

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TÜRKÇE BRAILLE-2 OTOMATİK DÖNÜŞÜM SİSTEMİNİN TASARLANMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bilgisayar Müh. Kevser Onur

HAZİRAN 2016
TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

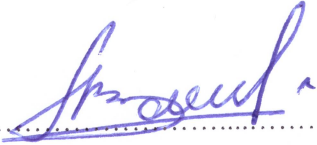
**Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalında
KEVSER ONUR Tarafından Hazırlanan**

TÜRKÇE BRAILLE-2 OTOMATİK DÖNÜŞÜM SİSTEMİNİN TASARLANMASI

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 24 / 05 / 2016 gün ve 1654 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Vasif V. NABİYEV



Üye : Yrd. Doç. Dr. Murat AYKUT



Üye : Yrd. Doç. Dr. Rifat BENVENİSTE



Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Her gün artan görme engelli birey sayısı, engelli bireylerin kendilerini ifade etmeye olan ihtiyaçlarını da artırmaktadır. Bu çalışmada, Tükçe Braille yazı sistemini kullanan görme engelliler için bir sistem geliştirilmiştir. Bu sistem ile, Braille 1 ve Braille 2 yazı sistemiyle yazılan metinlerin Latin alfabesine, Latin alfabesi ile yazılan metinlerin de Braille 2 yazı sistemine çevrilmesi üzerine çalışılmıştır.

Çalışmalarımnda danışmanlığımı üstlenen, Prof. Dr. Vasif V. NABİYEV'e teşekkür ederim. Braille kaynak temini için BEYİD Bilişim Eğitim ve Yayıncılık'a, yardımları için Ordu Görme Engelliler Derneği Başkanı Vedat YAVUZ ve Altınordu Rehberlik ve Araştırma Merkezi özel eğitim öğretmeni Gündüz BARUTÇU'ya teşekkür ederim. Ayrıca destek ve yardımları için başta annem ve babam olmak üzere bütün aileme ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Kevser ONUR

Trabzon 2016

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Türkçe Braille-2 Otomatik Dönüşüm Sisteminin Tasarlanması” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Vasif V. NABİYEV'in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.
15/06/2016

Kevser ONUR

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

| | |
|--|------|
| ÖNSÖZ..... | III |
| TEZ ETİK BEYANNAMESİ..... | IV |
| İÇİNDEKİLER..... | V |
| ÖZET..... | VII |
| SUMMARY..... | VIII |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | IX |
| TABLolar DİZİNİ..... | XI |
| SEMBOLLER DİZİNİ..... | XII |
| 1. GENEL BİLGİLER..... | 1 |
| 1.1. Giriş..... | 1 |
| 1.2. Engelliler ve Görme Engelliler..... | 1 |
| 1.3. Braille Yazı Sistemi..... | 2 |
| 1.4. Türkçe Braille Yazı Sistemi..... | 7 |
| 1.5. Braille Çeviri Sistemleri..... | 8 |
| 1.6. Braille Yazı Sisteminden Metne Dönüştürme..... | 10 |
| 1.6.1. Gürültü Filtreleri..... | 11 |
| 1.6.2. Histogram Çıkarma..... | 13 |
| 1.6.3. Histogram Eşitleme..... | 13 |
| 1.6.4. Doküman Analizi..... | 14 |
| 1.6.5. Görüntü Bölütleme..... | 15 |
| 1.6.5.1. Eşikleme Tabanlı Yöntemler..... | 16 |
| 1.6.5.1.1. Otsu Eşikleme Yöntemi..... | 16 |
| 1.6.5.1.2. Adaptif Eşikleme Yöntemi..... | 18 |
| 1.7. Metinden Braille Yazı Sistemine Dönüştürme..... | 18 |
| 1.7.1. Doğal Dil işleme..... | 19 |
| 1.7.2. Morfolojik İnceleme..... | 20 |
| 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR, BULGULAR VE İRDELEME..... | 23 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.1. | Giriş..... | 23 |
| 2.2. | Braille Yazı Sisteminden Metne Dönüştürme..... | 24 |
| 2.2.1. | Doküman Analizi..... | 24 |
| 2.2.2. | Satırlara Ayırma..... | 27 |
| 2.2.3. | Braille İfadelerine Ayırma..... | 32 |
| 2.2.4. | Braille Karakterini Çevirme..... | 36 |
| 2.3. | Metinden Braille Yazı Sistemine Dönüştürme..... | 41 |
| 2.3.1. | Kelime Analizi ve Morfolojik İnceleme..... | 41 |
| 2.3.2. | Metne Çeviri..... | 46 |
| 3. | SONUÇLAR..... | 49 |
| 4. | ÖNERİLER..... | 52 |
| 5. | KAYNAKÇA..... | 53 |
| 6. | EKLER..... | 57 |
| | ÖZGEÇMİŞ | |

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

TÜRKÇE BRAILLE-2 OTOMATİK DÖNÜŞÜM SİSTEMİNİN TASARLANMASI

Kevser ONUR

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Vasif V. NABIYEV
2016, 56 Sayfa, 24 Ek Sayfa

Gelişen teknoloji ile birlikte, görme engelli bireylerin kendini ifade etme imkanları da gelişmektedir. Braille yazı sistemini kullanarak okuyup yazan körlerin, yazı ile ifade ettiklerini, görebilen kişiler genellikle anlayamamaktadırlar. Bu iletişim problemini ortadan kaldırmak için Braille çeviri programlarına ihtiyaç duyulur. Birçok dil için bu uygulamalar yapılsa da Türkçe Braille sistemi için yapılan çalışmaların yetersiz olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, Türkçe Braille sistemi için, Braille'den Latin alfabesiyle yazılan metinlere, metinden Braille'e çeviri ve yorumlama sistemi geliştirilmiştir. Braille yazıların fotoğrafı çekilerek ve yazılar taratılarak dijital ortamda görüntüsü elde edilmiştir. Görüntünün yatay ve düşey ekseninde çıkarılan histogram grafiğinden faydalanılarak yazı önce satırlara, ardından Braille ifadelerine ayrılır. Veritabanıyla karşılaştırılarak metne dönüştürülür. Metinden Braille'e dönüştürürken, kelimelerin morfolojik analizi yapılarak metnin Braille kısaltma listesinde bulunan kök ve eklere ayrılması sağlandı. Kısaltmalı-kısaltmasız harf ve ekler, Braille ifadesi veritabanıyla karşılaştırılarak metne dönüştürüldü. Braille'den metne karakter çeviri başarı oranı %99,32, kelime çeviri başarı oranı %97,41 ve metinden Braille'e kelime çeviri başarı oranı %99,84 olarak elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Görüntü işleme, Doğal dil işleme, Braille

Master Thesis

SUMMERY

DESIGNING OF TURKISH BRAILLE-2 AUTOMATIC TRANSLATION SYSTEM

Kevser ONUR

Karadeniz Technical University
The Graduated School of Natural and Applied Sciences
Computer Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Vasif V. NABIYEV
2016, 56 Pages, 24 Pages Appendix

As the technology develops, the opportunities for visually impaired individual to express themselves are improving. The sighted people cannot generally understand what has written by the blind, who reads and rights through Braille writing system. To eliminate this communication problem, we need Brille translation programs. Even though there are many applications for many languages, we can observe that those made for Turkish Braille system are insufficient. In this study, we have developed a translation and interpretation system from text to Braille for the texts written with Latin alphabet from Braille for Turkish Braille system. We have taken photographs of Braille writings and such writings are scanned and transferred to the digital environment. Making use of the histogram graphic of the image in vertical and horizontal axis, the writing is turned into lines and Braille expressions. They are converted into text by comparing with the database. When converting from the text to Braille, we have analyzed the words morphologically and the text has been split into base and affix. The letters and affixes with abbreviation and without abbreviation have been compared with the database and turned into text. We have achieved 99.32% character translation success 97.41% word translation success in Braille to text and 99.84% word translation success in text to Braille.

Key Words: Image Processing, Natural Language Process, Braille

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

| | | |
|-------------|--|----|
| Şekil 1.1. | Braille karakteri..... | 3 |
| Şekil 1.2. | Braille karakterinin ağaç yapısı ile gösterimi..... | 4 |
| Şekil 1.3. | Braille karakteri standart ölçüleri..... | 4 |
| Şekil 1.4. | Braille yazıda kullanılan araçlar..... | 5 |
| Şekil 1.5. | Braille yazı sisteminden metne dönüştürme..... | 10 |
| Şekil 1.6. | Radyal bozulma türleri..... | 11 |
| Şekil 1.7. | Doküman analiz histogramı..... | 14 |
| Şekil 1.8. | Dikey histogram durumları..... | 15 |
| Şekil 1.9. | Eşikleme histogram grafiği..... | 16 |
| Şekil 1.10. | Metinden Braille yazı sistemine dönüştürme..... | 18 |
| Şekil 2.1. | Dokümanın fotoğrafı ve dokümanın taranma görüntüsü..... | 25 |
| Şekil 2.2. | Otsu eşikleme ile oluşan ikili görüntü..... | 26 |
| Şekil 2.3. | İkili görüntünün histogramı..... | 27 |
| Şekil 2.4. | Genişletme sonrası oluşan ikili görüntünün histogramı..... | 28 |
| Şekil 2.5. | Genişletme sonrası ikili görüntü..... | 28 |
| Şekil 2.6. | NoktaBul fonksiyonu kaba kodu..... | 29 |
| Şekil 2.7. | BoşlukBul fonksiyonu kaba kodu..... | 29 |
| Şekil 2.8. | SatırBol fonksiyonu kaba kodu..... | 30 |
| Şekil 2.9. | Satırlara ayrılan Braille metni..... | 31 |
| Şekil 2.10. | Braille metnin ilk satırının histogramı..... | 32 |
| Şekil 2.11. | NoktaBul fonksiyonu kaba kodu..... | 32 |
| Şekil 2.12. | NoktaBul fonksiyonu kaba kodu..... | 33 |
| Şekil 2.13. | BoslukBul fonksiyonu kaba kodu..... | 33 |
| Şekil 2.14. | Kaydır fonksiyonu kaba kodu..... | 35 |
| Şekil 2.15. | Bölütlenmiş Braille metni..... | 36 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Şekil 2.16. | Şekil 2.15'in noktalama işareti, rakam, harf ve hece çevirisi..... | 38 |
| Şekil 2.17. | Şekil 2.16'da verilen metnin düzenlenmiş hali..... | 39 |
| Şekil 2.18. | İnternette alınan Braille el yazısı görüntü ve bölütlenmesi..... | 40 |
| Şekil 2.19. | İnternette alınan Braille bilgisayar çıktısı ve bölütlenmesi..... | 41 |
| Şekil 2.20. | Kelimenin incelenmesi ve akış diyagramı..... | 44 |
| Şekil 2.21. | dll dosyasına dönüştürülen MATLAB braille fonksiyonunun kaba kodu.... | 46 |
| Şekil 2.22. | Latin alfabesiyle yazılan metin..... | 47 |
| Şekil 2.23. | Şekil 2.22'de verilen metnin Braille 2 ile yazılışı..... | 47 |

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

| | | |
|------------|---|----|
| Tablo 1.1. | Braille yazı sistemi ile “gösteriyordu” kelimesinin yazılışı..... | 6 |
| Tablo 1.2. | Türkçe Braille ifadeleri..... | 7 |
| Tablo 1.3. | Braille noktalama işaretleri ve özel işaretler..... | 8 |
| Tablo 2.1. | Satır bölütleme başarı oranı | 31 |
| Tablo 2.2. | Braille karakteri bölütleme başarı oranı..... | 36 |
| Tablo 2.3. | Braille ifadesinin kod içindeki karşılığı..... | 37 |
| Tablo 2.4. | Braille'den metne çeviri test sonuçları..... | 39 |
| Tablo 2.5. | İnternet kaynaklı Braille yazı başarı oranı..... | 40 |
| Tablo 2.6. | “inceledikleri” kelimesinin analizi..... | 42 |
| Tablo 2.7. | Kelime parçası kısaltması..... | 44 |
| Tablo 2.8. | “bilecekleri” kelimesini yazılışı..... | 45 |
| Tablo 2.9. | “bilecekleri” kelimesinin çeviri şekilleri..... | 46 |
| Tablo 2.10 | Metinden Braille yazı sistemine test verileri başarı oranı..... | 48 |

SEMBOLLER DİZİNİ

| | |
|------|---|
| RGB | Renki seviyeli görüntü (Red Geen Blue) |
| KÖK | Kelime kökü |
| YE | Yapım Eki |
| ÇE | Çekim Eki |
| İE | İyelik Eki |
| ESS | Eğitim Sayfa Sayısı |
| TeSS | Test Sayfa Sayısı |
| ToSS | Toplam Satır Sayısı |
| BO | Başarı Oranı |
| EY | El Yazısı |
| B-1 | Braille 1 Yazı Sistemi |
| THK | Tek Harf Kısaltmaları |
| İHK | İki Harf Kısaltmaları |
| HK | Hece Kısaltmaları |
| KKK | Kelime Kökü Kısaltmaları |
| KPK | Kelime Parçası Kısaltmaları |
| SS | Sayfa Sayısı |
| BKaS | Braille Karakter Sayısı |
| BKeS | Braille Kelime Sayısı |
| cdf | Kümülatif dağılım fonksiyonu (Cumulative distribution function) |

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Görme engelli bireyler yazı yazarken ve okurken Braille yazı sistemini kullanmaktadırlar. Sağdan sola doğru karakterler ters şekilde kabartılarak yazılan metinler, sayfanın arka tarafı çevrilerek soldan sağa doğru okunur.

Temel eğitimi Braille yazı sistemi kullanarak alan görme engellilerle kıyaslandığında, görme yetisini sonradan kaybeden kişilerin bu sistemi öğrenmeleri oldukça zordur. Aynı şekilde, görebilen kişilerin de bu yazıları okuyabilmesi için eğitim almaları gerekmektedir.

Görebilen kişiler tarafından genellikle okunamayan Braille yazılarını, eğitim almadan ya da bilir kişiye ihtiyaç duymadan okuyabilmek için bilgisayar destekli Braille çeviri sistemleri kullanılır. Braille karakterleri sabit olsa da, bu karakterlerin ifade ettiği anlamları ve okunuşlarını her dil kendisine göre düzenlemiştir. Türkçe Braille sistemi için yapılan çalışmalara bakıldığında, çalışmaların yetersiz ve eksik olduğu görülür. Uygulamalardaki eksikliğin giderilebilmesi için bu çalışma yapıldı.

Genel bilgilerin devamında ilk olarak engelliler ve görme engelliler hakkında bilgi verilerek Braille yazı sistemi genel olarak anlatıldı. Çalışmada kullanılan yöntemlerden bahsedilerek, bu yöntemlerin nasıl uygulandığı anlatıldı.

1.2. Engelliler ve Görme Engelliler

Dünya Sağlık Örgütü'nün 1970'lere ait tahmini engelli oranı %10 civarındayken, 2010 dünya nüfus sayımına göre bir milyardan fazla insanın, dünya nüfusunun yaklaşık %15'inin, engelli olduğu tahmin edilmektedir. Dünya genelinde engelli bireylerin sayısı her geçen gün artmaktadır [1]. Dünya Sağlık Araştırması (World Health Survey), 15 yaş ve üzeri engelli birey sayısını 785 milyon (%15.6) olarak belirtmektedir. Küresel Hastalık Yükü (Global Burden of Disease) ise bu sayının 975 milyon (%19.2) olduğunu söylemektedir. Dünya Sağlık Araştırması bu kişiler arasından 110 milyon kişinin (% 2.2) işlevlerini yerine getirme konusunda çok ciddi zorluklar yaşadığını söylerken, Türkiye'de

2000 yılı nüfus sayımına göre genel nüfusun %10-12'si engellidir. 7 milyona yaklaşan bu sayının yaklaşık yarısı özel eğitime ihtiyaç duymaktadır. 2011 nüfus sayımına göre ise, engelli nüfusun toplam nüfusa oranı %12.29'dur. en az bir fonksiyonda zorluk yaşayan kişi sayısı 4 milyon 882 bin 841'dir. Bu sayının %2.5'i ortopedik, görme, işitme, dil, konuşma ve zihinsel engelli bireylerdir [1].

Görme engelli bireylere bakıldığında, eğitim alabilecekleri okulların yetersizliği, öğrencileri karma eğitime yönlendirmektedir. Karma eğitim veren okullarda öğrencilerin kullanabileceği Braille kitap kaynağının olmaması, değerlendirme sınavlarında Braille alfabesini kullanamamaları, üniversitelere yerleştirme gibi merkezi sistemle yürütülen sınavlarda da olduğu gibi her değerlendirme aşamasında bir gözetmene ihtiyaç duymaları, hukuku boyutlarda kendilerini ifade edebilmek için bilirkşi yardımının gerekmesi yaşadıkları sorunlardan birkaçıdır. Görme engellilerin yaşadıkları sorunlar, bu çalışmanın gerekliliğinin anlaşılabilmesi için Ek.1'de daha detaylı olarak anlatıldı.

Bu sayılara, yaşadıkları sorunlara ve engelliler için yapılan çalışmalara bakıldığında onlara destek olacak projeleri yetersizliği görülmektedir. Başka bireylere olan ihtiyacı azaltmak, kendi dünyalarında yaşadıklarını kendi yazı sistemleriyle ifade edebilmeleri için ve görme engeli olmayan bireylerin onları anlayabilmeleri için üretilen sistemlerin artmasına ve geliştirilmesine ihtiyaç vardır.

1.3. Braille Yazı Sistemi

1809 yılında Fransada doğmuş olan Louise Braille, günümüzde görme engellilerin kullandığı kabartma alfabeyi tasarlayan kişidir. Braille, Fransız bir subay olan Charles Barbier tarafından savaş sırasında gizli hazberleşme için geliştirdiği sistemi öğrenmiştir. Gece yazısı olarak da bilinen bu sistem 12 noktadan oluşmakta ve kabartma şeklinde yazılmaktadır. Braille bu sistemi, önce çizgi ve noktalardan oluşacak şekilde düzenlemiş, zamanla parmağın tek seferde algılayabileceği 6 noktalı bir sisteme dönüştürmüştür. 1837'de, oluşturduğu bu alfabeyi "Procède Pour Ecrire Au Moyen des Points" ismiyle Paris'te yayınlamıştır. Mezun olduğu okulda müzik eğitimi veren Louise Braille aynı kabartma sistemini notalara da uyarlamıştır. Eğitim verdiği dönemde okulunda kabul edilmeyen Braille sistemi, ölümünden sonra V. Haüy'ün açtığı ve eğitim aldığı okulda kullanılmaya başladığı gibi dünyada da yayılmıştır ve ülkeler Fransızca kökenli olan bu

yazı sistemini kendi dillerine uyarlamışlardır [2, 3].

Bu sistem daha sonra, daha fazla ifadenin gösterilebilmesi için 8 noktalı bir tasarıma çevrilmek istenir. Okunurken parmak alanının 8 noktayı tek seferde algılayamaması ve 8 noktalı karakterin yorumlanabilmesi için parmağın yukarı aşağı hareket ettirilmesi gerektiğinden bu düzenlemeden vazgeçilir.

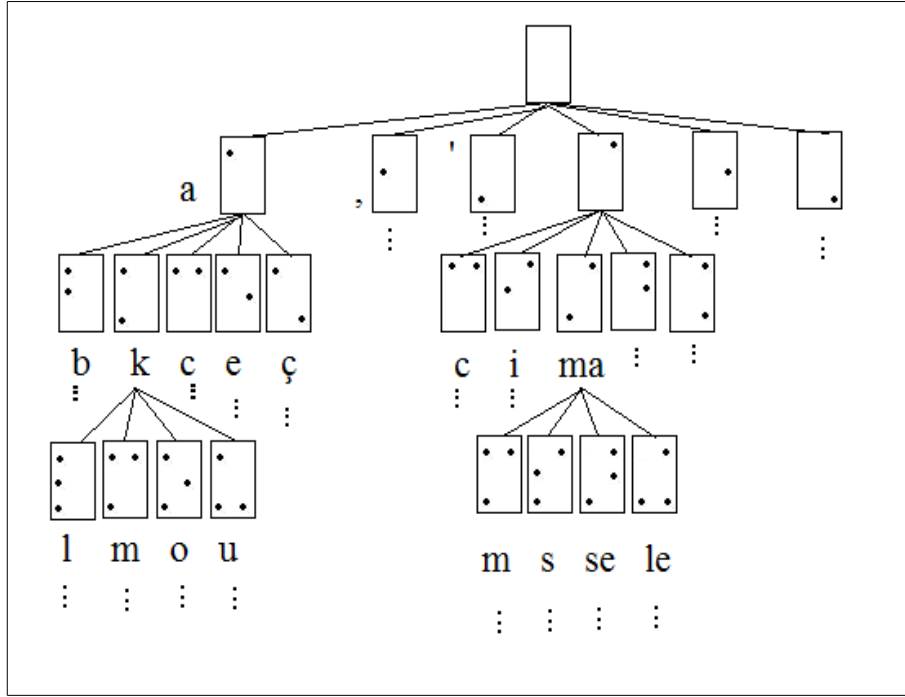
Her bir karakter ve işaret için geliştirilen 6 noktalı sistem 2 sütun ve 3 satırdan oluşmaktadır. Bu noktalar sol sütunun birinci satırındaki nokta 1 olmak üzere yukarıdan aşağıya 1 – 2 – 3 olarak numaralandırılır. Sağ sütun ise aynı şekilde yukarıdan aşağıya 4 – 5 – 6 olarak numaralandırılır [4, 5].



Şekil 1.1. Braille karakteri

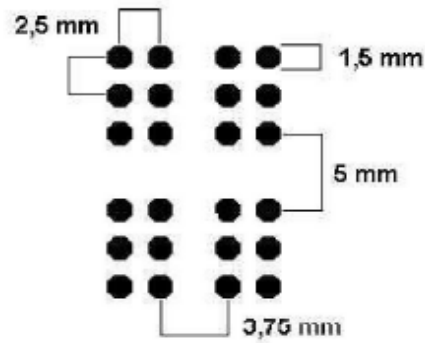
Bu numaralar ile adlandırılan noktalarda veri olup olmasına göre karakter değerlendirilir. 6 nokta ile, tamamının boş olma ihtimali de dahil olmak üzere 64 farklı kombinasyon elde edilir. Bu kombinasyonlardan bir kısmı harfler; heceler için, bir kısmı noktalama işaretleri için ayrılır. Kalanları ise harfleri, heceleri temsil eden işaretlerin başına getirilerek kelime kökü veya eklerin oluşturulmasında kullanılır [4, 5].

Braille orijinal alfabeyi oluştururken ,“a” harfinden “j” harfine kadar, üstteki ilk dört noktayı kullanır. “k – t” arası kadar, ilk on harfin 3 numaralı noktasını doldurarak oluşturur. “u – z” arasında ise ilk 5 harfin 6 numaralı noktasını doldurarak oluşturur.



Şekil 1.2. Braille karakterlerinin ağaç yapısı ile gösterimi

Braille karakterleri için elde edilen kombinasyonlar ikili ağaç diyagramları ile gösterilebilir. İkili ağaç yapısında da görüldüğü gibi, Şekil 1.2, Braille karakterin dolu olmayan her noktası sırayla doldurulursa başka bir karakter elde edilir.



Şekil 1.3. Braille karakteri standart ölçüleri

Braille yazı sisteminin standart ölçüleri Şekil 1.3'deki gibidir [6]. Kabartmaların ölçüleri matbaaların kullandığı makinelere, yazıcıların nokta büyüklüğüne göre, elde yazmaya göre değişebilmektedir. A4 boyutundaki bir kağıtta ortalama 25 satır ve her satırda ortalama 30 karakter yer alabilmektedir. Sabit olarak A4 boyutunun kullanılmadığı gibi çocuk kitapları daha küçük boyutlarda, dergiler ise daha büyük boy kağıtlarda yazılmakta ve sabit bir ölçüsü bulunmamaktadır.

Braille yazı sisteminde kullanılan kağıtlar 180 gr bristol ve 200 gr bristol kalınlığındaki kağıtlardır. 180 gr.'dan az olan kağıtlarda yazma sırasında delinme meydana gelebildiği gibi, okunma sırasında da ezilme ve harfin kabartısını kaybetmesi sonucu okunamaması meydana gelebilmektedir. 200gr.'dan kalın kağıtlarda ise yazma sırasında zorlandığı için daha kalını tercih edilmemektedir [4, 7].

Bu kağıda yazı yazmak için bir adet tablete ve Braille yazı kalemine ihtiyaç vardır. İki kapaktan oluşan bu tablet üzerinde her karakterin yerini belirten bir dikdörtgen boşluğu vardır. Braille kalemi (çivisi) ile sağdan sola doğru karakterler ters bir şekilde yazılır. Kağıdın arkası çevrilerek soldan sağa doğru okuma yapılır. Bu tabletler farklı boyalarda olabilmektedirler.



Şekil 1.4. Braille yazıda kullanılan araçlar

Braille tabletler haricinde görme engelliler için geliştirilen daktilolar da mevcuttur. Bu daktilolarda 6 tuş bulunmakta ve her biri bir Braille karakterinin bir noktasını temsil etmektedir. Braille yazıcılarla ile de Braille kitap basımı hızlandırılmıştır fakat maliyeti çok yüksek olduğu için kolay temin edilememektedir.

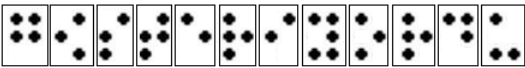
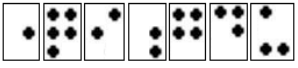
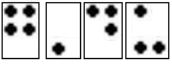
Braille yazı sistemi 3 farklı şekilde derecelendirilir [4].

1. Derece Braille Yazı Sistemi (Braille - 1): Her Latin harfinin, sayının ve noktalama işaretlerinin birer kabartma karakteri karşılığı olan yazma sistemidir. Braille eğitimi verilirken ilk olarak öğretilen sistemdir.

2. Derece Braille Yazı Sistemi (Braille - 2): Birinci derece Braille Sisteminde olduğu gibi her harfin, sayının ve noktalama işaretlerinin karşılığı olmasının yanı sıra, heceler, kelime kökleri ve eklerin karşılığı da olan Braille sistemidir. Braille - 1'de her sayfaya ortalama bir paragrafa yakın yazı sığıdığından yazılar fazla sayfa tutmaktadır. Kullanılan kağıtların kalınlığı kabartırken yırtılmaması için daha kalın yapıldığından ve yazarken oluşturulan kabartmalar sebebiyle Braille alfabesiyle yazılan 10 sayfalık bir yazı Latin alfabesiyle yazılmış 100 sayfalık bir yazıya denk gelebilmektedir. Maliyeti azaltmak, yazmayı ve okumayı hızlandırmak gibi sebeplerden ötürü en sık kullanılan kelimeler, ekler ve hecelerde kısaltmalar yapılarak bu Braille - 2 sistemi oluşturulmuştur.

3. Derece Braille Yazı Sistemi (Braille - 3): Birinci ve ikinci derece Braille yazı sistemiyle beraber kullanmak üzere kişilerin kendilerine özel kısaltmalar oluşturup kullandığı yazı sistemidir. Kullandığı kısaltmaları birey sadece kendisi bildiği için ondan başkasının okumasının çok zor olduğu bir sistemdir.

Tablo 1.1. Braille yazı sistemi ile “gösteriyordu” kelimesinin yazılışı

| Braille Yazı Sistemi | Braille Yazılışı | Braille Sistemlerine Göre Okunuşu |
|----------------------|--|-----------------------------------|
| Braille - 1 |  | g-ö-s-t-e-r-i-y-o-r-d-u |
| Braille - 2 |  | göster-i-yor-d-u |
| Braille - 3 |  | gösteriyor-d-u |

1.4. Türkçe Braille Yazı Sistemi

Braille yazı sisteminin Fransızca'dan uyarlandığı dillerden biri de Türkçe'dir. Birinci derece Braille yazı sistemi için Fransızca'da olup Türkçe'de olmayan harfler çıkartılmış ve o harfler için kullanılan Braille ifadeleri Türkçe karakterleri temsil edecek şekilde düzenlenmiştir.

İkinci derece Braille yazı sistemi için Türkçe'de sık tekrarlanan heceler, en çok kullanılan kelime kökleri ve kelime ekleri belirlenmiştir. Oluşturulan kısaltma tablosundaki veriler, Braille ifadelerinin Fransızcadaki okunuşları ile değiştirilerek Braille karakterlerinin Türkçe için anlamları güncellenmiştir [4]. Braille Türkçe alfabesi ve 5 tip kısaltmaya örnek, Tablo 1.2'de görülebilir.

Tablo 1.2. Türkçe Braille ifadeleri

| Türkçe karakterler | | Braille ifadesi | Hece kısaltmaları | | Braille ifadesi | Tek harf kısaltmaları | | Braille ifadesi |
|-----------------------|----------|-----------------|--------------------------|--------|-----------------|-----------------------------|---|-----------------|
| ç | | ⠠ | ba | | ⠠ | r | artık | ⠠ |
| ö | | ⠠ | ki | | ⠠ | z | zaman | ⠠ |
| İki harf kısaltmaları | | Braille ifadesi | Kelime kökü kısaltmaları | | Braille ifadesi | Kelime parçası kısaltmaları | | Braille ifadesi |
| çl | çalışkan | ⠠ | 5, la | konuş | ⠠ | 4-5, ç | -tıkça, -tikçe, -tukça, -tükçe | ⠠ |
| dn | deneş | ⠠ | 5, ne | göster | ⠠ | 5-6, y | -ıyla, -iyle, -uyla, -üyle | ⠠ |

Harfler ve kısaltmalar haricinde Braille yazı sisteminde, Latin alfabesiyle kullandığımız yazı sisteminde olduğu gibi noktalama ve rakamlar da mevcuttur. Bunlar dışında okunanların daha iyi anlaşılabilmesi için özel karakterler de mevcuttur.

Tablo 1.3.'de görüldüğü gibi, büyük harfle başlayan kelime ya da kelime gruplarının önüne getirilen büyük harf işareti, rakamların alfabedeki 10 harfle temsil edilmesinden dolayı sayıların okunabilmesi için kullanılan sayı işareti bunlara ve diğerleri örnek olarak verilebilir. Türkçe Braille harfleri, kısaltmalar ve noktalama işaretlerinin tamamı Ek.2'de verildi [4].

Tablo 1.3. Braille noktalama işaretleri ve özel işaretler

| Noktalama işaretleri | Braille ifadesi | | Özel İşaretler | Braille ifadesi | |
|----------------------|-----------------|-----------|----------------|-----------------|--------------|
| ! | ⠠ | 2 – 3 – 5 | Kelime tekrarı | ⠠ | 3 – 6 |
| ? | ⠠ | 2 – 3 – 5 | Şiir işareti | ⠠ | 3-4-5, 3-4-5 |

1.5. Braille Çeviri Sistemleri

1993 ve 1994 yıllarında Mennens, Tichelen, Francois, ve Engelen tarafında standart cihazlarla, açısız eğimle taranmış Braille metin görüntüleri için otomatik tanıma üzerine çalışmıştır. Görüntünün yatay ekseninde histogramını çıkararak elde edilen maksimum değerler, sayfadaki noktaların kenara dik olması durumunda elde edilir. Bu maksimum değerlere ulaşıncaya kadar yapılan hesaplamalarla dönme açısı belirlenir ve Ayırık Fourier Dönüşümü ile görüntü yatay konuma getirilir. Bu çalışma ile tek taraflı ve çift taraflı metinlerde bölütleme yapılabileceği görülür [7, 8].

Ng ve Lau tarafından 1999 yılında yapılan çalışmada, görüntüdeki piksellerin 8 komşuluklarının ortalaması alınarak geliştirilen yumuşatma algoritması uygulanır. Tek taraflı ve çift taraflı metne uygulanan bu çalışmada İngilizce-Çince yorumlama yapılmıştır[9].

Braille yazı sistemiyle yazılmış metinlerin dijital ortama aktarılması için piezoelektrik hava dönüştürücü ile ultrasonik tarama yapılması üzerine 2001 yılında Gómez, Espinosa, ve Pozas çalışmışlardır. Bu çalışma ile yazılı bir kağıt üzerine yapılan kabartıların da tespit edilip bölütlenebileceği gösterilir [10].

Dasgupta ve Basu, Hintçe ve Bengalce dilinde Braille yazı sistemiyle yazılan metinler üzerine çalışmışlardır. Seçilen Hintçe metnin hem Braille alfabesine dönüştürülmesi hem de Hintçe seslendirilmesi sağlanır. Aynı şekilde Braille yazı sistemi ile yazılan bir metnin Hintçe'ye çevrilmesi sağlanır [11].

2010 yılında, Zhang, Li ve Yin, Braille yazıların bölütlenmesi üzerine çalışmışlardır. Noktalar arasındaki mesafelerin standart değerlere sahip olması üzerine buna göre bölütleme yaparak Çince karakterlerin Latin alfabesi ile gösterilmesini sağlayan bir Mandarin romanizasyon sistemi olan Hanyu Pinyin'e çevirme işlemi yapılır [12].

Al-Salman, El-Zaart, Al-Suhaibani, Al-Hokail, Al-Qabbany tarafında yapılan çalışmada ise, ızgara sistemi geliştirerek ızgara sınırları arasında kalan boşluklarda tarama yapılır. Boş olan kutular içerisinde yapılan tarama işlemi tekrarlandığında aynı nokta ile karşılaşıyorsa işaretleme yapılarak Braille noktası belirlenir. Bu çalışma ile de tek ve çift taraflı kabartmaya sahip metinlerde de farklı bir bölütleme sistemi kullanılabilceği gösterilmiş olur [13].

Yan ve Zhang, Haar dalgacık dönüşümü ve nesne sınıflandırma algoritmalarından SVM yöntemini kullanarak Braille yazı sistemi ile yazılmış metinlerin bölütlenmesi ve karakter çıkarımı üzerine çalışmışlardır [14].

2009 yılında Abualkishik ve Omar, 2010 yılında Al-Shamma ve Fathi, Arapça ve Kur'an için Braille çeviri üzerine çalışmışlardır [15]. Abualkishik, Omar ve Odiebat Kur'an ile ilgili yaptıkları çalışmayı 2015 yılında geliştirerek yeni bir yayın yapmışlardır [16]. Bu çalışmada, Kur'an'daki ses değişimleri ve ne zaman olduğu dikkate alınarak bir sistem geliştirilmiştir. Bu sistemde kullanılan Markov modeli, yönlü graf mantığına dayanarak çeviri yapar.

2011 yılında Nian-feng ve Li-rong ise Braille alfabesinin Pinyin ve Çince diline dönüştürülmesi üzerine çalışmışlardır [17].

İngilizce Braille sistemi üzerine araştırma yapan Fischer-Baum ve Englebretson[18], morfolojik sınırların algılanabilir olduğunda kelime tanımanın daha kolay yapılacağını belirtmişlerdir. Bağlı morfemler için daha yavaş reaksiyon alındığını ve daha çok hata oluştuğunu söylemişlerdir.

Tükçe Braille sistemi üzerine ilk çalışmayı Nabiyev 2006 yılında yapmıştır. 2010 yılında Akgül ile yaptığı çalışmalarda ise Braille 1 ve Braille 2 yazı sisteminin incelenmesi üzerine çalışmışlardır [13, 19].

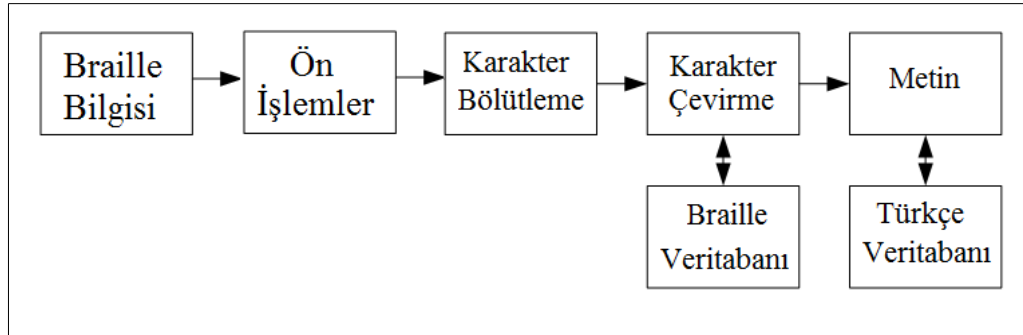
Türkçe Braille alfabesi üzerine diğer bir çalışma, Ay tarafından 2009 yılında yapılan çalışmadır [20]. Hazırladığı tez Braille 1 yazı sistemi için uygulanır. Örüntünün ikili görüntüye çevrilmesi sırasında standart bir eşik değeri belirlenip, bulunan standart piksel ölçülerine göre bölütleme yapılır. Öklit metriği ve minimum eşleştirme algoritmaları ile Braille karakterlerin çevrilebileceği gözlenir.

1.6. Braille Yazı Sisteminden Metne Dönüştürme

Bu çalışmanın ilk kısmını, Braille yazı sistemi kullanılarak yazılan kabartma yazıların, latin alfabesiyle yazılmış metne dönüştürülmesi oluşturur.

Braille metnin bilgisayar ile çevrilebilmesi için dijital ortama aktarılması gerekir. Fotoğraf makinesi, tarayıcı ya da kabartmaların koordinatsal yerini algılayabilen donanımlar ile yapılabilen bu aktarma işlemi için, bu çalışmada fotoğraf çekimi ve metnin taratılması kullanılmıştır.

Şekil 1.5 ile verilen şemada, alınan görüntüye çeviri için uygulanan adımlar gösterilmektedir.



Şekil 1.5. Braille yazı sisteminden metne dönüştürme

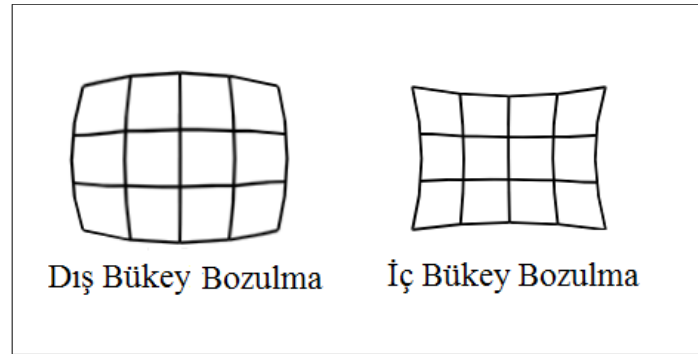
Devam eden başlıklarda, görüntüde meydana gelen gürültüler ve uygulanan gürültü azaltma yöntemleri, Braille karakterlerin belirlenebilmesi için kullanılan histogram alma ve görüntü bölütleme yöntemleri hakkında bilgiler anlatıldı.

1.6.1. Gürültü Filtreleri

Bu çalışmada, kabartı yazıların görüntüye dönüştürülmesi için fotoğraf çekimi ve yazının taratılması işlemi yapılır. Bu işlemler sırasında görüntüde gürültüler meydana gelir.

Gürültü; hareket nedeniyle meydana gelen bulanıklaşma veya resmi çekerken yanlış ışık etkisinden dolayı odak bulanıklaşması, çekim sırasında kullanılan lenslerden kaynaklanan geometrik bozulma ve görüntüyü aktarma sırasında kullanılan elektronik kaynaklardan gelen hatalar olarak ele alınabilir.

Fotoğraf çekimindeki bozulmalara bakıldığında en çok radyal bozulma olarak bilinen gürültü çeşidiyle karşılaşılır. Radyal bozulmalar, dış bükey (Barrel) ve iç bükey (Pincushion) bozulmaları olarak sınıflandırılır. Dış bükey bozulmalar çekim açısının yanlış ayarlanmasından kaynaklanan nesnenin olduğundan daha bombeli görünmesine sebep olan bozulmalardır. İç bükey bozulmalar ise, yakın çekimden kaynaklanan bozulmalardır. Nesne kenarları uzar ve kenarların orta noktaları merkeze yaklaşır [21].



Şekil 1.6. Radyal bozulma türleri

Fitzgibbon, 8-nokta algoritmasını kullanarak temel (fundamental) matris tahmini ile radyal bozulmaların düzeltilmeye çalışmıştır [22]. Genellikle görüntünün bir uzaydan başka bir uzaya taşınması için piksel tahmin etmede kullanılan bilinear interpolasyon da bu görüntünün düzeltilmesinde kullanılabilir [23].

Oluşabilecek başka bir gürültü çeşidi ise, tuz – biber gürültüsü olarak adlandırılır. Tuz ve biber dökülmüş izlenimi bırakan ve noktasal oluşan bu gürültünün giderilmesinde medyan filtresi ve gauss filtresi kullanılabilir.

Medyan filtresi, maske olarak belirlenen matris boyutu ile işlem yapar. Matris

elemanları büyükten küçüğe doğru sıralanarak ortanca elemanın matrisin ortasındaki elemana yerleştirilmesi prensibi ile çalışır [24].

Gauss filtresi, belirlenen maske boyutu ile görüntüyü tarar ve her matrisin ağırlıklı ortalamasını hesaplar. Tek boyutlu Gauss filtresi (1) ve 2 boyutlu Gauss filtresi (2) denklemleriyle hesaplanır [24].

$$g(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \cdot e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

$$g(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \cdot e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

g , x ve y koordinatlarındaki gauss çekirdeği fonksiyonudur. σ standart sapma değeri, $1/2\pi\sigma^2$ ise düzeltme katsayısıdır.

Gürültü yok etme algoritmaları, görüntü yumuşatma algoritmaları olarak da bilinir. Yumuşatma algoritmaları ile köşeli olan nesnelerin kenarlarının daha az belirgin bir hale getirilmesi sağlanabilir. Bu algoritmalarından biri olan adaptif yumuşatma algoritması, diğer gürültü azaltma algoritmalarında olduğu gibi komşu piksellerin ortalama parlaklık değerinden faydalanır.

Diğer bir yöntem olan adaptif yumuşama, homojen bölgeler için kenarların birleşimini sağlayan, özyinelemeli hesaplama yapan bir yöntemdir. Gauss filtreleme mantığını kullanır. (3-5) denklemlerini kullanarak 8 komşuluğundaki piksellerin parlaklık değeri üzerinde, ağırlıklı ortalama hesaplama yapar.

$$w^{(t)}(x, y) = e^{-\frac{G_x^2 + G_y^2}{2k^2}} \quad (3)$$

$$G_x(x, y) = \frac{1}{2} \cdot (I^t(x+1, y) - I^t(x-1, y)) \quad (4)$$

$$G_y(x, y) = \frac{1}{2} \cdot (I^t(x, y+1) - I^t(x, y-1)) \quad (5)$$

(3-5) denklemlerindeki “ $I(x,y)$ ”; piksel değeri, “ G_x “ ve “ G_y “; merkezi farklar yöntemiyle türev fonksiyonu, “ t ”; yineleme indeksidir ve “ k ” eşik belirler [25, 26]. “ k ”, büyük seçilirse Gauss filtresi uygulanmış gibi görüntüde ayırık olan parçalar yok olur. Küçük seçilirse süreksiz görüntüler korunarak yakın olanlar aralarında bağlantı kurulması sağlanır.

Bu yöntem, gürültü gidermesi ve kenar yumuşatma uygulamalarının yanı sıra, kenarı kaybolmuş görüntülerin kenarlarının tamamlanmasında ve noktasal bir bölge içindeki alanın doldurulmasında da kullanılabilir.

1.6.2. Histogram Çıkarma

8-bit parlaklıklı gri seviyeli görüntüde 256 gri seviye vardır. Renkli görüntüde her değer için ayrı ayrı histogram çıkarılabilir.

Histogram oluşturulurken, her bir parlaklık değerinin görüntüde toplam kaç tane olduğu hesaplanır. Parlaklık değeri - parlaklık adedi sayısal verilerine sahip grafiklerde gösterilir. Bu grafiğe histogram grafiği denir.

$$h(r_k) = n_k \quad (6)$$

Histogram, (6) denklemi ile matematiksel olarak ifade edilebilir. “ r_k “, k . parlaklık değeri, “ n_k “, k . parlaklık değerinin görüntüdeki sayısıdır. Bu denklem, histogram eşitlemede ve eşik değeri belirlemede kullanılacak olan histogramın hesaplanması içindir.

1.6.3. Histogram Eşitleme

Histogram eşitleme, renk değerleri düzgün dağılmayıp bir bölgeye toplanan görüntüler için uygulanır. Renk değerlerinin piksellere hangi oranla gelmesi gerektiği hesaplanarak bir yere yığılan histogramın dağıtılması sağlanır. Histogram eşitleme, görüntüdeki nesnelerin netleşmesini sağlar. Bu işlem için histogramı çıkarılan görüntünün kümülatif histogramı hesaplanır.

Kümülatif histogram; her piksel için, piksel değerinin kendisinden bir önceki pikselin

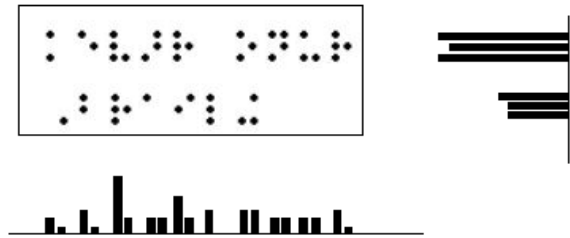
değeriyle toplanması sonucu elde edilir. Kümülatif fonksiyonlar, istenilen gri seviye değerinin bir eksiği ile çarpılır. Çarpım, görüntüdeki toplam piksel sayısına bölünerek tam sayıya yuvarlanır. Elde edilen sonuç işlem yapılan pikselin yeni değeri olur [27, 28].

$$cdf(v) = \text{round}\left(\frac{cdf(v) - cdf_{min}}{(M \times N) - cdf_{min}} * (L - 1)\right) \quad (7)$$

Histogram eşikleme formül olarak (7) ile de ifade edilebilir. Burada, “cdf”; kümülatif dağılım fonksiyonu, “v”; parlaklık değeri, “M”; görüntü genişliği, “N”; görüntü yüksekliği, “L”; gri seviye değeridir.

1.6.4. Doküman Analizi

Daha önce anlatılan histogram çıkarmaya benzer bir şekilde doküman analizi yapılır. İkili görüntünün ayrık izdüşümünün alınması mantığını taşır. Görüntünün, yatay ve düşey düzlemde, parlaklığı 0 olan bitlerin sayısının sayılarak grafik üzerinde gösterilmesidir. Bu yöntemle noktaların hangi piksel hizasından başlayıp, hangisinin hizasında bittiği belirlenir. Histogram yapısına benzemesi sebebiyle bu çalışmada histogram çıkarma olarak adlandırılan asıl işlem bu doküman analizidir.

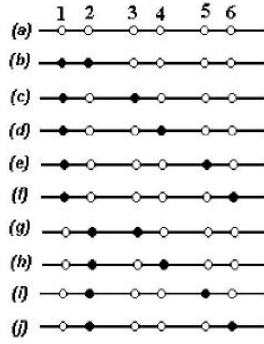


Şekil 1.7. Doküman analiz histogramı

Doküman analiz histogramının kullanıldığı diğer bir uygulama ”Optik Karakter Tanıma” uygulamalardır. El yazısı ve bilgisayar ortamında yazılan metinlerin görüntü içinden seçilerek ASCII koduna dönüştürülmesi yapılır. Bölütleme sonrası karakter boyutları belirlenir ve ayrılan karakterlerin özellik çıkarımı, yapay sinir ağlarında eğitilmiş

sisteme verilir. Veritabanıyla karşılaştırılarak karar vermesi de bu çalışmayla benzerlik taşır[29].

Dikey histogram alındığında, boşluk dahil olmak üzere gelebilecek durumlar Şekil 1.8' deki gibidir [6]. Bu şekil üç Braille karakteri alanında oluşabilecek iki histogram değerini verir.



Şekil 1.8. Dikey histogram durumları

1.6.5. Görüntü Bölütleme

Görüntü bölütleme, görüntü işlemede tanılama ve gösterim işleminin hazırlık aşamasıdır. Görüntü içindeki aynı parlaklığa sahip nesnelerin diğerlerinden ayrılması ve sınıflandırılması için kullanılabilir. Gri seviyeli görüntülerde, gri seviye değerlerindeki benzerliklere bağlı olarak yapılan bölütleme işlemi arka plan ve ön plan olarak görüntünün ayrılmasına dayanır. Bunun için kullanılan yöntemler temel olarak eşikleme, büyütme, bölme-birleştirme şeklinde ayrılabilir [24].

Görüntü bölütlemeye eşikleme tabanlı yöntemlerin kullanılması tercih edilmiştir. Eşikleme tabanlı yöntemlerden Otsu eşikleme yöntemi ve adaptif eşikleme yöntemi bu tip problemlerde en çok kullanılan yöntemlerdir. Çalışmada, bu iki yöntem de değerlendirildi ve uygun olan seçildi. Kullanılan bu yöntemlerle ilgili bilgiler sonraki bölümde anlatıldı.

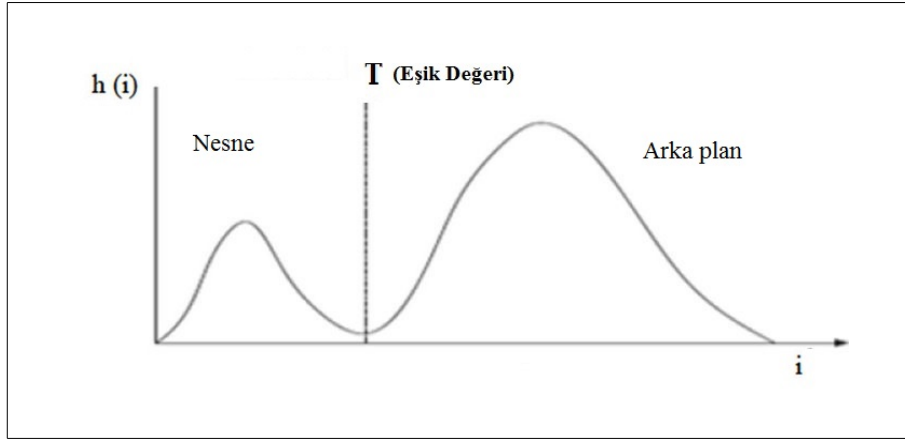
1.6.5.1. Eşikleme Tabanlı Yöntemler

Eşikleme tabanlı yöntemlerde amaç, görüntüdeki nesnelere arka planı ayırmaktır. Nesnelere ayırmak için görüntünün önce gri seviyeli görüntüye dönüştürülmesi veya RGB değerleri için ayrı ayrı hesaplamalar yapıp ortalamasının alınması gerekir. Histogram çıkarma yöntemi kullanılarak görüntünün gri parlaklık değerleri bulunduğundan sonra arkaplan değerleri ile nesne değerlerini birbirinden ayıran ortalama T eşik değeri belirlenir.

Görüntüdeki herhangi bir (i,j) pikseli için,

- $f(i, j) < T$ ise, nesneye ait nokta
- $f(i, j) > T$ ise, arka plana ait nokta

şeklinde bölgelere ayırma yapılır [24].



Şekil 1.9. Eşikleme histogram grafiği

Şekilde görüldüğü gibi eşik değeri ile ikiye ayrılan histogram grafiğinin eşik değerinden küçük olan alanı nesneyi, büyük olan alanı arkaplanı gösterir.

1.6.5.1.1. Otsu Eşikleme Yöntemi

Gri seviyeli görüntü üzerinde uygulanan Otsu eşikleme metodu, arka planın ve ön planın iki farklı renk sınıfından oluştuğunu varsayar. Ele alınan tüm eşik değerleri için, bu iki renk sınıfının sınıf içi varyans değerini hesaplar. Bu değerlerin en küçük olmasını sağlayan varyans değeri, en uygun eşik değeri olarak alınır. Sınıf için varyans değeri en küçük iken,

sınıflar arası varyans değeri en büyük değerine sahip olur. Hesaplama yapılırken sınıf içi varyans değeri de sınıflar arası varyans değeri de kullanılabilir. Bir sayı dizisinin aritmetik ortalaması etrafındaki dağılımını belirleyen varyans değeri;

$$\sigma_w^2(t) = w_0(t)\sigma_0^2(t) + w_1(t)\sigma_0^2(t) \quad (8)$$

$$w_0(t) = \sum_{i=0}^{t-1} P(i) \quad (9)$$

$$w_1(t) = \sum_{i=t}^{L-1} P(i) \quad (10)$$

formülleri ile hesaplanır. (8) formülünde verilen σ sınıf içi varyans değerini; t , eşik değerini; w sınıf olasılık fonksiyonunu, L ise histogram değerini verir.

Sınıflar arası varyans değeri,

$$\sigma_b^2(t) = \sigma^2 - \sigma_w^2(t) = w_0(\mu_0 - \mu_T)^2 + w_1(\mu_1 - \mu_T)^2 = w_0(t)w_1(t)[\mu_0(t) - \mu_1(t)]^2 \quad (11)$$

formülü ile hesaplanır. w ile sınıf olasılıkları, μ ile sınıf ortalaması temsil edilir.

$$\mu_0(t) = \sum_{i=0}^{t-1} i.P(i)/w_0 \quad (12)$$

$$\mu_1(t) = \sum_{i=t}^{L-1} i.P(i)/w_1 \quad (13)$$

$$\mu_T = \sum_{i=0}^{L-1} i.P(i) \quad (14)$$

Sınıf ortalamaları ise (12-14) denklemleri ile hesaplanır. Bulanan T eşik değerine göre her pikselin değeri T'den büyükse 1, küçükse 0 olacak şekilde değiştirilir [30].

1.6.5.1.2. Adaptif Eşikleme Yöntemi

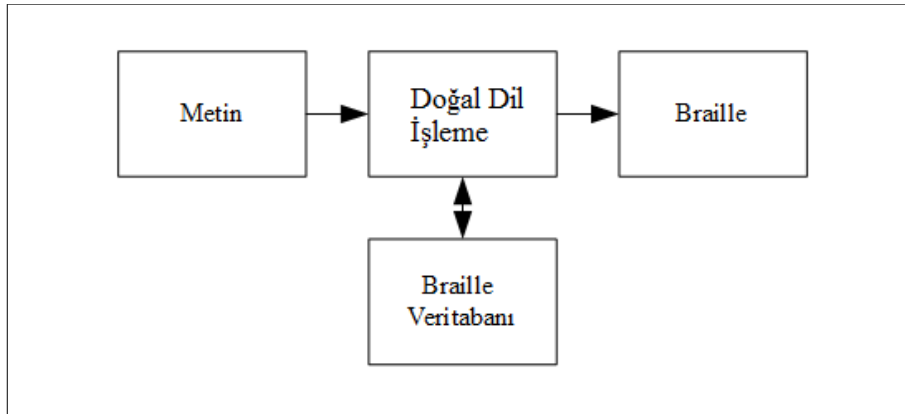
Adaptif eşikleme yöntemi, görüntüyü birden fazla bölgeye ayırarak her bölge için ayrı ayrı eşik değeri belirlenerek bu değer altında parlaklık değerine sahip piksellerin arkaplan, üstünde olanların ise nesne olarak kabul edilmesi mantığına dayanır. Görüntü üzerine farklı açılardan ışık gelmesi durumunda kullanılır. Chow ve Kaneko yaklaşımı ve yerel eşikleme olmak üzere iki yaklaşıma sahiptir [31]. Bu yaklaşımlar aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

Chow ve Kaneko yaklaşımı, alınan görüntüyü daha küçük parçalara bölerek her parça için optimum eşik değerini bulmaya çalışır.

Yerel eşikleme yaklaşımı ise, piksellerin yerel komşuluklarının parlaklık değerleri ile hesaplama yapar. Yerel parlaklık dağılımı için; ortalama hesaplama, piksel değerleri sıralandığında elde edilen ortanca değer ve en büyük ve en küçük değerlerin ortalaması eşik değeri belirlemede kullanılabilir. Bu hesaplamalar için seçilecek olan komşuluk değerinin, bulanacak olan eşik ışık değişimlerinden fazla etkilenmemesi için, uygun büyüklükte seçilmesi gerekir.

1.7. Metinden Braille Yazı Sistemine Dönüştürme

Bu çalışmada tasarlanan diğer bir kısım ise, Latin alfabesiyle yazılan metinlerin Braille 2 yazı sistemine dönüştürülmesidir.



Şekil 1.10. Metinden Braille yazı sistemine dönüştürme

Metinlerin çevirisinde, Şekil 1.10'da verilen şema kullanılır. Doğal dil işleme yaklaşımları kullanılarak kelime analizi yapılır. Doğal dil işleme, doğal dil işleme yöntemleri ve morfolojik incelemenin genel olarak nasıl yapılacağı hakkında bilgiler devamındaki başlıklarda anlatıldı.

Anlatılan yaklaşımlar bir dilden başka bir dile çeviride, kelimenin etkilendiği kişi ve zamanı belirlemede daha çok tercih edilirler. Bu çalışmada aynı dil içerisinde farklı bir kodlama sistemine çeviri yapılacağı için Braille kodlama sisteminin özellikleri dikkate alınarak, anlatılan yaklaşımların temel mantığı üzerinden uygulama yapıldı. Bu yaklaşımların uygulama şekilleri yapılan çalışmalar bölümünde anlatıldı.

1.7.1. Doğal Dil İşleme

Doğal dil işleme, yapay zeka ve dil biliminin alt kategorisidir. Dillerin kuralları ve yapısını inceleyerek bunlara göre yeniden üretme amacını taşır. Yazılı dokümanların yazılı ve sözlü çevirisi, soru ve cevap sistemlerinin geliştirilmesi, metinden anlamlı özetlerin çıkarılması, duygu analizi, konuşma tanıma, metin ve imla düzenlenmesi gibi alanlarda doğal dil işleme kullanılır [32, 33, 34].

Dilin yapısı fonetik morfolojik olarak incelenir. Sesbilim, sözdizimi(syntax, sentaktik), anlambilim(semantik), sözcükbilim ve biçimbilim(morfoloji) bunun için kullanılan inceleme alanlarıdır. Bu alanların ne olduğu aşağıdaki gibi özetlenebilir[35, 36].

Sesbilim, dilin ses özelliklerini inceler. Seslerin ve ses bileşimlerinin söyleniş niteliklerini ve ses bileşenlerinin anlamlı parçalar oluşturup oluşturmadığını inceler. Konuşma ile ilgilenir.

Sözdizimi, kullanılan kelimelerin cümle içindeki dizilimini inceler. Türkçe'de özne-nesne-yüklem sıralamasına göre cümle kurulur. Bunun kontrolünün yanı sıra özne-yüklem uyumu, nesne-yüklem uyumu kontrolleri sözdizimi alanına girer.

Anlambilim, bir nesnenin; bir olay ya da eylemin zihinde canlandırılabilmesi için anlamlı bir şekilde anlatılmasını kapsar. Bir dilden başka bir dile çeviri yapılırken sözdizimi ile birlikte anlambilim de incelenir.

Sözcükbilim, kelimelerin hangi dilden dilimize geçtiğini ve hangi dillerden etkilendiğini araştırır. Anlamlı en küçük birimden oluşturulabilen sözcükleri inceler.

Biçimbilim, kelimeleri ek ve kök olarak yapısal anlamda inceler. Sözcükbilimi de

içine alan bir alandır. Bu çalışmada, dil biliminin alt başlıklarından olan Biçimbilim'e göre inceleme yapıldı.

Doğal dil işleme yaklaşımlarında biçimbilim incelemesinde kullanılan yapı nGram'lardır. Ngramlar n boyutlu karakter veya kelime çerçeveleridir. Kelimeler, n boyutlu parçalara ayrılarak hece olarak karşılığı kontrol edilir. Örnek olarak “gitmek” kelimesi için 2'li(bigram) ve 3'lü(trigram) ngramlarla bölünürse aşağıdaki şekli alır. Buradaki _ işareti kelimenin başındaki ve sonundaki boşluğu temsil eder [37].

Bigram: _g gi it me ek k_ Trigram: _gi git itm tme mek ek_

Bu yöntem aynı zamanda imla hatalarının düzenlenmesinde de kullanılır. Frekans ve poligram yöntemleri ile metindeki imla hataları giderilebilir. Frekans yöntemi, metinde rastlanan kelimelerin tekrar sıklığına göre işlem yapar. Poligram ise, hataların algılanması için genellikler ardışık olan ikili ve üçlü harf birleşmelerini kontrol eder. Bu işlemin kullanılabilmesi için karşılaştırılacak sözlükteki kelimelerin yazılışlarıyla beraber, kelime içindeki harflerin alfabetik sılamaları da tutulmalıdır. Giriş kelimesindeki harflerin alfabetik sıralaması ile sözlükteki kelimelerin alfabetik sıralı hali karşılaştırılır. Bu karşılaştırma ile en fazla benzerliği bulunan kelime yer değiştirilerek imla hatası düzeltilmiş olur [38].

Bu çalışma sonucunda imla hatası oluşturabilecek sebeplerden en önemlisi kabartıların okuma sırasında bastırılarak yok edilmesidir. Zaman alan ve zor bir yazı şekli olması sebebiyle de harf içindeki noktaların atlanarak yazılması o harfin başka bir harf olarak okunmasına sebep olur.

1.7.2. Morfolojik İnceleme

Bir dilde biçimbilim[35, 36, 38]; bir dilin kök kelimelerini, eklerini, eklerle köklerin birleşme yllarını, eklerin anlam ve görevlerini, türetme – çekim özelliklerini inceleyen bilim dalıdır. Morfolojinin temel öğeleri kelime kökleri ve eklerdir.

Kök, kelimenin yapısında yer alan bütün ekler çıkarıldığında geriye kalan anlamlı en küçük parçadır.

Ekler, kelimenin yapısında yer alan kendi başına kullanılamayan, kök ile birleşerek gövde denilen yapıyı ya da farklı anlamlar ifade eden yeni kelimeleri oluşturan ifadelerdir. Türkçe dilinin yapı özelliklerinin başında gelen eklemeli bir dil oluşudur. Dilimizde bir

takım nesne ve varlıkların tasviri için kök+ek birleşimi kullanılır.

Türkçe'nin en önemli biçim özelliği eklerin belirli bir kural içinde kelimeye eklenmesidir. Ekler köklere sondan eklenir ve kelimeye bitişik olarak yazılır.

Türk dilindeki önemli bir diğer kural, büyük ünlü uyumu ve küçük ünlü uyumuna uyması durumudur.

Büyük ünlü uyumu; bir kelimenin birinci hecesinde kalın bir ünlü (a, ı, o, u,) bulunuyorsa diğer hecedeki ünlülerde kalın, ince bir ünlü (e, i, ö, ü) bulunuyorsa diğer hecelerdeki ünlü harflerin de ince olması durumudur.

Küçük ünlü uyumu; bir kelimeye düz ünlülerden sonra düz (a, e, ı, i), yuvarlak ünlülerden sonra yuvarlak dar (u, ü) veya düz geniş (a, e) ünlülerinin bulunması durumudur. Türkçe'de kök halinde bulunan birçok kelimeye büyük ve küçük ünlü kuralına aykırılık mevcuttur. Fakat kelime ek gelmesi durumunda temel yapısı aynı olan ekler, küçük ünlü uyumu ve büyük ünlü uyumuna bağlı olarak kelimenin yapısına göre şekil değiştirirler.

g(ı)n eki için: dal-gın, ger-gin (büyük ünlü uyumu)

Aynı şekilde gelen eke göre kelimenin son harfinde de değişme olabilir.

yaprak + ı → yaprağı

Ekleri, nitelikleri ve işlevleri bakımından yapım ekleri ve çekim ekleri olarak ikiye ayrılırlar. Yapım ekleri, yeni ad ya da yeni fiil yapan eklerdir. Çekim ekleri, kök ile gövdenin anlam olarak aynı sınırlar içinde kaldığı, geçici anlam örgüsü kuran eklerdir. Kök ve ekler haricinde kelime yapısında bulunan yardımcı sesler de vardır. Birbirine doğrudan doğruya bağlanamayan kök ve ekler bu yardım sesler ile birbirine bağlanır.

Türkçe kelime oluşturma kurallarına göre, *kök + yapım eki + çekim eki* sıralaması ile ekler kelimeye eklenirler. Örnek olarak,

- Göz (KÖK) + lük (YE) + çü (YE) + ler (ÇE)
- Söz (KÖK) + lük (YE) + te (ÇE)

verilebilir. Genel kural böyle olmasına rağmen istisna olan kelimeler vardır. Bunlara örnek olarak aşağıdaki kelimeler verilebilir.

- Anne (KÖK) + m (İE/ÇE) + siz (YE)

- Gün (KÖK) + de (E) + lik (YE)
- On (KÖK) + da (E) + lık (YE)
- Ev (KÖK) + de (E) + ki (YE)

Bu durum göz önünde bulundurularak, sadece *yapım eki + çekim eki* kuralına göre inceleme yapılmamalıdır.

Braille kısaltma uzunlukları 7 harfe kadar değişmektedir. Sabit bir n gram belirlenerek çeşitli uzunluklardaki bu kısaltmaları belirlemek mümkün olmayacaktır. Türkçe dil özellikleri ve Braille 2 kuralları dikkate alındığında yapılacak olan morfolojik analiz, kelimenin harf harf parçalanarak, sağdan ve soldan çift taraflı incelenmesi ile mümkün olur.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR, BULGULAR, İRDELEME

2.1. Giriş

Bu çalışmada, görme engelli bireylerin yazdıkları yazıların okunabilmesi için Braille yazı sisteminden metne çeviren ve Latin alfabesiyle yazılan metinleri görme engelli bireylerin okuyabilmesi için Braille sistemine çeviren bir program geliştirilmeye çalışıldı.

Yazılı dökümanların bilgisayar ortamında analiz edilmesi oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir ve bunun için kullanılan yöntemler her türlü dokümana uyum sağlayamamaktadır. Elde edilen örnekler üzerinden test edilen programda olabilecek en uygun yöntemler kullanılmaya çalışıldı.

Braille'den metne çevirirken, kağıdın tek yüzüne yapılan kabartmalar yorumlanmaya çalışıldı. Bilgisayar ortamına görüntü olarak aktarılan yazıların, histogram grafiklerinden faydalanılarak satırlara ve satırların Braille karakterlerine ayrılması sağlandı. Metin içerisinde bulunan Braille karakterlerin yorumlanabilmesi için, Braille – Latin çeviri veritabanı kullanıldı. Latin alfabesiyle temsil edilen karşılıkları düzenleme için oluşturulan Türkçe veritabanıyla kontrol edildi. Bu veritabanı ile karşılaştırılarak yanlış çevrilen kelimeler elendi. Metinden Braille'e çevirirken alınan metnin, Braille sistemine göre düzenlenen doğal dil işleme yaklaşımları ile analizi yapıldı. Yapılan morfolojik incelemeler ile kelimeyi oluşturan, Braille kısaltmalarına sahip ekler ve kökler, kısaltmasız yazılan sesler tespit edildi ve düzenlendi. Veritabanından karşılıkları bulunarak Braille 2 yazı sistemine çevrildi.

Bu çalışmadaki başlıca sorun, yorumlanacak olan metnin taratılırken veri büyüklüğünde gürültü oluşmasıdır. Kullanılan yöntemlerle, oluşan hatalar minimuma indirilmeye çalışıldı. Bu çalışmada uygulanan işlemler gerekli bilgilerle birlikte açıklandı ve program görüntüleri, oluşturulan veritabanı ve kullanılan Braille metinlerden örnekler ekler bölümünde verildi.

Uygulama C# programlama dili ve MATLAB programı kullanılarak geliştirildi, Türkçe kelime veritabanı için Oracle veritabanı kullanıldı. 2 farklı bilgisayar üzerinde bu uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu bilgisayarların özellikleri ise, İ7 işlemci, 64-bit işletim sistemi, 2.93 GHz, 6GB RAM ve İ5 işlemci, 64-bit işletim sistemi, 2.40 GHz, 8GB RAM şeklindedir.

2.2. Braille Yazı Sisteminden Metne Dönüştürme

Görme engellilerin yazı yazmak için kullandıkları kodlama sistemi Braille'dir. Görme engelli öğrencilerin öğretmenlerini dinlerken not aldığı, görme engelli kişilerin birbirlerine mektup yazarken kullandığı, günlük hayatlarında kendilerinin okuması gereken yazılar için kullandıkları bir sistem düzeyindedir.

Genellikle görebilen kişilerin okuyamadığı bu yazı sistemi ile yazılan bir dilekçenin bile okunabilmesi için bilir kişiye ya da özel eğitim öğretmenlerine ihtiyaç duyan kişiler kadar kaynaştırma sınıflarındaki görme engelli öğrencilerinin bilgisini değerlendirebilmek için öğretmenler de bir aracıya ihtiyaç duyarlar. Bu iletişim sorununun ortadan kaldırılabilmesi için teknolojiden faydalanılarak, başka bir insana olan bağımlılık azaltılabilir. Türkçe Braille sistemi için bunu sağlayacak çalışmaların yetersiz olması sebebiyle bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

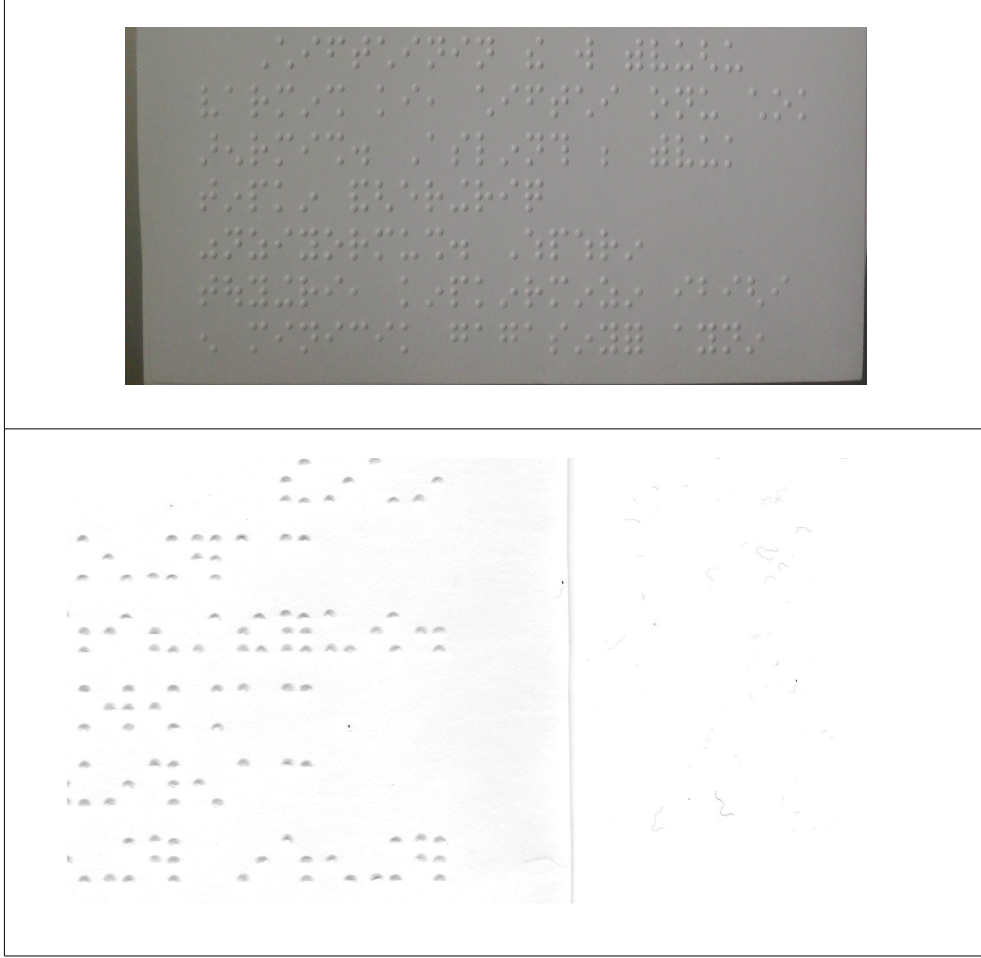
Braille dokümanların bilgisayar ortamına aktarılması ve çalışmadaki analizi, çevirinin gerçekleştirilmesi ile ilgili bilgiler bu yazının devamında verilmiştir.

2.2.1. Doküman Analizi

Bu çalışmada, dokümanın bilgisayar ortamındaki görüntüsünün elde edilmesi için ilk olarak fotoğraf çekimi denendi. Noktaların net görünebilmesi için yakından pozlama yapılması Pinchusion tipi radyal bozulmaya sebep oldu. Noktalar düzgün bir doğrultuda elde edilemediği için bu yöntemden vazgeçildi.

Görüntünün taratılması sırasında meydana gelen gürültüler ise elektronik cihazlardan kaynaklanan gürültülerdir. Kağıt üzerindeki kabartıların, ışık açısı sebebiyle başka alana gölge yapması ve cihazın ışık alanı içinde meydana gelen bozulmaların doküman üzerinde leke şeklinde nokta benzeri gölgeler oluşturması bu aşamada oluşan gürültülerdir ve bu gürültüden veri olarak kullanılacak olan noktaların boyutlarında gelebilmektedir.

Düşük çözünürlükte taratıldığında görüntü elde edilemediği için 600 dpi veya 1200 dpi değerine sahip tarayıcılar kullanıldı. Tarama sırasındaki ışığın kabartmaların yanına düşürdüğü gölgelerden faydalanılarak çevrilecek olan belgenin bilgisayar ortamına aktarılması sağlandı.



Şekil 2.1. Dokümanın fotoğrafı ve dokümanın taranma görüntüsü

Şekil 2.1.'de görülen dokümanın fotoğrafı ve tartılmış hali sayfanın birer parçasıdır. Fotoğrafta görüldüğü gibi sayfa kenarlarından orta alana doğru eğrilik oluşur. Taranma sırasında da sayfanın kenarı çizgi olarak gelmekte ve kenar boşlukları oluşmaktadır. Uygulama içinde istenilen alanı kırpma için farenin sağ tuş özelliğine görüntü kırpa alanı eklenerek sayfanın istenmeyen kenar bölgelerinden kurtulması sağlandı.

Elde edilen görüntü üzerinde işlem yapılabilmesi için ikili görüntüye çevrilmesi gerekir. Bunun için ilk olarak görüntüye bu çalışma için en iyi sonucu üretmiş olan (15) formülü uygulanarak gri görüntü elde edildi.

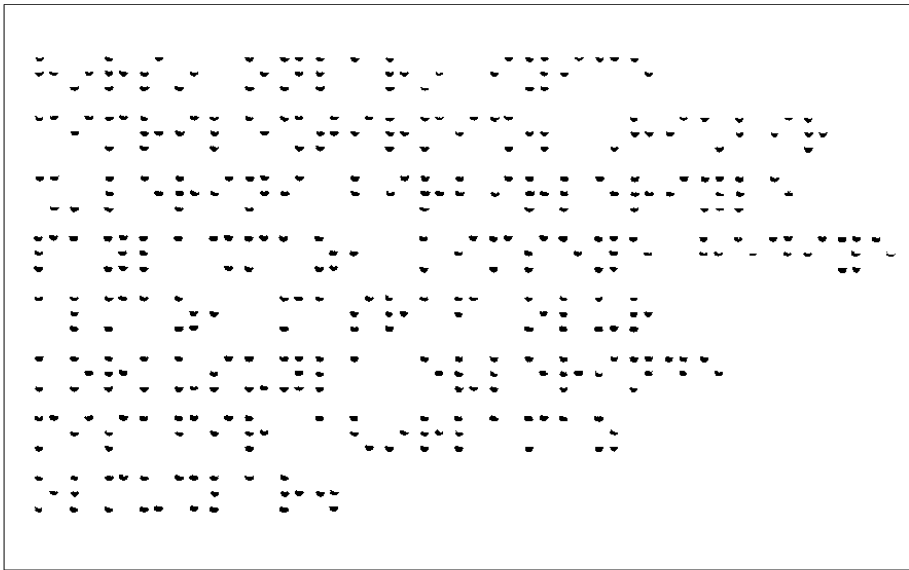
$$Y = 0,3 R + 0.59G + 0.11B$$

(15)

Görüntünün taranması sırasında meydana gelen gürültüler çoğunlukla tuz-biber gürültüsüne benzemektedir. Nokta şeklinde gelen bu gürültüler veriden çok küçük boyutta oluşabildiği gibi, verinin büyüklüğünde de oluşabilmektedir. Görüntünün boyutu, Braille noktalarının büyüklükleri sabit olmadığı için belirli bir ölçü verilerek uygulanan gürültü giderme algoritmaları kullanılmadı.

Oluşan ikili görüntüdeki gürültüleri azaltmak için medyan ve gauss gürültü azaltma filtreleri görüntülere uygulandı. Gürültüdeki parlaklık değeri yüksek alanın yumuşaması sağlansa da iki filtrede de gürültü tamamen yok edilemedi. Gürültüyü en alt seviyeye indirgeyen medyan filtresi kullanıldı. Bu filtrenin uygulanmasında Aforge.net kütüphanesi kullanıldı [26]. Büyük boyutlu gürültülerin yok edilmesi sırasında birçok verinin kaybına sebep olmak yerine hatalı çeviri yapması tercih edildi.

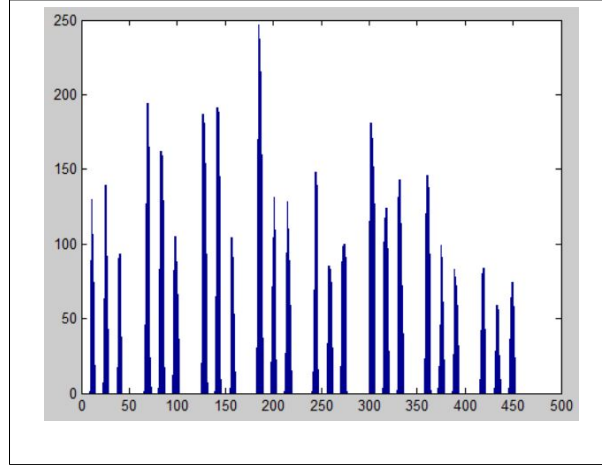
Görüntünün iyileştirilmesi için histogram eşitleme yapıldı. Otsu eşikleme yöntemi ve adaptif eşikleme yöntemi ile görüntünün iki farklı eşik değeri bulundu. Belirli bölgelerinde farklı ışık yansımaları olan görüntülerde adaptif eşikleme yöntemi daha başarılı sonuç üretse de genel olarak bakıldığında Otsu eşikleme yöntemi daha uygun bir algoritma olarak görülür. Bu sebeple gri seviyeli görüntünün ikili görüntüye dönüştürülmesinde Otsu eşikleme yöntemi kullanıldı. Eşikleme işleminin el ile ayarlanarak yapıldığında Otsu algoritmasının tam olarak doğru eğik değerini üretmediği fakat yakın bir değer bulduğu görüldü.



Şekil 2.2. Otsu eşikleme ile oluşan ikili görüntü

2.2.2. Satırlara Ayırma

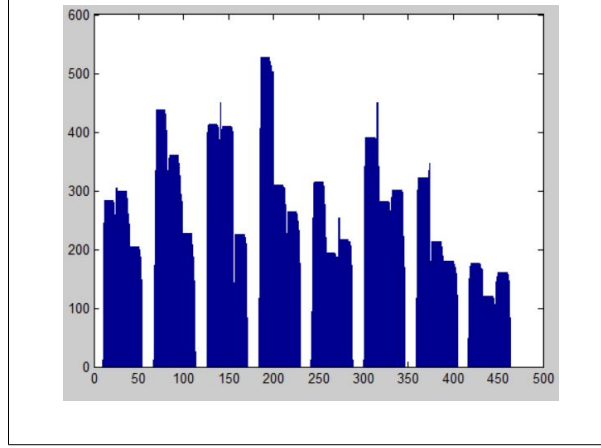
Braille karakterlerinin çıkarımı için görüntünün önce satırlara daha sonra da her satırın sütunlara ayrılması gerekir. Satırlara ve harflere ayırmak için görüntünün histogramından faydalanılır. Dokümandaki noktalar gerçekte yakın aralıklara sahip olsalarda, gölgelerde meydana gelen farklılıklar noktaları birbirine yaklaştırmakta veya uzaklaştırmaktadır. Bu durumda çıkarılan histogramda, karakterin satırları arasındaki boşluklar ile karakterler arası boşluklar birbirlerine çok yakın gelebilmektedir. Aynı sebeple, bir satırdaki karakterler arasındaki her boşluğun yüksekliği farklı değerlerde gelebilmektedir.



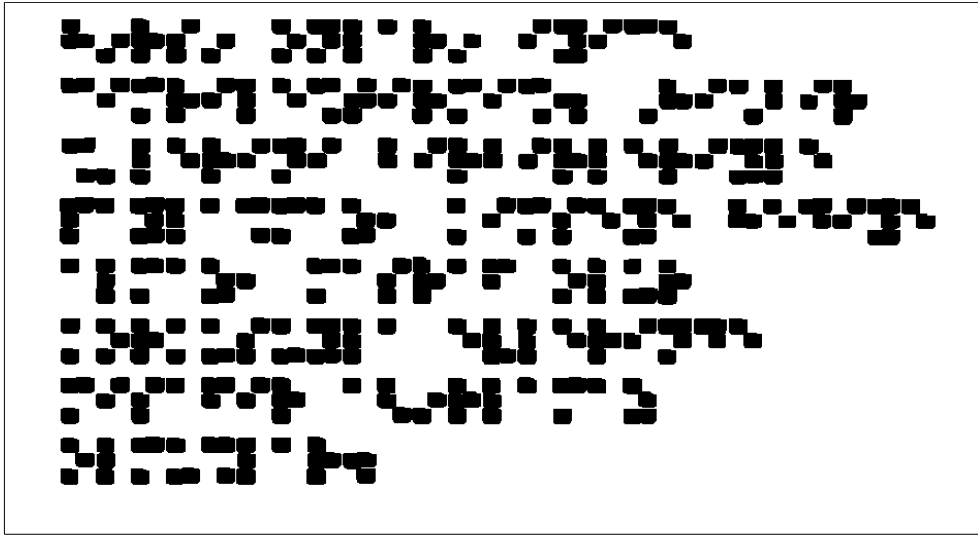
Şekil 2.3. İkili görüntünün histogramı

Görüntüde genişletme işlemi yapılması ile bu noktalar birbirlerine yaklaştırılarak boşluklar küçültülür. Braille karakterleri arasındaki boşlukların küçültülmesi histogram grafiğinde satırlar yüksekliklerinin daha geniş, satır aralarının daha dar görünmesini ve satırların daha kolay bölütlenmesini sağlar. Elimizdeki verinin nokta boyutları küçük ise bu dilation işlemi sırasında bir karakterin noktaları birleşebilmekte ve geriye kalan 0 değerleri sadece satır aralarındaki değerler olur. Uygulanan dilation işlemi punto büyüklüğü sabit olmadığı için büyük puntolu yazılarda, görüntünün bozulmaması için 2 defa tekrar edilir. Bu durumda noktalar birbirine yaklaşıp, temas etmeyeceği için ve noktalar üzerindeki gürültüler sebebiyle farklı boyutlarda büyüme yapacağı için satırlar arası boşluklara farklı ölçülerde ulaşılır. Elde edilen bu ölçüler üzerinde hesaplamalar yapılarak uygun olan değer

satır boşluğu olarak seçilir.



Şekil 2.4. Genişletme sonrası oluşan ikili görüntünün histogramı



Şekil 2.5. Genişletme sonrası ikili görüntü

Kabartmaların gölgelerinden faydalandığı için oluşan şekiller, hilal, yarım daire ya da ikili görüntüye çevirirken meydana gelen köşeli şekillerden oluşmaktadır. Noktasal şeklin içinin doldurulması ve yarım olan şekillerin daireye benzeyebilmesi için Aforge.net framework'ünün [25] AdaptiveSmoothing sınıfı kullanılarak görüntüye adaptif yumuşatma algoritması uygulandı.

noktaBul() ve boslukBul() fonksiyonları oluşturuldu. Bu fonksiyonlar ile ortalama

satir yüksekliği ve satirler arası boşluklar hesaplandı. Bu fonksiyonların kaba kodları Şekil 2.6'da ve Şekil 2.7'de verildi.

```

noktaBul()
{
    Yatay histogramın değeri maksimumdan farklıysa
        satirSayac'ını artır
    satirSayac'ı sıfırdan farklıysa
        satirList[]'e yaz
}

```

Şekil 2.6. NoktaBul fonksiyonu kaba kodu

Histogramın maksimum değere sahip olduğu yerler veri olmayan alanları temsil eder. Bu değerden farklı olanları bulmak, Braille karakterlerinin olduğu nokta verilerini tespit edilmesini sağlar. Oluşturulan listede her nokta satırına ait peşpeşe gelen piksel sayısı tutulmuş olur.

```

boslukBul()
{
    Yatay histogramın değeri maksimuma eşitse
        boslukSatirSayac'ını artır
    boslukSatirSayac'ı sıfırdan farklıysa
        boslukSatirList[]'e yaz
}

```

Şekil 2.7. BoslukBul fonksiyonu kaba kodu

Nokta bulma fonksiyonu ile aynı mantığa sahip olan bu fonksiyonda veri olmayan piksel değerleri hesaplandı ve bir listesi oluşturuldu.

Elde edilen listelerden satır yüksekliğinin ortalama değerinin ve satırlar arası ortalama boşluk değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için oluşturulan Mod(liste) fonksiyonu ile bu listeler içerisinde en çok tekrar eden değer aranılan değerler olarak seçildi. Noktalarda giderilemeyen gürültüler de dikkate alınarak birbirine birkaç piksel yakınlıkta olan değerler de işleme alınmış ve ortalamaları alınarak daha doğru bir sonuç elde edilmeye çalışıldı.

Sayfa içindeki satırların tek tek çıkarılıp bölümlenebilmesi için satirBol() fonksiyonu yazıldı. Bu fonksiyonun temel mantığı ise, Şekil 2.8.'de görüldüğü gibidir.

```

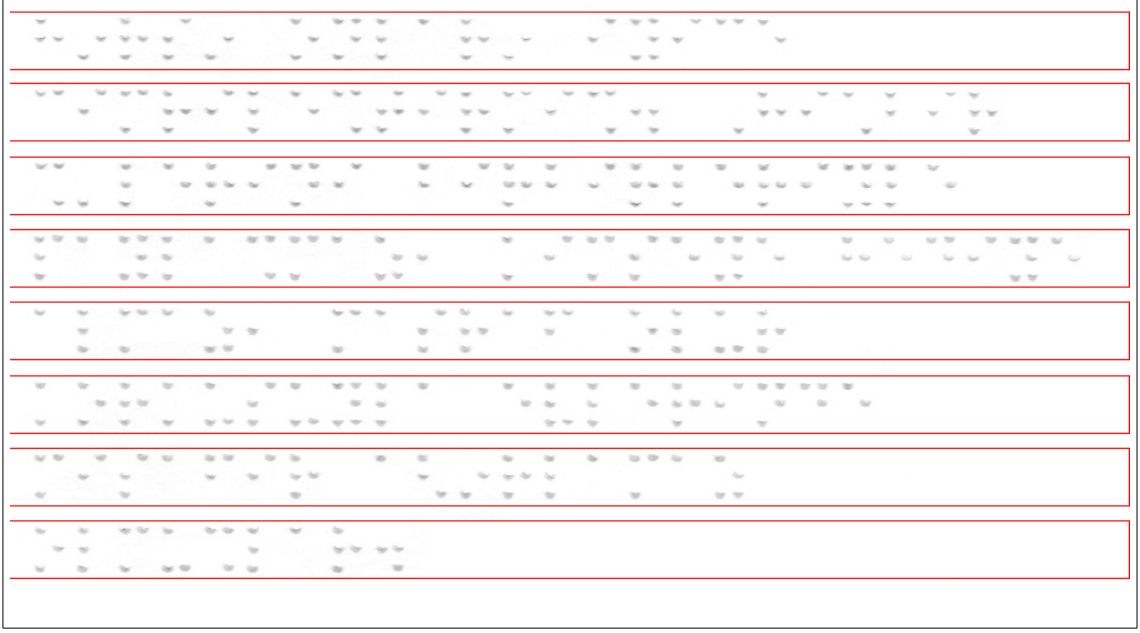
satirBol()
{
    ilk satırın başlangıç değerini al
    sayfa sonuna kadar
    {
        satır başlangıç değerinden itibaren satirYukseklık ve sayfa genişliği
        kadar Bitmap listesine at

        satır başlangıç değerini satirYukseklık + bosluk kadar artır
    }
}

```

Şekil 2.8. SatirBol fonksiyonu kaba kodu

satirYukseklık, elde edilen satır yüksekliğini, boşluk ise satırlar arası mesafeyi temsil etmektedir. Bitmap listesi ile her satırın ayrı ayrı resimler olarak tutulması sağlandı.



Şekil 2.9 Satırlara ayrılan Braille metni

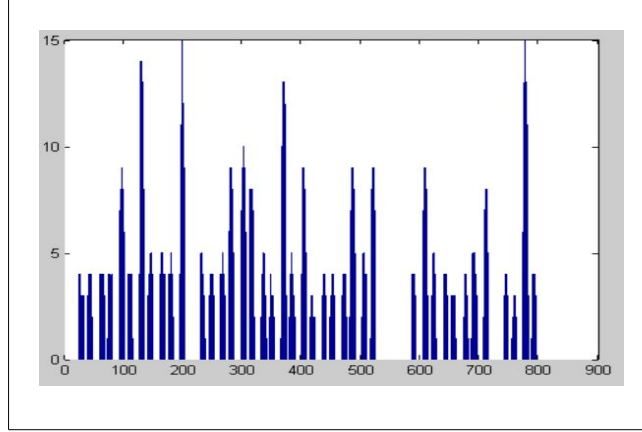
Tablo 2.1. Satır bölütleme başarı oranı

| | El yazısı | Matbaa |
|------|-----------|--------|
| ESS | 2 | 2 |
| TeSS | 2 | 52 |
| ToSS | 105 | 1219 |
| BO | %99.04 | %99.26 |

Tablo 2.1'de, ESS, TeSS, ToSS ve BO kısaltmalarının açılımları sırasıyla; “Eğitim sayfa sayısı”, “Test sayfa sayısı”, Toplam satır sayısı” ve “Başarı oranı”dır. Elde kabartılarak yazılan Braille metinler -El yazısı- ile matbaa baskısı olan Braille metinlerin -matbaa- sayfa sayısına göre toplam satır sayısı ve başarı oranı Tablo 2.1'de verildi. Sayfadaki sıfırlanamayan gürültü miktarı yüzünden bazı sayfalarda fazladan satır eklenir. %1'lik hata oranı fazladan bulunduğu satırlar içindir.

2.2.3. Braille İfadelerine Ayırma

Bulunan her satırda, Braille karakterlerinin tespit edilebilmesi için satır ayırma adımında olduğu gibi histogram alma uygulandı.



Şekil 2.10. Braille metnin ilk satırının histogramı

Braille karakterleri 2 sütundan oluştuğu için her karakter arasında gelen boşlukla beraber, karakterlerin kendi iki sütunu arasında da aralık vardır. Boşluk bulma sırasında ikisinin de ortalama değerleri saptandı ve bu değerler üzerinden işlemler yapıldı.

```

noktaBul( satır )
{
    Dikey histogramın değeri maksimumdan farklıysa
        sutunSayac'ını artır
    sutunSayac'ı sıfırdan farklıysa
        sutunList[]'e yaz
}

```

Şekil 2.11. NoktaBul fonksiyonu kaba kodu

Tek sütununda veri bulunan Braille karakterine sahip satırların histogramı alındığında, karakterler arasındaki boşluklara veri olmayan sütunun genişliği de eklenir.

Satırın çoğunluğu tek sütunlu ifadelerden oluşuyorsa karakterlerin genişliği ve

karakterler arasındaki boşluklar yanlış hesaplanır. Bu hatanın ortadan kaldırılması için sayfanın tamamının histogramı alınarak birden fazla satırın genişlikleri ortalaması bulundu.

```

noktaBul( sayfa )
{
    Dikey histogramın değeri maksimumdan farklıysa
        sutunBSayac'ını artır
    sutunSayac'ı sıfırdan farklıysa
        sutunBList[]'e yaz
}

```

Şekil 2.12. NoktaBul fonksiyonu kaba kodu

Sayfadan çıkarılan değerler ile satırdan elde edilen değerler kıyaslanarak, satırın tamamı tek sütunlu verilerden oluşsa bile iki sütunluymuş gibi bölütlenmesi sağlandı.

```

boslukBul()
{
    Dikey histogramın değeri maksimuma eşitse
        boslukSutunSayac'ını artır
    boslukSutunSayac'ı sıfırdan farklıysa
        boslukSutunList[]'e yaz
}

```

Şekil 2.13. BoslukBul fonksiyonu kaba kodu

Her satır için kullanılan *boslukBul()* fonksiyonu, sayfanın tamamı için de uygulandı ve ortalama boşluk değerleri tespit edildi. Bu sayede yine tek sütunlu karakterlerde meydana gelen fazla boşluk oluşması problemi en aza indirildi. Elde edilen listelerdeki verilerin en çok tekrar edenleri alınarak değerlendirildi. Her satır için ayrı ayrı karakter genişliği ve boşlukların değerleri tespit edildi. Braille ifadelerinin doğru bir şekilde bölütlenebilmesi için tespit edilen her nokta genişliği ve boşluk genişliğinin hangi

pikselden başladığı da oluşturulan listede tutuldu. Bütün Braille karakterlerinde iki sütunda veri olması durumunda alınan histogramda, sırayla Braille ifadesinin ilk sütunu, sütunlar arası boşluk, ikinci Braille sütunu ve Braille karakterleri arasındaki boşluklar biribiri düzenli bir şekilde takip eder. Sadece tek sütununda veri olan Braille ifadeleri metin içerisinde yer aldığı her bir karakter için üç durum meydana gelebilmektedir.

i. Sol sütunda veri varsa;

(a) Bir sonraki Braille ifadesine kadar, Braille sütunları arasındaki boşluk, sütun genişliği ve karakterler arasındaki boşluk birleşerek tek bir boşluk alanı olarak görülür.

(b) Bölütleme işlemi için, sağ sütunun nerede bitmesi gerektiği tahmini olarak hesaplanmalıdır.

ii. Sağ sütunda veri varsa;

(a) Bir önceki Braille ifadesiyle arasında, Braille karakterleri arasındaki boşluk, sütun genişliği ve sütunlar arasındaki boşluk birleşerek tek bir boşluk alanı olarak görülür. Bölütleme işlemi için, sol sütunun nerede başlaması gerektiği tahmini olarak hesaplanmalıdır.

iii. İki sütunda da veri yoksa;

(a) Kelimeler arasında bırakılan bir Braille karakteri boşluk; Braille karakteri içindeki iki sütun genişliği ve sütunlar arası boşluk, iki tane -karakterin sağında ve solunda bulunan- Braille karakterleri arasındaki boşluk ve tek sütuna sahip olan Braille karakterinden gelen Braille sütunları arasındaki boşluk ve bir adet sütun genişliğinin birleşmesi şeklinde histogramda görülür.

(b) Bölütleme işlemi için, boş bırakılan bu Braille karakterinin nerede başlaması ve bitmesi gerektiği tahmini olarak hesaplanmalıdır.

Bunun için, satırın başladığı ilk nokta değerinden itibaren histogram sonucu elde edilen genişlik değerleriyle olması gereken genişlik değerleri karşılaştırılarak listeler üzerindeki güncelleştirmeler yapıldı. Bu düzenleme aşamaları sırasında kontrol mekanizması olarak da her nokta genişliğinin ve boşlukların genişliklerinin başladıkları piksel değerleri kullanıldı. Bu doğrultuda, bir satır boyunca hep aynı ölçülere göre bölütleme işlemi gerçekleştirildi. Karakterlere ait oktalarda kaymalar meydana gelebildiği için, Braille ifadelerini dıştan dışa çerçevelemek yerine üzerlerinde bölütleme meydana

geldi. Bu hatanın giderilmesi için ise bir kaydırma fonsiyonu geliştirilerek bölütleme çizgilerinin Braille ifadesini içine alacak şekilde düzenlenmesi sağlandı.

```

kaydır()
{
    xList[i] maksimuma eşit olana kadar
        sağ'ı artır
    xList[i] maksimuma eşit olana kadar
        sol'u artır
    sağ büyükse sol'dan
        xList[i]'i sol kadar azalt
    sol büyükse sağ'dan
        xList[i]'i sağ kadar artır
}

```

Şekil 2.14. kaydır fonksiyonu kaba kodu

Kaydır fonksiyonu ile bölütleme sınırı noktanın hangi tarafına daha yakınsa o tarafa kaydırıldı. Eğer her karakterin iki sütununda da veri olmak zorunda olsaydı bu fonksiyondan önce kutu içine alınan alanda iki sütun var mı diye bakılabilirdi ya da iki sütun dilation işlemiyle genişletilerek tek sütun haline getirilebilseydi kutulama sırasında hata en aza indirgenmiş olurdu.

Noktaların boyutları sabit olmadığı için ne kadar genişletme yapılması gerektiği bilinmediğinden ve tek veya iki sütunda veri olabilmesi gibi bir sınırlandırma olmadığı için bu karşılaştırma tercih edildi.

Braille ifadelerinin başlangıç piksellerini tutan xList dizisi ve satırlara ayırma sırasında elde edilen yList dizisi değerleri ile karakterlerin tutulduğu bitmap resim dizisi oluşturulur.

Tablo 2.2. Braille karakteri bölütleme başarı oranı

| | El yazısı | Matbaa |
|--------|-----------|--------|
| ESS | 2 | 2 |
| TeSS | 2 | 52 |
| TBKS | 2023 | 26993 |
| BO (%) | 99.01 | 99.46 |

Tabloda ESS, TeSS, TBK ve BO kısaltmalarının açıklamaları sırasıyla; “Eğitim sayfa sayısı”, “Test sayfa sayısı”, Toplam Braille karakteri sayısı” ve “Başarı oranı”dır. Elde yazılan Braille metinler ile matbaa baskısı olan Braille metinlerin sayfa sayısına göre toplam Braille karakteri ve başarı oranı Tablo 2.2.'de verildi.



Şekil 2.15. Bölütlenmiş Braille metni

2.2.4. Braille Karakterini Çevirme

Tek sütunlu Braille karakterinin çevirisi sırasında oluşabilecek hatalardan birisi sütunun yanlış tarafta kabul edilerek karşılığının bulunmasıdır. Bu hatanın en aza indirilebilmesi için karakterin sütun sayısı belirlenmeli eğer tek sütunlu ise hem sol sütun

yerine hem de sağ sütun yerine konularak karakterin iki farklı çevirisi yapıldı. Hangisinin doğru olduğunun tespiti için ise oluşturulan Türkçe kelime veritabanı ile karşılaştırılma yapıldı. İki duruma da uygun kelime bulunması durumunda, bulunan kelimeler sonuç olarak döndürüldü ve tercihi cümleye göre yorumlamak üzere okuyucuya bırakıldı.

Bölütleme sonrasında elde edilen her bir Braille karakter hücresinin sütun ve satır histogramları alındı. Her histogramdan sonra çağrılan NoktaBul() fonksiyonu ile hücre içerisindeki noktaların genişlikleri ile sütun sayısı ve nokta yükseklikleri ile satır sayısı tespit edildi. Sütun sayısı ve satır sayısı tespiti ile karşılaştırma sırasında kullanılacak döngülerin maliyeti azaltıldı. Noktaların genişliği ve yüksekliği arasında kalan alan piksellerinin %5 oranında gürültü payı bırakılarak veri olup olmadığı kontrol edildi.

İçinde Braille nokta verisine sahip olan hücrelere 1, olmayanlara 0 değeri verilerek her bir ifade için 6 karakterden oluşan stringler oluşturuldu. Bu değerler düzenlenerek veriye sahip olan nokta numarası ile değiştirildi.

Tablo 2.3. Braille ifadesinin kod içindeki karşılığı

| Braille İfadesi | 1. Adım | | 2. Adım | |
|-----------------|---------|--------|---------|-------|
| ⠠ | 101010 | | 1-3-5 | |
| ⠡ | 110011 | | 1-2-5-6 | |
| ⠢ | 001111 | | 3-4-5-6 | |
| ⠣ | 111000 | 000111 | 1-2-3 | 4-5-6 |

Tablo 2.3'te görüldüğü gibi tek sütunlu Braille ifadeleri için iki ihtimal oluşturuldu. Elde edilen son değerler oluşturulan Braille veritabanı ile karşılaştırılır. İki ihtimale göre kelimenin içine yerleştirilir ve kelime içindeki her tek sütunlu Braille karakteri için üretilecek kelime artar.

Noktalama işaretleri, rakam, harf ve hece karşılıkları bulundu. Braille 2 ile yazılan

metinlerde kısaltmaların kullanılmadığı kelimeler Braille 1 sistemi ile yazıldığı için bu sayede öncelikli olarak onların çevirme işlemi yapıldı. Braille karşılığı olmayan ifadeler ve özel işaretler sayısal değerleri ile bırakıldı. Kelime kökü ve kelime parçası karşılıkları harf ve hecelerin başına özel işaretler alması sebebiyle bir sonraki adımda incelendi.

hırsı on_@rı on_arı onl@rı onları iyfc, iyice, cimri_eşirtmişka cimrileştirmiş.
 cimrileştirmişka seha*ç45i5 seha*ç45i, seha*çbi5 seha*çbi, hiçbir, ş6_erini ş6lerini
 ş3_erini şeylerini 45ir45irldeha*y_e 45ir45irldeha*yle 45irbirldeha*y_e
 45irbirldeha*ylebir45irldeha*y_ebir45irldeha*ylebirldeha*y_ebirbirldeha*ylepaylaşm
 az,p@y_@şm@z5p@y_@şm@z,p@y_@şmaz5p@y_@şmaz,p@y_aşm@z5p@y_aşm@
 z,p@y_aşmaz5p@y_aşmaz,p@yl@şm@z5p@yl@şm@z,p@yl@şmaz5p@yl@şmaz,p@
 ylaşm@z5p@ylaşm@z, p@ylaşmaz5 p@ylaşmaz, pay_@şm@z5 pay_@şm@z,
 pay_@şmaz5 pay_@şmaz, pay_aşm@z5 pay_aşm@z, pay_aşmaz5 pay_aşmaz,
 payl@şm@z5payl@şm@z,payl@şmaz5 payl@şmaz, paylaşm@z5 paylaşm@z,
 paylaşmaz5 paylaşmaz, kimseye hediye @_m@z5 @_m@z, @_maz5 @_maz, @lm@z5
 @lm@z,@lmaz5@lmaz, a_m@z5 a_m@z, a_maz5 a_maz, alm@z5 alm@z, almaz5
 almaz, m@sr@f m@sraf masr@f masraf olur korusuy_@ korusuy_a korusuyl@
 korusuyla korkusuy_@ korkusuy_a korkusuy@ korkusuyla ev_erinde evlerinde mis@fir
 misafir @ğır_@maz @ğır_@m@z @ğır_amaz @ğır_am@z @ğırl@maz @ğırl@m@z
 @ğırlamaz @ğırlam@z ağır_@m@z ağır_@maz ağır_am@z ağır_amaz ağırl@maz
 ağırl@m@z ağırlam@z ağırlamaz o_muş_@rka o_muş_arka o_muşl@rka o_muşlarka
 olmuş_@rka olmuş_arka olmuşl@rka olmuşlarka

Şekil 2.16. Şekil 2.15'in noktalama işareti, rakam, harf ve hece çevirisi

Şekil 1.16'da görüldüğü gibi tek sütunlu veriler birden fazla kelime luşmasına sebep olmaktadır. Bir sütuna sahip Braille karakterleri bulunduran kelime için, programın oluşturacağı kelime sayısı (16) formülü ile gösterilebilir.

$$k = 2^h \quad (16)$$

Burada “k”, çevrilen kelime sayısını, “h” kelime içinde bulunan tek sütunlu harf sayısını gösterir.

Bütün kelimeler parçalanarak Ek.2 'de verilen, Braille 2 yazım şartlarına göre incelendi ve düzenlemeler yapıldı. Tek sütunlu Braille karakterlerinden kaynaklanan bir kelime için üretilen sonuçlardan doğru olanın tespit edilmesi gerekir. Kelimede bulunan noktalama işaretleri çıkarılarak, Türkçe veritabanı ile kelimeler karşılaştırıldı. Veritabanı en çok

kullanılan kelimelerin alabileceği eklerle oluşturulan bütün kelimeleri de içermektedir. Bu veritabanında yanlış yazılmış bir kelime veritabanında bulunamayacağı için silinir. Karakterin iki sütuna da yerleştirildiğinde sözcükte mevcut olan birden fazla kelime üretmesi halinde sonuçların hepsi yazdırıldı.

hırsı onları iyice cimrileştirmiş. Hiçbir şeylerini birbirleriyle paylaşmaz, kimseye hediye almaz, masraf olur korkusuyla evlerinde misafir ağırlamaz olmuşlar.

Şekil 2.17. Şekil 2.16'da verilen metnin düzenlenmiş hali

Bu çalışmanın test edildiği metinlerden elde edilen sonuçlar ve başarı oranı Tablo 2.8'de verildi. Karakter çevirisi için bakıldığında %99'un üzerinde başarı elde eden program, kelime çevirisi için %97'nin üzerinde başarıya ulaşmıştır.

Tablo 2.4. Braille'den metne çeviri test sonuçları

| | EY | B – 1 | THK | İHK | HK | KKK | KPK |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SS | 4 | 9 | 13 | 7 | 9 | 10 | 8 |
| BKaS | 1219 | 3502 | 5654 | 3428 | 3668 | 4305 | 3998 |
| Doğru | 1207 | 3480 | 5615 | 3405 | 3643 | 4277 | 3980 |
| Yanlış | 12 | 22 | 39 | 23 | 25 | 28 | 18 |
| BO (%) | 99.01 | 99.37 | 99.31 | 99.32 | 99.32 | 99.34 | 99.54 |
| BKeS | 152 | 432 | 718 | 462 | 487 | 821 | 627 |
| Doğru | 142 | 415 | 707 | 453 | 480 | 806 | 622 |
| Yanlış | 10 | 17 | 11 | 9 | 7 | 15 | 5 |
| BO (%) | 93.42 | 96.06 | 98.46 | 98.05 | 98.56 | 98.17 | 99.20 |

Tablodaki kısaltmalar, “EY”; “El Yazısı”, “B – 1”; “Braille-1” “THK”; “Tek Harf Kısaltmaları”, “İHK”; “İki Harf Kısaltmaları”, “HK”; “Hece Kısaltmaları”, “KKK”; “Kelime Kökü Kısaltmaları”, “KPK”; “Kelime Parçası Kısaltmaları”, “SS”; “Sayfa Sayısı”, “BKaS”; “Braille Karakter Sayısı”, “BKeS” ; “Braille Kelime Sayısı” ve “BO”; “Başarı Oranı”dır.

İnternette alınıp test için kullanılan 3 tanesi bilgisayar ortamında, 1 tanesi elde

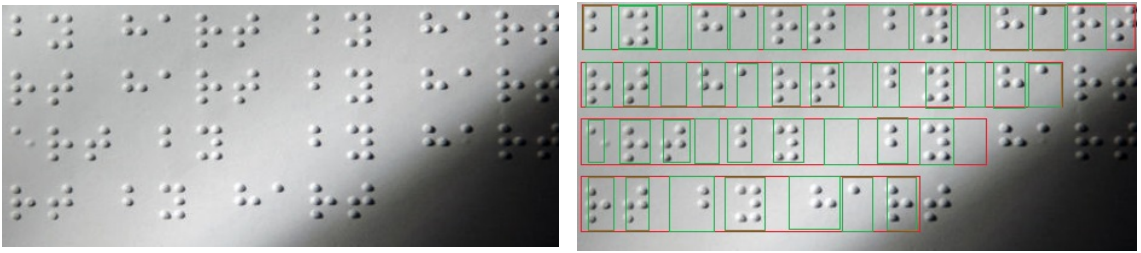
yazılan 4 Braille yazının başarı oran tablosu da aşağıdaki gibidir.

Tablo.2.5. İnternet kaynaklı Braille yazı başarı oranı

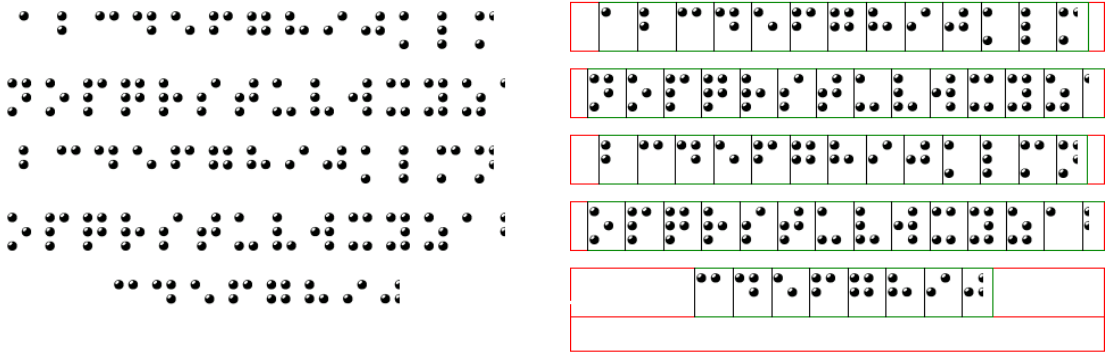
| | Bilgisayar Ortamında | El Yazısı |
|---------|----------------------|-----------|
| KBBO(%) | 99 | 74.54 |
| KÇBO(%) | 99 | 70.00 |

Tabloda verilen “KBBO”; “Karakter Bölütleme Başarı Oranı” ve “KÇBO”; “Karakter Çeviri Başarı Oranı”dır.

İnternette elde edilen bu veriler, Türkçe veri internette bulunamadığı için İngilizce Braille metinlerdir. Bu çalışma Türkçe Braille kısaltmalarına göre düzenlendiği için en son aşamada sadece tek harfli verilerin Türkçe karşılığını vermektedir. Diğer kelimeler veritabanıyla karşılaştırma sırasında elenirler. Veritabanıyla karşılaştırılmadan önceki aşamada karakter bölütleme ve karakterlerin Türkçe Braille sistemine göre çevrilmiş hali kontrol edildiğinde tablodaki sonuçlar elde edilir. Elde yazılan metnin fotoğrafı çekilerek elde edilmesi ve iki farklı ışık vurması sebebiyle eşikleme kısmında görüntünün bir kısmı kaybolduğu için başarı oranı düşmüştür. İnternette bulunan verilerle karşılaştırılma yapıldığında aşağıdaki örnek sonuçlar elde edildi.



Şekil 2.18 İnternette alınan el yazısı görüntü ve bölütlenmesi



Şekil 2.19. İnternette alınmış bilgisayar çıktısı ve bölütlenmesi

2.3. Metinden Braille Yazı Sistemine Dönüştürme

Ülkemizde, Milli kütüphanelerde, bazı üniversitelerin arşivinde ve Rehberlik Araştırma Merkezlerinde Braille ile yazılmış dokümanlar bulunmaktadır. Buna rağmen, dünya genelinde yayınlanmış olan kitap ve dergilerin sadece %5'i Braille , ses kaydı veya büyük puntolu yazılarak görme engellilerin kullanımına sunulmuştur [39].

Hiç görmeyen görme engellilerin kitaplardan daha fazla faydalanabilmesi için ya Braille ile basılarak okumaları sağlanmalı ya da seslendirilerek dinlemeleri sağlanmalıdır.

Bu çalışmanın ikinci kısmı olan, Latin alfabesiyle yazılmış Türkçe metinlerin Braille'e dönüştürülmesi, görme engellilerin okuyamadıkları metinleri okuyabilmeleri için geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda daha önce anlatılan, kelimelerin morfolojik incelenmesinden faydalanılmıştır. Genel bilgiler bölümünde anlatılan bilgilerin nasıl kullanıldığı aşağıdaki bölümlerde detaylandırılmıştır.

2.3.1. Kelime Analizi ve Morfolojik İnceleme

Çevrilecek olan metin string olarak alınır. Çeviri yapılabilmesi için önce kelimelere ardından kelime parçalarına ayrılması gerekir. Kelimeler arasındaki boşluklara göre parçalanmış metinde elde edilen kelimeler belirli bir sıraya göre kontrol edilir. Bütün kelimelerin parçalara ayrılarak incelenmesi programın zaman maliyetini artırır. Geliştirilen

algoritma düzeninde tek başına kullanılabilen harf, hece ve noktalama işaretlerinin çevirisi yapılarak ekleri belirlenmek üzere parçalara ayrılacak kelimeler sonraki adıma bırakılır. Ardından diğer kelimelerin parçalanarak Braille 2 yazı sistemi kuralları çerçevesinde çeviri işlemi gerçekleştirilir. Buradaki amaç, oluşturulan algoritmanın maliyetini azaltarak daha az kontrol gerçekleştirmektir.

Kelimenin morfolojik incelenmesinde sabit değerli nGram yapılarının kullanılması dezavantajlı bir yöntemdir. Ek.2'de verildiği gibi Braille 2 ekler listesinde “-dikleri” gibi uzun kelime parçası kısaltması mevcuttur. Bu açıdan ele alındığında kelimelerin eşit sayıda harf içeren hecelere ayrılması Braille yazı sistemi için kıyaslandığında yetersiz kalmaktadır. Bunun için nGram mantığının temeli olan, kelimedeki harflerin tek tek eklenerek oluşturulan kelime grubunun incelenmesi gerekir.

Kelime sol ve sağ olarak iki parçaya ayrılır. Kelimenin kendisi ilk adımda sol grubu oluştururken ikinci adımda kelimenin en sağındaki harf sağ gruba kaydırılır. Kelimenin sonunda kalan her harf için sırayla sağ gruba aktarılma işlemi gerçekleştirilir. Kalan kelime parçası ise sol grubu oluşturur. Her adımda sağ ve sol gruplar Braille veritabanıyla karşılaştırılarak o grubu temsil eden bir Braille ifadesi var mı diye kontrol edilir. “İnceledikleri” kelimesi örnek olarak analiz edilirse Tablo 2.6'da görülen adımlar uygulanır.

Tablo 2.6. “inceledikleri” kelimesinin analizi

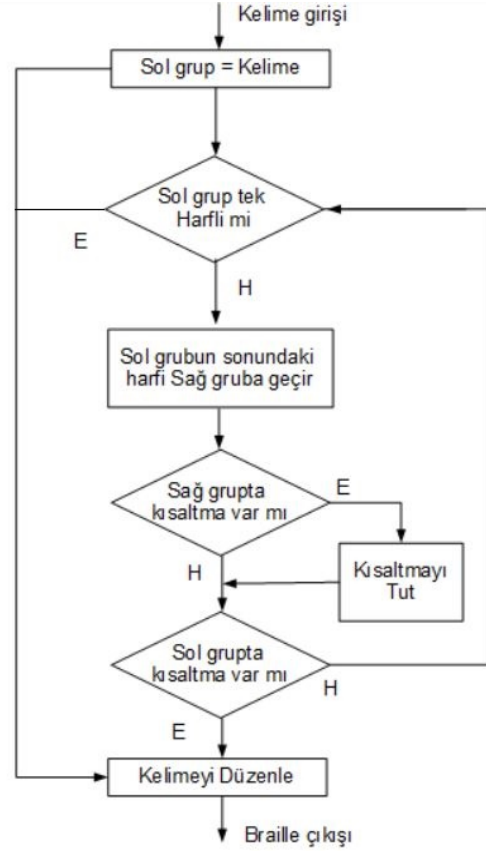
| | Sol Grup | Sağ Grup | Bulunan Ekler |
|---------|---------------|----------|---------------|
| 1. Adım | inceledikleri | - | |
| 2. Adım | inceledikler | i | - |
| 3. Adım | inceledikle | ri | - |
| 4. Adım | inceledikl | eri | - |
| 5. Adım | inceledik | leri | leri |
| 6. Adım | inceledi | kleri | - |
| 7. Adım | inceled | ikleri | - |
| 8. Adım | incele | dikleri | dikleri |

8. adım sonunda “incele” kelime kökü kısaltması ile karşılaştığı için iterasyon durdurulur. Braille kelime parçası kısaltması tablosunda,

“-leri” ve “-dikleri” eklerini temsil eden iki farklı Braille ifadesi bulunur. Braille kurallarına göre kelime içerisinde “-leri” ekini kapsayan “-dikleri” veya bunun gibi bir eki kapsayan başka bir ek geçiyorsa, -dik ve -leri olarak ayrılarak yazılamaz, daha kapsamlı olanın yazılması gerekir. Bu kural gereği, “inceledikleri” kelimesi için 5. adımda bulunan ilk ek geçici olarak elde tutulur ve kelime sol grupta bulunan kelime parçasından harf aktarılarak analize devam edilir. Bu uygulamanın akış diyagramı ise Şekil 2.20de görüldüğü gibidir.

Braille 2 yazı sisteminde, ekleri temsil eden kısaltmalarla beraber çok kullanılan kelime köklerinin de kısaltması bulunur. Sağ grup kısaltma veritabanıyla karşılaştırılırken sol grup da kelime kökü veri tabanıyla karşılaştırır.

Diğer bir Braille 2 kuralı, kelimelerin yazılabilecek olan en kısa karakter sayısı ile yazılmasıdır. Kelime kökünün karşılığı olan bir kısaltma bulunursa mutlaka onunla yazılır. Tablo 2.6'da 8. adımda sol grupta bulunan “incele” kelime kökünü temsil eden kısaltma veritabanında bulunacağı için analiz işlemi bu kural gereği durdurulur. Eğer son harfe kadar sol grubu temsil eden bir kısaltma bulunamazsa, son harften itibaren kelime kökü kısaltma karşılığı bulunamayan harflerin, yardımcı seslerin, ek tablosunda karşılığı bulunamayan eklerdeki harflerin tek tek Braille karşılığı çeviri olarak, Braille 1 yazı sisteminde olduğu gibi yazılır. Kısaltma bulunmuşsa kısaltmaların karşılıkları da yerlerine yazılır.



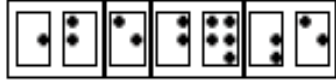
Şekil 2.20. Kelimenin incelenmesi akış diyagramı

Tablo 2.7. Kelime parçası kısaltması

| Kelime Parçası Kısaltması | Numaralandırılması |
|--|--------------------|
| -ları, -leri | 5-6,1-5 |
| -dıkları, -dikleri, -dukları, -dükleri | 5-6,1-4-5 |
| -tıkları, -tikleri, -tukları, -tükleri | 4-5,1-4-5 |

Kelime parçası kısaltmalarında Tablo 2.7'de örnek olarak verilenler gibi birden fazla eki temsil eden birçok kısaltma vardır. Çevirisi Tablo 2.8'de örnek olarak verilen “bilecekleri” kelimesinin Braille karşılığı incelendiğinde, “-cek” eki için kullanılan kelime parçasının “-cak” eki için de kullanıldığı, “-leri” eki için kullanılan Braille kelime parçasının “-ları” eki için de kullanıldığı görülür. Bu durumda çeviri için Tablo 2.9'daki durumlarla karşılaşılabılır.

Tablo 2.8. “bilecekleri” kelimesinin yazılışı

| Braille Yazılışı | Okunuşu | Braille Eklere Ayrılması |
|---|-------------|--------------------------|
|  | bilecekleri | bil – e – cek – leri |

Tablo 2.9. “bilecekleri” kelimesinin çeviri şekilleri

| İhtimaller | Çeviri Şekilleri |
|------------|----------------------|
| 1. | bil – e – cek – leri |
| 2. | bil – e – cak – leri |
| 3. | bil – e – cek – ları |
| 4. | bil – e – cak – ları |

Bu karışıklığın doğru bir şekilde sonlandırılabilmesi için; kelime parçası kısaltmalarından önceki hecede bulunan sesli harfe göre, küçük ünlü uyumu ve büyük ünlü uyumu incelenerek gelecek ek şekillendirilir.

Sesli harfle biten kelime köklerine “-yor” eki geldiğinde daralma meydana gelir. “Başla” kelimesi buna örnek olarak verilirse “başlıyor” olarak kelime kökündeki “-a” harfi daralarak “-ı” harfine dönüşür. Başla kelimesi tek bir Braille karakteri ile gösteriebildiği için Braille 2 yazımında değişiklik yapılmaz. “Başla-yor” şeklinde Braille olarak ifade edilir. Okunuşunun çevirisinde düzenleme yapılması gerekir. Sadece kısaltma olarak kullanılan 14 kelimedede benzer bir düzenleme gerektiği için kodun içinde belirlenen kelimelere bu değişiklik uygulanır.

“p, ç, t, k” ile biten kısaltmalarda ise, sesli harf gelme durumunda “b, c, d, g” harflerine yumuşama olur. “Toprak” kelimesi örnek olarak incelendiğinde, “Toprağı” kelimesinin yazılabilmesi için; toprak kelimesinin kısaltması olan “tp” yazılır yanına ek olarak gelen harf eklenir. “tpı”nın “toprakı” okunuşu ile yazılan Braille karakterlerinin çevirisinde düzenleme yapılması gerekir. Sadece kısaltma olarak kullanılan 12 kelimedede bu düzenleme yapılması gerektiği için kod içinde kelimeler belirlenerek gelebilecek harf durumuna göre düzenleme yapılır.

2.3.2. Metne Çeviri

Harfler, kısaltmalar ve Braille 2 yazı sistemine ait bütün özel işaretler, 6 nokta ile numaralandırılmış haline, daha sonra ikilik tabandaki 1 ve 0 haline çevrilir. Matlab programında oluşturulan dll dosyası eklenerek sayısal veriye çevrilen kelimelerin görüntüye dönüştürülmesi sağlanır.

```
function [] = braille(M)

N = zeros(714,636); %Görüntü matrisi

D = [0 0 0 0 0 0;
      0 0 1 1 0 0;
      0 1 1 1 1 0;
      0 1 1 1 1 0;
      0 0 1 1 0 0;
      0 0 0 0 0 0]; %Nokta matrisi

l = size(M,1); %Kelime sayısı
k=1;
%İlk ifadenin nerden başlayacağı belirlendi, değerler atandı.

while f1 < 714
    while d2 < 636 %Genişlik ve yükseklik boyunca
        if k < l+1 %Son Braille ifadesine kadar

            %Her Braille ifadesinin noktası 1 ve 0 olarak alındı.
            %Gelen değerlere göre Nokta matrisi "D" yazdırıldı.
            %İfade tamamlanınca, sonraki karaktere geçildi.
            k = k+1;
        end

        if mod(k,40) == 0 % Bir satırdaki 40 karakter tamamlandığında
            % gelecek olan ifade boşluktan farklıysa, kelime yarıda kalmışsa
            % son harf yerine tire işareti anlamına gelen 3-6 Braille noktası
            % yazdırılarak alt satıra geçildi. Üst satırda silinen son harf alt
            % satıra yazdırılarak devam edildi.
        end

        imwrite(imcomplement(N),'brailleCeviri.jpg'); % Görüntü kaydedilir.

    end
end
```

Şekil 2.21. dll dosyasına dönüştürülen MATLAB braille fonksiyonunun kaba kodu

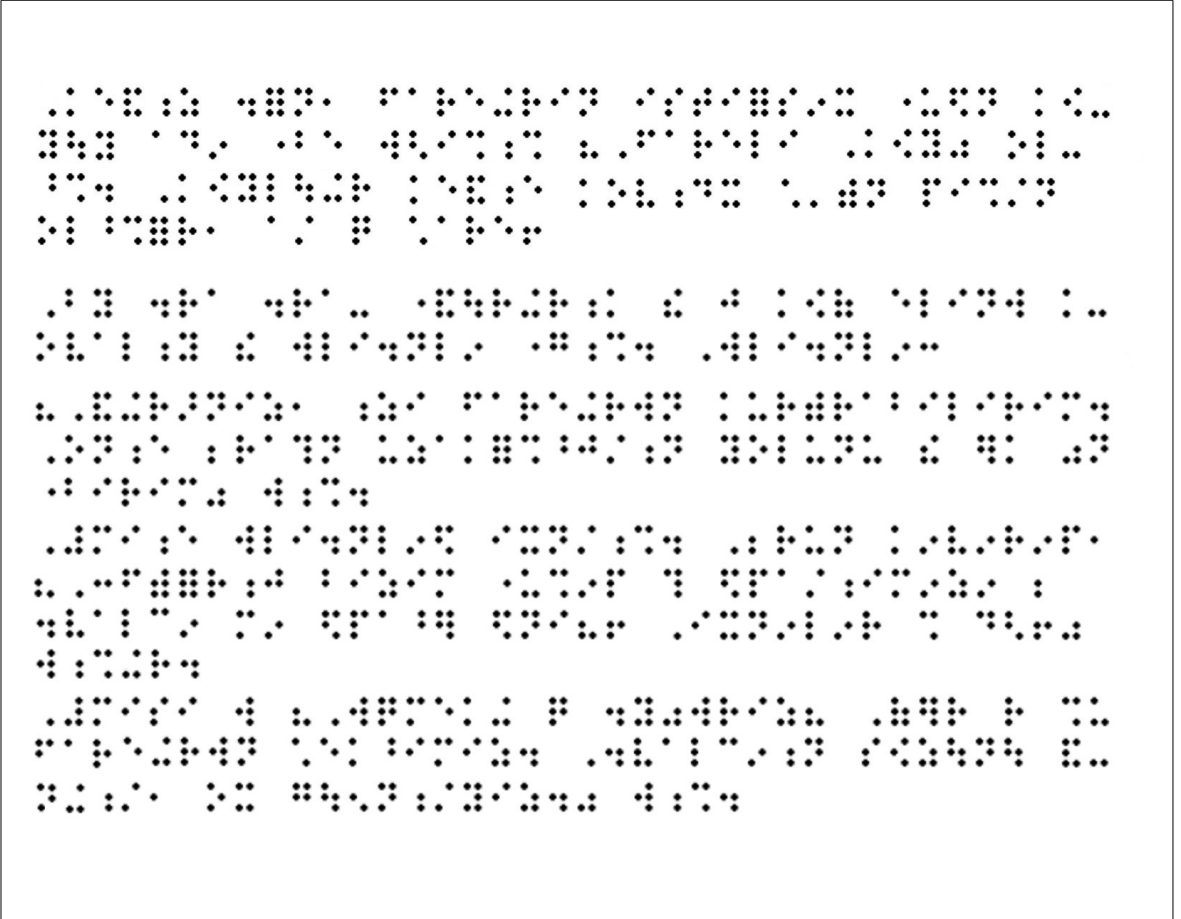
Kedisiz kalan, farelerin istilasına uğrayan köyün adı bile değişmiş "Fareli Köy" olmuş. Köylüler kedileri kovduklarına çoktan pişman olmuşlar, ama ne çare!

Böyle kara kara düşünürlerken bir gün köye elinde kovalıyla bir delikanlı gelmiş. Delikanlı:

"Dilerseniz, sizi farelerden kurtarabilirim. Onları buradan uzaklaştırmanın yolunu bir tek ben bilirim" demiş.

Kimileri delikanlıya inanmamış. Burun kıvrıp, "Haftalardır bizim uğraşp da yapamadığımızı bu kavalcı mı yapacak yani?! İnanılır şey değil!" demişler. Kimisi de "Denemekle ne kaybederiz? Yeter artık şu farelerden çektiğimiz. Kavalcının sözünü dinlemeli, ona güvenmeliyiz." demiş.

Şekil 2.22. Latin alfabesi ile yazılan metin



Şekil 2.23. Şekil 2.22'de verilen metnin Braille 2 ile yazılışı

Metinden Braille çeviri testi için kullanılan veriler ve başarı oranı tablo ile gösterildiğinde Tablo 2.10. elde edildi.

Tablo 2.10. Metinden Braille yazı sistemine test verileri başarı oranı

| Toplam Braille Kelime Sayısı | Doğru Çeviri | Yanlış Çeviri | Başarı Oranı (%) |
|------------------------------|--------------|---------------|------------------|
| 1309 | 1307 | 2 | 99.84 |

3. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Braille 1 ve Braille 2 yazı sistemi ile yazılan metinlerin Latin alfabesiyle yazılmış metilere dönüştürülme işlemi ve Latin alfabesiyle yazılmış metinlerin Braille 2 yazı sistemi ile yazılmış hale dönüştürülme işlemi yapılmaya çalışıldı.

Üzerinde çeşitli şekil ve yazıların bulunduğu metinlerde okuma yapılabilmesi amaçlansa da görüntüler, beyaz kağıt üzerinde, gürültüsü minimum olan yazılar taratılarak elde edildi.

Görme engelli çocuklar için basılan çeşitli hikaye kitapları çeviri işlemi için test edildi. Her boyuttaki Braille metin çevirisi için tasarlanmaya çalışılan bu çalışmada çeşitli boyutlardaki metinler kullanıldı. Metin içindeki boşluk karakterleri de dahil olmak üzere çoğunluğu en fazla 600 karaktere sahip olabilen metinler üzerinde test yapıldı. Boşluklar çıkarıldığında bir sayfada en fazla olabilecek Braille karakteri 480 ile 500 arasında değişmektedir. Kelime bazında bakıldığında her sayfada ortalama 50 - 60 kelime bulunmaktadır. Toplamda test için 58 sayfa Braille yazısı kullanıldı. Bu sayfaların 4'ü elde yazılan metinler, 54 tanesi ise matbaa baskısı olan metinlerdir. Bunun yanında sayfa niteliği taşımayan internetten bulunan İngilizce yazı parçaları da bölütleme için test olarak kullanıldı. Bu çalışmanın ikinci kısmı olan metinden Braille'e dönüşüm sırasında elde edilen Braille yazılar da test için kullanıldı. Program sonucunda elde edilen veri, kelime olarak görülmesine rağmen, Braille karakteri ve kelime çeviri başarısı olarak ayrı ayrı değerlendirildi. Kelimeye ait olan bir karakter yanlış çevrildiğinde, doğru çevrilen karakterler de yanlışmış gibi yorumlanabileceği için böyle bir değerlendirme yapıldı. Bu değerlendirme sistemine alınan metinlerde Braille 1 yazı sistemine uygun metinlerle birlikte, Braille 2 yazı sistemi içerisindeki hece kısaltmaları, tek harfli kısaltmalar, iki harfli kısaltmalar, kelime kökü kısaltmaları ve kelime parçası kısaltmaları olmak üzere bütün kısaltma tiplerindeki veriler kullanıldı.

Bu çalışmada eğitim, gerçek Braille metninin taratılması sonucu elde edilen görüntüleri üzerinden yapılarak, hem bu yazıların hem de bilgisayar ortamında oluşturulan yazıların çevrilmesinde başarılı sonuç üretmesi sağlandı.

El yazıları Braille 2 yazı sistemi ile yazılmış olup, matbaa baskıları toplamda 6 hikaye kitabından oluşur. Tablo 2.4'te verilen her kısaltma tipi için ayrı kitap kullanılsa da

sırasıyla her kısaltma bir öncekini de kapsamaktadır. Yani, İki harf kısaltması ile yazılan bir kitap Braille – 1, harf harf çeviriyi, ve tek harf kısaltmasını kapsarken, kelime parçası kısaltmasının olduğu kitapta bütün kısaltma yapıları kullanılmıştır.

Tablo 2.4'e bakıldığında yapılan çalışmada, Braille karakter çevirisi olarak daha büyük başarı elde edildiği görülmektedir. Kelime çevirisinde başarı oranının daha düşük olmasının sebebi, kelime içindeki bir harfin yanlış çevrilmesi durumunda Türkçe kelime veritabanı eşleştirmesinde kelime bulunamayacağı için sonuç üretememesidir. Bununla beraber, Braille karakterinin yanlış bir harfe çevrilmesi durumunda, veritabanından o harfin çevirisine uygun bir kelimenin dönmüş olması da yanlış çeviri olarak değerlendirilir. Bu da başarı oranını düşürmektedir. Yanlış çeviri yapılmasındaki diğer bir sebep, boşluk karakterinden sonra gelen tek sütunlu verilerdir. Her satır için farklı genişlikler hesaplanırsa da, satır boyunca yapılacak bölütleme için hesaplanan tek genişlik kullanılır. Kutuların genişletilmesi ve kaydırılması sonraki adımda yapılır. Tek sütunlu Braille karakteri ilk bölütleme sırasında kutunun orta alanına denk gelmiş ise devamında gelen karakter kutularında, iki ayrı karakterin sütunlarını beraber gruplandırabilmektedir. Bu da satırda kalan metnin yanlış çevrilmesine sebep olur.

İnternette alınan fotoğraf ve bilgisayar çıktısı için bölütleme ve bölütlenen karakterlerin çeviri başarısına bakıldığında da yüksek bir sonucun elde edildiği görülür. Test edilen 3 sayfa bilgisayar yazılarının bölütleme için %100 doğru sonuç ürettiği görülmüştür. Görüntünün yarım olduğu kısımlarda bozulmalar sebebiyle %98 çeviri başarısı sağlanmıştır. Bulunan metinler İngilizce olduğu için Türkçe Braille sistemine göre doğru çeviri yapsa da İngilizce olarak bakıldığında doğru sonuç üretmemektedir. Veritabanıyla kontrol kısmında, kelimelerin anlamlı sonuçlarına ulaşamadığı için kelimesel olarak çeviri yapamamaktadır.

Braille'den metne dönüştürme uygulaması daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında Braille yazının dijital ortama aktarılmasında, kabartmaların görüntüsü yerine, yerlerinin koordinatsal olarak belirlenmesini sağlayan ve bunun için ultrasonic tarama yapan Gomez ve arkadaşları [10] her ortamdaki yazının okunabilmesi için daha başarılı sonuç elde etmiştir. Açısal farkla alınan görüntülerle yapılan çalışmalarla [7, 8] kıyaslandığında ise bu çalışma, sadece üstten ve dik olarak görüntünün alınması ile her çeşit verinin alınmasında yetersiz kalmaktadır. Tek tarafı yazılı metinler için hazırlanan bu çalışmanın, çift taraflı kabartma yapılan metinlerin bölütlenmesi için yapılan diğer

çalışmalarda [7, 8, 16] olduğu gibi düzenlenmesi gerekmektedir. Bu çalışma, sabit ölçüler belirleyerek bölütleme yapması açısından diğer çalışmalarla [19, 24] karşılaştırıldığında, her puntodaki yazının çevrilmesi için tasarlanmış ve Türkçe Braille sistemi ile çalışan Ay'ın [24] çalışmasından farklı olarak Braille 2 yazı sistemi için geliştirilmiş ve daha doğru sonuçlar üretmesi sağlanmıştır.

Bu çalışma ortalama başarı olarak değerlendirildiğinde Braille karakter çevirisi için %99.32 oranında, kelime düzeyinde incelendiğinde %97.41 oranında başarılı sonuç üretir.

Latin alfabesinden Braille yazı sistemine dönüştürme kısmı ise, Braille 1 ve Braille 2 yazı sistemi için çeviri yapıldı. Türkçe sondan eklemeli bir dil olduğu için Latin alfabesinden Braille alfabesine çevrilmesi sırasında kelimeler son harften başlanarak parçalandı ve ilk olarak eklerin ve kısaltma olarak kullanılan kelime parçalarının tespiti yapıldı. Eklerin bulunmasının ardından kelime kökü belirlendi. Kısaltma olarak ifade edilemeyen kelime parçaları ise harf harf veritabanıyla karşılaştırılarak Braille-2 yazı sistemi kurallarına uygun olan çeviri işlemi gerçekleştirildi.

Latin alfabesinden Braille – 2 yazı sistemine çeviri yapılırken TextBox'a girilen metin üzerinden test yapıldı. Braille'den Latin alfabesine çevrilirken kullanılan metinlerin birkaçının okunuşları test için kullanıldı. Kelimelerin doğruluğu başarı oranı olarak hesaplandı ve Tablo 2.9'da gösterildi.

Latin alfabesinden Braille yazı sistemine çeviride, internette ulaşılabilen Braille 1 çeviri uygulamalarından farklı olarak Braille 2 yazı sistemi için başarı elde edildi. Uygulamada bütün kurallar içerisinde italik ve vurgulu yazım için düzenleme yapılmadığından dolayı çevirisi sırasında doğru karşılığını yazmasına rağmen sadece vurgulu yazılan metinler için, diğer Türkçe Braille çeviri çalışmasından [6] farklı olarak vurgu işareti döndürmez.

Latin alfabesinden Braille 2 yazı sistemine kelime çeviri başarı oranı %99.84 olur.

Hazırlanan programın arayüzü ve değerlendirme sırasında kullanılan görüntülerden ve metinlerden bazıları Ekler bölümünde verildi.

Bu tez çalışması ile ilgili bir tane bildiri yayınlandı. 2015 yılı, 23. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı'nda, İnönü Üniversitesi'nde sunuldu. IEEE Xplore dijital kütüphanesinde yayınlandı ve SİU2015 bildiriler kitabında basıldı.

4. ÖNERİLER

Bu çalışmada Braille yazılar taranarak dijital ortama aktarıldı. Tarama sırasında ışığın meydana getirdiği gölgelerden faydalanılarak kabartıların görüntüsünün alınması sağlandı. Gölgeler tam bir daire şeklini almadığı için ve gürültü meydana geldiği için hatalar oluştu. Bu hataların giderilmesi için görüntünün alınma yöntemi, kabartma alanlarının belirlenmesini sağlayan bir düzenekle değiştirilebilir.

Görüntü bölütleme için yapılan ön işlemlerde; genişletme, noktaların birbirlerine değdiklerinde duracakları şekilde düzenlenebilir.

Tek taraflı yazılan Braille metinler üzerine yapılan çalışmada da, çift taraflı sayfalardaki metinlerin birbirinden ayrılmasını sağlayan ve sayfanın iki tarafındaki görüntüyü ayrı ayrı bölütleyebilen bir sistem geliştirilebilir.

Braille yazı sistemine çevrilen kelimelerin doğruluğu Türkçe veritabanıyla karşılaştırılarak tespit edildi. Doğru olma ihtimali olan kelimelerin hepsi yazılarak çeviri yapıldı. Hangi kelimenin olabileceği kullanıcının yorumuna bırakıldı. Programa eklenecek olan yeni bir sistemle kelime yorumlama geliştirilebilir ve kullanıcının seçmesi yerine cümle içerisindeki kelimelerle en uyumlu olanın seçilmesi sağlanabilir.

Latin alfabesine çevrilen metnin seslendirilmesini sağlayan bir uygulama ile de bu çalışma daha kapsamlı bir hale getirilebilir.

Latin alfabesinden Braille sisteme çevirme uygulaması, metnin program alanındaki text kutusuna yazılarak işlenmesi ile gerçekleştirildi. Yazma seçeneğinin yanında metnin, görüntü olarak alınması ve görüntü işleme ile metnin yorumlanması sağlanabilir.

Elde edilen çeviri metni yanlış kelimelerin kaldırılması için veritabanıyla karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırma sırasında kelime bulunamazsa sonucu çıktı olarak verilmemektedir. Doğal dil işleme bölümünde bahsedilen imla düzeltme yöntemleri kullanılarak sözlük veritabanı düzenlenebilir ve kelimelerin olabilecek ihtimallerle beraber yazılması sağlanabilir.

5. KAYNAKÇA

1. Dünya Engellilik Raporu, Dünya Sağlık Örgütü, T.C. Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı, 2011.
2. Balcı S., Osmanlı Devleti'nde Engelliler ve Engelli Eğitimi Sağır Dilsiz ve Körler Mektebi, 1.Baskı, Libra, İstanbul, 2013.
3. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Görme Engellilere Okuma Yazma Öğretim Kılavuzu, 2013.
4. Komisyon, Özel Eğitim Okulları için Braille Kabartma Yazı Kılavuzu Öğretmen – Öğrenci El Kitabı, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, İstanbul, 1991.
5. Levesque V., Pasquero J., ve Hayward V., Braille Display by Lateral Skin Deformation with the STReSS2 Tactile Transducer, Second Joint EuroHaptics Conference and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems (WHC'07), 2007, Tsukuba, 115 – 120.
6. Nabiye V., Türkçe Braille Kodlamasının Bilgisayarlı Tanınması, IEEE 14th Signal Processing and Communications Applications, Nisan 2006, Antalya, 1-4.
7. Mennens J., Van Tichelen L., Francois G., ve Engelen J., Optical Recognition of Braille Writing, Document Analysis and Recognition, 1993., Proceedings of the Second International Conference on, (1993) 428-431.
8. Mennens J., Van Tichelen L., Francois G., ve Engelen J., Optical Recognition of Braille Writing Using Standard Equipment, IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering, 1994, 207-212.
9. Ng C.M., Ng V. ve Lau Y., Regular Feature Extraction for Recognition of Braille, ICCIMA Proceedings. Third International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications, New Delhi, 1999, 302-306.
10. Gomez T. E., Montero de Espinosa F. ve Pozas A. P., Air-coupled ultrasonic scanner for Braille, IEEE Ultrasonics Symposium, Atlanta, 2001, 591-594.
11. Dasgupta T. ve Basu A., A Speech Enabled Indian Language Text to Braille Transliteration System, International Conference on Information and Communication Technologies and Development (ICTD), Nisan 2009, Doha, 201-211.
12. Yin J., Wang L. ve Li J., Fifth International Conference on Frontier of Computer Science and Technology Changchun, 2010, 619-624.
13. Al-Salman A., El-Zaart A., Al-Suhaibani Y., Al-Hokail K. ve Al-Qabbany A., An Efficient Braille Cells Recognition, 6th International Conference on Wireless

- Communications Networking and Mobile Computing (WiCOM), Chengdu, 2010, 1-4
14. Yan J. ve Zhang D., Optical Braille Recognition with Haar Wavelet Features and Support-Vector Machine, International Conference on Computer, Mechatronics, Control and Electronic Engineering (CMCE), 2010, 64-67
 15. Abualkishik A. ve Omar K., K., Quran Vibrations in Braille, International Conference on Electrical Engineering and Informatics, Selangor, 2009, 12-17.
 16. Abualkishik A., Omar K. ve Odiebat G., t G., QEFMS model and Algorithm for translating Quran reciting rules into Braille code, Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, (2015) 238-247.
 17. Nian-feng L. ve Li-rong W., A kind of Braille paper-automatic marking system, International Conference on Mechatronic Science, Electric Engineering and Computer (MEC), Jilin, 2011, 664-667.
 18. Fischer-Baum S., Englebretson R. Orthographic units in the absence of visual processing: Evidence from sublexical structure in braille, Cognition, 153, (2016) 161-174.
 19. Nabiyev V. ve Akgül Ö. Türkçe Metin-Braille-2 ve Braille-2-Türkçe Metin Çevirisi, IEEE 18. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı, Diyarbakır, 2010, 856-859.
 20. Ay S., Görme Engelliler için Yeni Bir Arayüz Tasarımı, Yüksek Lisans, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2009.
 21. Jenkins ve White, Fundamentals of optics, Page.152, Third edition, 1957.
 22. Fitzgibbon A. W., Simultaneous Linear Estimation of Multiple View Geometry and Lens Distortion, IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (2001) 125-132, www.researchgate.net/publication/3940560, 15.04.2016.
 23. Gribbon K., Johnston C., ve Bailey D., A Real-time FPGA Implementation of a Barrel Distortion Correction Algorithm with Bilinear Interpolation, Image and Vision Computing NZ, 408-413, 2003.
 24. Sonka M., Hlavac V. ve Boyle R., Image Processing Analysis and Machine Vision, 3rd Ed., Thomson, 2008.
 25. Matalas L., Benjamin R. ve Kitney R., An edge detection technique using the facet model and parameterized relaxation labeling, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, (1997) 328-341.
 26. www.aforgenet.com, Aforge.Net Framework, 17.04.2015

27. Pizer S., Amburn E., Austin J., Cromartie R., Geselowitz A., Greer T., Romeny B. H., Zimmerman J.B. ve Zuiderveld K., Adaptive Histogram Equalization and Its Variations, Computer Vision, Graphics and Image Processing 39 (1987) 355-368.
28. Zhu Y. ve Huang C., An Adaptive Histogram Equalization Algorithm on the Image Gray Level Mapping, 2012 International Conference on Solid State Devices and Materials Science, Physics Procedia 25 (2012) 601 – 608.
29. Kır B., Öz C. ve Gülbağ A., Yapay Sinir Ağlarında Negative Correlation Learning Metodunu Kullanarak Optik Karakter Tanıma, Elektrik Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, Fırat Üniversitesi, 2011, 105-109.
30. Otsu N., A Threshold Selection Method From Gray-Level Histograms, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 9,1 (1979) 62-66.
31. homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/adpthrsh.htm, Adaptive Thresholding, 1.04.2015
32. tr.wikipedia.org/wiki/Doğal_dil_işleme, Doğal Dil İşleme, 15.04.2016
33. Nabiyev V. V., Yapay Zeka İnsan Bilgisayar Etkileşimi, 3. Baskı, 2010.
34. Delibaş A., Doğal Dil İşleme İle Türkçe Yazım Hatalarının Denetlenmesi, Yüksek Lisans, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2008.
35. Aksan D., Türkiye Türkçesi'nin Dünü Bugünü Yarını, 5. Baskı, Bilgi, Ankara, 2007.
36. Demircan Ö., Türkiye Türkçesinde Kök-Ek Bileşmeleri, 2. Baskı, Papatya Yayıncılık, İstanbul, 2005.
37. Nabiyev V.V., Yapay Zeka İnsan Bilgisayar Etkileşimi, 3.Baskı, Seçkin Yayınevi, Ankara, 2010.
38. Korkmaz Z., Türkiye Türkçesi Grameri Şekil Bilgisi, 3. Baskı, Türk Dil Kurumu Yayınları, Ankara, 2009.
39. libereurope.eu/blog/2013/07/11/liber-welcomes-landmark-wipo-treaty-for-visually-impaired/, Liber, Braille yayın oranı, 9.02.2016
40. Enç M., Çağlar D. ve Özsoy Y., Özel Eğitime Giriş, 2. Baskı, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Yayınları, 156, Ankara, 1987.
41. T.C. Resmi Gazete, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Özel Eğitim Hizmetleri Yönetmeliği 573 sayılı Özel Eğitim Hakkında Kanun Hükmünde Kararname, (23001), 6.6.1997
42. Sucuoğlu B. ve Kaygın T., İlköğretimde Kaynaştırma Uygulamaları Yaklaşımlar Yöntemler Teknikler.

43. Ordu Rehberlik Araştırma Merkezi, Gündüz Barutçu.
44. T.C. Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı Özürlüler İçin Üлке Raporu 1995-2000.

6. EKLER

EK.1. GÖRME ENGELLİLER

Bir kişiye görme engelli diyebilmek için Snellen görme testi yapılır. Bu test çeşitli boyutlarda ve farklı pozisyonlarda sıralanmış E harflerinden oluşur. Okuma netliğinin uzaklığa oranı hesaplanarak görme engeli tespit edilir.

Görme engelli bireyler, görme engelinin seviyesi bakımından ikiye ayrılırlar; körler ve az görenler. Körler, iki gözle görmesi 1/10'dan aşağı olan kişilerdir. Az görenler ise, görme oranı 1/10 ile 3/10 arasında olan kişilerdir [40].

Görme engelliler özel eğitim alması gereken kişilerdir. Özel eğitim gerektiren birey, çeşitli nedenlerle, bireysel özellikleri ve eğitim yeterlilikleri açısından akranlarından beklenen düzeyden anlamlı farklılık gösteren bireyi ifade eder[41]. Ülkemizde görme engelliler için eğitim veren yeterli okul olmadığı için öğrenciler, kaynaştırma eğitimi veren okullara yönlendirilirler. Özel eğitim yönetmeliğine göre Kaynaştırma, özel eğitim gerektiren bireylerin eğitimlerini, engelsiz yaşlarıyla beraber resmi ve özel okul öncesi, ilköğretim, ortaöğretim ve yaygın eğitim kurumlarında aynı sınıfta eğitimlerini devam ettirmeleridir[10, 42]. Aynı zamanda özel eğitim gerektiren bireylerin diğer bireylerle karşılıklı iletişim ve etkileşim içinde bulunmalarını, eğitimi en üst düzeyde geliştirmek için geliştirilmiş eğitim ortamlarını da ifade etmektedir[41].

EK.1.1. Görme Engellilerin Eğitimi ve Sorunları

Kör sınıflandırmasına giren engelli öğrenci, özel eğitim okuluna gitmeyip kaynaştırma sınıfına gitmişse Braille alfabesini öğrenemeyip, birçok zorluk içerisinde eğitimine devam etmektedir. Kaynaştırma eğitimi yanında genel okullarda açılan özel eğitim sınıflarında özel eğitim öğretmenleri tarafından eğitilmekte olan öğrenciler de vardır. Bu imkanlardan faydalanamayan öğrenciler ise buldukları şehrin Rehberlik Araştırma Merkezleri tarafından destek alabilmektedirler. Görme engelliler özel eğitim okullarında ilkokulu tamamlamış her öğrenci ise kaynaştırma ortaöğretim okullarına devam etmektedir. İllere göre değişebilen eğitim sisteminde bazı okullara Braille alfabesiyle ders kitapları dağıtılabılırken çoğu okulda ise öğrenci sadece öğretmenin anlattıklarını Braille

alfabesiyle not alarak veya ses kaydı yaparak dersleri takip etmektedir [43] .

Açıköğretim bölümünde okuyan öğrenciler için ders kaynakları ses kaydına çevilerek Rehberlik Araştırma Merkezlerine gönderilir. Öğrenciler kayıtları buradan alarak derslerine çalışabilir. Aynı zamanda bu merkezlerde kabartma alfabeye basılmış olan bültenler, okuma kaynakları da temin edebilmektedirler[44].

Okullardaki değerlendirme sistemine bakıldığında uygulama olarak değişiklik yapılmadığını gözlemlenmektedir. Görme engelli öğrenciler, bu sistem sebebiyle Braille alfabesinin yanında latin alfabesini de bilmek zorundadır. Sınavda bir öğretmen veya başka bir öğrencinin soruları okuması ile sınava giren görme engelli öğrenci, kabartma alfabeye değil de latin alfabesiyle soruları cevaplamak zorundadır. Bu sebeple sınav süresi uzatılarak engelli öğrenciye tolerans verilmiş olur[42].

Diğer engelli adaylarda olduğu gibi görme engelli adaylarda da görme engellilerinde üniversiteye giriş sınavına girmelerinde ve sınav sonuçlarının değerlendirilmesinde Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi özel işlemler uygular. Sınava başvuru yaparken engelli olduğunu belirten her aday, engelliler için ayrılmış özel sınıflarda sınavlara girerler. Engel durumuna göre gerekli yardımı yapacak sınav görevlileri bu salonlarda bulundurulur.

Görme engelliler, şekilli sorulardan muaf tutulur ve ek süre olarak 30 dakika verilir. Sınav görevlileri soruları okuma ve işaretleme yardımı yaparlar. Yabancı dil sorularının olduğu sınavlarda hangi yabancı dilden sınava giriliyorsa o dili bilen bir görevli bulundurulması zorunludur. Bu sınav sırasında yardımcı olan görevlinin soruyu yanlış okuması ya da yanlış işaretlemesi veya öğrencinin verdiği soruları değiştirerek cevap kağıdına işaretlemesi gibi durumlar kontrol edilememektedir. Üniversiteye yerleşen engelli öğrenciler için birçok üniversitede düzenlemeler yapılmamaktadır. İlköğretim ve ortaöğretimde olduğu gibi dersi öğretim üyelerinin anlattıkları ile aldıkları notlar üzerinden takip etmektedir. Birkaç tanesinin kütüphanesinde ve Milli kütüphanelerde Braille kaynaklara ulaşılabilme ve Braille yazıcı ile kabartma alfabe ile çıktı alınması sağlanmaktadır. Üniversitede de görme engelliler sınav için ayrı bir salona alınmaktadırlar. Ya mülakat şeklinde öğretim üyesi tarafından sınav yapılır ya da soruların okunması için ve verdiği sözlü cevap üzerine, cevaplarını yazan bir ya da iki kişi görevlendirilir[44]. Aynı şekilde öğrencinin verdiği cevabın farklı yazılması olası ihtimaller arasındadır.

Üniversitedeki öğrenci verilen ödevleri, proje sunumlarını, hazırlaması gereken tezi

yine latin alfabesiyle yazıp teslim etmesi gerekmektedir. Günümüzde üniversite bittikten sonra lisansüstü eğitimine devam eden öğrenciler için de aynı problemler geçerlidir.

Mezun olup iş hayatına başlayan bireyler için ise, resmi yazışmalar, evraklarda, gerektiğinde hukuki işlerde kabartma yazı-latin alfabesi kullanımı ile zorluklarla karşılaşmaları muhtemeldir. Latin alfabesi kullanmaları yazdıklarını görmedikleri sebebiyle onlar için zordur. Kabartma alfabe kullanmaları durumunda o alfabeyi bilenlerden başka kimse yazdıklarını okuyamayacaklardır. Resmi işlemlerde kabartma alfabesiyle yazılmış yazı sunulması durumunda ise bilir kişi gelip okumasını yapmadan işlemler gerçekleştirilemeyeceklerdir.

Görme engellilerin günlük hayatlarında karşılaştıkları benzer sorunlar ise, kişisel mektup yazışmalarında, okumak istedikleri romanlarda bile karşılına çıkmaktadır.

EK.2. BRAILLE 2 KURAL VE ÖZELLİKLERİ










EK.2.1. Türkçe Braille Alfabeti, Rakamlar ve Noktalama İşaretleri

Türkçe Braille sistemini anlatan kaynak “Özel Eğitim Okulları için Braille Kabartma Yazı Kılavuzu”dur [4]. Braille yazı sisteminde her harfin bir Braille karşılığı vardır. Bu bölümdeki tablolarda “Latin” kısaltması ile verilen alanlar Latin alfabesindeki gösterimi, “Braille” ile verilen alanlar Braille karakter karşılıklarını ve “Num” ile verilen alanlar Braille karakterlerin sayısal okunuşunu gösterir.










Ek Tablo 2.1. Türkçe Braille Alfabeti

| Latin | Braille | Num | Latin | Braille | Num |
|-------|---------|---------|-------|---------|---------|
| a | ⠁ | 1 | m | ⠍ | 1-3-4 |
| b | ⠃ | 1-2 | n | ⠎ | 1-3-4-5 |
| c | ⠉ | 1-4 | o | ⠕ | 1-3-5 |
| ç | ⠉⠃ | 1-6 | ö | ⠕⠃ | 2-4-6 |
| d | ⠑ | 1-4-5 | p | ⠏ | 1-2-3-4 |
| e | ⠑ | 1-5 | r | ⠗ | 1-2-3-5 |
| f | ⠑⠃ | 1-2-4 | s | ⠎ | 2-3-4 |
| g | ⠑⠃ | 1-2-4-5 | ş | ⠎⠃ | 1-4-6 |
| ğ | ⠑⠃⠃ | 1-2-6 | t | ⠞ | 2-3-4-5 |
| h | ⠑⠃ | 1-2-5 | u | ⠥ | 1-3-6 |




Ek Tablo 2.1. devamı

| | | | | | |
|---|---|-------|---|---|-----------|
| ı |  | 3-5 | ü |  | 1-2-5-6 |
| i |  | 2-4 | v |  | 1-2-3-6 |
| j |  | 2-4-5 | y |  | 1-3-4-5-6 |
| k |  | 1-3 | z |  | 1-3-5-6 |
| l |  | 1-2-3 | | | |

Ek Tablo 2.2. Braille rakamlar

| Rakamlar | Braille | Num | Rakamlar | Braille | Num |
|----------|---|-------|---------------|---|---------|
| 1 |  | 1 | 7 |  | 1-2-4-5 |
| 2 |  | 1-2 | 8 |  | 1-2-5 |
| 3 |  | 1-4 | 9 |  | 2-4 |
| 4 |  | 1-4-5 | 0 |  | 2-4-5 |
| 5 |  | 1-5 | Rakam İşareti |  | 3-4-5-6 |
| 6 |  | 1-2-4 | | | |

Ek Tablo 2.3. Braille noktalama işaretleri

| Noktalama İşareti | Braille | Num |
|----------------------|---|-------|
| Nokta (.) |  | 2-5-6 |
| Virgül (,) |  | 2 |
| Noktalı Virgül (;) |  | 2-3 |

Ek Tablo 2.3.'ün devamı

| | | |
|----------------------------------|----------|-------------------|
| İki Nokta Üst Üste (:) | •• | 2-5 |
| Üç Nokta (...) | •• •• •• | 2-5-6,2-5-6,2-5-6 |
| Ünlem İşareti (!) | •• | 2-3-5 |
| Soru İşareti (?) | •• | 2-3-6 |
| Parantez Açma/Kapama () | •• | 2-3-5-6 |
| Köşeli Parantez Açma/Kapama [] | •••• | 2-3-5-6,2-3-5-6 |
| Kısa Çizgi/ Tire (-) | •• | 3-6 |
| Uzun Çizgi/Konuşma Çizgisi (—) | •• •• | 3-6,3-6 |
| Kesme (Apostrof) İşareti (') | • | 3 |
| Tırnak Açma İşareti (“) | •• | 2-3-6 |
| Tırnak Kapama İşareti (”) | •• | 3-5-6 |
| Sıra Noktalar (.....) | • • • • | 3,3,3,3 |

Noktalama işaretlerinin yanında Braille sisteminde özel işaretler de bulunur. Bu özel işaretler aşağıdaki gibidir.

Büyük harf işareti(6): Büyük harfle başlayacak kelimenin başına 6. nokta koyulur.

Çift büyük harf işareti(6,6): Tamamı büyük harfle yazılacak olan kelimenin başına yanyana iki tane 6 işareti koyulur. Kelime grubu ya da başlık tamamen büyük harfle yazılacaksa ilk kelimenin başına bitişik olarak çift büyük harf işareti, son kelimenin sonuna bitişik olarak bir tane 6 işareti yazılır.

Tek küçük harf işareti(56): Metin içinde bir harf tek başına yazıldığında kısaltma olan karşılığı okunur. Harf olarak okunabilmesi için başına 56 ifadesi getirilir.

Tek büyük harf işareti(56,6): Tek başına okunacak olan harf büyük ise başına bitişik olarak 56 ve 6 işaretleri getirilir.

Yabancı harf işareti(4): Türkçe karakter olmayan W, Q ve X karakterlerinin başına 4 işareti yazılır.

İtalik-vurgu işareti(46): İtalik, vurgulu ya da farklı tonda yazılması gereken bir kelimenin başına bu işaret getirilir.

Çift italik- vurgu işareti(46,46): Kelime grubu vurgulanacaksa italik işareti iki kere yazılır.

Şiir işareti(345,345): Yazılan metnin şiir olarak okunabilmesi için başına şiir işareti yazılır. Başlık varsa başlığın ilk kelimesinden önce, yoksa ilk mısranın ilk kelimesinden önce yazılır.

Yıldız(35,35): Dipnot yazılacak yerlere parantez işareti içinde yıldız işareti ya da rakam yazılır.

Tarih yazımı: Tarihin başına bir rakam işareti koyulduktan sonra gün, ay ve yıl aralarına tire işareti koyularak bitişik bir şekilde yazılır.

Rumuzlu ifadeler: TBMM, PTT gibi kısaltmalar rumuzlu ifadeler olarak adlandırılır ve her harfin başına büyük harf işareti gelecek şekilde bitişik olarak yazılırlar.

Kelime tekrar işareti(36): Yazım alanından tasarruf için kullanılan bu işaret(tire işareti) bir önceki kelimenin tekrar edileceği durumlarda kullanılır. İşaret, istenildiği kadar tekrar edilebilir.

EK.2.2. Tek Harfli Kısaltmalar

Bir harfli kısaltmalar, her harfin dilimizde en çok tekrar edilen kelimelerden o harfle başlayan bir kelimeyi temsil ettiği kısaltmalardır. “o” harfi tek başına bir anlam ifade ettiği için kelime kısaltması yoktur.

Yalnız başlarına kullanılacaklarsa, noktalama işaretinden başka işaret almazlar. Sonlarına ek alacaklarsa kısaltma ile ek arasına 3. nokta koyulur. Bir harfli kısaltmalar ya tek başlarına kullanılırlar ya da sonuna bir ek alarak kullanılırlar. Kelimenin ortasında ve sonunda kullanılamazlar.

Ek Tablo 2.4. Tek Harfli Kısaltmalar

| Latin / Tek Harfli Kısaltmalar | | Braille | Numa | Latin / Tek Harfli Kısaltması | | Braille | Num |
|--------------------------------|---------|---------|---------|-------------------------------|--------|---------|-----------|
| a | aynı | • | 1 | l | ilgi | ⠇ | 1-2-3 |
| b | büyük | ⠇ | 1-2 | m | meydan | ⠍ | 1-3-4 |
| c | can | ⠇⠇ | 1-4 | n | neden | ⠎ | 1-3-4-5 |
| ç | çok | ⠇⠇ | 1-6 | ö | öyle | ⠝ | 2-4-6 |
| d | daha | ⠇⠇ | 1-4-5 | p | para | ⠏ | 1-2-3-4 |
| e | ekonomi | ⠇⠇ | 1-5 | r | artık | ⠗ | 1-2-3-5 |
| f | fakat | ⠇⠇ | 1-2-4 | s | sonra | ⠗ | 2-3-4 |
| g | göre | ⠇⠇ | 1-2-4-5 | ş | şey | ⠗ | 1-4-6 |
| ğ | eğer | ⠇⠇ | 1-2-6 | t | taraf | ⠞ | 2-3-4-5 |
| h | her | ⠇⠇ | 1-2-5 | u | uygun | ⠸ | 1-3-6 |
| ı | kısa | ⠇⠇ | 3-5 | ü | dünya | ⠸ | 1-2-5-6 |
| i | için | ⠇⠇ | 2-4 | v | var | ⠸ | 1-2-3-6 |
| j | gün | ⠇⠇ | 2-4-5 | y | yok | ⠸ | 1-3-4-5-6 |
| k | kadar | ⠇ | 1-3 | z | zaman | ⠸ | 1-3-5-6 |

EK.2.3. İki Harfli Kısaltmalar

Dilimizde kullanılma frekansı yüksek olarak kelimelerden seçilerek ilk iki sessiz harfi kısaltma olarak kullanılmıştır. Yalnız başlarına veya sonlarına ek olarak kullanılabilirler. Ek alırken eke ait olmadıkça hiçbir işaret almazlar. Birleşik kelimelerin ikinci kelimesinde, bir kelimenin ortasında veya sonunda kullanılmazlar. “p, ç, t, k” ile biten kısaltmalar sonlarına sesli harfle başlayan bir ek aldıklarında kısaltmada yumuşama yapılmaz. Sadece okunurken “b, c, d ve g” ye dönüşürler.



































Ek Tablo 2.5. İki harfli kısaltmalar

| Kelime | Kısaltma | Braille Yazılışı | Numara | Kelime | Kısaltma | Braille Yazılışı | Numara |
|-----------------|----------|------------------|-------------|------------|----------|------------------|---------------|
| bununla beraber | bb | ⠠⠠ | 1-2,1-2 | beden | bd | ⠠⠨ | 1-2,1-4-5 |
| bağımsız | bğ | ⠠⠠⠠ | 1-2,1-2-6 | bilgi | bl | ⠠⠠⠠ | 1-2,1-2-3 |
| bundan | bn | ⠠⠠⠠ | 1-2,1-3-4-5 | beraber | br | ⠠⠠⠠ | 1-2,1-2-3-5 |
| basit | bs | ⠠⠠⠠ | 1-2,2-3-4 | başka | bş | ⠠⠠⠠ | 1-2,1-4-6 |
| bütün | bt | ⠠⠠⠠ | 1-2,2-3-4-5 | böyle | by | ⠠⠠⠠ | 1-2,1-3-4-5-6 |
| bazı | bz | ⠠⠠⠠ | 1-2,1-3-5-6 | cumhuriyet | cm | ⠠⠠⠠ | 1-4,1-3-4 |
| cisim | cs | ⠠⠠⠠ | 1-4,2-3-4 | cevap | cv | ⠠⠠⠠ | 1-4,1236 |
| çocuk | çc | ⠠⠠⠠ | 1-6,1-4 | çoğu | çğ | ⠠⠠⠠ | 1-6,1-2-6 |
| çalışkan | çl | ⠠⠠⠠ | 1-6,1-2-3 | çünkü | çn | ⠠⠠⠠ | 1-6,1-3-4-5 |

Ek Tablo 2.5. 'in devamı

| | | | | | | | |
|--------|----|--|-----------------|----------|----|--|-----------------|
| çeşit | çş | | 1-6,1-4-6 | çevre | çv | | 1-6,1-2-3-4 |
| değil | dğ | | 1-4-5,1-2-6 | dolayı | dl | | 1-4-5,1-2-3 |
| demek | dm | | 1-4-5,1-3-4 | deney | dn | | 1-4-5,1-3-4-5 |
| devlet | dv | | 1-4-5,1-2-3-6 | fazla | fz | | 1-2-4,1-3-5-6 |
| gibi | gb | | 1-2-4-5,1-2 | gece | gc | | 1-2-4-5,1-4 |
| genel | gn | | 1-2-4-5,1-3-4-5 | güzel | gz | | 1-2-4-5,1-3-5-6 |
| haber | hb | | 1-2-5,1-2 | hiç | hç | | 1-2-5,1-6 |
| halk | hl | | 1-2-5,1-2-3 | hemen | hm | | 1-2-5,1-3-4 |
| hangi | hn | | 1-2-5,1-3-4-5 | hepsi | hp | | 1-2-5,1-2-3-4 |
| hayat | hy | | 1-2-5,1-3-4-5-6 | hazır | hz | | 1-2-5,1-3-5-6 |
| kabul | kb | | 1-3,1-2 | küçük | kç | | 1-3,1-6 |
| kadın | kd | | 1-3,1-4-5 | kahraman | kh | | 1-3,1-2-5 |
| kolay | kl | | 1-3,1-2-3 | kendi | kn | | 1-3,1-3-4-5 |
| kısım | ks | | 1-3,2-3-4 | kitap | kt | | 1-3,2-3-4-5 |
| kuvvet | kv | | 1-3,1-2-3-6 | kuzey | kz | | 1-3,1-3-5-6 |
| lazım | lz | | 1-2-3,1-3-5-6 | madde | md | | 1-3-4,1-4-5 |

Ek Tablo 2.5'in devamı

| | | | | | | | |
|---------|----|---|-------------------|----------|----|---|-------------------|
| millet | ml |  | 1-3-4,1-2-3 | memleket | mm |  | 1-3-4,1-3-4 |
| ancak | nc |  | 1-3-4-5,1-4 | niçin | nç |  | 1-3-4-5,1-6 |
| anadolu | nd |  | 1-3-4-5,1-4-5 | nehir | nh |  | 1-3-4-5,1-2-5 |
| anne | nn |  | 1-3-4-5,1-3-4-5, | insan | ns |  | 1-3-4-5,2-3-4 |
| arka | rk |  | 1-2-3-5,1-3 | örneğin | rn |  | 1-2-3-5,1-3-4-5 |
| arası | rs |  | 1-2-3-5,2-3-4 | orta | rt |  | 1-2-3-5,2-3-4-5 |
| sebeup | sb |  | 2-3-4,1-2 | sıcak | sc |  | 2-3-4,1-4 |
| soğuk | sğ |  | 2-3-4,1-2-6 | eski | sk |  | 2-3-4,1-3 |
| osmanlı | sm |  | 2-3-4,1-3-4 | soru | sr |  | 2-3-4,1-2-3-5 |
| savaş | sv |  | 2-3-4,1-2-3-6 | aşağı | şğ |  | 1-4-6,1-2-6 |
| şehir | şh |  | 1-4-6,1-2-5 | şekil | şk |  | 1-4-6,1-3 |
| şimdi | şm |  | 1-4-6,1-3-4 | işte | şt |  | 1-4-6,2-3-4-5 |
| şöyle | şy |  | 1-4-6,1-3-4-5-6 | tabiat | tb |  | 2-3-4-5,1-2 |
| toprak | tp |  | 2-3-4-5,1-2-3-4 | vatan | vt |  | 1-2-3-6,2-3-4-5 |
| aydın | yd |  | 1-3-4-5-6,1-4-5 | yukarı | yk |  | 1-3-4-5-6,1-3 |
| yalnız | yl |  | 1-3-4-5-6,1-2-3 | yeni | yn |  | 1-3-4-5-6,1-3-4-5 |
| yarar | yr |  | 1-3-4-5-6,1-2-3-5 | yavaş | yv |  | 1-3-4-5-6,1-2-3-6 |

Ek Tablo 2.5'in devamı

| | | | | | | | |
|--------|----|--|-------------------|-------|----|--|-----------------|
| yüzyıl | yz | | 1-3-4-5-6,1-3-5-6 | özel | zl | | 1-3-5-6,1-2-3 |
| uzun | zn | | 1-3-5-6,1-3-4-5 | üzere | zr | | 1-3-5-6,1-2-3-5 |

EK.2.4. Hece Kısaltmaları

Dilimizde en çok tekrarlanan heceler için de kısaltmalar oluşturulmuştur. Hece kısaltmaları oluştururken daha önce verilen noktalama işaretlerinden de faydalanılmıştır. Noktalama işaretleri ile yazılan heceler kelime sonunda kullanılması karışıklığa sebep olacağı için o hece, kısaltma ile değil de harf harf yazılır. Bunlar, “-ba, -be, -bu, -ka, -ha” heceleridir. “-ki” hecesi de rakam işaretiyle aynı karakter olduğu için yanına gelecek noktalama işaretleri sayı gibi okunabileceği için tek başına kullanılamaz. Ayrı bir şekilde “ki” hecesi yazılacaksa k ve i harfleriyle yazılmalıdır. Bunun dışındaki kelime anlamı taşıyan heceler tek başlarına kullanılabilirler.

Ek Tablo 2.6 Hece kısaltmaları

| Hece | Braille | Num | Hece | Braille | Num |
|------|---------|-----------|------|---------|---------|
| ba | | 2-3-5 | be | | 3-5-6 |
| bir | | 2-3-4-6 | bu | | 2-3 |
| da | | 1-4-5-6 | de | | 2-4-5-6 |
| di | | 1-2-3-4-6 | ha | | 2-5 |
| ka | | 2-5-6 | ki | | 3-4-5-6 |

Ek Tablo 2.6'nın devamı

| | | | | | |
|----|-----|-------------|----|-----|-----------|
| la | ⠠⠠⠠ | 1-2-3-4-5-6 | le | ⠠⠠ | 3-4-6 |
| ma | ⠠⠠ | 3-4 | na | ⠠⠠⠠ | 1-3-4-6 |
| ne | ⠠⠠⠠ | 1-2-3-4-5 | sa | ⠠⠠⠠ | 1-5-6 |
| se | ⠠⠠ | 3-4-5 | ta | ⠠⠠⠠ | 2-3-4-5-6 |
| te | ⠠⠠⠠ | 1-2-4-5-6 | ve | ⠠⠠ | 2-6 |
| ya | ⠠⠠⠠ | 1-2-4-6 | ye | ⠠⠠⠠ | 1-2-3-5-6 |





















EK.2.5. Kelime Kökü Kısaltmaları

Kelime kökünü anımsatan, alfabemizdeki 27 harf ve 19 tane hece kısaltmasından oluşturulan kelime kökü kısaltmaları sık tekrar edilen kelime köklerini ifade etmektedir. Kelime kökü kısaltmalarının harf ya da hece kısaltmaları ile karıştırılmaması için, kısaltma olarak kullanılacak her harf ve her hecenin başına 5. noktadan oluşan ifade eklenir. Kelime kökü kısaltmaları yalnız başlarına kullanılabilirler gibi sonuna ek olarak başka bir kelime oluşturulurken sadece kelimenin başında kullanılırlar. İki kelimenin birleşiminden oluşan bileşik kelime yazılacaksa da ilk kelimenin başında kullanılırlar, ikinci kelimedede kelime kökü kısaltması kullanılmaz. Sesli harfle biten kelime kökü kısaltmalarında, -yor eki alırken ses değişmesi meydana geliyorsa bu okurken düzeltilerek okunur. Yazılış sırasında kısaltma olduğu gibi yazılır, değişiklik yapılmaz.

Ek Tablo 2.7. Kelime kökü kısaltmaları

| Kelime Kökü | Kısaltma | Braille | Num | Kelime Kökü | Kısaltma | Braille | Num |
|-------------|----------|---------|-----------|-------------|----------|---------|-------------|
| bil | 5b | ⠠⠠ | 5,1-2 | incele | 5c | ⠠⠠⠠ | 5,1-4 |
| çalış | 5ç | ⠠⠠⠠ | 5,1-6 | dur | 5d | ⠠⠠⠠ | 5,1-4-5 |
| eğit | 5e | ⠠⠠⠠ | 5,1-5 | faydalan | 5f | ⠠⠠⠠ | 5,1-2-4 |
| gel | 5g | ⠠⠠⠠ | 5,1-2-4-5 | öğren | 5ğ | ⠠⠠⠠ | 5,1-2-6 |
| harca | 5h | ⠠⠠⠠ | 5,1-2-5 | kır | 5ı | ⠠⠠⠠ | 5,3-5 |
| iste | 5i | ⠠⠠⠠ | 5,2-4 | kullan | 5k | ⠠⠠⠠ | 5,1-3 |
| alış | 5l | ⠠⠠⠠ | 5,1-2-3 | tamamla | 5m | ⠠⠠⠠ | 5,1-3-4 |
| anla | 5n | ⠠⠠⠠ | 5,1-3-4-5 | sor | 5o | ⠠⠠⠠ | 5,1-3-5 |
| gör | 5ö | ⠠⠠⠠ | 5,2-4-6 | topla | 5p | ⠠⠠⠠ | 5,1-2-3-4 |
| bırak | 5r | ⠠⠠⠠ | 5,1-2-3-5 | söyle | 5s | ⠠⠠⠠ | 5,2-3-4 |
| başla | 5ş | ⠠⠠⠠ | 5,1-4-6 | tut | 5t | ⠠⠠⠠ | 5,2-3-4-5 |
| uğra | 5u | ⠠⠠⠠ | 5,1-3-6 | yürü | 5ü | ⠠⠠⠠ | 5,1-2-5-6 |
| vur | 5v | ⠠⠠⠠ | 5,1-2-3-6 | yetiş | 5y | ⠠⠠⠠ | 5,1-3-4-5-6 |

Ek Tablo 2.7.'nin devamı

| | | | | | | | |
|--------|-----|---|-------------|--------|------|---|---------------|
| gözle | 5z |  | 5,1-3-5-6 | bulun | 5ba |  | 5,2-3-5 |
| bekle | 5be |  | 5,3-5-6 | koş | 5bir |  | 5,2-3-4-6 |
| yüksel | 5da |  | 5,1-4-5-6 | geç | 5de |  | 5,2-4-5-6 |
| düşün | 5di |  | 5,1-2-3-4-6 | kalk | 5ka |  | 5,2-5-6 |
| koy | 5ki |  | 5,3-4-5-6 | konuş | 5la |  | 5,1-2-3-4-5-6 |
| öğret | 5le |  | 5,3-4-6 | oyna | 5ma |  | 5,3-4 |
| oku | 5na |  | 5,1-3-4-6 | göster | 5ne |  | 5,1-2-3-4-5 |
| yerleş | 5sa |  | 5,1-5-6 | yara | 5se |  | 5,3-4-5 |
| getir | 5ta |  | 5,2-3-4-5-6 | götür | 5te |  | 5,1-2-4-5-6 |
| yaşa | 5ya |  | 5,1-2-4-6 | büyü | 5ye |  | 5,1-2-3-5-6 |

EK.2.6. Kelime Parçası Kısaltmaları

Kelime kökü kısaltmasında olduğu gibi harf ve hece kısaltmaları kullanılarak oluşturulmuştur. Burada kısaltmaların ve harflerin başına 4-5 ve 5-6 karakterleri getirilerek kelime parçası kısaltması olduğu belirtilmiştir. Bu kısaltmalar kelime kökünde, gövdesinde ve kök ve gövdeye eklenerek kullanılabilirler. Yalnız kullanılamayan ve kelimenin başında kullanılamayan bu kısaltmalarda, çoğu Braille ifadesi birden fazla kısaltmayı temsil eder.

Yazılışları aynı olan bu eklerin küçük ve büyük ünlü uyumuna göre hangisini temsil ettiği okuyan tarafından yorumlanır. Eğer kullanılmak istenilen yerde ses uyumuna uyan kısaltma yoksa kullanılmazlar, harfle veya diğer kısaltmalarla yazılırlar. Ayrıca bu kısaltmalar sessiz harfle başlayan kelimedeki ilk harften sonra kullanılmazlar.

Ek Tablo 2.8. Kelime parçası kısaltmaları

| Kelime Parçası | Kısaltma | Braille | Num | Kelime Parçası | Kısaltma | Braille | Num |
|-----------------------------------|----------|---------|-------------|------------------------------------|----------|---------|-------------|
| ınca, ince ,unca, ünçe | 4-5c | ⠠⠠ | 4-5,1-4 | ıncı, inci, uncu, üncü | 5-6c | ⠠⠠ | 5-6,1-4 |
| tıkça, tikçe, tukça,tükçe | 4-5ç | ⠠⠠ | 4-5,1-6 | dıkça, dikçe, dukça, dükçe | 5-6ç | ⠠⠠ | 5-6,1-6 |
| tıkları, tikleri, tukları,tükleri | 4-5d | ⠠⠠ | 4-5,1-4-5 | dıkları, dikleri, dukları, dükleri | 5-6d | ⠠⠠ | 5-6,1-4-5 |
| lara, lere | 4-5e | ⠠⠠ | 4-5,1-5 | ları, leri | 5-6e | ⠠⠠ | 5-6,1-5 |
| gan, gen | 4-5g | ⠠⠠ | 4-5,1-2-4-5 | gın, gin, gun, gün | 5-6g | ⠠⠠ | 5-6,1-2-4-5 |
| mayı, meyi | 4-5ğ | ⠠⠠ | 4-5,1-2-6 | mağa, meğe | 5-6ğ | ⠠⠠ | 5-6,1-2-6 |
| tığı, tiği, tuğu, tügü | 4-5i | ⠠⠠ | 4-5,2,4 | dığı, diği, duğu, düğü | 5-6i | ⠠⠠ | 5-6,2,4 |
| tır, tir, tur, tür | 4-5j | ⠠⠠ | 4-5,2-4-5 | dır, dir, dur, dür | 5-6j | ⠠⠠ | 5-6,2-4-5 |
| ken | 5-6k | ⠠⠠ | 5-6,1-3 | luk, lük | 4-5l | ⠠⠠ | 4-5,1-2-3 |
| lık, lik | 5-6l | ⠠⠠ | 5-6,1-2-3 | madan, meden | 5-6m | ⠠⠠ | 5-6,1-3-4 |
| nun, nün | 4-5n | ⠠⠠ | 4-5,1-3-4-5 | nın, nin | 5-6n | ⠠⠠ | 5-6,1-3-4-5 |

Ek Tablo 2.8'in devamı

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------|--|---------------|--------------------------------------|--------|--|---------------|
| yor | 5-6o | | 5-6,1-3-5 | arak, erek | 5-6r | | 5-6,1-2-3-5 |
| ması, mesi | 5-6s | | 5-6,2-3-4 | muş, müş | 4-5ş | | 4-5,1-4-6 |
| miş, miş | 5-6ş | | 5-6,1-4-6 | tıktan, tikten, tuktan, tükten | 4-5t | | 4-5,2-3-4-5 |
| dıktan, dikten, duktan, dükten | 5-6t | | 5-6,2-3-4-5 | ıyla, iyle, uyla, üyle | 5-6y | | 5-6,1-3-4-5-6 |
| suz, süz | 4-5z | | 4-5,1-3-5-6 | sız, siz | 5-6z | | 5-6,1-3-5-6 |
| sun, sün | 4-5bir | | 4-5,2-3-4-6 | sın, sin | 5-6bir | | 5-6,2-3-4-6 |
| lğa, liğe, luğa, lüğe | 4-5ne | | 4-5,1-2-3-4-5 | lğı, liği, luğu, lüğü | 5-6ne | | 5-6,1-2-3-4-5 |
| malı, meli | 5-6ma | | 5-6,3-4 | cak, cek | 4-5te | | 4-5,1-2-4-5-6 |
| cağı, ceği | 5-6te | | 5-6,1-2-4-5-6 | | | | |

EK.4 KULLANILAN VERİLER

Braille'den metne çevirinin son kontrolü için oluşturulan Türkçe kelime veritabanında “a” harfiyle başlayan kelimeler için oluşturulan “a_kelime” tablosunun bir kısmı aşağıdaki gibidir.

Ek Tablo 4.1 a _kelime tablosu

| | | | |
|----------------|---------------|-----------------|-----------------|
| ab | abajurun | abanozgillerde | abartısızlığa |
| aba | abajuruna | abanozgillerden | abartısızlık |
| abacı | abajurunda | abanozlaşma | abartısızlıkta |
| abacıda | abajurundan | abanozlaşmada | abartısızlıktan |
| abacıdan | abalı | abanozlaşmadan | abartış |
| abacılığa | abalıda | abanozlaşmak | abartıya |
| abacılık | abalıdan | abanozlaşmakta | abartma |
| abacılıкта | abalıya | abanozlaşmaktan | abartmacı |
| abacılıktan | abam | abanozlaşmaya | abartmacılığa |
| abacıya | abamda | abarmacılıkta | abartmacılık |
| abada | aban | abarmacılıktan | abartmada |
| abadan | abanda | abartı | abartmadan |
| abadi | abandırma | abartıcı | abartmak |
| abajur | abandırmada | abartıcıda | abartmakta |
| abajura | abandırmadan | abartıcıdan | abartmaktan |
| abajurcu | abandırmak | abartıcılığa | abartmalı |
| abajurcuda | abandırmakta | abartıcılık | abartmalıda |
| abajurcudan | abandırmaktan | abartıcılıкта | abartmalıdan |
| abajurculuğa | abandırmaya | abartıcılıktan | abartmalıya |
| abajurculuk | abandone | abartıcıya | abartmasız |
| abajurculukta | abandone | abartıda | abartmasıza |
| abajurculuktan | abandoneden | abartılı | abartmasızda |
| abajurcuya | abandoneye | abartılıda | abartmasızdan |
| abajurda | abanığa | abartılıdan | abartmaya |

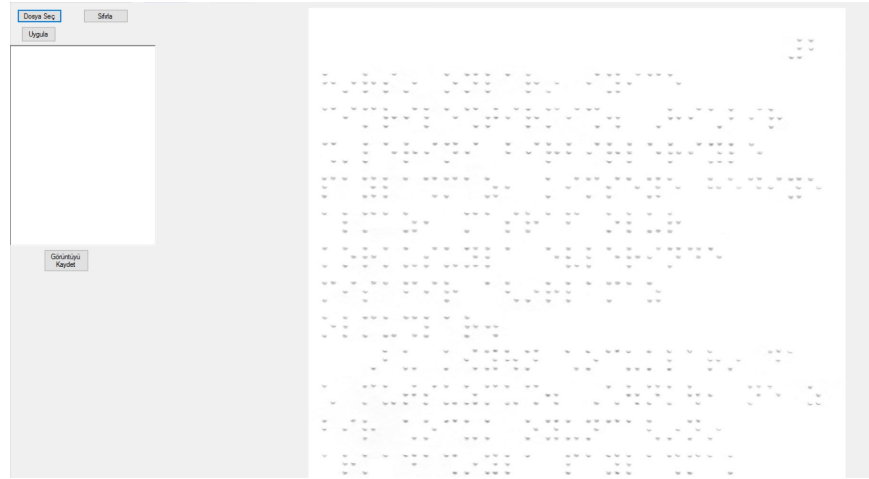
EK.4. ARAYÜZ TASARIMI

Yapılan çalışmada, programın açılış ekranı Ek Şekil 4.1'deki gibidir.



Ek Şekil 4.1 Açılış Ekranı

Braille'den metne çevirirken gelen arayüz ise Ek Şekil 3.2'deki gibi, çeviri işlemi yapıldığındaki sonucu ise Şekil Ek.3.3'teki gibidir.

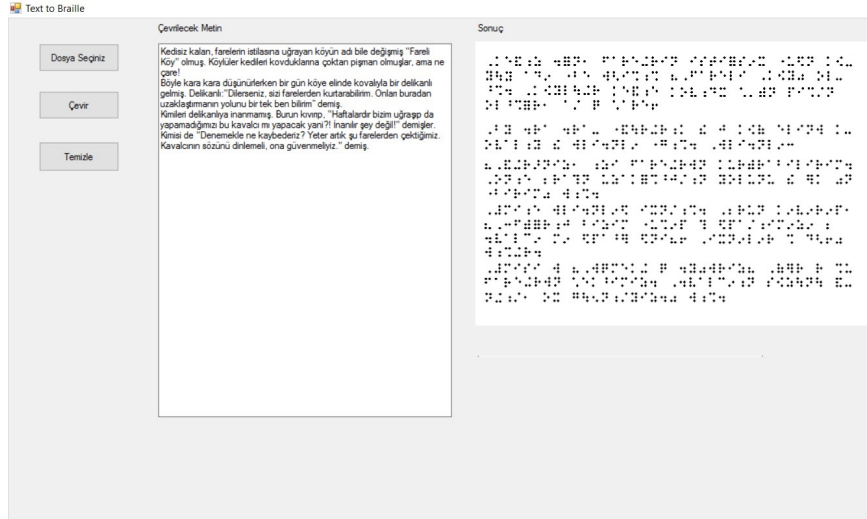


Ek Şekil 4.2. Braille'den metne çeviri arayüzü



Ek Şekil 4.3. Braille'den metne çeviri arayüzü uygulaması

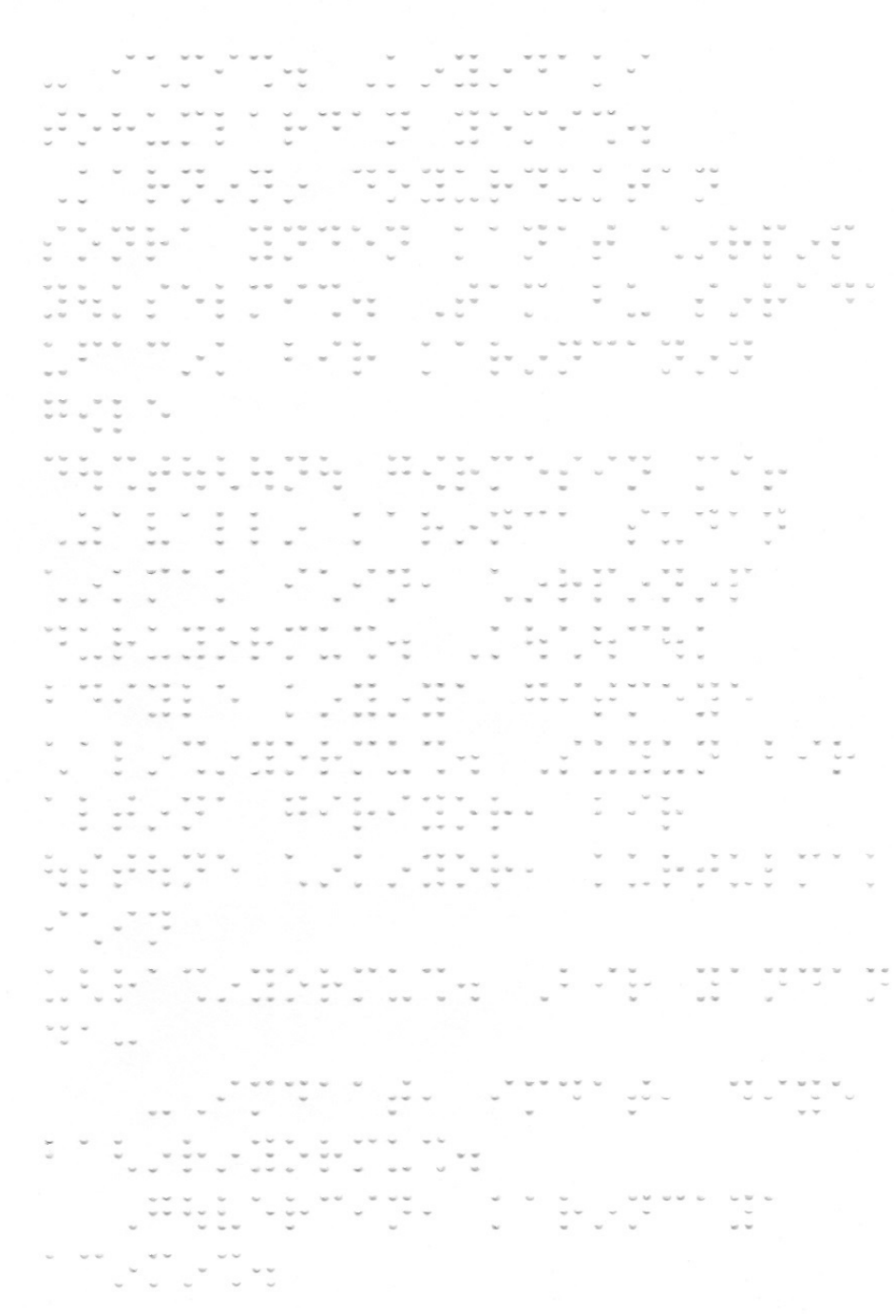
Metinden Braille'e çeviri uygulandığında gelen ekran ise Ek Şekil 3.4'te verilmiştir.



Ek Şekil 4.4. Metinden Braille'e çeviri uygulama arayüzü

EK.5. PROGRAM ÇIKTISI

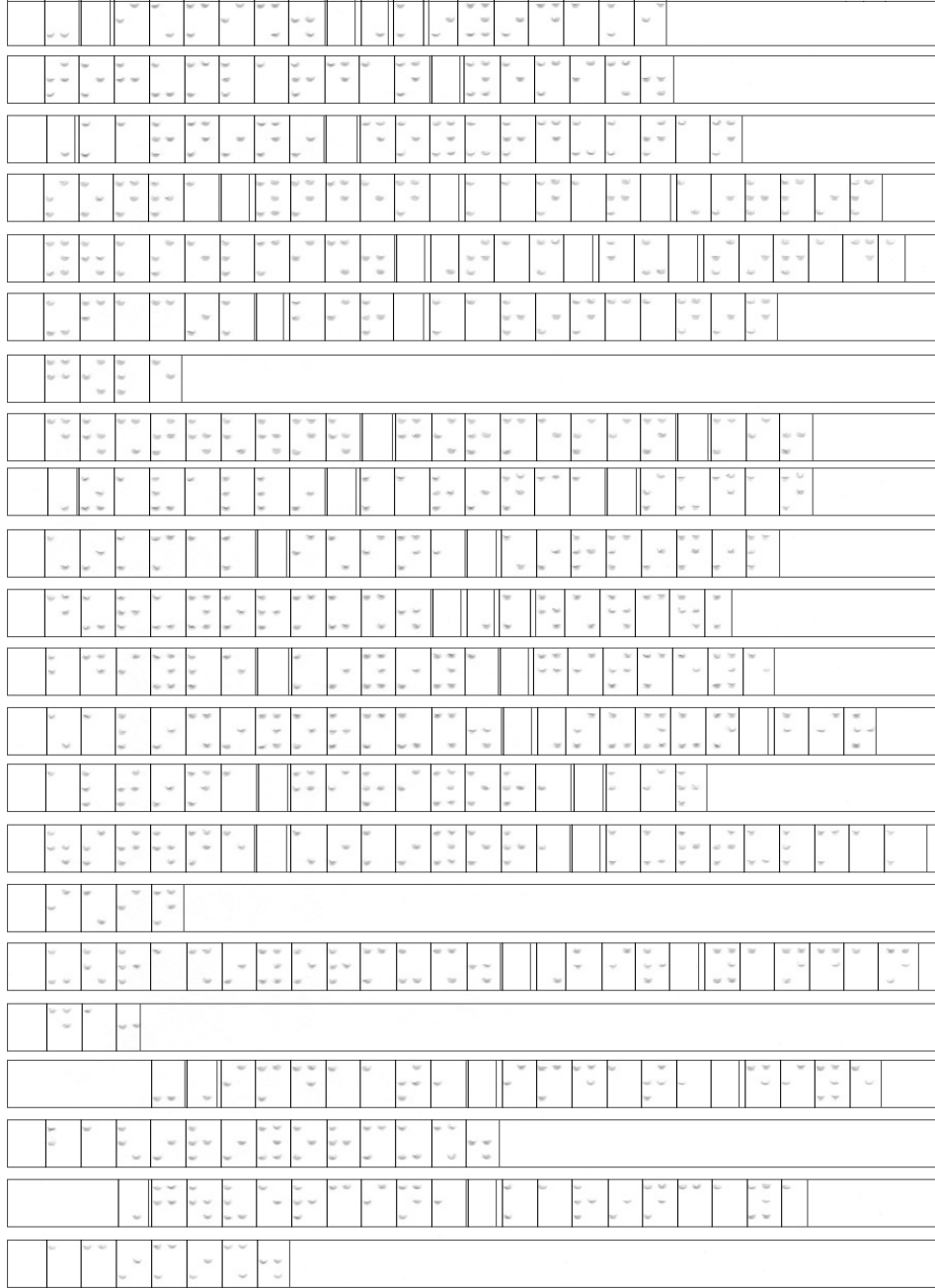
Braille'den metne çeviride kullanılan örnek test verileri, bölütlenmesi ve çevirisi aşağıdaki gibidir.



Ek Şekil 5.1. Taranan Braille yazı

içmiş. Kıyıdaki tohumlardan yemiş. Karnını doyurduktan sonra yeniden kanat çırpıp yükselmiş. Tam bu sırada ufacık bir karıncanın göle düştüğünü görmesin mi! Zavallı karınca sudan çıkmak için, çırpınıp duruyormuş. Küçük bedeniyile kıyıya gitmeye çalışıyormuş. Suyun bir altına giriyor, bir üstüne çıkıyor, kurtulmak için uğraşıyormuş. Bir yandan da: -İmdaat, imdat, diye bağıryormuş. Güvercin, karıncaya acımış.

Ek Şekil 5.2. Braille metnin okunuşu

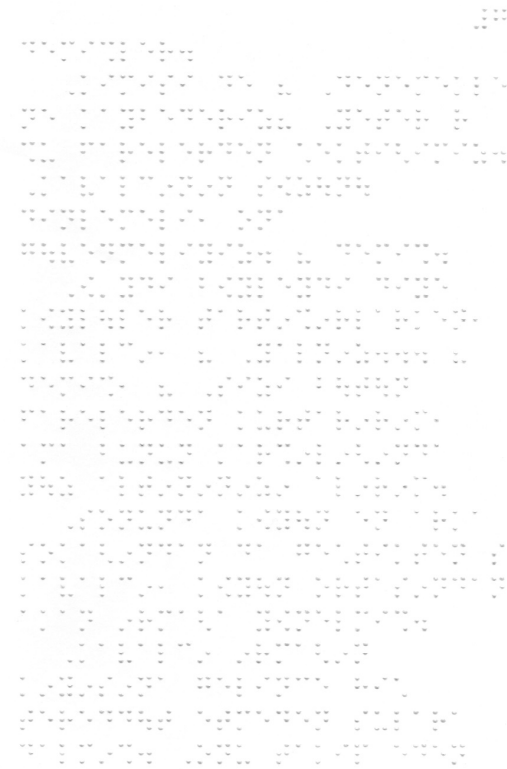


Ek Şekil 5.3. Metnin Braille ifadelere ayrılmış hali

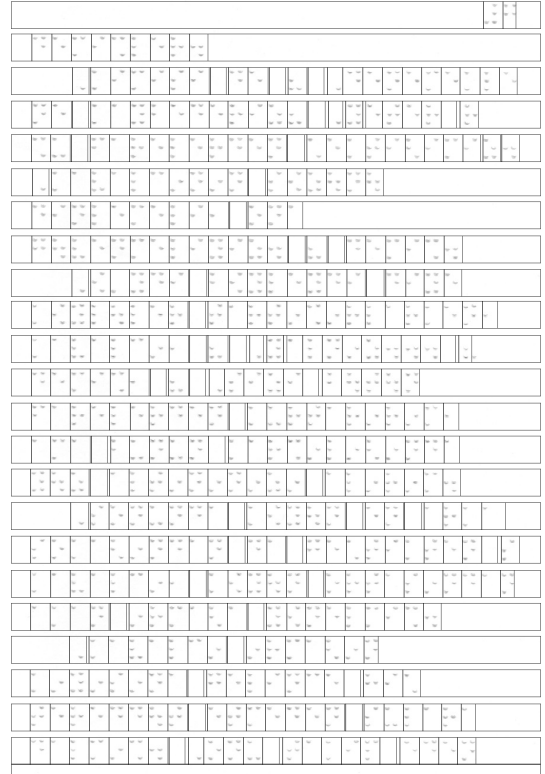
içmiş. Kıyıdaki tohumlardan yemiş. Karnını doyurduktan sonra yeniden kanat çırpıp yükselmiş. Tam bu sırada ufacık bir karıncanın göle düştüğünü görmesin mi! Zavallı karınca sudan çıkmak için, çırpınıp duruyormuş. Küçücük bedeniyle kıyıya gitmeye çalışıyormuş. Suyun bir altına bir kurtulmak için uğraşıyormuş. Bir yandan da: imdat, diye bağıriyormuş. Güvercin, karıncaya acımış.

Ek Şekil 5.4. Metnin program ile çevrilmiş hali

Bu metinde bölütleme işlemi de karakterlerin çevrilmesi işlemi de %100 başarıyla sonuçlansa da Türkçe kelime veritabanında “imdat” şeklinde yazılan bir kelime bulamadığı için çevirememiştir. 50 kelime içinde bulunamayan 1 kelime, kelime çeviri başarısını %98'e düşürmüştür.



Ek Şekil 5.5. Taranan Braille yazı



Ek Şekil 5.6. Bölütlenmiş görüntü

7

demişler.

Kimisi de "Denemekle ne kaybederiz? Yeter artık Şu farelerden çektiğimiz. Kavalcının sözünü dinlemeli, ona güvenmeliyiz." demiş. Öyleydi böyleydi diye köylüler tartişirlarken, kavalcı, "Yalnız..." demiş, "Sizi bütün farelerden kurtarırm, ama bunun karşılığında yüz altınınızı alırım. Sonunda köyün en arka sokağından da geçtikten sonra kavalcı, köyün ortasından akan ırmağa yönelmiş. Kavalcı ırmağın kıyasına gelince hiç tereddüt etmeden sulara dalmış. Onu takip eden

Ek Şekil 5.7. Metnin okunuğu

7

demişler. Kimisi de Denemekle ne kaybederiz? Yeter artık Şu farelerden çektiğimiz. Kavalcının sözünü dinlemeli, ona güvenmeliyiz. " demiş. Öyleydi böyleydi diye köylüler tartişirlarken, kavalcı, " Yalnız... demiş, " Sizi bütün farelerden kurtarırm, ama bunun karşılığında yüz altınınızı alırım. Sonunda köyün en ara sokağından da geçtikten sonra kavalcı, köyün ortasından akan ırmağa yönelmiş. Kavalcı ırmağın kıyasına gelince hiç tereddüt etmeden sulara dalm' Ő. Onu takip eden

Ek Şekil 5.8. Metnin program ile çevrilmiş hali

ÖZGEÇMİŞ

Kevser ONUR 1991, Ordu doğumludur. İlköğretim eğitimini Ordu Altıncıokul İlköğretim okulunda almış, liseyi Ordu Anadolu Öğretmen Lisesi'nde tamamlamıştır. Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği'nde lisans eğitimi almış, 2013 yılında mezun olmuştur. 2014 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Of Teknoloji Fakültesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak başladığı mesleğine halen devam etmektedir.