim cihazı kullanılarak tasarlanmış navigasyon cihazı.....	4
2.2. Görme Engelli Bireylerin Önündeki Engeli Algılayan Cihazlar	6
2.2.1. Engel algılayan baston sistemi	6
2.2.2. Görsel ortamı parmak ucuyla dokunsal algılama yapan sistem	7
2.2.3. Görme engelliler için yardımcı giysi modeli tanıma cihazı	7
2.3. Okuma Ve Yazma İçin Yardımcı Cihazlar	9
2.3.1. Görme engelli kişilerin, görme veya görme-işitme engelli kişilerle SMS alt sistemi aracılığıyla iletişim kurması için düşük maliyetli bir mikro elektromekanik Braille sistemi	9
2.3.2. Braille giriş çıkışlı elde taşınabilir dokunsal ekran	10

2.3.3. Görme engelliler için slot sensörleri ve titreşim motorları kullanarak düşük maliyetli gerçek zamanlı iletişim kuran Braille eldiveni	10
2.4. Diğer Cihazlar	12
3. PROBLEM TANIMI VE AMAÇ	15
3.1. Braille alfabesi	15
3.2. Braille alfabesinin eğitimi	16
3.2.1. İlk okuma yazma öğretim yöntemleri	18
3.2.2. Etkili okuma yazma eğitimi	18
3.3. Çalışmanın Amacı	19
3.4. Çalışmanın Hedefleri	19
4. MATERYAL VE YÖNTEM	20
4.1. Materyal	20
4.1.1. Braille Modülü	20
4.1.2. Mikroişlemci kart	22
4.1.3. Batarya	23
4.1.4. Bluetooth modül	24
4.1.5. Cep telefonu	25
4.1.6. Katılımcı görme engelli birey	25
4.2. Yöntem	26
4.2.1. Vücut Hassasiyetinin Ölçülmesi	26
4.2.2. Titreşim yönteminin belirlenmesi	27
4.2.3. Deneysel çalışma	30
5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ	37

	Sayfa
KAYNAKLAR.....	38
ÖZGEÇMİŞ.....	41
DİZİN.....	42



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Vücut hassasiyeti çalışmasının başarı sonuçları [36].	27
Çizelge 4.2. Tek tek verilen Resim 4.3. Algı çalışmaları harflerin algılama başarısı.....	32
Çizelge 4.3. İkili ve üçlü harf kombinasyonlu anlamlı kelime algılama başarısı	33
Çizelge 4.4. Dörtlü ve beşli harf kombinasyonlu anlamlı kelime başarısı	35
Çizelge 4.5. İki ve üç kelimeyi anlama başarısı.....	36
Çizelge 4.6. Deneysel çalışmada kullanılan anlamlı cümleler	36

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Kinect sensör ve kızılötesi kamera tabanlı yön bulma cihazı [3]	4
Şekil 2.2. Tasarlana cihaz ile yapılan deneysel çalışma [3].....	4
Şekil 2.3. Giyilebilir sensörler (1) RGB-D sensor, ataletsel ölçüm birimi (IMU) ve (3) vibro-dokunsal aygıt [5]	6
Şekil 2.4. Engel algılayan baston sistemi [6]	6
Şekil 2.5. Görsel ortamı parmak ucuyla dokunsal algılama yapan sistem [7].....	7
Şekil 2.6. Görme engelliler için yardımcı giysi modeli tanıma cihazı [13].....	8
Şekil 2.7. Mikro elektromekanik Braille sistemi [27].....	9
Şekil 2.8. Braille giriş çıkışlı elde taşınabilir dokunsal ekran [20].....	10
Şekil 2.9. Görme engelliler için slot sensörleri ve titreşim motorları kullanarak düşük maliyetli gerçek zamanlı iletişim kuran Braille eldiveni [22].....	12
Şekil 2.10. Tasarlanan sistem [15].....	13
Şekil 3.1. Geliştirilmesi amaçlanan sistemin özellikleri.....	15
Şekil 3.2. Braille alfabesi harf ve noktalama dizilimi.....	17
Şekil 4.1. Braille titreşim modülü.....	21
Şekil 4.2. Titreşim motoru	21
Şekil 4.3. Arduino kart.....	22
Şekil 4.4. Arduino kart ile titreşim motorlarının bağlantısı	23
Şekil 4.5. Kullanılan batarya.....	23
Şekil 4.6. Bluetooth modül	24
Şekil 4.7. Cep telefonu.....	25
Şekil 4.8. Aynı anda titreştirme (A,B,J,K harfleri için).....	28
Şekil 4.9. Aynı anda titreştirme için yazılım kodları (A,B,J,K harfleri için).....	28

Şekil	Sayfa
Şekil 4.10. Aralıklı titreştirme (J harfi için).....	29
Şekil 4.11. Aralıklı titreştirme için yazılım kodları (A,B,J,K harfleri için).....	30



RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 4.1. Kollar üzerinde Braille modülleri.....	26
Resim 4.2. Vücutun göğüs bölgesinde ve sırt bölgesinde Braille modülleri	27
Resim 4.3. Algı çalışmaları.....	29
Resim 4.4. Birinci aşama çalışmaları.....	31
Resim 4.5. İkinci aşama çalışmaları	33
Resim 4.6. Üçüncü aşama çalışması	34

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
GPS	Global Positioning System (Küresel Konumlandırma Sistemi)
SLAM	Sensors with localization and mapping (Yerelleştirme ve haritalama sensörleri)
RFID	Radio Frequency Identification (Radyo Frekanslı Tanımla)
RGB-D	Renk algılayıcı sensör
IMU	Ataletsel ölçüm birimi
DC	Direct Current (Doğru akım)
ASCII	American Standard Code for Information Interchange (Amerikan Standart Kodlama Sistemi)
GUI	Graphical User Interface (Grafiksel Kullanıcı Arayüzü)
RF	Radio frequency (Radyo Frekansı)

1. GİRİŞ

Her canlı dünyaya geldikten sonra rahat ve kolay bir yaşam sürmeyi hak eder. Bazen dünyaya gelirken veya yaşamı sürerken bazı olumsuzluklar yaşayabilir ve hayatımızı devam ettirmek için gerekli olan uzuvlarımızı kaybedebiliriz. Bu durum her canlının yaşayabileceği olumsuzluklar arasındadır. Önemli olan, elimizdeki bütün imkânları kullanarak bu olumsuzlukları tam olarak ortadan kaldıramıyorsak, hayatımıza etkisini en aza indirecek çeşitli materyalleri araştırmayı ve kullanmayı iyi bilmektir.

Engelli bireylerin, engelleri ile birlikte daha kolay yaşam sürmelerini sağlamak için çeşitli yardımcı cihazlara ihtiyaç duyulmaktadır. Buna örnek olarak, duyma yetisini kaybetmiş bir birey için duyabilmesini sağlayacak, görme yetisini kaybetmiş bir birey için etrafındaki cisimleri algılayacak veya sosyal hayatında kullanabileceği cihazlar olmasının gerektiği verilebilir.

Görme engelli bireylerin sosyal yaşamdaki karşılaştığı sorunları ele alındığında, birçok alanda ciddi gelişmeler yaşadığı günümüz şartlarında, görme engelli kişilerin yeteri kadar teknolojiden faydalanmayıp, mobilitelerinin kısıtlı olması sebebiyle sosyal ortamdan uzak kalmaları büyük sorun teşkil etmektedir. Bunun yanı sıra, görme engelli bireylerin kullanacağı ve kültürel gelişimine katkıda bulunabilecek nitelikte materyallerin (kitap, dergi, gazete v.b) kısıtlı olması, üretilen materyallerin kullanılan alfabe tekniği nedeniyle ulaşılmasının zor olması veya maliyetinin yüksek olması sorun olmaktadır. Bu konu ile ilgili olarak geçmişten günümüze kadar yapılan çalışmalara baktığımızda güncel teknolojilerin, engellilerin hayatını kolaylaştırmak amacıyla farklı yöntemlerle kullanıldığını literatürde görmekteyiz [1].

Çalışmaya konu olan görme engelliler için geliştirilen yardımcı cihazların yapımında kullanılan malzemeler, amacına göre farklılık göstermektedir. Buna örnek olarak, görme engelli kişilerin önündeki engelleri tespit etmesini kolaylaştırmak amacıyla kamera veya çeşitli sensörler kullanılarak yapılan yardımcı cihazlar literatürde mevcuttur [2-12].

Bununla beraber, gideceği güzergahı GPS ile tespit edip engelli kişiyi yönlendiren sistemler de geliştirilmiştir [13, 14]. Kişilerin sosyal hayatları düşünüldüğünde temel ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli yetenekleri sağlayacak renk tanıma, fiyat okuma,

boyutu ve uzaklığını algılama gibi özellikleri olan cihazlar da gelişen teknolojiye paralel olarak yapılmaktadır [9, 10, 14].

Yine yapılan çalışmalara bakıldığında görme engelli bireylerin hareket alanını genişletmek amacıyla mobil olarak kullanabileceği, ses ve görüntü geri dönüşü olan çeşitli aparatlar geliştirilmiştir [15, 16].

Yukarıda belirtilen amaç için elde taşınabilir ve karşıdaki engeli tespit edebilecek yardımcı cihazların bulunması, görme engelli kişi için önündeki engeli tespit edebilmesi açısından yararlıdır [7, 9, 11, 17]. Fakat bu çalışmaların dezavantajı olarak (görme engeli bulunan bir kişinin diğer uzuvlarının serbest olması gerektiğinden) elde taşınabilir olması gösterilebilir.

Görme engelli bireylere okuma yaptırılması konusunda yapılan çalışmalarda Braille alfabesi kullanılmıştır ve dokunmaya dayalı kabarcık okutma yöntemi çeşitli teknolojik aletlerle adapte edilerek uyarlanmıştır.

Ayrıca, görme engelli olmasının getirdiği okuma zorluğunu yenmek amacıyla bilinen Braille alfabesinin farklı yöntemlerle kolaylaştırıldığı sistemler de mevcuttur [18-27]. Bu sistemler kullanılmasının karmaşık olması, kişinin her ortamda rahatlıkla kullanamaması açısından eksikliklere sahiptir.

Görme engelli bireylerin hayatlarını kolaylaştırmak için yapılmış bu çalışmaların detaylı incelemesi Bölüm 2'de verilmiştir. 3. Bölümde, görme engellilerin daha kolay okuması için gelişen teknolojinin getirdiği problemler ve çözüm önerisi verilmiştir. Geliştirilen sistemin gereksinimleri ve uygulanan yöntem 4. Bölümde anlatılmıştır. Son bölümde değerlendirme ve sonuç verilmiştir.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Görme engelli bireylerin sosyal yaşamda kullanılmaları için geliştirilen birçok farklı yapıdaki cihaz literatürde mevcuttur. Bu cihazlar, görme engeli bulunan bireylerin yaşamlarını hedeflenen bir amacı kolaylaştırmak için çeşitli tasarımlarda yapılmıştır. Bu tasarımlar, kullanılan materyallerin özelliklerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- Görme engelli bireylerin yön bulmasına yardımcı cihazlar,
- Görme engelli bireylerin önündeki engeli algılayan cihazlar,
- Okuma ve yazma için yardımcı cihazlar,
- Diğer yardımcı cihazlar.

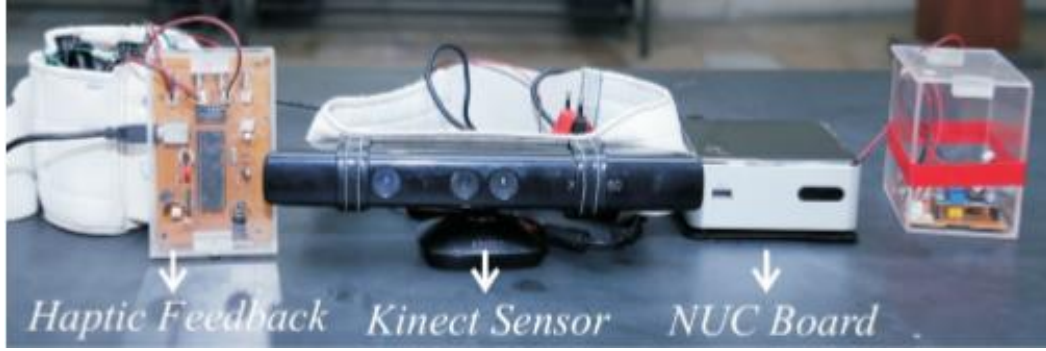
2.1. Görme Engelli Bireylerin Yön Bulmasına Yardımcı Cihazlar

Görme engelli bireylerin dış ortamda karşılaştıkları en önemli sorunlardan biri yönlerini bulamamaktır. Bu amaçla yapılan çalışmalar, çeşitli kamera ve sensör tabanlı dış ortam bilgisinin görme engelli bireye aktarımını amaçlamaktadır.

2.1.1. Kinect sensör ve kızılötesi kamera tabanlı yön bulma cihazı

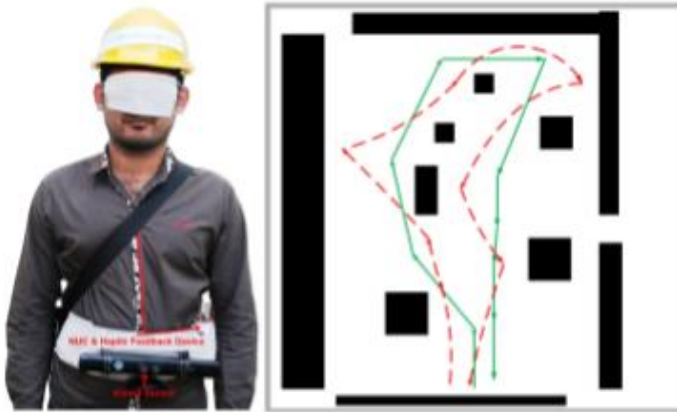
Görme engelli bireylerin yön bulmasına yardımcı olması amacı ile kızıl ötesi kameralar kullanılarak algılama sağlanan ve önündeki görüntü deseninin üç boyutlu şeklini ortaya çıkaran bir cihaz tasarlanmıştır [4]. Bu cihazın temel amacı, görme engelli bireylerin çevrede daha serbest ve kolay gezinmelerini kolaylaştırmaktır.

Şekil 2.1’de tasarımı verilen cihaz, algılama yapıldıktan sonra desenin üç boyutlu resmini çıkarabilmek için 4*4 inç’lik bir bilgisayar kullanılmıştır. Tasarlanan cihaz bir batarya tarafından enerjilendirilmektedir.



Şekil 2.1. Kinect sensör ve kızılötesi kamera tabanlı yön bulma cihazı [4]

Üç boyutlu şekil oluşturmak amacı ile Kinect sensör kızıl ötesi kameralar ile birlikte kullanılmıştır. Yapılan deneysel çalışmada, iki test uygulanmıştır (Şekil 2.2). Bu testlerin biri görme engeli bulunmayan birey üzerinde diğeri ise görme engelli bir birey üzerinde yapılmıştır. Bu testler çalışmaya konu olan cihazın görme kabiliyeti %20 olan kişiler üzerinde denendiğinde istenilen sonuçlara ulaşıldığını ortaya koymaktadır.



Şekil 2.2. Tasarlana cihaz ile yapılan deneysel çalışma [4]

2.1.2. Mobil iletişim cihazı kullanılarak tasarlanmış navigasyon cihazı

Bu çalışmada üretilen cihaz ile nesne tespit ve tanıma, metin ve işaretlerin okunması ve tanınması ve tespit, izleme ve gösterimi için tekniklerle konum bağlamı bilinçlendirme yazılımı kullanarak görüş hattı etkileşimi sağlanmaktadır [6]. Şekil 2.3'de gösterilen cihazın yazılım tarafında aşağıdaki özellikler yer almaktadır:

- a) SLAM tabanlı yardımcı navigasyon modülü,
- b) Durum farkındalığı modülü,
- c) İnsan-bilgisayar arayüz modülü.

Yukarıda isimleri verilen her bir modülün işlevi aşağıda özetlenmiştir:

- a) Nesne tespit ve tanıma, metin ve işaretlerin okunması ve tanınması ve tespit, izleme ve gösterimi için tekniklerle konum bağlamı bilinçlendirme yazılımı kullanarak görüş hattı etkileşimi.
- b) Sosyal aktivitelere katılımı teşvik eden canlı olayları keşfetmek için (örneğin, toplantılar gibi özel bir etkinliğe katılmak gibi) ve tehlikeli olaylara yönelik uyarı sağlayan, kalabalık kaynaklı tekniklerle IoT'nin durumsal titreşimlerini kullanarak olaya dayalı eserler.
- c) İşitsel rehberlik ve görme engelli insanlara yardımcı olacak otomatik akıllı yönlendirme ve navigasyon sistemi için nesne konumunun, yönünün ve mesafesinin uzamsal güncellenmesi dahil olmak üzere harita bilgilerini iletmek için yaygın olmayan bir kullanıcı arayüzü.

Tasarımı gerçekleştirilen cihazın yukarıda sayılan işlevleri iç ve dış mekanda aşağıdaki gibi gerçekleştirmektedir:

İç mekan modu: Kullanıcıların sınıf / ders veya toplantı gibi etkinliklere katılması veya başka türlü yapılandırılmış ortamlarda binaların içinde olma gereksinimlerini karşılar. Bir kullanıcı bilmediği bir binaya eriştiğinde, asansörün yerini saptaması, sabit engellerden kaçınmasını sağlar.

Dış mekan modu: yaklaşan tehlikelere karşı geri bildirim sağlayarak kişiyi uyarmak için önerilen bir moddur.

Sistem üzerinde bulunan kamera ve sensörler ile kullanıcının kapı numarası, bilgi tabelaları gibi küçük bilgilere erişmesini sağlar.



Şekil 2.3. Giyilebilir sensörler (1) RGB-D sensor, ataletsel ölçüm birimi (IMU) ve (3) vibro-dokunsal aygıt [6]

2.2. Görme Engelli Bireylerin Önündeki Engeli Algılayan Cihazlar

Fiziksel engeller, görme engelli bireylerin yürüyüş esnasında karşılaştıkları en büyük zorluklardır. Bunlardan dolayı çeşitli kazalar meydana gelmekte ve dolayısıyla görme engelli bireylerin dış ortamdaki hayatlarını oldukça zorlaştırmaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmalar engeli algılayıp görme engelli bireye iletme özellikleri taşımaktadır.

2.2.1. Engel algılayan baston sistemi

Çalışmaya konu olan bastonun uzunluğu 40 cm'dir. Elde taşınır olarak tasarlanmıştır. Şekil 2.4'de gösterildiği gibi uç kısmına engelli bireyin önündeki engelleri algılamak için ultrasonik sensörler, tutacak kısmına da sensörler tarafından algılanan engelin kişiye bildirilmesini sağlayacak 6 adet titreşim motoru yerleştirilmiştir [7].



Şekil 2.4. Engel algılayan baston sistemi [7]

2.2.2. Görsel ortamı parmak ucuyla dokunsal algılama yapan sistem

Kamera ile birlikte görme engelli bireyin uyarılması için cep telefonlarında bulunan titreşim motorları kullanılarak bir sistem geliştirilmiştir [8]. Sistem, parmağa monte olarak kullanılması için tasarlanmış bir sistemdir. Kişi cihazı işaret parmağına takarak kullanabilmektedir. Şekil 2.5'te görülen sistemde bulunan kamera yüzeyde bulunan görüntü sinyallerini algılamak, cep telefonu titreşim motoru titreşimle geri bildirim sağlamak, konuşan hoparlör ise kullanıcıya sesli geri bildirim sağlamak için kullanılmaktadır.



Şekil 2.5. Görsel ortamı parmak ucuyla dokunsal algılama yapan sistem [8]

2.2.3. Görme engelliler için yardımcı giysi modeli tanıma cihazı

Şekil 2.6'da gösterilen cihaz ile görme engelli bireylerin önlerindeki engelin hangi malzemeden yapıldığı, hangi renk olduğu, hangi desene sahip olduğu bilgilerini kullanıcıya aktarmak amaçlanmıştır [14]. Doku analizi ve sınıflandırması için pek çok bilgisayar görme ve görüntü işleme tekniği geliştirilmiş olsa da, geleneksel doku analizi yöntemleri giyim modellerini etkili bir şekilde tanıyamaz.



Şekil 2.6. Görme engelliler için yardımcı giysi modeli tanıma cihazı [14]

Önerilen giysi modeli ve renk tanıma prototipi, 36 ila 72 yaşları arasında beş erkek ve beş kadın dahil olmak üzere on görme engelli katılımcı ile konsept kanıtı değerlendirilmesinde test edilmiştir. Test, normal aydınlatma koşulları altında bir laboratuarda gerçekleştirilmiştir.

Şekil 2.6'da gösterildiği gibi, giysi görüntüleri, görme engelli kullanıcının tanınacak giysileri tuttuğu bir çift güneş gözlüğü üzerine monte edilmiş bir kamera (otomatik odaklamalı Logitech web kamerası) tarafından yakalanır. Normal görüşe sahip kişilerin yakaladığı görüntüler, kör katılımcıların görüntü görünümünü işgal etmek için kameranın önünde kıyafet tutmak üzere birkaç dakika eğitildikten sonra yakalananlara benzer. Giysilerin görüntüleri sistem tarafından yakalanır ve tanınır. Sistem, giyim modellerini sağlar ve kullanıcıya üç baskın rengi sözlü olarak sunar.

Geliştirilen sistem tarafından tanınan giysi desenleri ve renklerinin sayısı, insanların sağlayabileceğinden daha azdır. Ek olarak, sesli açıklama insanların ifade edebilecekleri kadar esnek değildir. Bununla birlikte, çoğu görme engelli kullanıcı, günlük yaşamlarında daha fazla bağımsızlığı desteklemek için böyle bir sistem istediğini ifade etmiştir. Görme engelli kullanıcılar daha fazla bilgi edinmek için daha hızlı konuşma geribildirimini arzusunu dile getirmişlerdir. Bazı görme engelli katılımcılar, kamerayı gözlük yerine bir kapağa koyma ve bu işlevi cep telefonlarında kullanma arzusunu dile getirmişlerdir.

Bu cihazlar kişinin fiziksel görüntüsüne olumsuz etkide bulunmaları yönüyle kullanışsız bir yapıya sahiptir.

2.3. Okuma Ve Yazma İçin Yardımcı Cihazlar

Bu kategoride tanıtılan cihazlar görme engelli bireylerin okuma yapması için tasarlanmış cihazlardır.

2.3.1. Görme engelli kişilerin, görme veya görme-ışitme engelli kişilerle SMS alt sistemi aracılığıyla iletişim kurması için düşük maliyetli bir mikro elektromekanik Braille sistemi

Braille alfabe tekniği kullanılarak kişinin okuma yapmasını sağlamak amacıyla düşük maliyetli bir elektromekanik Braille sistemi görme veya işitme engelli kişiler için geliştirilmiştir [28]. Sistem 6 noktalı Braille alfabesini oluşturmak için gerekli 6 adet vibrasyon motoru, Braille harf düzenini oluşturmak için gerekli sinyalin sağlandığı bir bilgisayar ve vibrasyon motorlarına sinyalin ulaşması için gerekli kablolardan oluşmaktadır. (Şekil 2.7)

Kişinin harf sinyallerini tanıyıp okuma yapabilmesi için vibrasyon motorlarını bireyin vücuduna adapte ederek kullanması düşünülmüştür. Vibrasyon motorları görme engelli bireyin sırt bölgesine ya da kollarına monte edilerek kullanması öngörülmüştür. Sistem, bilgisayardan gelen sinyalin ilgili vibrasyon motorunu çalıştırarak kişinin titreşimi algılayarak okuma yapması esasına dayandırılmıştır.



Şekil 2.7. Mikro elektromekanik Braille sistemi [28]

2.3.2. Braille giriş çıkışlı elde taşınabilir dokunsal ekran

Parmak-Braille yönteminde, sözlü bilgi, sağır-kör bir kişinin parmaklarına dokunarak iletilir ve bunlar braille rakamlarına atanır. Eldiven tarzı arayüzler en yüksek dokunma hassasiyetine sahip olan avuç içi veya parmak uçlarını kaplar. Bu nedenle, kullanıcının orijinal dokunsal duyu bilgisini her zaman elde etmesini sağlayan halka şeklindeki arayüzler geliştirilmiştir. Şekil 2.8’de gösterilen arayüz prototipi, frekansı 116 Hz olan altı DC motordan oluşur. Vibratörler, ana bilgisayara kablosuz olarak bağlanan kol bilgisayarları tarafından kontrol edilir [21].



Şekil 2.8. Braille giriş çıkışlı elde taşınabilir dokunsal ekran [21]

Çalışmada üretilen cihazın her iki elde çok sayıda bağlantı içermesi, giyilebilirliğindeki karmaşıklık ve bunun kullanımı esnasında ellerin kullanma yeteneklerinin kısıtlı olması, geliştirilen cihazın olumsuz yönleri olarak söylenebilir.

2.3.3. Görme engelliler için slot sensörleri ve titreşim motorları kullanarak düşük maliyetli gerçek zamanlı iletişim kuran Braille eldiveni

Eldiven, beşi parmakların üzerine ve biri bileğe yerleştirilen altı slot sensöründen ve beşi parmakların üzerine ve biri avuç içine yerleştirilen altı titreşim motorundan oluşur. Bu motorlar kişinin metni okumasına yardımcı aparatlardır [23].

Geliştirilen Braille eldiveninin çalışma prensibi şu şekildedir: Kullanıcı bir karakteri okumak istiyorsa, örneğin okunacak harfin “c” olduğunu varsayalım. Bu harf, standart Braille hücreesindeki ilk ve dördüncü nokta ile temsil edilir. Böylece eldivenin ilk ve

dördüncü parmağına yerleştirilen titreşim motorları titreşecek ve kullanıcı “c” harfini okuyabilecektir. Kullanıcı bir “e” harfi yazmak istiyorsa, bu, Braille hücrendeki ilk ve beşinci nokta ile temsil edilir. Böylece kullanıcı “e” harfini başarıyla yazmak için yalnızca ilk parmağını ve son parmağını bükcektir.

Önerilen sistem iki modüle ayrılabilir. İlk modül, altı titreşim motoru kullanılarak yapılan PC'den çevrimiçi metin almak veya okumak içindir. İkinci modül, daha düşük maliyetli ve etkili yuva sensörleri kullanılarak yazılacak belirli karakterin Braille koduna karşılık gelen farklı el hareketleriyle gerçekleştirilen çevrimiçi metin mesajları ve e-postalar yazmak içindir. Bu modülde e-postalar ve çevrimiçi metin bir masaüstü bilgisayardaki Grafik Kullanıcı Arayüzüne (GUI) gönderilir. Okunacak karakterin Amerikan Standart Bilgi Kodu Değişirme (ASCII) değeri, kablosuz CC 2500 Radyo Frekans (RF) Tran alıcı modülü kullanılarak kablosuz olarak bilgisayardan Mikro denetleyiciye gönderilir. Bilgisayardan gönderilen karakterin Amerikan Standart Bilgi Kodu Değişimi (ASCII) değeri, bir dönüştürme algoritması kullanılarak karşılık gelen Braille koduna dönüştürülür. Bu dönüştürme programı Gömülü C dilinde yazılır ve eldivenin mikro denetleyicisine kaydedilir.

Burada kullanılan mikrodenetleyici kartı Technophillia Systems firmasının ATMege 8 geliştirme kartıdır. Mikrodenetleyicinin çıkışı, geliştirme kartının genel amaçlı giriş / çıkış pimlerinden 0 Volt veya 5 Volt olan voltajlar şeklinde alınır. Altı titreşim motoru kullanıldığından ve Braille hücresi yalnızca altı nokta içerdiğinden, geliştirme kartının giriş/çıkış pimlerinin yalnızca altısı kullanılır. Karakterin Braille koduna karşılık gelen mikrodenetleyicinin çıkışından ikili / onaltılık biçimde altı bitlik bir sayı elde edilir. Altı giriş/çıkış piminden çıkış ayrıca titreşim motoru sürücü IC'sine verilir. Bu sürücü IC, titreşim motorunun güvenli çalışması için uygun olan voltaj dönüşümü için kullanılır. Sürücü IC'sinden elde edilen çıkış, eldivene sabitlenmiş altı titreşim motoruna verilir. Görme engelli herhangi bir kişi bu eldiveni takabilir ve motorların titreşimi ile İngilizce karakterleri anlayabilir.

Benzer şekilde, tüm kelime veya cümle Braille titreşim kodlarına dönüştürülür ve el eldivenine gönderilir. Bu modül, çevrimiçi metin yazmak ve e-postaları yanıtlamak içindir. Bu, karakterleri yazmak için düşük maliyetli yuva sensörleri kullanılarak gerçekleştirilir. Bir karakteri yazmak için, belirli bir karakterin Braille koduna karşılık gelen belirli bir el

hareketi yapılır. Yuva sensörleri Şekil 2.9'daki gibi beş parmağa ve bir bileği üzerine yerleştirilir, böylece Braille sayfasının altı noktasını temsil eden toplam altı yuva sensörü kullanılır [23].



Şekil 2.9. Görme engelliler için slot sensörleri ve titreşim motorları kullanarak düşük maliyetli gerçek zamanlı iletişim kuran Braille eldiveni [23]

Eldivenin elektronik devresi aşağıdaki bileşenlerden ve modüllerden oluşur:

1. Yuva sensörleri
2. Titreşim motorları
3. Titreşim motor sürücü IC
4. Karşılaştırıcı IC devresi
5. AVR Mikro denetleyici geliştirme kurulu
6. CC 2500 Trans alıcı (Radyo Frekansı modülü)
7. Güç kaynakları

Geliştirilen cihazın, bir görme engelli için okuma ve yazma yeteneklerini artıran bir özelliği olsa da çok sayıda kablonun eldiven dışında bulunması ve bir masaüstü bilgisayar gereksinimi açısından kişinin masa başında yeteneklerini arttırsa da mobilite açısından düşünüldüğünde hareket yeteneğini kısıtlayıcı niteliktedir.

2.4. Diğer Cihazlar

Mobil cihazlarla etkileşime girmenin, görme engelliler için zorlayıcı olması, Son zamanlarda, mobil cihazların hesaplama gücü arttıkça, konuşma sentezleyicileri ile

birleştirilmiş ekran okuyucuların sınırlı sayıda cihaz için kullanılabilir hale gelmesi, kulaklık çıkışının olmaması halinde kişinin özel hayatının ihlale girmesi gibi durumlar göz önünde bulundurularak Şekil 2.10'da gösterilen cihaz tasarlanmıştır. Braille alfabesi kullanılmıştır. Sistem; ses koruyucu kulaklık, harfleri sinyal olarak gönderecek bir bilgisayar, harflerin okunmasına yardımcı bir klavye ve bir mikrofondan oluşmaktadır [16].

Şekil 2.10'da görüldüğü üzere tasarlanan cihaz sesin geri dönüşünün, bir kulaklık yardımıyla kişiye aktarılması görme engeli bulunan kişi için ikinci bir engel teşkil edebileceğinden kullanışsız bir yapıdadır.



Şekil 2.10. Tasarlanan sistem [16]

Dokunma hassasiyeti birçok konuda engellilerin hayatını kolaylaştırmak için geliştirilen araçlarda kullanılmıştır [29-31]. Bu cihazlarda kullanımın kolaylığını arttırmak amacıyla giyilebilir özelliği olması birçok çalışmada dikkate alınmıştır [2, 32].

Son zamanlarda geliştirilen, WeWalk olarak adlandırılan cihaz, görme engelli bireylerin kullanması için tasarlanmış bir bastondur. Bu baston görme engelli bireyin önündeki engelleri algılayarak kişiyi yönlendirme özelliğinin yanı sıra akıllı telefonla bağlanılabilme, mobil uygulamalara entegre olabilme, mobil cihazlardaki Bluetooth özelliği ile cihaza bağlanılabilme özelliklerine sahiptir. Bu özellikleri ile WeWalk, görme engellilerin hayatına olumlu katkılar sağlamaktadır [2].

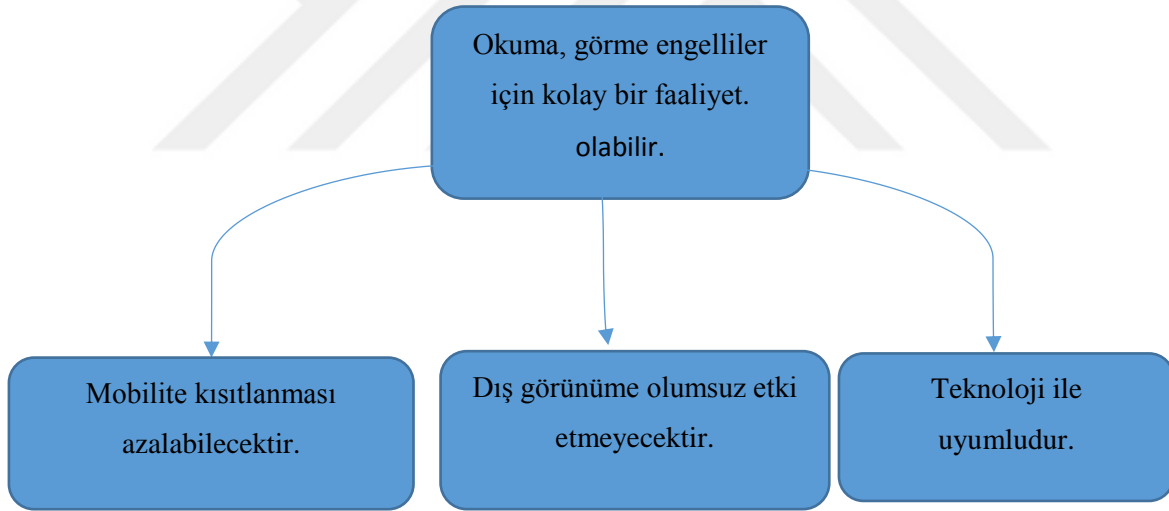
Dokunma, kişiler arası iletişiminde, özellikle engellilerde, önemli bir rol oynadığı literatürde yoğun olarak ele alınan özelliktir [33]. Bunlarla beraber, ulaşım konusunda görme engelliler için otonom araçların geliştirilmesi konusu da literatürde çalışma konusu olmuştur [34, 35].



3. PROBLEM TANIMI VE AMAÇ

Görme engellilerin okuma yapabilme konusundaki problemlerine çözüm olarak geliştirilen çeşitli cihazlara bakıldığında, bu soruna çözüm üretme konusunda yeteri kadar donanıma sahip olmadığı görülmektedir. Çünkü gelişen teknoloji ile beraber bilginin sayısal ortama aktarılması ve mobil cihazlar ile ulaşımın kolaylaştırılması görme engelli bireylerin önüne ayrı bir engel oluşturmuştur.

Bu tez çalışmasında, görme engellilerin “okuma yapabilmesi konusunda oluşan yeni sorunlara nasıl daha yeterli çözümler üretilebiliriz” ve “daha önce de kullanılmış teknikleri mobilite, teknoloji ile uyumluluk, okuma da kolaylık sağlama açısından nasıl daha ileriye taşıyabiliriz” sorularına cevap verecek kullanışlı bir sistemin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, mevcut teknolojiler ile elde edilebilecek özellikler Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Geliştirilmesi amaçlanan sistemin özellikleri

3.1. Braille alfabesi

Braille alfabesi, kendisi de görme engelli olan Louis Braille tarafından icat edilen görme engelli bireylerin okuma ve yazma için kullandıkları alfbedir. Bu alfabe sayesinde görme engelli bireylerin hayatlarını biraz da olsa kolaylaştırabilmek için birçok uygulama geliştirilmektedir. Braille alfabesinde bulunan her bir Braille karakteri 2 sütun ve 3 satırdan olmak üzere 6 noktadan oluşmaktadır. Her harfteki bazı noktaların diğerlerine göre daha

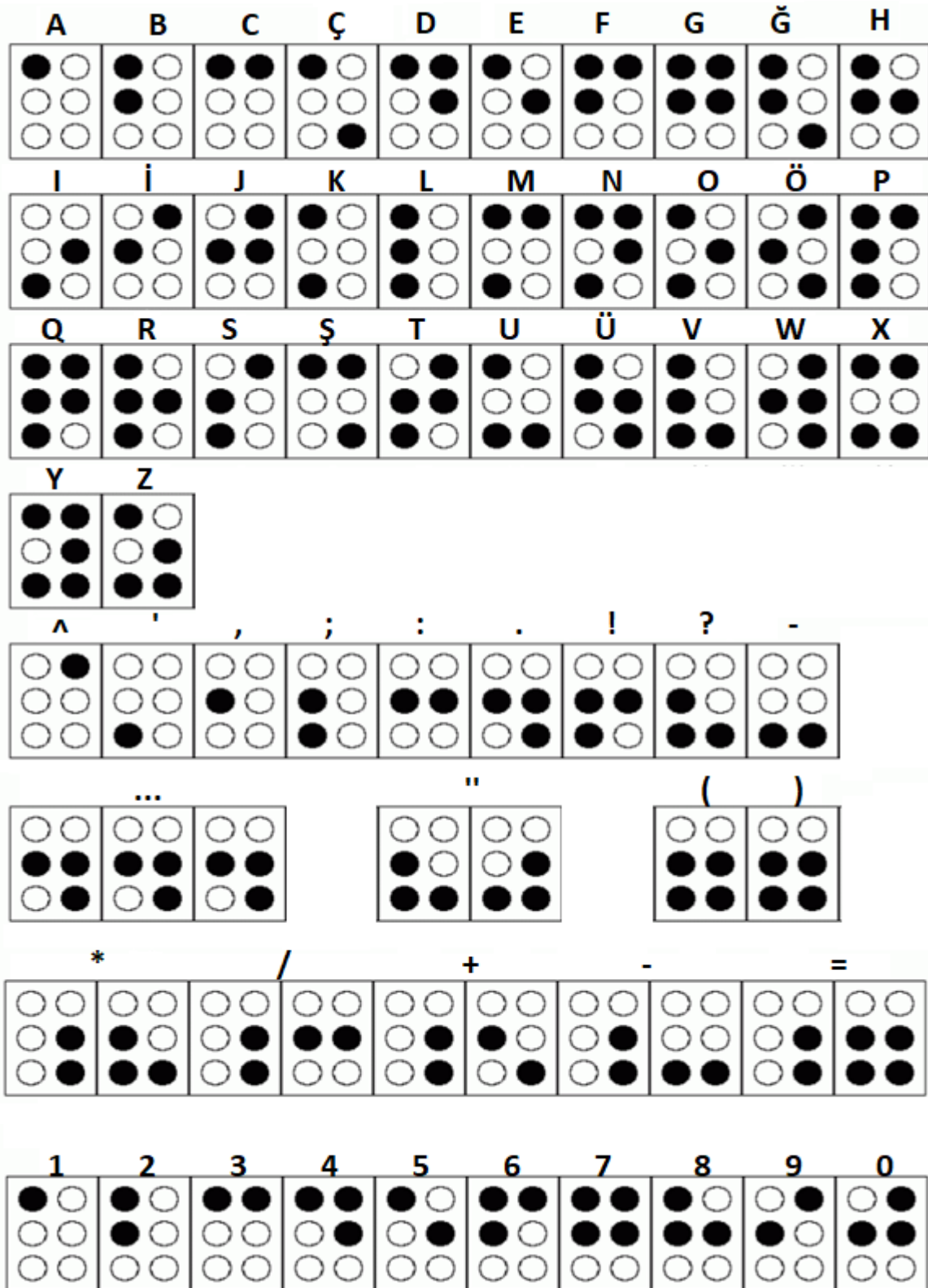
baskın olmasıyla oluşturulan alfabe sayesinde görme engelli bireylerin hissederek okuması sağlanmaktadır. Görme engelli bireyler, Braille harflerindeki baskın olan noktaları elleriyle hissederek okuma işlemini gerçekleştirmektedirler. Kısaca Braille kabartmalı bir sistemin alfabe karşılık gelen her harf için bir noktalama kombinasyonu oluşturularak tasarlanmış görme engelli okuma alfabesidir diyebiliriz. Braille noktalama sisteminde harflerin dizilimi Şekil 3.2’de gösterildiği gibidir ayrıca harflerin kolaylıkla oluşturulabildiği gibi sayıları ve noktalama işaretleri de istenildiği gibi oluşturulabilir [36].

3.2. Braille Alfabesinin Eğitimi

Türkiye’de görme engelli öğrenciler, Millî Eğitim Bakanlığına bağlı görme engelliler temel eğitim okullarında eğitim görmektedirler. Bu okullarda kullanılan öğretim programı, gören öğrenciler için kullanılan Millî Eğitim Bakanlığı Temel Eğitim Müfredatı’dır [36].

Engeli bulunmayan ve normal gelişimdeki öğrenciler için kullanılan bu müfredatın, görme engelli öğrenciler için de kullanılabilmesi için programda birtakım uyarlamalar yapılmıştır. Uyarlanan programların başında, okuma-yazma öğretim programı gelmektedir.

Görme engelli bireylere etkili bir şekilde okuma ve yazma öğretmek için kullanılan yöntemler, ilk okuma yazma öğretim yöntemleri ve etkili okuma yazma öğretimi şeklinde sıralanabilir. Bu öğretim yöntemleri kendi arasında bölümlere ayrılarak öğretme yöntemleri zenginleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Braille alfabesi harf ve noktalama dizilimi

3.2.1. İlk okuma yazma öğretim yöntemleri

- Bireşim (Sentez-Harf-Alfabe) Yöntemi
- Çözümleme Yöntemi
- Karma Yöntem
- Öykü Yöntemi
- Ses Temelli Cümle Yöntemi
- Doğrudan Öğretim Yöntemi
- Yanlızsız Öğretim Yöntemleri
- Öğretimde Kullanılan İşlem Süreçleri

3.2.2. Etkili okuma yazma öğretimi

- Uygun Amaçların Seçilmesi
- Öğretimin Bilimsel Olarak Geçerliliği Kanıtlanmış Yöntemlerle Sunulması
- Öğretmenin Model Olması
- Yanlış Model Olma Örneği
- Doğru Model Olma Örneği
- Gözden Geçirmeler
- Hata Düzeltme

Görme engelli bireylere Braille harf sistemindeki noktalama kombinasyonlarını kullanarak yazı yazmasını sağlayacak birtakım araç ve gereçler bulunmaktadır. Yazı kalemi, Braille daktilolar, yazı tabletleri, ilk okuma tahtası, Braille yazı kağıdı yardımcı elemanlardır. Bu yardımcı elemanlar, Braille harf sistemindeki harfleri yazmak amacı ile özel olarak tasarlanmış araçlardır. Ayrıca sensörlü kitap okuma aracı, Braille yazıcı, kabartma yazıcı, kitap okuma cihazı, kabartma ekran gibi Braille alfabesine özel tasarlanmış bazı teknolojik cihazlarda vardır.

Bu araç ve gereçler kullanım bakımından Braille harf sistemine uygun olarak tasarlanmış olsa da pahalı olması, kullanılırken kişinin mobilitesini kısıtlaması, ulaşılabilirliğinin zor olması nedeni ile görme engelli bireylerin kullanması açısından bazı olumsuzluklara sahiptir.

3.3. Çalışmanın Amacı

Görme engelli bireylerin okuma yapmasına yardımcı olmak için, her yerde kullanabileceği, giyilebilir, taşınması kolay, kullanımı basit, en başta cep telefonu olmak üzere görme engelli bireyin sahip olduğu teknolojik aletler ile uyumlu, fiziksel görüntüsünde olumsuz etki oluşturmayacak ve kullanılırken kişinin mobilitesini kısıtlamayacak bir cihaz geliştirilmesi.

3.4. Çalışmanın Hedefleri

Bu tez çalışmasında yapılan cihaz ile ulaşılması hedeflenen özellikler aşağıda verilmiştir:

- Görme engelli kişilere akıllı cihazlardan metin okuma yeteneğini kazandırmak,
- Görme engellilerin Braille baskılı kitaplara olan bağımlılığını azaltarak günümüz bilgi teknolojisine daha iyi uyum sağlaması,
- Braille alfabesi ile okuma yaparken, yaşa ve cinsiyete bağlı olarak değişen ten hassasiyetine karşı uyumlu bir sistem geliştirmek,
- Braille alfabesi ile kabartma yazılı kitaplar sabit bir yerde okumayı gerektirdiğinden mobil okuma kabiliyetinin görme engellilere kazandırılması,
- Görme engelli kişinin fiziksel görüntüsüne olumsuz yönde katkısının olmaması,
- Hayatını olumsuz yönde etkilememsi için geliştirilecek cihazın sıradan bir elbiseye monte edilerek görme engelliye giydirilebilir bir ürün haline getirilmesi.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında geliştirilen sistemin özelliği parmak ucu hassasiyeti yerine göğüs bölgesinin hassasiyetinin kullanılması ve titreşim ile kişinin hareketini kısıtlamadan okuma yapabilmesidir. Bu bölümde, öncelikle gerekli materyallerin özellikleri ile tanıtılmıştır. Ardından, geliştirilen sistemin başarısı yapılan deneysel çalışmaların sonuçları ile ortaya konulmuştur.

4.1. Materyal

Hassasiyetin sorun olmaktan kalkması amacıyla, nokta büyüklüğündeki kabartma sistem yerine her bir nokta için bir titreşim modülü geliştirilmiştir. “Braille modülü” olarak adlandırdığımız bu modüller, titreşim vererek kişinin hissetmesini sağlayacak olan bir adet titreşim motoru, bu motoru dış etkilere karşı korunmasını sağlayacak motoru çevreleyen modül yuvası ve modül yuvası içerisinde bulunan elemanlara enerji taşıyacak olan kablodan oluşmaktadır.

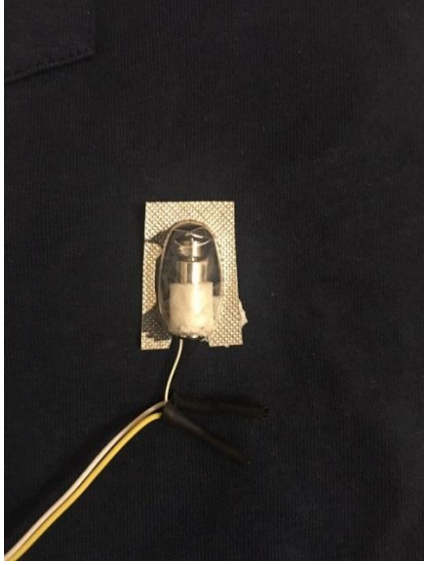
4.1.1. Braille Modülü

Braille alfabesi, görme engelli kişilerin okumasına yardımcı olmak için geliştirilmiş bir alfabedir. Braille modülleri, Braille alfabesini herhangi bir elektronik cihazdan sinyal olarak kişinin okuma yapması için titreşim olarak algılaması amacıyla ve harf vücut üzerinde elektronik olarak görüntülemek için geliştirilmiştir. Bu çalışmada bahsedilen Braille modülleri bünyesinde titreşim motoru, koruyucu kapsül, motor enerji kablosu için soket barındırmaktadır ve Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

Titreşim Motoru:

6,7×14,5 mm boyutlarındaki bu titreşim motoru çeşitli mobil telefonların ve titreşim özelliğine sahip ürünlerin de içinde yer alan, mil üzerindeki serbest ağırlık sayesinde dönme esnasında titreşim hareketi yapmaktadır.

1,5 gram ağırlığındaki motorlar, 1,7 ile 3,6 V arası bir gerilimde çalışabilmektedir. 3V gerilimde yaklaşık 14 000 rpm dönme hızına sahiptir.



Şekil 4.1. Braille titreşim modülü

Şekil 4.2’de verilen motorun uçları kabloludur. Kablo uzunluğu 50 mm’dir. Bu çalışmada, mikroişlemci kartına bağlanarak, karttan gelen sinyale göre çalışarak görme engelli kişiyi uyarmak amacıyla titremektedir.



Şekil 4.2. Titreşim motoru

Koruyucu Kapsül:

Koruyucu kapsüller, Braille modülleri içerisindeki titreşim motorlarını korumak amacıyla kullanılmıştır. Koruyucu kapsülün alt kısmı titreşimi daha fazla hissedilir hale getirmek için metal bir parçadan üst kısmı ise titreşim motorunun rahatça hareket etmesini sağlamak amacı ile bombeli plastik bir parçanın titreşim motorları üzerine yerleştirilmesinden oluşur. Titreşim motorlarının koruyucu kapsüle yerleştirilmiş hali Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

4.1.2. Mikroişlemci kart

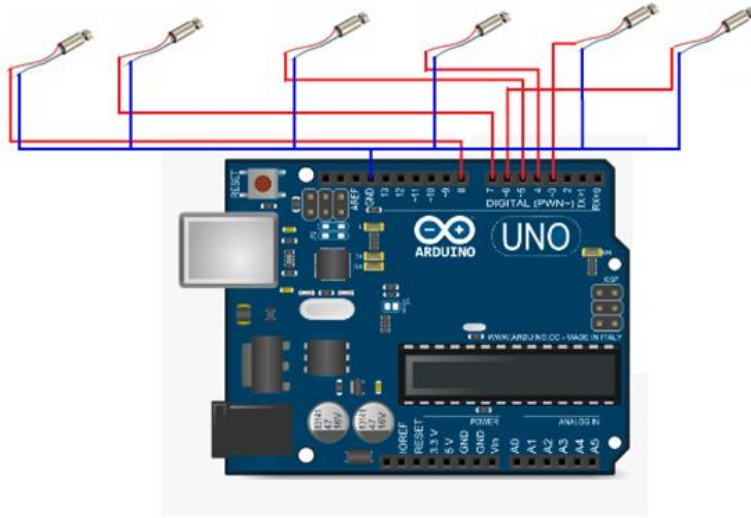
Şekil 4.1’de gösterilen Braille modülünden altı adet hazırlanmıştır. Braille titreşim motorunu istenilen düzende çalıştırılması amacıyla Şekil 4.3’te gösterilen Arduino kart kullanılmıştır. Bu kart ile bilgisayardan gönderilen harf sinyali titreşim motorlarına gerekli yazılım ile iletilerek istenilen titreşim elde edilmektedir. Arduino 'nun temel kartı olan Arduino UNO modeli kullanılmıştır. Kart üzerinde ATmega 328 mikroişlemci bulunur. 14 Dijital G/Ç Pini, 6 PWM Çıkışı, 6 ADC Girişi vardır. 32 KB Flash hafızaya sahiptir.



Şekil 4.3. Arduino kart

Braille modülleri Arduino kart üzerinde bulunan girişlere uygulanan yazılımdaki sıraya göre dizilmişlerdir. Gerekli titreşim motoru gerekli Arduino kart girişine adapte edilerek istenilen Braille düzeni oluşturulur. Alfabede bulunan bütün harfler ve sayılar dahil olmak üzere Braille harf düzenindeki bütün kombinasyonları oluşturabilecek nitelikte geliştirilmiştir. Braille modüllerinin sinyal girişleri ve besleme yapılacak girişlerinin Arduino üzerinde yerleşimi Şekil 4.4’de verilmiştir.

Şekil 4.4’de görüldüğü üzere kırmızı ile çizilen çizgiler Arduino karttan titreşim motoruna bilginin iletimini sağlayacak çıkışlardır. Mavi ile ifade edilen çizgiler ise titreşim motorlarının topraklaması için kullanılmıştır.



Şekil 4.4. Arduino kart ile titreşim motorlarının bağlantısı

4.1.3. Batarya

Tasarlanan cihazın herhangi bir sabit ortama bağlı kalmaksızın istenilen her yerde kullanılmasını sağlamak amacı ile enerjisi bir bataryadan sağlanmıştır. Kullanılan batarya Şekil 4.5'te verilen 5 V, 2 A çıkışlı ve 10 000 mAh'lik kapasiteye sahiptir.



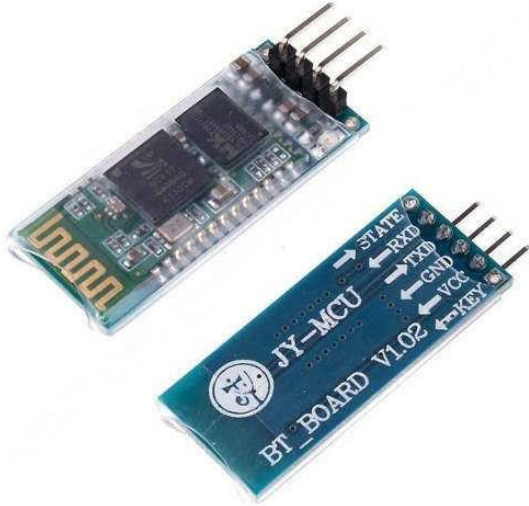
Şekil 4.5. Kullanılan batarya

4.1.4. Bluetooth modül

Bluetooth modül, (Şekil 4.6) tasarlanan sistem ile teknolojik alet (telefon, tablet vb.) arasında okuma metinlerinin iletimi için kullanılmıştır. Haberleşme için HC-05 modülü kullanılmıştır. Bu modül sayesinde görme engelli bireyin okumak istediği metin teknolojik aletten sisteme aktarılarak engelli bireyin okuma yapması sağlanır.

HC-05 Bluetooth-Serial Modül Kartı, Bluetooth SSP (Serial Port Standart) kullanımı ve kablosuz seri haberleşme uygulamaları için tasarlanmıştır. Hızlı prototiplemeye imkan sağlaması, breadboard, arduino ve çeşitli devrelerde rahatça kullanılabilmesi için gerekli pinler devre kartı sayesinde dışarıya alınmıştır. Çoğu bluetooth modülünden farklı olarak master modunu da desteklemektedir. Standart pin yapısı sayesinde istenilen ortamlarda rahatça kontrol edilebilir.

Bluetooth 2.0'ı destekleyen bu kart, 2,4 GHz frekansında haberleşme yapılmasına imkan sağlayıp açık alanda yaklaşık 10 metrelik bir haberleşme mesafesine sahiptir.



Şekil 4.6. Bluetooth modül

Genel özellikleri:

- Bluetooth Protokolü: Bluetooth 2.0+EDR (Gelişmiş Veri Hızı)
- 2,4 GHz haberleşme frekansı
- Asenkron Hız: 2,1 MBps/160 KBps
- Senkron Hız: 1 MBps/1 MBps

- Güvenlik: Kimlik Doğrulama ve Şifreleme
- Çalışma Gerilimi: 1,8-3,6 V (Önerilen 3,3V)
- Akım: 50 mA
- Boyutları: 43x16x7 mm

4.1.5. Cep telefonu

Geliştirilen sistem ile teknolojik alet arasında bilgi aktarımını sağlayan cihazdır. Cep telefonundaki okuma yapılacak metinler bluetooth iletişim yolu ile geliştirilen sisteme aktarılarak bulunan titreşim motorlarının titreştirilmesi sağlanır. Tasarlanan sistemde bilgi aktarımını sağlayacak olan cep telefonu Şekil 4.7'deki gibi bluetooth özelliğine sahip bir akıllı cep telefonudur. Bu özelliği ile sistemde bulunan bluetooth aygıtına bağlanabilir. Android işletim sistemi bulunmaktadır. Literatürde, görme engellilerin mobil cihazlara erişimi konusunda bu konudaki çalışmalar detaylı ele alınmıştır [37].



Şekil 4.7. Cep telefonu

4.1.6. Katılımcı görme engelli birey

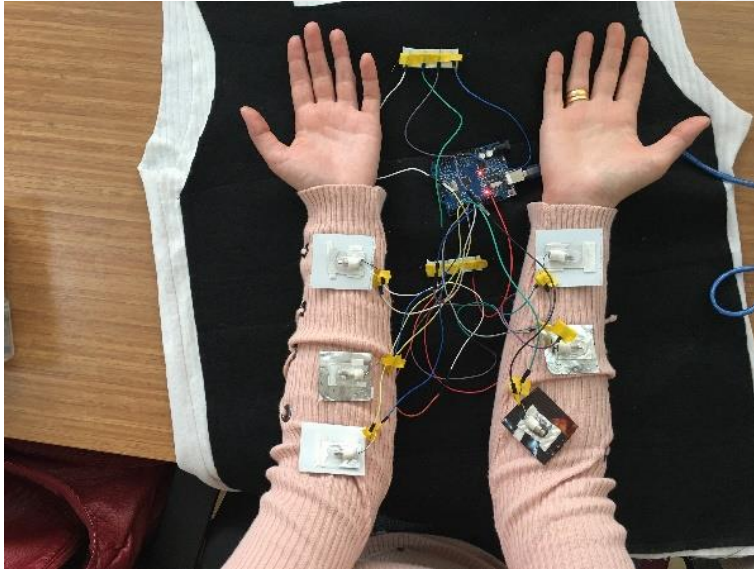
Sistemin kullanılabilirliği, 18 yaşına kadar hiçbir engeli bulunmayan 18 yaşından sonra bir hastalık nedeni ile görme yetisini kaybetmiş ve görme yetisini kaybettikten sonra Braille alfabesini öğrenip aktif olarak kullanan erkek bir görme engelli birey üzerinde denenmiştir.

4.2. Yöntem

Bu bölümde öncelikle sistemin vücudun hangi bölümünün sistemde kullanılan titreşim motorlarının daha iyi hissedilebileceğinin araştırılması yapılmıştır. Bu doğrultuda titreşim motorlarının hangi zaman sıklığı ile titreşmesi gerektiği kararlaştırılmıştır. Son olarak deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

4.2.1. Vücut hassasiyetinin ölçülmesi

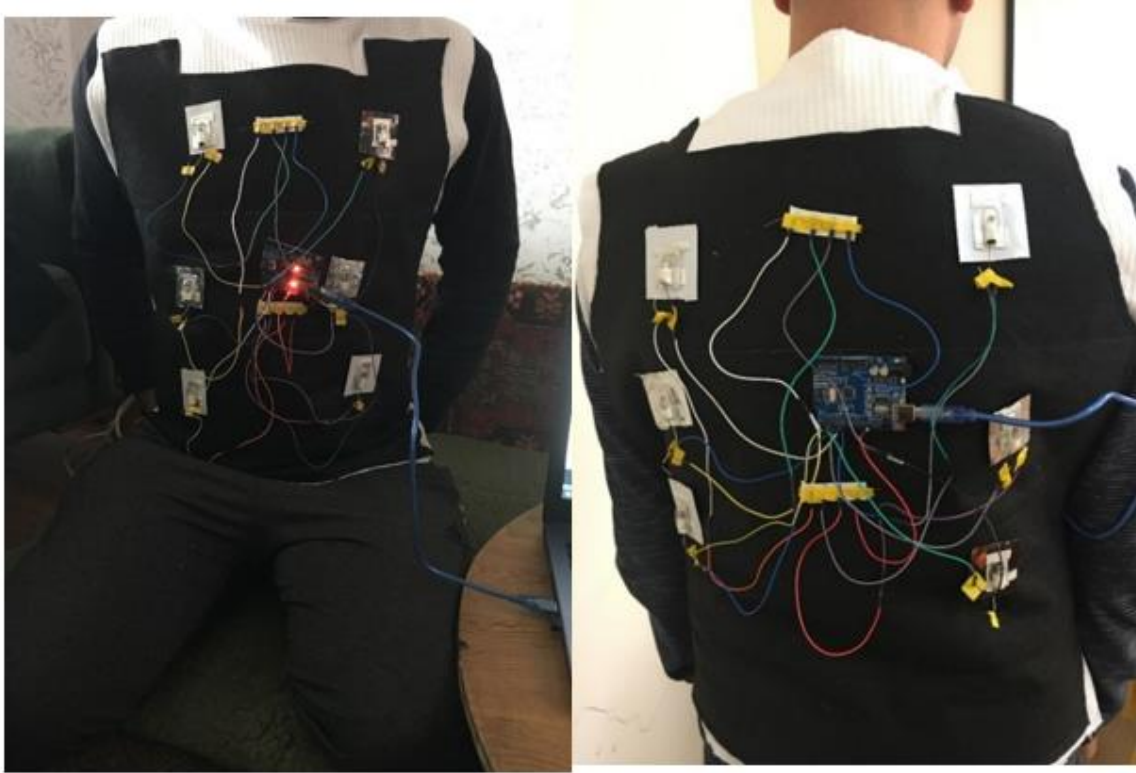
Braille modülleri ile okuma yapma denemeleri vücudun çeşitli bölgelerinde yapılarak test edilmiştir [38]. Yine vücudun çeşitli bölgelerinde hassasiyetin ölçüldüğü çalışmalar literatürde görülmektedir [39]. Bu çalışmada deneysel çalışma yapılan vücut bölgeleri kollar (Resim 4.1) ve göğüs bölgesi (Resim 4.2) olarak seçilmiştir. Katılımcılar yaşları 25 ve 32 olan biri kadın diğeri erkek ve hiçbir engeli bulunmayan bireyler olmak üzere seçilmiştir.



Resim 4.1. Kollar üzerinde Braille modülleri

İlk katılımcının denemesi kolları üzerinden gerçekleştirilmiştir. İkinci katılımcının denemesi ise göğüs bölgesi üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu denemeler ile birlikte göğüs bölgesinin kol bölgesine nazaran daha hissiyatlı olması, kol bölgesindeki kasların daha yoğun olması sebebiyle hissedilmenin daha az olması, kol bölgesinin göğüs bölgesine göre daha kısa olması sebebiyle harf modüllerinin birbirine yakınlığından dolayı harflerin anlaşılabilmesi gibi durumlar gözlenmiştir.

Birinci katılımcı kendisine yöneltilen dört harf seçeneğinden birini doğru bilerek %25 başarı gösterirken, ikinci katılımcı kendisine yöneltilen dört harf seçeneğinden üç tanesini bilerek %75 başarı göstermiştir (Çizelge 4.1).



Resim 4.2. Vücudun göğüs bölgesinde ve sırt bölgesinde Braille modülleri

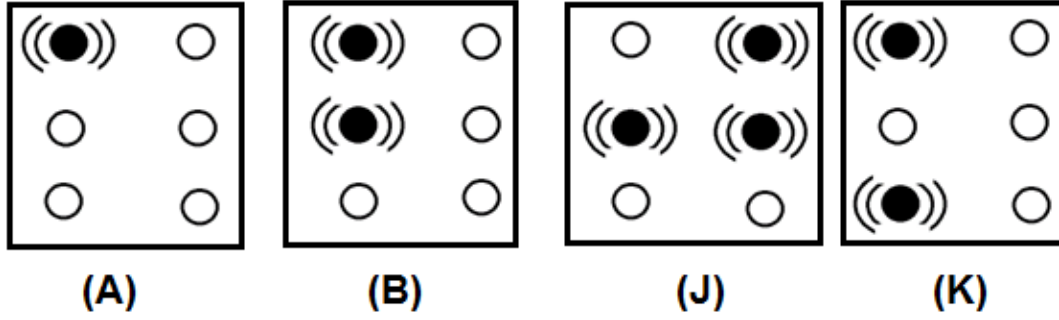
Çizelge 4.1. Vücut hassasiyeti çalışmasının başarı sonuçları [37].

Vücut Bölgesi	Harfler	Hissetme Başarısı												
Sırt	A B J K	%25												
Göğüs	<table border="1"> <tr> <td>● ○</td> <td>● ○</td> <td>○ ●</td> <td>● ○</td> </tr> <tr> <td>○ ○</td> <td>● ○</td> <td>● ●</td> <td>○ ○</td> </tr> <tr> <td>○ ○</td> <td>○ ○</td> <td>○ ○</td> <td>● ○</td> </tr> </table>	● ○	● ○	○ ●	● ○	○ ○	● ○	● ●	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	● ○	%75
● ○	● ○	○ ●	● ○											
○ ○	● ○	● ●	○ ○											
○ ○	○ ○	○ ○	● ○											
Kollar	<table border="1"> <tr> <td>○ ○</td> <td>○ ○</td> <td>○ ○</td> <td>● ○</td> </tr> </table>	○ ○	○ ○	○ ○	● ○	%25								
○ ○	○ ○	○ ○	● ○											

4.2.2. Titreşim yönteminin belirlenmesi

Yapılan çalışma ile görme engelli birey üzerinde denemeler yapılmıştır. Bu denemeler titreşimin aktarılması amacı ile iki yolla yapılmıştır. Bu yollardan birincisi verilen harfin noktacıklarının aynı anda titreştirilme, ikinci yol ise verilen harfin noktacıklarının titreştirilme aralıklarının arttırılması yolu ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan deney sonunda

birinci yolda verilen harfin noktacıklarının algılanmasının zorluğu ortaya çıkmıştır. Bunun üzerine yapılan diğer denemede her bir noktacık sıra ile titreştirilmiştir. Bu şekilde algılamada başarı elde edilmiştir. Örnek olarak Şekil 4.8’de A, B, J ve K harfleri için aynı anda titreşim, Şekil 4.9’da ise aynı harfler için gerekli yazılım kodu verilmiştir.

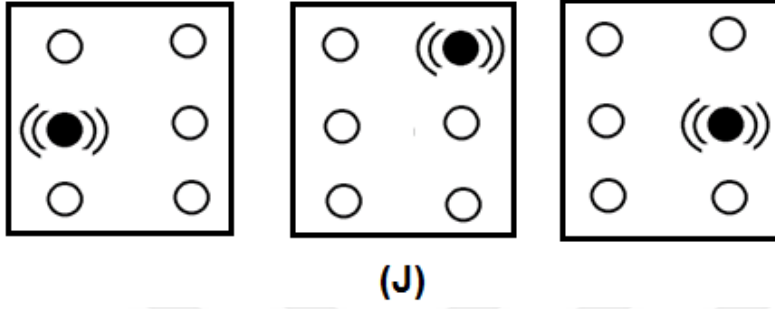


Şekil 4.8. Aynı anda titreştirme (A,B,J,K harfleri için)

<pre> if(read=='a') { digitalWrite (M1,LOW); digitalWrite (M2,LOW); digitalWrite (M3,LOW); digitalWrite (M4,LOW); digitalWrite (M5,LOW); digitalWrite (M6,LOW); digitalWrite (M1,HIGH); delay(1000); digitalWrite (M1,LOW); } </pre>	<pre> if(read=='b') { digitalWrite (M1,LOW); digitalWrite (M2,LOW); digitalWrite (M3,LOW); digitalWrite (M4,LOW); digitalWrite (M5,LOW); digitalWrite (M6,LOW); digitalWrite (M1,HIGH); digitalWrite (M2,HIGH); delay(1000); digitalWrite (M1,LOW); digitalWrite (M2,LOW); } </pre>
<pre> if(read=='j') { digitalWrite (M1,LOW); digitalWrite (M2,LOW); digitalWrite (M3,LOW); digitalWrite (M4,LOW); digitalWrite (M5,LOW); digitalWrite (M6,LOW); digitalWrite (M2,HIGH); digitalWrite (M4,HIGH); digitalWrite (M5,HIGH); delay(1000); digitalWrite (M2,LOW); digitalWrite (M4,LOW); digitalWrite (M5,LOW); } </pre>	<pre> if(read=='k') { digitalWrite (M1,LOW); digitalWrite (M2,LOW); digitalWrite (M3,LOW); digitalWrite (M4,LOW); digitalWrite (M5,LOW); digitalWrite (M6,LOW); digitalWrite (M1,HIGH); digitalWrite (M3,HIGH); delay(1000); digitalWrite (M1,LOW); digitalWrite (M3,LOW); } </pre>

Şekil 4.9. Aynı anda titreştirme için yazılım kodları (A,B,J,K harfleri için)

Aynı andaki titreşim sonucu algılama başarısındaki zayıflık nedeniyle harflerin kendi içerisindeki her bir noktacığın tek tek titreştirilmesi ve aralarında daha kısa süre ile bekleme yapılması için gerekli düzenleme yapılmıştır. Bu amaçla, Şekil 4.10'da örnek olarak J harfinin sıralı titreşimi gösterilmiş ve A, B, J ve K harflerinin sıralı titreşimi için düzenlenen kodlar Şekil 4.11'de verilmiştir.



Şekil 4.10. Aralıklı titreştirme (J harfi için)

Resim 4.3'de görüldüğü gibi algı için yapılan çalışmalar neticesinde bir harf içerisindeki her bir noktacık aralarında süre bırakılmaksızın sırayla 300ms titreştirilmiştir. İki harf arasındaki geçişin algılanması amacıyla 1s süre ile sistem durdurulmuştur. Bu şekilde yapılan çalışma sonucu tüm harflerdeki algının kelimenin tanınması bakımından başarılı sonuç verdiği görülmüştür.



Resim 4.3. Algı çalışmaları

<pre> if(read=='a') { digitalWrite (M1,LOW); digitalWrite (M2,LOW); digitalWrite (M3,LOW); digitalWrite (M4,LOW); digitalWrite (M5,LOW); digitalWrite (M6,LOW); digitalWrite (M1,HIGH); delay(300); digitalWrite (M1,LOW); delay(1000); } </pre>	<pre> if(read=='b') { digitalWrite (M1,LOW); digitalWrite (M2,LOW); digitalWrite (M3,LOW); digitalWrite (M4,LOW); digitalWrite (M5,LOW); digitalWrite (M6,LOW); digitalWrite (M1,HIGH); delay(300); digitalWrite (M1,LOW); digitalWrite (M2,HIGH); delay(300); digitalWrite (M2,LOW); delay(1000); } </pre>
<pre> if(read=='j') { digitalWrite (M1,LOW); digitalWrite (M2,LOW); digitalWrite (M3,LOW); digitalWrite (M4,LOW); digitalWrite (M5,LOW); digitalWrite (M6,LOW); digitalWrite (M2,HIGH); delay(300); digitalWrite (M2,LOW); digitalWrite (M4,HIGH); delay(300); digitalWrite (M4,LOW); digitalWrite (M5,HIGH); delay(300); digitalWrite (M5,LOW); delay(1000); } </pre>	<pre> if(read=='k') { digitalWrite (M1,LOW); digitalWrite (M2,LOW); digitalWrite (M3,LOW); digitalWrite (M4,LOW); digitalWrite (M5,LOW); digitalWrite (M6,LOW); digitalWrite (M1,HIGH); delay(300); digitalWrite (M1,LOW); digitalWrite (M3,HIGH); delay(300); digitalWrite (M3,LOW); delay(1000); } </pre>

Şekil 4.11. Aralıklı titreştirme için yazılım kodları (A,B,J,K harfleri için)

4.2.3. Deneysel çalışma

Algı çalışmaları sonucu harfin vücuda aktarımında sıralı titreşim yönteminin daha başarılı olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, titreşim motorlarının aralıkları ve yerleri tespit edilmiştir. Buna göre, bir numaralı titreşim motoru bireyin sol omzuna, iki ve üç numaralı titreşim motorları belli aralıklar ile onun altına yerleştirilmiştir. Diğer titreşim motorları da sağ tarafta aynı hizaya yerleştirilmiştir.

Deneysel çalışmanın geri kalanında beş aşamalı test ard arda iki günde yapılmıştır. Bu testin aşamaları sırası ile aşağıda verilmiştir:

- 1. Aşama:** Harflerin tek tek verilmesi,
- 2. Aşama:** İkili ve üçlü harf kombinasyonu olan anlamlı kelimelerin verilmesi,
- 3. Aşama:** Dörtlü ve beşli harf kombinasyonu olan anlamlı kelimelerin verilmesi,
- 4. Aşama:** İki ve üç kelimenin birlikte verilmesi,
- 5. Aşama:** En az 5 kelimedenden oluşan anlamlı cümlelerin verilmesi.

1. Aşama: Harflerin tek tek verilmesi

Tasarlanan sistemin Braille modülleri görme engelli bireyin göğsüne belli aralıklarla yerleştirilmiştir. Yerleştirme düzeni bireyin okuma yaparken, karşısında olan Braille alfabesinin düzenine göre yerleştirilmiştir (1 no'lu noktacık sol omuz bölgesinde 4 no'lu noktacık sağ omuz bölgesinde). Bu şekilde düzen ayarlandıktan sonra Çizelge 4.2'de gösterildiği gibi harfler sıra ile verilir başarıları ölçülmüştür. Harflerin tek tek verilmesi çalışması Resim 4.4'de görülmektedir.



Resim 4.4. Birinci aşama çalışmaları

Çizelge 4.2. Tek tek verilen harflerin algılama başarısı

Harfler	Algılama başarısı
a	İlk seferde algılandı
b	İlk seferde algılandı
c	İlk seferde algılandı
d	İlk seferde algılandı
e	İlk seferde algılandı
f	İlk seferde algılandı
g	İlk seferde algılandı
h	İlk seferde algılandı
i	İlk seferde algılandı
j	İlk seferde algılandı
k	İlk seferde algılandı
l	İlk seferde algılandı
m	Noktacıkların yataydaki aralığı arttırılarak ikinci seferde algılandı.
n	İlk seferde algılandı
o	İlk seferde algılandı
p	İlk seferde algılandı
r	İlk seferde algılandı
s	İlk seferde algılandı
t	İlk seferde algılandı
u	İlk seferde algılandı
v	İlk seferde algılandı
y	İlk seferde algılandı
z	İlk seferde algılandı

2. Aşama: İkili ve üçlü harf kombinasyonu olan anlamlı kelimelerin verilmesi

Resim 4.5’de gösterilen çalışma ile görme engelli bireye ikili ve üçlü harf kombinasyonlu anlamlı kelimeler verildiğinde, kelimenin her bir harfinin noktacıkları arasındaki titreşim zamanı ayarlanarak yeniden denemeler yapılmıştır. Deneysel çalışmanın bu aşamasında, Çizelge 4.3’de görülen tüm kelimeler verilmiş ve yüzde yüz başarı sağlanarak tamamlanmıştır.



Resim 4.5. İkinci aşama çalışmaları

Çizelge 4.3. İkili ve üçlü harf kombinasyonlu anlamlı kelime algılama başarısı

Kelimeler	Algılama başarısı
ben	İlk seferde algılandı
al	İlk seferde algılandı
onu	İlk seferde algılandı
git	İlk seferde algılandı
huy	İlk seferde algılandı
gel	İlk seferde algılandı
un	İlk seferde algılandı
ara	İlk seferde algılandı
iri	İlk seferde algılandı
nar	İlk seferde algılandı
sal	İlk seferde algılandı
sac	İlk seferde algılandı

3. Aşama: Dörtlü ve beşli harf kombinasyonu olan anlamlı kelimelerin verilmesi

Bu aşamada dört ve beş karakter içeren harflerden oluşan anlamlı kelimeler deneysel çalışmanın son gününde verilmiştir (Resim 4.6). Deneysel çalışmanın bu aşamasının ilk etabı ilk gün, ikinci etabı ise ikinci gün yapılmıştır. İlk günkü çalışma yaklaşık 2 saat gibi bir sürede tamamlanmıştır.

Algılamadaki başarı, deneysel çalışmanın ikinci gününde harfler ile başlanıp ikinci aşama kelimelerinden rasgele birkaç kelime ile devam edildikten sonra Çizelge 4.4'teki kelimelerin hepsi tekrar verilerek (2. etap) devam edilmiştir. Bu şekilde, başlanan ikinci gün çalışmasında, daha hızlı ve daha doğru algılama başarısı gözlenmiştir. Bu durum, geliştirilen sistemin kullanılması ile algılama becerisinin hızla artacağına işaret etmektedir.



Resim 4.6. Üçüncü aşama çalışması

Çizelge 4.4. Dörtlü ve beşli harf kombinasyonlu anlamlı kelime başarısı

Kelimeler	1. etap algılama başarısı	2. etap algılama başarısı
nane	İkinci seferde algılandı	İlk seferde algılandı
tane	İkinci seferde algılandı	İlk seferde algılandı
uzan	Heceleme yolu ile algılandı	İlk seferde algılandı
uyan	İkinci seferde algılandı	İlk seferde algılandı
tarak	İlk seferde algılandı	İlk seferde algılandı
bana	İlk seferde algılandı	İlk seferde algılandı
lale	İlk seferde algılandı	İlk seferde algılandı
atla	İkinci seferde algılandı	İlk seferde algılandı
obur	İlk seferde algılandı	İlk seferde algılandı
topla	İlk seferde algılandı	İlk seferde algılandı
olur	İlk seferde algılandı	İlk seferde algılandı
demek	İlk seferde algılandı	İlk seferde algılandı
sekiz	İkinci seferde algılandı	İkinci seferde algılandı
durma	İlk seferde algılandı	İlk seferde algılandı

4. Aşama: İki ve üç kelimenin birlikte verilmesi

Bu aşamada da engelli bireye diğer aşamalara göre daha karmaşık olan kelime grupları okutulmaya çalışılmıştır. Verilen kelime grupları ve algılama başarısı Çizelge 4.5'deki gösterilmiştir.

Çizelge 4.4 ve 4.5 incelendiğinde ard arda yapılan çalışmalar sonucunda geliştirilen sistem ile yapılan okumanın Braille alfabesi bilen görme engelli bir birey üzerinde çok hızlı bir öğrenildiği görülmüştür. Bu durum sistemin diğer özelliklerinin yanında bireyin okuma becerisine hızlı bir katkıda bulunması açısından önemlidir.

Çizelge 4.5. İki ve üç kelimeyi anlama başarısı

Kelimeler	Algılama başarısı
Ali gel	İlk seferde algılandı
Haydi oku	İlk seferde algılandı
Sen de dene	İlk seferde algılandı
Kokulu elma	İlk seferde algılandı
Atla gel buraya	İlk seferde algılandı
Karda devam et	İlk seferde algılandı
Lale getir	İlk seferde algılandı

5. Aşama: En az 5 kelimedenden oluşan anlamlı cümlelerin verilmesi.

Bu aşama, görme engelli bireye okutma çalışmalarının yapıldığı son aşama olup engelli bireye okutulan cümleler Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Deneysel çalışmada kullanılan anlamlı cümleler

Cümleler
Mesela derken kabloyu alan adam enerjiye dikkat etmedi.
Dersi derste anlamak sonradan bakmak kadar zor mu diye sordu.
Havada bulut sen bunu unut gibi tekerlemeler ilkokulda hep ezber metnidir.
Mavi ekran bilgisayarda istenmeyen bir durumdur. Bunun sebebi az da olsa bilinmekle beraber esas sorunu bulmak kolay olmayabilir.

Bu aşama da yapılan deneysel çalışmanın sonunda, görme engelli birey Çizelge 4.6'da verilen cümleleri ilk seferde tam başarı ile okumuştur. Önceki aşamaya göre kullanılan kelimeler ve kurulan cümle uzunlukları dikkate alındığında geliştirilen sistem ile görme engelli bireyin paragraf paragraf metin okuma becerisinin sistemi kullanmaya devam ettikçe gelişeceği ve bununla beraber dijital ortamda yayınlanan metinleri rahatlıkla okuyabileceği sonucuna varılmıştır.

Bu aşamaya kadar dört gösterge ile şarj durumunu gösteren batarya hala aynı sayıda gösterge ile şarj durumunu göstermektedir. Dolayısıyla, sistemin enerji tüketiminin düşük olması, böyle bir batarya ile uzun süre okuma yapılabileceğini de göstermiştir.

5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Görme engeli, okuma konusunda bireyleri önemli ölçüde kısıtlayan bir engeldir. Gerek matbu basılı metinlerin yoğun olduğu dönemde gerekse metinlerin yoğun olarak dijital ortama taşındığı günümüz teknolojilerinde, görme engelli bireylerin okuma yapma konusundaki zorlukları farklı boyutta da olsa devam etmektedir. Bu konuda çözüm olarak üretilen Braille alfabe sistemi bile ancak özel basım ile maliyetli bir uygulama olduğundan tüm metinlerin görme engellilere ulaştırılması mümkün olmamıştır. Bununla beraber, mobil cihazların hayatımıza girmesi ile okuduğumuz metinler matbu olmaktan çıkmıştır. Bu bağlamda, bu tez çalışmasında, gelişen teknoloji ile uyumlu bir sistem geliştirilmiştir. Okuma, Braille harf düzeninde olmakla beraber parmak ucu gibi küçük bir alanda yapılmayıp göğüs bölgesinin hassasiyeti kullanılmıştır. Dijital ortamdaki metinler, kablosuz bağlantı ile görme engelli bireyin göğsünde titreşimle iletilmektedir. Bu yöntemin üstün özellikleri, kişiyi dijital metinlere erişimini sağlaması, bir yere bağlı olmak zorunda bırakmaması ve okunan metnin gizliliğinin sağlanması olarak sayılabilir. Ayrıca, literatürdeki birçok okuma sisteminin aksine, görme engelli birey okuma yaparken herhangi bir uzvunu kullanmak zorunda bırakmayan bu sistem bir elbise içine alınarak rahatlıkla kullanılabilir düzeneğe sahiptir. Yapılan deneysel çalışmalarda, Braille harf düzeninde harflerin titreşim yoluyla göğüs bölgesine iletimi ile kısa sürede başarılı sonuçlar alınmıştır. Ayrıca, deneysel çalışmanın ilerlemesiyle beraber sifıra düşen hatalı okuma sayısı, sistemin kullanılması ile süreler konusunda da kısaltmaya gidilebileceğini, daha az enerji tüketimi ile daha uzun süre okuma yapılabilirliğini göstermiştir.

Geliştirilen sistemin gelişmeye açık yönleri, kullanılan akıllı cihazlara yapılacak bir yazılım ile kitapların yüklenmesi, okumada ileri, geri, tekrar özelliklerinin kazandırılması, haber gibi güncellenen metinlerin eklenmesi, metin yoluyla iletişim programlarına erişimin sağlanması olarak sayılabilir. Ayrıca harf içi ve harfler arası duruş sürelerinin ayarlanabilir olma özelliğinin eklenmesi, algıda seçiciliğin artması ile uzun sürelerde sistemin çalışmasına olanak sağlayacaktır.

Sonuç olarak, dijital metinlerin okunmasında, kişinin mobilitesini engellemeyen, onun dış görüntüsüne olumsuz bir etki yapmayan ve hareket özgürlüğünü kısıtlamayan bir okuma sistemi başarı ile çalıştırılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Elmannai, W., Elleithy, K. (2017). "Sensor-based assistive devices for visually-impaired people: current status, challenges, and future directions", *Sensors*, 17(3), 565, 1-42.
2. Wewalk, <https://arikovani.com/projeler/akilli-baston/detay>
3. Culbertson H, Walker JM, Raitor M, Okamura AM. 2017. WAVES: a wearable asymmetric vibration excitation system for presenting three-dimensional translation and rotation cues. In Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 4972–82. New York, ACM
4. Ahmad, F., Ishaq, I., Ali, D., Riaz, M. F. (2016). "Bionic Kinect device to assist visually impaired people by haptic and voice feedback", In Bio-engineering for Smart Technologies (BioSMART), 2016 IEEE International Conference on 1-4.
5. Joseph, S. L., Xiao, J., Zhang, X., Chawda, B., Narang, K., Rajput, N., Subramaniam, L. V. (2015). "Being aware of the world: Toward using social media to support the blind with navigation", *IEEE transactions on human-machine systems*, 45(3), 399-405.
6. Xiao, J., Joseph, S. L., Zhang, X., Li, B., Li, X., Zhang, J. (2015). "An assistive navigation framework for the visually impaired", *IEEE transactions on human-machine systems*, 45(5), 635-640.
7. Ando, B., Baglio, S., Marletta, V., Valastro, A. (2015). "A haptic solution to assist visually impaired in mobility tasks", *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 45(5), 641-646.
8. Horvath, S., Galeotti, J., Wu, B., Klatzky, R., Siegel, M., Stetten, G. (2014). "FingerSight: Fingertip haptic sensing of the visual environment", *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*, 2, 1-9.
9. Kumar, K., Champaty, B., Uvanesh, K., Chachan, R., Pal, K., Anis, A. (2014). "Development of an ultrasonic cane as a navigation aid for the blind people", *IEEE Control, Instrumentation, Communication and Computational Technologies (ICCICCT)*, 2014 International Conference on 475-479.
10. Battaglia, F., Iannizzotto, G. (2012). "An open architecture to develop a handheld device for helping visually impaired people", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 58(3), 1086-1093.
11. El-Koka, A., Hwang, G. H., Kang, D. K. (2012). "Advanced electronics based smart mobility aid for the visually impaired society", *IEEE In Advanced Communication Technology (ICACT)*, 2012 14th International Conference on 257-261.
12. Galeotti, J., Horvath, S., Klatzky, R., Nichol, B., Siegel, M., Stetten, G. "Fingertip Control and Haptic Sensing of the Visual Environment", 2008, [Patent].
13. Hirose, M., Amemiya, T. (2003). "Wearable finger-braille interface for navigation of deaf-blind in ubiquitous barrier-free space", *Proceedings of the HCI International Vol.*

- 4, 1417-1421.
14. Yang, X., Yuan, S., Tian, Y. (2014). "Assistive Clothing Pattern Recognition for Visually Impaired People", *IEEE Trans. Human-Machine Systems*, 44(2), 234-243.
 15. Dakopoulos, D., Bourbakis, N. G. (2010). "Wearable obstacle avoidance electronic travel aids for blind: a survey", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 40(1), 25-35.
 16. Rantala, J., Raisamo, R., Lylykangas, J., Surakka, V., Raisamo, J., Salminen, K., Hippula, A. (2009). "Methods for presenting braille characters on a mobile device with a touchscreen and tactile feedback", *IEEE Transactions on Haptics*, 2(1), 28-39.
 17. [16] Gallagher, T., Wise, E., Yam, H. C., Li, B., Ramsey-Stewart, E., Dempster, A. G., Rizos, C. (2014). "Indoor navigation for people who are blind or vision impaired: where are we and where are we going?", *Journal of Location Based Services*, 8(1), 54-73.
 18. Alnfai, M., Sampalli, S. (2017). "BrailleEnter: a touch screen braille text entry method for the blind", *Procedia Computer Science*, 109, 257-264.
 19. Jawasreh, Z. H. M., Ashaari, N. S., Dahnil, D. P. (2017). "Braille tutorial model using braille fingers puller". IEEE 6th International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI) 1-5.
 20. Başıçiftçi, F., Eldem, A. (2016). "An interactive and multi-functional refreshable Braille device for the visually impaired", *Displays*, 41, 33-41.
 21. Amemiya, T. (2007). "Handheld haptic display with braille I/O", In *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction* 730-739. Springer, Berlin, Heidelberg.
 22. Ohtsuka, S., Tomizawa, T., Hasegawa, S., Sasaki, N., Harakawa, T. (2013). "Introduction of a wireless body-Braille device and a self-learning system", *IEEE Consumer Electronics (GCCE), 2013 IEEE 2nd Global Conference on*, 407-409.
 23. Bandodkar, M., Chourasia, V. (2014). "Low cost real-time communication braille hand-glove for visually impaired using slot sensors and vibration motors", *Int. J. Electr. Comput. Energ. Electron. Commun. Eng.*, 8(6), 973 - 980.
 24. Kanno, T., Nagano, H., Asihara, O., Nagahashi, H. (1999). "A communication aid for deaf- blind people using vibration motors", *Electronics and Communications in Japan (Part III: Fundamental Electronic Science)*, 82(1), 9-18.
 25. Frediani, G., Busfield, J., Carpi, F. (2018). "Enabling portable multiple-line refreshable Braille displays with electroactive elastomers", *Medical engineering & physics*, 60, 86-93.
 26. Luzhnica, G., Veas, E., Pammer, V. (2016). "Skin reading: Encoding text in a 6-channel haptic display", In *Proceedings of the 2016 ACM International Symposium on Wearable Computers*, 148-155.

27. Ulusoy, M., Sipahi, R. (2016). "Experimental evaluation of a braille-reading-inspired finger motion adaptive algorithm", *PLoS one*, 11(2), e0148356.
28. Sarkar, R., Das, S., & Rudrapal, D. (2013, Şubat). A low cost microelectromechanical Braille for blind people to communicate with blind or deaf blind people through SMS subsystem. In 2013 3rd IEEE International Advance Computing Conference (IACC), 1529-1532.
29. Azmandian M, Hancock M, Benko H, Ofek E, Wilson AD. (2016). Haptic retargeting: dynamic repurposing of passive haptics for enhanced virtual reality experiences. Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1968–79.
30. Amemiya T, Gomi H. (2016). Active manual movement improves directional perception of illusory force. *IEEE Trans. Haptics* 9, 465–73
31. Tanabe T, Yano H, Iwata H. (2016). Properties of proprioceptive sensation with a vibration speaker-type non-grounded haptic interface. In 2016 IEEE Haptics Symposium, 21–26.
32. Schorr SB, Okamura AM. (2017). Three-dimensional skin deformation as force substitution: wearable device design and performance during haptic exploration of virtual environments. *IEEE Trans. Haptics* 10, 418–30
33. Eid M. A., Osman, A. H. (2016). "Affective haptics: current research and future directions", *IEEE Access* 4, 26–40
34. Martinez, M., Roitberg, A., Koester, D., Stiefelhagen, R., Schauerte, B. (2017) "Using Technology Developed for Autonomous Cars to Help Navigate Blind People" Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2017, 1424-1432
35. Culbertson, H., Schorr, S. B., Okamura, A. M. (2018). "Haptics: The present and future of artificial touch sensation", *Annual Review of Control, Robotics, and Autonomous Systems*, 1, 385-409.
36. Öztürk, A., Doğan, M., Eker, F., Öztürk, Z., Doğan, Y., Şen, G. (2013). "Görme Engellilere Okuma Yazma Öğretim Kılavuzu". Milli Eğitim Bakanlığı Özel Eğitim Ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
37. Siqueira J., Alves de Melo Soares F. A., Silva C. R. G., de Oliveira Berretta L., Ferreira C. B. R., Félix I. M., Luna M. M. (2016). "BrailleÉcran: A Braille Approach to Text Entry on Smartphones," *IEEE 40th Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)*, Atlanta, GA, 2016, 608-609.
38. Avşar, İ., Furat, M. (2020). "Görme Engelliler için Vücudun Okuma Hassasiyetinin Ölçülmesi." *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 342-348.
39. Scilingo, E. P., Valenzano, G. (Eds.). (2017). *Wearable Electronics and Embedded Computing Systems for Biomedical Applications*. MDPI.

DİZİN

A

alfabe · 1, 8, 14, 35

B

Batarya · 21
bilgisayar · 4, 3, 4, 7, 8, 12
Bluetooth modül · 22
Braille · iv, v, 2, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19,
20, 23, 24, 25, 29, 33, 35

C

Cep telefonu · 23
cihaz · 2, 3, 4, 7, 12, 17

E

eğitim · 16

G

Görme engelli · iv, 1, 2, 3, 8, 11, 14, 16, 17

İ

işaret · 6, 32

K

kabartma · 17, 18
Katılımcı · 23
Koruyucu Kapsül · 19
kullanıcı · 4, 5, 8, 10

L

LİTERATÜR · 2

M

metin · iv, 4, 10, 11, 17, 22, 34, 35
Mikroişlemci kart · 20
mobilite · iv, 12, 13

N

noktacık · 26, 27, 29

O

okuma · iv, 1, 2, 8, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 22, 23, 24, 29,
33, 34, 35, 39

S

sensör · xiv, 3
sistem · iv, 6, 7, 8, 10, 12, 17, 18, 22, 23, 27, 33, 34, 35
Sistem · 5, 6, 7, 8, 12

V

vibrasyon motoru · 8

Y

yardımcı cihazlar · 1, 3
yöntem · 2



TEKNOVERSİTE



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

İSTE

