



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNSAN - BİLGİSAYAR ETKİLEŞİMLİ DİNAMİK BRAİLLE SİSTEMİNİN TASARIMI

Ayşe ELDEM

DOKTORA TEZİ

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz-2017
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ayşe ELDEM tarafından hazırlanan "İnsan - Bilgisayar Etkileşimli Dinamik Braille Sisteminin Tasarımı" adlı tez çalışması 21/07/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**İmza**
Başkan Prof. Dr. Mehmet YILDIRIM	.....
Danışman Doç. Dr. Fatih BAŞÇİFTÇİ	.....
Üye Prof. Dr. Hakan IŞIK	.....
Üye Prof. Dr. Mehmet Melih İNAL	.....
Üye Doç. Dr. Erkan ÜLKER	.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa YILMAZ
FBE Müdürü

Bu tez çalışması TÜBİTAK tarafından 113E778 nolu proje ve Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü 14401107 ve 15401004 nolu projeler ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.



Ayşe ELDEM

Tarih: 21.07.2017

ÖZET

DOKTORA TEZİ

İNSAN – BİLGİSAYAR ETKİLEŞİMLİ DİNAMİK BRAİLLE SİSTEMİNİN TASARIMI

Ayşe ELDEM

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Fatih BAŞÇİFTÇİ

2017, 109 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Mehmet YILDIRIM
Prof. Dr. Mehmet Melih İNAL
Prof. Dr. Hakan IŞIK
Doç. Dr. Fatih BAŞÇİFTÇİ
Doç. Dr. Erkan ÜLKER

Görme engelli bireylerin hayatlarını kolaylaştırabilmek amacıyla bilişim teknolojileri kullanılarak her geçen gün yeni uygulamalar geliştirilmektedir. Bu tez çalışmasında, görme engelli bireylerin kullanabileceği 96 adet Braille hücresi içeren bir belge okuma cihazı geliştirilmiştir. "Üçüncü Gözüm" şeklinde isimlendirilen cihaz, görme engelli bireylerin özellikle yazılı metinleri okuma konusunda diğer insanlara olan bağımlılıklarını sonlandırmak amacıyla geliştirilmiştir. Geliştirilen cihazın iki farklı çalışma modülü bulunmaktadır. Birinci modülün amacı, Braille alfabesini bilmeyen görme engelli bireylerle alfabe, kelime, cümle ve paragraf çalışmaları yaparak Braille alfabesini öğretebilmektir. İkinci modülde ise; cihaz üzerine konumlandırılan tarayıcı aracılığıyla herhangi bir belge taranıp belgedeki karakterler, geliştirilen yazılım sayesinde Braille kodlarına dönüştürülmektedir. Cihazın alt bölümüne konumlandırılan 96 adet Braille hücresine, ilgili karakter kodları gönderilerek Braille alfabesi şeklinde görme engelli birey tarafından okunabilmesi sağlanmaktadır. Elde edilen karakterlerin sayısı 96'dan fazla ise metinler üzerinde gezinim sağlayan tuşlar sayesinde metnin tamamı okunabilmektedir. Cihazın bir diğer özelliği ise istenildiği takdirde belge taramanın yerine word, metin belgesi, metin içerikli resim gibi herhangi bir dosyanın sisteme yüklenerek okunabilmesi sağlamaktadır.

Cihaz geliştirilirken görme engelli bireylerle test edilmiş; güvenilirlik ve performans, fiziksel özellikler, kullanım ve duyarlılık boyutu bakımından ele alınarak değerlendirilmiştir. Cihaz üzerindeki tüm devre tasarımları tez kapsamında yazar tarafından geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Belge Okuma Cihazı, Braille, Braille Hücresi, Braille Monitör, Görme Engelli Birey

ABSTRACT

Ph.D THESIS

HUMAN-COMPUTER INTERACTIVE DYNAMIC BRAILLE SYSTEM DESIGN

Ayşe ELDEM

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN COMPUTER ENGINEERING

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Fatih BAŞÇİFTÇİ

2017, 109 Pages

Jury
Prof. Dr. Mehmet YILDIRIM
Prof. Dr. Mehmet Melih İNAL
Prof. Dr. Hakan IŞIK
Assoc. Prof. Dr. Fatih BAŞÇİFTÇİ
Assoc. Prof. Dr. Erkan ÜLKER

Day by day new applications are being developed by using information technology in order to make life of visually impaired individuals easier. In this thesis study, a document reading device was developed that includes 96 Braille cells that can be used by visually impaired individuals. The device called "Third Eye" was developed to end the dependence of visually impaired individuals on other people especially in reading written texts. The developed device has two different operating modules. The aim of the first module is to teach the Braille alphabet by performing alphabet, word, sentence and paragraph studies to visually impaired individuals who do not know Braille alphabet. In the second module; any document is scanned by the scanner located on the device and characters in the document are converted to Braille codes by the developed software. Character codes are sent to the 96 Braille cells located in the lower part of the device so that they can be read by the visually impaired person as Braille alphabet. If the number of characters is more than 96, the texts can be read all through by the navigation buttons. Another feature of the device is that, if requested, any file such as word, text document, text content image can be loaded instead of scanning the document and can be read.

While the device was being developed, it was tested with visually impaired individuals, and physical characteristics, reliability and performance, usability and sensitivity subjects were evaluated. All circuit designs on the device have been developed by the author within the scope of the thesis.

Keywords: Braille, Braille Cell, Braille Display, Document Reader Device, Visually Impaired Individuals

ÖNSÖZ

Doktora tez çalışmalarım sırasında bana yol gösterip, yardımlarını benden esirgemeyen tez danışmanım saygıdeğer hocam Doç. Dr. Fatih BAŞÇİFTÇİ' ye, tez izleme komitesi üyesi kıymetli hocalarımız Prof. Dr. Hakan IŞIK'a ve Doç. Dr. Erkan ÜLKER'e, cihazın geliştirme aşamasında yardımlarını bende esirgemeyen değerli hocamız Öğr. Gör. Hüseyin HARMANCI'ya, maddi olarak destek veren TÜBİTAK' a ve Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne, manevi desteğini hiçbir zaman benden esirgemeyen her türlü hoşgörü ve fedakârlığı gösteren sevgili eşim Hüseyin ELDEM' e, çocuklarım Mehmet Ali ve Furkan Eymen'e, tüm yaşamım boyunca varlığını her zaman yanımda hissettiğim sevgili babam ve anneme teşekkür ederim.

Ayşe ELDEM
KONYA-2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

ÇİZELGELER VE ŞEKİLLER ..... **xi**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Tezin Amacı ve Önemi 5

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **9**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **18**

3.1. Tarayıcı 18
3.2. Haberleşme Şekli 19
3.2.1 Evrensel Seri Veri Yolu (Universal Serial Bus – USB) 19
3.2.2 Bluetooth 21
3.3. Braille Hücreleri 22
3.4. Braille hücrelerini süren devre (BHSD - Backpanel) 23
3.5. PIC18F4550 24
3.6. Dijital Görüntü Ön İşlemleri 25
3.6.1. Griye çevirme 26
3.6.2. Gürültü temizleme 26
3.6.3. Siyah beyaza çevirme 27
3.7. Segmentasyon İşlemi 30
3.8. Eğim ve Meyil Düzeltme 30
3.9. Karakter Tanıma 30
3.10. Seslendirme 32
3.10.1. Kural tabanlı formant sentezleyiciler 34
3.10.2. Söyleyiş (articulatory) sentezleyiciler 34
3.10.3. Eklemeli (concatenative) sentezleyiciler 34

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **35**

4.1. Geliştirilen Uygulama 38
4.1.1. Bağlantı bölümü 39
4.1.2. Görüntü işleme bölümü 40
4.1.3. Donanım bölümü 49
4.1.4. Çalışma modunun belirlenmesi bölümü 65
4.1.5. Metinler üzerindeki işlemler ve dosyalama bölümü 69
4.2. Braille Alfabesi Öğretim Bölümü 71

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 73

5.1 Sonuçlar 73
5.2 Öneriler 83

EKLER 90

ÖZGEÇMİŞ 92

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

cm : Santimetre
cN : Santinewton
GBit/sn : Gigabit/saniye
gf : Gram kuvvet
GHz : Giga Hertz
GW : Giga Watt
Hz : Hertz
KB : Kilo Byte
KBps : Kilobit per second
kHz : Kilo Hertz
mA : Mili amper
µA : Mikroamper
µH : Mikro Henri
MBps : Megabit per second
Mbit : Megabit
Mbit/sn : Megabit/saniye
mm : Milimetre
µm : Mikrometre
mN : Milinewton
ms : Milisaniye
N : Newton
ns : Nanosaniye
pt : Punto
RH : Bağıl Nem
sn : Saniye
V : Volt
ºC : Santigrat derece

Kısaltmalar

ANFIS : Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi
Adaptive Network Based Fuzzy Inference System
ASCII : Bilgi Değişimi İçin Amerikan Standart Kodlama Sistemi
American Standard Code for Information Interchange
BHSD : Braille hücrelerini süren devre – Backpanel
CAD : Bilgisayar Destekli Tasarım - Computer Aided Design
CDP : Konveks Baskın Noktalar - Convex Dominant Points
CLK : Saat Çevrimi - Clock
CMOS : Karşılaştırmalı Ortalama Görüş Skoru - Comparative Mean Opinion Score
COM : Haberleşme portu - Communication port
CSM : Tamamlayıcı Benzerlik Ölçü Yöntemi
Complementary Similarity Measure Method
DAGSVM : Döngüsüz Yönlü Çizge Destek Vektör Makinesi
Directed Acyclic Graph Support Vector Machine
DFT : Ayrık Fourier Dönüşümü - Discrete Fourier Transform
DPI : 1 inch yani 25,4 mm uzunluk için nokta adedi - Dots Per Inch
DTV : Dikey Tanımlama Vektörü - Vertical Identify Vector
EDR : Enhanced Data Rate – Gelişmiş Veri Hızı
FPGAs : Alan Programlanabilir Kapı Dizileri - Field Programmable Gate Arrays
HID : İnsan Arayüz Cihazı - Human Interface Device
HMM : Gizli Markov Modeli - Hidden Markov Model
K-NN : K En Yakın Komşu Algoritması – K Nearest Neighbors Algorithm
MKS : Metinden Konuşma Sentezleme – Text To Speech Synthesis
MOS : Ortalama Görüş Skoru - Mean Opinion Score
OCR : Optik Karakter Tanıma - Optic Character Recognation
PCA : Temel bileşen analizi - The principal component analysis
PDMS : Poli-dimetilsiloksan - Poly-dimethylsiloxane
PIC : Çevresel Arabirim Denetleyicisi - Peripheral Interface Controller
PNN : Olasılıklı Sinir Ağı - Probabilistic Neural Network
PWM : Darbe Genişlik Modülasyonu - Pulse Width Modulation
RGB : Kırmızı Yeşil Mavi - Red Green Blue
RISC : Azaltılmış Bilgisayar Komut Seti - Reduced Instruction Set Computer
SCW : Eş Merkezli Pencere Kaydırma - Sliding Concentric Window
SD : Güvenli Sayısal Kart - Secure Digital Card
SMA : Şekil Bellekli Alaşım – Shape Memory Alloy
SMNN : Benzerlik Ölçüm Sinir Ağı - Similarity Measure Neural Network
SOLA : Eşzamanlı Örtüşme-Ekleme Algoritması – Synchronous OverLap and Add
SVM : Destek Vektör Makinesi - Support Vector Machine
TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu
USB : Evrensel Seri Veri Yolu - Universal Serial Bus
WTA : Kazanan Hepsini Alır - Winner Take All
WHO : Dünya Sağlık Örgütü - World Health Organization
YSA : Yapay Sinir Ağları - Artificial Neural Networks
YTV : Yatay Tanımlama Vektörü - Horizantal Identify Vector
1-NN : 1 En Yakın Komşu - 1 Nearest Neighbor

ÇİZELGELER VE ŞEKİLLER

Çizelgeler

Çizelge 1.1. Görme engeli derecesinin durumlarına ait sayısal veriler 4
Çizelge 1.2. Cinsiyete göre oransal ve sayısal dağılım 4
Çizelge 1.3. Bireylerin engelliliğiyle ilgili hizmetlerden yararlanma durumu 4
Çizelge 3.1. Tarayıcıların özellikleri 19
Çizelge 3.2. USB hızları 20
Çizelge 3.3. Braille hücresinin teknik özellikleri 23
Çizelge 3.4. Backpanelin teknik özellikleri 24
Çizelge 3.5. *i*,*j* noktasındaki piksel komşulukları 25
Çizelge 3.6. Griye çevirme örneği 26
Çizelge 3.7. Mean filtresi uygulama örneği 27
Çizelge 3.8. Median filtresi uygulama örneği 27
Çizelge 4.1. Kullanılan eşikleme yöntemlerinin süreleri 45
Çizelge 4.2. Braille hücresine verilen kodlar ve pin numaraları 66
Çizelge 5.1. Maliyet ve Boyut Karşılaştırması 74
Çizelge 5.2. Bağlantı şekline göre veri gönderim hızları 75
Çizelge 5.3. Uygulamada kullanılan örnek ifadeler 76
Çizelge 5.4. Öğrenme Yüzdeleri 76
Çizelge 5.5. Görme engelli birey sayısı 78
Çizelge 5.6. “Cinsiyet” ve “Braille alfabesini bilip bilmeme” açısından görme engelli bireylerin görüşlerine yönelik Mann-Whitney U testi sonuçları 79
Çizelge 5.7. “Yaş” ve “Eğitim durumu” açısından görme engelli bireylerin görüşlerine yönelik Chi-Square testi sonuçları 80
Çizelge 5.8. Oluşturulan devrelerdeki Braille hücre sayıları 81
Çizelge 5.9. Cihazların ortalama denenme süreleri 81
Çizelge 5.10. Cihazların farklı karakter sayılarındaki veri gönderme sayısı 82
Çizelge 5.11. Katılımcıların cihazları ortalama kullanım süreleri 82

Şekiller

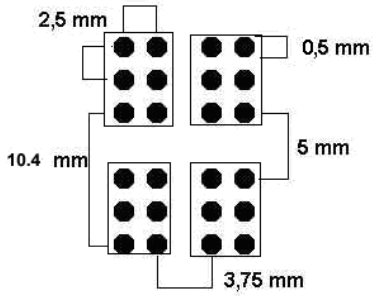
Şekil 1.1. Braille hücre yapısı 2
Şekil 1.2. Braille alfabesi 2
Şekil 1.3. Braille yazı tableti 3
Şekil 2.1. Gören göz projesi 17
Şekil 3.1. USB konnektörleri 20
Şekil 3.2. USB kablo yapısı 21
Şekil 3.3. Bluetooth HC06 entegresi 21
Şekil 3.4. Seri iletişimde veri iletimi (ElektronikMagazin, 2017) 22
Şekil 3.5. Braille hücresi 23
Şekil 3.6. Piezo aktüatörün çalışma mantığı(Smithmaitrie, 2009) 23
Şekil 3.7. BHSD (Backpanel) ve bağlantı yapısı 24
Şekil 3.8. MKS sisteminin işlevsel yapısı (Ünaldı, 2007) 33
Şekil 4.1. Geliştirilen prototipler 36
Şekil 4.2. C# dili ile geliştirilen yazılımsal ekran 36
Şekil 4.3. İşlem adımları 37
Şekil 4.4. USB/Bluetooth seçimi 39
Şekil 4.5. Görüntü işleme işlem adımları 41
Şekil 4.6. a) Renkli resim b) Griye çevrilmiş resim 41
Şekil 4.7. Filtreleme sonuçları 43
Şekil 4.8. İkili görüntüye çevirme işlemleri 44
Şekil 4.9. Satır başı ve satır sonu 45
Şekil 4.10. Kelime belirleme işlemi 46
Şekil 4.11. Harflerin ayrılması işlemi 47
Şekil 4.12. Verdana yazı fontu için karakter tanımlamaları 48
Şekil 4.13. Cihazda kullanılan 96 adet Braille hücresi 49
Şekil 4.14. Braille hücrelerinin takıldığı panellerin bir bölümü 50
Şekil 4.15. Kristal devresi 51
Şekil 4.16. Buzzer devresi 51
Şekil 4.17. USB devresi 52
Şekil 4.18. Bluetooth entegresine bağlanan konnektör 52
Şekil 4.19. Voltaj yükseltici devre 53
Şekil 4.20. Buton devresi 56
Şekil 4.21. a)Buton görünümleri b)Buton baskı devresi 57
Şekil 4.22. Buton devresi için oluşturulan keypad 58
Şekil 4.23. Braille hücrelerine veri aktarımını sağlayan konnektör 58
Şekil 4.24. a)1. prototip için devre tasarımı b)Baskı devresi 60
Şekil 4.25. Akü şarj devresinin çizimi 61
Şekil 4.26. Akü şarj devresinin alttan ve üstten görünümü 62
Şekil 4.27. Akü şarj gösterge devresi 62
Şekil 4.28. Batarya şarj devresi 63
Şekil 4.29. Batarya PIC18F4550 bağlantı devresi 63
Şekil 4.30. Güneş paneli devresi 64
Şekil 4.31. Geliştirilen cihaza monte edilebilen güneş paneli 64
Şekil 4.32. İkinci prototip için geliştirilen donanımsal kart 65
Şekil 4.33. Ses kartı devresi 65
Şekil 4.34. Çalışma modu seçimi 66
Şekil 4.35. Seslendirme işlem adımları 69
Şekil 4.36. Metin üzerinde gezinti sağlayan tuşlar 70

Şekil 4.37. Braille alfabesinin öğretimi 71
Şekil 5.1. Braille hücrelerinin çalışma grafiği 75
Şekil 5.2. Katılımcı çalışması 78

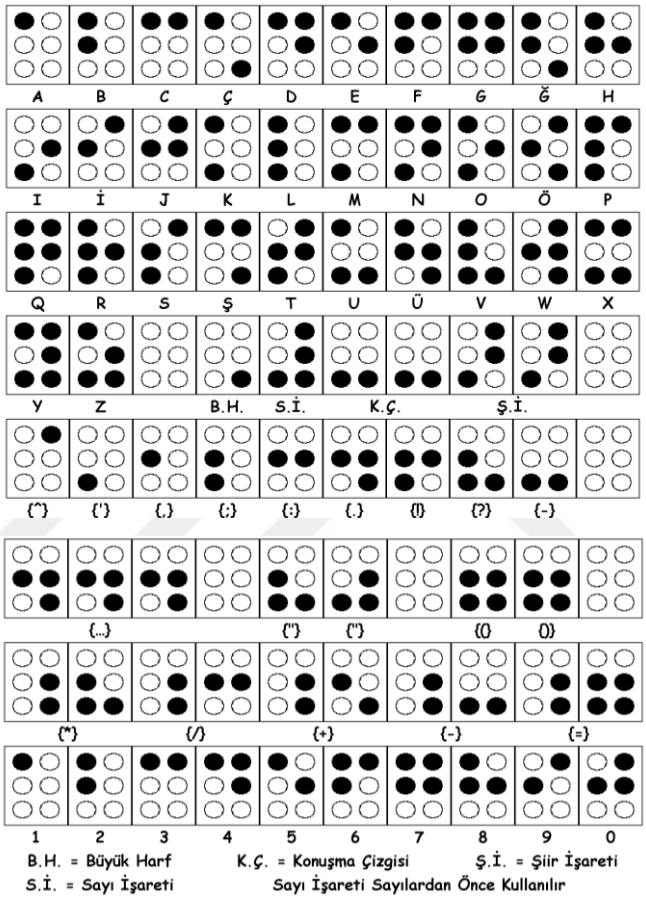
1. GİRİŞ

Görme engelli bireyler, görme fonksiyonunu tamamen ya da bir kısmını kaybetmiş olan kişiler olup özel bakım ve ilgiye muhtaç olan bireylerdir. Görme engelli bireyler, az görenler ve hiç görmeyen bireylerden oluşmaktadır. Görme engelini oluşturan nedenler arasında; kalıtım, ateşli hastalıklar, tümörler, kazalar, yaralanmalar, zehirlenmeler, annenin hamilelik sırasında geçirdiği hastalıklar gibi nedenler sayılabilir. Görme engelli bireylerin, görme engelinden dolayı göz el koordinasyonları bulunmamaktadır. Bu nedenle diğer insanlar gibi rahat bir yaşam sürdürememektedirler. Görme duyuları olmadığı için dokunma ve işitme duyuları görme engeli olmayan bireylere nazaran çok daha iyi şekilde gelişmiştir. Görme engelinden kaynaklanan sorunlara çözüm olarak dokunsal ve işitsel materyalleri kullanmaktadırlar. Örneğin yemek yeme, giyinme, diş fırçalama gibi becerileri başka cisimlere dokunarak geliştirmektedirler.

Görme engelli bireylerin genelde birisine muhtaç ve çaresiz insanlar oldukları düşünülmesine rağmen onlar da diğer insanlarla aynı özellikleri taşımaktadır. Yani herhangi bir engeli olmayan bir insanın yaşadığı birçok koşulda onlarda yaşayabilmektedir. Görme engelli bireylerin hayatlarını biraz daha kolaylaştırmak amacıyla kendisi de görme engelli bir birey olan Louis Braille tarafından Braille alfabesi geliştirilmiştir (Jiménez ve ark., 2009; Torras ve ark., 2013; EcnTechnologyCounseling, 2014). Braille alfabesi sayesinde daha rahat bir şekilde hayatlarına devam etmeleri sağlanmaktadır. Örneğin asansör düğmelerinin Braille alfabesiyle yazılması; hastane, okul vb. kurumlarda Braille alfabesiyle yazılmış yönlendirme levhalarının bulunması; baharatlıkların üzerine Braille alfabesiyle hangi baharat olduğu yazılması; ilaç kutularına Braille alfabesiyle ilacın isminin kodlanması gibi. Örneklerden de görüldüğü üzere görme engelli bireylerin hayatlarını kolaylaştırmak için Braille alfabesinden sıkça faydalanılmaktadır. Braille harfine ait hücre yapısı Şekil 1.1'de gösterilmiş olup, 2 sütun ve 3 satırda bulunan 6 noktadan oluşmaktadır. Herhangi bir harf, Braille karakteri şeklinde kodlanmak istenildiğinde, o harfle ilgili noktaların daha kabarık olması sağlanmaktadır. Şekil 1.2'de de Braille alfabesinde kullanılan harfler, rakamlar ve simgeler gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Braille hücre yapısı



Şekil 1.2. Braille alfabesi

Harflerin üzerinde bulunan kabartmaların oluşturulabilmesi için Şekil 1.3'te gösterilen Braille yazı tabletleri kullanılmaktadır. Braille yazı tabletlerinde bulunan iki plakanın arasına kabartma yazı kartonu yerleştirilerek kapatılmaktadır. Ardından çivi türevinde ucu sivri bir kalemle yazı kartonu delinip harfler üzerinde bulunan kabartmalı noktalar oluşturulmaktadır. Fakat oluşturulan kabartmalar kâğıdın diğer yüzüne çıktığından dolayı delme işlemi gerçekleştirilirken sağdan sola doğru delme işlemi yapılmaktadır. Ardından kâğıt ters çevrilip soldan sağa doğru okuma işlemi gerçekleştirilir (Altınok, 2015).



Şekil 1.3. Braille yazı tableti

Günümüzde görme engelli bireyler hem dünyada hem de yurdumuzda azımsanamayacak kadar fazladır. Başbakanlık Özürlüler İdaresi'nin Türkiye Özürlüler Araştırması 2006 İleri Analiz Raporu'na göre[1], Türkiye genelinde 412.312 görme engelli birey vardır (İleriAnalizRaporu, 2006). Aynı zamanda Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) 2014 yılında açıklamış olduğu verilere göre, Dünya üzerinde 39 milyon insanın kör olduğu, 246 milyon kişinin de az gördüğü tespit edilmiştir (DünyaSağlıkÖrgütü(WHO), 2014). Görme engellilerin görme derecesine göre engel durumu farklılık göstermektedir. Bununla birlikte görme engelli bireyler, devletin sağlamış olduğu hizmetler arasından en çok sağlık ve eğitim hizmetlerinden faydalanırken maalesef diğer hizmetlerden tam anlamıyla yararlanmamaktadırlar. 2006 İleri Analiz Raporu'na göre; görme engelinin durumuna göre dağılımı Çizelge 1.1'de, cinsiyete göre görme engellilerin dağılımı Çizelge 1.2'de (İleriAnalizRaporu, 2006), Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) 2010 yılında yapmış olduğu Özürlülerin Sorun ve Beklentileri Araştırması'ndaki yayınladığı verilere göre (TürkiyeİstatistikKurumuÖzürlülerinSorunveBeklentileriAraştırması, 2010); engelli insanların devletin sağlamış olduğu hizmetlerden yararlanma durumları ise Çizelge 1.3'te verilmiştir.

[1] Türkiye Özürlüler Araştırması 2002 yılında uygulanmıştır.

Çizelge 1.1. Görme engeli derecesinin durumlarına ait sayısal veriler

Durum	**Sayı**
İki gözünde hiç görmemesi	48466
Bir gözün az görmesi, diğerinin hiç görmemesi	74459
Her iki gözün de az görmesi	87062
Bir gözün hiç görmemesi	115134
Şaşılık	42875
Diğer	24996
Yanıt alınamayanlar	19321
Toplam	412312

Çizelge 1.2. Cinsiyete göre oransal ve sayısal dağılım

Engellilik Türü	**Erkek**		**Kadın**	
	%	Sayı	%	Sayı
Bedensel	58,7	503553	41,3	354079
Görme	57,8	238304	42,2	174008
İşitme	54,6	138534	45,4	114275
Konuşma	62,7	164939	37,3	98068
Zihinsel	60,1	199027	39,9	132215

Çizelge 1.3. Bireylerin engelliliğiyle ilgili hizmetlerden yararlanma durumu

[15 ve daha yukarı yaştakiler] (%)

	Toplam	Görme özürlü	İşitme özürlü	Dil ve konuşma özürlü	Ortopedik özürlü	Zihinsel özürlü	Ruhsal ve duygusal özürlü	Süreğen hastalık	Çoklu Özürlülük
Sosyal yardımlardan yararlananlar	38,4	37,2	25,3	36,2	28,8	47,6	53,8	33,8	41,4
Aldığı yardımlar									
Özürlü aylığı (2022 sayılı Kanun kapsamında)	27,0	28,0	19,0	25,0	18,8	36,8	41,0	21,7	27,5
Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Genel Müdürlüğünün ayni ve nakdi yardımları	11,2	10,1	7,4	8,5	10,1	10,9	14,7	11,2	12,7
Sosyal Hizmetler Çocuk Esirgeme Kurumunun ayni ve nakdi yardımları	6,3	4,0	2,1	7,0	4,4	9,0	7,7	6,1	6,7
Hayırsever kişiler tarafından yapılan yardımlar	4,2	3,7	3,9	4,6	3,3	4,3	5,3	4,4	4,2
Diğer	2,0	2,4	0,6	1,0	1,1	1,6	1,5	2,1	3,0

Bu tez çalışması kapsamında; görme engelli bireylerin özellikle yazılı metin okuma konusunda başka insanlara olan bağımlıklarını sonlandırmak için bir belge okuma cihazı geliştirilmiştir. Herhangi bir belgedeki metinlerin hem Braille alfabesi şeklinde cihaza aktarılıp, ellerin tablet üzerinde gezdirilerek ellerle hissederek okuma işlemi yapılabilmesi hem de metinlerin sesli olarak dinletilebilmesi sağlanmıştır. Şu anda mevcut olarak kullanılan kitap okuma makineleri yazılı metinleri sadece sesli olarak dış ortama aktarabilmektedirler. Eğer kitap Braille alfabesi şeklinde okunmak isteniyorsa; alınan kitap okuma makinesi Braille monitörleri desteklediği takdirde Braille monitör alınıp ellerle okunabilmekte; fakat alınan kitap okuma makinesi Braille monitörleri desteklemiyorsa sadece sesli olarak dinlenebilmektedir.

Sosyal sorumluluk olarak düşünülen bu proje sayesinde, birçok görme engelli bireyin hayatına ışık tutarak, oluşturulan cihaz sayesinde görme engelli bireylerin gören gözü olmak istenilmektedir. Normal öğrencilerle kaynaştırma eğitimi kapsamında Karaman'da eğitim veren Sabiha Gökçen İlköğretim Okulu'ndaki ve Konya'da eğitim veren Selçuklu Görme Engelliler İlköğretim Okulu'ndaki görme engelli öğrenciler ve öğretmenlerle yapılan görüşmeler sonucunda onların hayata daha da sıkı tutunması için gerçekleştirilmesi gereken bir cihaz olarak düşünülmüştür. Çünkü hepsinin ortak olarak ifade ettiği sorunları yazılı metinleri okuyamamalarıdır. Bu proje sayesinde onların gören gözü olup hayatlarını daha da ileriye taşıyıp aktif olarak yaşamın içinde bulunmaları sağlanmak istenilmektedir.

1.1. Tezin Amacı ve Önemi

Görme engellilerle ilgili olan cihazların çoğu yurt dışından getirtilmektedir. Bu da fiyatların çok yüksek olarak satılmasına neden olmaktadır. Türkiye'de birçok görme engelli birey olmakla birlikte görme engelli bireylerin sadece çok az bir kısmı bu cihazlardan yararlanabilmektedir. Bu yüzden birçok görme engelli birey herhangi bir metin okuması gerektiğinde mutlaka başka bir bireye ihtiyaç duymaktadır. Ülkemizde ise görme engelliler için oluşturulan cihazların satımı işleriyle uğraşan hem az sayıda firma bulunmakta hem de bu konuyla ilgili alternatif ve yerli bir teknoloji geliştirilmemiştir.

Görme engelli bireyin, gazete, dergi gibi herhangi bir belgeyi kendisinin okuyabilmesi anlaması açısından daha iyi olmaktadır. Çünkü anlamadığı bir bölümü, anlamadığı yere tekrar dönerek okuma şansı vardır. Eğer dinlemek daha kolay olmuş

olsaydı Braille alfabesi geliştirilmezdi, tüm kaynaklar kasetlere kaydedilir ve kasetlerden dinletilirdi.

Bu tez kapsamında; herhangi bir belgenin görüntüsünü aldıktan sonra hem kitabı sesli olarak okuyan hem de Braille monitöre sahip tek bir bütünleşik sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen cihaz sayesinde görme engelli bireyin yazılı metinleri okuma konusunda engelli olmayan bir bireye olan bağımlılığı azaltılmış olacaktır. Yani görme engelli bireyin herhangi bir belgeyi tarayarak belgede bulunan metinleri sesli şekilde dinleyebilmesinin yanı sıra Braille hücrelerine aktarılan metinleri elleriyle hissederek okuyabilmektedir.

Geliştirilen cihazın en önemli özelliklerinden biri ise yerli üretim olmasıdır. Piyasada satılan bu tür cihazlarda genellikle maksimum 84 adet Braille hücresi kullanılmasına rağmen daha rahat okuma yapılabilmesi için geliştirilen cihazda 96 adet Braille hücresi kullanılmıştır. Piyasada satılan bu tür benzer özellikte olan cihazların fiyatları Braille hücre sayısına göre değişmektedir. Ortalama fiyatlar ise yaklaşık 8500 TL ile 60.000 TL arasında değişmektedir. Geliştirilen cihazda daha fazla sayıda hücre kullanılmasına rağmen piyasadaki cihazlara göre yaklaşık %35 daha ucuza üretilmiştir.

Görme engelli bireylerle yapılan görüşmelerde her zaman için sesli dinlemekten hoşlanmadıklarını, Braille alfabesinin olduğu kitapları okudukları gibi gazete ve dergilerdeki yazılı metinleri Braille alfabesiyle başka birine bağımlı olmadan okumak istediklerini belirtmişlerdir. Bu gibi durumlar dikkate alınarak, bu tez kapsamında gerçekleştirilen belge okuma cihazını görme engelli bireylerin kullanmasıyla sağlanacak yararlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Görme engelinden kaynaklanan fırsat eşitsizliği ortadan kaldırarak, onları gören bireylerin ulaştığı en yüksek başarı düzeyine ulaştırmayı sağlayacaktır.
- Görme engelli bireylerin, cihazı kullanarak başka insanlara olan bağımlılıkları en aza indirilmiş olacaktır.
- Aktif olarak kitap ve gazete okudukları için görme engelli bireylerin sosyalleşmelerini kolaylaştırmış olacaktır.
- Bütünleşik sistem olduğu için taşıması kolay olacaktır.
- Bu tür cihazların alımı için yurt dışına olan bağımlılığın en aza indirilmesi sağlanacaktır.

Geliştirilen belge okuma cihazı aşağıdaki teknik özelliklere sahiptir.

- Oluşturulan sistemle ilgili ayarlar;
    1. Oluşturulan bütün yazılımsal ekranlar kullanıcıya sesli olarak aktarılmaktadır.
    2. Cihaza aktarılan görüntüdeki karakterler elde edilmektedir.
    3. Elde edilen karakter sayısının cihazın alt bölümüne konumlandırılan Braille hücre sayısından daha fazla olması durumunda metnin tamamının okunabilmesi için oluşturulan tuş takımı sayesinde metinler üzerinde gezinti işlemi gerçekleştirilmektedir.
    4. Okumaya başlamak için tüm ayarlar sıfırlanmaktadır (Braille monitörde daha önceden okunan herhangi bir metin varsa o metnin silinmesi).
    5. Dışarıdan farklı dosyalar alınarak o dosyaların içeriği de cihaz aracılığıyla görme engelli bireye aktarılabilmektedir.
- Çalışma modu; tarayıcı aracılığıyla alınan görüntüdeki karakterler elde edildikten sonra çalışma modu seçilmektedir.
    1. *Sesli:* Metin sadece seslendirilerek dış ortama aktarılmaktadır. Böylelikle görme engelli birey metni sadece dinleyerek anlayabilmektedir.
    2. *Yazılı:* Metinde bulunan karakterler Braille alfabesi şeklinde kodlanarak sadece Braille monitörden dış ortama aktarılmaktadır. Yani görme engelli birey Braille alfabesi sayesinde metni kendi elleriyle okuyarak anlayabilmektedir.
    3. *Sesli ve Yazılı:* Metin hem sesli hem de yazılı olarak dış ortama aktarılmaktadır. Yani birey metni sesli olarak dinlerken aynı zamanda Braille monitör sayesinde elleriyle hissederek okuyabilmektedir.
- Bağlantı türü

Cihazla bilgisayarın bağlantısı hem USB (Evrensel Seri Veri Yolu) hem de Bluetooth bağlantı türleri kullanılarak sağlanmıştır.

Farkları ve Üstünlükleri;

- Geliştirilen cihazın piyasada satılan cihazlara göre fiyat olarak çok daha uygun olması,
- Yerli üretim olması,
- Devre tasarımlarının tarafımızca yapılması,

- 3 farklı çalışma modunun bulunması,
- Görme engelli bireyin talebi doğrultusunda probleme özel sonuçlar geliştirilebilmesi,
- Geliştirilen yazılım sayesinde Braille alfabesi bilmeyen bir kişiye Braille alfabesi öğretiminin gerçekleştirilmesi ve pratik yapılarak pekiştirilebilmesinin sağlanması,
- Cihazda bulunan hücre sayısının fazla olması sayesinde aynı anda tek seferde daha fazla karakterin Braille hücrelerine aktarılarak ellerle okunabilmesi,
- 96 hücrenin çift satır halinde kullanılması sayesinde cihazın kapladığı alanın küçülmesi,
- Geliştirilen sistem sayesinde farklı dillerin rahatlıkla cihaza entegre edilebilmesinin sağlanması ve
- Taranan belgelerdeki karakterlerin elde edilmesi için yeni bir algoritmanın geliştirilmesidir.

Tez çalışması toplam 5 bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde; görme engellilerle ilgili genel bilgilerden, Braille alfabesinden ve geliştirilen prototipten bahsedilmiştir. Bununla birlikte tezin amacı ve önemi açıklanmıştır.

İkinci bölümde; tez konusu hakkında gerekli kaynak araştırması yapılarak anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde; oluşturulan cihazın yapısında kullanılan devre elemanlarından, tarayıcıdan alınan belgeler üzerindeki metinlerin elde edilebilmesini sağlamak için gerekli olan görüntü işleme adımlarından ve elde edilen metinleri seslendirme yöntemlerinden bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde; cihazın genel yapısından, cihaz için oluşturulan elektronik kartlardan, görüntü işleme uygulamalarından, cihazın geliştirilen yazılımla haberleşmesinden bahsedilmiştir.

Beşinci bölümde ise cihazın çalışma performansı, maliyet analizi, görme engelli bireyler üzerindeki test sonuçları gibi analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Görme engelli bireylerin görme engelinden kaynaklanan fırsat eşitsizliğini ortadan kaldırmak amacıyla bugüne kadar hem akademik hem de endüstriyel olarak birçok çalışma yapılmıştır. Kaynak araştırması bölümünde her ikisinden de bahsedilmiştir.

Bahadır (2011) tarafından görme engelli bireyler için giyilebilir engel algılama sistemi geliştirilmiştir. Üzerinde kendine ait bataryası bulunan engel algılama sistemi için sensör ve aktüatörlerden faydalanılmıştır. Görme engelli bireyin karşısına herhangi bir engel çıktığında gerekli yönlendirmelerin yapılabilmesi için sinir ağları ve bulanık mantık kullanılarak neuro-fuzzy kontrolör tabanlı bir algoritma geliştirilmiştir.

Arık (2011), ülkelere göre internet sayfalarına erişilebilirlik düzeylerini incelemiş ve konuşma sentezleme konularında çalışmalar yapmıştır. Geliştirilen sistem; girilen metni hecelere ayırıp, parça tabanlı ardışık eklemeli konuşma sentezleme tekniğini kullanarak heceleri ses sinyallerine dönüştürmektedir.

Alptekin (2011), internet tabanlı bir öğretim sistemi tasarlamıştır. Görme engelliler için tasarlanan sistem hem bir fare ile kontrol edilebilmekte hem de ses ile yönlendirilebilmektedir. Geliştirilen sistem ile görme zorluğu çeken bireyler web sitesinin rengini ve boyutunu değiştirebilmektedir. Sistem, kullanıcılara herhangi bir dersle ilgili testler uygulayarak kullanıcıları uygun derslere yönlendirip öğretimin her aşamasını kontrol etmektedir.

Eskinazi (2011), görme engelli bireylerin bilgisayar kullanım oranını artırabilmek amacıyla içerisinde bilgisayar derslerini barındıran "erişilebilir" bir internet sitesi hazırlamıştır. Çalışma kapsamında hazırlanan internet sitesi bilgisayar alanında mesleki eğitim veren Altı Nokta Körler Vakfı Rehabilitasyon Merkezi'nin ders müfredatına göre hazırlanarak; "temel bilgisayar okuryazarlığı", "kelime işlemci" ve "hesap tablosu" ile sınırlandırılmıştır.

Balaman (2010) tarafından, görme engelli bireyler için bir sesli kütüphane web sitesi tasarlanmıştır. Gönüllü okuyucuların bilgisayar ve mikrofon aracılığı ile seslendirdikleri kitapları web sitesi aracılığıyla veritabanına kaydederek görme engelli bireylerin kullanabileceği bir uygulama geliştirilmiştir.

Dal (2010), görme engelli bireyler için GPS sistemi kullanan bir yön yardım cihazı tasarım ve uygulaması gerçekleştirmiştir. Gazi Üniversitesi Merkez Kampüsü'nün anahtar

noktalarının koordinatları ölçülerek koordinatların tasarlanan cihazın içerisine yüklenmesi sağlanmış ve görme engelli bireylerle cihazın kullanılabilirliği test edilmiştir.

Çentik (2009) geliştirdiği bilgisayar destekli bir eğitim seti ile görme engelli bireylere Braille alfabesini öğretmeyi amaçlamıştır. Geliştirdiği sistemi görme engelli öğrencilerin yardımıyla test etmiştir. Paralel port ile bilgisayar bağlantısı kurulmuş, röle ve bobinlerle de Braille alfabesindeki pinlerin hareketi sağlanmıştır.

Ay (2009) tarafından Braille alfabesini bilmeyen bireylerin de bu yazı sitemiyle hazırlanmış kaynakları okuyabilmesi için bilgisayar ortamında resim olarak bulunan Braille metinlerin Türkçeye çevrilmesi sağlanmıştır. Okunan metinler karakterlere ayrıldıktan sonra; veri tabanında bulunan karakterler ile Öklit metriği kullanılarak karşılaştırılıp minimum eşleştirme hatası ile eşleştirme yapılmıştır. Braille karakterlerinin bilgisayarlı tanınması sonucu %86 başarı elde edilmiştir.

Emiroğlu (2008), karma araştırma yöntemi kullanarak bir devlet üniversitesindeki görme engelli öğrenciler için bir web sitesi tasarlayıp çevrimiçi iletişim ve tartışma ortamı oluşturmuştur.

Kılınçarslan (2007), bir alışveriş merkezi olarak hazırlanan bir laboratuvar ortamında, görme engelli bireylerin yönlendirilebilmesi amacıyla yön bulma algoritması olarak A* algoritmasını kullanmıştır. Metodun %17,8 oranında diğer metotlara göre daha hızlı olduğu saptanmıştır.

Bulut (2006), bilgisayarda yazılı olan bir metni görme engelli insanların kullandığı Braille alfabesine çeviren bir yazılım ve cihaz geliştirmiştir. Paralel port aracılığıyla donanım ve yazılım bağlantısı sağlanmış olup sistemin yapısındaki röle ile parmak ucunda hissedilen elastik tellerin hareketlendirilmesi sağlanmıştır.

Yarimaga ve ark. (2005), bireyin avuç içine takılan bir cihaz yardımıyla yön ve konum bilgilerini algılayarak bir yüzeyin pürüzlülüğünü bireyin hissetmesini sağlayıp sistemin etkinliğini araştırmışlardır.

Ouellette 2011 yılında görme engellilerin yazma işini kolaylaştırmak için ergonomik şekilde taşınabilen (50 mm x 44,5 mm x 21,75 mm) ve çok ucuz olan bir Braille yazıcı oluşturmuştur (Ouellette, 2011).

Yeh ve ark. (2003), Çince Braille monitör oluşturmuşlardır. Fiziksel tasarım parametreleri ANFIS (Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sisteminin) kullanılarak optimize edilmiş, CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) kullanılarak sistem modeli kurulmuştur. Düşük gerilim (4,5 V) ve yüksek kuvvet (30 gw) içeren, bir Çince Braille

monitör tasarlanmıştır. Yeh ve ark. (2008) daha önceki çalışmalarında geliştirdikleri Çince Braille monitörün fare vb. sorunlarına çözüm bulmuşlardır.

Yeh ve Liang (2007), sürgü (flapper) aktüatörler kullanarak 45 hücreli Braille monitör oluşturmuşlardır. Her bir Braille noktasının itme kuvveti 15,9 gf ve sürgünün sıcaklığı da 42,9 ^{o}C olarak ölçülmüştür.

Huang ve ark. (2004) görme engelli bir kişi için Braille giriş yöntemini kullanarak bir bilgisayarın çalıştırılmasını sağlamışlardır. Bununla birlikte sistem; yazılı metinleri algılayarak, algılanan metnin seslendirilmesiyle görme engelli bireye aktarılmasını sağlamıştır.

Haga ve ark. (2005), Braille hücrelerindeki pinlerin aşağı ve yukarı hareketlerinde; SMA (Şekil Bellekli Alaşım) mikro bobin aktüatörler ve manyetik mandal kullanarak dinamik bir Braille monitör geliştirmişlerdir.

Koo ve ark. (2008) yalıtkan bir elastomer kullanıp, yeni bir kabartma ekran tasarımı oluşturmuşlardır. Ayrıca hazırlanan arayüz sayesinde numaraların kullanıcıya sesli olarak aktarımını sağlamışlardır.

Ren ve ark. (2008), Braille monitör oluşturmak için kompakt bir polimer aktüatör kullanmışlardır. Böylelikle, Braille monitörün maliyet ve ağırlığı azaltılmıştır. 0.5 N' dan daha fazla kuvvet oluştururken 200V' tan daha az gerilimde çalışmaktadır.

Kwon ve ark. (2009) termopnömatik aktüatör tarafından yönlendirilen PDMS (Poli-dimetilsiloksan) kaplama kullanarak ısıya karşı yalıtımlı Braille monitör modülü oluşturmuşlardır.

Chakraborti ve ark. (2012) tarafından Braille monitör için piyasadaki silikon tüplerden imal edilen yalıtkan elastomer aktüatör geliştirilerek; eksenel yönde hareket, yer değiştirme, kuvvet ve aktüatör tepki süresi gibi temel performans parametreleri incelenmiştir.

Ultra ince olarak tasarlanmış olan 6 noktalı Braille hücresi, parafin mumunun hacimsel genişlemesinden yararlanıp hidrolik basınç kullanılarak oluşturulmuştur. Parafin mumu mikro işlenmiş silikon kap içerisinde tutulmuştur. Kap, silikon kauçuk elastik bir diyafram kullanarak kapatılmış ve alttaki cam tabaka üzerinde bulunan altın mikro ısıtıcılar kullanılarak ısıtılmıştır. Maksimum nokta yer değiştirmesi 654 μm, bir noktanın inme / kalkma süresi ise yaklaşık 50 saniyedir (Lee ve Lucyszyn, 2005).

6 noktalı Braille hücrelerinin yapısında küçük ve hafif olan piezoelektrik lineer motorlar kullanılarak yenilenebilir Braille monitör oluşturulmuştur. %94,4 oranında

başarı sağlanmış olup nokta yer değiştirmesi 0,5 mm, noktanın inme / kalkma süresi ise 0,1 saniyedir (Cho ve ark., 2006).

Elastomer kaplama kullanılarak oluşturulan 6 noktalı Braille hücrelerinde, 0,56 mm nokta yer değiştirmesi ve 66 mN nokta gücü elde edilmiştir (Wu ve ark., 2007).

Mikro kabarcık aktüatör kullanılarak tasarlanan 6 noktalı Braille hücresi oluşturulmuştur. 200 Hz' lik titreşimli dokunsal hissi, 0,56 mm nokta yer değiştirmesi, 0,2 Hz çalıştırma frekansı vardır. Bununla birlikte, kabarcık aktüatör 1,2 milyon kez çalıştırılabilmektedir (Wu ve ark., 2012).

Bir Braille hücresindeki noktaya uygulanabilecek kuvvet için ışık altında kullanılan nematik aktüatör tercih edilmiştir. Çalıştırma kuvveti ve zaman, ışık kaynağının yoğunluğuna bağlı olarak optimize edilmiştir. Verimliliği artırmak için cihazın içerisine mikro lensler entegre edilmiştir. Bluetooth ve USB bağlantısı olan cihazda, 0,5 mm lik nokta yer değiştirmesi sağlanmış olup 50 mN luk nokta gücü elde edilmiştir (Torras ve ark., 2013).

İnceoğlu (2006), görüntüyü bir kamera ile bilgisayar ortamına aktararak her saniye içinde bir resim tarayıp sese dönüştürmüştür. Bu çalışmada bilgisayara aktarılan resimdeki objelerin konum bilgilerine göre ses üretilmektedir. Yani solda ise sol kanaldan, sağda ise sağ kanaldan ya da ortada ise her iki kanaldan da duyum işlemi gerçekleştirilmektedir. Gönüllü katılımcılarla gerçekleştirilen çalışma sonrasında sistemin çalışabilirliğini test etmek amacıyla anket yapılmıştır.

Uzun (2007), görme engelli bireylerin yazılı doküman okuma, grafik ve tablo yorumlama problemlerine yönelik olarak bilgisayar destekli seslendirme sistemi geliştirmiştir. Bu çalışmada hece temelli okuma yöntemi kullanılmış ve geliştirilmiştir.

Güldalı (2009), bir konuşma sentezleme sistemi geliştirmiştir. Kelimeler hecelere bölünerek hecelerin kelimenin başında, ortasında ve sonunda kullanımına göre ortalama uzunlukta ses dosyaları oluşturulmuştur. Ardından gerekli ses dosyalarının çağrılarak bağlamalı metin seslendirme yöntemiyle seslendirilmeleri sağlanmıştır. Kelime anlaşılırlığı bakımından %75 oranında başarı elde edilmiştir.

Şahin (2011)' in yaptığı çalışmada, görme engelli bireylerin eğitiminde kullanılabilecek ses ile görme sistemi tasarlanmıştır. Sistem, iki boyutlu şekillerin konum ve biçimlerini sesin frekans ve genlik özelliklerini kullanarak ifade edecek şekilde tasarlanmıştır. Aynı zamanda geliştirilen sistemin görme engelli katılımcılarla birlikte yaklaşık 4,5 ay süren bir test aşaması bulunmaktadır.

Şentürk (2010), Türkçe Metin Seslendirme sistemi geliştirmiştir. Burada; çift ses eklemeli yöntem ile hece eklemeli yöntem kullanılmış olup; ses şiddetinin değiştirilmesiyle vurgu ve tonlamada da olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bununla birlikte görme engelli bireyler için metin düzenleme programı hazırlanmıştır.

Sel (2013), Türkçe metinler için iki adet metinden konuşma sentezleme sistemi tasarlamıştır. Hazırlanan ilk sistem MATLAB ile geliştirilmiştir. Bu sistemde hece tabanlı olarak kelime sentezi gerçekleştirilmiş olup ses birleştirme algoritmalarından SOLA (Eşzamanlı Örtüşme-Ekleme Algoritması) tercih edilmiştir. Oluşturulan ikinci sistem ise C# programlama dili kullanılarak hazırlanmış ve seslendirilecek parça olarak difon veri tabanını kullanmıştır.

Uslu (2012), Türkçe' nin dilbilimsel özelliklerini kullanarak Türkçe metinden doğal konuşma sentezleme için yeni bir model önermiştir. Bu modelde; olumlu ve olumsuz cümleler, olumlu ve olumsuz soru cümleleri, çekimli fiiller, tamlamalar ve noktalama işaretlerinin dikkate alındığı sentezlerdeki elde edilen puanlar kaydedilmiştir. Geliştirilen sistemde sentezlenen konuşmanın dinleyiciler tarafından CMOS (Karşılaştırmalı Ortalama Görüş Skoru) skoruna göre ortalama 1,45/5,00 puan daha doğal olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ünaldı (2007), görme engelli bireyler için taşınabilir cihazlara gelen kısa mesajların (SMS) seslendirmesini gerçekleştirebilmek amacıyla Metinden Konuşma Sentezleme (MKS) yazılımı geliştirmiştir.

Bicil (2010), ikili ve üçlü seslerin birleştirilmesine dayanan eklemeli bir sentezleyici geliştirmiştir. Metinden konuşma sentezleme sisteminin gerçekleşmesinde yöntem olarak "Eklemeli Sentezleme" metodu kullanılmıştır. Sentezlenmiş konuşmanın kalitesi MOS ile ölçülmüş olup 3,87 (En yüksek:5, en düşük:1) olarak belirlenmiştir.

Erdem ve Uzun (2005), karakter tanıma işlemi için çok katmanlı bir YSA (Yapay Sinir Ağları) mimarisi kullanmışlardır. A'dan Z'ye büyük ve küçük harflerde yazı fontu olarak Times New Roman ve Arial tercih edilmiş ve bu veriler giriş vektörü olarak ağa sunularak YSA'nın eğitim işlemini bu karakterler üzerinden gerçekleştirmişlerdir.

Saha ve ark. (2010), dijital resimlerdeki satır ve kelime belirleme işlemi için Hough transform temelli bir teknik geliştirmişlerdir. Doküman resimlerinde %85,7, kartvizit görüntüleri için %94,6, kamera resimleri için %88 oranında başarı sağlamışlardır.

Namane ve ark. (2014), CSM (Tamamlayıcı Benzerlik Ölçü Yöntemi) ve WTA (Kazanan Hepsini Alır) algoritmalarının kombinasyonunu kullanarak karakter tanıma işlemi gerçekleştirmişlerdir. CSM metodu analiz edilmiş ve bir bellek ağı olan ileri beslemeli sinir ağlarından SMNN (Benzerlik Ölçüm Sinir Ağı) ile sunulmuştur. Sınıflandırma için SMNN'nin ikinci alt ağının WTA ile kombinasyonu sağlanmıştır. Bu iki kombinasyon sayesinde SMNN'nin sınıflandırıcı performansı artırılmıştır.

Caluori ve Simon (2015), desen karşılaştırma temeline dayanan font glifleri türeterek; bir desenin tanınması için en yakın glif modelinin bulunmasını sağlayarak karakter tanıma yapmışlardır. Çoğunlukla kullanılan fontlardan 6 pt, 7 pt, …, 12 pt olacak şekilde her karakterin karşılığı depolanmıştır.

Gezerlis ve Theodoridis (2002), Ortodoks Hellen Bizans Müzik gösteriminde kullanılan müzik notasyonlarının tanınması için, notasyonların 4 yönlü gösterimini kullanarak dalgacık (Wavelet) temelli bir algoritma geliştirmişlerdir. Karakterlerin tanınmasında, ağaç yapılı sınıflandırma mantığı kullanılarak bir sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiş ve %99,4 başarı düzeyi elde edilmiştir.

Endüstride kullanılmak üzere bir karakter tanıma sistemi oluşturarak satır belirleme ve karakter bölütleme (segmentasyon) işlemi için Bayes teoremini temel alan bir yaklaşım önerilmiştir (Grafmüller ve Beyerer, 2013).

Karakter ayırma işlemi için adaptif görüntü bölütleme tekniği olan SCW (Eş Merkezli Pencere Kaydırma) metodu kullanılarak %86 oranında başarı sağlanmış ve 2 katmanlı olasılıklı sinir ağı (PNN - Probabilistic Neural Network) yöntemiyle karakter tanıma işlemi gerçekleştirilmiştir (Anagnostopoulos ve ark., 2006).

Yazılı Asya karakterleri için, DFT (Ayrık Fourier Dönüşümü) ile karakterlerin özelliklerini çıkarıp; dil, boyut ve font farkı olmaksızın hızlı bir tanıma işlemi gerçekleştirilmektedir. %90 oranında başarı sağlanmıştır (Loh ve ark., 2007).

Shi ve ark. (2009), otomatik üretim hattındaki endüstriyel kaplar üzerinde alfabetik ve dijital karakterlerin çıkartılması ve tanınması için bir yöntem önermişlerdir. İnceltilmiş resimleri grafik olarak kullanılıp, karakterlerin sınıflandırılması için 10 adet dijital özellik ve 26 adet İngilizce büyük harf kullanmışlardır. Aynı zamanda karakterlerin dış çevresi benzer karakterleri ayırmak için kullanılmıştır.

Shi ve ark. (2005), plaka tanıma sistemi geliştirmişlerdir. Plakanın koordinatları bulunduktan sonra, birinci kanal seçilerek eşik değeri hesaplanıp resim siyah beyaz hale dönüştürülmüştür. Yatay ve dikey yönde resim taranıp karakterlere ayırma işlemi

yapılmıştır. Daha sonra, karakter tanıma işlemi için; minimum Öklit uzaklığı yöntemini temel alan şablon eşleştirme yöntemi kullanılmış ve %90 oranında başarı sağlanmıştır.

Koo ve Oh (1996), lastik kodu tanıma işlemi için görüntü işleme ve sinir ağı yapılarını bir arada kullanmışlardır. Gerekli ön işlem adımları yapıldıktan sonra; ayrılmış karakterler, her biri 36 tane alt ağ içeren 3 ayrı sinir ağı tarafından sınıflandırılmıştır. Yaklaşık olarak %95 oranında başarı sağlanmıştır.

Makhoul ve ark. (1998), OCR işlemleri için gerekli ön işlemlerini yaptıktan sonra karakter segmentasyonu yerine direk HMM (Gizli Markov Modeli) uygulayıp seslendirme işlemini yapmışlardır. Denemeler İngilizce ve Arapça dillerinde yapılmıştır.

Cheung ve ark. (2001), Arapça için tanıma tabanlı bir segmentasyon tekniği kullanmışlardır. Karakter parçalama için Amin karakter parçalama algoritması ve CDP (Konveks Baskın Noktalar) tarama algoritması tercih edilmiştir. Harflere ayırma işleminden sonra her bir harfi zincir kodla kodlamışlardır. Karakter parçalarının tanınması için geri beslemeli bir yapı kullanılarak %90 oranında tanıma doğruluğu elde edilmiştir.

Plakalardaki karakterlerin ayrıştırılması ve tanınması için yeni bir yaklaşım geliştirilmiştir. Gauss alçak geçiren filtre sayesinde gürültüler azaltılmış, Laplace benzeri bir dönüşümle karakterler birbirinden ayrılmıştır. 2 ileri beslemeli sinir ağı ve geri yayılma öğrenme metodu karakter tanınması için kullanılmıştır. PCA (Temel bileşen analizi) hesaplama karmaşıklığını azaltmak için kullanılmıştır. Bununla birlikte karakter ayrıştırma başarısı %94, karakter tanıma %90,5 ve karakter ayrıştırma ve tanıma için geçen süre ise 0,55 saniye olarak hesaplanmıştır (Sedighi ve Vafadust, 2011).

Basılı veya el yazısı kâğıtlar üzerindeki farklı font tipleri ve farklı büyüklüklerdeki farklı uzunluktaki kelimeler üzerinde Choudhary ve ark. (2013) tarafından segmentasyon işlemi uygulanmıştır. Karakter ayırma işleminde MATLAB'ın bwlabel ve regionprops metotlarını kullanmışlardır. 25 ve 3000 arasında olan herhangi bir alanı nesne olarak algılanmaktadır. Alt resim tek bir nesne içeriyorsa o nesne ana resimden ayrıştırılarak segmentasyon işlemi yapılmaktadır.

Lee ve Verma (2008), el yazısı karakter tanıma için, küçük ve büyük harfin sınırları arasındaki piksel yoğunluğu temeline dayanan yeni bir segmentasyon algoritması sunmuşlardır. İlk olarak; eşik değerini hesaplayıp segmentasyon noktasının arka planındaki piksel toplamıyla karşılaştırmışlardır. Daha sonra kapalı alanlar

belirleyerek segmentasyon noktalarının doğruluğu test edilmiş ve belirlenen noktalara göre segmentasyon işlemi yapılmıştır.

Chou ve ark. (2006) tarafından, karakter tanıma için K-Means ve Fuzzy C-Means sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır. Sınıflandırma uygulandıktan sonra SVM (Destek Vektör Makinesi) ile öğrenme ve eşleştirme işlemleri uygulanmıştır. Uygulamanın sonucunda DAGSVM (Döngüsüz Yönlü Çizge Destek Vektör Makinesi) sınıflandırıcısıyla aynı başarı yüzdesine ulaşılmış ve 1-NN (1 En Yakın Komşu) sınıflandırıcısından daha iyi performans elde edilmiştir.

Lee ve ark. (1999), farklı boyutlarda ve farklı fontlarda Kore karakterlerini %99 başarı düzeyinde tanıyan bir sistem geliştirmişlerdir. Giriş karakter tipi tanımlanarak yazı biriminin ortaya çıkması sağlanmıştır. Daha sonra sırayla; grafem sınıflandırıcıları tarafından alt alanlar genişletilmiş ve yatay harf alanlarının parçalanması sağlanıp sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Huang ve Da (2014) tarafından Tibet karakterlerini tanıma için gösterim tabanlı iki fazlı bir sınıflandırma algoritması kullanılmıştır. İlk olarak K-NN (K En Yakın Komşu) sınıflandırıcısı ile kaba bir sınıflandırma gerçekleştirilir. Tüm aday sınıf örnekleriyle birlikte K-SVD algoritmasıyla oluşturulan tüm sözlük elementleri sınıflandırma için kullanılmış ve test örnekleri aday sınıfa dâhil edilerek sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonuçta ise %97,17 oranında başarı sağlanmıştır.

Sánchez ve Sáenz (2006) tarafından, AudioMetro isimli görme engelli bireyler için bilgisayar ortamında tasarlanan Santiago şehrinin metro ağında kullanabilecekleri bir sesli yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılım sayesinde görme engelli bireyin metro altyapısıyla ilgili her şeyi metroya gitmeden öğrenebilmeleri sağlanmıştır.

Srinivasan ve ark. (1990), görme engelli bireyler için ASCII metinleri sese dönüştüren bir yazılım geliştirmişlerdir. Geliştirilen sistem, kullanımı kolay ve düşük maliyetli olmakla birlikte Braille kodlarını öğretmek, kelime işlemci gibi programlar için kullanılabilmektedir.

Seufert and Lachiver (1982) tarafından, normal klavyeden 24 adet Braille hücresine veri gönderen sistem geliştirilmiştir. Bu sistem sayesinde hem normal insanlarla görme engelli insanların daha rahat iletişim kurmasını hem de görme engelli bireylerin metinleri Braille alfabesiyle daha rahat okuyabilmeleri amaçlanmıştır.

Sánchez (2008), görme engelli çocukların problem çözmedeki bilişsel gelişimini arttırmak amacıyla sesli oyunlar geliştirerek çocuklar üzerindeki etkisini incelenmiştir.

Bu oyunlarda mekânsal yapıların; bellek, dokunsal algı, matematiksel beceri, navigasyon, yönlendirme gibi durumları dikkate alınmıştır.

Zhang ve ark. (2006), FPGAs (Alan Programlanabilir Kapı Dizileri) kullanarak donanım tabanlı, gömülü sistem olarak kullanılabilecek hızlı bir Braille dönüştürücü geliştirmişlerdir.

Ulaştırma Bakanlığı, "Gören Göz" projesi adı altında; görme engellilerin hayatını kolaylaştırması için bir cihaz geliştirmiştir. Cihaza monte edilmiş bluetooth özelliği bulunan bir gözlük ile görme engelli bireylerin gitmek istedikleri adreslere sesli bildirimler sayesinde ulaşmasını sağlamaktadır. Fakat cihaz için istenilen sonuç elde edilememiştir. Yapılan uygulama Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Gören göz projesi

Bunların en önemli nedenleri ise (EngellilerHaberPortalı, 2014), (HaberTürk, 2013);

- Cihazın fazla ısınması,
- Görme engelli birey ses hızını değiştirdiğinde seslendirmenin kötü bir şekilde aktarılması,
- Şarjının çabuk bitmesi,
- Cihazın büyük olması sebebiyle tek elle kullanımının zor olması,
- Görme engelli bireyin gitmek istediği noktaya varması halinde, geliştirilen yazılımın sürekli kişinin geri dönmesi gerektiğini tekrar etmesi,
- GPS yazılımı yüzünden birçok adresi bulurken adreslerle ilgili sorun yaşanması,
- Sesli yönlendirmelerde sıkıntılar olması,
- Tünelden geçişlerde, yağışlı hava gibi durumlarda GPS ile veri almakta sıkıntıların ortaya çıkmasıdır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Oluşturulan sistem; herhangi bir belgede (kitap, gazete, dergi vs.) bulunan metinlerin görme engelli kişiye sesli olarak aktarmanın yanı sıra oluşturulan Braille monitör sayesinde metinlerin Braille alfabesine çevrilerek eller yardımıyla hissederek okuma işlemi de gerçekleştirilmektedir. Piyasada bu tür cihazlar ayrı ayrı satılabildiği gibi, cihazların bütünleşik olarak satışları da bulunmaktadır. Piyasada satılan bu tarz cihazların ortalama fiyatları 8.500 – 60.000 TL arasında değişmektedir. Bununla birlikte Türkiye'de bu tür cihazların üretimi olmadığından dolayı yurt dışından getirtilmektedir. Yurt dışından getirtilen cihazlar dolar ve euro kuru üzerinden geldiği için cihaz fiyatlarının yükselmesine neden olmaktadır.

Bu tez kapsamında 2 adet cihaz geliştirilmiştir. Geliştirilen cihazlar hem bütünleşik hem yerli üretim hem de donanımsal ve yazılımsal parçalar tarafımızca geliştirildiği için piyasadakilerden yaklaşık %35 daha ucuzdur. Geliştirilen cihazlar üzerindeki işlemleri ana başlıklar altında toplarsak;

- Cihazla bilgisayarın haberleşmesi için USB veya Bluetooth bağlantı türlerinden birinin seçilmesi,
- Herhangi bir belgenin taranarak bilgisayara gönderilmesi ve görüntü üzerinde gerekli ön işleme adımlarının gerçekleştirilmesi,
- Geliştirilen Optik Karakter Tanıma Algoritması (OCR – Optik Karakter Tanıma) sonucunda karakterlerin %76 başarı oranıyla elde edilmesi,
- Elde edilen karakterlerin teker teker Braille monitöre gönderilmesi ve
- Metinler üzerinde gezintinin sağlanabilmesidir.

Bu bölümde, yukarıda bahsedilen işlemlerin sırayla çalışabilmesi için geliştirilen cihazlarda gerekli olan yazılımsal ve donanımsal araçlar açıklanmıştır.

3.1. Tarayıcı

Herhangi bir kitap, gazete veya dergi görüntüsünün bilgisayara aktarılabilmesi için tarayıcı kullanılmıştır. Geliştirilen 1.cihazda BENQ CP100 modelinde bir tarayıcı tercih edilmiştir. Çok fazla yer kaplamaması, hafif olması, kart okuyucuya sahip olması gibi nedenlerinden ötürü bu tarayıcı seçilmiştir. Fakat bu özelliklerin yanı sıra görme engelli bireyin herhangi bir ara kablo kullanmadan görüntüyü bilgisayara doğrudan aktarabilmesi, boyutlarının daha da küçük olması, daha hafif olması, yüksek

çözünürlüğünün bulunması sebebiyle geliştirilen 2. cihazda IrisScan Anywhere 5 isimli tarayıcı tercih edilmiştir. Bu tarayıcının WiFi özelliği sayesinde taranan belgeler bilgisayara kablosuz bir şekilde gönderilebilmektedir. 1. ve 2. cihaz için seçilen tarayıcıların özellikleri Çizelge 3.1'de bulunmaktadır.

Çizelge 3.1. Tarayıcıların özellikleri

	BENQ CP100	**IrisScan Anywhere 5**
Çözünürlük	300 dpi - 600 dpi	300 dpi - 600 dpi – 1200 dpi
Ölçüler (wxhxd)	26,9 x 4,4 x 5,9 cm	27,5 x 3,5 x 4,4 cm
Ağırlık	391 g	330 g
Dosya Formatı	Jpeg	Jpeg / Pdf
Bağlantı Türü	USB	USB / WiFi
Tarama Hızı	Doküman başına ortalama 10sn.	1 dakikada 8 sayfa (Doküman başına yaklaşık 7,5 sn)

3.2. Haberleşme Şekli

Bu tez çalışmasında her iki cihazın bilgisayar ile haberleşebilmesi için yani veri gönderim ve alım işlemlerinin gerçekleştirilebilmesi amacıyla USB ve Bluetooth haberleşme türü kullanılmıştır.

3.2.1 Evrensel Seri Veri Yolu (Universal Serial Bus – USB)

Evrensel Seri Veri Yolu, 1990'ların ortalarında geliştirilen ve bir veri yolundaki bağlantı protokolünü, kablo ve konnektör yapısını tanımlayan bir endüstri standardıdır. Bilgisayar ile tarayıcı, yazıcı gibi herhangi bir cihazın bağlantısında kullanılan en önemli bağlantı biçimlerinden biridir.

USB'nin hızlarına göre farklı çeşitleri mevcuttur. USB ile veri gönderilirken kullanılan bant genişliği önemlidir. Çünkü saniyede kaç bit veri gönderileceği bant genişliği sayesinde belirlenir. Örneğin USB 2.0' da saniyede 480 Mbit veri gönderimi sağlanmaktadır. Çizelge 3.2'de USB hızları ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

USB bağlantısında farklı konnektör tipleri kullanılmaktadır. Bu konnektör tipleri Şekil 3.1'de gösterilmiştir (L-comGlobalConnectivity, 2014). Farklı tiplerdeki konnektörler sayesinde günümüzde USB bağlantılı cihazların kullanımı yaygınlaşarak her geçen gün artarak devam etmektedir.

Çizelge 3.2. USB hızları

Çeşit	Hız
USB 1.0 ve 1.1	12 Mbit/sn
USB 2.0	480 Mbit/sn
USB 3.0	4,80 Gbit/sn
USB 3.1	10 Gbit/sn

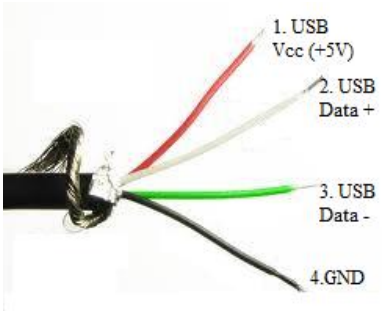


Şekil 3.1. USB konnektörleri

USB ile veri iletimi sağlanırken Şekil 3.2'de görüldüğü üzere hat üzerinde bulunan 4 kablo üzerinden iletim sağlanmaktadır (USBileSeriHaberleşme, 2015). Senkron seri haberleşme protokolünde alıcı ve verici eş zamanlı olarak çalışmaktadır. Eş zamanlı çalışma CLK sinyali sayesinde kontrol edilmektedir.

Bu çalışmada USB haberleşme için tak çıkar özelliği bulunan HID (İnsan Arayüz Cihazı) sınıfı kullanılmıştır. HID sınıfına ait Product ID ve Vendor ID olmak üzere 2 tane parametre bulunmaktadır. Product ID, cihazı üreten firmanın cihaza verdiği

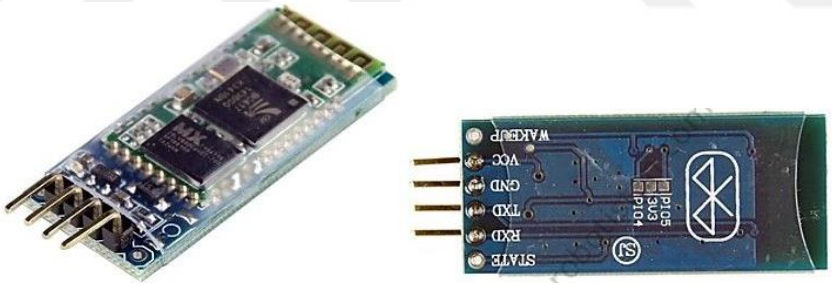
numara, Vendor ID ise üretici firmalara verilen özel bir numaradır. Bu numaralar sayesinde hiçbir cihazın birbirine çakışmadan kullanılabilmesi sağlanmaktadır.



Şekil 3.2. USB kablo yapısı

3.2.2 Bluetooth

Kablo karmaşasından kurtularak devre ile haberleşmenin sağlanabilmesi için bir başka yol olarak Bluetooth ile haberleşme tercih edilmiştir. Bluetooth ile bilgisayar haberleşmesi COM portu (Haberleşme portu) ile sağlanmaktadır. Bağlantı bilgisayar tarafından başlatıldığı için ikincil (slave) olarak çalışan HC06 modülü tercih edilmiştir. Kullanılan HC06 entegresi Şekil 3.3'de gösterilmiştir.



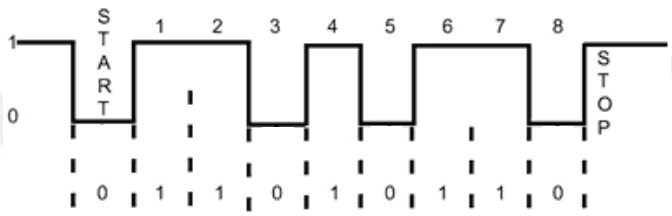
Şekil 3.3. Bluetooth HC06 entegresi

Entegrenin teknik özellikleri (Robotistan, 2015);

- Bluetooth Protokolü: Bluetooth 2.0+EDR (Enhanced Data Rate - Gelişmiş Veri Hızı)
- 2.4GHz haberleşme frekansı
- Asenkron Hız: 2.1 MBps/160 KBps
- Senkron Hız: 1 MBps/1 MBps
- Güvenlik: Kimlik Doğrulama ve Şifreleme
- Çalışma Gerilimi: 1.8-3.6V(Önerilen 3.3V)

- Akım: 50 mA
- Boyutları: 43x16x7mm
- Şifre: 1234

Seri haberleşmede ilk olarak Start biti ile veri aktarımına başlanacağını belirtilip 8 bitlik veri aktarılmaktadır. Eğer verinin doğru iletilip iletilmediğini kontrol eden eşlik (parity) biti kullanılacaksa veri paketine eklenmektedir. Eğer kullanılmayacaksa veri paketine Stop biti eklenerek veri aktarımı sonlandırılmaktadır. Bununla ilgili örnek Şekil 3.4'deki grafikte verilmiştir.



Şekil 3.4. Seri iletişimde veri iletimi (ElektronikMagazin, 2017)

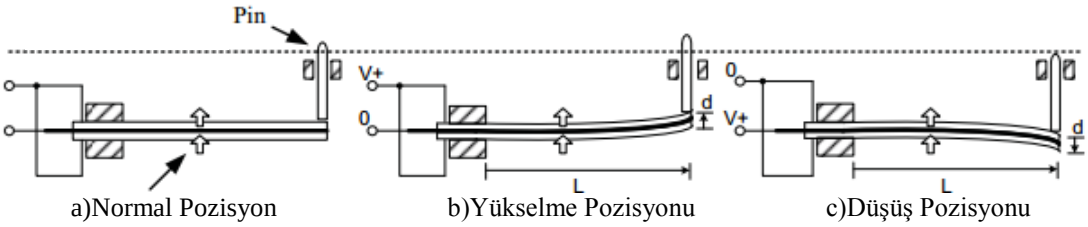
3.3. Braille Hücreleri

Braille hücreleri görme engelli bireylerin Braille alfabesini elektronik ortamda daha rahat öğrenebilmeleri için oluşturulan entegrelerdir. 8 noktalı olan Braille hücrelerinin yapısında piezo aktüatörler bulunmaktadır (Metec AG, 2014). Bir piezo aktüatör, elektrik sinyali sayesinde kontrollü bir şekilde fiziksel olarak yer değiştirmeyi sağlamaktadır. Yer değiştirme sağlanırsa kullanılabilir bir kuvvet ortaya çıkmaktadır (APC_International, 2014).

Herhangi bir elektrik gönderilmediğinde hücrelerdeki tüm noktalar hareketsizdir. Gönderilen bilginin doğrultusunda ilgili hücredeki ilgili pinlerin hareketi elektrik sinyalleriyle sağlanmaktadır. Bu sırada ilgili pinler üzerindeki gerilim 200V olmaktadır. Yani piezo aktüatörler sayesinde pinlerin hareketi sağlanmaktadır. Şekil 3.5' te Braille hücresinin resmi, Şekil 3.6'da ise Braille hücresinde kullanılan aktüatörlere bağlı pinlerin normal pozisyonu, 200 V gerilim verildiğindeki yükselme pozisyonu ve 0 V gerilim verildiğindeki düşüş pozisyonu, teknik özellikleri de Çizelge 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Braille hücresi



Şekil 3.6. Piezo aktüatörün çalışma mantığı(Smithmaitrie, 2009)

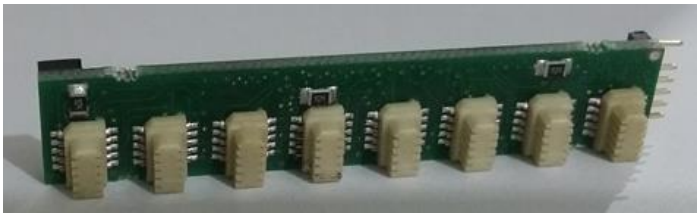
Çizelge 3.3. Braille hücresinin teknik özellikleri [6]

Boyutlar (w x h x d)	:	6.42 x 12,4 x 53,2 mm
Nokta aralığı	:	2.45 mm
Nokta yüksekliği	:	Yaklaşık 0,7 mm
Hücre aralığı	:	6.42 mm
Dokunma kuvveti	:	Min. 17cN
Bağlayıcı	:	Mikro Board, 0,8mm aralıklarla, 10 pin
Ömür	:	> 10^6 Açıp kapama
Elektronik Sürücü	:	6 ya da 8 hücreli aktif Backpanel ile düşük güç ile sürülür.
Güç	:	200V +- %5 (Maksimum 215V) Her nokta için 1,2 mikro amper
Noktanın yükselme süresi	:	50 ms
İşlemsel	:	Sıcaklık: 10°C – 40°C Nem: 10% - 70% RH (donma yokken)
Bellek	:	Sıcaklık: 10°C – 40°C Nem: 10% - 70% RH (donma yokken)

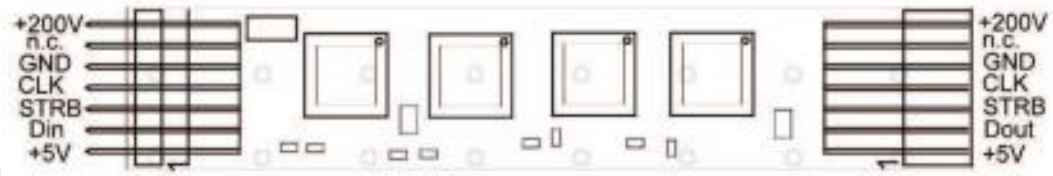
3.4. Braille hücrelerini süren devre (BHSD - Backpanel)

Braille hücrelerini süren devre, birden fazla Braille hücresinin yan yana dizilmiş şekilde kullanımını sağlamak ve bilgisayardan gönderilen herhangi bir verinin sırayla kaydırılarak bir diğer hücreye iletilebilmesi için tasarlanmıştır (MetecAG, 2014). Aynı zamanda Braille hücrelerine herhangi bir bilginin aktarılarak pinlerin hareketini sağlayabilmek amacıyla kullanılmaktadır. Braille hücreleri bu panellere monte edilerek gerekli enerjinin Braille pinlerine aktarılması sağlanmıştır. 1 backpanelin üzerine 2, 4, 6 veya 8 tane Braille hücresi takılabilmektedir. Şekil 3.7'de 8'li backpanel ve bağlantı

yapısı, teknik özellikleri de Çizelge 3.4' te gösterilmiştir. Şekil 3.7'de görünen soketlere Braille hücreleri monte edilerek hücrelerin çoklu şekilde kullanımı sağlanabilmektedir.



a) 8 li BHSD (Backpanel)



b) Bağlantı yapısı

Şekil 3.7. BHSD (Backpanel) ve bağlantı yapısı

Çizelge 3.4. Backpanelin teknik özellikleri

Elektronik Sürücü:	:	2'li, 4'lü, 6'lı ve 8'li Braille hücresi için düşük güçte kullanılabilir.
Güç gereksinimi	:	3,3 - 5 +-5% : 25 µA her hücre için (statik çalışma sinyali) 200 V +-5% : Her nokta için maksimum 215 V ve 5 µA
Maksimum geçiş süresi Clock & Strobe	:	125 ns
Maksimum Clock Hızı	:	500 kHz
Dokunma kuvveti	:	Min. 17cN
İşlemsel	:	Sıcaklık: 10ºC – 40ºC Nem: 10% - 70% RH (donma yokken)
Bellek	:	Sıcaklık : -15ºC – 60ºC Nem: 5% - 90% RH (donma yokken)
Bağlantı	:	Backpanel bağlantısı 200mm (DF13-7S-1,25 Konnektörüyle)

3.5. PIC18F4550

Programlanabilen, mikrodenetleyici olarak görev yapan ve Microchip Technology firması tarafından üretilen yongalar PIC (Çevresel Arabirim Denetleyicisi) olarak adlandırılmaktadır. PIC, program kodlarının ve verilerin farklı bloklarda tutulduğu RISC (Azaltılmış Bilgisayar Komut Seti) işlemci mimarisini kullanır. RISC işlemci mimarisi çok az sayıda komut içerdiğinden dolayı hızlıdır. Bir komutun icra edilmesi için 1 saat çevrimi gereklidir. Bu tez çalışmasında PIC18F4550 entegresi kullanılmıştır. Özellikleri aşağıda sunulmuştur;

- USB 2.0 desteğine sahip,
- Düşük hız (1.5 Mb/s) ve tam hız (12 Mb/s) desteği vardır.
- Kontrol, kesme, eş zamanlı ve yığın şekline veri transferlerini destekler.
- 32 uç noktasına destek verir (16 çift yönlü).
- İçerisinde USB için 1 KB' lık çift erişimli RAM vardır.
- Yonga üzerinde voltaj regülatörüyle birlikte USB alıcı-vericisi vardır.

3.6. Dijital Görüntü Ön İşlemleri

Dış ortamlardaki görüntülerin; tarayıcı, kamera gibi sensörlerle alınarak bilgisayara aktarıldıktan sonra üzerinde bir takım işlemler yapılmasına dijital görüntü işleme, resimdeki en küçük birime ise piksel denilmektedir. Üzerinde işlem yapılacak olan resim *a(i,j)* şeklinde bir fonksiyon olarak ifade edilmektedir. *(i, j),* resmin koordinatlarını; *a(i,j)* ise resmin *i, j* noktasındaki parlaklığını göstermektedir.

Herhangi bir resimdeki piksel değerlerini ifade edebilmek için *a(i, j)* şeklinde tanımlanan fonksiyonun *i, j* noktasındaki komşulukları Çizelge 3.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.5. *i,j* noktasındaki piksel komşulukları

Sütun / Satır	(j-1). sütun	(j). sütun	(j+1). sütun
(i-1). satır	(i-1,j-1)	(i-1,j)	(i-1,j+1)
(i). satır	(i,j-1)	(i,j)	(i,j+1)
(i+1). satır	(i+1,j-1)	(i+1,j)	(i+1,j+1)

Her piksel değerinin sahip olduğu parlaklık ifade edilirken RGB (Kırmızı-Yeşil-Mavi) renk değerleriyle ifade edilmektedir. Yani *a(i,j)* noktasına ait kırmızı, yeşil ve mavi olmak üzere 3 farklı renk değeri bulunmaktadır.

Fotoğrafların çekim anında makinenin vizörünün odaklanamamasından, lensin kalitesinden, ortamın çok ışıklı ya da ışıksız olmasından gibi nedenlerle gürültü dediğimiz bir takım bozulmalar oluşabilmektedir (Taban, 2013). Bu bozulmaları giderebilmek için resmin birtakım ön işlemlerden geçirilmesi gerekmektedir. OCR sistemlerinde sistemin performansını artırmak için temel algılama, siyah-beyaza çevirme, yumuşatma, eğim algılama ve düzeltme, inceltme gibi ön işlem adımları önem arz etmektedir (Naz ve ark., 2014). Yapılması gereken işlemler, ayrıntılı olarak başlıklar halinde aşağıda açıklanmıştır.

3.6.1. Griye çevirme

Dışarıdan tarayıcı, kamera gibi herhangi bir araçla alınan resimler üzerinde ilk olarak resmin griye dönüştürülmesi işlemi gerçekleştirilir. Resmi griye dönüştürmek için; (3.1) nolu formülde görüldüğü üzere *i,j* koordinatındaki kırmızı, yeşil ve mavi renk değerleri toplanarak 3'e bölünüp yeni renk değeri olarak atanmaktadır. Çizelge 3.6'da bir resmin gri tonlamaya çevrilişi gösterilmiştir.

$$a(i, j) = (R + G + B)/3 \tag{3.1}$$

Çizelge 3.6. Griye çevirme örneği

Satır \ Sütun	0	1	2
0	X	X	X
1	X	…	X
2	X	X	X

R=126
G=245
B=49

$a(1,1)_{\text{yeni değer}}$=(126+245+49) / 3 = 140

3.6.2. Gürültü temizleme

Gürültü azaltma, bozulmuş bir kopyadan alttaki mükemmel bir görüntüyü kurtarmak için çalışılan bir görüntü yenileme problemidir (Peters, 1995). Bunun için birçok yöntem geliştirilmiştir. Görüntü üzerinde dış etkenlerden kaynaklanan gürültüyü azaltmak için genellikle ortalama (mean) ve ortanca (median) filtreleri kullanılmaktadır (Altun ve Allahverdi, 2007).

a) Ortalama (Mean) filtresi: Görüntü üzerindeki gürültüleri azaltmak için kullanılan yöntemlerden biri olan mean filtresi; 3x3, 5x5 gibi komşuluk çeşitlerinde uygulanabilmektedir. Aşağıda örneği verilen Mean filtresinde; her bir pikselin değeri o pikselin komşuluğundaki piksellerin ortalaması ile değiştirilmektedir. Örneğin 3x3 lük bir maskede 9 pikselin ortalaması alınarak yeni piksel değeri olarak atanmaktadır. Çizelge 3.7'de bir resim üzerinde gezdirilen 3x3 lük bir matrisle mean filtresinin uygulanışı gösterilmiştir.

Çizelge 3.7. Mean filtresi uygulama örneği

Satır \ Sütun	0	1	2	3	4
0	25	35	36	X	X
1	62	45	45	X	X
2	64	55	47	X	X
3	X	X	X	X	X
4	X	X	X	X	X

$$a(1,1)_{\text{yeni değer}}=(25+35+36+62+45+45+64+55+47) / 9 = 46$$

b) Ortanca (Median) filtresi: Bir görüntüdeki gürültüleri temizlemenin diğer bir yolu ise Median filtresidir. Median filtresinde de 3x3 gibi bir pencere boyutu belirlenerek komşuluklara uygulanmaktadır. Pencere boyutundaki piksellerin gri seviye değerleri alınıp kendi aralarında sıralanarak ortanca değer yeni piksel değeri olarak atanmaktadır. Çizelge 3.8'de bir resim üzerinde gezdirilen 3x3 lük bir matrisin ortanca eleman seçimi gösterilmiştir.

Çizelge 3.8. Median filtresi uygulama örneği

Satır \ Sütun	0	1	2	3	4
0	110	15	125	X	X
1	38	65	100	X	X
2	64	72	110	X	X
3	X	X	X	X	X
4	X	X	X	X	X

$a(1,1)_{\text{yeni değer}}$= Sırala(110 15 125 38 65 100 64 72 110)

$a(1,1)_{\text{yeni değer}}$= (15 38 64 65 72 100 110 110 125)

$a(1,1)_{\text{yeni değer}}$= 72

3.6.3. Siyah beyaza çevirme

Elde edilen gri resim ikili görüntü (binarization) haline çevrilerek resmin sadece siyah ve beyaz renklerden oluşması sağlanmaktadır. Siyah piksel değeri 0 iken beyaz piksel değeri 1 ile ifade edilmektedir.

İkilileştirme işlemi; karakter ayırma ve tanıma işleminde performansı etkilediği için doküman işleme alanında önemli bir rol oynamaktadır (Gatos ve ark., 2006). Çünkü karakter tanıma işlemlerinde arka planla yazının birbirinden ayrılması gerekmektedir. Arka plandan metin ifadelerinin ayrılabilmesi için kullanılan ikilileştirme işlemi için farklı yöntemler mevcuttur. Bu yöntemlerde; metin ve arka plan bölgelerini ayırma işlemi kaba bir tahminle başlar ve sonra onların davranışlarını öğrenerek bölgeler sınıflandırılmaktadır (Cheriet ve ark., 2013). Eşik değerini belirleme algoritmaları; resmin gri seviye dağılımına, gölgelendirme efektlerine, resimde bulunan metin haricindeki bileşenlere, resmin kalitesi gibi birçok faktöre bağlıdır (Sankur ve Sezgin, 2013).

Resmi siyah-beyaza çevirmek için ilk olarak belirli bir eşik değerinin belirlenmesi gerekir. Bu eşik değeri belirleme yöntemi için temel olarak 4 tane farklı algoritma kullanılmaktadır.

a) Otsu eşikleme: Otsu yöntemi eşik-tabanlı bir yöntem olup güçlü, parametresiz bir yöntemdir (Farrahi Moghaddam ve Cheriet, 2012). Arka plan ve ön plan yoğunlukları iyi bir şekilde ayrılırsa, Otsu metodu iyi ikilileştirilmiş sonuçlar verir (Chou ve ark., 2010). Bu eşikleme yönteminde; optimum eşik değerinin belirlenmesi, nesne ve arka plan piksellerinin ağırlıklandırılmış toplam sınıf içindeki değişikliklerinin minimize edilmesi ile gerçekleştirilmektedir (Otsu, 1979; Sezgin, 2002). Optimum eşik değeri aşağıdaki formülle (3.2) bulunur.

$$T_{opt} = \arg\max[P(T).(1-P(T)).(m_f(T)-m_b(T))^2] \qquad (3.2)$$

P(T) resmin histogramı; $m_f(T)$ ve $m_b(T)$ tüm resim için ortalama yoğunluk değeridir (Liao ve ark., 2001).

b) Beyaz (White) eşikleme: Bu yöntemde pikselin gri değeri seçilen komşuluğun içerisindeki ortalama değerle karşılaştırılır. Eğer pikselin değeri ortalamadan düşükse o piksel nesneyi, eğer yüksekse arka planı göstermektedir (White ve Rohrer, 1983). Eşikleme kural formülizasyonu aşağıdaki (3.3) gibidir:

$$B(i,j)=\begin{cases}1 & if\ \mu_w(i,j) < I(i,j) * bias \\ 0 & otherwise\end{cases} \quad (3.3)$$

$\mu_w(x,y)$, işlem yapılan pencere içerisindeki ortalama gri değerini; *w* ise pencere boyutunu (genelde 15 seçilir); *I(i,j)* ise o anki piksel değerini göstermektedir (Sezgin, 2002).

c) Niblack eşikleme: Bu yöntemde, *bxb* pencere boyutundaki bölümler için yerel ortalama ve standart sapmaya bağlı olarak eşik değeri aşağıdaki formüle göre (3.4) hesaplanmaktadır.

$$T(i,j)=m(i,j)+k.\sigma(i,j) \quad (3.4)$$

m(i,j) ve *σ(i,j)* ortalama ve standart sapmadır. k ise -0.2 dir (Niblack, 1986; Sankur ve Sezgin, 2013).

d) Sauvola eşikleme: Sauvola; Niblack yönteminin genelleştirilmiş hali olarak görülüp, uyarlamalı (adaptif) ve eşik-tabanlı ikilileştirme yöntemidir (Cheriet ve ark., 2013). Bu metotta *(x,y)* noktasındaki piksel yoğunluğu 0-255 arasında değer alan *g(x,y)* fonksiyonu olarak ifade edilmektedir. Aşağıdaki formülde (3.5) görüldüğü gibi *g(x,y)* değeri eşik değerinden *(t(x,y))* daha küçükse 0, diğer durumlarda ise 255 değerini alır (Sauvola ve Pietikäinen, 2000).

$$o(x,y)=\begin{cases}0 & if\ g(x,y) < t(x,y) \\ 255 & otherwise\end{cases} \quad (3.5)$$

Eşik değeri *(t(x,y))* bulunurken ortalamadan *(m(x,y))* ve standart sapmadan *(σ(x,y))* yararlanılır. *R*; 128 gri değerini, *k* ise [0,2, 0,5] arasında değişen bir parametreyi göstermektedir. Kullanılan formül (3.6) aşağıdaki gibidir:

$$T(i,j)=m(i,j)+[1+k.(\frac{\sigma(i,j)}{R}-1)] \quad (3.6)$$

3.7. Segmentasyon İşlemi

Karakter tanıma işlemi için gerekli ön işlemler yapıldıktan sonra diğer önemli bir adımda metinlerin satır ve sütunlara ayrılarak karakterlerin elde edilmesi işlemidir.

Satırlara ayırma; Satırların belirlenmesi için elde edilen görüntü soldan sağa doğru yatay olarak ilk pikselden itibaren taranır. Yatayda tarama işlemi yapılırken ilk siyah piksel bulunduğu anda o nokta *satırbaşı* olarak kabul edilir. Ardından tarama işlemine devam edilerek taranan tüm satırın beyaz olduğu ilk nokta *satır sonu* olarak belirlenir. Böylece ilgili satırın yüksekliği de elde edilmiş olur (Akar, 2009).

Sütunlara (harflere) ayırma; Karakterlerin elde edilmesi işleminde ise ilgili satırbaşı ve satır sonu olarak belirlenen alan içerisinde dikeyde tarama yapılır. Bulunan ilk siyah nokta karakterin başlangıcı olarak kabul edilir. Tarama işlemine devam edilerek tüm sütun değerinin beyaz olduğu anda ise karakterin sonu belirlenmiş olur. Böylece karakter, sağda ve solda hiç boşluğu kalmayacak şekilde çerçeve içine alınmış olur (Nabiyev, 2005).

3.8. Eğim ve Meyil Düzeltme

Elde edilen harflerle ilgili eğim ve meyil düzeltme işlemleri karakter tanıma için önem arz etmektedir. Eğim düzeltme; italik olarak yazılan herhangi bir karakterin düzeltilmesi, meyil düzeltme ise; yazılan karakterin yatay yöndeki sapması anlamına gelmektedir (Şekerci, 2007).

3.9. Karakter Tanıma

Optik Karakter Tanıma, basılı herhangi bir belgedeki karakterlerin elde edilerek bilgisayar formatındaki karakterlere dönüştürülmesi işlemidir (Musayev, 2004; Bag ve ark., 2014). Segmentasyon işleminden sonra karakter belirlenmesi aşamasında birçok yöntem kullanılmaktadır. Karakter tanıma ile ilgili bugüne kadar akademik olarak birçok algoritma denenmiş ve uygulanmıştır. Bu yöntemlerden bazıları aşağıda açıklanmıştır.

a) Zincir kodlamayla özellik çıkarma: Zincir kodlamada, karakter noktalarının sınır noktalarının koordinatları tespit edilir. Ardından bu koordinatlara göre anlam çıkarılarak yorumlanır. Örneğin L harfini zincir kodla ifade edecek olursak [10 10 11] şeklinde ifade edilir (Ay ve Varol, 2008). Yani kapalı bir şekil oluşana kadar bölütün sınırlarını

takip eder. 4 lü ve 8 li yön çeşitleri vardır (ChainCodeLectures, 2012). Elde edilen zincir koduna göre tanıma işlemi yapılır.

b) Korelasyon: Korelasyon; basit bir optik şablon eşleme işlemi olup iki görüntü arasındaki Hamming uzaklığının belirlenmesini sağlar (Akar, 2009). Bu uzaklık ikili değişimlerin sayısını ifade etmektedir (EcnTechnologyCounseling, 2014).

c) Kontur çıkarma: Kontur çıkarma; iz düşüm yöntemi olarak da adlandırılır. Her harf için sol, üst, sağ, alt izdüşüm bilgileri hesaplanmaktadır (her yön için 50x50 gibi bir matris elde edilebilir). Ardından bu bilgiler karşılaştırılarak karakterlerin elde edilmesi sağlanmaktadır (Nabiyev, 2005).

ç) Öklit metriği: Karakterlere ayırma işleminden sonra; her bir karakter veri tabanında bulunan karakterler ile karşılaştırılıp minimum hata ile eşleştirme sağlanmaktadır. Eşleştirme hatası aşağıda verilen denklem (3.7) ile hesaplanmaktadır;

$$E_k = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1}^{N} (x(i,j) - h_k(i,j))^2 \qquad (3.7)$$

M ve N eşleştirilecek resim boyutlarını, $x(i,j)$ görüntüden okunan karakteri, $h_k(i,j)$ ise veritabanındaki k. karakteri göstermektedir (Ay, 2009).

d) Yapay sinir ağları (YSA): YSA; insan beyninin çalışma mantığından yola çıkarak geliştirilmiş paralel ve dağıtık bilgi işlem yapılarıdır (Şekerci, 2007). Paralel olarak kullanılan yapay sinir hücreleri bağlantı ağırlıklarıyla kullanılmakta ve bu değerler algoritmayla değiştirilerek ağın eğitilmesi sağlanmaktadır. Tüm karakterler ağa sunulur ve eğitim işlemi gerçekleştirilir. Ağ çıkışındaki değerler ise örneğin "A" harfinin ASCII kod karşılığı (001000001) olacak şekilde ağ eğitilir.

e) Ağırlık merkezine dayalı tanıma: Bu yöntem de, karakterlerin ağırlık merkezleri farklı noktalardadır (Erdem ve Uzun, 2005). Bu yöntem eğer karakter boyutları sabitse iyi sonuçlar vermektedir. Fakat aynı yazı tipinin farklı yazı boyutlarında dahi ağırlık merkezi kaymaktadır. Giriş deseninin ağırlık merkeziyle matrisin ağırlık merkezi

çakışacak şekilde işlem yapılır. Bu nedenle farklı özellik vektörleri de kullanılması gerekmektedir (Nabiyev, 2005).

f) K en yakın komşuluk: Sınıflandırma işlemi yapan denetimli öğrenme modelidir. Sınıflandırma işlemi için hazırlanan öğrenme kümesi kullanılmaktadır. Sınıflandırma denildiğinde herhangi bir nesnenin özelliklerini inceleyerek o nesneyi daha önceden tanımlanmış bir sınıfa dahil etmektedir. Bu işlem için sınıfların özelliklerinin önceden belirlenmesi gerekir (Çalışkan, 2008). Sınıf seçimi yapılırken; k adet benzer sonuç içinden en çok sayıda elemana sahip olan sınıf seçilmektedir.

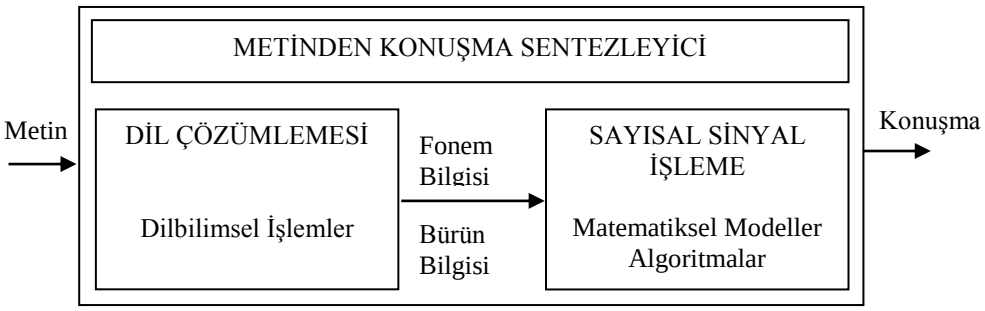
g) Tekleştirme modeli: Tekleştirme modeline dayalı tanıma ise karakter ayırma işlemi bittikten sonra her bir karakterin siyah beyaza dönüştürülmüş hali giriş değeri olarak belirlenir. Karakterin dikeyde taranarak Dikey Tanımlama Vektörü (DTV), yatayda taranarak Yatay Tanımlama Vektörü (YTV) elde edilir. Daha önceden hazırlanan DTV ve YTV vektörleriyle karaktere ait DTV ve YTV karşılaştırılarak sınıflandırma işlemi yapılır (Şekerci, 2007).

3.10. Seslendirme

Metin seslendirme işlemi son yıllarda hızlı bir şekilde ilerleyen uygulamalardan biri haline gelmiştir. Çünkü metin seslendirebilen bir sistem, özellikle görme engelli bireylerin metinleri dinleyerek anlayabilmelerini ve konuşma engelli bireylerin ise anlatmak istedikleri bilgileri yapay yollarla seslendirerek başka bireylere iletebilmelerini sağlayan önemli araçlardan biridir (Erdemir, 2010). Metin seslendirme işleminin uygulandığı alanlara örnekler (Uslu, 2012) aşağıdaki gibi verilebilir;

- Konuşma veya görme engelli kişilerle iletişim
- Sağlık sektörü
- Sesli yanıt sistemleri
- Sesli uyarı sistemleri
- Yabancı dil öğretimi
- Okuma sistemleri

Yazılı bir metni seslendirme işlemi MKS (Metinden Konuşma Sentezleme) olarak adlandırılmaktadır. MKS sistemlerinin işlevsel yapısı Şekil 3.8'de gösterilmiştir.



Şekil 3.8. MKS sisteminin işlevsel yapısı (Ünaldı, 2007)

MKS sistemleri temel olarak 2 ana bölümden oluşmaktadır.

1. Metnin ayrıştırılması işlemi;
   - Elde edilen metin hecelere ayrılır.
   - Kısaltmalar varsa uzun metne çevrilir.
   - Metinde sayı varsa metne çevrilir.
2. Seslendirme işleminin yapılması.

Piyasada, görme engelli insanlar için konuşma sentezleme konusunda aktif olarak çalışan birçok firma mevcuttur. Bu firmaların oluşturmuş olduğu programlar sayesinde görme engelli birey rahatlıkla bilgisayar kullanabilmektedir. Türkiye'deki birçok görme engelli okulunda ekran okuma programı olarak "Jaws" kullanılmaktadır. Jaws programı, Freedom Scientific firması tarafından geliştirilmiş olup Türkiye' deki dağıtımı Braille Teknik firması tarafından yapılmaktadır. Jaws'ın yanısıra; GW Micro firması tarafından geliştirilen "Windows-Eyes", Sestek firması tarafından geliştirilen "GVZ", Bilkent Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği tarafından geliştirilen "OKU", Yöndata firması tarafından geliştirilen "DİKTE" gibi programlar da mevcuttur.

Türkçe'nin hece tabanlı bir yapısı olduğu için konuşma sentezleme işlemlerinde diğer birçok dile göre daha kolay üzerinde işlem yapılabilmektedir. Fakat bununla birlikte hecelerin, kelime içerisinde bulunma konumlarına göre farklı tonda seslendirilmeleri gerekmektedir.

MKS sistemleri incelendiğinde 3 farklı MKS yöntemi olduğu görülmektedir (Uslu, 2010; Sel, 2013). Bu yöntemler şu şekildedir:

- Kural Tabanlı Formant Sentezleyiciler
- Söyleyiş (Articulatory) Sentezleyiciler
- Eklemeli (Concatenative) Sentezleyiciler

3.10.1. Kural tabanlı formant sentezleyiciler

Bir sesin, filtre kullanılarak şekillendirilmesiyle istenilen ses üretilebilmektedir (Güldalı, 2009). Formant sentezleyiciler; formant frekanslarını ve bant genişliklerini ayarlayarak konuşma sentezlemeye çalışmaktadırlar (Sel, 2013). Bununla birlikte formant sentezleyiciler kullanılarak sonsuz sayıda ses üretilebildiği için diğer yöntemlere göre oldukça esnektir (Güldalı, 2009).

3.10.2. Söyleyiş (articulatory) sentezleyiciler

Ses üretiminde insan organlarının modellenerek sesin üretilmesini sağlamaktadır. Bu yöntemde; diyafram, akciğer, ağız boşluğu, dil ve ses tellerinin tamamının oluşturduğu yapının modellenmesi sağlanmaktadır (Şentürk, 2010). Bu yüzden bu yöntemin uygulanması oldukça zordur.

3.10.3. Eklemeli (concatenative) sentezleyiciler

Önceden kayıtlı olan ses dosyalarının belirli algoritmalar aracılığıyla bir araya getirilmesidir. Bu yöntemin diğer yöntemlere göre kullanımının daha kolay olmasına rağmen, sadece bir konuşmacı sesinin kullanılması ve ses dosyalarını depolayabilmek amacıyla daha fazla bellek kapasitesine ihtiyaç duyması dezavantajlarındandır (Güldalı, 2009).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

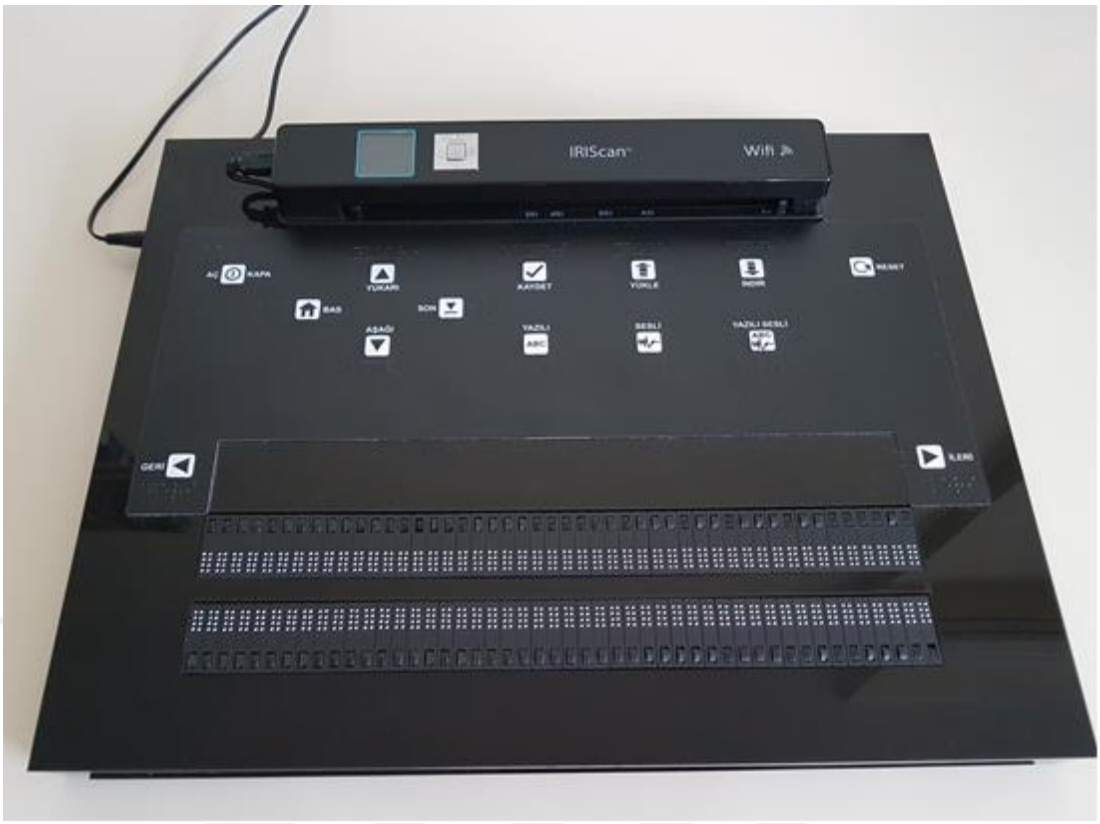
Bu tez çalışması kapsamında görme engelli bireylerin gören gözleri olmak için 2 adet cihaz geliştirilmiştir. Geliştirilen cihazların genel özellikleri;

- Görme engelli bireylerin başkalarına olan bağımlılıklarını en aza indirme,
- Tarayıcı aracılığıyla kitap, gazete, dergi gibi herhangi bir ara yüzden elde edilen görüntülerdeki metinlerin USB (Evrensel Seri Veri Yolu) veya Bluetooth aracılığıyla cihaza aktarılabilmesi,
- Yazılı metinleri görme engelliler için kabartma yazı alfabesine (Braille alfabesine) çevirip elleriyle hissederek kabartma yazı (Braille) hücrelerinden okuma yapabilmelerini sağlama,
- Metinlerin sesli olarak dinletilebilmesi,
- Metinler üzerinde gezinti yapılabilmesi,
- Şarj edilebilen bataryası ile tüm sistemin beslenebilmesi,

vb. birçok özelliğe sahiptir. 1.cihaz geliştirildikten sonra gerekli iyileştirme çalışmaları yapılarak 2.cihaz üretilmiştir. Geliştirilen cihazlara ait prototipler Şekil 4.1'de, C# dili ile geliştirilen yazılımsal ekran Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

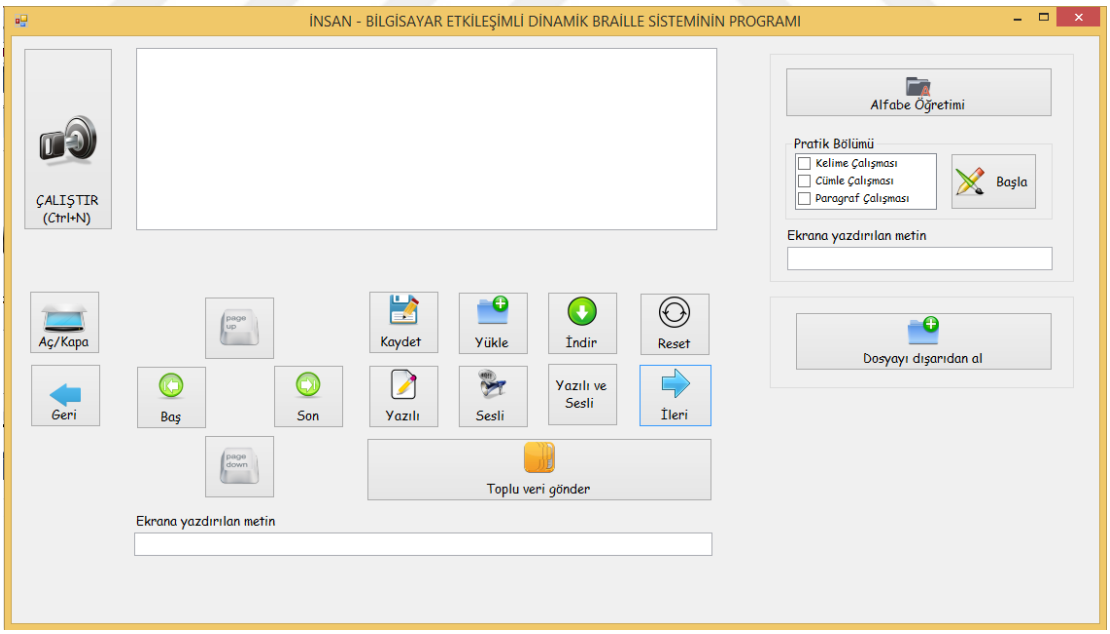


a) 1. prototip



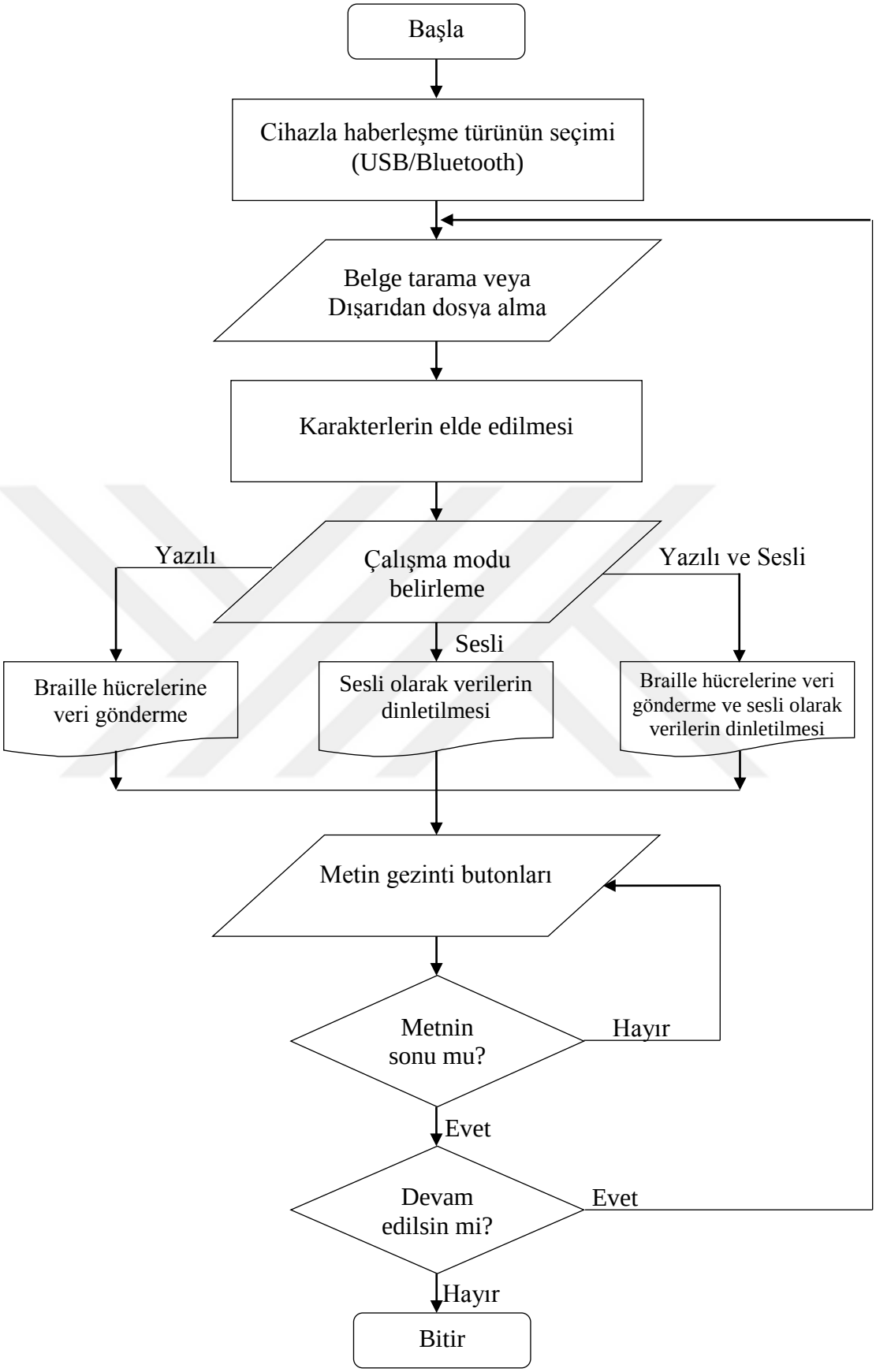
b) 2. prototip

Şekil 4.1. Geliştirilen prototipler



Şekil 4.2. C# dili ile geliştirilen yazılımsal ekran

Geliştirilen cihazların çalışma sisteminin işlem adımları aşama aşama Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Genel olarak işlem adımlarından bahsedilirse;



Şekil 4.3. İşlem adımları

Cihaza bağlanma türünün seçilmesi; oluşturulan cihaza USB aracılığıyla mı yoksa bluetooth aracılığıyla mı bilgisayar tarafından bağlanılacağı belirlenmektedir.

Verilerin alınması işlemi; cihaza belge iki türlü aktarılmaktadır. Tarayıcı aracılığıyla herhangi bir metin taranabilmekte veya dışarıdan txt, doc, bmp veya jpeg uzantılı herhangi bir belge alınabilmektedir. Daha sonra gerekli görüntü işleme adımları kullanılarak resimdeki metinlerin elde edilmesi sağlanmaktadır.

Metinler üzerinde gezinti işlemleri; geliştirilen cihazlarda 96 adet Braille hücresi olduğundan dolayı metinlerin aktarılması işleminde veya seslendirme işleminin yapılması esnasında sadece 96 karakter kullanılmaktadır. Diğer 96 karakterin Braille hücrelerine aktarılması veya sesli olarak dinlenmesi isteniyorsa cihaz üzerinde bulunan "İleri" tuşu kullanılarak işlem gerçekleştirilmekte, bir önceki 96 karakterin Braille hücrelerine aktarılması veya sesli olarak dinlenmesi isteniyorsa cihaz üzerinde bulunan "Geri" tuşu kullanılarak işlem gerçekleştirilmektedir. Bilgisayar klavyesindeki "Home" – "End" – "Page Down" – "Page Up" tuşlarıyla aynı işlemi yapan "Baş" – "Son" – "Aşağı" – "Yukarı" butonları sayesinde elde edilen metinler üzerinde; metnin başına konumlanma, metnin sonuna konumlanma, metni bir sayfa aşağı kaydırma ve metni bir sayfa yukarı kaydırma işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Dışarıdan veri alma; isteğe bağlı olarak eğer farklı bir arabirimden veri alınmak istenirse "Yükle" bölümünden verinin sisteme yüklenerek yukarıdaki işlemlerin yapılması sağlanabilmektedir. Eğer elde edilen metin daha sonra tekrardan incelenmek üzere kaydedilmek istenirse "Kaydet" tuşu kullanılarak SD karta kaydetme işlemi gerçekleştirilmekte, kaydedilen dosyaların sisteme yüklenerek tekrar kullanılması istenirse "İndir" tuşu kullanılmaktadır.

4.1. Geliştirilen Uygulama

Geliştirilen cihazda kullanılmak üzere farklı yazılım bölümleri bulunmaktadır. Bunlar kendi aralarında gruplandırıldığında 4 ana bölümden oluştuğu görülmektedir.

- Bağlantı bölümü,
- Görüntü işleme bölümü,
- Çalışma modunun belirlenmesi bölümü,
- Metinler üzerinde gezinti ve dosyalama işlemlerinin bulunduğu bölüm

4.1.1. Bağlantı bölümü

Birinci cihaz; ilk açıldığı anda bağlantı türünün seçilmesi gerekmektedir. Bağlantı türü olarak USB ve Bluetooth bağlantısı kullanılmıştır. Şekil 4.4'te görüldüğü üzere Bluetooth la bağlantı gerçekleştirilecekse "0" modu, USB ile bağlantı gerçekleştirilecekse "1" modu seçilmelidir.



Şekil 4.4. USB/Bluetooth seçimi [16]

Buton ile seçim işleminin yapılmasından sonra, program açıldığı anda USB bağlantısıyla mı yoksa Bluetooth bağlantısıyla mı cihaza bağlanıldığını belirlemek için gerekli olan sahte kodlar aşağıda verilmiştir. Varsayılan bağlantı türü olarak kablo karmaşası oluşturmadığı için Bluetooth tercih edilmiştir. Eğer Bluetooth ile bağlanıldığında herhangi bir cihaz yoksa USB bağlantısı kontrol edilmektedir.

```
USB_Connection()
{   Cihaza USB ile bağlan
     if (herhangi bir bağlantı var mı)
         Cihaza bağlan
         Return true
     else
         Return false
}

Bluetooth_Connection()
{   Cihaza Bluetooth ile bağlan
     if (herhangi bir bağlantı var mı)
         Cihaza bağlan
         Return true
     else
         Return false
}
```

```
main()
{   if (Bluetooth_Connection() is true)
        ……
    else
        USB_Connection();
     ……
}
```

İkinci cihazda bu buton iptal edilerek sadece varsayılan bağlanma türü olarak Bluetooth kullanılmış, eğer Bluetooth bağlantısı yoksa USB bağlantısı tercih edilmiştir.

Devreye USB bağlantı türü kullanılarak veri gönderim işlemi ve devreden veri alma işlemleri yapılırken; 8 bitlik paketler şeklinde veri gönderim ve alım işlemi yapılmıştır. Toplamda 96 adet Braille hücresi bulunduğundan dolayı aynı anda tek seferde hepsine birden yazım işlemi yapılabilmesi için tek seferde 8 bit gönderim işlemi yapılmış fakat PIC tarafında toplam 96 bayt olduktan sonra Braille hücrelerine veri aktarımı gerçekleştirilmiştir.

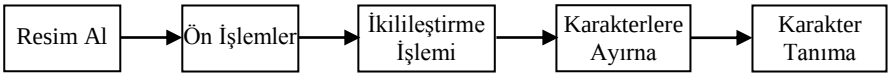
Devrenin Bluetooth ile haberleşme kontrolünün sağlanabilmesi için Realterm programı kullanılmıştır. Bu program sayesinde devreye veri gönderip veri alımı yapılabildiği için gerekli testler bu program aracılığıyla yapılmıştır. Bluetooth HC-06 modülü kullanıldığında bilgisayarda hangi COM portu kullandığını bilmek önemlidir. İlgili port belirlendikten sonra; 9600 baudrate hızında her seferinde 8 bit gönderilebilecek şekilde veri aktarımı gerçekleştirilmiştir.

4.1.2. Görüntü işleme bölümü

OCR (Optical Character Recognition - Optik Karakter Tanıma); herhangi bir cihaz aracılığıyla elde edilen dokümanlardaki veya el yazısıyla yazılmış belgelerdeki karakterlerin bilgisayar diline çevrilerek sayısallaştırılmasıdır (Ay ve Varol, 2008). Optik karakter tanıma, görüntü işlemede önemli uygulamalardan biridir. Çünkü karakterlerle arka planı birbirinden ayırarak karakterleri düzgün bir şekilde elde etmek gerekmektedir. Yoksa doğru şekilde karakterlerin tanımlanması işlemi gerçekleştirilemez.

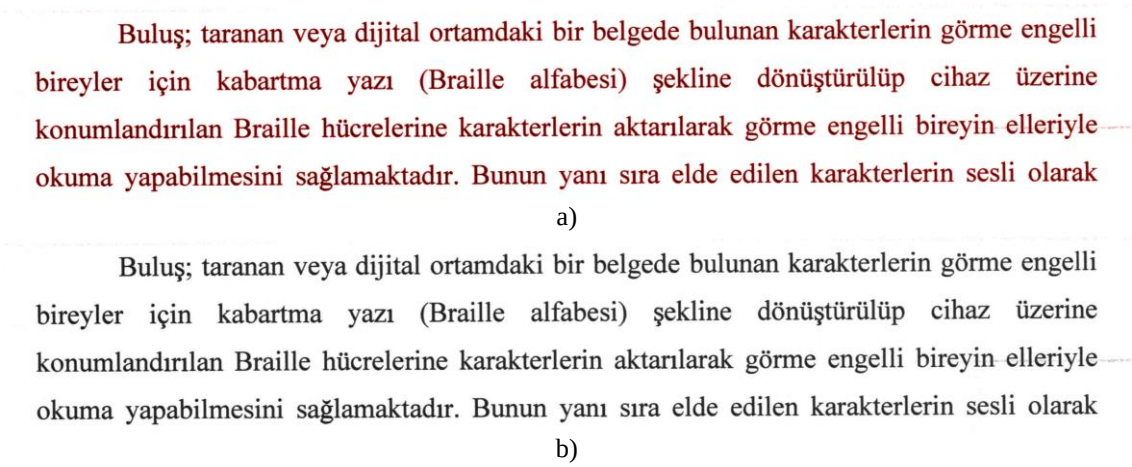
Bu çalışmada ilgili resim dış ortamdan alındıktan sonra bazı ön işlemlerden geçirilmektedir. Bu ön işlemler; griye çevirme, ortalama (mean), ortanca (median) gibi filtrelerin uygulanması, siyah beyaza çevirme işlemleridir. Örüntü tanıma sistemlerinde, kullanılan bütün önişleme tekniklerinin amacı, benzer örüntülerden benzer anahtar özelliklerin elde edilebilmesi için örüntüyü istenmeyen bileşenlerinden arındırmaktır (Şengür ve Türkoğlu, 2004). Ön işlemlerden sonra, dinamik olarak eşik değeri

belirlemek için kullanılan yöntemlerden (White, Sauvola, Niblack ve Otsu) hangisinin daha iyi olduğuna karar verilip, resim siyah-beyaz resme çevrilerek harflere ayırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen işlem adımları Şekil 4.5'te gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Görüntü işleme işlem adımları

Yapılan çalışmada, resim alındıktan sonra ilk olarak gri resme çevrilmektedir. Resim elde edildikten sonra; *i, j* konumunda yani piksel koordinatları kullanılarak resim üzerinde işlemler yapılır. Görüntü RGB (Red-Green-Blue) renk uzayından oluştuğu için gri değeri elde edilirken kırmızı, yeşil ve mavi renk değerleri toplanarak 3'e bölündüğünde gri resim elde edilir. Şekil 4.6'da renkli resmin griye çevrilmiş hali gösterilmiştir.


Buluş; taranan veya dijital ortamdaki bir belgede bulunan karakterlerin görme engelli bireyler için kabartma yazı (Braille alfabesi) şekline dönüştürülüp cihaz üzerine konumlandırılan Braille hücrelerine karakterlerin aktarılarak görme engelli bireyin elleriyle okuma yapabilmesini sağlamaktadır. Bunun yanı sıra elde edilen karakterlerin sesli olarak

a)

Buluş; taranan veya dijital ortamdaki bir belgede bulunan karakterlerin görme engelli bireyler için kabartma yazı (Braille alfabesi) şekline dönüştürülüp cihaz üzerine konumlandırılan Braille hücrelerine karakterlerin aktarılarak görme engelli bireyin elleriyle okuma yapabilmesini sağlamaktadır. Bunun yanı sıra elde edilen karakterlerin sesli olarak

b)

Şekil 4.6. a) Renkli resim b) Griye çevrilmiş resim

Kullanılan algoritmanın sözde kodu aşağıda verilmiştir.

```
Procedure Griye_cevir()
{ for(i=0;i<Resmin_Genişliği;i++)
  { for(j=0;j<Resmin_Yüksekliği;j++)
    { Resim_yeni_piksel_degeri[i,j]= (Resim[i,j].Kırmızı +
                                      Resim[i,j].Yeşil +
                                      Resim[i,j].Mavi) / 3;
    }
  }
}
```

Griye çevirme işleminin ardından gürültü temizleme işlemleri yapılır. Gürültü temizleme işlemleri için Mean ve Median filtreleri uygulanmıştır.

Mean filtresi resme 3x3 matris şeklinde uygulandığında; uygulandığı bölümde bulunan 9 pikselin ortalaması alınarak *i, j* noktasına yeni değer olarak atanmaktadır. Uygulanan Mean filtresine ait sözde kod aşağıda verilmiştir.

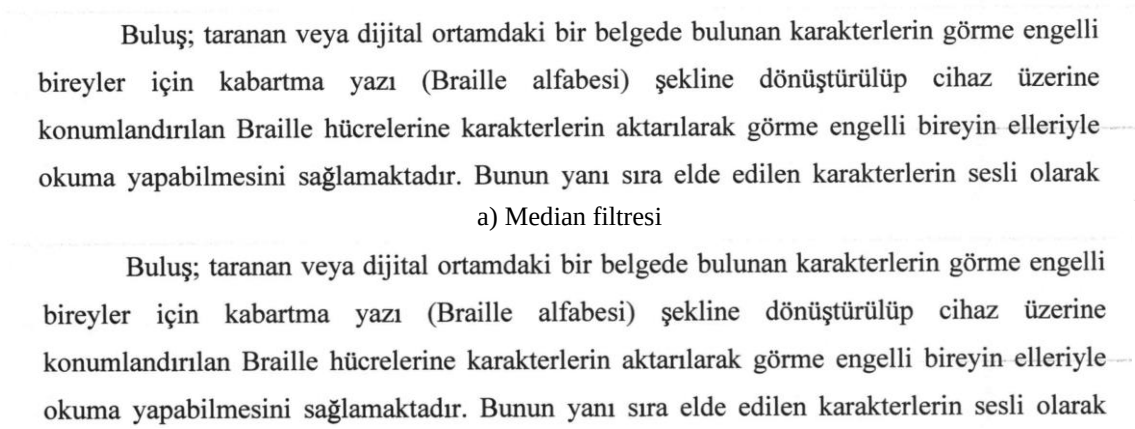
```
Procedure Mean_Filtresi_Uygula()
{ for(i=1;i<Resmin_Genişliği-1;i++)
  { for(j=1;j<Resmin_Yüksekliği-1;j++)
    { toplam=0;
      for(m=1 to 3)
        for (n=1 to 3)
          toplam = toplam + Resim[i+m,j+n];
      Resim[i,j]= round (toplam / 9);
    }
  }
}
```

Median filtresi de resme 3x3 matris şeklinde uygulandığında ise; uygulandığı bölümdeki 9 pikseli kendi arasında sıralayıp ortadaki değer alınarak *i, j* noktasına yeni değer olarak atanmaktadır. Uygulanan Median filtresine ait sözde kod aşağıda verilmiştir.

```
Procedure Median_Filtresi_Uygula()
{ for(i=1;i<Resmin_Genişliği-1;i++)
  { for(j=1;j<Resmin_Yüksekliği-1;j++)
    { for(m=1 to 3)
       for (n=1 to 3)
         Median_dizi.Ekle(Resim[i+m,j+n]);
      Sıralama_yap(Median_dizi);
      Resim[i,j]= Median_dizi[5];
    }
  }
}
```

Taranan resme 3x3 matrisi şeklinde uygulanan Mean ve Median filtrelerinin sonuçları Şekil 4.7'de gösterilmiştir.

Yapılan denemeler sonrasında karakter tanıma işleminde Median filtresi uygulanan resimlerin daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir. O yüzden yazılımsal sürecin sonraki aşamalarında Median filtresi uygulanan resim üzerinden devam edilmiştir.

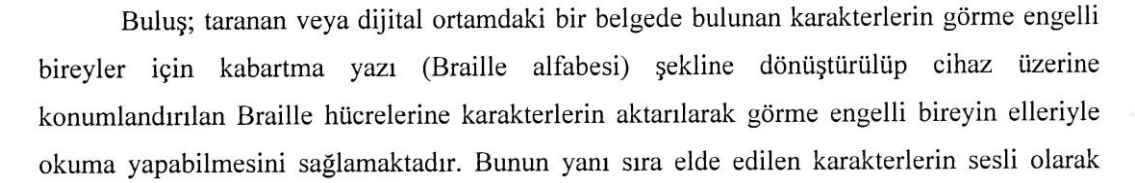


a) Median filtresi

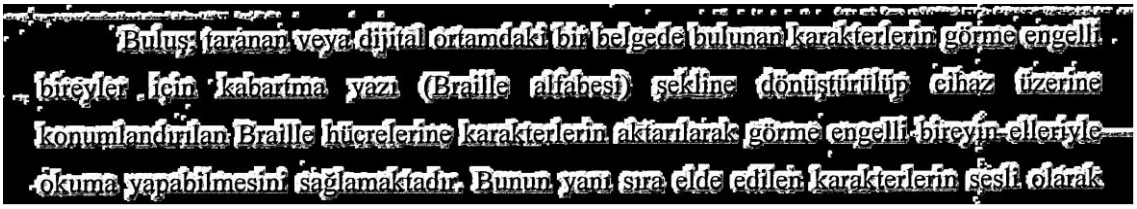
b) Mean filtresi

Şekil 4.7. Filtreleme sonuçları

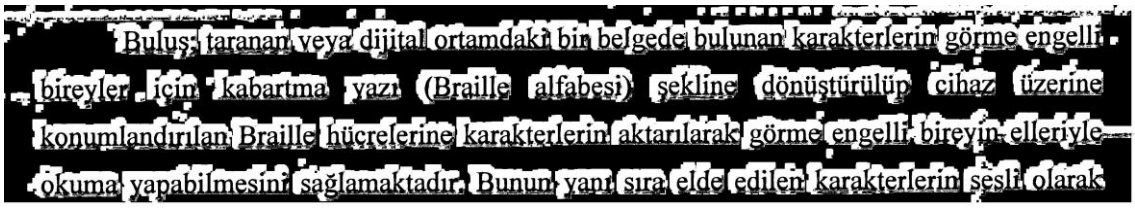
Gürültü temizleme işlemlerinden sonra ikilileştirme işlemi uygulanmıştır. İkilileştirme, resmin ikili görüntüsünün yani resmin siyah beyaz şeklinde elde edilmesidir. Resmin ikili görüntü haline çevrilebilmesi için eşik değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Eşik değerinin belirlenmesi için Otsu eşikleme, White eşikleme, Niblack eşikleme ve Sauvola eşikleme gibi farklı farklı yöntemler mevcuttur. Bunlarla ilgili ayrıntılı bilgiler Bölüm 3'te anlatılmıştır. Resmi siyah beyaza çevirmek için resme uygulanan bu yöntemlerin sonuçları Şekil 4.8'de gösterilmiştir.



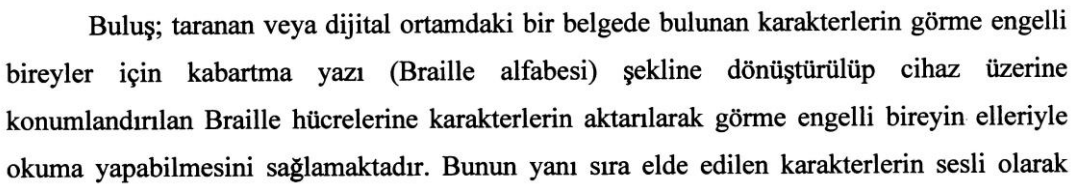
a) White eşikleme



b) Sauvola eşikleme



c) Niblack eşikleme



d) Otsu eşikleme

Şekil 4.8. İkili görüntüye çevirme işlemleri

İkilileştirme işlemi için en iyi sonucu Otsu yönteminin verdiği görülmüştür. Bu yüzden Otsu eşikleme işlemi karakterlere ayırma işlemi için tercih edilmiştir. Otsu algoritması için eşik değerini hesaplayan sözde kod aşağıda verilmiştir.

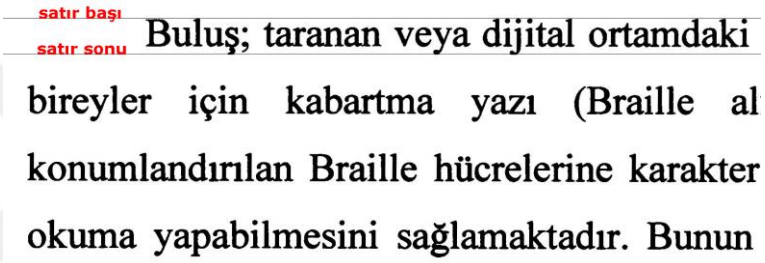
```
int getOtsuThreshold(Bitmap bmp)
{
 Resmin_histogramını_al;
 float sum = 0;
 int total=toplam piksel sayısı;
 for(i=1;i<256;i++)
      sum += i * histData[i];
 buyuk=0;
 for(i=1;i<256;i++)
 { Arkaplan_Ağırlık += histData[i];
   if (Arkaplan_Ağırlık = 0) continue;
   ÖnPlan_Ağırlık= total-Arkaplan_Ağırlık;
   if (ÖnPlan_Ağırlık=0) break;
   sumB += i* histData[i];
   ArkaPlanOrtalama = sumB / Arkaplan_Ağırlık;
   ÖnplanOrtalama = (sum-sumB) / ÖnPlan_Ağırlık;
   deger = Arkaplan_Ağırlık * ÖnPlan_Ağırlık *
          (ArkaPlanOrtalama - ÖnplanOrtalama) *
          (ArkaPlanOrtalama - ÖnplanOrtalama);
   if (deger > buyuk)
   { buyuk=deger;
     threshold=i;
   }
 }
}
```

Eğer resimdeki renk dağılımında koyu renk daha çok hakimse o tür resimlerin ikilileştirme işlemi için White eşikleme algoritması tercih edilmiştir. Şekil 4.6'daki resme uygulanan eşikleme işlemlerinde kullanılan 4 yöntemin süreleri karşılaştırıldığında; Otsu algoritmasının performans olarak diğerlerine göre daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Süre çizelgesi Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Kullanılan eşikleme yöntemlerinin süreleri

Yöntem	Süre
White Eşikleme	139 ms
Sauvola Eşikleme	205 ms
Niblack Eşikleme	457 ms
Otsu Eşikleme	102 ms

Karakterlere ayırma işlemi için ön işlemlerden geçen resimde ilk olarak satır belirleme işlemi yapılır. Satır belirleme işleminde resmi en üst noktadan tarayarak ilk bulduğu siyah noktayı satır başı, siyah noktaların bittiği yeri de satır sonu olarak belirlemektedir. Satır başı ve satır sonu olarak belirlenen bölge Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Satır başı ve sonunu belirleyen sözde kod aşağıda verilmiştir.



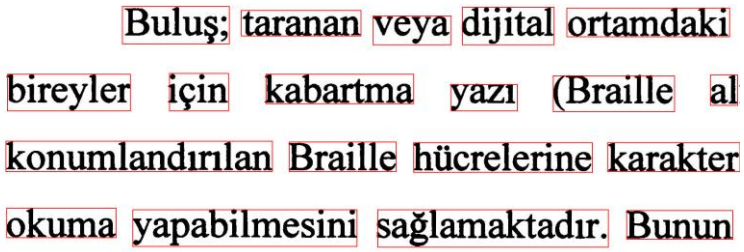
Şekil 4.9. Satır başı ve satır sonu

```
int SatirUstSinir(Bitmap bmp)
{ int s=-1;
  for(int i=0;i<bmp->Height;i++)
    if(siyah nokta varsa)
    { s=i;break;
    }
  return(s);
}

int SatirAltSinir(Bitmap bmp,int Ust)
{ int s=-1;
  for(i=Ust;i<bmp->Height;i++)
   if(hiç siyah nokta yoksa)
    { s=i; break;
    }
   return(s);
}

Main()
{ …
  While(tüm satirlar belirlenene kadar)
  { UstDeger=SatirUstSinir(bmp);
    AltDeger=SatirAltSinir(bmp, Ustdeger);
  }
}
```

Satır başı ve sonu belirlendikten sonra kelimelerin arasındaki uzaklık için bir eşik değeri belirlenerek her bir satır dikey olarak taranmaktadır. Eğer iki harf arasındaki uzaklık belirlenen eşik değerinden daha fazla ise o bölge kelime olarak atanmaktadır. Şekil 4.10'da görüldüğü üzere metin üzerindeki kelimeler belirlenerek koordinatları tutulur. Belirtilen algoritmayla ilgili sözde kod aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.10. Kelime belirleme işlemi

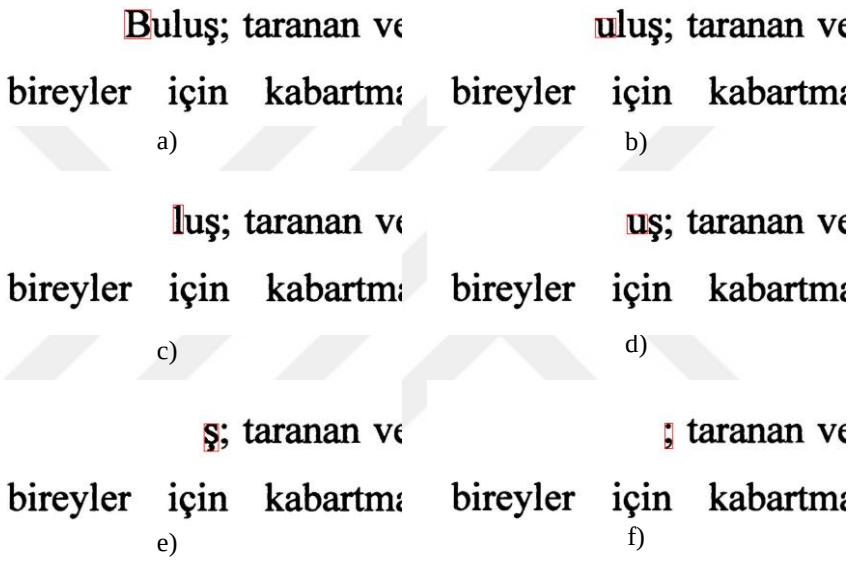
```
int SolSinir(Bitmap bmp)
{ int s=-1;
  for(i=0;i<bmp->Width;i++)
   if(siyah piksel varsa)
    { s=i;break;
    }
  return(s);
}

int Kelimebelirle(Bitmap bmp, int esik, int ust, int alt)
{ int s=-1;
  for(int i=ust;i<alt;i++)
    if(beyaz noktalı sütun sayisi>esik)
    { s=i;break;
    }
  return(s);
}

Main()
{ …
  While(tüm kelimeler belirlenene kadar)
  { sol=SolSinir(bmp);
    sag=Kelimebelirle(bmp, esik, satirust, satiralt);
    ust=Kelimenin üst bölümündeki beyaz pikselleri temizleyip yeni
koordinat belirle;
    alt=Kelimenin alt bölümündeki beyaz pikselleri temizleyip yeni
koordinat belirle;
  KelimeKoordinatTut(sol, sag, ust, alt);
  }
}
```

Kelime belirleme işleminden sonra sol taraftan itibaren ilk siyah noktayı bulduktan sonra sağ tarafa ilerleyerek beyaz noktaların bulunduğu ilk sütunu bulunca ilk

karakter bulunmuş olmaktadır. O harfin bitimiyle birlikte harf ana resimden alınarak kaydedilmektedir. Aşağıdaki Şekil 4.11'de de görüldüğü gibi ilk olarak "B" harfi, daha sonra sırayla "u", "l", "u", "ş", ";" şeklinde; resim tarandıkça ilk satırdaki harfler ayrılmaktadır. İlk satırdan sonra aynı işlemlere diğer satırlar içinde tekrar etmektedir. Böylelikle karakterlere ayırma işlemi tamamlanmaktadır. Elde edilen karakterlerin eğrilik kontrolü yapılarak karakterlerin düzgün bir şekilde tanınabilmesi sağlanmaktadır. Karakterlerin eğim ve meyil açıları hesaplanarak eğrilik bulunduğu takdirde hesaplanan açıya göre eğim ve meyil düzeltme işlemi yapılmaktadır.



Şekil 4.11. Harflerin ayrılması işlemi

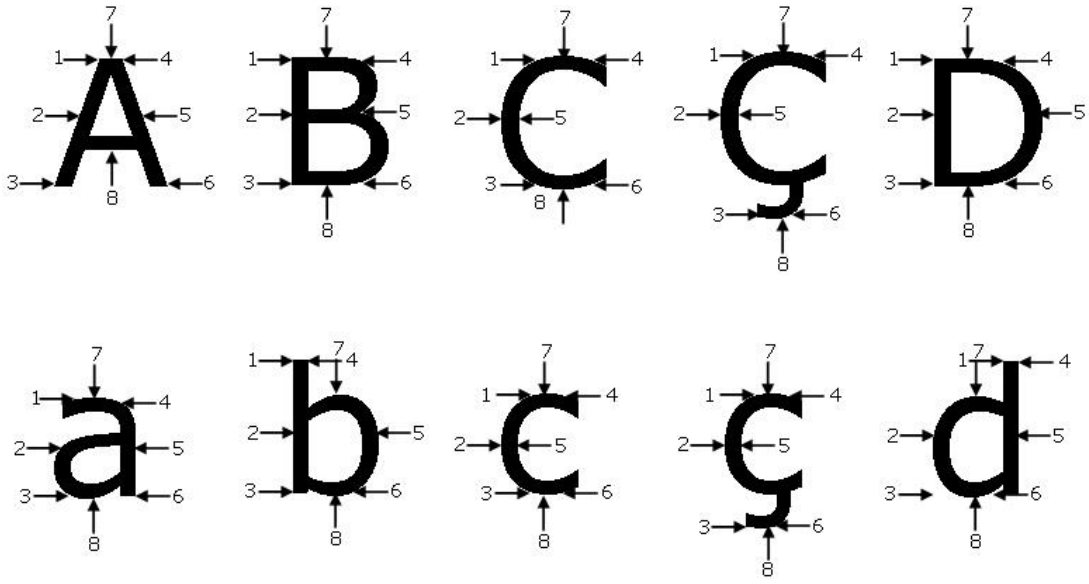
Harf ayırma işlemi için geliştirilen sözde kod aşağıda verilmiştir.

```
int HarfSagSinir(Bitmap bmp,int sol,int ust,int alt)
{ int s=-1;
  for(i=sol;i<bmp->Width;i++)
   if(tüm sütunda beyaz piksel varsa)
    { s=i;break;
    }
  return(s);
}

void Boyama(Bitmap bmp,int sol,int sag,int ust,int alt)
{ Rectangle dortgen = new Rectangle(sol, ust, sag, alt);
  Anaresim(beyaz_renk, dortgen);
}
```

```
Main()
{ …
  While(tüm harfler elde edilene kadar)
  { …
    KelimeKoordinatGetir(sol,ust,alt);
    sag=HarfSagSinir(bmp,sol,ust,alt);
    Boyama(bmp, sol,sag,ust,alt);
    …
  }
}
```

Harflere ayırma işleminin ardından elde edilen karakter resimleri veritabanına kaydedilerek harf tanıma işlemine başlanılmaktadır. Harf tanımayla ilgili birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu çalışmada öncelikle Arial ve Verdana yazı fontları için her bir karakterin büyük ve küçük harf karşılığı veritabanına kaydedilmiştir. Şekil 4.12'de gösterildiği gibi her bir harfle ilgili 8 adet sınır belirlenmiştir. Bu sınırlar; üst, alt, sol üst, sol orta, sol alt, sağ üst, sağ orta ve sağ alt noktalarındaki siyah piksellerin bulunduğu konumlara aittir. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 numaralı noktalar; 1-4, 2-5, 3-6, 7-8 noktaları arasındaki uzaklığın bulunduğu bölgeye (genişliğe veya yüksekliğe) oranlanarak elde edilen değerleri; her bir harfin toplam piksel yoğunluğu hesaplanarak öz nitelik vektörleri oluşturulmuştur. Gerekli görüntü işleme adımlarından geçirilmiş resimlerden elde edilen karakterlerle ilgili öz nitelik vektörleri oluşturularak veritabanında kayıtlı bulunan verilerle karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda %76 başarı oranında karakter tanınması sağlanmıştır.



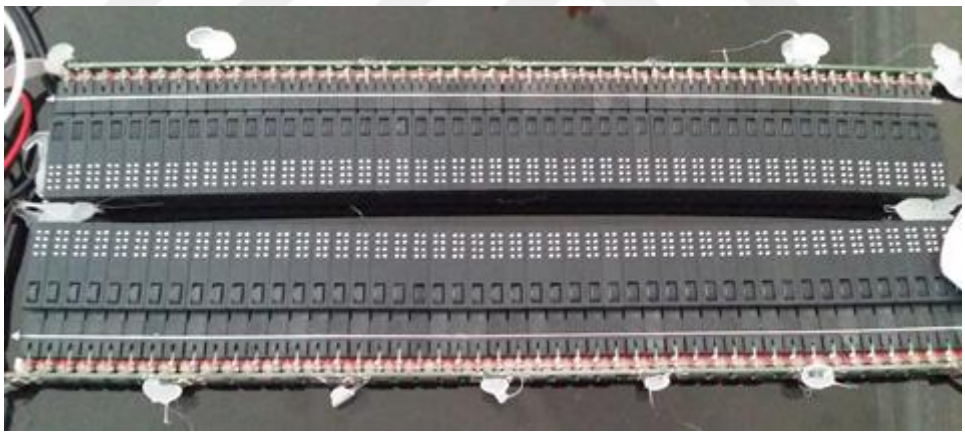
Şekil 4.12. Verdana yazı fontu için karakter tanımlamaları

4.1.3. Donanım bölümü

Donanım bölümünde elde edilen karakterlerin görme engelli bireylerin kullandığı Braille alfabesi şeklinde okunabilmesi için Braille hücreleri kullanılmıştır. Kullanılan Braille hücrelerinin yapısında 8 adet pin bulunmaktadır. Bu pinlerin 6 tanesi karakterler için en alttaki 2 tanesi ise imleç işlemleri için kullanılabilmektedir. Pinlerin aşağı yukarı hareket etmesi piezo aktüatörlerle gerçekleştirilmektedir. Yani, Braille hücresinde bulunan pinlerden hangi pinin yukarı doğru kabarması istenirse, o pinin bağlı bulunduğu terminale gerekli gerilim verildiği anda pinin yukarı hareket etmesi sağlanmaktadır. Pinde oluşan kabartmanın iptal edilebilmesi için pine gönderilen gerilimin 0 V olarak ayarlanması gerekmektedir.

a) Braille hücreleri

Geliştirilen devrede toplam 96 adet Braille hücresi kullanılmıştır. Birbirine backpanellerle (BHSD - Braille hücrelerini süren devre) bağlanan Braille hücreleri Şekil 4.13'te gösterilmiştir.



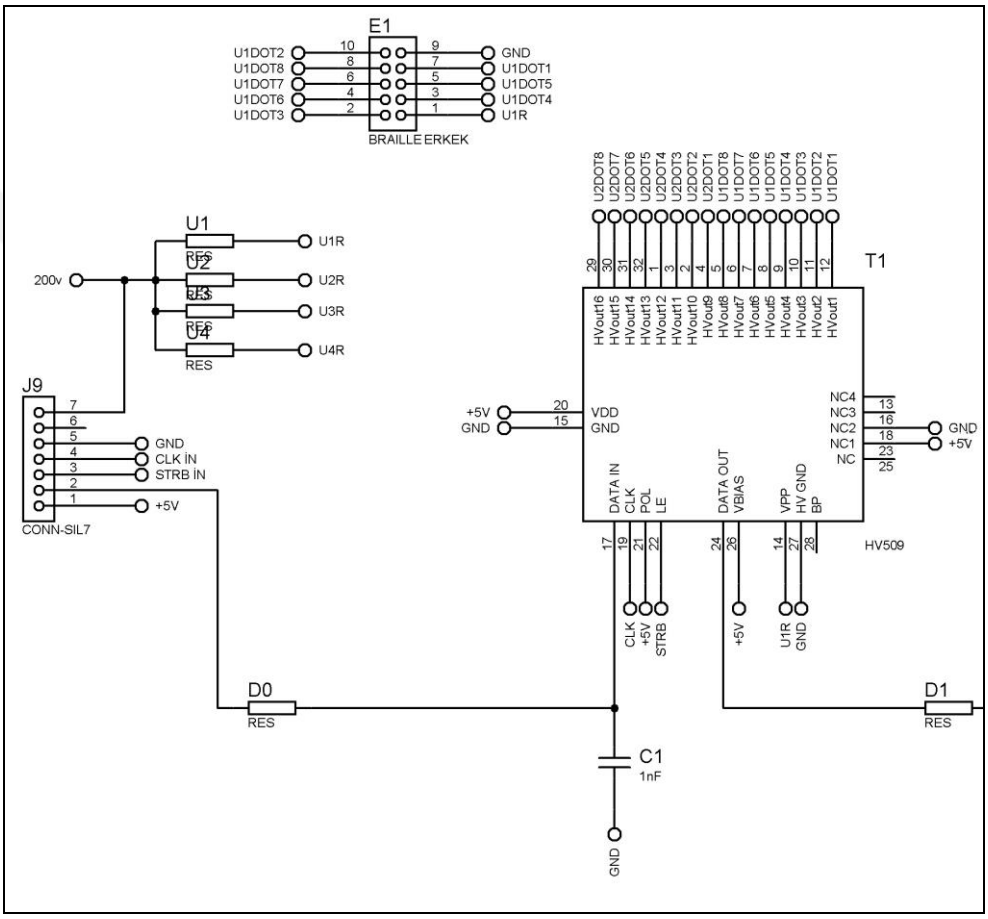
Şekil 4.13. Cihazda kullanılan 96 adet Braille hücresi

b) Braille hücrelerini süren devre (BHSD - Backpanel)

Braille hücrelerinin Şekil 4.13'te görüldüğü gibi yan yana bağlanabilmesi, enerjinin sırayla bir diğerine kaydırılabilmesi, Braille hücrelerinde bulunan pinlerden istenilen pinin yukarı doğru hareketlenmesini sağlamak amacıyla kullanılan yapılara backpanel denilmektedir.

Geliştirilen cihazda kendi geliştirdiğimiz yeni bir backpanel oluşturulmuştur. Oluşturulan 1 panel üzerine 8 tane Braille hücresi takılabilmektedir. Geliştirilen panellerin yapısında Şekil 4.14'te gösterildiği üzere HV509 entegresi kullanılmıştır.

200V çıkışa sahip HV509 entegresi 16 kanallı seri-paralel dönüştürücüdür. Yüksek voltaj çıkışı 16 bitlik seri kaydırıcı yazmaçlar tarafından kontrol edilmekte ve bilgiler sıralı bir şekilde aktarılmaktadır (HV509, 2016). Oluşturulan bir panelde 4 adet HV509 kullanılmıştır. 1 HV509 entegresine 2 adet Braille hücresi monte edilebilmektedir. Yani 1 adet HV509 entegresinde bulunan 16 tane kanalın 8 kanalına bir Braille hücresinin 8 pini diğer 8 kanalına da diğer Braille hücresinin 8 pini bağlanmıştır (Başçiftçi ve Eldem, 2017a).



Şekil 4.14. Braille hücrelerinin takıldığı panellerin bir bölümü

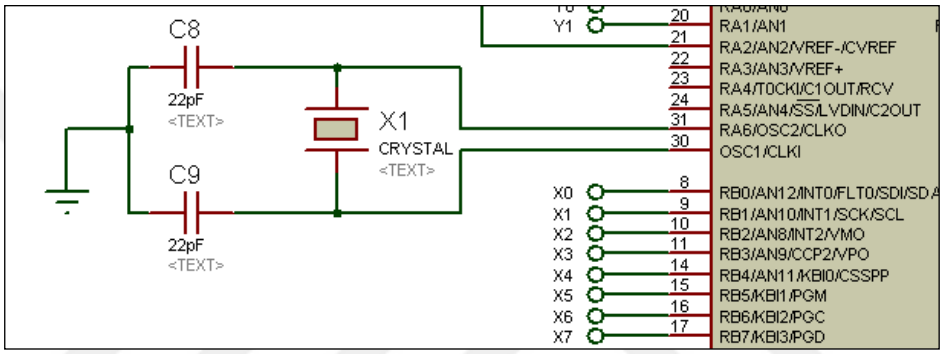
c) Mikrodenetleyici

Devreye enerjinin verilmesi, kare dalga üretmeyi sağlayan devre, hangi Braille hücresinin yapısındaki hangi pine enerji verileceği, butonlara basıldığı anda *bip* sesini oluşturabilecek buzzer devresi, USB ile seri iletişimin yapılabileceği devre, cihaz üzerinde bulunan butonlardan gelen bilgileri alarak gerekli yönlendirmelerin yapılmasını sağlayan devre, Bluetooth devresi gibi işlemleri yapabilmesi amacıyla geliştirilen kart üzerine PIC18F4550 mikrodenetleyicisi yerleştirilerek tüm sistemin

yönetimi sağlanmıştır. PIC18F4550'nin pinlerine bağlanan devre yapıları aşağıda ayrı ayrı gösterilmiştir.

c.1) Osilatör bağlantı bölümü

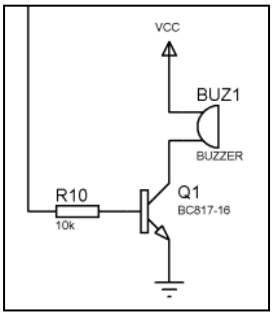
Osilatör, PIC' in çalışması için gerekli olan kare dalgayı üretmek için kullanılır. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biri ise osilatörün frekansı ile işlemcinin frekansının aynı olması gerekmektedir. Eğer herhangi birinin çalışma frekansı yüksek olarak seçilirse frekansı düşük olanın hızına göre çalışacağından dolayı yüksek frekans seçiminin önemi kalmayacaktır. PIC' in çalışabilmesi için kare dalgayı üreten devre Şekil 4.15' te gösterilmiştir.



Şekil 4.15. Kristal devresi

c.2) Buzzer bölümü

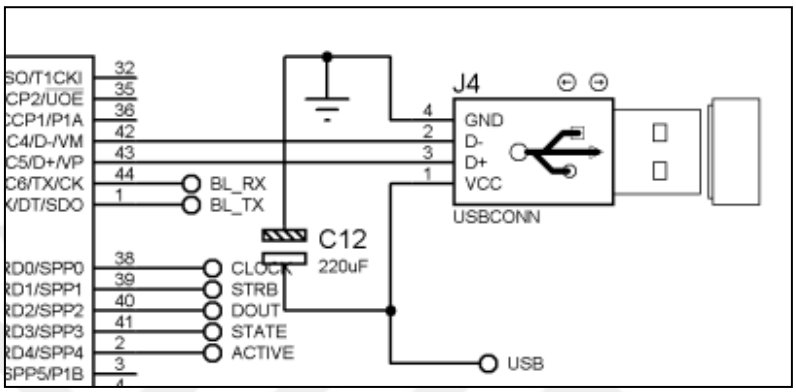
Görme engelli bireylerin görme engelinden kaynaklanan nedenden dolayı butonlara basılıp basılmadığını anlaması amacıyla buzzer devresi oluşturulmuştur. Oluşturulan devre, *bip* sesini dışarıya vermektedir. Veri gönderilirken butonlara basıldığı anda PIC' in ilgili bacağı set edilerek transistörün iletime geçmesi ve buzzerın ses çıkarması sağlanmaktadır. Bununla ilgili oluşturulan devre Şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.16. Buzzer devresi

c.3) USB bağlantı bölümü

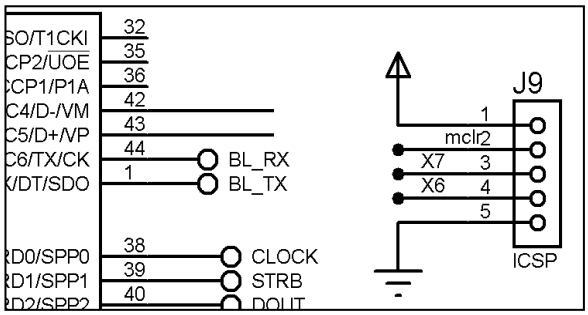
USB bağlantısı cihazla bilgisayar arasındaki veri alışverişini oluşturmak amacıyla kullanılan bir bölümdür. USB bağlantısı aktif olduğu anda Braille hücrelerine gönderilmesi gereken tüm veriler USB aracılığıyla bilgisayardan Braille hücrelerine 8 bitlik paket şeklinde aktarılmaktadır. Şekil 4.17'de görüldüğü gibi USB devresi PIC'in RC4 ve RC5 bacaklarına bağlanmıştır.



Şekil 4.17. USB devresi

c.4) Bluetooth bağlantı bölümü

Bluetooth ile veri aktarımının sağlanabilmesi için kullanılan entegrenin bacakları Şekil 4.18'deki konnektörün 3 ve 4 numaralı bacakları aracılığıyla PIC'in Tx (veri iletim) ve Rx (veri alım) bacaklarına bağlanmıştır. Bluetooth ile ilgili olan tuşa basıldığı anda bluetooth bağlantısı aktif hale dönüşüp gerekli veri iletimi başlamaktadır.



Şekil 4.18. Bluetooth entegresine bağlanan konnektör

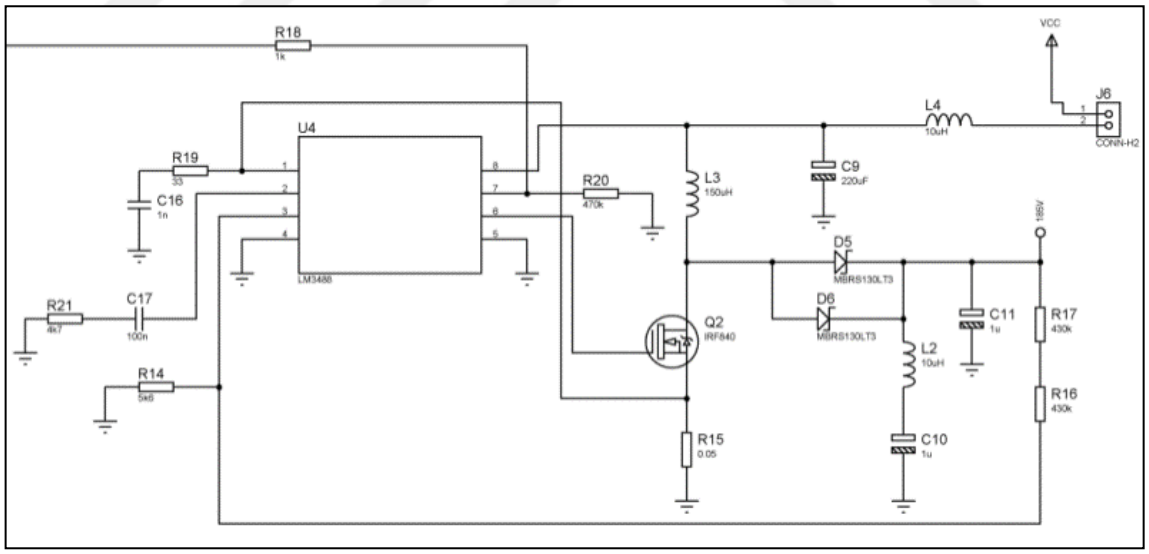
c.5) Voltaj yükseltici devre

Braille hücrelerini beslemek amacıyla gerekli olan 200V luk gerilimi elde edebilmek için 5 V' u 200 V' a dönüştüren bir devre tasarlanmıştır. Şekil 4.19'da

bulunan LM3488 entegresi switch mode (anahtarlamalı mod) ile 5V DC gerilimi 200V DC gerilime çevirebilmektedir. DC DC converter (dönüştürücü) olarak oluşturulan bu yükseltme devresinde kullanılanlar;

1. Anahtarlama dalgası (örneğin 8khz PWM veya kare dalga) üreteci
2. Anahtarlama elemanı (mosfet veya transistör)
3. Bobin (10μH)

LM3488 entegresi mosfeti (IRF540N) tetiklemektedir. Mosfetin drain ucuna bobin, bobinin diğer ucu da Vin giriş gerilimi bağlanmıştır. Frekansa ve PWM (Pulse Width Modulation) darbe genişliğine bağlı olarak bobin manyetik bir alan oluşturmaktadır. Bu manyetik alan sebebiyle bobin uçlarında yüksek gerilimler meydana gelmektedir. Bu gerilimleri diyod ve kondansatörle doğrultarak V_{out} gerilimi alınmaktadır. Geri besleme ile V_{out} gerilimi kontrol edilerek PWM değeri ayarlanmıştır. Örneğin 200V olarak ayarlandığında; 180V' a ulaşmışsa buna göre PWM' i değiştirip 200V olana dek geri besleme ile çıkış gerilimini kontrol etmektedir.



Şekil 4.19. Voltaj yükseltici devre

c.6) Buton Devresi

Cihaz üzerinde toplam 96 adet Braille hücresi bulunmaktadır. Herhangi bir metin tarandıktan sonra elde edilen karakterler eğer 96'dan fazla ise, o metin üzerinde gerekli gezinti işlemlerini (ileri, geri, baş, son, yukarı, aşağı) yapabilme yani metnin

tamamının okunabilmesinin sağlanması, elde edilen metnin sesli olarak dinlenebilmesi, Bluetooth veya tarayıcı ile dosya alabilme gibi bazı işlemlerin yapılabilmesi için cihaz üzerinde tuşlar oluşturulmuştur. Bu tuşların özellikleri;

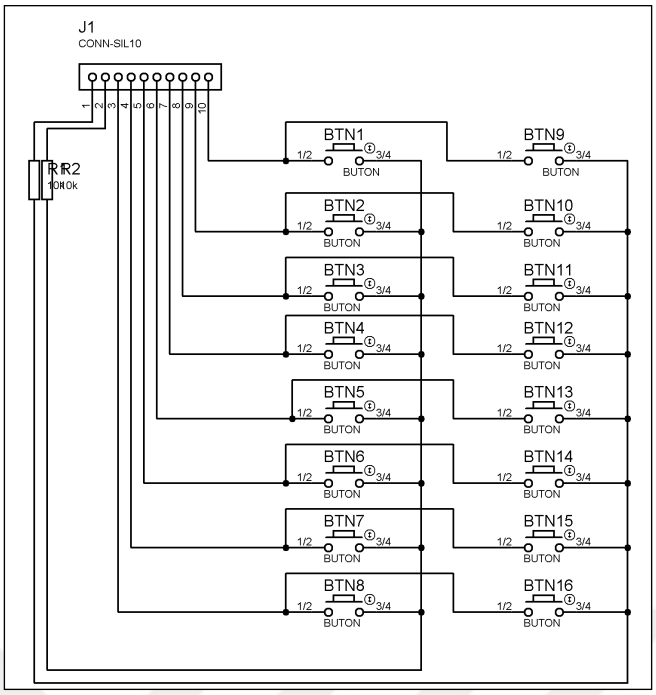
- Aç-Kapa Tuşu: Bu tuş sayesinde sistemin açılıp kapanması sağlanmaktadır.
- Reset Tuşu: Cihazdaki ve oluşturulan yazılımdaki bütün ayarların sıfırlanması sağlanmaktadır.
- İleri - Geri Tuşları: Bu tuşlar ile metin üzerinde ileri - geri şeklinde hareket sağlanmaktadır. Oluşturulan sistemde 96 adet Braille hücresi olduğundan dolayı herhangi bir metin tarandığında elde edilen karakter sayısı 96 adetten fazlaysa cihaza metinlerin gönderim işlemi 96' lık bloklar halinde gerçekleştirilmiştir. "İleri" tuşuna basıldığında metin içerisinde bulunduğu konumdan bir sonraki 96 karakteri Braille hücresine göndererek ellerle hissedilerek okuma yapılmasını sağlarken, "Geri" tuşuna basıldığında ise metin içerisinde bulunduğu konumdan bir önceki 96 karakteri Braille hücresine göndererek ellerle okuma yapılmasını sağlamaktadır.
- Yukarı – Aşağı Tuşları: Klavyedeki Page Down ve Page Up tuşları gibi metnin bir sayfa aşağıya veya bir sayfa yukarıya kaydırılmasını sağlamaktadır.
- Baş – Son Tuşları: "Baş" tuşu metnin ilk karakterine konumlanmayı sağlayarak metnin ilk 96 karakterini Braille hücrelerine aktarmayı sağlarken, "Son" tuşu ise metnin sonundaki 96 karakteri Braille hücresine aktarmayı sağlamaktadır.
- Sesli Tuşu: Metni, bireyin dinleyebilmesi için seslendirerek dış ortama aktarılmasını sağlamaktadır.
- Yazılı Tuşu: Metin sadece Braille hücrelerine aktarılarak görme engelli bireyin verileri elleriyle hissederek okuyup anlamasını sağlamaktadır.
- Sesli ve Yazılı Tuşu: Metin hem sesli hem de yazılı olarak dış ortama aktarılmaktadır. Yani birey metni dinlerken aynı zamanda Braille hücreleri sayesinde elleriyle okuma işlemi yapabilmektedir.
- İndir Tuşu: Daha önceden hafıza kartına kaydedilmiş olan herhangi bir dosyanın kullanıcının istediği modda (Yazılı, Sesli, Yazılı ve Sesli modları) oluşturulan cihaza aktarmasını sağlamaktadır.

- Yükle Tuşu: Herhangi farklı bir dosyanın (word, txt, jpeg, ...) sisteme yüklenerek kullanıcının istediği çalışma modunda oluşturulan cihaza aktarmasını sağlamaktadır.
- Kaydet tuşu: Kullanıcıya bilgiler aktarıldıktan sonra da cihazın kendi dâhili hafıza kartına kaydetme işleminin gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Böylelikle aynı metin tekrar okunmak istendiğinde rahatlıkla o dosyaya erişilebilmektedir.
- Bluetooth / USB tuşu: Cihaza Bluetooth veya USB aracılığıyla veri gönderilmek istenildiği takdirde bu tuşa basıldıktan sonra gönderim işlemi tamamlanmaktadır. 1 durumu USB ile veri aktarımını sağlarken, 0 durumu Bluetooth aracılığıyla veri aktarımını sağlamaktadır.

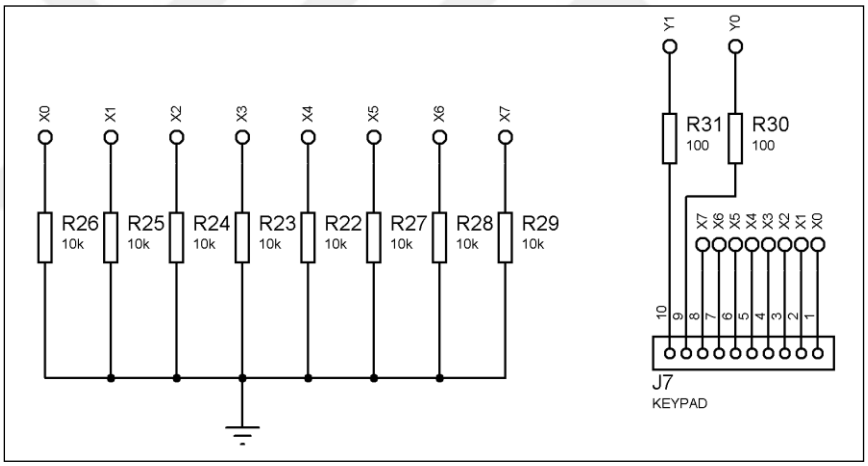
Sisteme daha sonradan da buton eklenebilmesine imkân sağlanabilmesi için 16 adet buton içeren bir devre oluşturulmuştur. Bunlardan 15 tanesi aktif olarak kullanılmaktadır. İlgili buton devresi Şekil 4.20'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Şekil 4.20'de görüldüğü üzere butonların konnektöre bağlanabilmesi için 8 adet bacak bulunmaktadır. Örneğin BTN1 ve BTN9, 10 numaralı girişe bağlıdır. Bu butonların diğer bacakları da 1 ve 2 nolu girişe bağlıdır. 1 numaralı butona basıldığı anda 10 numaralı girişle birlikte 2 numaralı girişe de bilgi gitmektedir. 9 numaralı butona basıldığı anda 10 numaralı girişle birlikte 1 numaralı girişe de bilgi gitmektedir. Böylece hangi butona basıldığı okunan bilgiye göre belirlenmektedir. Butonlardan herhangi birine basıldığında hangi gruptan bilgi geldiğinin belirlenebilmesi amacıyla geliştirilen sözde kod aşağıda verilmiştir.

```
Fonksiyon buton_okuma()
{ B portunu giriş olarak ayarla;
  if (RE1 = 1 || RE2 = 1)
  {   B portundaki değeri oku ve gönder;
      Kullanıcıyı sesli olarak uyar(RA2 pinini aktif et);
  }
  if (RE1 = 1 && RE2 = 1) //aynı anda birden fazla butona basıldıysa
                            hiçbir işlem yapma;
 }
```



a) Buton bağlantıları



b) Konnektör PIC bağlantısı

Şekil 4.20. Buton devresi

PIC'in içerisinde programlanan koda göre her bir butona ayrı bir kod verilmiştir. Bu sayede de oluşturulan arayüzden butona basıldı bilgisi geldiğinde gerçekleştirilen kontrol daha kolay hale gelmiştir. Oluşturulan butonlara ait kod değerleri aşağıda verilmiştir.

İleri butonu: 2 0

Yazılı ve Sesli butonu: 4 0

Sesli butonu: 8 0

Yazılı butonu: 16 0

Yukarı butonu: 32 0

Baş butonu: 64 0

Aç-Kapat butonu: 128 0

Reset butonu: 0 2

İndir butonu: 0 4

Yükle butonu: 0 8

Kaydet butonu: 0 16

Son butonu: 0 32

Aşağı butonu: 0 64

Geri butonu: 0 128

Reset butonunun arka bölümünde bir buton daha bulunmaktadır. Bu buton, PIC18F4550'nin programlanması için kullanılmaktadır. İlgili buton PIC18F4550'nin MCLR bacağına bağlı olup sistemin resetlenmesi için yani yeni program kodlarının Realterm gibi herhangi bir program aracılığıyla PIC'e yüklenmesini sağlamaktadır.

İlk prototipte butonlar için geliştirilen baskı devresi ve butonların görünüşü Şekil 4.21'de verilmiştir.



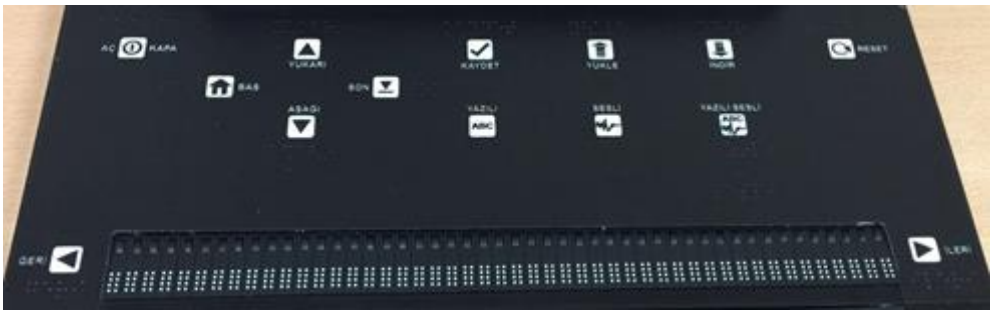
a)



b)

Şekil 4.21. a)Buton görünümleri b)Buton baskı devresi

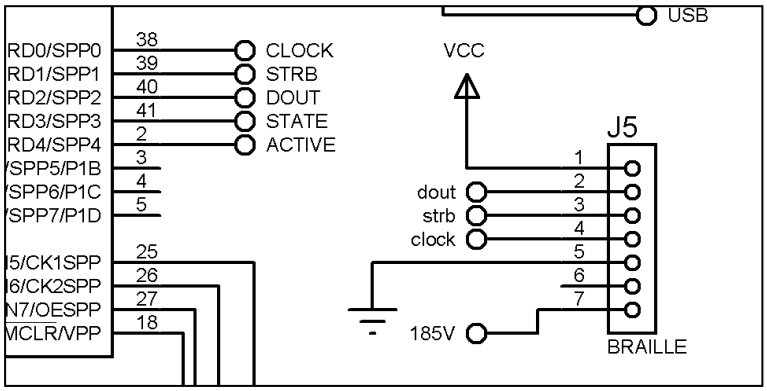
Geliştirilen ilk prototipte Şekil 4.21'de gösterilen dış tasarım kullanılırken, oluşturulan ikinci prototipte butonların yer kaplamaması ve dış tasarımının daha şık olması amacıyla oluşturulan buton devresi Şekil 4.22'de de gösterildiği üzere keypad şeklinde tasarlanmıştır.



Şekil 4.22. Buton devresi için oluşturulan keypad

c.7) Braille hücrelerine veri gönderimi

Braille hücrelerine veri gönderimi yapılırken Şekil 4.23'deki 8 bacaklı konnektör kullanılmıştır. Braille hücrelerini sürmek için gerekli olan enerjinin sağlanabilmesi için gerekli veriler bu devre elemanından aktarılmaktadır. 8 bitlik bir veri aktarımının başladığını ve bittiğini göstermek amacıyla strobe sinyali kullanılmıştır. CLK bacağı ise her bir bitlik veri aktarımında low-high şeklinde değişerek verilerin göderilmesini sağlamaktadır.



Şekil 4.23. Braille hücrelerine veri aktarımını sağlayan konnektör

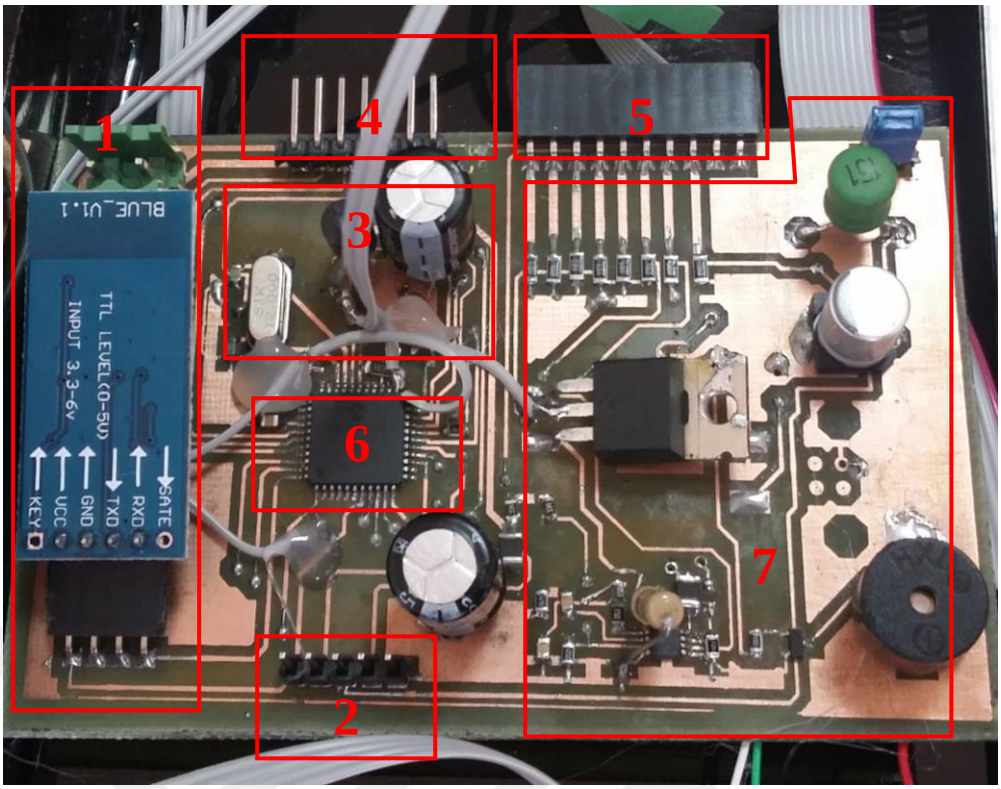
Şekil 4.23'de de görüldüğü gibi PIC18F4550'nin RD2 bacağı, bilgisayardan gelen karakter kodlarının Braille hücrelerine iletilmesi için kullanılmaktadır. PIC18F4550'nin Braille hücreleriyle ilgili olan bölümü programlanırken ilk olarak

Braille hücrelerinde daha önceden bilgi bulunması ihtimaline karşın tüm hücrelerdeki bilgileri silmek için Braille hücrelerine 0 değeri gönderilmektedir. Aşağıda yazılımın sahte kodunda gösterildiği üzere Braille() isimli fonksiyon ile Braille hücrelerine veri gönderimi gerçekleştirilmektedir. Her bir Braille hücresinde 8 pin olduğu için her bir hücreye gönderilecek veri 8 bit şeklinde gönderilmiştir. Geliştirilen yazılımın sözde kodu;

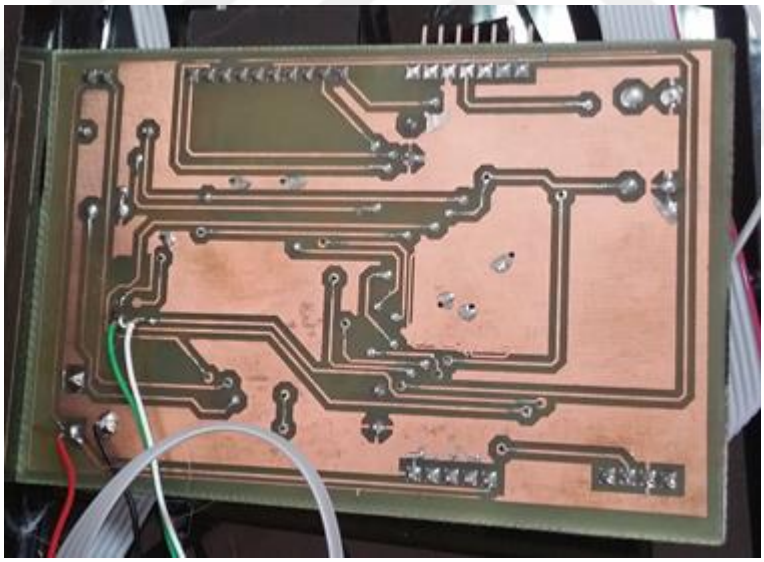
```
Fonksiyon Braille()
{  Strb sıfırla;
   10 µs bekle;
   for(j=0;j<96;j++)
   {  for (i=0;i<8;i++)
      {  Clk sinyalini 0 yap;
         if (j. Hücreye gelen verinin(veri[j])i. bitini test et =
true)
            çıkışa 1 gönder
         else çıkışa 0 gönder
            8 µs bekle;
         Clk sinyalini 1 yap;
         8 µs bekle;
      }
   }
   Strb sinyalini 1 yap;
}

Ana Program()
{ …….
  Braille hücrelerine sıfır değerini gönder;
  veri[]=bilgisayardan gelen karakter kodları;
  braille();
  …..
}
```

Geliştirilen devre bölümleriyle birlikte numaralandırılarak Şekil 4.24'te ayrıntılı olarak gösterilmiştir. 6. bölümde bulanan PIC mikrodenetleyici sayesinde sistemin yönetimi, programlaması, butonların kontrolü, Braille hücrelerine veri gönderimi gibi işlemler gerçekleştirilmiştir. Bölüm 2' de gerektiği zaman PIC' in içerisine yazılan programın değiştirilebilmesi için gerekli konnektör bulunmaktadır. 3. bölüm, PIC' in çalışabilmesi için gerekli saat frekansının üretilmesini sağlamaktadır. 4. bölümde Braille hücrelerine veri gönderimini sağlayan konnektör bulunmaktadır. 5. bölüm butonlardan gelen bilginin iletilmesini sağlamaktadır. 7. bölümde Braille hücrelerini 200V' la sürebilmek için gerekli olan gerilimin artırılmasını sağlayan voltaj yükseltici devre bulunmaktadır. 1. bölümde ise Bluetooth ile haberleşmenin sağlanabilmesi için gerekli devre bulunmaktadır.



a)



b)

Şekil 4.24. a)1. prototip için devre tasarımı b)Baskı devresi

d) Akü şarj devresi

Görme engelli birey, geliştirilen cihazı hem prize bağlı olarak hem de prize bağlı olmadan kullanabilmektedir. Cihazın içerisinde bulunan şarj edilebilir batarya sayesinde görme engelli birey cihazdan istediği yerde istediği zaman faydalanabilmektedir.

1. prototipin çalıştırılabilmesi için gerekli olan 6V çalışma gerilimi olan Mustang marka akü tercih edilmiştir. Akünün şarj edilebilmesini sağlayan devre Şekil 4.25'te, devrenin alttan ve üstten görünümü ise Şekil 4.26' da gösterilmiştir.

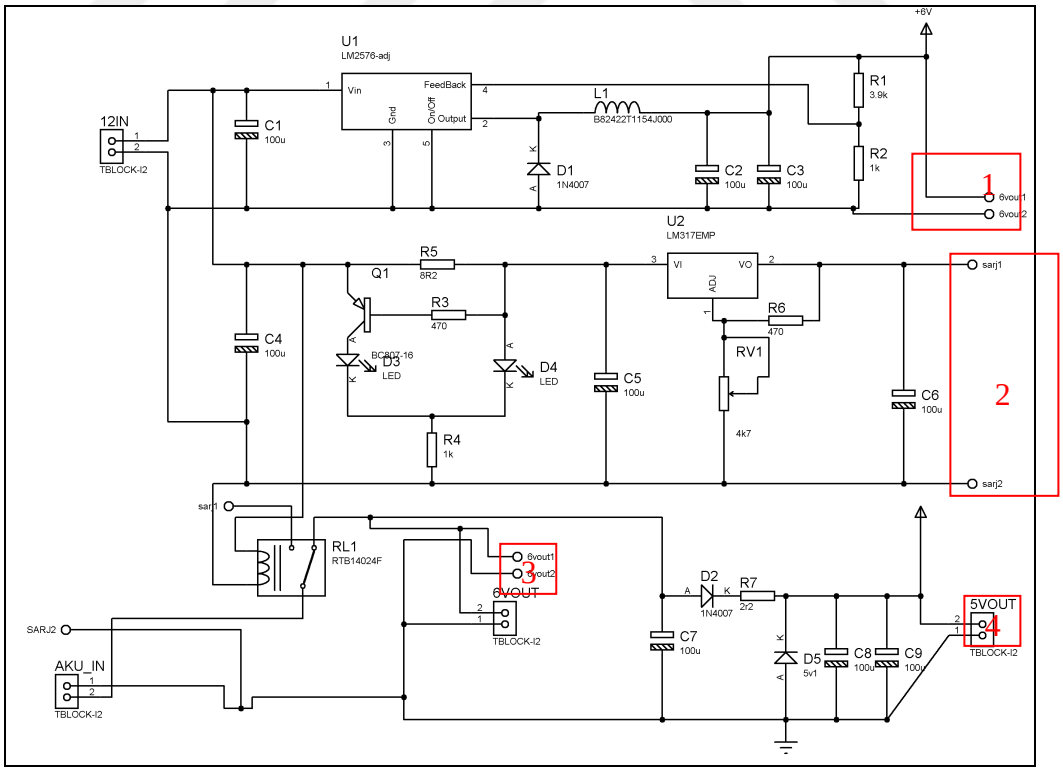
1 nolu bölge adaptör takılı iken tarayıcıyı besleyen çıkışı,

2 nolu bölge ise adaptör takılı iken 6.5V akü şarj çıkışı,

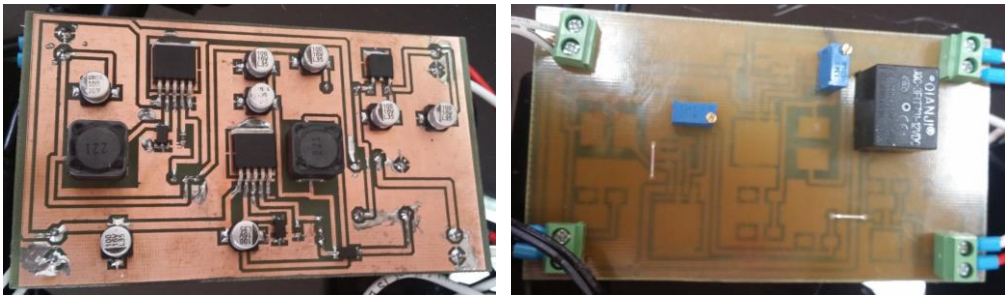
3 nolu bölge tarayıcı çıkışı,

4 nolu bölge ise devreye verilecek olan 5V'u sağlayan bölümdür.

Batarya şarj devrelerinde kullanılan LM2576 ayarlanabilir voltaj regülatörü entegresi sayesinde 5V gerilim alınabilmektedir. Bununla birlikte yalnızca bir yönde akım geçirebilen 1N4007 diyotlar, elektrik yüklerini kısa süreliğine depolayan 100 µF 16V luk kondansatörler, enerji verildiğinde etrafında manyetik bir alan oluşturan B82422T1154J000 bobinler kullanılmıştır. Kondansatörlerin ve bobinlerin ortak özelliği; devredeki elektriği bir süreliğine depolamalarıdır. Bu iki devre elemanı arasındaki önemli fark ise; kondansatörler devreye bağlıyken gerilimi geri bırakırken (faz farkı), bobinler gerilimi ileri kaydırmaktadır (RobotikSistem, 2015).



Şekil 4.25. Akü şarj devresinin çizimi



Şekil 4.26. Akü şarj devresinin alttan ve üstten görünümü

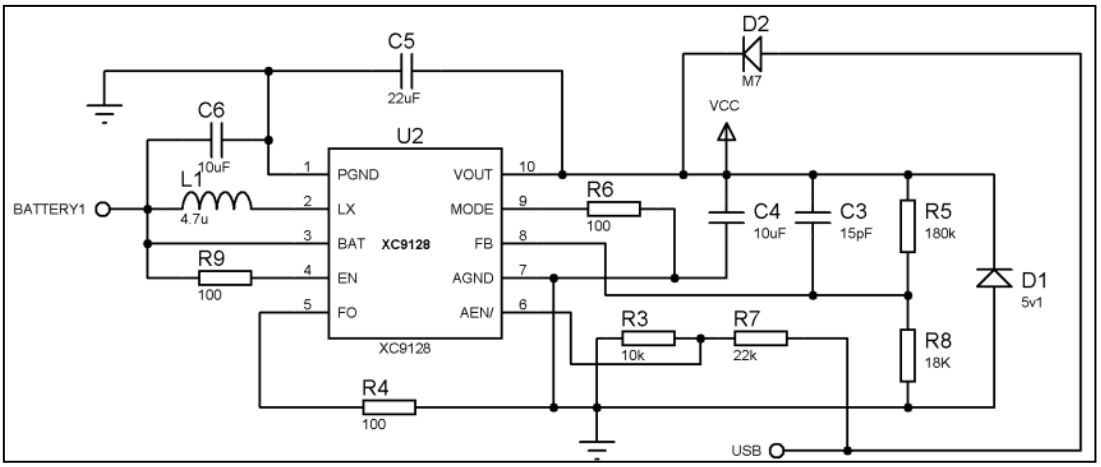
Akü şarj durumunu göstermek için Şekil 4.27' de gösterilen ledlerin kullanıldığı bir devre daha oluşturulmuştur. Bununla birlikte görme engelli bireyin akünün bittiğini anlayabilmesi için sesli olarak uyarılması sağlanmıştır. Kullanılan LM3914 entegresi sayesinde akü dolduğu anda voltaj kesilmektedir. 10 tane led bağlanabilen LM3914 entegresine toplam 6 adet led bağlanmıştır. Böylece akünün doluluk durumuna göre ledlerin yanması sağlanmıştır.



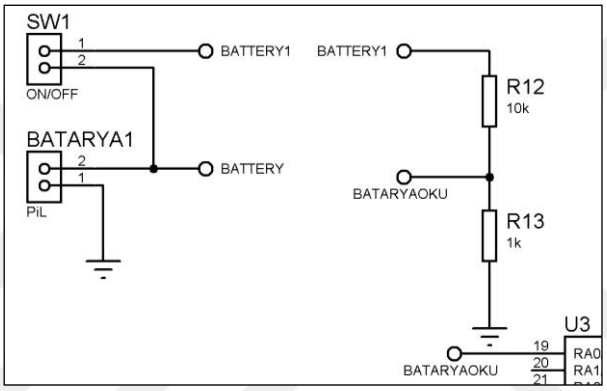
Şekil 4.27. Akü şarj gösterge devresi

Geliştirilen ilk prototipte akü şarj devresi için Şekil 4.25'te gösterilen devre tasarımı kullanılırken, oluşturulan ikinci prototipte Şekil 4.28'de gösterilen devre tasarımı tercih edilmiştir.

İkinci prototipte daha az yer kaplayan ve daha uzun süre kullanılabilen lityum batarya tercih edilmiştir. Batarya şarj devresi için ayrı bir kart tasarımı yapmak yerine tek bir kart üzerinde diğer devre elemanlarıyla birleştirilmiştir. Bununla birlikte batarya şarj durumunu gösteren bölüm, geliştirilen ikinci prototipte kaldırılmıştır. Şekil 4.29'da ise batarya şarj devresi için kullanılan DC/DC converter özelliğine sahip XC9128'in (XC9128, 2016) PIC18F4550 ile bağlantı devresi gösterilmiştir. Lityum bataryaların şarj devrelerinde, XC9128 genellikle tercih edilen bir devre elemanıdır.

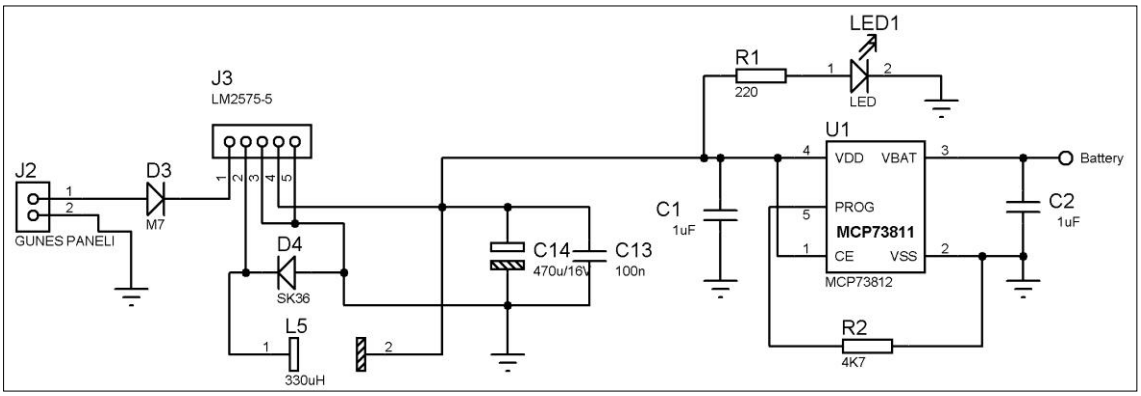


Şekil 4.28. Batarya şarj devresi

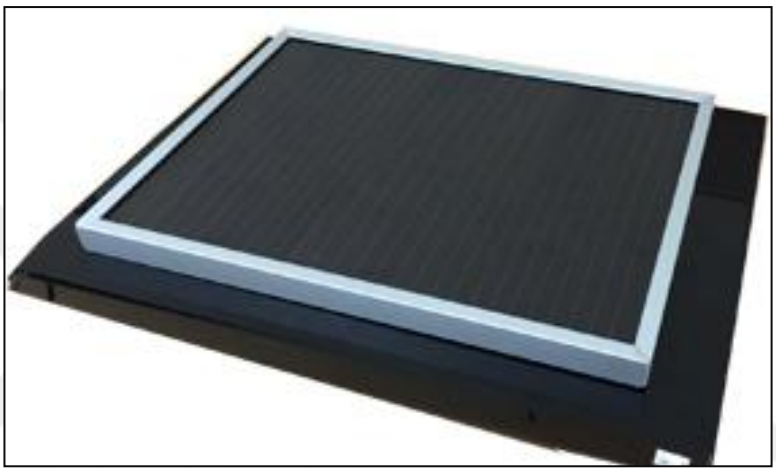


Şekil 4.29. Batarya PIC18F4550 bağlantı devresi

Geliştirilen ikinci prototipte elektrik prizi bulunmadığı durumlarda şarjın azalmasını önleyebilmek amacıyla cihaz üzerine güneş enerjisini soğurarak elektriğe dönüştüren güneş paneli yerleştirilmiştir. Şekil 4.30'da da görüldüğü üzere devrede lineer yük yönetim kontrol özelliğine sahip MCP73811 kullanılmıştır. Aynı zamanda devrede kullanılan tek hücreli Li-ion bataryayı şarj edebilmektedir. Devrenin alt bölgesine yerleştirilen güneş paneli Şekil 4.31'de gösterilmiştir.

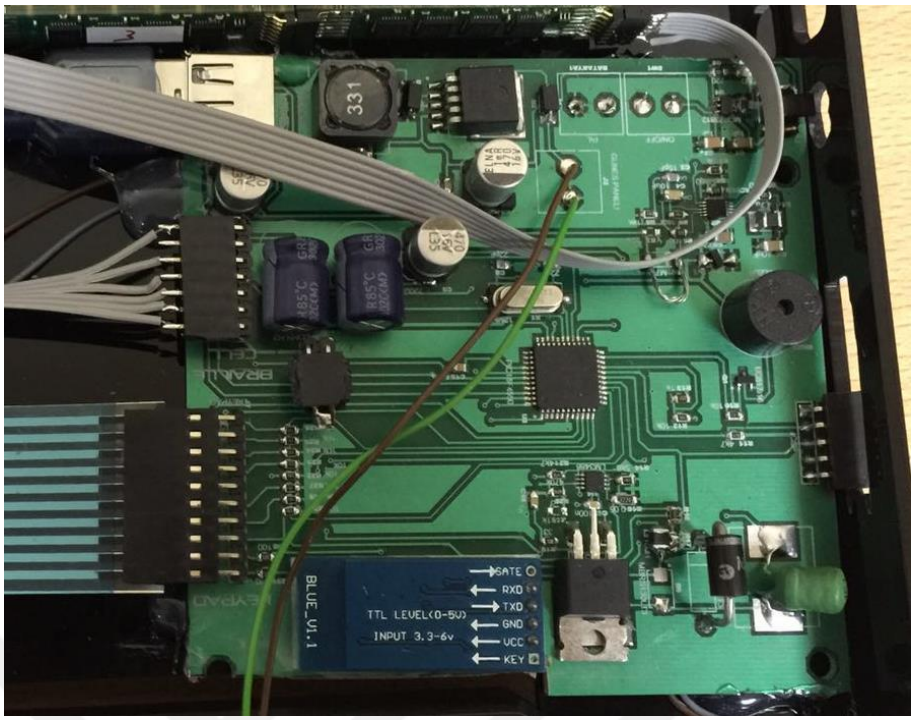


Şekil 4.30. Güneş paneli devresi



Şekil 4.31. Geliştirilen cihaza monte edilebilen güneş paneli

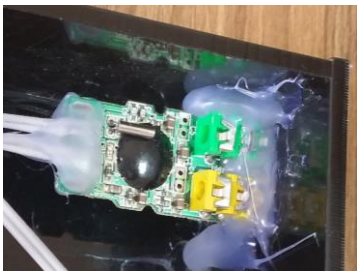
Geliştirilen 2. prototipte; 1. prototipte olduğu gibi kartları ayrı ayrı tasarlamak yerine bütün devre elemanlarını tek bir kart üzerinde birleştirerek hem maliyet hem de kartın kapladığı alan açısından kazanç sağlanmıştır. Geliştirilen devre Şekil 4.32'de gösterilmiştir (Başçiftçi ve Eldem, 2017a).



Şekil 4.32. İkinci prototip için geliştirilen donanımsal kart

e) Ses kartı devresi

Gerekli sesli dinlemelerin yapılabilmesi ve gerektiğinde çevredekileri rahatsız etmemek için kulaklık kullanılabilmesini sağlayan ses kartı devresi Şekil 4.33'te gösterilmiştir.

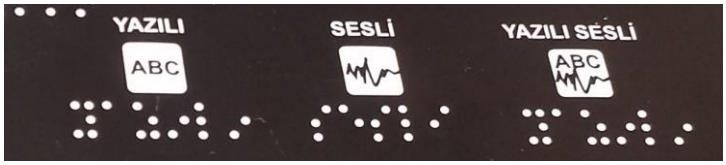


Şekil 4.33. Ses kartı devresi

4.1.4. Çalışma modunun belirlenmesi bölümü

Cihaz üzerinde Şekil 4.34'te görüldüğü gibi 3 farklı çalışma modu bulunmaktadır. Gazete, dergi, kitap, vb. tarandıktan sonra resimdeki metinler elde edilerek, kullanıcıya hangi çalışma modunda karakterlerin aktarılması istenildiği sorulmaktadır. Eğer görme engelli birey; sadece Braille alfabesi şeklinde elleriyle okumak istiyorsa "Yazılı", sadece sesli olarak dinlemek istiyorsa "Sesli", eğer hem

Braille alfabesi şeklinde elleriyle okumak hem de sesli olarak dinlemek istiyorsa "Yazılı ve Sesli" çalışma modunu seçmektedir.



a) 1.Cihaz



b) 2.Cihaz

Şekil 4.34. Çalışma modu seçimi

Hangi kullanım modu seçilirse seçilsin, öncellikle görüntü işleme bölümünden gelen metinler üzerinde bazı ön işlemler yapılmaktadır. Alınan veriler üzerinde ilk olarak analiz işlemleri gerçekleştirilir. Bu analiz işlemleri arasında;

- {^}, {'}, {,}, {:}, {;}, {.}, {!}, {?}, {-}, {...}, {" - açma}, {" - kapama}, {(}, {)}, gibi simgelerinin olup olmadığı kontrol edilir.
- Metin içerisinde büyük harf varsa harften önce büyük harf simgesi gönderilir.
- Metin içerisinde boşluk varsa Braille hücrelerine veri gönderilirken boşluğun olduğu bölüm de ilgili Braille hücresine herhangi bir veri gönderilmez.
- Metin içerisinde rakam varsa rakamdan önce rakam simgesi gönderilir.
- Metin içerisinde *, /, -, +, = gibi matematiksel ifadeler için çift Braille hücresi kullanılmaktadır.

Braille hücresinin yapısı Çizelge 4.2'de gösterildiği gibidir. Kullanılan uygulamada her pine 2'nin üssü olan ayrı bir kod verilmiştir.

Çizelge 4.2. Braille hücresine verilen kodlar ve pin numaraları

Verilen Kod	Pin Numarası			Pin Numarası	Verilen Kod
2	1	x	x	4	1
32	2	x	x	5	4
64	3	x	x	6	8

Bahsedilen işlemler örneklerle açıklanırsa;

Cihaza “a” karakteri gönderildiği anda sadece 1. pin hareketlenir. Yani bilgisayardan seçilen bağlantı şekline göre “a” karakteri için “2” kodu gönderilir.



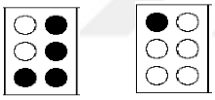
a

Cihaza “A” karakteri gönderildiği anda öncellikle büyük harf için bir simge gönderilir ardından a karakteri için 1. pin hareketlenir. Yani bilgisayardan seçilen bağlantı şekline göre önce “8” kodu daha sonra “2” kodu cihaza gönderilir.



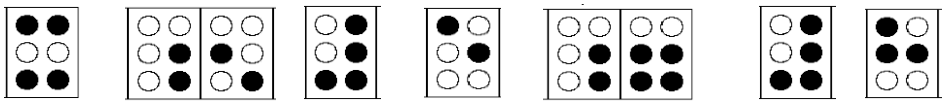
Büyük harf a

Cihaza “1” harfi gönderildiği anda öncellikle sayı için bir simge gönderilir ardından 1 karakteri için 1. pin hareketlenir. Yani bilgisayardan seçilen bağlantı şekline göre önce “77” kodu (1 + 4 + 8 + 64) daha sonra “2” kodu cihaza gönderilir.



Sayı 1

"x+5=8" gibi herhangi bir formül gönderildiği anda bu formül 9 pinle ifade edilecektir. Çünkü, öncellikle “x” karakteri, daha sonra “+” simgesi için 2 karakterlik hücre, “5” rakamı için sayı işareti ve 5 sayısı, “=” simgesi için 2 karakterlik hücre, “8” rakamı için de sayı işareti ve 8 sayısı gönderilecektir.



x + Sayı 5 = Sayı 8

Örneklerden de anlaşıldığı üzere belirlenen kurallara göre; ilk olarak, elde edilen metindeki karakter sayısı hesaplanmaktadır. Elde edilen metin içerisinde özel karakterler varsa yani büyük harf, rakam, simge gibi herhangi bir karakter içeriyorsa bu karakterlerin karakter sayısı 2 adet olarak belirlenip her bir 96’lık blok için başlangıç ve bitiş karakter noktaları oluşturulmuştur. Eğer Braille hücrelerinde o anda gösterilen

metnin son kelimesi bir sonraki bölüme taşıyorsa o kelimenin çıkarılarak bir sonraki 96'lı bloğa eklenmesi sağlanmıştır. Eğer cihaza gönderilmesi gereken karakter sayısı 96'yı aşıyorsa "İleri" tuşuna basarak bir sonraki bölümün gönderilmesi sağlanmaktadır. Metinler üzerinde gezinti tuşları kullanılarak belirli aralıklarla bütün karakterlerin cihaza gönderimi gerçekleştirilir. Bu işlemler için oluşturulan sözde kod aşağıda verilmiştir.

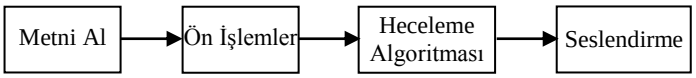
```
Procedure Clear_Braille_cells()
{   for (i=1 to Braille hücre sayisi)
         Braille hücrelerini temizle
}

Int function Karakter_Kontrol(char ch)
{  If (ch is sayı)
       Karakter_sayisi=2
   If (ch is büyük harf)
       Karakter_sayisi=2
   If (ch is *, /, -, +, =)
       Karakter_sayisi=2
   Else
       Karakter_sayisi=1
   Return Karakter_sayisi
}

Procedure Karakter_Dizisi(char ch)
{  If (ch is sayi)
       Diziye (1+4+8+64) sayı kodunu ekle
   If (ch is capital letter)
       Diziye (8) büyük harf kodunu ekle
   Else
       Diziye ch kodunu ekle
}

Main()
{  ……
   ……
   Clear_Braille_cells();
   1.Braille hücresine konumlan;
   Int total=0;
   For (i=1 to Textbox.Length)
   { ch=Textbox tan tek karakter al;
     total=total+Karakter_Kontrol(ch);
     Karakter_Dizisi(ch);
   }
   If (total<96)
     Karakterleri USB / Bluetooth ile gönder;
   Else
   { Toplam kaç blok halinde gönderileceğini bul;
     Karakterleri USB / Bluetooth ile gönder;
   }
   …
}
```

Bu ön işlemler hangi mod seçili olursa olsun uygulanmaktadır. Eğer "Sesli" veya "Yazılı ve Sesli" modlarından herhangi biri seçilirse seslendirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu seslendirme işlemi uygulanırken Bölüm 3'te de bahsedildiği üzere 3 farklı yöntem vardır. Bu çalışma için önceden kayıtlı olan ses dosyalarını birleştirerek seslendirmenin gerçekleştirilmesini sağlayan "Eklemeli Sentezleyiciler" yöntemi tercih edilmiştir. Seslendirmenin yapılabilmesi için gerekli olan işlem adımları Şekil 4.35'te gösterilmiştir.



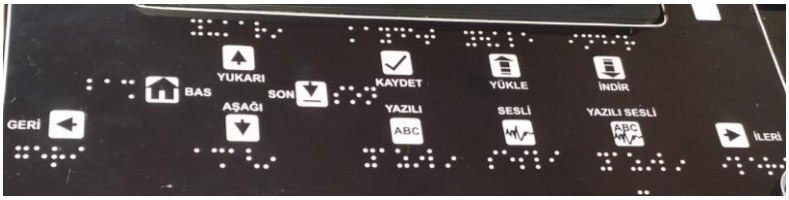
Şekil 4.35. Seslendirme işlem adımları

Gerekli görüntü işleme adımlarından sonra elde edilen metin bazı ön işlemlerden geçirilmektedir. Yani metin üzerindeki kısaltmalar ve sayılar metin haline çevrilmekte ve sonrasında heceleme işlemine başlanılmaktadır. Türkçe, sondan eklemeli bir dil olduğundan dolayı heceleme işlemi rahatlıkla yapılabilmektedir. Sesli ve sessiz harfin bir arada bulunma durumlarına göre heceleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Gerekli ayırma işlemlerinden sonra daha önce kaydedilen ses kayıt dosyaları çağrılarak seslendirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Fakat ses kayıt dosyalarını oluştururken tek harfliler (a, b, c, … , z), hem sesli hem de sessizle başlayan tek heceliler (ab, ac, ad, ….. za), 3 harf içeren heceler (çok, top, ...), 4 harf içeren heceler (mart, tren, ...) şeklinde olacağından dolayı çok fazla uğraş gerektirmektedir. Bu çalışma için küçük bir ses dosyası oluşturularak o ses dosyası üzerinde denemeler yapılmıştır. Ses dosyalarının oluşturulmasında çok fazla zaman kaybı olacağından dolayı bu çalışmada C# programlama dili içerisinde bulunan Speech bileşeni seslendirme işlemi için tercih edilmiştir. Bu bileşenin özelliği ise kendisine gönderilen metni istenilen seste ve istenilen ses hızında dışarı aktarabilmesidir.

4.1.5. Metinler üzerindeki işlemler ve dosyalama bölümü

Herhangi bir tarama işleminden sonra elde edilen metinlerin Braille hücrelerine aktarılma bölümünde bazı işlemler yapılmaktadır. Geliştirilen cihaz da toplam 96 adet Braille hücresi bulunduğundan dolayı taranan metinde kaç karakter olursa olsun cihaza tek seferde maksimum 96 karakter veri gönderilebilmektedir. Metnin diğer bölümlerindeki karakterlerinde Braille hücrelerine sırayla aktarılabilmesi için Şekil

4.36’ de görülen “İleri”, “Geri”, “Baş”, “Son”, “Yukarı”, “Aşağı” tuşları kullanılmaktadır.



a) 1. Cihaz



b) 2. Cihaz

Şekil 4.36. Metin üzerinde gezinti sağlayan tuşlar

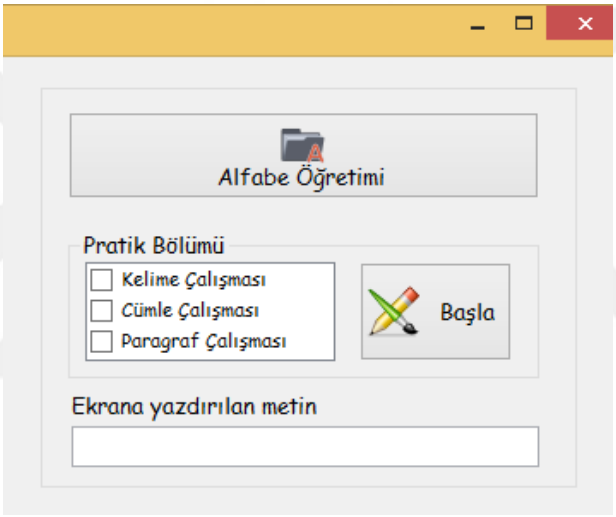
Metinle ilgili gerekli ön işlemler yapıldıktan sonra metinler seçilen moda göre Braille hücrelerine veya sesli olarak dış ortama gönderilmektedir. Eğer “Yazılı” veya “Yazılı ve Sesli” çalışma modlarından biri seçildiyse metnin ilk 96 karakteri cihaza gönderilmektedir. Gönderilen metin 96 karakterden fazla ise bir sonraki 96 karakteri göndermek için “İleri” butonuna, eğer bir önceki 96 karakter cihaza gönderilmek isteniyorsa “Geri” butonuna basılmaktadır. Bununla birlikte bilgisayar klavyelerinde bulunan Home, End, Page Down ve Page Up tuşlarıyla aynı işlevi yapan tuşlar oluşturulmuştur. Bu sayede metnin neresinde olunursa olunsun metnin en başına dönülmek istenildiğinde “Baş”, metnin en sonu okunmak istenildiğinde “Son”, bir sayfa aşağı kaydırarak okumak istenildiğinde “Aşağı”, bir sayfa yukarı kaydırarak okumak istenildiğinde ise “Yukarı” tuşu kullanılmaktadır. Oluşturulan bu tuşlar sayesinde metinler üzerinde gezinti işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Metni sonradan tekrar okumak istenilirse “Kaydet” tuşu kullanılarak metni SD karta kaydedilmesi sağlanmaktadır. Kaydetme işlemi yapılırken dosya; Yıl_Ay_Gün_Saat_Dakika_Saniye.txt şeklinde isimlendirilmektedir. Kaydedilen herhangi bir dosyayı tekrar sisteme yükleyip üzerinde işlem yapmak için “İndir” tuşu,

eğer farklı bir dosya üzerinde işlem yapılmak istenirse "Yükle" tuşu kullanılarak sisteme verilerin yüklenmesi sağlanmaktadır.

4.2. Braille Alfabesi Öğretim Bölümü

Geliştirilen cihazla ilgili geliştirilen arayüzlerden bir diğeri de Braille alfabesini öğretmek amacıyla oluşturulmuştur. Bu bölümde, oluşturulan cihaz sayesinde Braille alfabesinin görme engelli bireylere öğretimini ve bireylerin pratik yapabilmesini sağlamak için Şekil 4.37'de gösterilen ayrı bir yazılım daha geliştirilmiştir. Bu arayüzde ilk defa Braille alfabesini öğrenecekler için "Alfabe Öğretimi" bölümü, bundan sonra gerekli alıştırmaların yapılabilmesi için ise "Pratik Bölümü" oluşturulmuştur.



Şekil 4.37. Braille alfabesinin öğretimi

"Alfabe Öğretimi" bölümünde; sırayla tüm Braille karakterleri cihaza gönderilmektedir. Her bir karakter cihazda Braille alfabesi şeklinde kodlanırken aynı zamanda seslendirmeli olarak görme engelli bireye aktarılmaktadır. Bir sonraki harfe geçebilmek için cihaz üzerinde bulunan "İleri" tuşuna, bir önceki harfe geçebilmek için "Geri" tuşuna, karakterlerin en başına konumlanmak için "Baş" tuşuna ve son karaktere konumlanabilmek için "Son" tuşuna basmak gerekmektedir. Bu sayede sırayla tüm karakterlerin hem sesli olarak dinlenebilmesi hem de cihaz aracılığıyla Braille alfabesi şeklinde öğretimi gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen algoritmayla ilgili sözde kod aşağıda verilmiştir.

```
Procedure ileri()
{ return Bir_sonraki_karakter;
}

Procedure geri()
{ return Bir_önceki_karakter;
}

Procedure bas()
{ return İlk_karakter;
}

Procedure son()
{  return Son_karakter;
}

Main ()
{ ……..
  if (gelen_buton_verisi=”İleri”) ch=İleri();
  if (gelen_buton_verisi=”Geri”) ch=Geri();
  if (gelen_buton_verisi=”Bas”) ch=Bas();
  if (gelen_buton_verisi=”Son”) ch=Son();
  Karakter_Dizisi(ch);
  Braille hücresine karakteri gönder;
  ….
}
```

“Pratik bölümü” ise; Braille alfabesinin öğretiminin ardından sırayla kelime, cümle, paragraf çalışmaları yaparak karakterlerin pekiştirilmesini sağlamak amacıyla oluşturulmuştur. Kelime çalışması için toplam 7200 kelime, cümle çalışması için toplam 320 cümle, paragraf çalışması için toplam 20 paragraf veritabanına kaydedilmiştir. Kullanıcının seçmiş olduğu çalışmaya göre geliştirilen cihaza veriler gönderilerek hem Braille alfabesinin öğrenimi hem de cihazın kullanımı pekiştirilmektedir. Şekil 4.37’de gösterildiği gibi hangi çalışmanın yapılmak istenildiği seçilerek “Başla” butonuna basıldığında cihaza sırayla veriler gönderilmektedir. Gönderilen veriler aynı anda “Ekrana yazdırılan metin” başlığında verilen metin kutusunun (textbox) içerisinde de gösterilmektedir. Bu sayede görme engelli bireyin yanında bulunan farklı bir birey de ekrandan hangi kelimenin, cümlenin ya da paragrafın gönderildiğini görebilmektedir.

Örneğin 1. kelime çalışmasından sonra 2. kelime çalışmasına geçilmek istenildiğinde “İleri” butonu, bir önceki kelime çalışmasına geçmek için “Geri” butonu, ilk kelimeye dönmek için “Baş” butonu ve son kelimeye konumlanmak için “Son” butonu kullanılmıştır. Bu özellikler cümle ve paragraf çalışmalarında da geçerli olacak şekilde oluşturulmuştur. Geliştirilen algoritmanın yapısı Braille harf öğretimi bölümüyle aynıdır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu çalışmada geliştirilen Braille monitör sayesinde dijital veya yazılı belgelerde bulunan metinlerin görme engelli bireyler tarafından elleriyle hissederek okuması ve sesli olarak dinlemesi sağlanmıştır. Herhangi bir yazılı belgede bulunan karakterlerin elde edilebilmesi için gerekli görüntü işleme adımlarından geçirilerek elde edilen karakterlerin özelliğine göre yani rakam, büyük harf, matematiksel simgeler gibi karakterler olduğu zaman 2 karakterlik Braille hücresi alanı ayrılmış ve Braille hücrelerine veri gönderim işlemi geliştirilen yazılım sayesinde sağlanmıştır. Cihazla bilgisayar haberleşmesini sağlamak için temel bağlanma şekli olarak Bluetooth kabul edilmiş, Bluetooth bağlantısı olmadığı zaman ise USB (Evrensel Seri Veri Yolu) bağlantısı tercih edilmiştir.

Piyasada satılan kitap okuma cihazlarında belge tarandıktan sonra veya belgenin resmi çekildikten sonra belge üzerinde gerekli karakter tanıma (OCR) işlemleri yaptırılarak belgedeki metinler elde edilip sesli olarak dış ortama aktarmaktadırlar. Tez kapsamında geliştirilen cihazlarda Braille monitör ve kitap okuma cihazı bir arada kullanılarak elde edilen karakterler hem Braille hücrelerine aktarılmakta hem de sesli olarak dinletilmektedir. Piyasada satışı yapılan bu tür cihazlarda özellikle fiyatlandırmayı değiştiren özellik Braille hücrelerinin sayısıdır. Braille hücrelerinin sayısı arttıkça fiyatta artmaktadır. Bu tür cihazların fiyatı yaklaşık 8.500 TL – 60.000 TL arasında değişmektedir. Burada geliştirilen sistemde daha fazla sayıda hücre kullanılmasına rağmen, tüm yazılımsal ve donanımsal arabirimler tarafımızca yapıldığından dolayı maliyet daha da düşmüştür. Bu tez çalışmasında 2 adet cihaz geliştirilmiş olup geliştirilen birinci cihaz 80 hücrelik cihazların maliyetine oranla %35 daha da ucuza üretilmiştir. Geliştirilen ikinci cihazdaki yenilikler sayesinde cihazın ebatları küçülmüş olup daha az maliyetli bir cihaz elde edilmiştir. Geliştirilen ikinci cihazdaki yenilikler;

- Braille hücrelerinde bulunan pinlerin hareketini sağlayan 200 V'u elde edebilmek için voltaj yükseltici devre ve batarya şarj devresi yeniden tasarlanmıştır.
- Braille hücrelerine voltajın aktarılabilmesi ve hücrelere verilerin sırayla kaydırılarak gönderilebilmesi için paneller oluşturulmuştur.
- Daha ince olan ve az yer kaplayan Lityum batarya tercih edilmiştir.

- Cihaz üzerine güneş paneli konularak bataryanın prize takılı olmadan da kendi kendini şarj edebilmesi sağlanmıştır.
- Buton devresi için keypad oluşturularak daha şık bir tasarım elde edilmiştir.
- Ayrı ayrı elektronik kartlar üzerinde devreleri oluşturmak yerine tek bir kart üzerinde devre oluşturulmuştur.

Çizelge 5.1'de cihazların maliyet ve boyut açısından karşılaştırması ayrıntılı olarak verilmiştir. Yeni geliştirilen devrenin boyutlarında %57,94 oranında küçülme, cihazın geliştirme aşamasındaki maliyetinde ise %40 oranında düşme, cihazın ağırlığında ise %33,3 oranında azalma olmuştur. Aynı zamanda elde edilen tasarım ilk yapılan devreye göre daha görsel ve kullanışlıdır.

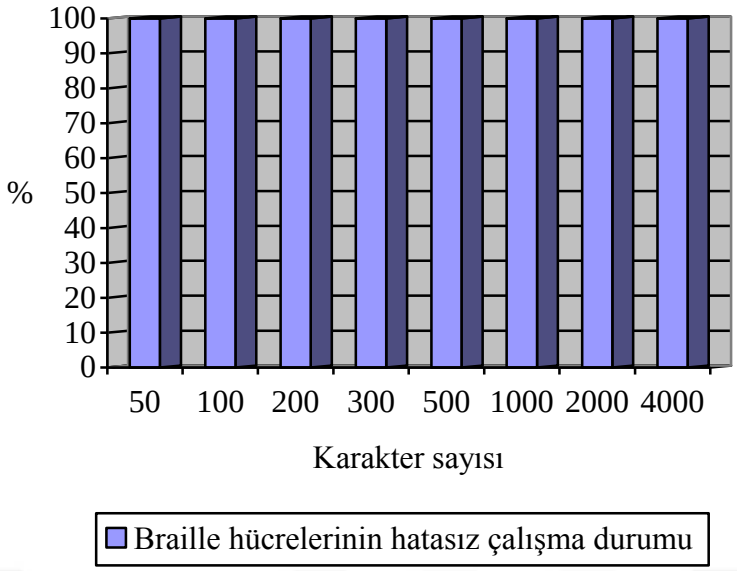
Çizelge 5.1. Maliyet ve Boyut Karşılaştırması

	Birinci Cihaz	**İkinci Cihaz**
Maliyet	500 $	300 $
Boyut (gxhxd)	52 cm x 30 cm x 5 cm	41 cm x 32 cm x 2.5 cm
Ağırlık	3.3 kg	2.2 kg

Cihazın donanımsal ve yazılımsal ara yüzlerinin gelişim ve tamamlanma aşamalarında bazı testler yapılmıştır. Bu yapılan testler ve sonuçları aşağıda verilmiştir.

a) Test 1:

İlk olarak Braille hücrelerinin randımanlı çalışıp çalışmadığı test edilmiştir. Aşağıda Şekil 5.1' deki grafikte gerekli denemelerin sonucunda ortaya çıkan Braille hücrelerinin çalışma durumu gösterilmiş olup 10 sayfalık metin için; tek bir Braille hücresinin yaklaşık olarak 450 kez çalıştığı tespit edilmiş ve toplamda kaç karakter olursa olsun Braille hücrelerinin %100 randımanlı olarak çalıştığı gözlemlenmiştir (Eldem ve Başçiftçi, 2015a).



Şekil 5.1. Braille hücrelerinin çalışma grafiği

b) Test 2:

Geliştirilen cihazla bilgisayar arasındaki haberleşmenin sağlanabilmesi için bağlantı türü olarak USB ve Bluetooth tercih edilmiştir. Geliştirilen yazılım sayesinde Çizelge 5.2' de gösterildiği gibi Bluetooth ve USB bağlantı şekillerine göre verilerin gönderim hızları test edilmiş olup, USB ile bağlantı sağlandığında daha hızlı bir şekilde veri gönderimi olduğu tespit edilmiştir (Başçiftçi ve Eldem, 2016).

Çizelge 5.2. Bağlantı şekline göre veri gönderim hızları

		Bağlantı Şekli	
		USB (sn)	**Bluetooth (sn)**
50 karakter	**6 sözcük**	00:00:00.57	00:00:00.46
100 karakter	**15 sözcük**	00:00:01.14	00:00:01.22
200 karakter	**26 sözcük**	00:00:01.72	00:00:01.82
300 karakter	**39 sözcük**	00:00:02.30	00:00:02.41
500 karakter	**68 sözcük**	00:00:03.46	00:00:03.54
1000 karakter	**133 sözcük**	00:00:06.34	00:00:06.46
2000 karakter	**275 sözcük**	00:00:12.70	00:00:12.74
4000 karakter	**510 sözcük**	00:00:25.43	00:00:25.10

c) Test 3:

Cihazın test aşamasında görme engelli bireylerle birlikte cihazın doğru çalışıp çalışmadığına ait bazı testler yapılmıştır. Daha sonra cihaz, okuma yazma bilmeyen

görme engelli çocuklara Braille alfabesini öğretmek için kullanılmıştır. Öğrencilerle birlikte yapılan uygulamalarda öncelikle alfabe üzerinde daha sonrada kelime, cümle ve paragraflar üzerinde alıştırmalar yapılmıştır. Kullanılan harf, simge, rakam, kelime ve cümle örneklerinden bazıları Çizelge 5.3'te verilmiştir (Eldem ve Başçiftçi, 2015b).

Çizelge 5.3. Uygulamada kullanılan örnek ifadeler

No	İfade
1.	a,b,c,d,e,f,g,ğ,h,ı,i,j,k,l,m,n,o,ö,p,r,s,ş,t,u,ü,v,y,z A,B,C,D,E,F,G,Ğ,H,I,İ,J,K,L,M,N,O,Ö,P,R,S,Ş,T,U,Ü,V,Y,Z 0, 1, 2, ….. 8, 9 !, ', ^, …….. ?
2.	Elma
3.	Fasulye
4.	Masa
5.	Çorap
6.	Krema
7	Ela topu at.
8.	7 yaşındayım.
9.	Sen nerelisin?
10.	Polis suçluyu yakala.

Görme engelli bireylerin rahat öğrenmeleri amacıyla öncellikle harfler, simgeler ve rakamlar öğretilmiş olup, daha sonra kelime, cümle ve paragraflar üzerinde işlemler yapılmıştır. Çizelge 5.3'te gösterilen ifadeler 5 tane görme engelli çocuk tarafından denenmiştir. Sistemin çalışabilirliği daha önceden Braille alfabesini bilen bireylerle birlikte test edilmiş olup, herhangi bir sorun olmadığı kanıtlanmıştır. Daha sonra cihaz, Braille alfabesini bilmeyen 5 adet görme engelli birey üzerinde test edilmiştir. Bireylerin Braille alfabesini öğrenme oranları Çizelge 5.4'te verilmiştir (Eldem ve Başçiftçi, 2015b).

Çizelge 5.4. Öğrenme Yüzdeleri

Görme Engelli Bireyler	Yaş	Braille Alfabesini Geliştirilen Sistemle Öğrenme Oranı
1. Birey	6	%80
2. Birey	5	%76
3. Birey	6	%91
4. Birey	6	%85
5. Birey	5	%60

Çizelge 5.4' teki öğrenme yüzdelerinden de görüldüğü üzere 5 yaş grubu çocuklarda öğrenme oranı ortalama %68 iken, 6 yaş grubu çocuklarda %85,3'tür.

d) Test 4:

Cihazın bir diğer test aşamasında ise; katılımcıların aktif olarak kullandığı cihazda hem cihazın performans testi hem de görme engelli bireylerin cihazla ilgili düşüncelerini içeren bir çalışma yapılmıştır. Çalışmanın sonuç bölümünde ise Ek-1 'de verilen anket uygulanmıştır. Araştırmada; cihaz kullanıcılarının cihaza yönelik "Fiziksel Özellikler", "Güvenilirlik ve Performans", "Kullanım ve Duyarlılık" faktör gruplarıyla ilgili değerlendirme sonuçları analiz edilmiştir.

Anket uygulaması sonucunda araştırma için kullanılabilir ve eksiksiz 25 görme engelli bireyin anket verileri değerlendirmeye alınmıştır. Farklı değişkenlere göre birey algılarının tespiti amacıyla üç faktör grubuna ayrılan likert tipi ifadeler normal dağılım açısından analize tabi tutulmuştur. Ancak anket sayısının yetersiz olması nedeniyle non-parametrik testlerden yararlanılmıştır.

Ankete cevap veren bireylerin ifadelere katılım düzeyi aşağıdaki gibi ölçeklendirilmiştir.

1-Kesinlikle Katılmıyorum

2-Katılmıyorum

3-Kararsızım

4-Katılıyorum

5-Kesinlikle Katılıyorum

Cinsiyet ve Braille alfabesi bilgisi açısından Fiziki yeterlilik ifadelerine yönelik ortalamalar arasında, görüş farklılığının bulunup bulunmadığı Mann-Whitney U aracılığıyla ölçülmüştür. Yaş ve Eğitim durumu bilgisi açısından da Chi-Square (Liu ve Setiono, 1995) testi uygulanmıştır. Mann–Whitney U testi 2 bağımsız örneklem için alternatif parametrik olmayan bir testtir (Zhao ve ark., 2009). Ki-kare testi iki değişken arasındaki ilişkinin bağımlı veya bağımsız olduğunu belirlemeye yarayan ayrık veriler için kullanılan bir hipotez test yöntemidir (Kavzoğlu ve ark., 2014).

Bu çalışmada, tercih edilen katılımcı sayıları ve katılımcı yaşları birbirinden farklıdır. Özellikle farklı yaş gruplarından Braille alfabesini bilen ve bilmeyen bireylerden Çizelge 5.5' te görüldüğü üzere tercih yapılmıştır. Bu çalışma, Konya ve Karaman'da yaşayan toplam 25 görme engelli bireyin gönüllü olarak katılımıyla

gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın yapılabilmesi için bireylerin aileleriyle de görüşülerek hem ailelerinin hem de bireylerin rızası alınmıştır. Yapılan çalışmalardan bazı görüntüler Şekil 5.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.5. Görme engelli birey sayısı

Birey sayısı	Durum	Gender	Yaş Aralığı
2 birey	Braille alfabesini bilmiyor	1 F / 1 M	5-7
1 birey	Braille alfabesini biliyor	1 F	5-7
6 birey	Braille alfabesini biliyor	2 F / 4 M	8-10
5 birey	Braille alfabesini biliyor	2 F / 3 M	13-18
5 birey	Braille alfabesini biliyor	3 F / 2 M	19-24
5 birey	Braille alfabesini biliyor	1 F / 4 M	25 ve üzeri
1 birey	Braille alfabesini bilmiyor	1 F	25 ve üzeri



Şekil 5.2. Katılımcı çalışması

Cihazla ilgili görme engelli bireylere yardımcı olabilmesi için 3 adet personel görevlendirilerek cihazın kullanımıyla ilgili personele daha önceden eğitim verilmiştir. Cihaz kullanımı sırasında her bir görme engelli bireyle tek tek ilgilenilmiştir. Cihazla ilgili eğitim almış olan personeller, görme engelli bireylerin her birine ayrı ayrı cihazın kullanımı hakkında ön bilgi vermişlerdir. Cihazın kullanımı sırasında da eğitimli personeller görme engelli bireylere yardımcı olarak bireylerin daha rahat bir şekilde cihazı kullanabilmeleri sağlanmıştır.

Cihazın kullanımı için, bir odaya geçilerek cihazla birlikte kullanılacak olan bilgisayar görevli personel tarafından çalıştırılarak ön bir hazırlık yapılmıştır. Ardından görme engelli bireylerle gerekli uygulamalar yapılmıştır. Bu çalışma zamanı her bir bireyle yaklaşık yarım saat sürmüştür. Gerekli deneme süreçlerinin ardından görme

engelli bireylerin her birine ayrı ayrı temel başlıkları fiziksel özellikler, güvenilirlik ve performans, kullanım ve duyarlılık olan bir test uygulanmıştır. Test sonuçlarına göre "Cinsiyet" ve "Braille alfabesini bilip bilmeme" durumlarına Mann-Whitney U testi uyguladığında elde edilen sonuçlar Çizelge 5.6' da gösterilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde Braille alfabesini bilip bilmeme durumları açısından; %95 güven aralığında "Güvenilirlik ve Performans" ve "Kullanım ve Duyarlılık" faktör grupları açısından anlamlı bir farklılık olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 5.6. "Cinsiyet" ve "Braille alfabesini bilip bilmeme" açısından görme engelli bireylerin görüşlerine yönelik Mann-Whitney U testi sonuçları

H0 = Görme engelli bireylerin (X) yönelik görüşlerinde (Y) durumuna göre anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.		
H1 = Görme engelli bireylerin (X) yönelik görüşlerinde (Y) durumuna göre anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.		
X\Y	(1) Cinsiyet	(2) Braille alfabesi bilip bilmeme durumu
Fiziksel Özellikler	Sig. (2-tailed) 0,486 > 0,05 H_0 Kabul, Farklılık bulunmamaktadır.	Sig. (2-tailed) 0,087 > 0,05 H_0 Kabul, Farklılık bulunmamaktadır.
Güvenilirlik ve Performans	0,343 > 0,05 H_0 Kabul, Farklılık bulunmamaktadır.	0,013 < 0,05 H_1 Kabul, Farklılık bulunmaktadır.
Kullanım ve Duyarlılık	0,595 > 0,05 H_0 Kabul, Farklılık bulunmamaktadır.	0,028 < 0,05 H_1 Kabul, Farklılık bulunmaktadır.

Test sonuçlarına göre "Yaş" ve "Eğitim durumu" bölümlerine Chi-Square testi uyguladığında elde edilen sonuçlar Çizelge 5.7' de gösterilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde "Yaş" ve "Eğitim durumu" açısından; %95 güven aralığında anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir.

Çizelge 5.7. "Yaş" ve "Eğitim durumu" açısından görme engelli bireylerin görüşlerine yönelik Chi-Square testi sonuçları

H0 = Görme engelli bireylerin (X) yönelik görüşlerinde (Y) durumuna göre anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.		
H1 = Görme engelli bireylerin (X) yönelik görüşlerinde (Y) durumuna göre anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.		
X\Y	(1) Yaş	(2) Eğitim durumu
Fiziksel Özellikler	Sig. (2-tailed) 0,001 < 0,05 H_1 Kabul, Farklılık bulunmaktadır.	Sig. (2-tailed) 0,014 < 0,05 H_1 Kabul, Farklılık bulunmaktadır.
Güvenilirlik ve Performans	0,068> 0,05 H_0 Kabul, Farklılık bulunmamaktadır.	0,035 < 0,05 H_1 Kabul, Farklılık bulunmaktadır.
Kullanım ve Duyarlılık	0,072 > 0,05 H_0 Kabul, Farklılık bulunmamaktadır.	0,037 < 0,05 H_1 Kabul, Farklılık bulunmaktadır.

Görme engelli bireylerin cihazın fiziki yeterliliği hakkındaki görüşleri,

- Yaş gruplarının sıra ortalamaları incelendiğinde bu görüş farklılığının 13-18 yaş grubu aralığındaki bireyler ile 25 yaş ve üzeri yaş grubu bireylerin daha yüksek katılım düzeyi sergilemelerinden kaynaklandığı görülmüştür.
- Eğitim durumu açısından incelendiğinde ise ortaokul mezunu olan engelli bireylerin diğer eğitim durumu gruplarına fiziksel özellik ifadelerine yönelik daha yüksek düzeyde katılım sergiledikleri görülmüştür.

Görme engelli bireylerin cihazın "güvenilirlik ve performansı" ve "kullanım ve duyarlılığı" hakkındaki görüşleri arasında eğitim durumu açısından incelendiğinde yüksek lisans mezunlarının "güvenilirlik ve performansı" ve "kullanım ve duyarlılığı" boyutuna yönelik ifadelere katılım düzeyinin diğer gruplara oranla daha yüksek katılım sergiledikleri görülmektedir.

e) Test 5:

Bu çalışmada, cihaz üzerinde kullanılan Braille hücre sayısının seçimiyle ilgili birtakım denemeler yapılmıştır. Cihazda kullanılan Braille hücrelerinin kontrolü ve bilgisayardan gelen verileri alabilmelerini sağlayan backpanellere (Braille hücrelerini süren devre) 8 adet Braille hücresi takılabilmektedir. Bu yüzden de Braille hücre

sayısını belirleme çalışmalarında 8'in katları olacak şekilde Braille hücrelerinin sayısı belirlenmiştir. Bu çalışma da 3 farklı sayıda Braille hücresine sahip devre oluşturulmuştur. Oluşturulan devrelerde kullanılan Braille hücre sayıları Çizelge 5.8'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Her bir cihaz da Braille hücreleri 2 satır oluşturacak şekilde konumlandırılmıştır (Başçiftçi ve Eldem, 2017b).

Çizelge 5.8. Oluşturulan devrelerdeki Braille hücre sayıları

	Kullanılan Braille hücre sayısı
1.Cihaz	72 (1.satır 36 + 2.satır 36)
2.Cihaz	96 (1.satır 48 + 2.satır 48)
3.Cihaz	120 (1.satır 60 + 2.satır 60)

Bu çalışmada cihazı deneme amaçlı olarak katılan kişiler, özellikle Braille alfabesini bilen görme engelli bireyler arasından tercih edilmiştir. Katılımcı olarak Karaman ve Konya şehirlerinden 25 kişi seçilmiştir. Bu çalışma, katılımcı olan görme engelli bireylerin hem kendilerinden hem de ailelerinden izin alarak gerçekleştirilmiştir. Görme engelli bireylerin cihazları kullanırken kendilerine yardımcı olabilmeleri için 3 adet personel görevlendirilmiştir. Sadece Braille hücre sayıları farklı olup diğer özellikleri aynı olan cihazlarla ilgili olarak her bir personel görme engelli bireylerle ayrı ayrı zaman geçirip bilgilendirme ve denemeler yapmıştır. Daha sonra, yanlarında yardımcı personel bulunan görme engelli bireyler 3 cihazı da belirtilen sürelerde ayrı ayrı kullanmışlardır. Cihazla ilgili, yardımcı personel yardımıyla yapılan cihazı deneme ve kullanma süreleri, görme engelli bireylerin kendi başlarına yaptıkları deneme ve kullanma süreleri Çizelge 5.9'da ayrıntılı olarak verilmiştir. Çizelge 5.9'da görüldüğü üzere personel yardımıyla yapılan cihaz kullanımında hücre sayısı az olduğu için 72 hücreye sahip cihaz üzerinde daha uzun süreli çalışılmıştır. Diğer cihazların yapısı aynı olduğundan 2. ve 3. cihazlarla geçirilen zaman kısa tutulmuştur. Bununla birlikte görme engelli bireyin yardımcı personelin gözetiminde cihaz kullanım süreleri ise doğru sonuç verebilmesi amacıyla aynı tutulmuştur.

Çizelge 5.9. Cihazların ortalama denenme süreleri

	1.Cihaz	**2.Cihaz**	**3.Cihaz**
Yardımcı personel yardımıyla cihaz kullanımı	10 dk	5 dk	5 dk
Yardımcı personel gözetiminde cihaz kullanımı	20 dk	20 dk	20 dk

Bu çalışma kapsamında görme engelli bireylerin cihazları kullanabilmesi için farklı sayıda karakterler içeren belgeler kullanılmıştır. 1.belgede 50 karakter, 2. belgede 600 karakter, 3.belgede 1300, 4.belgede ise 3000 karakter bulunmaktadır. Bu 4 belge, 3 cihaz tarafından ayrı ayrı taranıp karakterler elde edildikten sonra Braille hücreleri kullanılarak eller yardımıyla gerekli okuma işlemleri yapılmıştır. Belgelerde bulunan karakterlerin kaç seferde cihazlara gönderileceğinin bilgisi Çizelge 5.10' da ayrıntılı olarak verilmiştir. Çizelge 5.10'da gösterildiği üzere 1.cihaza 1300 karakterlik bir veri gönderilmek istenildiğinde; 19 kez cihaza 72'lik bloklar halinde karakter gönderileceğini göstermektedir.

Çizelge 5.10. Cihazların farklı karakter sayılarındaki veri gönderme sayısı

	Karakter Sayıları			
	1.Belge (50)	**2.Belge (600)**	**3.Belge (1300)**	**4.Belge (3000)**
1.Cihaz (72)	1	9	19	42
2.Cihaz (96)	1	7	14	32
3.Cihaz (120)	1	5	11	25

Görme engellilerle yapılan denemeler sırasında zamanlayıcı özelliği bulunan saat aktif hale getirilerek ilgili belgenin okuma süresi kayıt altına alınmıştır. Çalışmada her bir cihaz her belge için her katılımcıyla denenmiştir. Katılımcıların belgeleri okuma sürelerinin ortalaması alınarak Çizelge 5.11'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çizelge 5.11. Katılımcıların cihazları ortalama kullanım süreleri

	Karakter Sayıları			
	1.Belge (50)	**2.Belge (600)**	**3.Belge (1300)**	**4.Belge (3000)**
1.Cihaz (72)	13 sn	168 sn	370 sn	785 sn
2.Cihaz (96)	11,5 sn	150 sn	338 sn	742 sn
3.Cihaz (120)	11 sn	155 sn	353 sn	770 sn

Çizelge 5.10' dan anlaşılacağı üzere cihazda Braille hücresinin sayısı arttıkça cihazın daha az çalıştığı görünmektedir. Fakat Çizelge 5.11'de görüldüğü üzere Braille hücre sayısının artmış olması okumaların daha da hızlı olacağını göstermemektedir. Braille hücre sayısının artması cihazın ebatlarını da büyüttüğü için görme engelli bireyin cihazla ilgili işlem yapma hızında da yavaşlama oluşturmaktadır. Yani cihazdaki

Braille hücre sayısı artışının avantaj değil dezavantaj olduğu açıkça görünmektedir. Bununla birlikte Braille hücre sayısının az olması da sürekli olarak (her 72 karakterden sonra) "İleri" butonuna basarak yeni bir karakter setinin gönderilmesi de bir dezavantaj oluşturmaktadır. Bu yüzden 96 adet Braille hücresinin kullanılmasının ideal olduğu belirlenmiş ve geliştirilen prototiplerde 96 adet hücre kullanılmıştır (Başçiftçi ve Eldem, 2017b).

5.2 Öneriler

Bu tez çalışmasında geliştirilen cihazlara monte edilen tarayıcı bulunmaktadır. Cihaz üzerine monte edilen tarayıcı yerine yüksek çözünürlüklü küçük bir kamera yerleştirilebilir. Kameranın bulunduğu bölgeye herhangi bir tuş yerleştirilerek belgelerin görüntüsü alınıp sisteme gönderilebilir. Böylelikle tarayıcının konumlandığı alan iptal edilerek cihaz boyutları küçültülebilir.

Geliştirilen cihazlar bilgisayar bağlantılı olarak çalışmaktadır. Geliştirilen bir sonraki versiyonda yazılım ve donanım bölümü geliştirilerek cihaz gömülü sistem olarak oluşturulup bilgisayara da ihtiyaç kalmadan tablet gibi istenilen her ortamda rahatlıkla kullanılabilir. İstenildiği takdirde bilgisayar bağlantılı kullanılabilecek şekilde oluşturulabilir.

Cihazla ilgili seslendirmelerin yapıldığı bölümde cihaz üzerine konumlandırılan ses ayar düğmesi bulunmamaktadır. Cihazın üzerine ses açıp kapatma düğmesi eklenerek seslendirmenin bireyin isteğine göre ayarlanması sağlanabilir.

Cihazın belirli bir bölümüne 6 adet tuş eklenerek görme engelli bireylerin Braille alfabesindeki gibi 6 noktalı olarak not alması sağlanabilir. Bu sayede görme engelli birey Braille yazı tabletlerine gerek kalmadan Braille alfabesi şeklinde kağıda not alabilir ya da yazdığı yazılar dijital olarak SD karta kaydedilebilir.

Cihazla ilgili farklı dil destekleri oluşturulabilir. Özellikle Braille alfabesi öğretimi bölümünde İngilizce gibi farklı bir dil kullanılarak görme engelli bireyin İngilizce' yi daha kolay bir şekilde öğrenmesi sağlanabilir. Bununla birlikte tez kapsamında geliştirilen cihaz Türkçe olmasına rağmen tüm menüler ve seslendirmeler farklı bir dile çevrilerek yurt dışında da kullanılması sağlanabilir.

KAYNAKLAR

Akar, F., 2009, Şablon Eşleme Yöntemi ile Plaka Tanıma ve Değerlendirme Sistemi, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Alptekin, O., 2011, Görme Engelliler İçin Zeki Bir Öğretim Sistemi Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, *Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,İstanbul*.

Altınok, S. K., 2015, http://www.selimkerim.com/kabartmayazibraille.html: [30.11.2015].

Altun, A. A. ve Allahverdi, N., 2007, Filtreleme Teknikleri İle İyileştirilmiş Parmak İzlerini Yapay Sinir Ağları ile Tanımada Yeni Bir Yaklaşım, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 22 (2), 227-236.

Anagnostopoulos, C. N. E., Anagnostopoulos, I. E., Loumos, V. ve Kayafas, E., 2006, A license plate-recognition algorithm for intelligent transportation system applications, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 7 (3), 377-391.

APC_International, 2014, https://www.americanpiezo.com/piezo-theory/actuators.html: [10.06.2014].

Arık, G., 2011, Görme Engelliler İçin Bilgisayar Kullanımının Etkinleştirilmesi, Erişilebilirlik ve Bir Türkçe Hece Tabanlı Konuşma Sentezleme Sisteminin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, Ankara*.

Ay, S. ve Varol, A., 2008, Karakter Tanıma İçin Düzenli Özellik Çıkarma İşleminin İncelenmesi Ve Uygulanması, *Bilimde Modern Yöntemler Sempozyumu (BMYS 2008)*, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 1063-1070.

Ay, S., 2009, Görme Engelliler İçin Yeni Bir Arayüz Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ*.

Bag, S., Harit, G. ve Bhowmick, P., 2014, Recognition of Bangla compound characters using structural decomposition, *Pattern Recognition*, 47 (3), 1187-1201.

Bahadır, S. K., 2011, Görme engelliler için tekstil yapılarına tam entegre edilmiş giyilebilir engel algılama sistemi, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.

Balaman, Y., 2010, Görme engelliler için web tabanlı, etkileşimli bir sesli kütüphane otomasyon sisteminin geliştirilmesi ve kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, Ankara*.

Başçiftçi, F. ve Eldem, A., 2016, An interactive and multi-functional refreshable Braille device for the visually impaired, *Displays*, 41, 33-41.

Başçiftçi, F. ve Eldem, A., 2017a, A third eye with human-computer interaction for the visually impaired, *Computers and Electrical Engineering*, 59, 63-72.

Başçiftçi, F. ve Eldem, A., 2017b, Determining Braille Cell Number for Functional, Refreshable and Portable Document Reader Device, *IJECCE*, 8(4), 243-245.

Bicil, Y., 2010, Türkçe Metinden Konuşma Sentezleme, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya*.

Bulut, H. F., 2006, Körler İçin İnsan Makine Arabirimi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.

Caluori, U. ve Simon, K., 2015, DETEXTIVE optical character recognition with pattern matching on-the-fly, *Pattern Recognition*, 48, 827–836.

ChainCodeLectures, 2012, http://www8.cs.umu.se/kurser/TDBC30/VT04/material/lect13_kap_11.pdf: [01.12.2012].

Chakraborti, P., A., K. T. H., P., Y., N., D. S., P., F. ve T., G., 2012, A compact dielectric elastomer tubular actuator for refreshable Braille displays, *Sensors and Actuators A:Physical*, 179, 151– 157.

Cheriet, M., Farrahi Moghaddam, R. ve Hedjam, R., 2013, A learning framework for the optimization and automation of document binarization methods, *Computer Vision and Image Understanding*, 117 (3), 269-280.

Cheung, A., Bennamoun, M. ve Bergmann, N. W., 2001, Arabic optical character recognition system using recognition-based segmentation, *Pattern Recognition*, 34 (2), 215-233.

Cho, H. C., Kim, B. S., Park, J. J. ve Song, J. B., 2006, Development of a braille display using piezoelectric linear motors, *2006 SICE-ICASE International Joint Conference*, 1917-1921.

Chou, C. H., Lin, C. C., Liu, Y. H. ve Chang, F., 2006, A prototype classification method and its use in a hybrid solution for multiclass pattern recognition, *Pattern Recognition*, 39 (4), 624-634.

Chou, C. H., Lin, W. H. ve Chang, F., 2010, A binarization method with learning-built rules for document images produced by cameras, *Pattern Recognition*, 43 (4), 1518-1530.

Choudhary, A., Rishi, R. ve Ahlawat, S., 2013, A new approach to detect and extract characters from off-line printed images and text, *Procedia Computer Science*, 434-440.

Çalışkan, S. K., 2008, K´KNN: Kümeleme ve K En Yakın Komsu Yöntemi ile Ağlarda Nüfuz Tespiti, *Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli*, 12.

Çentik, G., 2009, Görme Engellilere Braille Alfabesini Öğretmek İçin Bilgisayar Destekli Yeni Bir Eğitim Setinin Tasarımı Ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne*.

Dal, M. A., 2010, Görme Engelliler İçin Bir Mobil Yön Yardım Cihazı Tasarım Ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, Ankara*.

DünyaSağlıkÖrgütü(WHO), 2014, http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/: [22.10.2014].

EcnTechnologyCounseling, 2014, http://www.ecntech.com/ecnTurkceElYaziTanimaSistemi.aspx: [10.05.2014].

Eldem, A. ve Başçiftçi, F., 2015a, Refreshable Braille Display and Durability of The Braille Cells, *Academic Journal of Science*, 4 (3), 1-6.

Eldem, A. ve Başçiftçi, F., 2015b, Electronic and Computer-Assisted Refreshable Braille Display Developed for Visually Impaired Individuals, *ICCSEE 2015, XIII International Conference on Computer Science and Electronics Engineering*, Dubai, 2768-2771.

ElektronikMagazin, 2017, Elektronik Magazin, http://www.elektronikmagazin.com/page.php?id=269:

Emiroğlu, B. G., 2008, Bir Devlet Üniversitesindeki Görme Engelli Öğrenciler İçin Çevrimiçi İletişim Ve Tartışma Ortamı, Doktora Tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara*.

EngellilerHaberPortalı, 2014, http://www.engelliler.web.tr/2011/10/bakanlktangorme-engellileri-sevindiren.html: [24.11.2014].

Erdem, O. A. ve Uzun, E., 2005, Yapay Sinir Ağları İle Türkçe Times New Roman, Arial ve Elyazısı Karakterleri Tanıma, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 20 (1), 13-19.

Erdemir, C., 2010, Türkçe Metin Seslendirme İçin Doğal Konuşma Sentezleme, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.

Eskinazi, S., 2011, Görme engellilere yönelik bilgisayar eğitimi veren etkileşimli bir web sitesi uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, *Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul*.

Farrahi Moghaddam, R. ve Cheriet, M., 2012, AdOtsu: An adaptive and parameterless generalization of Otsu's method for document image binarization, *Pattern Recognition*, 45 (6), 2419-2431.

Gatos, B., Pratikakis, I. ve Perantonis, S. J., 2006, Adaptive degraded document image binarization, *Pattern Recognition*, 39 (3), 317-327.

Gezerlis, V. G. ve Theodoridis, S., 2002, Optical character recognition of the Orthodox Hellenic Byzantine Music notation, *Pattern Recognition*, 35, 895–914.

Grafmüller, M. ve Beyerer, J., 2013, Performance improvement of character recognition in industrial applications using prior knowledge for more reliable segmentation, *Expert Systems with Applications*, 40, 6955–6963.

Güldalı, K., 2009, Türkçe Metin Seslendirme, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.

HaberTürk, 2013, http://www.haberturk.com/saglik/haber/725707-goren-gozde-sorun-var, [20.12.2013].

Haga, Y., W., M., K., I., K., T., K., N. ve M., E., 2005, Dynamic Braille display using SMA coil actuator and magnetic latch, *Sensors and Actuators A*, 119, 316–322.

Huang, H. ve Da, F., 2014, Sparse representation-based classification algorithm for optical Tibetan character recognition, *Optik*, 125 (3), 1034-1037.

Huang, J., M., T., K.M., W. ve K., C., 2004, A user interface for the visual-impairment, *Displays*, 25, 151–157.

HV509, 2016, http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/hv509.pdf: [22.01.2016].

İleriAnalizRaporu, 2006, Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü, http://www.eyh.gov.tr/tr/8399/Turkiye-Engelliler-Arastirmasi-Ileri-Analiz-Raporu-Ocak-2006: [22.10.2014].

İnceoğlu, N. E., 2006, Görme Engelliler İçin Ses İle Görme, Yüksek Lisans Tezi, *Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik Ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze*, 54-78.

Jiménez, J., J., O., J., T., I., A., D., H. ve K., F., 2009, Biography of Louis Braille and Invention of the Braille Alphabet, *Survey of Ophthalmology*, 54 (1), 142-149.

Kılınçarslan, M., 2007, Görme Engellilerin Yönlerini Bulmasında Kullanılmak Üzere Bir Yön Bulma Algoritma Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, *Atılım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara*, IV-49.

Koo, G. ve Oh, H., 1996, MCBP neural network information for efficient recognition of tire sorting code by image processing. In Proceedings of the IEEE Asia pacific conference on circuits and systems. Korea**:** 524–527.

Koo, J. C., R., C. H., K., J., J., N., Y.K., L. ve S., L., 2008, A new Braille display system design using a polymer-based soft actuator tactile display, *Dielectric Elastomers as Electromechanical Transducers*, 239-248.

Kwon, H., S., L. ve S., L. S., 2009, Braille dot display module with a PDMS membrane driven by a thermopneumatic actuator, *Sensors and Actuators A: Physical*, 154, 238–246.

L-comGlobalConnectivity, 2014, http://www.l-com.com/content/USB-Tutorial.html: [01.12.2014].

Lee, H. ve Verma, B., 2008, A novel multiple experts and fusion based segmentation algorithm for cursive handwriting recognition, *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks*, 2994-2999.

Lee, J. S., Kwon, O. J. ve Bang, S. Y., 1999, Highly accurate recognition of printed korean characters through an improved two-stage classification method, *Pattern Recognition*, 32 (12), 1935-1945.

Lee, J. S. ve Lucyszyn, S., 2005, A Micromachined Refreshable Braille Cell, *Journal Of Microelectromechanical Systems*, 14 (4), 673-682.

Liao, P. S., Chen, T. S. ve Chung, P. C., 2001, A fast algorithm for multilevel thresholding, *Journal of Information Science and Engineering*, 17 (5), 713-727.

Loh, W. K., Park, Y. H. ve Yoon, Y. I., 2007, Fast recognition of Asian characters based on database methodologies. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). 4587 LNCS**:** 37-48.

Makhoul, J., Schwartz, R., Lapre, C. ve Bazzi, I., 1998, A script-independent methodology for optical character recognition, *Pattern Recognition*, 31 (9), 1285-1294.

MetecAG, 2014, http://web.metec-ag.de/P20.pdf: [15.05.2014].

Musayev, E., 2004, Bilgisayar Destekli Karakter Tanıma Sistemi Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.

Nabiyev, V. V., 2005, Yapay Zeka Problemler-Yöntemler-Algoritma, Seçkin Yayıncılık, Ankara, p.

Namane, A., A., G., H., S. E. ve P., M., 2014, CSM neural network for degraded printed character optical recognition, *J. Vis. Commun. Image R.*, 25, 1171–1186.

Naz, S., Hayat, K., Imran Razzak, M., Waqas Anwar, M., Madani, S. A. ve Khan, S. U., 2014, The optical character recognition of Urdu-like cursive scripts, *Pattern Recognition*, 47 (3), 1229-1248.

Niblack, W., 1986, An introduction to digital image processing, *An introduction to digital image processing.*

Otsu, N., 1979, A threshold selection method from gray-level histograms, *IEEE Trans. Systems, Man, and Cybernetics*, 9 (1), 62–66.

Ouellette, M. D., 2011, Low Cost, Compact Braille Printing Head For Use in a Handheld Braille Transcribing Device, Yüksek Lisans Tezi, *Northeastern University, Boston*.

Peters, R. A., 1995, A New Algorithm for Image Noise Reduction Using Mathematical Morphology, *IEEE Transactions on Image Processing*, 4 (5), 554-568.

Ren, K., S., L., M., L., Y., W. ve Q.M., Z., 2008, A compact electroactive polymer actuator suitable for refreshable Braille display, *Sensors and Actuators A*, 143, 335–342

RobotikSistem, 2015, http://www.robotiksistem.com/bobin_nedir_bobin_cesitleri.html: [1.06.2015].

Robotistan, 2015, http://www.robotistan.com/Kablolu-HC06-Bluetooth-Serial-Modul-Karti-HC06-Bluetooth-to-Serial-Port-Module-Breakout-Board-Slave,PR-2084.html: [10.06.2015].

Saha, S., S., B., M., N. ve D.Kr., B., 2010, A Hough Transform based Technique for Text Segmentation, *Journal Of Computing*, 2 (2), 134-141.

Sánchez, J., 2008, User-Centered Technologies For Blind Children, *An Interdisciplinary Journal on Humans in ICT Environments*, 4, 96–122.

Sánchez, J. H. ve Sáenz, M. A., 2006, Assisting the mobilization through subway networks by users with visual disabilities, *Proc. 6th Intl Conf. Disability, Virtual Reality & Assoc. Tech.*, Esbjerg, Denmark, 183-190.

Sankur, B. ve Sezgin, M., 2013, Image Thresholding Techniques: A Survey Over Categories, algoval.essex.ac.uk/rep/thresholdingreview.doc:

Sauvola, J. ve Pietikäinen, M., 2000, Adaptive document image binarization, *Pattern Recognition*, 33 (2), 225-236.

Sedighi, A. ve Vafadust, M., 2011, A new and robust method for character segmentation and recognition in license plate images, *Expert Systems with Applications*, 38 (11), 13497-13504.

Sel, İ., 2013, Türkçe Metinler İçin Hece Tabanlı Metinden Konuşma Sentezleme Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ*.

Seufert, W. D. ve Lachiver, G., 1982, An "open" braille communication system for the blind, *Public Health*, 96 (1), 43-47.

Sezgin, M., 2002, İmge Eşikleme Yöntemlerinin Başarım Değerlendirmesi ve Tahribatsız Muayenede Kullanımı, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*

Shi, B., Yu, N., Xu, J. ve Zhao, Q., 2009, Extraction and recognition alphabetic and digital characters on industrial containers, *CIS 2009 - 2009 International Conference on Computational Intelligence and Security*, 340-343.

Shi, X., Zhao, W. ve Shen, Y., 2005, Automatic license plate recognition system based on color image processing, *Lecture Notes in Computer Science*, 1159-1168.

Smithmaitrie, P., 2009, Analysis and Design of Piezoelectric Braille Display, *Rehabilitation Engineering*, 49-62.

Srinivasan, M. P., C.R., V. ve N., K., 1990, Computer braille terminal for the visually handicapped, *Journal of Microcomputer Applications*, 13 (3), 261–272.

Şahin, Y. L., 2011, Görme Engelli Öğrencilerin Eğitiminde Kullanılabilecek Bir Ses İle Görme Sisteminin Oluşturulması, Doktora Tezi, *Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir*.

Şekerci, M., 2007, Birleşik ve eğik Türkçe el yazısı tanıma sistemi, Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,Trakya*.

Şengür, A. ve Türkoğlu, İ., 2004, Değişmez Momentlerle Türkçe Karakter Tanıma, *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, 114-117.

Şentürk, T., 2010, Türkçe Metin Seslendirme, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.

Taban, Ö., 2013, http://omertaban.com/tag/median-filtre/: [01.10.2013].

Torras, N., Zinoviev, K. E., Camargo, C. J., Campo, E. M., Campanella, H., Esteve, J., Marshal, J. E., Terentjev, E. M., Omastova, M., Krupa, I., Teplicky, P., Mamojka, B., Burns, P., Roder, B., Vallribera, M., Malet, R., Zuffanelli, S., Soler, V., Roig, J., Walker, N., Wenn, D., Vossen, F. ve Crompvoets, F. M. H., 2013, Nematic opto-mechanical actuators for the fabrication of refreshable tactile systems, *2013 Transducers and Eurosensors XXVII: The 17th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems, TRANSDUCERS and EUROSENSORS 2013*, 1691-1694.

TürkiyeİstatistikKurumuÖzürlülerinSorunveBeklentileriAraştırması, 2010, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1017: [14.12.2014].

USBileSeriHaberleşme, 2015, elektronikhobin.tumblr.com/post/72153579893/usb-ile-senkron-seri-haberlesme: [20.10.2015].

Uslu, İ. B., 2010, Metinden Konuşma Sentezleme, *TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Ankara Şubesi Haber Bülteni*, 2, 12-16.

Uslu, İ. B., 2012, Konuşma İşleme ve Türkçenin Dilbilimsel Özelliklerini Kullanarak Metinden Doğal Konuşma Sentezleme, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara*.

Uzun, E., 2007, Görme Engelliler İçin Basılı Doküman Yorumlama Ve Seslendirme Sisteminin Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon*.

Ünaldı, İ., 2007, Taşınabilir Cihazlar İçin Türkçe Metinden Konuşma Sentezleme Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara*.

White, J. M. ve Rohrer, G. D., 1983, IMAGE THRESHOLDING FOR OPTICAL CHARACTER RECOGNITION AND OTHER APPLICATIONS REQUIRING CHARACTER IMAGE EXTRACTION, *IBM Journal of Research and Development*, 27 (4), 400-411.

Wu, X., Zhu, H., Kim, S. H. ve Allen, M. G., 2007, A portable pneumatically-actuated refreshable Braille cell, *TRANSDUCERS and EUROSENSORS '07 - 4th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems*, 1409-1412.

Wu, X., Kim, S. H., Zhu, H., Ji, C. H. ve Allen, M. G., 2012, A refreshable braille cell based on pneumatic microbubble actuators, *Journal Of Microelectromechanical Systems*, 21 (4), 908-916.

XC9128, 2016, http://html.alldatasheet.com/html-pdf/236772/TOREX/XC9128/149/1/XC9128.html: [1.2.2016].

Yarimaga, O., J., L., B., L. ve J., R., 2005, Tactile Sensation Display with Electrotactile Interface, *ICCAS2005*, Korea.

Yeh, F., H., T. ve S., L., 2003, Applied CAD and ANFIS to the Chinese Braille display optimization, *Displays*, 24, 213–222.

Yeh, F. ve S., L., 2007, Mechanism design of the flapper actuator in Chinese Braille display, *Sensors and Actuators A*, 135, 680–689.

Yeh, F., H., T. ve S., L., 2008, Human computer interface and optimized electro-mechanical design for Chinese Braille display, *Mechanism and Machine Theory*, 43, 1495–1518.

Zhang, X., Ortega-Sanchez, C. ve Murray, I., 2006, Hardware-based text-to-braille translator, *Eighth International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, ASSETS 2006*, 229-230.

EKLER

EK-1 Cihazın Hizmet Kalitesini Ölçen Anket

Bu anket formu bilimsel bir çalışma için veri kaynağı olarak kullanılacaktır.
Zaman ayırdığınız için teşekkür ederiz.

I.BÖLÜM

DEMOGRAFİK BİLGİLER		
KİŞİSEL BİLGİLER	**Cinsiyet**	( )Erkek ( )Kadın
	Yaşınız	( )5 - 7 ( )8 - 12 ( ) 13 – 18 ( )19 – 24 ( )25 ve üzeri
	Braille alfabesi biliyor mu?	( )Evet ( )Hayır
	Eğitim Durumu	( )İlkokul ( )Ortaokul ( )Lise ( )Önlisans ( )Lisans ( )Lisansüstü

	CİHAZ KALİTESİNİ BELİRLEMEYE YÖNELİK GÖRME ENGELLİ BİREYLERİN GÖRÜŞLERİ	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
Fiziksel Özellikler	Cihaz uygun boyutlara sahiptir.	1	2	3	4	5
	Cihazdaki fonksiyonel tuşların yeri uygun konumlandırılmıştır.	1	2	3	4	5
	Cihazın dış yüzey kaplaması sağlamdır.	1	2	3	4	5
	Cihaz rahatlıkla taşınmaktadır.	1	2	3	4	5
	Cihazda kullanılan tarayıcı portatif tarayıcılardan olduğu için cihazın uygun boyutlarda olmasını etkilemiştir.	1	2	3	4	5
	Tüm fiziksel koşullar değerlendirildiğinde kaliteli hizmet sunmaktadır.	1	2	3	4	5
Güvenilirlik ve Performans Boyutu	Cihazın veri aktarımları hızlıdır.	1	2	3	4	5
	Cihazın veri aktarımları hatasızdır.	1	2	3	4	5
	Cihazın seslendirmesi anlaşılırdır.	1	2	3	4	5
	Cihazın fonksiyon tuşları hatasız çalışmaktadır.	1	2	3	4	5
	Dışardaki belge veya dokümanları okunabilecek formata dönüştürmektedir.	1	2	3	4	5
	Cihazın şarj edilebilir bataryası sayesinde uzun süreli fişe takmadan kullanılmaktadır.	1	2	3	4	5
	Cihazın birden çok özelliği bulunmaktadır (seslendirme, tarama, dokunarak okuma vb.).	1	2	3	4	5
Kullanım ve Duyarlılık Boyutu	Bu cihaz görme engelliler için gereklidir.	1	2	3	4	5
	Cihazın kullanımı kolaydır.	1	2	3	4	5
	Cihaz, görme engelli bireylerin yazılı belgeleri Braille alfabesi şeklinde okumasını kolaylaştırmıştır.	1	2	3	4	5
	Cihaz, yazılı metinleri okuma konusunda, görme engelli bireyin başkalarına olan bağımlılıklarını sonlandırmıştır.	1	2	3	4	5
	Cihazın ilk kullanımı için personel yardımı gerekmektedir.	1	2	3	4	5
	Personel, cihazın kullanımının öğretiminde çok titiz davranmaktadır.	1	2	3	4	5
	Personel her öğrenciyle tek tek ilgilenerek eğitim vermektedir.	1	2	3	4	5

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Ayşe ELDEM
Uyruğu	**:**	TC
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Konya / 10.06.1982
Telefon	**:**	0338 226 20 00 / 4551
Faks	**:**	0338 226 21 66
e-mail	**:**	ayseeldem@kmu.edu.tr

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Atatürk Kız Lisesi, Selçuklu, KONYA	2000
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği, KONYA	2004
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı, KONYA	2008
Doktora	:	Selçuk Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı, KONYA	2017

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2004-2005	Amedya A.Ş.	Bilgisayar Mühendisi
2005-2007	Selçuk Üniversitesi Bozkır Meslek Yüksekokulu	Öğretim Görevlisi
2007-2010	Selçuk Üniversitesi Akören Ali Rıza Ercan Meslek Yüksekokulu	Öğretim Görevlisi
2010-…	Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu	Öğretim Görevlisi

UZMANLIK ALANI

Görüntü İşleme
Veritabanı Uygulamaları
Otomasyon Projeleri Geliştirme

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

A.Makaleler

A.1- SCI, SSCI, AHCI de taranan Dergilerde Yayınlanan Makaleler:

1.1.Fatih BAŞÇİFTÇİ, Ayşe ELDEM, 2017, "A third eye with human-computer interaction for the visually impaired", Computers and Electrical Engineering, Vol:59, pp: 63–72 (Doktora tezinden yapılmıştır)

1.2.Fatih BAŞÇİFTÇİ, Ayşe ELDEM, 2016, "An interactive and multi-functional refreshable Braille device for the visually impaired", Displays, Vol:41, pp: 33-41 (Doktora tezinden yapılmıştır)

1.3.Fatih BAŞÇİFTÇİ, Ayşe ELDEM, 2013, "Using reduced rule base with Expert System for the diagnosis of disease in hypertension", Medical & Biological Engineering & Computing, (December 2013), Volume 51, Issue 12, pp: 1287-1293

1.4.Ayşe ELDEM, Fatih BAŞÇİFTÇİ, Hüseyin ELDEM, 2013, "Tomato Growing Model Using Fuzzy Expert System", Advanced Science Letters, pp:3055-3058, ISSN: 1936-6612.

1.5.Ayşe ELDEM, Fatih BAŞÇİFTÇİ, Hüseyin ELDEM, 2012, "Application of Fuzzy Expert System for Cucumber Growing Irrigation", Advanced Science Letters, 15, pp: 172–175

A.2- Diğer Uluslararası İndekslerde Yayınlanan Makaleler:

1.6.Fatih BAŞÇİFTÇİ, Ayşe ELDEM, 2017, Determining Braille Cell Number for Functional, Refreshable and Portable Document Reader Device, IJECCE, 8(4), pp: 243-245, ISSN: 2249-071X (Doktora tezinden yapılmıştır)

1.7.Ayşe ELDEM, Fatih BAŞÇİFTÇİ, 2015, Refreshable Braille Display And Durability Of The Braille Cells, Academic Journal of Science, 04(03), pp:1–6, ISSN: 2165-6282 (Doktora tezinden yapılmıştır)

1.8.Mehmet BALCI, Yüksel ÇELİK, Hüseyin ELDEM, Ayşe ELDEM, 2013, Vocational Training in the European Union, Yükseköğretim ve Bilim Dergisi/Journal of Higher Education and Science, Vol. 3, Num. 1, pp: 38-47

B- Bildiriler

B.1-Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında (Proceedings) Basılan Bildiriler:

2.1.Abdurrahman PALALI, Ayşe ELDEM ve Hüseyin ELDEM, 2017, "Compliance of university web sites with modern web standards: The model of top 30 Turkish Universities", III. International Conference on Engineering and Natural Science (ICENS), 3-7 May, Budapest (Basılacak)

2.2.Ayşe ELDEM, Hüseyin ELDEM ve Abdurrahman PALALI, 2017, "Bulut Bilişim Sistemleri ve Uygulamaları", 6th International Vocational Schools Symposium. 18-20 May 2017 Saray Bosna, Bosna Hersek (Basılacak)

2.3.Hüseyin ELDEM, Abdurrahman PALALI ve Ayşe ELDEM, 2017, "Native and Hybrid Mobile Application Development Principles and Environments", 6th International Vocational Schools Symposium. 18-20 May 2017 Saray Bosna, Bosna Hersek (Basılacak)

2.4. Abdurrahman PALALI, Hüseyin ELDEM ve Ayşe ELDEM, 2017, "Absolute and Relative Grading as a Success Grading Criteria", 6th International Vocational Schools Symposium. 18-20 May 2017 Saray Bosna, Bosna Hersek (Basılacak)

2.5.Ayşe ELDEM, Hüseyin ELDEM, 2016,"Mesleki Eğitim ve Öğretimde Kullanılan Teknolojik Aletlerin Öğrenciler Üzerindeki Etkisi: Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Örneği". 5th International Vocational Schools Symposium. 18-20 May 2016 Prizren, Kosova. Vol. 1, p. 33. ISBN: 978-9944-0637-2-2.

2.6.Ayşe ELDEM, 2016,"Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Programcılığı Veritabanı Dersinin Sınavsız Geçişle ve Sınavla Gelen Öğrenciler Arasındaki Verimliliğinin Değerlendirmesi: Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Örneği". 5th International Vocational Schools Symposium. 18-20 May 2016 Prizren, Kosova. Vol. 1, p. 444. ISBN: 978-9944-0637-2-2.

2.7.Ayşe ELDEM, 2016,"Farklı Platformlardaki Veritabanı Yönetim Sistemleri". 2016 International MultidisciplinaryCongress of Eurasia. 11-13 July 2016 Odessa, Ukrayna. Vol. 1, p. 207. ISBN: 978-9944-0637-3-9.

2.8.Ayşe ELDEM, Fatih BAŞÇİFTÇİ, 2015, "Refreshable Braille Display And Durability Of The Braille Cells", International Journal of Arts&Sciences' (IJAS) International Conference for Technology and Science, Sant Antoni Maria Claret 171, Barcelona, Spain, 23-26 June 2015 (Doktora tezinden yapılmıştır)

2.9.Ayşe ELDEM, Fatih BAŞÇİFTÇİ, 2015, "Electronic and Computer-Assisted Refreshable Braille Display Developed for Visually Impaired Individuals", XIII International Conference on Computer Science and Electronics Engineering (ICCSEE 2015), 30-31 January 2015 Dubai, Birleşik Arap Emirlikleri, 13(01) Part XIX, pp: 2768-2771 (Doktora tezinden yapılmıştır)

2.10. Hüseyin ELDEM, Ayşe ELDEM, 2015, "Artırılmış Gerçeklik ile Mobil Uygulamalar", Akademik Bilişim Konferansı, 4-6 Şubat 2015, Eskişehir

2.11. Ayşe ELDEM, Hüseyin ELDEM, 2015, "Using Wearable Technologies with Virtual Reality", ISITES 2015, 3-5 June, Valencia, Spain, pp: 1924-1930

2.12.Ayşe ELDEM, Fatih BAŞÇİFTÇİ, 2014, "Dynamic Calculation and Characterization of Threshold Value in Optical Character Recognition", International Conference on challenges in IT, Engineering and Technology (ICCIET'2014) July 17-18, Phuket (Thailand), pp: 9-12 (Doktora tezinden yapılmıştır)

2.13.Ayşe ELDEM, Fatih BAŞÇİFTÇİ, 2013, "The Electronic and Computer-Aided Periodic Table Prepared for the Visually Impaired Individuals", World Academy of Science, Engineering and Technology, 80, pp:1051-1053

2.14.Yüksel ÇELİK, Mehmet BALCI, Abdurrahman PALALI, Hakkı SOY, Hüseyin ELDEM, Ayşe ELDEM, Yusuf DİLAY, 2012, "An Investigation of the Vocational Training in European Council", International Higher Education Symposium, Aksaray-Turkey, October 17-19 2012

2.15.Ayşe ELDEM, Hüseyin ELDEM, Mehmet BALCI,2011,"Turizmde Kioskların Önemi", I. Uluslararası, IV. Ulusal Eğridir Turizm Sempozyumu ve Göller Bölgesi

Değerleri Çalıştayı, Turizmde Yeni Ufuklar Bildiriler Kitabı, 1-4 Aralık 2011, Eğridir/Isparta/Turkey

2.16.Ayşe ONAT, Ferruh YILDIZ, Mesut GÜNDÜZ, 2006, "Otoman Script Recognation Using Hidden Markov Model", Enformatika (14th International Enformatika Conference), ISBN 975-00803-3-5, pp:71-73

2.17.Mesut GÜNDÜZ, Ferruh YILDIZ, Ayşe ONAT, 2006, "Feature Extraction from Aerial Photos", Enformatika (14th International Enformatika Conference), ISBN 975-00803-3-5

E- Editörlük

E-8. Alanında yurtiçinde yayımlanan kitap editörlüğü

5.1. Fatih BAŞÇİFTÇİ, "C/C++ Programlama Dili İle Uygulama Geliştirme", Atlas Akademi Yayınevi, ISBN: 978-605-82785-1-6, 510 sayfa, 1. Baskı, Ocak 2017, Editör : Ayşe ELDEM

5.2.Fatih BAŞÇİFTÇİ, "C/C++ Programlama Dili", Atlas Akademi Yayınevi, ISBN: 978-605-63373-2-1, 423 sayfa, 1. Baskı, Eylül 2013, Editör : Ayşe ELDEM

H- Sonuçlanmış Araştırma Projeleri

H-4. Ulusal kuruluşlarca desteklenen projede görev almak

8.1.Tübitak Projesi
Proje Adı: Görme Engelliler İçin Braille Displaye Sahip Kitap Okuma Cihazının Geliştirilmesi
Proje Numarası:113E778
Başlangıç Tarihi: 01.05.2014
Bitiş Tarihi: 01.01.2016
Görev: Bursiyer
(Doktora tezinden yapılmıştır)

8.2.Selçuk Üniversitesi BAP Projesi
Proje Adı: Görme Engelliler için Braille Displaye Sahip Kitap Okuma Cihazının Geliştirilmesi
Proje Numarası: 15401004
Başlangıç Tarihi: 01.04.2015
Bitiş Tarihi: 15.06.2016
Görev: Araştırmacı
(Doktora tezinden yapılmıştır)

8.3.Selçuk Üniversitesi BAP Projesi
Proje Adı: İnsan-Bilgisayar Etkileşimli Dinamik Braille Sisteminin Tasarımı
Proje Numarası: 14401107
Başlangıç Tarihi: 04.11.2014
Bitiş Tarihi: 15.02.2016
Görev: Araştırmacı
(Doktora tezinden yapılmıştır)

8.4.Avrupa Birliği Mesleki Eğitim Programı Leonardo da Vinci Ortaklık Projesi
Proje Numarası: 2010-1-TR1-LEO04-15875-3

Proje Adı: Web Based Basic Vocational Training
Görev: Katılımcı

I.Ödüller

I-2 Alanında ulusal bilimsel nitelikli ödül almak

9.1.Engelsiz Bilişim Öğrenci Projeleri Ödülü, "Üçüncü Gözüm", 25 Mayıs 2017, İstanbul (Doktora tezinden yapılmıştır)

J. Diğer Etkinlikler

J-3 Uluslararası sempozyum, kongre, çalıştay, festival, yaz okulu, bienal, trienal gibi bilimsel, sanatsal ve tasarıma yönelik etkinliklerde görev almak

10.1.Unikop Uluslararası Patent Fuarı, Patent Başvuru No: 2015_04218, 27-28 Nisan 2017, Konya (Doktora tezinden yapılmıştır)