

**GÖRME ENGELLİLER İÇİN BİLGİSAYAR KULLANIMININ
ETKİNLEŞTİRİLMESİ, ERİŞİLEBİLİRLİK VE BİR TÜRKÇE HECE
TABANLI KONUŞMA SENTEZLEME SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

Güray ARIK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİLGİSAYAR EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2011
ANKARA**

Güray ARIK tarafından hazırlanan GÖRME ENGELLİLER İÇİN BİLGİSAYAR KULLANIMININ ETKİNLEŞTİRİLMESİ, ERİŞİLEBİLİRLİK VE BİR TÜRKÇE HECE TABANLI KONUŞMA SENTEZLEME SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd.Doç.Dr.Benian TEKİNDAL
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Yrd.Doç.Dr.Nurettin DOĞAN_____

Üye : Yrd.Doç.Dr.Benian TEKİNDAL_____

Üye : Yrd.Doç.Dr.Aslıhan TÜFEKÇİ_____

Üye : _____

Üye : _____

Tarih :/...../.....

Bu tez, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Güray ARIK

**GÖRME ENGELLİLER İÇİN BİLGİSAYAR KULLANIMININ
ETKİNLEŞTİRİLMESİ, ERİŞİLEBİLİRLİK VE BİR TÜRKÇE HECE
TABANLI KONUŞMA SENTEZLEME SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Güray ARIK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

Haziran 2011

ÖZET

Bu çalışma, görme engellilerin bilgisayar kullanmalarını etkinleştirmeyi amaçlamaktadır. Görme engelliler, bilgisayarı normal bireyler gibi kullanamazlar. Bilgisayarı kullanmak için engellerine yönelik geliştirilmiş destek teknolojilere ihtiyaç duyarlar ve en büyük yardımcıları konuşma sentezleme yazılımlarıdır. Ancak görme engelli bireylerin internete ulaşmaları için bu yazılımlar da tek başına yeterli değildir. Görme engelliler internette bulunan içeriğe ulaşabilmek için konuşma sentezleme teknolojilerinin yanında erişilebilir internet sayfalarına ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle, erişilebilirlik ve konuşma sentezleme konuları bir bütün olarak değerlendirilmiştir.

İnternet erişilebilirliği konusuna yönelik olarak öncelikle kuramsal temellere yer verilmiş ve Türkiye’de yayın yapan bazı büyük şirket ve kurumların internet sayfaları WCAG erişilebilirlik standartlarına göre değerlendirilerek erişilebilirlik seviyeleri incelenmiştir. Elde edilen veriler farklı iki ülkenin verileri ile nitel olarak analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda, Türkiye’deki internet erişilebilirliği seviyesine ilişkin önemli saptamalar yapılmıştır.

Konuşma sentezleme konusuna yönelik olarak ise; daha kolay ve daha pratik kesimleme ve etiketleme yapısı sunan, parça tabanlı ardışık eklemeli(concatenative) konuşma sentezleme tekniği kullanılan bir hece tabanlı Türkçe metinden konuşma sentezleme(MKS) yazılımı geliştirilmiştir. Girdi metni, yazılım içine entegre edilen Türkçe heceleme algoritması ile hecelere ayrılarak ses sinyallerine dönüştürölmektedir. Yapılan doğrulama ve geçerleme çalışmalarını sonucunda yazılımda üretilen konuşmanın kalitesi MOS benzeri bir derecelendirmeden 5 üzerinden 3,7 puan almıştır.

Bilim Kodu : 702.6.020
Anahtar Kelime : erişilebilirlik, görme engelli, konuşma sentezleme
Sayfa Adedi : 147
Tez Yöneticisi : Yrd.Doç.Dr.Benian TEKİNDAL

**ENABLING THE USE OF COMPUTERS FOR THE VISUALLY IMPAIRED,
ACCESSIBILITY AND DEVELOPMENT OF A TURKISH SYLLABLE-
BASED SPEECH SYNTHESIS SYSTEM
(M.SC. THESIS)**

Güray ARIK

**GAZİ UNIVERSITY
INFORMATICS INSTITUTE**

June 2011

ABSTRACT

This study aims to enable the visually impaired to use computers effectively. The visually impaired can not use the computer as normal individuals do. To be able to use computers, they need improved supportive technology, and their greatest helpers are speech synthesis softwares. These softwares are not enough alone for visually impaired individuals to use the internet, since, they need accessible pages to reach the content in the Internet. Hence, both speech synthesis and accessibility issues should be taken as a whole.

As for the accessibility of the Internet, given in the theoretical foundations primarily and web pages of some major companies and organizations serving in Turkey were evaluated according to the WCAG accessibility standards to examine the levels of their accessibility. The data obtained were analyzed qualitatively with the data from two different countries. As a result of the analysis, important observations were made on the level of accessibility of the Internet in Turkey.

As for the issue of speech synthesis, a Turkish syllable-based speech synthesis software has been developed, providing easier and more practical method of segmentation and labeling, using parts-based, concatenative speech synthesis technique. Input text is divided into syllables and converted to audio signals with the help of Turkish spelling algorithm integrated into the software. As a result of the verification and validation studies, the quality of speech produced ranked 3,7 out of 5 in a MOS-like rating system.

Science Code : 702.6.020
Key Words : accessibility, visually impaired people, turkish syllable-based speech synthesis system
Page Number : 147
Adviser : Asistant Prof. Dr. Benian TEKİNDAL

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Yrd.Doç.Dr. Benian TEKİNDAL'a ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan eőime teőekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI	6
2.1. Görme Engelli Kimdir?.....	6
2.2. Türkiye’de Görme Engelli Bireylerin Eğitimi.....	7
2.2.1. Kabartma yazı sistemi	9
2.3. Erişilebilirlik Tanımı.....	11
2.4. Bilişim İçin Erişilebilirlik.....	12
2.5. İnternet(Web) Erişilebilirliği.....	14
2.6. Web İçeriği Erişilebilirlik Kılavuzu	15
2.6.1. Öncelikler ve uygunluk düzeyi.....	16
2.6.2. İlkeler.....	17
2.7. Web Erişilebilirliğine Yönelik Ülkelerin Tutum ve Çalışmaları.....	20
2.8. Erişilebilirlik Üzerine Yapılan Benzer Çalışmalar	23
2.9. Web Erişilebilirliği Hesaplama Araçları	25
2.9.1. A-Checker	26
2.9.2. A-Prompt	26
2.9.3. Accesscolor	27
2.9.4. Accrepair	27
2.10. Konuşma Sentezleme Çalışmaları	28
2.11. Türkçe Konuşma Sentezleme Üzerine Yapılan Benzer Çalışmalar	30

2.12. Ekran Okuma Programları.....	33
2.12.1. Windows-eyes ekran okuma programı	34
2.12.2. Jaws for windows ekran okuma programı	35
2.13. Türkçe Konuşma Sentezleme Teknolojilerinin İncelenmesi.....	36
2.13.1. Türkçe konuşan sentezleme programları	36
3. YÖNTEM.....	40
3.1. Erişilebilirlik Seviye Tespiti Yöntem ve Materyal.....	41
3.1.1. Kıyaslanan ülkelerin tespit yöntemi	41
3.1.2. Web sayfası tespit yöntemi.....	42
3.1.3. Erişilebilirlik seviye tespiti için kullanılan materyal	43
3.2. Konuşma Sentezleme Yöntem ve Materyal.....	45
3.2.1. Konuşma sentezleme yöntemi	45
3.2.2. Ses veri tabanı oluşturulması ve etiketleme yöntemi.....	47
3.2.3. Ses hecelerinin kesimlenmesi ve kullanılan materyal.....	51
4. UYGULAMA.....	53
4.1. Hece Tabanlı Türkçe MKS Programı ve Dilbilgisi.....	55
4.1.1. Türkçe dil yapısı	55
4.1.2. Türkçe hece sistemi	57
4.1.3. Türkçe heceleme algoritması	59
4.1.4. Geliştirilen MKS yazılımı	63
5. BULGULAR VE YORUMLAR.....	72
5.1. Ülkelere Göre Web Erişilebilirliği Seviye Tespiti	72
5.1.1. Çalışma sonucu elde edilen veriler.....	73
5.1.2. Erişilebilirlik seviyesi varılan sonuç.....	82
5.2. Türkçe MKS Yazılımının Test Edilmesi	85
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	91
KAYNAKLAR	99
EKLER	103
EK – 1. Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni	104
EK – 2. Erişilebilirlik hatası olan bir internet sayfası görünümü örneği	140
ÖZGEÇMİŞ.....	141

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Görme engelli eğitim okulları.....	8
Çizelge 3.1. 2010 yılı insani gelişmişlik indeksi.....	42
Çizelge 3.2. Türkçe hece tipi yapıları.....	49
Çizelge 3.3. Toplam hece sayısı.....	49
Çizelge 3.4. Etiketlenmiş sesli hece şablonları.....	50
Çizelge 4.1. Dil kelime türetmelerinin karşılaştırılması.....	56
Çizelge 4.2. Sesli sessiz harfler.....	58
Çizelge 4.3. Bardak kelimesinin hecelenme şekilleri.....	58
Çizelge 4.4. Farklı kelimelerin yazılım tarafından hecelenmiş halleri.....	62
Çizelge 5.1. İngiltere web sayfaları ve hata oranları.....	73
Çizelge 5.2. Türkiye web sayfaları ve hata oranları.....	75
Çizelge 5.3. Nijerya web sayfaları ve hata oranları.....	77
Çizelge 5.4. İngiltere hata tip sayıları.....	79
Çizelge 5.5. Türkiye hata tip sayıları.....	80
Çizelge 5.6. Nijerya hata tip sayıları.....	81
Çizelge 5.7. Ülkelerin hata tip oranları.....	82
Çizelge 5.8. Test süresince sorulan sorular.....	87
Çizelge 5.9. Katılımcıların soruları dinleme sayıları.....	87
Çizelge 5.10. Programdaki konuşma kalitesinin puanlanması.....	90

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Kabartma yazı sistemi	9
Şekil 2.2. Engelliler için araba park yeri standardı	11
Şekil 2.3. Engelliler için standart kapı uyarı ve merdiven sistemi	12
Şekil 3.1. Konuşma sentezleme sürecinin basitleştirilmiş şekli	46
Şekil 4.1. Sesli harf ile başlayan bir kelimenin hece tespiti	60
Şekil 4.2. Sessiz harf ile başlayan bir kelimenin hece tespiti.....	61
Şekil 4.3. PDF uzantılı dosyanın girdi ön işleme süreci	66
Şekil 4.4. Girdi metninin yapısal analizi.....	68
Şekil 4.5. Konuşma sentezleme süreci	69
Şekil 5.1. İngiltere hata tip oranları grafiği	79
Şekil 5.2. Türkiye hata tip oranları grafiği.....	80
Şekil 5.3. Nijerya hata tip oranları grafiği.....	81
Şekil 5.4. Tüm ülkeler hata tip oranları grafiği	83
Şekil 5.5. Görme kaybı durumları grafiği	86
Şekil 5.6. Bilgisayar kullanım seviyeleri grafiği.....	88
Şekil 5.7. Görme engellilerin program istek grafiği.....	89
Şekil 5.8. Programdaki konuşmanın kalite grafiği	89

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Braille yazıcı.....	10
Resim 2.2. A-Checker program ara yüzü.....	26
Resim 2.3. A-Prompt program ara yüzü.....	26
Resim 2.4. Accesscolor program ara yüzü.....	27
Resim 2.5. Wolfgang von Kempelen'in konuşma makinesi.....	29
Resim 2.6. Windows-Eyes ekran okuma programı ara yüzü.....	34
Resim 2.7. Jaws for windows ekran okuma programı ara yüzü	35
Resim 2.8. OKU 4.0 programı.....	37
Resim 2.9. Teknoses TTS4 programı	38
Resim 2.10. GVZ TTS programı	38
Resim 2.11. Text-to-speech master 2.3 programı.....	39
Resim 3.1. Web sayfası tespit yöntemi	43
Resim 3.2. Fujitsu web accessibility inspector ara yüzü	43
Resim 3.3. Fujitsu web accessibility inspector sonuç ara yüzü.....	44
Resim 3.4. Fujitsu web accessibility inspector detay ara yüzü.....	44
Resim 3.5. Audacity yazılımı kayıt düzenleme.....	52
Resim 4.1. Konuşma organları.....	54
Resim 4.2. Okuyucu TTS 1.0 programı kullanıcı ara yüzü.....	64
Resim 4.3. Karanfil kelimesinin hecelenmiş hali	70

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AB	Avrupa Birliği
BSI	British Standards Institution (İngiltere Standartlar Enstitüsü)
DDA	Disability Discrimination Act (Engelli Ayrımcılığı Yasası)
DRC	Disability Rights Commission (Engelli Hakları Komisyonu)
eDTr	e-Dönüşüm Türkiye Projesi
ISO	International Organization for Standardization (Uluslararası Standardizasyon Örgütü)
MKS	Metinden Konuşma Sentezleme
PAS	Publicly Available Specification (Kamuya Açık Spesifikasyon)
WCAG	Web İçeriği Erişilebilirlik Kılavuzu
WAI	Web Erişilebilirlik Girişimi

1. GİRİŞ

Görme engelli, himayeye muhtaç, acınacak ve çaresiz bir insan değildir. Diğer insanlardan çok farklı, olağanüstü yetenekleri olan ve başkalarının duyamadığı sesleri duyan, mucizevî bir insan da değildir. Diğer insanların sahip olduğu olumlu ve olumsuz özelliklerin hepsi onda da mevcuttur [1]. Görme engelli bireyler, tüm diğer engellilerde olduğu gibi bazen engellerinden bazen de toplumun anlayışsız tavrından dolayı engellerini daha fazla hissetmekte ve olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu olumsuz etkilenmeyi en aza indirmek veya bunlarla baş edebilme becerisini kazandırmak için bilgisayarın görme engelliler için kullanılmasının kolaylaştırılması gerekmektedir. Günümüzde yaşanan gelişmelerin önemli bir kısmını bilişim teknolojileri oluşturmaktadır. 10 yıl öncesine kadar, 1 GB boyutundaki diskler artık yerini 500 GB disklere bırakmış, en düşük yapılandırmaya sahip bir bilgisayarda bile artık 80 GB kapasitede sabit disk kullanılmaktadır. Bunun yanında işlemci hızlarındaki baş döndürücü gelişmeler, çift çekirdekli işlemcilerdeki olağanüstü performans artışı bilişim teknolojilerinin önemini iyice arttırmıştır.

Bu gelişmelere paralel olarak internetin büyük bir bilgi havuzuna ve sosyal paylaşım platformuna dönüşmesiyle bilgisayarın günlük yaşamda kullanımı hızla artmaktadır. Bu durum insanların günlük yaşamlarındaki iletişim kurma, kitap okuma, ders çalışma gibi tarz ve etkinliklerini de değiştirmektedir. Dünyanın en büyük internet üzerinden kitap satışı yapan şirketi olan Amazon, 2010 yılının ilk üç ayında satılan elektronik kitap sayısının matbu kitap sayısını geçtiğini açıklamıştır. Eğitim alanında, özellikle lisans ve yüksek lisans eğitimlerinde, dersin işleme, kaynak paylaşımı, ödev teslimi gibi eğitimsel süreçler de bu değişime ayak uydurmuştur. Bu değişim normal bireyler ve ortopedik engelli gibi bazı engelli bireyler için çok büyük avantajlar getirmekle birlikte, görme engelli bireyler için özellikle bilgiye erişme konusunda büyük dezavantajları da beraberinde getirmektedir.

Bu çalışma, hızla değişen teknoloji dünyasında görme engelliler için bilgisayar kullanımının etkinleştirilmesi ve engellerin kaldırılması amacıyla, görme engelliler için internet erişilebilirliği ve konuşma sentezleme olarak iki temel konuya odaklanmıştır. Ayrı olarak çalışılan bu iki konunun ortak hedefi görme engellilerin bilgisayar kullanımının etkinleştirilmesine katkıda bulunmaktır. Yapılan çalışmada, hem erişilebilirlik hem de konuşma sentezleme ile ilgili olarak daha öncesinde yapılan yurt içi ve yurt dışı çalışmalar incelenmiş ve bu konular hakkında kuramsal temellere yer verilmiştir.

Bilgisayarlar, görme engellilerin yaşadıkları bazı olumsuz durumları ortadan kaldırılması için büyük bir yardımcıdır. Ancak, görme engelliler bilgisayarı normal bireyler gibi kullanamazlar. Bilgisayarı kullanmak için engellerine yönelik geliştirilmiş bazı destek teknolojilere ihtiyaç duyarlar. En büyük yardımcıları da ekran okuma programlarıdır. Ekran okuma programları metinleri sese çevirmeye yarayan, kullanıcının ekranın seçtiği bölümü sesli olarak okuyan programlardır. Ekran okuyucu programlar bilgisayar ekranında görüntülenen metinsel bilgileri doğal insan sesi kalitesiyle seslendirerek görme engellilerin bilgisayar teknolojisinin sunduğu imkânlardan faydalanmasını sağlar. Ekran okuyucular konuşma sentezleyici programlardır. Konuşma sentezleyici ise bilgisayarlarda kullanılan metni konuşmaya çevirici sistemlerine verilen isimdir. Sentezlenmiş konuşma, öncesinden kaydedilen ve bir veri tabanında saklanan ses parçaları birleştirilerek oluşturulabilir. Konuşma sentezleme dilin yapısına göre farklılık gösterebilen çeşitli teknik ve yöntemlerle yapılabilir.

Türkçe, Altay dil grubuna giren sona eklemeli bir dildir. Bir kelimedenden onlarca farklı veya aynı sözcük türetilmektedir. Bu, dildeki kelime sayısının çok olması anlamına gelir. Bu durumda, konuşma sentezleme teknikleri incelendiğinde hecenin ses birimi olarak kullanılacağı bir yapının Türkçe için oldukça uygun olacağı değerlendirilmektedir. Türkçe dil yapısı incelendiğinde, bir girdi metni kelimelere ayrıldıktan sonra her bir kelime

otomatik olarak hecelerine ayrılabilir. Çünkü Türkçe heceleme sistemi basit ve mekanik bir yapıya sahiptir. Mekanik ifadesiyle kuralların az ve çok fazla karmaşık olmaması ifade edilmiştir. Mevcut kurallara uyularak tasarlanacak bir algoritma ile kelimeler hecelere ayrılabilir. Hecelere ayrılan girdi metni, daha öncesinde seslendirilerek ses veri tabanında etiketlenerek saklanmış ses kayıtları ile eşleştirilerek ve vezinsel uyarlaması yapılarak sentezlenebilir.

Ses veri tabanının oluşturulması, konuşma sentezleme yazılımı geliştirme sürecinin önemli bir parçasıdır. Ses veri tabanı, diksiyonu düzgün bir konuşmacıya dildeki tüm ses örneklerini içeren uzun bir metin verilerek ve tüm metin okutulduktan sonra ihtiyaç duyulan sesler, ses teknisyenleri aracılığı ile ana ses kaydının içinden kesilerek elde edilebilir. Kesimleme yapılacak birim, sözcük veya hece tabanlı olabilir. Ancak sözcük tabanlı yapılan bir kesimleme, hece tabanlıya göre hem daha fazla uğraş, hem de daha büyük boyutlarda bir veri tabanı yaratacaktır. Ses veri tabanı, programın içerisine gömülü olacağından geliştirilecek programın boyutunu da artıracaktır. Hece tabanlı yapılacak bir kesimleme için ise, dildeki tüm hece alternatifleri ses kaydının içerisinden kesilerek elde edilebilir. Sözcük tabanlı kesimlemeye göre daha pratik bir yöntem olmakla birlikte; Türkçede beş harften oluşan hece olduğu düşünülürse (kramp gibi), bu kesimleme ve etiketleme yöntemi de uzun bir süreç gerektirecektir. Bu nedenle ses veri tabanının boyutunun düşürülmesi ve kesimleme süresinin azaltılmasına yönelik daha pratik yöntemler araştırılmalıdır.

Bu çalışmada, konuşma sentezleme teknolojileri kapsamında, yukarıda bahsedilen problemleri azaltmaya yönelik, özellikle ses veri tabanı boyutunu azaltarak kesimleme ve etiketleme maliyetini ciddi oranda düşüren Türkçe dil yapısına uyumlu daha farklı ve daha pratik bir kesimleme ve etiketleme yöntemi üzerinde durulmuştur. Bu doğrultuda görme engellilere yönelik olarak Türkçe konuşma sentezleme yapabilen hece tabanlı bir MKS yazılımı geliştirilmiştir. Teknik olarak parça tabanlı ardışık eklemeli(concatenative)

konuşma sentezleme tekniği kullanılmıştır. Geliştirilen yazılımın doğrulama ve geçerleme çalışmaları yapılmıştır.

Günümüzde insan sesine yakın bir doğallıkta konuşma sentezleme yapabilen yazılımlar geliştirilmiştir. Konuşma sentezleme yazılımları, görme engelli kullanıcıların bilgisayar kullanmasına yardımcı olma, bilgisayar ekranındaki elektronik metinleri anlaşılır seviyede kendisine okuma, oyun oynama gibi ihtiyaçlarını gidermeleri için oldukça faydalı yazılımlardır. Ancak, bu yazılımlar görme engelli bireylerin internet kullanmaları için tek başına yeterli değildir. Çünkü görme engelliler internette bulunan içeriğe ulaşabilmek için erişilebilir sayfalara ihtiyaç duyarlar.

Görme engellilerin bilgisayarını etkin olarak kullanılmasını sağlamaya yönelik yapılacak çalışmalar sadece konuşma sentezleme teknolojilerini kapsamamalıdır. Görme engellilerin internette bulunan içeriğe ulaşabilmeleri için sayfaların erişilebilir yapıda olmaları gerekir. İnternet erişilebilirliği engelli kişiler tarafından web sayfalarının kullanılabilmesi demektir ve içerik geliştiriciler tarafından uyulması gereken belirli kuralları kapsar. Görme engelli bireyler internete erişmek için mevcut tarayıcıların erişilebilirlik ayarlı özelliğini veya görme engellilere özel tasarlanmış farklı tarayıcıları kullanırlar. Bu yardımcı teknolojiler sayesinde ekrana getirilen internet sayfaları çoğunlukla görüntülerden arındırılmış, metin ağırlıklı sayfalara dönüştürölmektedir. Ekran okuma programları da dönüştürölen bu sayfaların içeriklerini görme engelli bireylere okuma imkânına sahip olurlar. İnternet sayfası erişilebilir olmadıktan sonra konuşma sentezleme yazılımının da bir anlamı olmaz. Bu nedenle görme engellilerin gerçektende bilgisayarını etkin olarak kullanılmasının sağlanması isteniyorsa, konuşma sentezleme ve internet erişilebilirliği bir bütöun olarak düşünölmelidir.

İnternet erişilebilirliği, internet içerik geliştiricileri tarafından en başta düşünölmesi gereken ve geliştirme süreci boyunca göz önünde bulundurması gereken bir kavramdır. Geliştirilen içeriklerin erişilebilir bir yapıda olması,

içerik geliştiricilerin bu konudaki bilgi seviyesi ve farkındalık düzeyi ile ilgilidir. Web erişilebilirliği konusunda, eğitim süresi boyunca bilgi almamış, bu konuyla hiç karşılaşmamış bir içerik geliştiricinin bu konuda bilgi sahibi olması ve erişilebilir sayfalar tasarlaması beklenemez. Erişilebilirlik konusunda genel kabul gören WCAG standartlarının yanında ülkelerin bu standartlara bağlı kalarak, kendi ülkelerine yönelik geliştirdiği, ülkeye özgü erişilebilirlik standartları bulunmaktadır. Türkiye'nin kendine özgü bir erişilebilirlik standardı yoktur.

Bu çalışma kapsamında; Türkiye'deki aktif olarak yayın yapan bazı internet sitelerinin erişilebilirlik seviyelerini test etmek ve yaygın olarak yapılan hata tiplerini tespit etmek amacıyla nitel bir araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırmada Türkiye gelişmiş bir ülke olarak değerlendirilerek, ileri gelişmiş ve az gelişmiş iki ülke daha belirlenmiş ve bu ülkelerin popüler olan web sayfalarının erişilebilirlik seviyeleri test edilmiştir. Araştırmanın temel amacı, Türkiye'de engelliler için internet sayfalarına erişim konusunda gösterilen hassasiyeti diğer ülkelerle kıyaslayarak ölçmektir.

DeneySEL bulgular ve yorumlar bölümünde; ülkelerin elde edilen erişilebilirlik düzeylerine ilişkin verilerle kıyaslanarak, Türkiye'deki internet erişilebilirliği seviyesine yönelik önemli saptamalar yapılmıştır. Bununla birlikte, görme engellilere yönelik olarak geliştirilen Türkçe hece tabanlı MKS yazılımının doğrulama ve geçерleme çalışmalarına yönelik bulgular yine bu bölümde açıklanmıştır. Sonuç ve öneriler bölümünde; internet erişilebilirlik çalışmaları ile Türkçe konuşma sentezleme çalışmalarına yönelik elde edilen sonuçlar ve Türkiye'de erişilebilirlik kavramının arzu edilen seviyeye getirilerek, bilişimde engellerin kaldırılması için hukuki, bilişim, eğitim alanında yapılması gereken öneriler belirtilmiştir. Ayrıca yapılan araştırmalar sonucunda, Türkçe konuşma sentezleme teknolojilerine yönelik tespit edilen eksikliklerin giderilmesi ve hece tabanlı Türkçe MKS yazılımı geliştirmek isteyen kişilere yönelik öneriler yine bu bölümde belirtilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde, görme engellinin tanımlaması yapılmış ve görme engellilerin eğitim imkânları incelenmiştir. Bununla birlikte engellilere yönelik internet erişilebilirliği ve konuşma sentezleme teknolojilerine yönelik yurt içi ve yurt dışı yapılan çalışmalar incelenmiştir. Erişilebilirlik ve konuşma sentezleme sistemleri üzerine kuramsal temellere yer verilmiştir.

2.1. Görme Engelli Kimdir?

Görme engelliler körler ve az görenler olarak sınıflanır. Görme engelli denilince kör ve az gören anlaşılır. Görme engellinin yaygın kabul gören iki farklı tanımı vardır. Bunlardan biri yasal, diğeri eğitsel tanımdır. Yasal tanım tıp alanında çalışanlarca ve sosyal güvenlik kurumlarınca benimsenirken, eğitsel tanım görme engelliler için öğretim düzenlemelerinin planlanması sırasında kullanılır. Yasal tanım nesneldir. Eğitsel tanım öznelidir [2].

Yasal tanıma göre kör, tüm düzeltmelerle birlikte olağan görme gücünün 1/10'ine yani 20/200'lik görme keskinliğine ya da daha azına sahip olan ya da görme alanı yirmi derecelik açıyı aşmayan kişilere denir. Diğeri bir deyişle, normal gören kişinin 6,1 metreden görebildiği büyüklükteki bir şeyi yaklaşık 60 cm. den ya da daha kısa bir uzaklıktan gören ya da hiç bir uzaklıktan göremeyen kişi, yasal tanıma göre kördür [2].

Yasal tanıma göre kör olarak sınıflananlardan çok azı tamamen görme keskinliğinden yoksundur. Büyük çoğunluğu artık görme gücünden çevresini anlamada yararlanır ve önemli bir bölümü normal yazıyı gözleriyle okuyabilir. Körlüğün ve az görmenin yasal tanımlarındaki sınırlılıklardan dolayı eğitimciler, körlüğün ve az görmenin eğitsel tanımlarını yeğlemektedir. Körlüğün eğitsel tanımı, görme keskinliği kaybında ağır derecede etkilenmiş olup, öğretimini dokunarak okuduğu kabartma yazıyla ve konuşan kitaplardan dinleyerek sürdürmeye gereksinimi olanlar görme engellidir şeklinde ifade

edilir. Az gören ise, büyüteçlerle normal puntolu ve büyük puntolu yazılı materyali okuyabilen olarak tanımlanır. Eğitsel tanımın özneliği, öğretim değişkenlerinden öğrenme kanalları olan görme, işitme ve dokunmaya ölçüt almasındandır.

Milli Eğitim Bakanlığının Özel Eğitim Okulları Yönetmeliğinde körlüğün ve az görmenin tanımları şöyledir: Kör, bütün düzeltmelere rağmen iki gözle görmesi 1/10'dan aşağı olan, eğitim, öğretim çalışmalarında görmesinden yararlanması mümkün olmayandır. Az gören, bütün düzeltmelere rağmen iki gözle görmesi 1/10 ile 3/10 arasında olan ve özel bir takım araç ve yöntemler kullanmadan eğitim, öğretim çalışmalarında görme gücünden yararlanması mümkün olmayanlardır.

2.2. Türkiye'de Görme Engelli Bireylerin Eğitimi

Görme engeli; hayatın çeşitli dönemlerinde geçirilen hastalık, kaza vb. sebepler ile veya doğuştan getirilen özellikler ile olabildiği gibi doğum anındaki komplikasyonlar sonucu da olabilmektedir. Böylece, doğum öncesi, doğum anı ve doğum sonrası olarak meydana gelen görme engellilerin eğitimleri; program, personel, eğitim ortamları ve araç-gereç yönünden genel eğitimden farklılıklar göstermektedir [3].

Türkiye'de kısıtlı sayıdaki özel eğitim okullarında görme engellilere yönelik okul öncesi ve ilköğretim düzeyinde eğitim hizmeti verilmektedir. İlköğretim düzeyindeki görme engelliler okullarının hepsi yatılıdır. İlköğretimi tamamlayan görme engelliler öğrenimlerine normal okullarda devam ederler. Türkiye'de Milli Eğitim Bakanlığı Özel Eğitim Rehberlik ve Danışma Hizmetleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı olarak 15 adet görme engelli eğitim okulu bulunmaktadır. Okulların bulunduğu iller ve okul isimleri aşağıdaki Çizelge 2.1.'de görülmektedir.

Çizelge 2.1. Görme engelli eğitim okulları

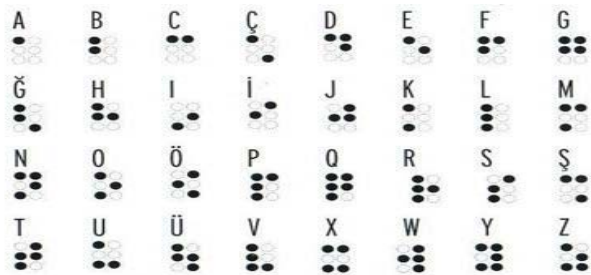
S.NU.	OKULUN ADI	İLİ
1.	Oğuz Kağan Köksal Görme Eng.İlköğ.Okulu	ADANA-Seyhan
2.	Göreneller İlköğretim Okulu	ANKARA-Altındağ
3.	Mitat Enç Görme Engelliler İlköğretim Okulu	ANKARA-Y.Mahalle
4.	Yahya Çavuş Görme Engelliler İlköğretim Okulu	ÇANAKKALE-Gelibolu
5.	Denizli Görme Engelliler İlköğretim Okulu	DENİZLİ
6.	Erzurum Görme Engelliler İlköğretim Okulu	ERZURUM
7.	GAP Görme Engelliler İlköğretim Okulu	GAZİANTEP
8.	Veysel Vardal Görme Engelliler İlköğretim Okulu	İSTANBUL-Sarıyer
9.	Türkan Sabancı Görme Engelliler İlköğ.Okulu	İSTANBUL-Üsküdar
10.	Aşık Veysel Görme Engelliler İlköğretim Okulu	İZMİR-Bornova
11.	Kayseri Görme Engelliler İlköğretim Okulu	KAY-Kocasinan
12.	Ertuğrul Gazi Görme Engelliler İlköğretim Okulu	KAHRAMANMARAŞ
13.	Selçuklu Görme Engelliler İlköğretim Okulu	KONYA-Selçuklu
14.	Cemil Meriç Görme Engelliler İlköğretim Okulu	NİĞDE
15.	Mehmet Aktif Ersoy Görme Engelliler İlköğretim Okulu	TOKAT

Ayrıca 15 üzeri yaşlarda bulunan görme engellilere temel ve mesleki eğitim veren 2 adet rehabilitasyon merkezi vardır. Bu rehabilitasyon merkezlerinden biri Ankara'da, diğeri İstanbul'dadır. temel eğitim, görme engelli kişinin günlük yaşamını bağımsız sürdürmesini amaçlamaktadır. Bu merkezlerde, günlük yaşam için gerekli beceriler, okuma-yazma, baston kullanma ve bağımsız hareket, daktilo, telefon santralciliği gibi eğitimler verilmekte ve görme engellilerin devlet veya özel sektörde bir işe girerek veya bağımsız bir iş kurarak topluma yararlı, üretici bireyler olarak yetiştirilmeleri amaçlanmaktadır.

2.2.1. Kabartma yazı sistemi

Görme engellilerin okuyup yazmak için kullandıkları, noktalardan oluşan kabartma bir yazı sistemi bulunmaktadır. 1825’de Luis Braille tarafından icat edilmiş olan bu yazı resim kartonuna benzer kâğıtlar üzerine kabartılmış noktalardan oluşturulan yazı, görme engelliler tarafından parmak uçlarıyla okunmaktadır. Altı nokta sisteminden oluşan Braille yazısı kabartma noktaların belli aralıklarla düzenli bir şekilde bir araya getirilmesi gerekmektedir. Braille yazı sistemi Fransız alfabesi esas alınarak geliştirilmiştir. Ancak her ülkenin dil yapıları farklı olduğu için her ülke kendi dil yapılarına uygun bir Braille alfabesi yazı sistemi oluşturmuşlar ve kullanmışlardır. Ülkeler arasındaki dil farklılıkları Braille yazıda da farklı yazı ve işaretlerin doğmasına ve değerlendirilmesine sebep olmuştur. Buna rağmen dünyada görme engellilerin ortak kullandıkları bir yazı birliği vardır.

Ülkemizde ilk Braille yazı 1920 yılında Arapça alfabeye uygun olarak hazırlanmış ve kullanılmıştır. Daha sonra 1928 yılında yapılan Harf İnkılâbı’ndan sonra Amerikalı bir Braille yazı uzmanının yardımıyla Türkçe Kabartma Yazı Sistemi geliştirilmiştir. 1950 yılında Birleşmiş Milletler uzmanları ve Türk uzmanlar tarafından yapılan ufak değişikliklerden sonra şu anda kullandığımız Kabartma Yazı Sistemi son şeklini almıştır [4].



Şekil 2.1. Kabartma yazı sistemi [4]

Braille yazı, kabartma yazı anlamına gelmektedir. Altı noktanın değişik konfigürasyonlarda dizilimiyle harfler oluşturulmuştur. Braille yazıcılar

bilgisayar dili olan ASCII metinleri bir tercüme programı yardımıyla Braille alfabesiyle basmaktadır. Öyle ki, bugünkü teknoloji ile hiç kabartma yazı bilmeyen bir kimse bile görmeyenler için okuma materyali basabilecek durumdadır. Bu durum, günümüzde herkes için yararlı olan bilgisayar kullanımını görme engelliler için bir zorunluluk haline getirmektedir. Kabartma yazıcı, görmeyenlerin dokümanlarını kabartma yazı almalarına olanak sağlaması açısından önemlidir. Böylece çalışmalarını ve kitaplarını okuyabileceği şekle getirmiş olacaktırlar [5].

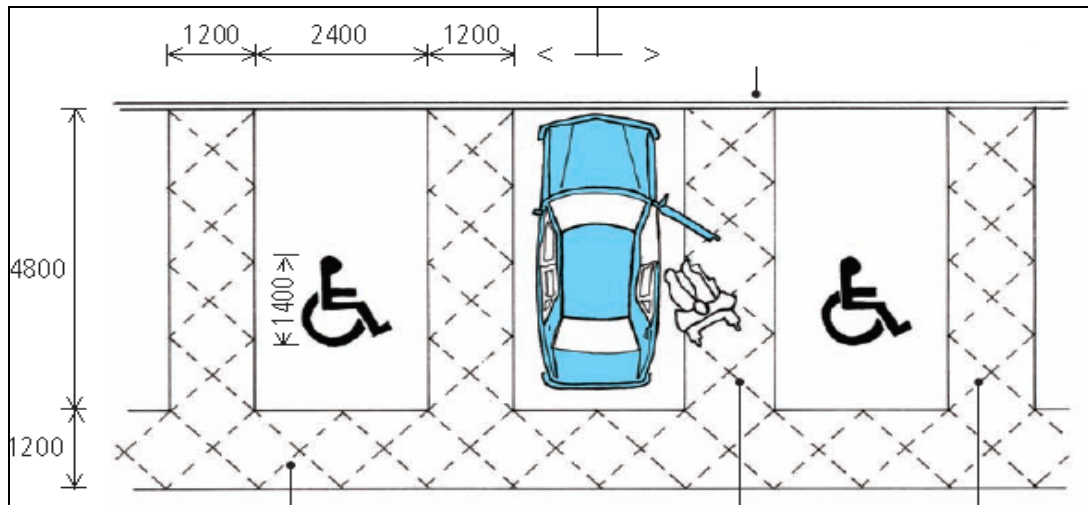


Resim 2.1. Braille yazıcı [4]

2.3. Erişilebilirlik Tanımı

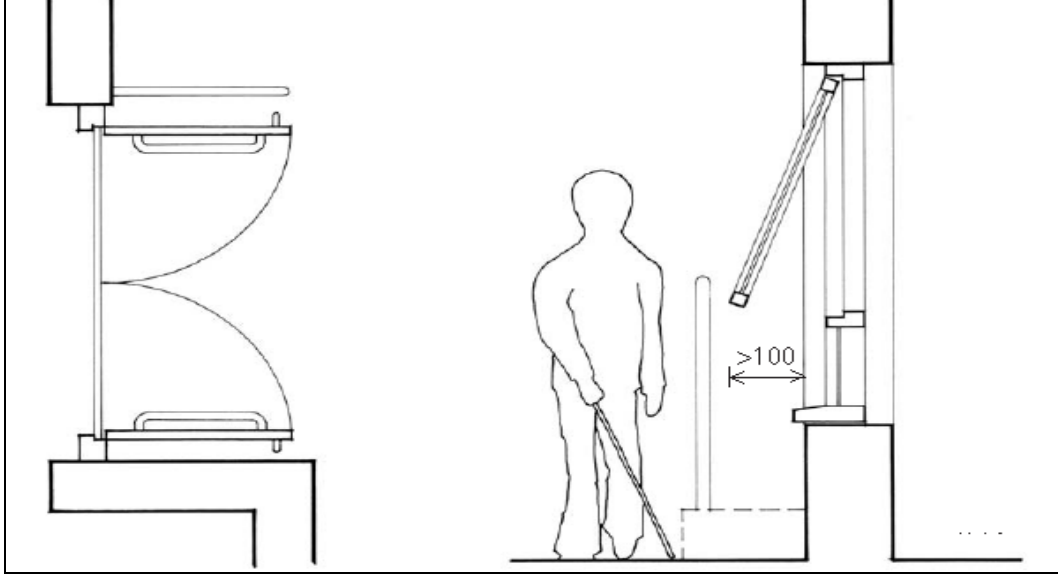
Erişilebilirlik, bir kişinin belirli bir engeli nedeniyle yapamadığı şeylerin, normal bir kişi gibi yapabilmesini sağlayacak şekilde engellerin azaltılması veya ortadan kaldırılması demektir. Erişilebilirlik kavramı bütün olarak değerlendirilmesi gereken bir konudur. Engelli kişiler için hayatın her anında belirli erişim denetimleri, erişim planları ve erişim stratejisiyle devletin ve toplumun üzerinde hassasiyetle gözetmesi gerekmektedir. Yapılacak bina, yol, üst geçit vb. yapılar engelli kişilerin kullanabileceği şekilde tasarlanmalıdır. Geliştirilen bir proje ve çalışmanın engelli kişiler için de erişilebilir kılınacak şekilde tasarıma sahip olması için belirli erişim prensipleri geliştirilmelidir.

Erişim ilkesi öncelikle dış ortamları kapsamalıdır. Dış ortamlar; otopark, yol rota sağlayıcıları, şehir mobilyaları(kamelya, banklar vb.), rampalar, merdivenler, yol korkulukları olarak düşünülebilir [6]. Belediyelerin bu konuda belirlenen erişilebilirlik standartlarını göz önüne alarak tasarımlarını yapmaları sağlanmalıdır. Örneğin araba park yeri için belirlenmiş standart Şekil 2.2.'de belirtilmiştir.



Şekil 2.2. Engelliler için araba park yeri standardı [6]

Görme Engelliler için belirlenen standart geçiş ve kapı uyarı sistemi ve merdiven sistemi Şekil 2.3.'te belirtilmiştir.



Şekil 2.3. Engelliler için standart kapı uyarı ve merdiven sistemi [6]

Diğer önemli bir fiziksel etmen yapı düzeni kavramıdır. Yeni yapılarda girişlerin erişilebilir olması, çoğu eski yapılarda ana girişler erişilebilir olarak tasarlanmamıştır. Bunun yanında yapı içerisindeki kapılar, koridorlar, yüzey, merdivenler, rampalar, korumalıklar, asansörler, tuvaletler, koltuklar, telefonlar, yol bulma ve bilgi işaretleri, ışıklar vb. engelli kişiler düşünülerek tasarlanmalıdır.

2.4. Bilişim İçin Erişilebilirlik

Yukarıda bahsedilen fiziksel erişilebilirlik hakkındaki tüm hususların belirli bir standartları olduğu görülmektedir. Erişim engellerinin ortadan kaldırılması sadece engelli kişiler için değil, diğer kişiler için de fayda sağlayabilecek sonuçlar ortaya koyabilir. Örneğin, kaldırımlara eklenen rampalar sadece tekerlekli sandalye kullanan kişiler için değil bisiklet sürücüleri, bebek arabası veya alışveriş sepeti kullanan kişiler için de kolaylık sağlamıştır [7].

Bilişimde erişilebilirlik, görme engellilerin günlük yaşamlarında, çalışma koşullarında ve eğitimlerinde; bilişim teknolojilerini kullanırken yaşadıkları pek çok olumsuz durumun azaltılması veya ortadan kaldırılmasıdır.

Bilgisayarlar, görme engellilerin yaşamlarındaki birçok olumsuz durumun ortadan kaldırılması için büyük bir yardımcıdır. Özellikle eğitimleri açısından çok büyük kolaylıklar getirmektedir. Görme engelli öğrenciler başka bir kişinin yardımı olmadan, dijital ortama aktarılmış her tür kaynağa bilgisayar kullanarak erişebilmekte, ekran okuyucu programlar yardımıyla içeriğini okuyabilmekte, gerekli yazılım ve donanımlar mevcut olduğu durumda not alabilmekte, aldıkları notlar üzerinde değişiklik yapabilmektedirler [7].

Bilgisayar kullanan görme engelliler daha çeşitli sektörlerde ve daha çeşitli mesleklerde iş imkânı bulup istihdam edilme olasılıklarını artırabilmişlerdir. Bilgisayar olmadığı durumda görme engellilerin öğrenme ve aradıkları bilgiye ulaşma yöntemleri genellikle bir başkasının okuduğu bilgileri dinlemek veya kabartma yazı ile hazırlanmış kitap ve dokümanlardan faydalanmak şeklinde olmaktadır. Ancak her iki yöntem de doğrudan bilgisayar kullanımına göre dezavantajlara sahiptir.

Öncelikle, dinleyerek öğrenmek için görme engellilerin kendilerine okuyacak bir kişi bulmaları ve bu kişinin sabırla zaman ayırmasını beklemeleri gerekir. Bunun yanında, kabartma yazıyla hazırlanmış kitaplar ve dokümanlar pahalı, genellikle güncelliğini yitirmiş bilgiler içeren kaynaklar olup, her yayınlanan kaynağın kabartma yazıyla hazırlanmış alternatifi olmadığı için de sınırlı çeşide sahiptirler.

Oysa görme engelliler bilgisayar kullanırken kimsenin yardımına ihtiyaç duymazlar, bilgisayarı istedikleri zaman istedikleri kadar kullanabilirler, nispeten güncel ve çok çeşitli kaynaklara elektronik ortamda ulaşabilirler ve çok daha ucuz maliyetlerle istedikleri bilgilere erişebilirler. Görme engelli kişiler bir ekran okuyucu program yardımıyla her türlü yazışmalarını

bilgisayarla yapabilirler. İnternet bağlantıları varsa e-posta iletişimi sağlayabilirler, dijital ortamda başkalarıyla anlık iletişim kurabilirler [7].

Web sayfalarını erişilebilir hale getirmek için öncelikle engelli kişilerin özel ihtiyaçlarının neler olduğunun farkına varmak gerekir. Örneğin, görme engelliler; web sayfasında kullanılan resimleri göremedikleri için bu resimlerle sunulan bilginin yazılı açıklamasının verilmesine ihtiyaç duyarlar. Az gören bir kişi fare kullanmakta sorun yaşar, çünkü fare kullanımı elin ve gözlerin koordineli çalışmasını gerektirir.

Duymayan ve işitme güçlüğü yaşayan kişiler web sayfasında yer alan sesli bilgilerin görsel olarak da ifade edilmesine ihtiyaç duyarlar. Fiziksel engelli kişiler bilgisayarda veri girişi yapmaya yarayan cihazları kullanırken güçlük yaşayabilirler. Öğrenme güçlüğü olan kişiler hafıza sorunları sebebiyle standart sayfa tasarımlarına ve basit dil kullanımına ihtiyaç duyarlar. Bu kişiler ayrıca sesli ve görsel malzemenin aynı ortamda kullanıldığı web sayfalarından daha çok fayda sağlayabilirler [7].

2.5. İnternet(Web) Erişilebilirliği

İnternet erişilebilirliği, engelli kişiler tarafından web sayfalarının kullanılabilmesi demektir. İnternet sayfalarına erişilebilirlik; sayfaların engelli kişilerin algılayabileceği, anlayabileceği, gezinebileceği, etkili bir şekilde kullanabileceği ve bunun yanında da içerik yaratıp, katkıda bulunabileceği bir şekilde tasarlanmasıdır. İnternet erişilebilirliği görme, işitme, fiziksel, konuşma, algılama ve sinirsel engellilerin de dâhil olduğu tüm engelli kişileri içermektedir [8]. Dünyada interneti kullanan milyonlarca engelli insan vardır. Ancak, mevcut birçok internet sitesi içerdikleri erişilebilirlik engellerinden dolayı engelli kişilerin ulaşımını çok zor veya imkânsız kılmaktadır. Hâlbuki internet siteleri veya yazılımları erişilebilir yapılsa, engelli kişiler de interneti etkili bir şekilde kullanabilecektir.

İnternet, engelli kişilere bilgi ulaşımı ve iletişimi açısından eşi görülmemiş bir olanak sağlamaktadır. İnternetin eğitim, işletme, ticaret, devlet işleri ve eğlence alanlarındaki rolü gün geçtikçe artmaktadır. Engellilerin de toplumda aktif bir rol oynamasına olanak tanıyan erişilebilir bir internet, birçok alanda engelli kişilere eşit olanaklar sağlamak için şarttır [8]. Bir internet sitesini erişilebilir kılmak, içeriğin türü, sitenin büyüklüğü ve karmaşıklığı, kullanılan yazılım gibi birçok faktöre bağlıdır.

2.6. Web İçeriği Erişilebilirlik Kılavuzu

Birçok erişilebilirlik ilkesi, geliştirme veya yeniden düzenleme projesinin başından planlanırsa daha kolay uygulanabilir. Fakat var olan siteleri erişilebilir hale getirmek önemli miktarda çaba gerektirmektedir. Özellikle standartlara uygun bir şekilde kodlanmayan siteler veya özel içeriği olan siteler, örneğin çoğul ortamlı siteler çok daha zor geliştirilebilir. Bir web sayfasını erişilebilir yapmak için atılması gereken başlıca adımlar Web İçeriği Erişilebilirlik Kılavuzu (WCAG) kılavuzunda listelenmektedir. Bu kılavuz internet sitelerinin engelli insanlar için nasıl erişilebilir hale getirileceğini açıklamaktadır [8].

Bu kılavuz tüm internet içerik geliştiricilerine ve yaratım araçları geliştiricilerine yöneliktir. Temel amaç, erişilebilirliğin ilerlemesine yardımcı olmaktır. Bununla birlikte, kılavuzun ilkelerini izlemek web içeriğini tüm kullanıcılar için daha kullanışlı yapacaktır. Ayrıca kılavuzun ilkelerini izlemek insanlara internet üzerinden daha hızlı bilgi bulmada yardımcı olacaktır. Bu kılavuz içerik geliştiricilerin görüntü kullanmasını engellemez onun yerine çoklu ortam içeriklerinin nasıl daha erişilebilir yapılacağını açıklar.

2.6.1. Öncelikler ve uygunluk düzeyi

Her bir kontrol noktası kontrol noktalarının erişilebilirliğe etkisi temeline dayanarak çalışan bir çalışma grubu tarafından atanmış bir öncelik düzeyine sahiptir. Öncelik düzeyleri şöyle ifade edilirler.

Öncelik 1

Bir içerik geliştirici bu kontrol noktalarının şartlarını sağlamak zorundadır. Diğer durumda birçok grubun dokümandaki bilgilere ulaşması imkânsız hale gelecektir. Bazı grupların web dokümanlarını kullanabilmeleri için bu kontrol noktalarını sağlamak temel bir gerekliliktir.

Öncelik 2

Bir içerik geliştirici bu kontrol noktalarının şartlarını sağlamalıdır. Aksi takdirde birçok grup dokümandaki bilgilere ulaşmakta zorlanacaktır. Bu kontrol noktalarının şartlarını sağlamak web sayfalarının erişimindeki bazı belirgin engelleri ortadan kaldıracaktır.

Öncelik 3

Bir içerik geliştirici bu kontrol noktalarını referans olarak gösterebilir. Diğer durumda birçok grup dokümandaki bilgilere ulaşmakta biraz zorlanabilir. Bu kontrol noktalarının şartlarını sağlamak web dokümanlarının erişilebilirliğini geliştirecektir.

Bazı kontrol noktaları birtakım belirli durumlarda değişebilir bir öncelik düzeyi belirtebilir. Uygunluk düzeyleri üç farklı şekilde tanımlanır. Uygunluk düzeyi "A"; Bütün Öncelik 1 kontrol noktaları şartları sağlanmalıdır. Uygunluk düzeyi "AA"; Bütün Öncelik 1 ve 2 kontrol noktaları şartları sağlanmalıdır. Uygunluk düzeyi "AAA"; Bütün Öncelik 1, 2 ve 3 kontrol noktaları şartları sağlanmalıdır.

2.6.2. İlkeler

Kılavuzlar erişilebilirlik sorunlarını tartışır ve erişilebilirlik tasarım çözümleri yaratırlar. Belirgin engelleri olan kullanıcıların sorunlarını ortaya koyan tipik senaryolara yönlendirme yaparlar. Örneğin birinci kılavuz içerik geliştiricilerin görüntüleri nasıl erişilebilir hale getireceklerini açıklamaktadır. Bazı kullanıcılar görüntüleri göremeyebilirler, bazıları tarayıcının görüntü desteğini yavaş internet bağlantısını engellemek için kapatmış olabilir, diğer bir kısmı da görüntü gösterimi desteklemeyen metin tabanlı tarayıcı kullanıyor olabilir. Kılavuzlar erişilebilirliği sağlamak için görüntü gösterimden kaçınmayı önermezler [8]. Onun yerine erişilebilirlik için görüntünün metin eşleniğinin sağlanması gerektiğini açıklarlar. Kılavuzlar belirli ilkelerden oluşur. Her ilkenin kendine ait alt kontrol noktaları bulunur. Web erişilebilirliği ilkeleri aşağıda özet olarak açıklanmıştır.

Birinci ilke; sesli ve görsel içerik için alternatif metin eşdeğerlerinin sağlanmasıdır. Bazı engelli insanlar resim, video, ses ve uygulamaları doğrudan kullanamasa da bu görsel ve sesli içeriğin eşdeğer bilgilerini içeren sayfaları rahatlıkla kullanabilir. Eşdeğer bilgi, görsel ve sessel içeriğin amacına uygun olmalıdır. Örneğin indeks sayfasının linkini içeren ok işaretinin metinsel eşdeğeri “indeks sayfasına git” olmalıdır. Bazı durumlarda metinsel eşdeğer, görsel veya sessel içeriğini de tarif etmelidir. Mesela, HTML’de, IMG, INPUT ve APPLET elementleri için “alt” ifadesi kullanılmalıdır.

İkinci ilke, sadece renklere güvenilmemesini belirtir. İnternet sayfaları renksiz olduğu zamanda grafik ve metinlerin anlaşılabilir olması sağlanmalıdır. Eğer bilgi vermek için sadece renk kullanılıyorsa, belirli renkleri ayırt edemeyen insanlar ve renksiz veya görüntüsüz ekranları kullananlar bu bilgiyi alamazlar.

Üçüncü ilke, internet sayfalarının uygun bir şekilde işaretleme dili ve stil şablonları kullanılmasını belirtir. Doğru kullanılmayan işaret ve tasarım dili tarayıcılar için anlamsız sonuçlar üretebilir.

Dördüncü ilke, internet sayfasını ziyaret eden insanların algılama seviyelerinin farklı olduğu durumunu göz önünde bulundurarak doğal, anlaşılabilir bir dil kullanılmasını belirtir.

Beşinci ilke, internet sayfasını tasarlayan kişinin sayfaları işaretleme diline uygun olarak kodlamasını belirtir. Tablolar ekran okuyucu programlar tarafından okunabilir şekilde tasarlanmalıdır.

Altıncı ilke, internet sayfalarının yeni teknoloji özelliklerine uygun hale getirilmesini belirtir. Yeni teknolojiler desteklemese bile sayfalar her zaman erişilebilir olmalıdır. Dokümanlar sayfa stilleri olmadan da okunabilecek şekilde düzenlenmelidir. Yazılım nesnelere ("scriptler", "appletler" vb.) devre dışı bırakıldığında ya da desteklenmediğinde bu sayfalar kullanılabilir durumda olmalıdır. Bu mümkün değilse, alternatif olarak erişilebilen bir sayfada eşdeğer bilgi sağlanmalıdır.

Yedinci ilke, zamanla değişen ve kayan tipteki yazıların kullanıcının kontrolünde olmasının sağlanmasını belirtir. Bazı anlama ve görme engelli kişiler bu yazıları yeterince hızlı ya da hiç okuyamayabilir. Ayrıca yazılardaki hareket, anlama engeli olan insanlarda dikkat dağıtıcı olabilir. Ekran okuyucuları hareketli yazıları okumada zorlanırlar.

Sekizinci ilke, kullanıcı ara yüzlerinin erişilebilir bir tasarıma sahip olması gerektiğini ifade eder. Kullanıcı ara yüzleri, tasarım olarak erişilebilir bir yapıda olmalı, kullanıcıyı yormamalıdır.

Dokuzuncu ilke, mouse gibi cihazlardan bağımsız olarak okunabilecek bir web sayfası tasarımı yapılmasını belirtir. Bazı bedensel engelli kullanıcılar,

bilgisayarın faresini kullanamadıklarından, klavyeye bağımlı olarak web sitelerini gezebilmelidir. Aygıttan bağımsız erişim; kullanıcının sayfa ile tercih edilen bir giriş-çıkış aygıtı ile etkileşim kuracağı anlamına gelir. Eğer, bir form kontrolü sadece fare veya başka bir işaretleyici cihaz ile yapılıyorsa, görme engelli birisi formu kullanamayacaktır.

Onuncu ilke, eski tarayıcı veya ekran okuyucu kullanan engellilerin erişilebilir teknolojiyle doğru bir şekilde çalışması için geçici erişilebilir çözümler kullanılmasını belirtir. Örneğin, eski tarayıcılar kullanıcıya boş edit kutularında gezinmeye izin vermez. Eski ekran okuyucular arka arkaya listelenen linkleri tek bir link gibi okur. Bu yüzden bu aktif öğelere erişim zor ya da imkânsızdır. Bu zorlukları azaltmak için alternatif sayfalar yapılabilir.

On birinci ilke, W3C teknolojileri ve kılavuz bilgilerini gerekli tanımlamalara göre kullanılmasını ve erişilebilirlik kılavuzuna uyulmasını belirtir.

On ikinci ilke, internet sayfasında içerik ve yönlendirme bilgisi sağlanması gerektiğini belirtir. Sayfanın içeriğini anlatan ve genel olarak yapısı hakkında açıklayıcı bir yönlendirme yapan bir özet hazırlanabilir. Bir sayfanın bölümleri arasındaki karmaşık ilişkiler anlama ve görme engelli insanların yorumlaması için zor olabilir.

On üçüncü ilke, internet sayfası içerisinde kolay kullanılabilir bir dolaşım mekanizması sağlanmasını belirtir. Açık olarak her bir bağlantının amacı açıklanmalıdır. Bağlantı metinleri anlaşılabilir olmalı temsil ettiği içeriği anlamlı bir şekilde ifade etmelidir. Örneğin HTML'de "burayı tıklayın" yerine "Gazi Üniversitesi hakkında bilgi" şeklinde açıklama içeren bir ifade yazmak daha yararlı olur. Anlaşılır bağlantı metinlerine ek olarak bilgi verici bir sayfa başlığı da açıklayıcı olabilir. (örnek HTML ' de "title" özneliği.)

On dördüncü ilke, internet sayfası üzerindeki dokümanların anlaşılır ve kolay olmasının sağlanmasını belirtir. Sayfadaki grafikler okunabilir olmalıdır.

Anlama zorluğu olanlar, zihinsel engelliler, okuma güçlüğü olanlar için daha basit ve anlaşılabilir bir dil kullanılmalıdır. Tutarlı sayfa düzeni, ayırt edilebilir grafikler ve kolay anlaşılabilir dil bütün kullanıcılara fayda sağlar. Özellikle anlama engelli insanlar veya zor okuyan insanlara yardımcı olur. Açık ve basit dil kullanarak etkili iletişim kurulabilir. Yazılı bilgiye erişmek anlama ve öğrenme engelli insanlar için zor olabilir. Ayrıca açık ve basit dil kullanarak kendi dili sizinkinden farklı olan insanlara da fayda sağlar.

2.7. Web Erişilebilirliğine Yönelik Ülkelerin Tutum ve Çalışmaları

Dünya üzerinde engellilere yönelik verilen hizmetler ülkelere göre farklılık gösterir. Bu farklılığın ülkelerin gelişmişlik düzeyiyle ilişkili olduğu değerlendirilmektedir. Web erişilebilirliği konusunda da bazı ülkelerin farklı tutumları ve çalışmaları bu bölümde incelenmiştir. Web erişilebilirliği konusunda öncülük eden Amerika Birleşik Devletleri, uluslararası standartların yanı sıra "Section 508 of the Rehabilitation Act" internet sitelerinin erişilebilir olmasını zorunlu kılan yerel bir kanun hazırlamıştır. Bu kanun, Amerika Birleşik Devletleri Erişim Kurulu (United States Access Board Federal Agency Committed to Accessible Design) tarafından belirlenmiştir. Bunun gerçekleşmesi için Ekim 1998'de kurul tarafından Elektronik ve Bilgi Teknolojilerine Erişim Danışma Komitesi (Electronic and Information Technology Access Advisory Committee (EITAAC)) ismiyle bir komite oluşturulmuştur. ABD'de Bölüm 508 ile Federal Hükümet tarafından engelli bireylere erişilebilirlik sağlanabilmesi zorunlu kılınmıştır [9].

Erişilebilirlik üzerine olan yaklaşımlar ülkeden ülkeye değişiklik göstermesine rağmen çoğu ülke Avrupa Birliği standartlarını kabul etmektedir. İngiltere, 2006 yılında Engelli Hakları Komisyonu (Disability Rights Commission, DRC) ve İngiliz Standartlar Enstitüsü (British Standards Institution, BSI) engelliler için PAS 78 standardını hazırlamışlardır. PAS 78 standardı (publicly available specification) herkese açık bir standart olmasının yanı sıra erişilebilir bir internet sitesi yönetimine yönelik bilgiler de içermektedir. İngiltere'nin

oluşturduğu PAS78'in Amerika Birleşik Devletlerinin oluşturduğu Bölüm 508 ile paralellik göstermektedir. İngiltere PAS 78 ile mevcut çalışmaların ve standartların ortak bir çerçevede birleştirilmesini sağlayacak bir doküman oluşturmaya çalışmıştır. İngiltere Disability Discrimination Act 1995 (DDA) içerisinde, internet sitelerinin erişilebilirliği konusuna değinmemiş olmasına rağmen, engelli vatandaşlara yönelik ayırım yapılmasını kanuna aykırı olarak nitelendirmiştir.

Yapılan araştırmalarda Türkiye'de internet erişilebilirliği ile ilgili uygulanan ve zorunluluk getiren bir kanun ya da yönetmeliğe rastlanmamıştır. Bu noktada mevcut kamu internet sitelerinin belli bir standart temel alınarak ve buna uygun kullanılabilirlik yöntemlerinin belirlenmesi yoluyla hazırlanmadığı gözlemlenmektedir. Ancak son yıllarda bu konuya yönelik çalışmaların olduğu da bilinmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojileri alanında dünyadaki gelişmelere paralel olarak, ülkemizde de birçok kamu kurumunda bilgi işlem merkezleri ve internet siteleri oluşturulmuş ve bilgisayar ortamında bilgi saklanmaya başlamıştır. AB'nin bilgi toplumu olma yolunda belirlediği hedeflere uygun olarak, 2003 yılında e-Dönüşüm Türkiye Projesi (eDTr) başlatılmış, bu çerçevede birçok kamu hizmetinin elektronik ortamda sunumu öngörülmüştür. Bu bağlamda kamu internet sitelerinin devlet ile vatandaş arasındaki dolaysız iletişim ve etkileşimini sağlayan pencereler olarak önemi artmıştır [9].

eDTr Projesinin ve 2004 yılında yürürlüğe giren 4982 sayılı Bilgi Edinme Hakkı Kanununun da hızlandırıcı etkisiyle, ülkemizde kamu hizmeti sağlayan kurum ve kuruluşlara ait internet sitesi sayısı hızla artmış, Ocak 2006 itibarıyla, 8.115'e ulaşmıştır. Kamu internet siteleri oluşturulurken standartlara uyum; sitenin hızlı yüklenmesi, kolay dolaşım ile bu sitelerden verilen hizmetlerde; erişilebilirlik, kolay kullanım gibi hususlar maliyet ve zaman tasarrufu sağlanması açısından büyük önem arz etmektedir.

Bu kapsamda; 2005 yılında icracı bakanlıklar, sosyal güvenlik kuruluşları ve e-devlet konusunda yoğun çalışmaları olan bazı müsteşarlık, genel müdürlük ve başkanlıklardan oluşan 37 kamu kurumunda, toplam 74 sorudan oluşan bir anket çalışması yapılmıştır. Ankette kamu kurumlarının e-Devlet'e hazırlık olarak, elektronik ortamda sunacakları hizmetlere ilişkin iş süreçlerini sadeleştirip sadeleştirmedikleri, halkın ihtiyaç ve tercihlerini dikkate alıp almadıkları ve internet sitelerini hızlı, güvenli ve kaliteli hizmet sunmak üzere yapılandırıp yapılandırmadıkları gibi konular da değerlendirilmiştir.

Web standartları ve bunların hangilerinin ülkemizde uygulanabileceğine ilişkin akademik çalışmalar başta olmak üzere birçok kaynak taranmış, akademisyenler ve alanda uzman kişilerden görüş alınmıştır. Aynı zamanda, bu alandaki uluslararası gelişmeler takip edilmiş ve diğer ülke Sayıştayları tarafından yapılan çalışmalardan yararlanılmıştır.

Öte yandan 32 kurumun internet sitesini kapsayan bir test çalışması yapılmıştır. Söz konusu internet siteleri; anket uygulanan kurumlar, eDTr Projesinde görevi bulunan kurumlar ve çeşitli yarışmalarda ödül almış kurumlar arasından seçilerek tespit edilmiştir. Test çalışmasında, internet siteleri tasarım, dolaşım, içerik ve erişilebilirlik ana başlıkları altında toplanan 35 değerlendirme kıstası çerçevesinde incelenmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucu, internet sitesi standartlarının belirlenmesi ve izlenmesine yönelik; eDTr Projesi eylem planlarında, konunun önemi dikkate alınarak, kamu internet sitelerinin uluslar arası standartlara uygunluğunu sağlamak üzere, "Kamu Kurumları İnternet Sitesi Kılavuzunun" hazırlanması eylemine yer verilmiştir [9].

2.8. Erişilebilirlik Üzerine Yapılan Benzer Çalışmalar

İnternet erişilebilirliğine yönelik olarak yapılan literatür taraması sonucunda, Türkiye’de görme engellilere yönelik olarak internet erişilebilirliği konusunda akademik alanda yayınlanan bir yüksek lisans veya doktora çalışmasına rastlanmamıştır. Ancak bu alanda bazı devlet kurumları tarafından hazırlanan kapsamlı erişilebilirlik kılavuzları, üniversiteler tarafından yapılan çeşitli akademik çalışma ve konferans bildirileri bulunmaktadır. 11 Temmuz 2006 yılı itibariyle Yüksek Planlama Kurulu Kararı ile onaylanarak, yürürlüğe giren “Bilgi Toplumu Stratejisi ve Etki Eylem Planı” kapsamında Türksat Uydu Haberleşme Kablo TV ve İşletme A.Ş tarafından erişilebilirlik üzerine kapsamlı çalışmalar yapılmıştır. Kurum tarafından hazırlanarak yayınlanan “Kamu Kurumları İnternet Standartları ve Öneriler Rehberi”, kamuda ve özel sektörde çalışan web tasarımcılara internet sitesi erişilebilirliği ve ilgili araç ve süreçleri kapsayan, tasarımları sırasında dikkate almaları gereken unsurlar konusunda destek sağlamaktadır.

Akademik alanda, 2006 yılında akademik bilişim çalışmaları kapsamında yer alan Görme Engelliler için Web Sayfalarında Erişilebilirliğin Sağlanması [7] konulu çalışmada, görme engelli kişilerin bilgisayar kullanırken ve web sayfalarını ziyaret ederken karşılaştığı sorunlar özetlenmiş; web sayfalarının hangi özelliklere sahip olursa görme engelli kişilerce erişilebilir olduğu üzerine öneriler sunulmuştur. Ayrıca Fatoş Subaşıoğlu tarafından görme engelliler haricinde diğer engellileri de kapsayan “Engellilerin İnternet’e Erişimi Üzerine” konulu bir çalışma [10] yapılmıştır. Çalışmada, engellilere yönelik uyarlanmış teknolojiler, engellilere yönelik internet kullanımı, web kurumlarının tanıtımı ve engellilerin kütüphane ortamında internet hizmetlerine erişim yöntemlerine yönelik tavsiyeler sunulmuştur.

Dünya çapında web erişilebilirliği üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu alandaki en önemli çalışmaların W3C Konsorsiyumu tarafından yapıldığı görülmektedir. W3C Konsorsiyumu web’in standartlarını belirleyen örgüttür.

Bu konsorsiyumun temel amacı; tarayıcılar arasındaki farkları azaltarak kod yazılımı standartlarını ortaya koymaktır. İnternet erişilebilirliği üzerine hazırladıkları kılavuzlarla engellilerin de diğer insanlar gibi web sayfalarına erişmelerine yönelik içerik geliştiricilere yapmaları gerekenleri açıklarlar. W3C konsorsiyumunun yanında internet erişilebilirliği üzerine katkıda bulunan kurumsal ve kişisel birçok web sayfası bulunmaktadır. Hepsinin ortak hedefi engellilerin interneti daha kolay bir şekilde kullanmalarına yönelik katkı sağlamaktır.

Engellilerin internet erişilebilirliği üzerine önemli bir kaynak olarak nitelendirilen kitaplardan birisi, 2000 yılında Michael G.Paciello tarafından yazılan “Web accessibility for people with disabilities” isimli kitaptır. Kitap içerik geliştiricilerin erişilebilir internet sayfaları tasarlamasına yönelik kuralları detaylı olarak açıklamaktadır. Bununla birlikte engellilerin web erişilebilirliği üzerine farklı üniversitelerin yaptığı çeşitli çalışmalar bulunmaktadır.

Bunlardan en önemli çalışmalardan biri İngiltere’de bulunan Queen’s University of Belfast tarafından yapılan “Görme Engellilerin İnternete Erişmeleri İçin Çok Yönelimli Bir Arabirim Geliştirilmesi” konulu çalışmasıdır. Çalışma, görme engellilerin internetteki bilgileri erişebilmeleri için geliştirilmekte olan bir proje hakkındadır. Proje görme engelli insanların web sayfalarını okurken ve gezinirken yaşadığı sorunlara odaklanmakta ve bu sorunları görsel, ses ve engelli teknolojilerine bağımlı multi-modal (çok yönelimli) yaklaşımlar ile çözmeye çalışmaktadır. Çalışma web erişilebilirliğine yönelik şaşırtıcı gerçekleri ortaya çıkarmıştır. İngiltere’deki 1000 web sayfası hem web erişilebilirliği test araçları ile hem de manüel olarak test edilmiştir. Sonuç olarak, W3C kılavuzunda bulunan Öncelik-1, Öncelik-2, Öncelik-3 düzeylerinin hepsi olmak üzere, hiçbir web ana sayfasının erişilebilirlik testinden geçemediği görülmüştür. 1000 sayfanın sadece %0,6’sı Öncelik-1 ve Öncelik 2 düzeyinden geçebilmiştir. Sayfaların % 19’u Öncelik-1 kontrolünden geçebilmiştir. Bu sayfalarda 100 adedi daha detaylı bir araştırmaya tabi tutulmuş ve 50 kör ve kısıtlı gören kullanıcının bu

sayfalarda verilen bazı görevleri gerçekleştirmesi istenmiştir. Körlerde başarı oranı %53, kısıtlı görenlerde %76 olmuştur. Yapılan testte, katılımcılar tarafından 585 farklı problem tespit edilmiştir. Bu problemlerin % 55'i kılavuzda bulunan hatalar ve %45'i kılavuzda yer almayan hatalar olarak tespit edilmiştir. Bu da hazırlanan kılavuzun görme engelli kişiler için yetersiz kaldığını göstermektedir.

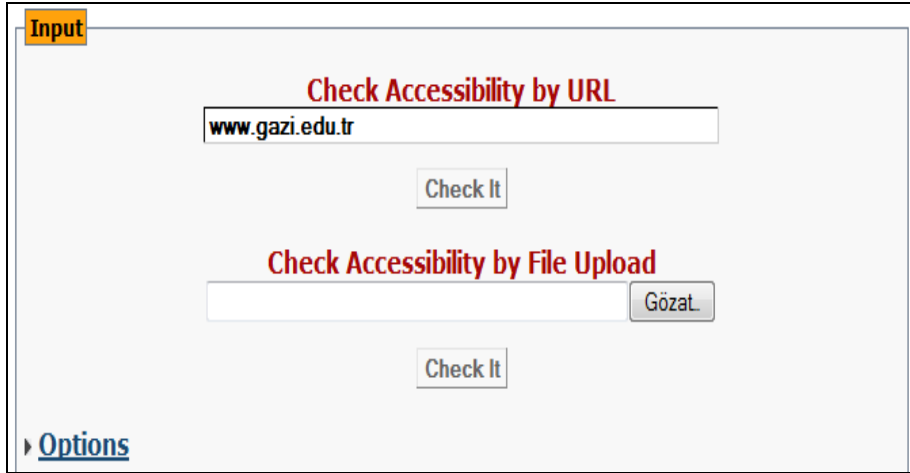
2.9. Web Erişilebilirliği Hesaplama Araçları

Bir web sitesinin erişilebilir durumunu ölçmek için bazı yazılımlar veya servisler geliştirilmiştir. Bu araçlar sitelerin erişilebilirlik kılavuzuna göre uygunluğunu test ederler. Erişilebilirlik kılavuzuna göre site içerisinde bulunan problemleri gösterirler. Web sitesini erişilebilir yapmak isteyenler bu araçları kullanarak belirli bir oranda iş yükünü azaltmış olurlar.

Web Erişilebilirlik Girişimi (WAI) tarafından standartları belirlenen yöntemleri kullanan, farklı özelliklerde birçok hesaplama aracı bulunmaktadır. Bu araçların hepsi sayfaların erişilebilir yapılmasında zaman ve emek tasarrufu sağlar. Düzgün ve bilinçli olarak kullanıldığında erişilebilir engellerin önlenmesine, sitede bulunan mevcut erişilebilirlik hatalarının düzeltilmesine ve daha kaliteli web sayfaları yaratılmasına olanak tanır. Bu araçların bazıları erişilebilirlik kontrol noktalarına göre otomatik olarak sitenin uyumluluk düzeyini ölçebilmektedir. Aslında, bazı erişilebilirlik kontrol noktalarının, yazılımsal olarak kararı verilemeyen insan görüşüne dayalı manüel olarak hesaplanabilecek yapıları bulunmaktadır. Bu nedenle bir erişilebilirlik hesaplama aracının bu site erişilebilirdir ya da değildir şeklinde bir karar vermesi beklenemez. Hesaplama araçları temelde tavsiye niteliğindedir. WAI erişilebilirliğe yönelik bu tarz hesaplama, onarma, dönüştürme araçlarını desteklemektedir. WAI doğrudan bir hesaplama aracını ön plana çıkarmaz veya tavsiye etmez. Bu çalışmada popüler olan bazı web erişilebilirliği test ve hesaplama araçları aşağıda belirtilmiştir.

2.9.1. A-Checker

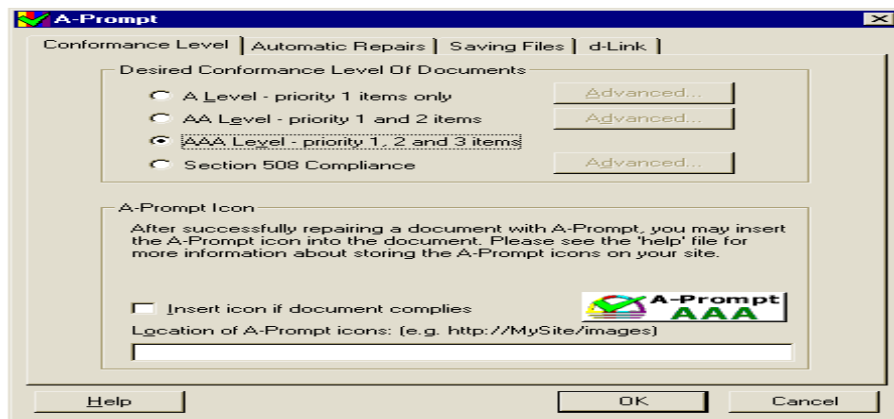
Çeşitli erişilebilirlik kılavuzlarına göre web sayfalarının erişilebilir uygunluk düzeylerine belirleyen web tabanlı ücretsiz bir erişilebilirlik kontrol yazılımıdır. HTML olarak raporlama yapar.



Resim 2.2. A-Checker program ara yüzü

2.9.2. A-Prompt

Windows tabanlı çalışan ücretsiz bir erişilebilirlik kontrol ve onarım yazılımıdır. WCAG 1.0, Section 508, BITV rehberine göre kontrol yapar.



Resim 2.3. A-Prompt program ara yüzü

2.9.3. Accesscolor

AccessColor ücretsiz ve web tabanlı bir kontrol yazılımıdır. Web sayfalarındaki, CSS dosyalarının renk kontrast oranı, yazı ve arka plan renklerinin uyumunu W3C tarafından da önerilen bir algoritmalarla test eder. Hesaplama yöntemi şöyledir. ((Red value X 299) + (Green value X 587) + (Blue value X 114)) / 1000.

AccessColor Report

Check URL

Web Address *

Show
 Only Errors Full report

Show Source

Report summary

The [W3C](#) recommends a standard of 500 or greater for the color difference and a standard of 125 or greater for color brightness.

Based on these considerations, the results for this page are:

- Both** color difference and color brightness **do not** meet the recommended standard for 5.77% of the total text.

A Fail message is displayed next to the [HTML](#) source line.

Resim 2.4. Accesscolor program ara yüzü

2.9.4. Accrepair

AccRepair Erişilebilirlik kontrolü ve düzeltmeleri yapabilen ücretli bir yazılımdır. WCAG standartlarına ve Section 508 standardına göre test yapabilen Visual Studio ile entegreli çalışabilen bir yazılımdır. Web tasarımcılarının geliştirdikleri sayfaların görme engelliler tarafından erişilebilir ve kullanışlı olup olmadıklarını test eden bir simülatördür. IBM firması tarafından geliştirilen yazılım WCAG 1.0, Section 508, JIS standartlarına erişilebilirlik kontrolü yapar.

2.10. Konuşma Sentezleme Çalışmaları

Türkçe hece tabanlı bir dil olduğundan konuşma sentezleme sistemleri için ideal bir dildir. Konuşma sentezleme; yapay bir aygıt tarafından eğitilmemiş yazılı bir metnin otomatik olarak konuşma şekline dönüştürülmesidir. Öncelikle görme engelliler olmak üzere belirli engel grubuna giren kişilerin hayatlarını kolaylaştıracak uygulamalar geliştirmekte kullanılabilir. Örneğin, görme engelliler için ekran okuyucu programları; kitap, web sayfası, e-mail okuma programları ya da konuşma engeli olan engelliler için bir iletişim imkânı sağlayan konuşma programları tasarlanabilir. Engelliler haricinde eğitim ve öğretim alanında öğrenme programları ve bir alışveriş merkezi için plaka uyarı veya duyuru sistemleri, hastane otomasyon sistemlerinde bilgilendirme programları, bankalar için telefon bankacılığı hizmetlerinde sesli yanıt programları geliştirilebilir. Aslında konuşma sentezleme kapsamında hayata geçirilmeye bekleyen birçok uygulama bulunmaktadır. Bu uygulamalar için temel amaç insan sesine yakın bir konuşma sesi elde etmektir.

Konuşma sentezleme çalışmaları tarihsel sürece bakıldığında her zaman ilgi alanı olmuştur. 18. yüzyılda insanın konuşma organlarını mekanik cihazlar ile taklit etmeye yönelik başlayan çalışmalar, 1960 yılından itibaren bilgisayarın gelişimiyle yapay olarak konuşma üretmeyi amaçlayan kapsamlı yazılımlara dönüşmüştür. Tarihte bu alanda çalışmış ilk önemli örnek, Wolfgang von Kempelen'in 1773 tarihli konuşma makinesidir. Kempelen, insan sesinin ve konuşmasının nasıl oluştuğunu bilimsel olarak uzunca bir süre inceledikten sonra ciğerleri, genzi, ağzı ve burnu yapay olarak bir araya getiren, konuşan bir makine yapmıştır. Kempelen'in konuşan makinesi, kullanan kişinin sağ ayağıyla basabileceği ciğer görevi gören bir körük, körüğün ilk durumuna dönmesini kolaylaştıracak bir ağırlık ve içinde küçük kaldıraçların bulunduğu bir kutudan oluşmaktadır.



Resim 2.5. Wolfgang von Kempelen'in konuşma makinesi

Tam anlamıyla yapılan ilk metinden konuşma sentezleme sistemi (Text-to Speech) 1968 yılında Japon Noriko Umeda tarafından geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem İngilizce metinleri insan sesi doğallığında konuşmaya çevirebilmeyi başarmıştır. Türkçe metinden konuşma sentezleme alanına yönelik ilk çalışma 1993 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi tarafından gerçekleştirilmiştir. Günümüzde farklı araştırmacılar tarafından gerek akademik, gerekse ticari çalışmalar yürütülmektedir. Türkçe metinden konuşma sentezleme konusu ile doğrudan ve dolaylı anlamda ilgili olarak çeşitli yüksek lisans ve doktora tezleri yapılmış, bunlara ilişkin çeşitli konferans bildirileri ve dergi makaleleri yayımlanmıştır [11]. Bilgisayarların hafıza ve hızlarının gelişmesi ve teknolojinin de ilerlemesiyle günümüzde oldukça anlaşılır doğala yakın konuşma sentezi kalitesi elde eden sistemler bulunmaktadır.

Konuşma sentezi, ses veri tabanında saklanmış ses kayıt parçalarını birbirine ekleyerek yapılabilir. Sistemler kullandıkları parçaların boyutlarına göre farklılık gösterebilirler. Fonemleri veya fonem ikililerini ses parçaları olarak

kullanan sistemler her türlü kelimeyi az miktarda kayıt kullanarak sentezleme imkânına sahiptirler [12]. Eklemeli sistemlere alternatif olarak formant bazlı ve boğumlanma bazlı sentezleme sistemleri de bulunmaktadır. Ancak bu sistemlerin kalitesi eklemeli sistemlere göre daha düşüktür. Konuşma sentezi sistemlerinin önemli problemlerinden birisi de metin normalleştirme işlemidir. Metin normalleştirmeden kasıt kısaltmaların veya rakamların uygun yapıda ve açık bir şekilde okunmasıdır.

2.11. Türkçe Konuşma Sentezleme Üzerine Yapılan Benzer Çalışmalar

Türkçe Konuşma sentezlemeye yönelik olarak yapılan literatür taraması sonucunda, Türkçe konuşma sentezleme ve bu konuyla ilgili olarak bugüne kadar yapılmış benzer çalışmalar Çizelge 2.2'de verilmiştir. Çalışmaları daha çok akademik olarak yapılan yüksek lisans ve doktora çalışmaları oluşturmaktadır. Bununla birlikte yurt içi ve yurtdışı konferans ve kurultaylarda Türkçe konuşma sentezleme üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar incelendiğinde, genel olarak konuşma sentezleme yaklaşımı olarak art arda bağlama (concatenative) sentezleyiciler üzerinde durulduğu ve ardışık olarak eklenen parçaların genellikle hece ve son çalışmalarda difonlar bazında olduğu görülmektedir. Bazı çalışmalarda ise mobil cihazlar için konuşma sentezleme yapılması hedeflenmiştir. Son zamanlarda yapılan çalışmaların büyük bir bölümü insan sesine yakın daha doğal bir konuşma sentezleme yapabilmek için süre ve ezgisel modelleme üzerine odaklanmıştır.

Çizelge 2.2. Türkçe konuşma sentezleme çalışmaları

S.Nu.	Çalışmanın Adı	Kurum	Yılı	Çalışma Türü
1.	A Speech Synthesis System for Turkish Language Based on the Concatenation of Phonemes Taken From a Speaker	ODTÜ	1993	Yüksek Lisans
2.	PC Based Speech Synthesis for Turkish	Çukurova Üniversitesi	1994	Yüksek Lisans
3.	Karma Söz Üretme Yöntemi ile Türkçe Yazılı Metinden Söze Geçme	İTÜ	1994	Yüksek Lisans
4.	Text to Speech Synthesizer in Turkish Using Non Parametric Techniques	ODTÜ	1998	Yüksek Lisans
5.	Signal Processing Aspects of Text to Speech Synthesizer in Turkish	ODTÜ	1999	Yüksek Lisans
6.	Reading Aid for Visually Impaired (A Turkish Text-to-Speech System Development)	Boğaziçi Üniversitesi	2000	Yüksek Lisans
7.	Concatenative Speech Synthesis Based on a Sinusoidal Speech Model	ODTÜ	2001	Yüksek Lisans
8.	Fundamental Frequency Contour Synthesis for Turkish Text to Speech	Boğaziçi Üniversitesi	2001	Yüksek Lisans
9.	An Implementation and Evaluation of Two-Diphone Based Synthesizers for Turkish	4th ISCA Tutorial and Research Workshop on Speech Synthesis, İskoçya	2001	Kurultay
10.	Türkçe Metinden Konuşma Sentezleme	Hacetepe Üniversitesi	2002	Yüksek Lisans
11.	Turkish Text to Speech System	Bilkent Üniversitesi	2002	Yüksek Lisans
12.	Duration Analysis and Modeling for Turkish Text-to-Speech Synthesis	Boğaziçi Üniversitesi	2002	Yüksek Lisans
13.	Automatic Modelling of Turkish Prosody	ODTÜ	2002	Yüksek Lisans
14.	Duration Properties of the Turkish Phonemes,	11th International Conference on Turkish Linguistics (ICTL 2002), Doğu Akdeniz Üniversitesi	2002	Konferans

15.	A Prosodic Turkish Text-to-Speech Synthesizer	Sabancı Üniversitesi	2003	Yüksek Lisans
16.	New Methods for Voice Conversion	Boğaziçi Üniversitesi	2003	Yüksek Lisans
17.	A Corpus Based Concatenative Speech Synthesis System for Turkish	Boğaziçi Üniversitesi	2004	Yüksek Lisans
18.	A Single Chip Solution for Text-to-Speech Synthesis	Boğaziçi Üniversitesi	2004	Yüksek Lisans
19.	Türkçe Metinden Konuşma Sentezleme için Sesbirim Sürelerinin Modellenmesi,	IEEE Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Konferansı:Muğla	2004	Konferans
20.	Duration of Turkish Vowels Revisited	12th International Conference on Turkish Linguistics, 9 Eylül Üniversitesi	2004	Konferans
21.	Örnek Bir Dizi Cümle İçin Türkçe Metinden Konuşma Sentezleyici	Ankara Üniversitesi	2005	Yüksek Lisans
22.	Voice Transformation and Development of Related Speech Analysis Tools for Turkish	ODTÜ	2005	Doktora
23.	Modeling Phoneme Durations and Fundamental Frequency Contours in Turkish Speech	ODTÜ	2005	Doktora
24.	Taşınabilir Cihazlar İçin Türkçe Metinden Konuşma Sentezleme Sistemi	Hacetepe Üniversitesi	2007	Yüksek Lisans
25.	Cross Lingual Voice Conversion	Boğaziçi Üniversitesi	2007	Doktora
26.	Türkçe Metinler için Hece Tabanlı Konuşma Sentezleme Sistemi	Akademik Bilişim (AB'08), On Sekiz Mart Üniversitesi	2008	Konferans
27.	Türkçe Metinden Konuşma Sentezleme Uygulamaları İçin Bir Veri Sözlük Seti ve Yazılım Çerçevesi	IEEE 17. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı (SIU 2009), Antalya	2009	Kurultay
28.	Türkçe Metinden Konuşma Sentezlemede Yaşanan Sıkıntılar ve Çözüm Yöntemleri	Hava Harp Okulu	2009	Yüksek Lisans

2.12. Ekran Okuma Programları

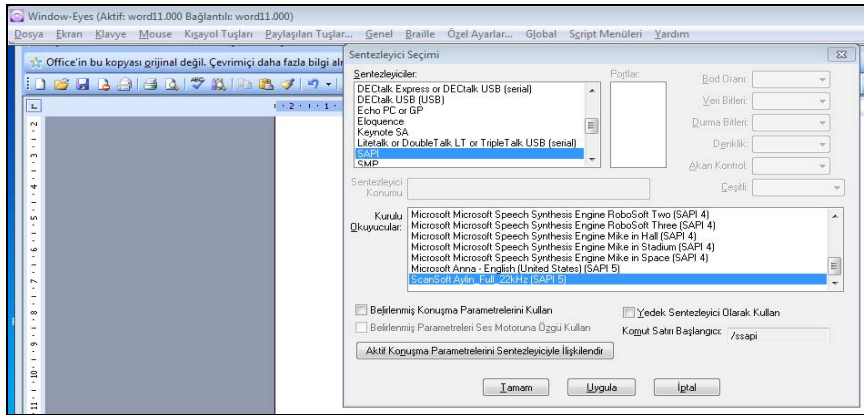
Görme engellilerin bilgisayar kullanmalarına yönelik dünya genelinde pek çok yazılım ve donanım geliştirilmiştir. Temel olarak görme engelli birinin bilgisayar kullanımında en büyük yardımcısı yapay konuşma sistemleridir. Yapay konuşma sistemleri iki alt gruba ayrılır. Birincisi, ekran okuyucu yazılımlardır. Bu yazılımlar ekrandan alınan görüntüyü ses sentezleme cihazına veya programına iletirler. İkincisi ise sesin sentezlenmesidir. Ses sentezleyici donanımsal bir ses kartı aracılığıyla gelen görüntü bilgisini konuşmaya dönüştüren yazılım tabanlı bir program olabilir. Bu sistemler bir dilin bütün ses birimlerini ve dilbilgisi kurallarını kapsayacak şekilde programlanırlar. Bu, sentezleyicilerin sözcükleri doğru telaffuz etmesine olanak tanır. Bazı özel ad ve bileşik sözcükler sıra dışı harf birleşimlerinden oluştuğu için problem yaratabilirler. Yapay konuşma, sentezleyiciye bağlı olarak, mekanik ya da insan sesine yakın bir kalitede olabilir.

Ekran Okuma Programları metinleri sese çevirmeye yarayan, kullanıcının ekranın seçtiği bölümü sesli olarak okuyan programlardır. Ekran okuyucu programlar bilgisayar ekranında görüntülenen metinsel bilgileri doğal insan sesi kalitesiyle seslendirerek görme engellilerin bilgisayar teknolojisinin sunduğu imkânlardan eksiksiz bir şekilde faydalanmasına imkân tanır. Buna ek olarak, sahip oldukları kısa yol tuşlarıyla aktif durumdaki program ve uygulamaların görme engelli kullanıcılar tarafından tam olarak kontrol edilmesini de mümkün kılar.

Görme engelli bir öğrenci, ekran okuyucu programlarla, ödev ve projelerini bilgisayar ortamında hazırlayarak ilgililere sunar; elektronik ortamdaki kitap, ansiklopedi ve benzeri kaynaklardan özgürce faydalanır. İş yerinde ve evde bilgisayar kullanmak ihtiyacı duyan görme engelli kullanıcıların en büyük yardımcısıdır.

2.12.1. Windows-eyes ekran okuma programı

Windows-Eyes; ekrandaki ifadelerin seslendirilmesini yahut kabartma ekran vasıtasıyla takip edilmesini sağlayarak görme engelli kullanıcılara bilgisayar dünyasının kapılarını açan bir programdır. Window-Eyes; sistemde gerçekleşen işlemlerle ve ekrandaki içeriğin nitelik ve niceliğiyle ilgili bilgiler sunarak bilgisayara tam hâkimiyet sağlayan, iyi seviyede bir ekran okuyucu programdır. 32 ve 64 bit tabanında çalışan Windows işletim sistemleriyle sorunsuz olarak çalışmaktadır.

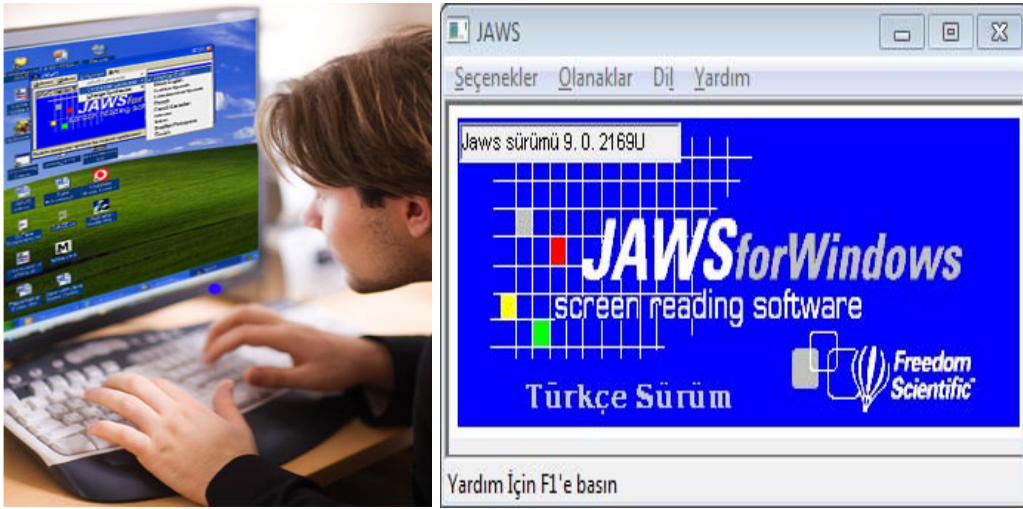


Resim 2.6. Windows-Eyes ekran okuma programı ara yüzü

Türkçe konuşan sentezleyicisi ve sesli eğitim dosyalarıyla Türkçe desteği bulunmaktadır. Program ayrıca seslendirme parametreleri, okuma özellikleri, tüm kısa yol tuşları ve mouse idaresiyle ilgili pek çok işlemin programdan programa değiştirilebilmesine imkan tanıyan esnek bir altyapıya sahiptir. Kullanıcılar, Window-Eyes'in sahip olduğu tüm seslendirme ayarlarını kullandıkları programın gereksinimlerine ve kendi tercihlerine göre belirleyebilir. Kabartma ekran kullanan görme engelliler de, yalnızca Window-Eyes programıyla sağlanan bazı kullanım seçeneklerini de içeren son derece gelişmiş kabartma ekran desteği sayesinde, ekranda görüntülenen bilgiye Braille formatında ulaşabilir. Window-Eyes Türkçe İngilizce, Fransızca, Almanca gibi dillerde kullanıcıların hizmetine sunulmuştur.

2.12.2. Jaws for windows ekran okuma programı

Jaws for Windows Programı dünyanın en gelişmiş ekran okuma programıdır. Bu programın en önemli özelliği dünyada geniş bir kullanıcı grubu olmasıdır. Bir görmeyenin bilgisayardaki tüm ihtiyaçlarına göre özel tasarlanmıştır.



Resim 2.7. Jaws for windows ekran okuma programı ara yüzü

Programın Türkçe desteği bulunmaktadır. Dünya görmeyenlerinin %80'inin kullandığı bu programın üstün taraflarından bazıları şunlardır. Web sayfalarında ve MS Word'de seri dolaşım tuşları sayesinde sayfa içerisindeki başlıklara, form alanlarına, çerçevelere, onay kutularına, seçim kutularına, yazma alanlarına ve radyo düğmelerine doğrudan erişilebilir ve bunları ayrı ayrı listeleyebilir. Sık kullanılan sayfaların belli bölümlerini işaretleyerek o sayfaya girdiği anda işaretli bölümleri dolaşabilir ve listeleyebilir. Sayfa içinde tabloları verimli ve hızlı bir şekilde kolaylıkla okuyabilmelidir.

Jaws programı, kullanıcıya kendi kullandığı programlarda erişimi kendisinin ayarlamasına imkân sağlayan script(programcıklar) yazmaya açıktır. Dolayısıyla scriptler sayesinde her türlü program görmeyene göre ayarlanabilmektedir. Görmeyen kullanıcı bilgisayarın herhangi bir ortamında belli kısa yol tuşlarına basarak Jaws programını o noktada nasıl

kullanabileceğini, Windows işletim sistemine dair kısa yolları Türkçe olarak dinleyerek öğrenebilmesine olanak sağlayan tek programdır. Jaws programı ayrı seçilen metin parçalarını panoda birleştirilerek başka bir alana taşıyabilir.

Program bilgisayar açıldığı anda devreye girer ve bilgisayarın kapatıldığı ana kadar görmeyene tüm ekranı okur, onlara detaylı bilgiler verir. Bilgisayarın her ortamında çalışarak görmeyenlerin bilgisayara tam hâkim olmalarını sağlar. Klavyedeki tüm tuşlar ve faaliyetler seslendirilir. Görmeyenler bilgisayarı klavyeden kullanırlar. Türkçe ekran okuma programı olması açısından önemlidir. Türkçeye ilaveten isteğe bağlı olarak dil alternatifleri de mevcuttur. Görmeyenlerin internetin geniş olanaklarından yararlanmalarına olanak sağlar. Bu program sayesinde görmeyenler tüm bilgisayar faaliyetlerinde bulunabilirler.

2.13. Türkçe Konuşma Sentezleme Teknolojilerinin İncelenmesi

Konuşma sentezleme bilgisayar tarafından bir metnin ses sinyallerine dönüştürülme işlemidir. Konuşma sentezleme sistemlerinin günümüzde çok yaygın kullanım alanları vardır ve gün geçtikçe kullanım alanları artmaktadır. Konuşma sentezleme sistemleri, özellikle görme engelli kişiler için, insan-makine etkileşimi için ve telefonlarda otomatik cevaplama sistemi olarak kullanılmaktadır. Dijital ortamda bulunan bütün yazıların sesli olarak okutulması mümkün olmaktadır [13]. Bu bölümde Türkçe dilinin özellikleri başta olmak üzere Türkçe Konuşma Sentezleme alanında yapılmış çalışmalar incelenecektir.

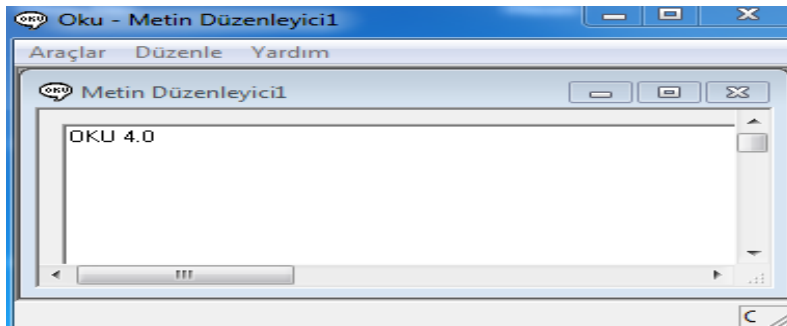
2.13.1. Türkçe konuşan sentezleme programları

Konuşma sentezleme programlarının, dünya genelinde yaygınlığı incelendiğinde onlarca yazılım olduğu tespit edilmiştir. Bu yazılımların ağırlıklı olarak İngilizce ve İspanyolca desteği bulunduğu tespit edilmiştir. Kısıtlı sayıda yazılım Türkçe Konuşma Sentezlemeye destek vermektedir. Türkçe

Dili'nin İngilizce, Almanca, Fransızca gibi dil bilgisi olarak birbirine yakın olan dillere oranla farklı bir yapıda olması bu kısıtlılığa sebep olan en önemli faktör olduğu değerlendirilmektedir. Ancak kısıtlı sayıda olsa da Türkçe konuşan sentezleme programları bulunmaktadır. Görme Engellilerin kullandıkları ve Türkçe konuşan programlar aşağıdaki maddelerde belirtilmiştir.

OKU 4.0

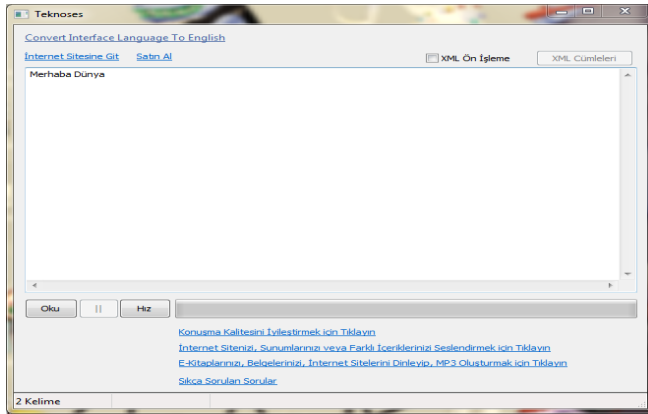
Oku, Türkçe bilen görmeyenler için geliştirilmiş bir programdır. Program Windows ortamında çalışır. Program Dosya Editörü, İnternet Gezgini, Mesaj (e-mail) Gönderme ve Alma olarak üç ana kısımdan oluşmaktadır. Dosya Editörü; görmeyenler txt veya rtf tipindeki dosyaları okuyabilirler. Bu program tarafından yazılan dosyalar txt tipindedir. Görmeyenler yazdıkları dosyaların yazıcıdan çıktısını alabilirler. Bu program çalışırken zamanı (takvim ve saat) öğrenebilirler ve dört işlem yapan hesap makinesini kullanabilirler. İnternet Gezgini; görmeyenler internet sayfalarına girerek içeriğini dinleyebilir, linkleri takip edebilirler. Linkleri takip ederken bir önceki ve bir sonraki linke dönebilirler. Ayrıca sık ziyaret edilen sayfaları sık kullanılanlar listesine ekleyerek, daha sonra hızlı bir şekilde erişebilirler. Mesaj Gönderme ve Alma; görmeyenler sunucu ve mesaj ayarlarını girdikten sonra, hesaplarında ki mesajları dinleyebilirler veya mesajları silebilirler. Yine aynı hesabı kullanarak mesaj atabilirler. Ayrıca adresleri adres defterinde tutabilirler.



Resim 2.8. OKU 4.0 programı

Teknosos TTS4

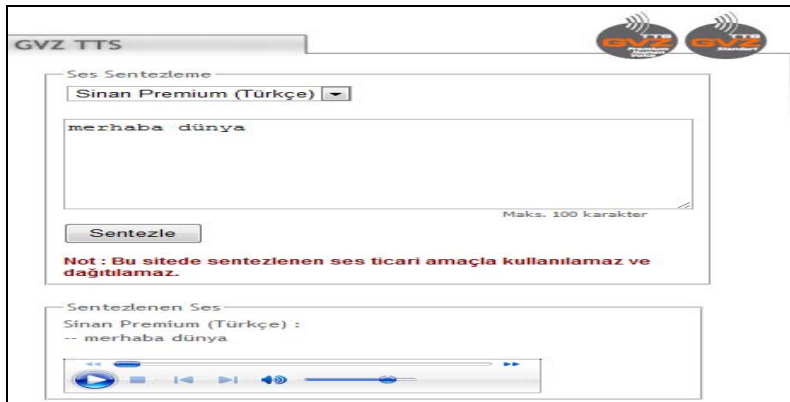
Teknosos TTS bilgisayardaki metinleri insan sesine dönüştürerek okunmasını sağlayan bir mimardır. Teknosos Text to Speech Görme Engelli insanlar için ücretsizdir. Ayrıca Lisans Anlaşması ve Kullanım şartlarında bahsedilen koşullarda ücretsiz olarak kullanılabilir.



Resim 2.9. Teknosos TTS4 programı

GVZ TTS

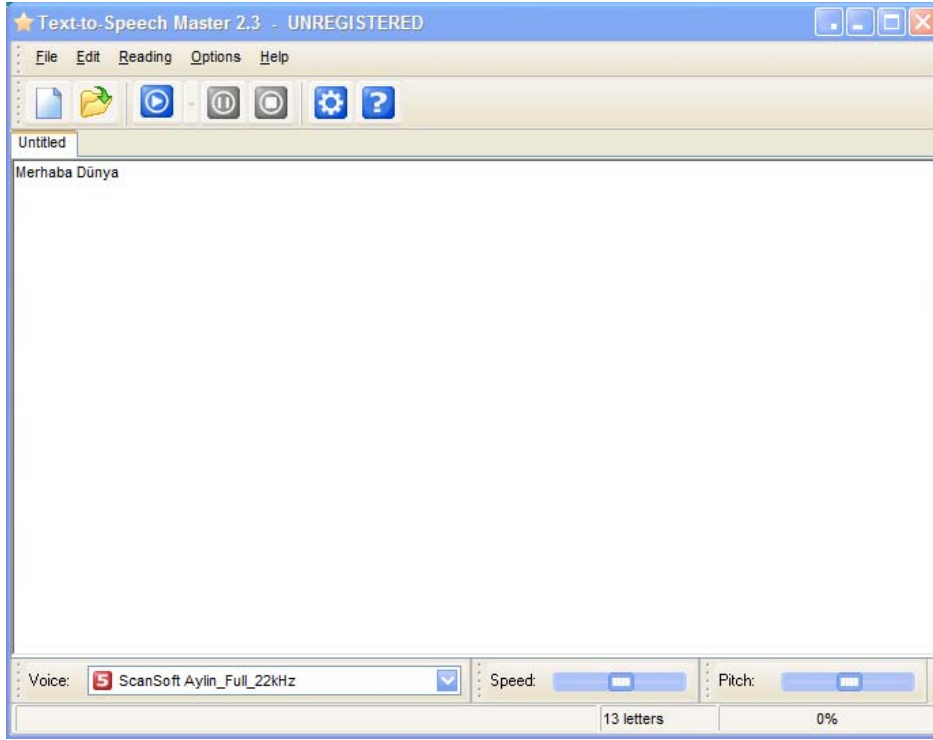
GVZ TTS yazılımı, elektronik ortamdaki metinlerin anlaşılabilir bir biçimde ve insan sesi doğallığında seslendirilmesini sağlar. Standart ve Premium (Human Voice) versiyonları bulunmaktadır.



Resim 2.10. GVZ TTS programı

Text-to-speech master 2.3

Text-to-Speech Master, elektronik belgeleri, e-postaları ve web sayfalarını okuyabilen bir programdır. Windows işletim sisteminde çalışır. WAV veya MP3 ses dosyası formatında ayarlanabilen hızda okuma yapar.



Resim 2.11. Text-to-speech master 2.3 programı

3. YÖNTEM

Günümüzde daha çok batı dillerine yönelik dünya çapında geliştirilmiş sözcük tabanlı onlarca konuşma sentezleme yazılımı mevcuttur. Ancak Türkçenin batı dillerinden farklı olarak sona eklemeli bir dil olması sebebiyle çoğu yazılımda dil desteği bulunmamaktadır. Bununla birlikte, az sayıda istisnası olmakla birlikte, yazıldığı gibi okunan bir dil olması sebebiyle bu yazılımlarda sentezlenen Türkçe metinler anlaşılır olmamaktadır. Bu nedenle Türkçe yapısı itibariyle farklı yöntemlerle çalışılması gereken bir dildir. Konuşma sentezleme teknikleri incelendiğinde, hecenin ses birimi olarak kullanılacağı bir yapının Türkçe için oldukça uygun olacağı değerlendirilmektedir. Türkçede bir girdi metni kelimelere ayrıldıktan sonra, her bir kelime geliştirilecek bir algoritma yardımıyla otomatik olarak hecelerine ayrılabilir. Hecelere ayrılan girdi metni, daha öncesinde seslendirilerek, ses veri tabanında etiketlenerek, saklanan ses kayıtları ile eşleştirilerek sentezlenebilir.

Görme engelliler, bilgisayarı normal bireyler gibi kullanamazlar. Bilgisayarı kullanmak için engellerine yönelik geliştirilmiş destek teknolojilere ihtiyaç duyarlar ve en büyük yardımcıları konuşma sentezleme yazılımlarıdır. Ancak görme engelli bireylerin internete ulaşmaları için bu yazılımlar da tek başına yeterli değildir. Görme engelliler internette bulunan içeriğe ulaşabilmek için konuşma sentezleme teknolojilerinin yanında erişilebilir sayfalara da ihtiyaç duyarlar. İnternet sayfalarını, özel tarayıcıları kullanarak görüntülerden arındırılmış metin ağırlıklı sayfalar olarak taratırlar. İçerik geliştiriciler tarafından tasarlanan bu internet sayfaları, bu dönüşüm esnasında eğer erişilebilirlik kurallarına uygun yapılmamışsa anlamsız ve içeriği eksik sayfalara dönüşür. İnternet sayfası erişilebilir ve anlaşılır olmadıktan sonra konuşma sentezleme yazılımının da bir anlamı kalmaz. Bu nedenle görme engellilerin, bilgisayarı etkin olarak kullanmalarının sağlanması isteniyorsa, konuşma sentezleme ve internet erişilebilirliği bir bütün olarak düşünülmelidir.

3.1. Erişilebilirlik Seviye Tespiti Yöntem ve Materyal

Bu çalışmada; öncelikle erişilebilirlik çalışmaları kapsamında, Türkiye'deki internet sayfalarının erişilebilirlik durumlarını algılamak, engelliler için internet sayfalarına erişim konusunda gösterilen hassasiyeti ve farkındalığı diğer ülkelerle kıyaslayarak ölçmek, içerik geliştiriciler tarafından yaygın olarak yapılan hata tiplerini tespit etmek amacıyla nitel bir araştırma yapılmıştır.

Yapılan araştırmada, Türkiye gelişmiş bir ülke olarak değerlendirilerek, ileri gelişmiş ve az gelişmiş iki ülke daha belirlenmiş ve bu ülkelerin popüler olan web sayfalarının erişilebilirlik seviyeleri, WCAG erişilebilirlik standartlarına göre test edilmiştir. Türkiye ile kıyaslanan ülkeler, Birleşmiş Milletler Gelişme Programı tarafından İnsani Gelişmişlik Raporu'nda belirtilen 2010 yılı İnsani Gelişmişlik İndeksi'ne [14] göre rastsal olarak tespit edilmiştir. Belirlenen ülkelerin internet sayfası tespit işlemi için google arama motoru kullanılmıştır.

3.1.1. Kıyaslanan ülkelerin tespit yöntemi

Türkiye gelişmiş olan bir ülke olarak değerlendirilmiş, diğer ileri gelişmiş ve az gelişmiş iki ülke her yıl Birleşmiş Milletler Gelişme Programı tarafından belirtilen İnsani Gelişmişlik Raporu'nda bulunan 2010 yılı İnsani Gelişmişlik İndeksi'ne göre rastsal olarak tespit edilmiştir.

İnsani gelişme indeksi, her ülkedeki yaşam uzunluğu, okuryazar oranı, eğitim ve yaşam düzeyi doğrultusunda hazırlanan bir ölçümdür. İnsanların düzgün yaşaması, özellikle çocuk hakları için bir ölçüt teşkil eder. Bir ülkenin gelişmişlik düzeyi ve ekonomisinin yaşam niteliğine ne düzeyde etkilediği belirlenir. Dağılım ilk olarak 1990 yılında Pakistanlı ekonomist Mahbub ul Haq tarafından geliştirilmiş ve 1993 yılından bu yana Birleşmiş Milletler Gelişme Programı tarafından yıllık gelişme raporunda belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. 2010 yılı insani gelişmişlik indeksi [14].

ÜLKE	GELİŞMİŞLİK DÜZEYİ	GLŞ. SIRASI	GLŞ. PUANI	KITA
Norveç	İLERİ GELİŞMİŞ	1	0,938	AVRUPA
Avustralya	İLERİ GELİŞMİŞ	2	0,937	AVUSTRALYA
Yeni Zelanda	İLERİ GELİŞMİŞ	3	0,907	AVUSTRALYA
A.B.D.	İLERİ GELİŞMİŞ	4	0,902	KUZEY AMERİKA
İngiltere	GELİŞMİŞ	26	0,849	AVRUPA
Ürdün	GELİŞMİŞ	82	0,681	ASYA
Türkiye	GELİŞMİŞ	83	0,679	AVRASYA
Cezayir	GELİŞMİŞ	84	0,677	AFRİKA
Lesotho	AZ GELİŞMİŞ	141	0,427	AFRİKA
Nijerya	AZ GELİŞMİŞ	142	0,423	AFRİKA
Uganda	AZ GELİŞMİŞ	143	0,422	AFRİKA
Senegal	AZ GELİŞMİŞ	144	0,411	AFRİKA

Bu rapor doğrultusunda Türkiye ile kıyaslanacak diğer iki ülke İngiltere ve Nijerya olarak belirlenmiştir. İngiltere; ileri gelişmiş ülke, Türkiye gelişmiş olan bir ülke ve Nijerya az gelişmiş bir ülke olarak belirlenmiştir. Her ülke için, o ülkenin diliyle veya uzantısı ile yayın yapan 50'şer adet web sayfası tespit edilerek, WCAG standartları doğrultusunda web sayfalarının erişilebilirlik seviyeleri belirlenmiştir.

3.1.2. Web sayfası tespit yöntemi

Belirlenen ülkelerin internet sayfası tespit işlemi için google arama motoru kullanılmıştır. Arama motorunda o ülke uzantısı ile örneğin "com.tr" olarak arama yapıldığında sıralanan ilk 50 web sayfası, o ülke için değerlendirmeye alınacak sayfalar olarak seçilmiştir. İngiltere için "co.uk", Nijerya için "com.ng" uzantısı ile arama yapılmıştır. Sayfaların tespiti ve incelemesi, 01 Aralık 2010 ile 10 Ocak 2011 tarihleri arasında Internet Explorer 8.0 sürümüyle ve o ülkeden yayın yapan sayfalar kistasına göre yapılmıştır. Arama sonuçlarında arama motorunun kendi internet sayfası ve tamamen Flash teknolojisi ile tasarlanan sayfalar göz ardı edilmiştir. Ülkelerin uzantısı ile yapılan aramalarda, arama motorunun reklam almadığı görülmüştür. Bu sayede

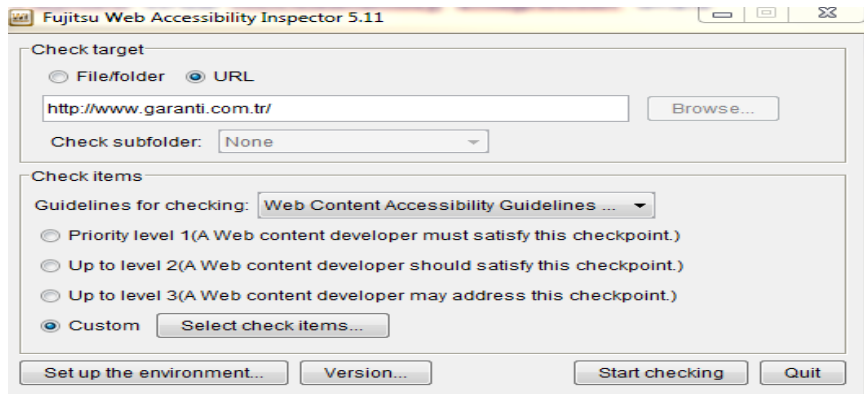
alınan örnek sayfaların homojen yapıda olduğu ve incelenen sayfaların, belirlenen ülkelerin en popüler sayfaları olduğu değerlendirilebilir.



Resim 3.1. Web sayfası tespit yöntemi

3.1.3. Erişilebilirlik seviye tespiti için kullanılan materyal

Yukarıda belirtilen ilkeler doğrultusunda, üç ülkeden 50'şer adet web sayfası tespit edilerek teste tabi tutulmuştur. Erişilebilirlik testi için Fujitsu Web Accessibility Inspector 5.11 isimli program kullanılmıştır. Program web sayfalarını erişilebilirlik düzeylerine göre test etmekte ve hata sayısını kontrol noktası bazında göstermektedir.



Resim 3.2. Fujitsu web accessibility inspector ara yüzü

Checked file (1) [Previous file](#) [Next file](#)

Target

File name: <http://www.garanti.com.tr/>

CSS file referred to: <http://assets.garanti.com.tr/assets/css/base.css>, <http://assets.garanti.com.tr/assets/css/core.css>, <http://assets.garanti.com.tr/assets/css/style-v01-addons.css>, <http://assets.garanti.com.tr/assets/css/style-v01-GT.css>, http://assets.garanti.com.tr/assets/css/dataui/core_concat.css, <http://assets.garanti.com.tr/assets/css/dataui/tr/style-v01.css>

Result

Number of problems: 27 problem(s) have been found.

Problem detail Source list

Problem outline

Priority level	Classification	Number of problems
1		0problem(s)
		0problem(s)
2		0problem(s)
		3problem(s)
3		15problem(s)
		9problem(s)

This item requires some corrections.

This item does not constitute a problem depending on its purpose. Examine its purpose and correct it as necessary.

[Top of this Page](#) [Top of this check result](#)

Resim 3.3. Fujitsu web accessibility inspector sonuç ara yüzü

Details (by source)

List of problems

Line	Source	View on the screen (Note)	Problem	Priority level and sorting	Checkpoint
0	-	-	<script> is used without <noscript>. Specify <noscript> as well.	1	1.1
		-	<script> is used without <noscript>. Specify <noscript> as well.	1	6.3
		-	<script> is used without <noscript>. Specify <noscript> as well.	2	6.5
13	<link rel="styl...	-	The text size is fixed by "font-size:(CSS)." Check that the text size is not to be changed with the browser. Some information (e.g., copyright notice) may be indicated with a fixed size.	2	3.4
14	<link rel="styl...	-	Do not set line spacing fixed by "line-height:(CSS)."	2	3.4
15	<link rel="styl...	-	The text size is fixed by "font-size:(CSS)." Check that the text size is not to be changed with the browser. Some information (e.g., copyright notice) may be indicated with a fixed size.	2	3.4
28	<link rel="styl...	-	The text size is fixed by "font-size:(CSS)." Check that the text size is not to be changed with the browser. Some information (e.g., copyright notice) may be indicated with a fixed size.	2	3.4
		-	Do not set line spacing fixed by "line-height:(CSS)."	2	3.4
104	<ul class="menu...	-	There is insufficient contrast between the text color (#000000) and the background color (#003366).	3	2.2
		-	There is insufficient contrast between the text color (#000000) and the background color (#003366) with respect to the standard for persons with low vision (i.e., cataract).	3	2.2
		-	There is insufficient contrast between the text color (#000000) and the background color (#003366) with respect to the standard for persons with protanopia.	3	2.2

Resim 3.4. Fujitsu web accessibility inspector detay ara yüzü

3.2. Konuşma Sentezleme Yöntem ve Materyal

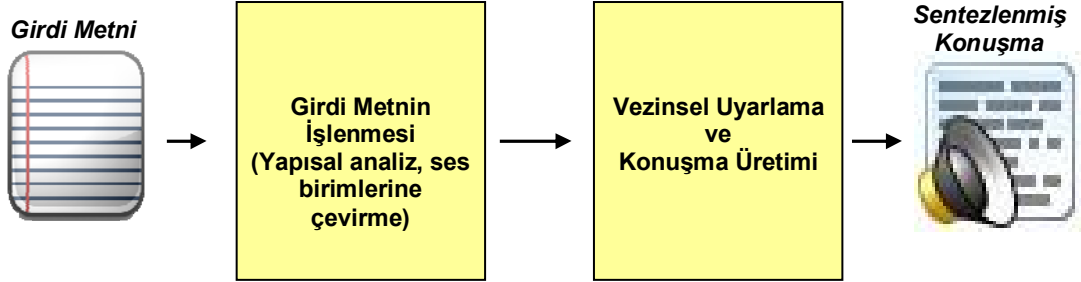
Konuşma sentezleme çalışmaları kapsamında, parça tabanlı ardışık eklemeli(concatenative) konuşma sentezleme tekniği kullanılan bir Türkçe hece tabanlı konuşma sentezleme yazılımı geliştirilmiştir. Yazılım Visual C#.NET programlama dili ile kodlanmıştır. Geliştirme ortamı olarak Visual Studio 2008 Professional kullanılmıştır. Geliştirilen yazılımda, konuşma sentezi, ses veri tabanında saklanmış ses kayıt parçalarını birbirine ekleyerek yapılır. Girdi metni, yazılım içine entegre edilen Türkçe heceleme algoritması ile hecelere ayrılarak ses sinyallerine dönüştürülmektedir.

Yapılan çalışmada, özellikle ses veri tabanı boyutunu azaltarak kesimleme, etiketleme zaman maliyetini ciddi oranda düşüren Türkçe dil yapısına uyumlu daha kolay ve daha pratik bir kesimleme-etiketleme yöntemi üzerinde durulmuştur. Geliştirilen yazılımın doğrulama ve geçerleme çalışmaları yapılmıştır. Programda üretilen sesin kalitesi MOS(Mean Opinion Score) benzeri puanlama ile ölçülmeye çalışılmıştır. MOS sübjektif ve ilk olarak PSTN (Public Switched Telephone Network) için sesin kalitesinin ölçülebilmesi için geliştirilmiş bir yöntemdir. İstatistiksel anlamda önemli sayılabilecek bir grubun ses örneklerini 0 ile 5 arasında puanlamasıyla oluşmaktadır ve böylece sesin istenen kalitede olup olmadığına karar verilir. Yapılan hesaplamada çok iyiden çok kötüye toplam beş seçenekte katılımcılardan konuşmanın kalitesine not vermeleri istenmiştir.

3.2.1. Konuşma sentezleme yöntemi

Konuşma sentezleyicinin basit olarak görevi, yazılı girdi metnini alarak bunu insan sesine yakın bir konuşma çıktısı vermektir. Bu görevi gerçekleştirmek için belirli adımlardan geçer. Bu adımlar sırasıyla; girdi metnini işlemek (girdi metnin yapısal analizini yapmak, fonem bazında ses birimlerine çevirmek), vezinsel uyarlama yapmak ve son olarak ses dalgası üreterek konuşmaktır.

Konuşma sentezleme sürecinin basitleştirilmiş görünümü Şekil 3.1’de verilmiştir. Bu adımları incelemek gerekirse;



Şekil 3.1. Konuşma sentezleme sürecinin basitleştirilmiş şekli

Girdi metnin işlenmesi adımı, içerisinde yapısal analiz ve ses birimlerine çevirme alt süreçleri kapsayan genel bir süreçtir. Girdi metnin yapısal analizinde, öncelikle metin-cümlelere, ardından cümleler-kelimelere ayrılır. Tüm dillerde cümle içerisinde boşlukla ayrılmış metinler bir kelimedir. Kelimelere ayrılmış metnin bu yazılım içerisinde ayrıca kodlanmış bir heceleme algoritması yardımıyla hece yapısı analiz edilir. Yazılı girdi metin alınır ve paragrafların, cümlelerin nerede başlayıp bittiği tespit edilir. Tespit işleminde yazı dilindeki noktalama işaretlerinden yararlanır. Bu adımdaki amaç konuşmanın ezgisel olarak çıkmasını sağlamaktır.

Yazılı metnin ses birimlerine çevrilmesi adımında, heceler ses birimlerine çevrilir. Konuşma organlarının, anlamlı sözcükler ve tümceler oluşturmak için düzenli olarak çalışması sonucu çıkan birimlere sesbirim (phon - fon) denir. Fon bir başka ifadeyle dildeki anlam ayırıcı en küçük öge olarak da adlandırılabilir. Her dilin kendine özgü bir fon tanımı vardır [15]. Ortak olan ayırıcı olma özelliğidir. Türkçe fonem tabanlı bir dildir. Bu sebeple Türkçe için her harfin bir foneme karşılık geldiğini söyleyebiliriz, fakat diğer dillerde durum farklıdır. Örneğin İngilizcede 26 tane harf olmasına rağmen 40 kadar fonem vardır [15]. Girdi metin hecelerinin ses birimlerine eşleştirilmesi sırasında bu yazılım kapsamında hazırlanan ses veri tabanı kullanılır.

Vezinsel uyarlama adımımda, kelimeler ardışık olarak cümle içinde seslendirilirken uygun bir ezgi ölçüsünün olması amaçlanır. Ölçü kelimeyi söylerken ağızdan çıkan seslerden ayrı olarak daha fazla konuşma özelliği içerir. Bunlar; ses perdesi, zamanlama, duraksama, kelimeler üzerindeki vurgu gibi özelliklerdir. Doğru ölçü doğru konuşma seslerini bulmak için ve doğru anlamı verebilmek için önemlidir. Örneğin; “Oku, baban gibi işsiz olma” cümlesi ile “Oku baban gibi, işsiz olma” cümlesi arasındaki anlam farkını yakalamak için duraksama ve zamanlama önemlidir. Noktalama işaretleri haricinde, bir cümleyi doğru olarak ifade edebilmek, doğru vurguyu yapabilmek, doğru ses perdesini tutturabilmek için cümlenin anlamını anlamak gereklidir ve maalesef bilgisayarlar bunu yapamazlar.

Son olarak ses dalgası üretimi aşamasında ise, fonem ve ölçü bilgisi her bir cümle için ses dalgası üretmek için kullanılır. Fonem ve vezin bilgisinden ses dalgası üretmenin birçok yolu vardır. En güncel sistemler bunu iki yolla yaparlar. Bunlardan biri kayıtlı insan sesi parçalarını birleştirerek, diğeryse sinyal işleme tekniklerini kullanarak yapar [16]. Biz bu yazılımda kaydettiğimiz insan sesi ile bir ses veri tabanı oluşturacağız ve bu veri tabanını kullanarak ses parçalarını birleştireceğiz.

3.2.2. Ses veri tabanı oluşturulması ve etiketleme yöntemi

Ses veri tabanının oluşturulması yazılım geliştirme sürecinin bir parçasıdır. Seslerin elde edilmesi için manüel kesimleme yöntemi kullanılmıştır. Kesimleme yapılacak birim, sözcük veya hece tabanlı olabilir. Ancak sözcük tabanlı yapılan bir kesimleme, hece tabanlıya göre hem daha fazla uğraş hem de daha büyük boyutlarda bir veri tabanı yaratacaktır. Ses veri tabanı, programın içerisine gömülü olacağından programın boyutunu artıracaktır. Hece tabanlı yapılacak bir kesimleme için dildeki tüm hece alternatifleri ses kaydının içerisinden kesilerek elde edilebilir. Sözcük tabanlı kesimlemeye göre daha pratik bir yöntem olmakla birlikte Türkçede beş harften oluşan

hece olduğu düşünülürse (kramp gibi), bu kesimleme ve etiketleme yöntemi de uzun bir süreç gerektirecektir.

Türkçe dili için, sözcükleri ses birimi olarak kullanmak mümkün görünmemektedir. Çünkü Türkçe eklemeli bir dildir ve bir sözcükten, ek getirmek suretiyle aynı veya farklı birçok kelime türetilir. Bu yüzden ses birimi olarak hecenin kullanılması daha uygundur. Türkçe hece sistemindeki bu mekanik yapı belli kurallarla donatılmıştır. Ana kurallar şu şekilde sıralanabilir [17].

- Türkçedeki en kısa hece bir sesli harften oluşmaktadır. Örneğin 'O' kelimesi kendi başına bir hece oluşturur.
- Birden çok sessiz harften hece olmaz. İçinde mutlaka bir sesli harf olmalıdır. Batı kökenli kelimeler istisna oluşturur.
- Türkçe kelimelerde en fazla iki adet sessiz harf yan yana gelebilir. Batı kökenli kelimeler istisna oluşturur.
- İki sessiz harf yan yana geldiğinde ve hiç sesli harf olmadığında iki ayrı hece oluşur.
- Türkçede kelime içinde iki sesli arasındaki sessiz, kendinden sonraki sesliyle hece kurar: *a-ra-ba, bi-çi-mi-ne, in-sa-nın, ka-ra-ca, alt-lık, al-di.*
- Kelime içinde yan yana gelen sessizlerden sonuncusu kendisinden sonraki sesliyle, diğerleri kendilerinden önceki sesliyle hece kurar: *bir-lik, sev-mek, Türk-çe, Kork-maz.*
- Batı kökenli kelimeler, Türkçenin hece yapısına göre hecelere ayrılır: *band-rol, kont-rol, prog-ram, sant-ral, sürp-riz, tund-ra, volf-ram.*

Bu ana kurallar doğrultusunda en uzun ve en kısa hece Çizelge 3.2'de belirtilmektedir. Sembolik olarak sesli harfler "a" ile sessiz harfler "b" ile belirtilmiştir. Çizelge 3.2'de görüldüğü gibi Türkçe dilinde hece sisteminin 9 farklı hece tipinde olabileceği anlaşılmaktadır.

Çizelge 3.2. Türkçe hece tipi yapıları

S.No.	Hece Sembolü	Örnek
1	A	O
2	Ab	iş, ev
3	Ba	su, bu
4	Abb	alt, aşk
5	Bab	kış, sel
6	Bba	Gri
7	Babb	kalp, sarp
8	Bbab	krem, tren
9	Bbabb	kramp, branş

Bu hece sistemi kuralları dilimizde bulunan yabancı kökenli kelimeler nedeniyle bazen sekteye uğrayabilmektedir. Sayıları az olmakla birlikte özellikle üç sessiz harfin yan yana geldiği ve bir hece oluşturan kelimeler bulunmaktadır. 'Stra-tos-fer', 'stres', 'ekst-re', me-ga-hertz gibi yabancı kökenli kelimeleri bu kuralı bozan kelimelere örnek olarak verilebilir. Hece tipi yapıları incelendiğinde ve kurallar doğrultusunda Türkçede anlamlı veya anlamsız oluşturulabilecek hece sayısı 1 714 952'dir. Çizelge 3.3'te tespit yöntemi verilmiştir. Mevcut kurallar doğrultusunda tespit edilen anlamlı veya anlamsız 1 714 952 hecenin seslendirerek ve etiketlenilerek kaydedilmesi büyük çabalar gerektirmektedir.

Çizelge 3.3. Toplam hece sayısı

S.No.	Hece Sembolü	Örnek	Çarpan	Toplam
1	A	O	8	8
2	Ab	iş, ev	8x21	168
3	Ba	su, bu	21x8	168
4	Abb	alt, aşk	8x21x21	3 528
5	Bab	kış, sel	21x8x21	3 528
6	Bba	Gri	21x21x8	3 528
7	Babb	kalp, sarp	21x8x21x21	74 088
8	Bbab	krem, tren	21x21x8x21	74 088
9	Bbabb	kramp, branş	21x21x8x21x21	1 555 848
GENEL TOPLAM				1 714 952

Etiketlendirme, elde edilen ses birimlerinin veri tabanında isimlendirilerek saklanmasıdır. Bu çalışma kapsamında geliştirilen MKS yazılımında Türkçe dil yapısına uyumlu daha farklı ve daha pratik bir kesimleme ve etiketleme yöntemi sunulmuştur. Tüm hece kombinasyonlarının ses kaydından kesimlenmesi yerine sadece bir ve iki harfli hece kombinasyonları seslendirilerek hecenin başlangıç ve bitiş sınırları belirlenmiş ve ses veri tabanına hece ismiyle etiketlenmiştir. İki büyük harfli heceler yazılımın çalışma anında önce ikili hece formatına dönüştürülerek uygun ikili hece etiketi belirlenmekte, ardından fazladan harf kaldırılarak uygun ses üretilmektedir. Örneğin “VAR” hecesi ses veri tabanına etiketlenmemiş bir hecedir. Yazılımın ses üretimi aşamasında ilk önce “VA” ve “AR” olarak etiketlenmekte, ardından fazla olan ikinci “A” harfi atılarak “VA-R” olarak seslendirilmektedir. Yazılımsal olarak fazladan üretilen sesli harfin atılması yine yazılımsal olarak yapılmaktadır. Ses veri tabanı oluşturulması aşamasında, normal hece olarak seslendirilen 21 adet sessiz harfin, ayrıca ikili hecelerde son harf olarak seslendirilmiş bölümü kesimlenerek etiketlenmiştir. Bu yöntemle herhangi bir sıkıştırma algoritması kullanmadan yaklaşık 5 GB’lık yer kaplayacak olan ses veri tabanı 10 MB’a düşürülmüştür. Bunun yanında kesimleme ve etiketleme süreci de zaman açısından çok ciddi oranda azaltılmaktadır.

Bu kapsamda ses veri tabanına kaydedilmesi gereken heceler Çizelge 3.4.’te verilmiştir. A harfi sesli harfi b harfi sessiz harfi temsil etmektedir.

Çizelge 3.4. Etiketlenmiş sesli hece şablonları

S.No.	Hece Sembolü	Örnek	Çarpan	Toplam
1	A	O	8	8
2	Ab	iş, ev	8x21	168
3	Ba	su, bu	21x8	168
4	B	Z dağılımı	21	21
5	-B	VA-R	21	21
GENEL TOPLAM				386

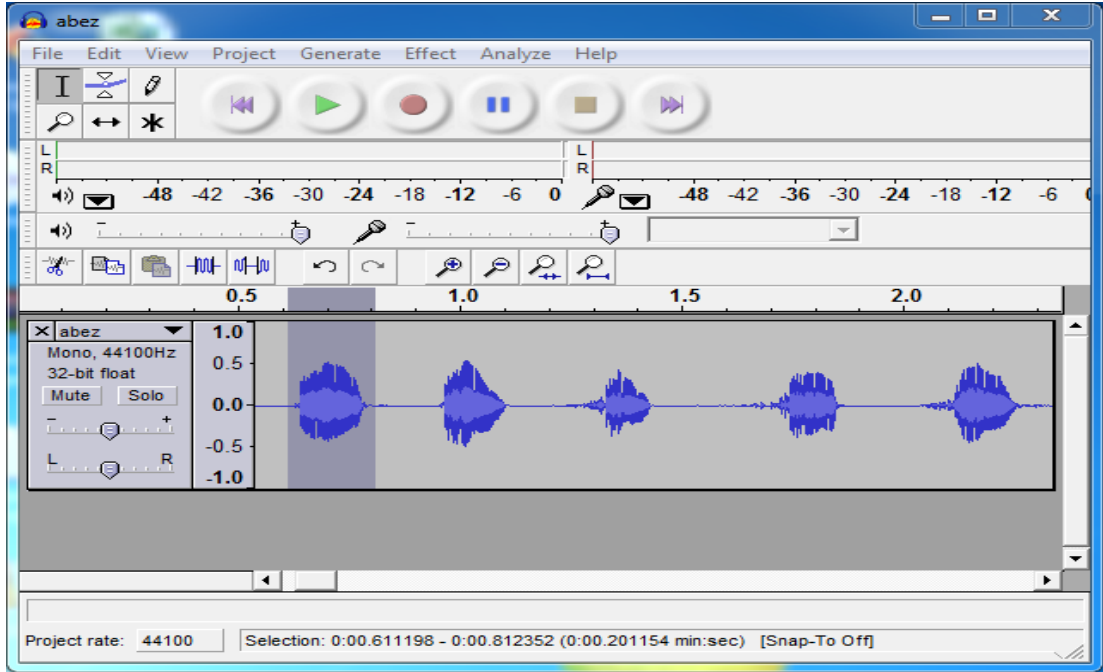
3.2.3. Ses hecelerinin kesimlenmesi ve kullanılan materyal

MKS sistemlerinde kullanılan seslerin elde edilmesinde değişik yöntemler kullanılmaktadır. Günümüzde kullanılan ticari yazılımlarda diksiyonu düzgün bir konuşmacıya ilgili dildeki tüm ses örneklerini içeren uzun bir metin verilmekte ve tüm metin okutulduktan sonra ihtiyaç duyulan sesler, ses teknisyenleri aracılığı ile ana ses kaydının içinden kesilerek elde edilmektedir [16]. Kesimleme işlemi önemli bir aşamadır. Kelimenin ses fonemlerine ayrılma işleminden sonra etiketlenmiş sesli hece şablonları oluşturulur. Bu işlem seslerin anlaşılır olarak okunabilmesi için temel oluşturur. Ses hecelerinin etiketlenmesi manüel olarak yapılır. Ancak etiketlerin doğru yerlere konması için sesli ifade kesimleme yöntemlerinden yararlanılır. Kesimleme işlemi de el ile yapmak mümkündür. Belirli bir algoritmaya dayalı sesli ifade kesimleme yöntemi oto kesimleme olarak adlandırılır. Kesimleme işlemi farklı düzeylerde olabilir. Bunlardan başlıcaları;

- Sesli ifadenin olmadığı kesimlerin ayrılmasına yönelik kesimle,
- Fonem sınırlarının belirlenmesine yönelik kesimleme,
- Sözcük sınırlarını belirlenmesine yönelik kesimleme olarak sıralanabilir.

Kesimlemede sesli ifadeyi oluşturan temel frekansın (pitch-fundamental frequency) belirlenmesi önemli bir yer tutar. Fakat temel frekansın belirlenmesi zor bir işlem olduğundan ve bu işlem için kesin sonuçlar üreten belirli bir yöntem olmadığından, üst düzeyde kesimleme yapılırken, yani hece ya da sözcük sınırları belirlenirken pek sık kullanılan bir yöntem değildir. Daha çok ünlü ve ünsüz seslerin sınırlarının belirlenmesi için kullanılır [15].

Bu çalışma kapsamında el ile kesimleme yapılırken fonem düzeyinde kesimleme yapılmıştır. Bunun için ses ifadelerini kayıt etmek ve düzenlemek için açık kaynak kodlu bir yazılım olan Audacity yazılım paketi kullanılmıştır. Programın bir görünümü Resim 3.5.'de verilmiştir.



Resim 3.5. Audacity yazılımı kayıt düzenleme

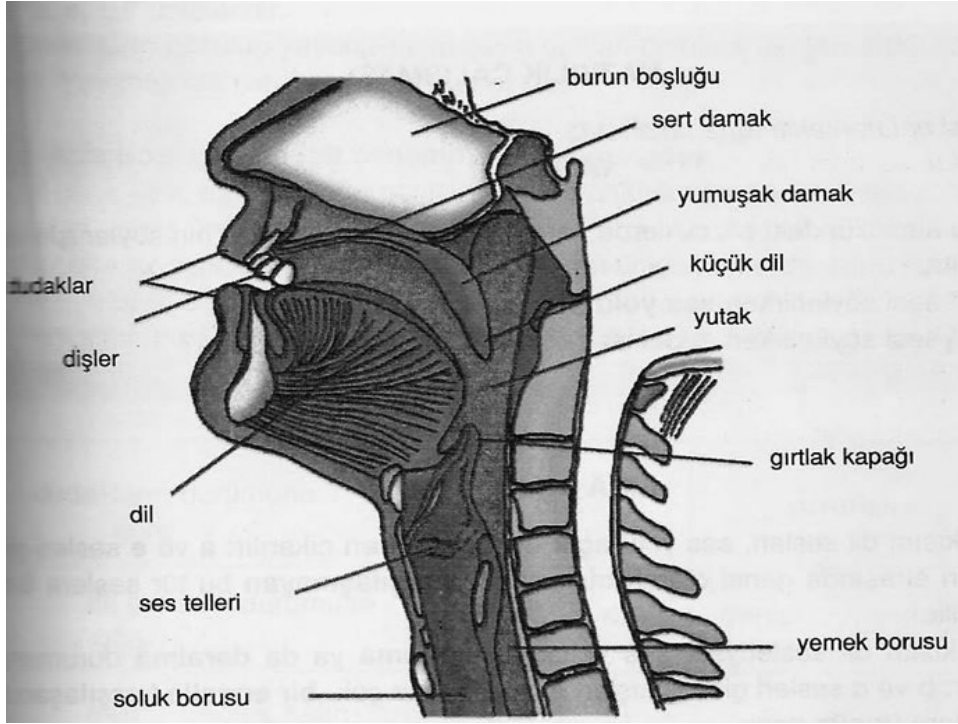
Orta alandaki kesim sesli ifade kütüğünün tamamının ses dalgasını göstermektedir. Burada sınırları belirlenmiş fonemlere etiket verilmektedir. Etiketleme işlemi bittikten sonra bu kesimdeki etiketler ses dosyası olarak kaydedilir. Gerekli tüm ses grupları, okunduktan sonra farklı adlandırılarak "wav" formatında kaydedilmiştir. Örneğin; "ya" hecesi 1ya.wav etiketiyle kaydedilmiştir.

IBM ve Microsoft'un küçük ses kayıtlarını herhangi bir bilgisayarda çalabilmek için geliştirdiği ses dosyası formatı yaygın kullanılan formatlar arasında en basitlerinden biri olan "wav"dır. Bu format, Windows 3.1'den bu yana Windows ortamında ses dosyalarının ana formatı olarak kullanılmakta, Macintosh tarafından da geçerli ve kullanılabilir bir araç olarak kabul edilmektedir. MP3 ve diğer sıkıştırılmış formatların aksine "wav"lar sadece sayısallaştırılmış seslerdir. Çok yer kaplamalarına rağmen, yapıları çok basit olup herhangi bir bilgisayarda rahatlıkla kaliteli ses verebilmektedirler [18]. Bahsedilen özelliklerinden dolayı bu çalışmada "wav" formatında ses kaydı yapılmıştır.

4. UYGULAMA

Bu çalışmada, hece tabanlı MKS yazılımının geliştirilmesi sürecinde, Türkçe dil yapısı da detaylı olarak incelenmiştir. Hecenin ses birimi olarak kullanılacağı bir yapının Türkçe için oldukça uygun olacağı değerlendirilmiştir. Dil yapısı incelendiğinde, bir girdi metni kelimelere ayrıldıktan sonra her bir kelime otomatik olarak hecelerine ayrılabilir. Türkçe heceleme sistemi basit ve mekanik bir yapıya sahiptir ve mevcut kurallara uyularak tasarlanacak bir algoritma ile ifade edilebilir. Bu maksatla kelimeleri Türkçe dilbilgisi kurallarına uygun olarak heceleleyen ve yazılım içine entegre edilebilen bir Türkçe Heceleme Algoritması geliştirilmiştir. Geliştirilen algoritma yardımıyla hecelere ayrılan girdi metni, daha öncesinde seslendirilerek ses veri tabanında etiketlenerek saklanan ses kayıtları ile eşleştirilerek sentezlenebilmektedir.

Konuşma, insana özgü bir iletişim yoludur. İnsanlar düşüncelerini sözcüklerle anlatırlar. Bu sözcüklerden de diller oluşur. Konuşma, çeşitli organlarımızın ortaklaşa işleyerek ürettikleri seslerden ya da sesbirimlerinden oluşan hecelerle ve bunlardan oluşan sözcüklerle sağlanır. Bu organlar gırtlak, boğaz, ağız, geniz ve burun boşluklarıdır. Soluk borusunun üst bölümünde yer alan ve solunum aygıtının bir parçası olan ses aygıtı solukla çalışır. Bu açıdan bazı bilginler bu aygıtı çok gelişmiş ve karmaşık bir nefesli çalgıya benzetir. Ses aygıtımızda içten dışa doğru ses telleri, gırtlak kapağı, küçük dil, dil ve dudaklar yer alır. Akciğerlerden başlayıp dudaklarda son bulan bu organların tümüne ses yolu denir. Sesin oluşması için, bilindiği gibi, havaya ve titreşime gereksinim vardır. İnsan sesinin oluşmasını akciğerlerden gelen hava ve gırtlaktaki ses tellerinin titreşimi sağlar. Ses, ağız ve burun yollarından solukla birlikte yayılır. Bir sözcüğü söyleyebilmemiz için seslerin ya da sesbirimlerinin her biri için belirli hareketler yapmamız gerekir. Gırtlakta oluşan ses ağız boşluğunda özellik kazanır. İnsanlar gırtlak kasları, ağız, dudak ve dişlerinin yardımıyla bu sesleri sözcüklere dönüştürürler [19].



Resim 4.1. Konuşma organları [19]

Konuşma sentezleme insan sesinin yapay olarak üretilmesidir. Konuşma sentezleyici, bilgisayarlarda kullanılan, metni konuşmaya çevirici sistemlerine verilen isimdir. Sentezlenmiş konuşma, öncesinden kaydedilen ve bir veri tabanında saklanan konuşma parçaları birleştirerek oluşturulabilir. Sentezleyici sistemler saklanan konuşma birimlerinin büyüklüğüne göre farklılık gösterirler.

Konuşma sentezleme sistemlerinin günümüzde çok yaygın kullanım alanları vardır ve gün geçtikçe kullanım alanları artmaktadır. Konuşma sentezinin ilk anlamlı örneği 1939 yılında Bell Laboratuvarlarında geliştirilmiş olan Voder sistemidir. ABD'de çocuklara telaffuz öğretmek için Texas Instruments tarafından geliştirilmiş Speak and Spell adlı bir oyuncak ile insanlar bu teknolojiyle tanışmışlardır. Bilgisayarların hafıza ve hızlarının gelişmesi ve teknolojinin de ilerlemesiyle günümüzde oldukça anlaşılır doğala yakın konuşma sentezi kalitesi elde eden sistemler bulunmaktadır.

4.1. Hece Tabanlı Türkçe MKS Programı ve Dilbilgisi

Türkçe, Altay dil grubuna giren eklemeli bir dildir. Bir kelimededen onlarca farklı veya aynı sözcük türetilmektedir. Bu, dildeki kelime sayısının çok olması anlamına gelir. Bu durumda, hecenin ses birimi olarak kullanılacağı bir yapının Türkçe için oldukça uygun olacağı değerlendirilmektedir. Hazırlanacak program ile hece tabanlı Türkçe metinlerin anlaşılır insan sesine dönüştürülmesi amaçlanmaktadır.

4.1.1. Türkçe dil yapısı

Türkçe birçok lehçeye sahip bir lisandır. Türkçe yaşayan dünya dilleri içinde, en eski tarihe sahip dillerin başında gelmektedir. Bugün bilinen en eski yazılı metinlerimiz, 6.-8. yüzyıllara ait Yenisey-Orhun Kitabeleri'dir. Fakat bu metinlerimizdeki işlenmiş, gelişmiş dilden hareketle ve diğer tarihi verilere dayanarak Türkçenin tarihinin en az 2500-3000 yıl gerilere götürülebileceği dil tarihçileri tarafından ifade edilmektedir [20].

Türkçe Altay dil ailesine bağlı Türk dillerinin Oğuz öbeğine üye bir dildir. Türkçe dünyada en fazla konuşulan 15. dildir. Türkiye, Kıbrıs, Irak, Balkanlar, Orta Asya ve Orta Avrupa ülkeleri başta olmak üzere geniş bir coğrafyada konuşulmaktadır. Ayrıca, Türkiye Cumhuriyeti, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nin resmî; Romanya, Makedonya, Kosova ve Irak'ın ise tanınmış bölgesel dilidir. Bunun dışında aynı öbek olan Oğuz Öbeğinde bulunan Azerice ve Türkmençe, İran, Azerbaycan, Afganistan, Gürcistan ve Türkmenistan'da konuşulur.

Türkçe çok geniş kullanımıyla birlikte zengin bir dil olmasının yanı sıra, özne-nesne-yüklem şeklindeki tümce kuruluşlarıyla bilinmektedir. Ayrıca Türkçe sona eklemeli bir dildir [21]. Bu nedenle kullanılan herhangi bir eylem üzerinden istenildiği kadar sözcük türetilir [22]. Çizelge 4.1.'de görüldüğü

gibi bu özelliğin bulunmadığı Hint-Avrupa Dilleri kolundan gelen İngilizce, Almanca ve Türkçe ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.1. Dil kelime türetmelerinin karşılaştırılması

Türkçe	İngilizce	Almanca
Göz	Eye	Auge
Göz-cü	Lookout	Suche
Göz-lük	Glasses	Brille
Göz-lük-çü	Optician	Optiker

Dillerin, diğer dillerle ilişkileri arttıkça, bir taraftan yaygınlaşıp zenginleşmekte bir taraftan da “saflık”, “özlük” oranları azalmaktadır. Bu sebeple, dünyanın en ilkel dilleri, en az alışveriş yapan; en zengin ve yaygın dilleri de en çok alışveriş yapan dillerdir. Bugün dünyanın en yaygın dillerinin başında gelen İngilizcenin söz varlığının % 50’si Lâtin, %15’i Grek (Eski Yunanca), %10’u diğer olmak üzere % 75’ten fazlasının başka dillerden alındığı yani yabancı kökenli olduğu bildirilmektedir [23].

Türkçe sözcük sayısı açısından zengin bir dildir. 2005’te onuncu baskısı yayınlanan Güncel Türkçe Sözlükte 63 818 madde başı, 13 589 da madde içi olmak üzere 77 407 söz bulunduğu; söz, deyim, terim ve anlamdan oluşan 104 481 söz varlığının yer aldığı belirtilmiştir. Türkçe Sözlük, bilgisayara ortamına da aktarılmıştır. Bilgisayar verilerine göre, dokuzuncu baskıdaki söz varlığının kökenlerine göre dağılımı da ortaya çıkmıştır. Bu döküme göre Türkçe sözlükte yirmi dilden 14 224 yabancı kökenli kelime bulunmaktadır [24]. Bu yabancı kökenli kelimelerin ortalama %10’u Arapça-Farsça, % 9’u Fransızca ve diğer batı dillerindedir.

Sonraki yeni çalışmalarla birlikte yabancı söz oranı da değişmiştir. Bu sözcüklerin %14’ünün yabancı kökenli olduğu TDK tarafından tespit edilmiştir. 2005’te Almanya’da yaygın olarak kullanılan Almanca "Duden Sözlüğü" 120 000 Almanca sözcük içermektedir. Şu an için, Türkiye

Türkçesi'nin en gelişmiş sözlüğü Büyük Türkçe sözlükte söz, deyim, terim ve isim olmak üzere toplam 616 767 söz varlığı bulunmaktadır. Türkiye Türkçesi'nin bütün söz varlığını bir araya getiren ve ortak bir veri tabanında kullanıma sunulan Büyük Türkçe Sözlük, yazı dilinin söz varlığının yanı sıra bütün bilim, sanat ve spor terimlerini, yer adlarını, kişi adlarını, Türkiye bölge ağızlarındaki ve kaynaklardaki sözcükleri, deyimleri içermektedir [25].

4.1.2. Türkçe hece sistemi

Ağzın bir hareketiyle bir defada söylenebilen sözcük parçalarına hece denir. Heceler harflerden oluşur. Türkçede hece sistemi mekanik bir yapıya sahiptir. Mekanik ifadesiyle kuralların az ve çok fazla karmaşık olmaması ifade edilmiştir. Türkçe yapısındaki işleyiş düzenliliği ve ahenkliliği bakımından dünya dilleri içinde seçkin bir yere sahiptir. Türkçenin dil bilgisi kurallarının hemen hemen istisnası yoktur. Dünyanın birçok yaygın ve gelişmiş dilinde asıl kurallar kadar da istisna kurallar vardır. Türkçe, düzenli işleyişi ve ahenkliliği ile yabancı ilim adamlarının dikkatini çekmiştir. Türkçe üzerinde çalışan yabancı ilim adamları, bu konuda millî gururumuzu da okşayacak ifadeler kullanmışlardır [23]. Bunlar içinde en ünlüsü Alman Max Müller, Türkçenin düzenliliğini şöyle dile getirmektedir:

“Türkçe dil bilgisi kitabını okumak, bu dili öğrenmek niyetinde olmayanlar için bile zevktir. Dil bilgisi kurallarının belirtilmesindeki ustalık, isim ve fiil çekimindeki düzenlilik, dilin yapısındaki saydamlık, kolayca anlaşılabilme yeteneği, insan zekâsının dil aracılığı ile beliren üstün gücünü kavrayabilenlerde hayranlık uyandırır. (...) Dilin içyapısı, billur bir arı kovanı yapısını seyrediyormuşuz gibi ortadadır. Türk dili, seçkin bir bilginler kurulunun uzun bir çalışması ile yapılmış sayılabilecek düzgünlüktedir.”

Yine, 1988'de Babil Dünya Dil Ödülü'nü kazanan Johann Vandavella'da Türkçenin yapı işleyişini satranç oyununa benzetmiştir [26]. Türk Dil bilginlerinden Prof. Dr. Muharrem Ergin de, Türkçenin yapısı için “Türk dili

belki de dünyanın en matematik dilidir. Onun yapısını incelerken, kaidelerini gözden geçirirken, insan hep matematik ölçülerle karşılaşmış gibi olur.” demektedir [27].

Türkçe, ünlüleri zengin bir dildir. Türkçede en az 8 ünlü vardır. Bu 8 ünlü 21 ünsüzle birlikte kullanılarak daha kelime başında 160 çeşit temel ses elde etmek mümkündür. Buna ses uyumları da eklenince Türkçenin ses güzelliği ve ahenliliği ortaya çıkar. Türkçede harfler sesli harfler ve sessiz harfler olarak iki gruba ayrılmaktadır. Çizelge 4.2.'deki gibi ünlü harfler ve ünsüz harfler olarak da ifade edilirler.

Çizelge 4.2. Sesli sessiz harfler

Sesli harfler	a,e,ı,i,o,ö,u,ü
Sessiz harfler	b,c,ç,d,f,g,ğ,h,j,k,l,m,n,p,r,s,ş,t,v,y,z

Heceler tek başlarına bir kelime oluşturabilmektedir. Bunun yanında heceler birleşerek anlamlı kelimeleri oluştururlar. Bu birleşme mekanik yapıyı biraz zorlaştıran sorunu beraberinde getirmektedir. Örneğin, bardak (babbab) kelimesi incelendiğinde 3 farklı hece yapısı Çizelge 4.3.'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.3. Bardak kelimesinin hecelenme şekilleri

Örnek	Hece Yapısı
ba-rdak	ba-bbab
bar-dak	bab-bab
bard-ak	babb-ab

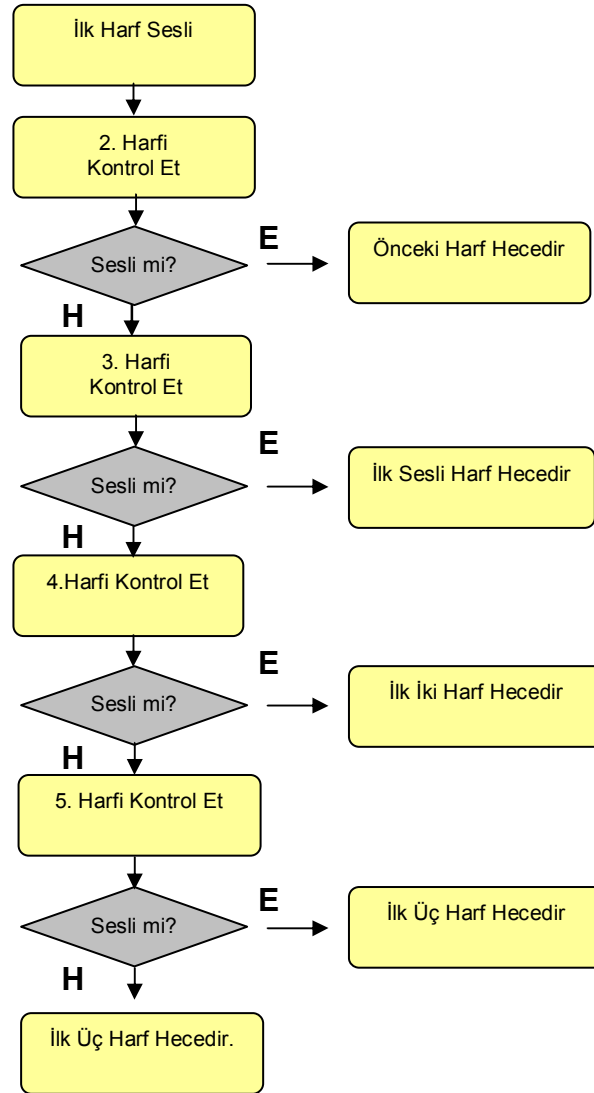
Çizelge 4.3'te belirtilen heceleme alternatiflerinden konuşma dilinin doğası ve dil bilgisi kurallarına göre ikinci satırda yazılan bar-dak (bab-bab) ifadesi doğru bir heceleme şeklidir. Bu durumda hangi hece tipinin ardışık olarak birbirine bağlanacağına dair, matematikle ilişkili belirli kuralların olduğu anlaşılmaktadır.

4.1.3. Türkçe heceleme algoritması

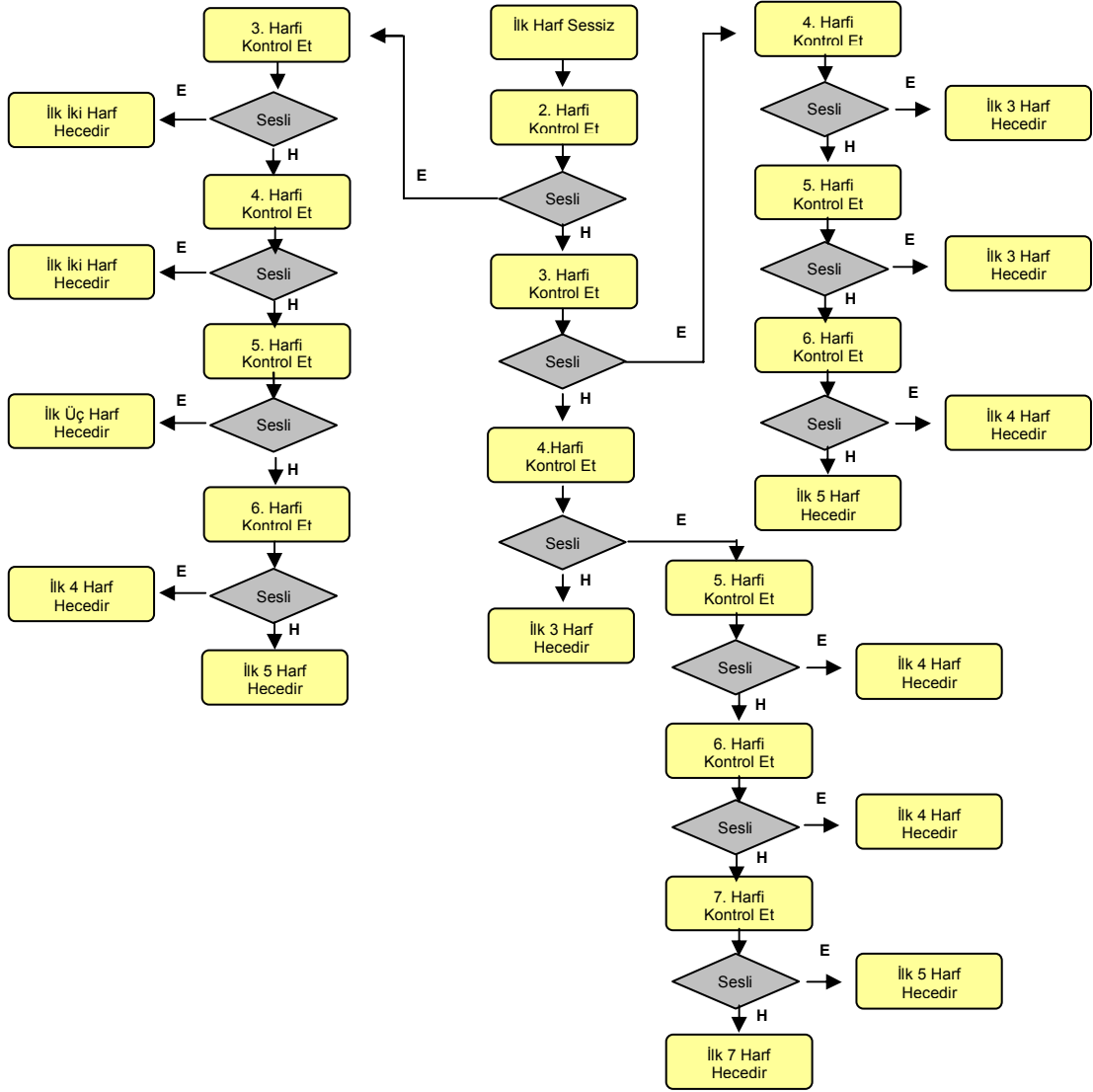
Türkçe Metinden Konuşma sentezleme teknikleri incelendiğinde, hecenin ses birimi olarak kullanılacağı bir yapının Türkçe için oldukça uygun olacağı değerlendirilmektedir. Türkçede bir girdi metni kelimelere ayrıldıktan sonra, her bir kelime geliştirilecek bir algoritma yardımıyla otomatik olarak hecelerine ayrılabilir. Hecelere ayrılan girdi metni, daha öncesinde seslendirilerek, ses veri tabanında etiketlenerek, saklanan ses kayıtları ile eşleştirilerek sentezlenebilir.

Türkçe kelimeleri hecelere ayırabilmek için her harfi bilmeye gerek yoktur. Bu iş için, sesli harflerle sessiz harfleri birbirinden ayırt edebilmek yeterlidir. Örneğin her sesli yerine "a" harfini ve her bir sessiz yerine "b" harfini koyarsak, heceleme yi yine doğru olarak yapabiliriz. Örneğin bu kurala göre "koşabilmek" sözcüğünün, sesli sessiz dağılımı "babababbab" olur.

Bu heceleme algoritmasının ilk adımıdır. Hecelere ayrılacak kelime sesli ve sessiz harf olarak ayrıştırıldıktan sonra, dilbilgisi kurallarına tabi tutulur. Mevcut kurallar doğrultusunda sesli harf ile başlayan bir kelimenin heceleme algoritması Şekil 4.1'de, sessiz harf ile başlayan bir kelimenin heceleme algoritması Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Sesli harf ile başlayan bir kelimenin hece tespiti



Şekil 4.2. Sessiz harf ile başlayan bir kelimenin hece tespiti

Geliştirilen heceleme algoritmasının kelimeleri dil bilgisi kurallarına uygun olarak heceleyebildiğini ölçmek için bir doğrulama çalışması yapılmıştır. Türkçe İmla Kılavuzunda yer alan kelime ve ifadeler programın imkân ve kabiliyeti doğrultusunda hecelere ayrılmıştır. Bu kapsamda rastsal olarak seçilen, program tarafından hecelere ayrılmış 10 000 adet kelimenin doğru olarak hecelere ayrılıp ayrılmadığı manüel olarak incelenmiştir. İmla Kılavuzunda yer alan kelimelerden örnek olarak alınan farklı hece yapısındaki otuz adet kelimenin, geliştirilen heceleme algoritması ile hecelenmiş halleri çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı kelimelerin yazılım tarafından hecelenmiş halleri

Kelime Yazılışı	Hecelenmiş Hali	Kelime Yazılışı	Hecelenmiş Hali
alaturkacılık	<i>a-la-tur-ka-cı-lık</i>	koç katımı fırtınası	<i>koç ka-tı-mı fır-tı-na-sı</i>
alelâcele	<i>a-le-lâ-ce-le</i>	kreleme	<i>krem-le-me</i>
bronzlaşmak	<i>bronz-laş-mak</i>	mekanikleştiricilik	<i>me-ka-nik-leş-ti-ri-ci-lik</i>
cümbür cemaat	<i>cüm-bür ce-ma-at</i>	menfaatperestlik	<i>men-fa-at-pe-rest-lik</i>
çingiraklı yılanlar	<i>çın-gı-rak-lı yı-lan-gil-ler</i>	plâjirizm	<i>plâ-ji-rizm</i>
dezenfektan	<i>de-zen-fek-tan</i>	psikopatolojik	<i>psi-ko-pa-to-lo-jik</i>
elektroensefalografi	<i>e-lekt-ro-an-se-fa-log-ra-fi</i>	riyetsiz	<i>ri-a-yet-siz</i>
elhamdü lillâh	<i>el-ham-dü-lil-lâh</i>	senfoni orkestrası	<i>sen-fo-ni or-kest-ra-sı</i>
erkânıharbiyei umumiye	<i>er-kâ-nı-har-bi-ye-i u-mu-mi-ye</i>	spazm	<i>spazm</i>
entelektüalizm	<i>en-te-lek-tü-a-lizm</i>	Teşkilâtıesasiye	<i>teş-ki-lâ-tı-e-sa-si-ye</i>
flânda balığı	<i>fland-ra ba-lı-ğ-ı</i>	transliterasyon	<i>trans-li-te-ras-yon</i>
genel grev	<i>ge-nel grev</i>	uygulanabilirlik	<i>uy-gu-la-na-bi-lir-lik</i>
Helenist	<i>he-le-nist</i>	Vaşington portakalı	<i>va-şing-ton por-ta-ka-lı</i>
ırk bilimi	<i>ırk bi-li-mi</i>	yassı solungaçlılar	<i>yas-sı so-lun-gaç-lı-lar</i>
iadeli taahhütü	<i>i-a-de-li ta-ah-hüt-lü</i>	ziraatçı	<i>zi-ra-at-çı</i>

Geliştirilen yazılım tarafından heceleme işlemine tabi tutulan 10 000 kelimenin, ayrıca manüel olarak yapılan kontrolünde tamamının dil bilgisi kurallarına uygun bir şekilde hecelendiği tespit edilmiştir. Geliştirilen heceleme algoritması % 100 oranında doğru olarak çalışmaktadır.

4.1.4. Geliştirilen MKS yazılımı

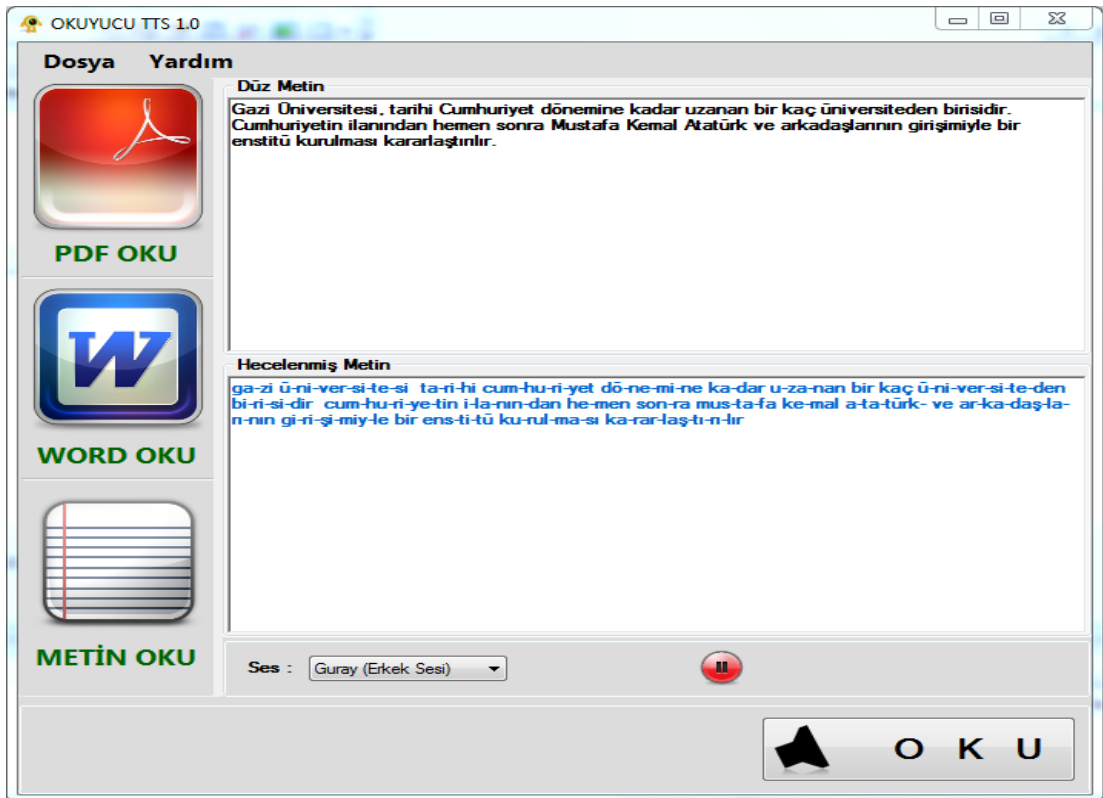
Bu tez kapsamında, görme engellilere yönelik bir metinden konuşma sentezleme yazılımı geliştirme süreci öncesinde, görme engellilerin nasıl bir yazılıma ihtiyaç duyduklarına yönelik, daha çok internet üzerinde görme engellilere yönelik hazırlanan web sayfaları ve forumlar ile kendileri ile yapılan sohbetleri kapsayan bir ön araştırma yapılmıştır. Bu ön araştırma sonucunda, görme engellilerin en büyük ihtiyaçlarının eğitim alanında istekleri ön plana çıkmaktadır. Bilgisayarın günlük hayatımızın vazgeçilmez bir parçası olması sebebiyle insanların eğitimlerine yönelik kitap okuma, iletişim kurma, ders çalışma gibi alışkanlıklarının değiştiği görülmektedir.

Büyük bir bilgi havuzuna dönüşen internetin görsel bir araç olması sebebiyle görme engelli bireyler bu gelişmelerden payını alamamaktadır. Yapılan araştırmada görme engellilerin en önemli sıkıntılardan biriside yine eğitim ihtiyacı içerisinde değerlendirilen kitap okuma imkânlarının azalmasıdır. Günümüzde artık teknolojinin gelişmesi ve donanımın küçülmeye başlaması ile elektronik kitap sayısı normal basılı kitap sayısını geçmek üzeridir. Görme engelli bireyin kitap okuyabilmesi için kitabın Braille alfabetiyle basılmış olması gerekmekte, ya da bir yardımseverin kitabı görme engelliye okuması gerekmektedir.

Daha çok internet üzerinde görme engelliler için kitap okumaya yönelik kitap seslendirme kampanyaları yapılmaktadır. Sesli kitap gönüllüleri sitesi bu işe öncülük etmektedir. Görme engelli bir yakınının, ortaokul ve liseyi dışarıdan bitirme imtihanları için kasetlere kitap okumayla bu işe başlayan, dört yıl sonra da, bu yakınının üniversiteyi bitirdikten sonra yüksek lisans imtihanına girebilmek için gerekli olan ALES kitabının seslendirilmiş halini bulamayan A.Kadir Arsu tarafından 2006 yılı Ocak ayında kurulmuştur. Bu sayede 400 adet sesli kitap yapılmıştır. Bir kitabın ses kaydının yapılmasıyla oluşan kitaplara sesli kitap ya da konuşan kitap denir. Günümüzde görme engelli çocuklar için öykü ve masallar, ilköğretim ve lise çağındaki görme engelliler

için hikâye ve romanlar ile özellikle sınava hazırlık dokümanları, üniversite ve yüksek lisans seviyesindeki görme engelliler için ise bölümlerine yönelik teknik sesli kitaplara ihtiyaç vardır. Kitap seslendirme işleminin sabır isteyen bir süreç olmasının yanında, bu geniş yelpazede ve özellikle eğitim sistemindeki yerleştirme sınavlarının müfredatlarının sıklıkla değiştiği günümüzde kitapların güncelliğinin sağlanması devamlı bir yapılanma gerektirmektedir.

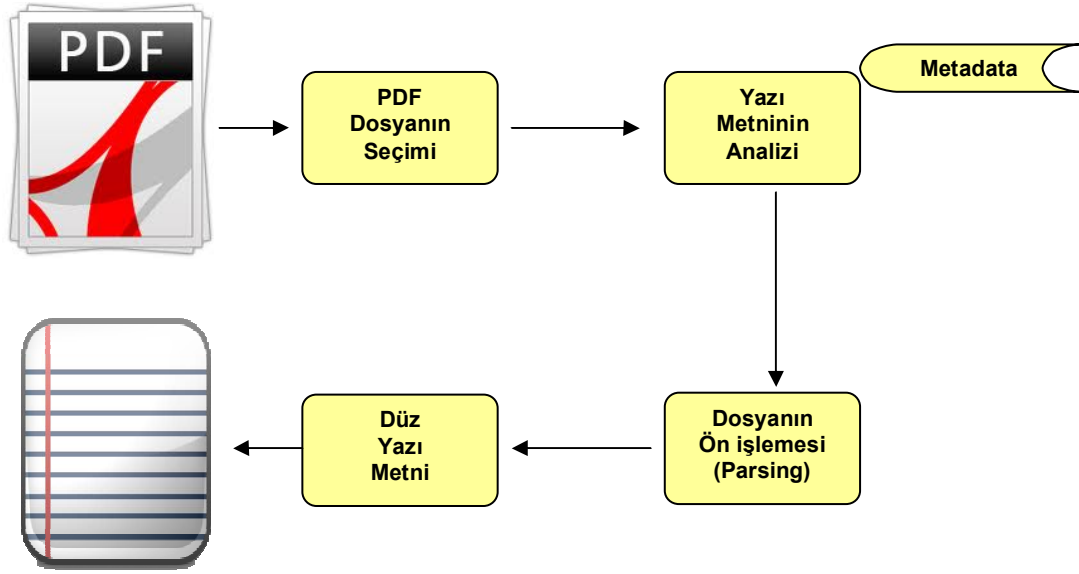
Yukarıdaki bahsedilen bilgiler ışığında görme engellilerin kitap okuma, sınavlara hazırlık gibi eğitim ihtiyaçları kapsamında bilgisayar ortamında bulunan çeşitli formatlardaki elektronik kitapları daha öncesinde seslendirmeye ihtiyaç duymadan insan sesine yakın bir ses vererek konuşmaya çevirme imkânına sahip hece tabanlı metinden konuşma sentezleme yazılımı yapılmasına karar verilmiştir. Resim 4.2.'de, geliştirilen uygulama için tasarlanan kullanıcı ara yüzü görülmektedir.



Resim 4.2. Okuyucu TTS 1.0 programı kullanıcı ara yüzü

Yazılımda kitap okuma işlemi tek bir elektronik dosya formatıyla kısıtlı değildir. Örneğin pdf, doc, docx ve txt tipindeki farklı formattaki elektronik dosyaları da sentezleyebilmektedir. Günümüzde e-kitap olarak nitelendirilen kitapların büyük bir çoğunluğu PDF (Portable Document Format; Taşınabilir Belge Biçimi) formatındadır. PDF, platformlar arası taşınabilir ve yazdırılabilir belgeler oluşturmak amacıyla üretilmiş sayısal bir dosya biçimidir. Birçok platform için bedava görüntüleyicinin olması dolayısıyla PDF yazdırılabilir ve düzenlenmesi beklenmeyen belgelerin dağıtımı için tercih edilir. Dosya biçimi açıktır. PDF dosyaları, PostScript'in kısıtlı bir altkütmesine karşılık gelen bir sayfa betimleme dilinde betimlenmiş grafiğin yanı sıra grafik elemanları veya belge ile ilişkilendirilmiş link, e-imza, anahtar kelime gibi metadatalardan oluşur. PDF dosyalarının yanında popüler olan diğer bir elektronik dosya formatı .doc veya .docx uzantılı Microsoft Word programıyla çalışan elektronik dosyalardır. Microsoft Word, Microsoft tarafından Microsoft Windows ve Apple Macintosh işletim sistemleri tabanında çalışmak üzere yazılan ve dağıtımı yapılan bir sözcük işlemci programıdır. İçinde bulunan detaylı metin biçimlendirme seçenekleri, ayrıntılı tablo, şekil ve grafik oluşturma başarıları nedeniyle, kendi türünde şu anda dünyadaki en popüler yazılımlardan biridir.

Geliştirilen yazılımda; girdi metninin işlenmesi ve ses verilerinin çalışma anında eklenerek okuma çıktısı oluşturulması süreci tüm elektronik dosya formatları için sabittir. Ancak her elektronik dosya formatı farklı bir metedataya sahiptir. Bu nedenle önemli olan husus girdi metninin, bir ön işlemeye tabi tutulmasıdır. Seçilen elektronik dosya formatı standart bir yapıya dönüştürülmelidir. Kullanıcı ara yüzünde yapılacak elektronik dosya formatını seçimini müteakip yazılım çalışma anında seçilen elektronik dosya tipine göre bir girdi ön işleme süreci yaratır ve seçilen dosyası standart bir yapıya dönüştürür. Bir PDF uzantılı dosyanın girdi ön işleme süreci Şekil 4.3.'te grafiksel olarak açıklanmıştır.

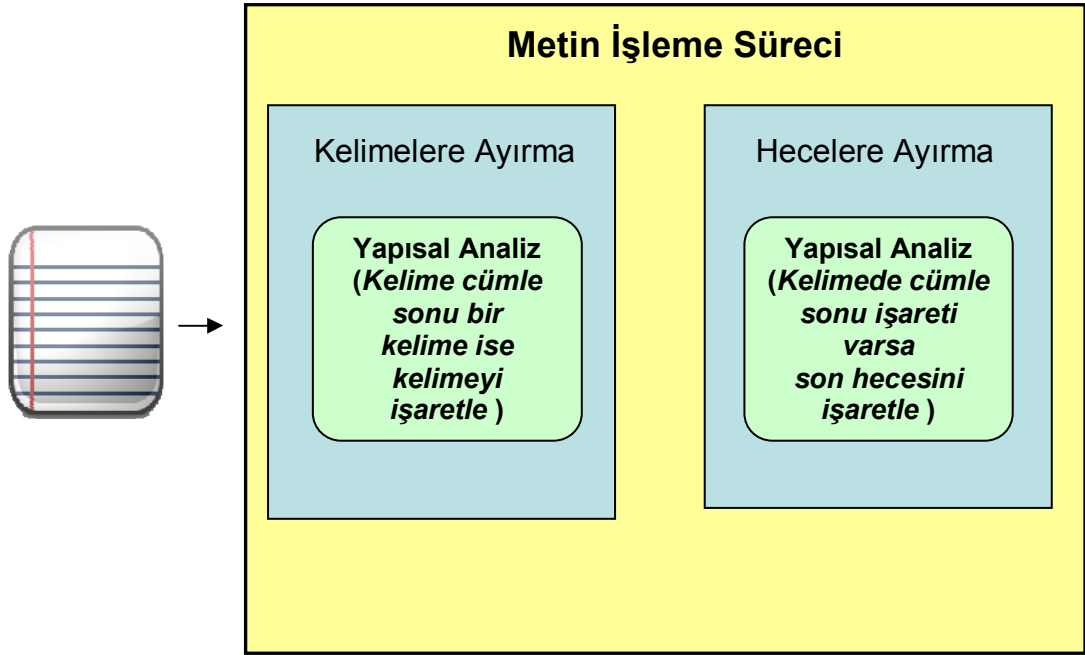


Şekil 4.3. PDF uzantılı dosyanın girdi ön işleme süreci

Yazılımın çalışma anında standart düz yazı metnine çevrilen elektronik dosya içeriğinin yapısal analizi yapılmak üzere Girdi Metninin Yapısal Analizi sürecine tabi tutulur. Girdi Metninin Yapısal Analizindeki amaç, girdi metninin ses dosyası haline getirildiğinde kısmen de olsa ezgisel bir konuşma olmasını sağlamaktır. Her insanın kendine özgü, doğal ve ezgisel bir konuşma tarzı vardır. İnsan beyni konuşurken düşünebilir. Konuşma anında kelimelere belirli anlamlar yükleyebilir, bunları sembolleştirerek duygu ve düşüncelerini ifade edebilir. Beynin bu gizemli işleyişini matematiksel formüller ile modellemek şu an için imkânsız görünmektedir. Ancak insanın konuşurken veya bir metni okurken duraksama süreci modellenebilecek bir yapıdır. Konuşma beyinde ve solunum sisteminde birçok yapıyı ilgilendiren karmaşık bir yapıya sahiptir. Anamlı bir cümle kurmamız için; beyin, gırtlak, diyafram, ciğerler gibi onlarca farklı yapı ve fonksiyon çok kısa zaman aralığı içinde ardışık olarak ve şaşırmadan düşünce ve hislerimizi ifade etmek için çalışırlar. Konuşma anında tüm bu sistemler irademiz dışında çalıştırılmaktadır. Bu mükemmel işleyiş baş döndürücü bir hassasiyetle devam ettirilmektedir.

Bunun yanında insan konuşurken ya da bir metni okurken konuşmanın sonuna kadar nefesini tutmaz. Belirli aralıklara duraksayarak nefesini ayarlamak zorundadır. Yazılı bir metinde bu duraksamaları yapmak ve okumanın anlaşılmasını sağlamak için noktalama işaretleri kullanılır. Noktalama işaretleri, duygu ve düşünceleri daha açık ifade etmek, cümlenin yapısını ve duraklama noktalarını belirlemek, okumayı ve anlamayı kolaylaştırmak, sözün vurgu ve ton gibi özelliklerini belirtmek üzere kullanılır. Noktalama işaretlerinden nokta, virgöl, noktalı virgöl, iki nokta, üç nokta, soru, ünlem, tırnak işaretleri, ayraç ve kesme ait oldukları kelimelere bitişik olarak yazılır ve kesme dışındaki işaretlerden sonra bir harf boşluğu ara verilir. Yazılımın çalışma anında girdi metin alınır ve paragrafların, cümlelerin nerede başlayıp bittiği tespit edilir. Yazılı metinde noktalama işaretleri ne kadar düzgün kullanılırsa konuşma sentezleme o kadar ezgisel olur. Geliştirilen yazılımda, Girdi Metninin Yapısal Analizi sürecinde, paragraflar dikkate alınmaz. Önem verilen husus metindeki cümlelerin bittiği noktalardır.

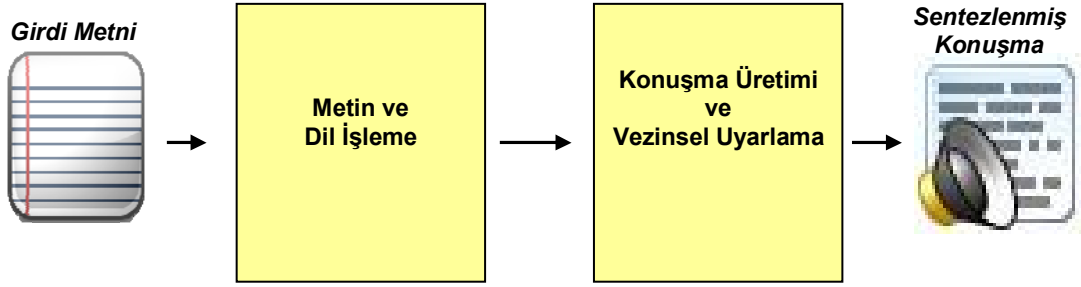
Yapısal Analiz süreci metin işleme sürecinin bir alt süreci olarak düşünülmüştür. Metin kelimelere ve hecelere ayrılma aşamasında nokta, ünlem, soru işareti, iki nokta üst üste, üç nokta gibi noktalama işareti ile karşılaşıldığında önceki kelime cümle sonu kelimesi, kelimedeki son hece de cümle sonu hecesi olarak özel bir karakterle isimlendirilir. Okuma süresinde hecelerin birleştirilmesi aşamasında bu özel karakter ile cümle sonu kelimeler ve heceler tanınmakta ve buna göre konuşmaya duraksamalar verilmektedir. Virgöl, noktalı virgöl gibi diğer noktalama işaretleri içinde benzer bir özel işaret tanımlanmakta ve buna göre duraksama süresi ayarlanmaktadır. Girdi Metninin Yapısal Analizi Şekil 4.4.'te verilmiştir.



Şekil 4.4. Girdi metninin yapısal analizi

Metnin Yapısal Analizi ayrı bir süreç olarak tanımlanabilir. Ancak Metin İşleme süreci içinde yapıldığında performans açısından daha verimli olacaktır. Yapısal analiz sürecinde noktalama işaretlerinin tespiti için tüm girdi metninin gezilmesi gerekmektedir. Aynı işlem kelimelere ve hecelere ayırma sürecinde de yapılacaktır. Bu nedenle yapısal analizi kelimelere ve hecelere ayırma süreci içerisinde yapmak metin işleme sürecinin performansını artıracaktır.

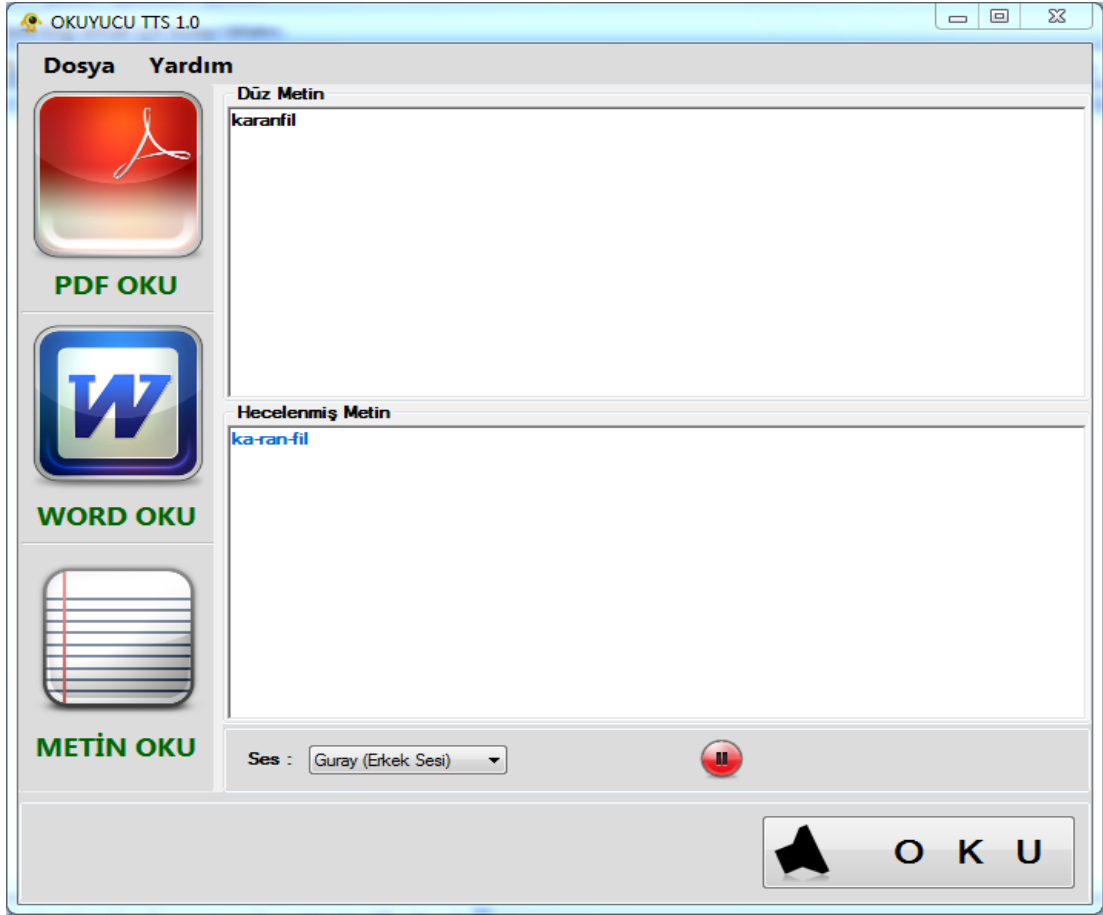
Konuşma sentezleme süreci temelde iki ana aşamaya ayrılabilir. İlk aşama metnin analiz edilmesidir. Girdi metni dilin özelliğine göre fonetik bir yapı içerisinde uyarlanarak işlenir. Bu uyarılama işlemi sözcük tabanlı veya fonem tabanlı olabilir. İkinci aşama ise konuşmanın üretilmesi, ses dalgalarının çıkışı aşamasıdır. Bu akustik çıktı metnin analizi aşamasında oluşturulan fonetikten ve vezinsel uyarılama ön analizinden üretilir. Şekil 4.5.'te bu sürecin basitleştirilmiş bir şekli verilmiştir.



Şekil 4.5. Konuşma sentezleme süreci

Metin İşleme Süreci dilin yapısına göre şekillenir. Türkçe sona eklemeli bir dildir ve kendine özgü bir metin işleme süreci gerçekleştirilmelidir. Metin İşleme sürecinde yapılacak işlemler öncelikle metni noktalama işaretleri yardımıyla kelimelere ayırma, elde edilen kelimeleri de hecelere ayırma süreçlerini kapsamaktadır. Kelimelere ayrılmış metnin bu yazılım içerisinde ayrıca kodlanmış bir heceleme algoritması yardımıyla hece yapısı analiz edilir. Hecceleme mantığı dilin yapısına göre şekillenir.

Türkçe heceleme sistemi basit ve mekanik bir yapıya sahiptir ve mevcut kurallara uyularak tasarlanacak bir algoritma ile ifade edilebilir. Bu çalışma kapsamında hazırlanarak, geliştirilen yazılım içine entegre edilen Türkçe heceleme algoritması elde edilen kelimelerin hecelere ayrılmasını sağlamaktadır. Geliştirilen algoritmanın %100 oranında doğru olarak çalıştığı test edilmiştir. “karanfil” kelimesinin program içerisinde hecelenmiş durumu Resim 4.3.’te verilmektedir.



Resim 4.3. Karanfil kelimesinin hecelenmiş hali

Karanfil kelimesinin geliştirilen algoritma kapsamında hecelenme adımları şu şekildedir.

İlk olarak kelimenin ilk harfinin sesli veya sessiz olup olmadığına bakılır. İlk harf k harfi olduğu için sessiz harftir. İkinci harfin sesli sessiz durumuna bakılır. İkinci harf a olduğu için sesli harftir. Oluşan k ve a harflerinin hece olup olmadığını ardından gelen harfler belirleyecektir. Üçüncü harfe bakılır. Üçüncü harf sesli harf olsaydı 'k' ve "a" harfleri ka hecesini oluşturacaktı. Örneğin ka-os gibi. Üçüncü harf olan r harfi sessiz harf olduğu için 'k' ,"a" ve 'r' harflerinin hece olup olmadığını ardından gelen harf belirleyecektir. Dördüncü harfe bakılır. Dördüncü harf sessiz harf olsaydı, heceyi belirleme işi beşinci harfe düşecekti. Beşinci harf sesli harf olsaydı örneğin "karsa" 'k' ,"a" ve 'r' harfleri "kar" hecesini oluşturacaktı. Hiç beşinci harf olmasaydı

Örneğin kars; İlk dört harf olduğu gibi hece olacaktı. Dördüncü harf olan a harfi sesli harf olduğu için 'k' ,“a” harfleri “ka” hecesini oluşturmaktadır. Oluşan “ka” hecesi kelimedenden kesilerek hece dizisine eklenir ve ilk hece elde edilmiş olur. Kelimedenden geriye kalan “ranfil” kelimesi öz yinelemeli olarak yeniden algoritmaya girer. İkinci kez Türkçe heceleme kurallarına göre değerlendirilerek elde edilen “ran” hecesi de kesilerek hece dizisine eklenir geriye kalan “fil” kelimesi için aynı adımlar tekrar edilerek “fil” hecesi elde edilir ve “karanfil” kelimesi, “ka-ran-fil” olarak hecelenmiş olur.

5. BULGULAR VE YORUMLAR

Bu çalışmada, Türkiye’de yayın yapan 50 adet internet sayfası WCAG erişilebilirlik standartlarına göre değerlendirilerek web erişilebilirliği seviyesinin tespitine yönelik veriler elde edilmiştir. Elde edilen verilerin kıyaslanabilmesi amacıyla İngiltere ve Nijerya’ya ait bu ülkelerde yayın yapan 50’şer adet web sayfasının da erişilebilirlik seviyeleri belirlenmiştir. Bu ülkelerden elde edilen veriler ile Türkiye verileri nitel olarak analiz edilmiştir. Bununla birlikte görme engellilere yönelik olarak Okuyucu TTS ismi verilen Hece tabanlı Türkçe konuşma sentezleme yazılımı geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılım doğrulama ve geçерleme kapsamında 10 görme engelli tarafından test edilmiştir.

5.1. Ülkelere Göre Web Erişilebilirliği Seviye Tespiti

Web erişilebilirliği, içerik geliştirme sürecinde en başta düşünülmesi gereken ve geliştirme süresi boyunca göz önünde bulundurması gereken bir kavramdır. Geliştirilen yazılımların erişilebilir bir yapıda olması, içerik geliştiricilerin bu konudaki bilgi seviyesi ve farkındalık düzeyi ile ilgilidir. Web erişilebilirliği konusunda, eğitim süresi boyunca bilgi almamış, bu konuyla hiç karşılaşmamış bir içerik geliştiricinin bu konuda bilgi sahibi olması ve erişilebilir sayfalar tasarlaması beklenemez.

Erişilebilirlik konusunda genel kabul gören WCAG standartlarının yanında ülkelerin bu standartlara bağlı kalarak, kendi ülkelerine yönelik geliştirdiği, ülkeye özgü erişilebilirlik standartları bulunmaktadır. Türkiye’nin kendine özgü bir erişilebilirlik standardı yoktur.

5.1.1. Çalışma sonucu elde edilen veriler

Yapılan incelemede, her bir ülkenin, o ülke alan adı uzantısı ile yayın yapan 50'şer adet farklı internet sayfasının ana sayfaları erişilebilirlik düzeyleri, hata miktar ve oranları incelenmiştir. Ülkelerin web sayfaları ve hata oranları çizelge ve şekillerde detaylı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. İngiltere web sayfaları ve hata oranları

S.Nu.	Site Adı	Satır Sayısı	Hata Sayısı	Öncelik 1 Hatası	Öncelik 2 Hatası	Öncelik 3 Hatası	Hata Oranı
1.	www.amazon.co.uk/	1975	38	0	8	30	1,92%
2.	www.argos.co.uk/static/Home.htm	3907	304	0	4	300	7,78%
3.	www.nic.uk/	377	46	2	2	42	12,20%
4.	www.autotrader.co.uk/	1056	35	1	29	5	3,31%
5.	www.orange.co.uk/	984	83	5	73	5	8,43%
6.	www.hsbc.co.uk/	1521	125	1	4	120	8,22%
7.	www.o2.co.uk/	1425	146	4	54	88	10,25%
8.	www.aol.co.uk/	2232	120	10	3	107	5,38%
9.	www.rightmove.co.uk/	428	11	3	2	6	2,57%
10.	www.telegraph.co.uk/	1914	764	1	3	760	39,92%
11.	www.jdsports.co.uk/	2926	857	9	13	835	29,29%
12.	www.guardian.co.uk/	7985	39	2	7	30	0,49%
13.	www.nationalrail.co.uk/	1354	577	1	1	575	42,61%
14.	www.newsoftheworld.co.uk/	1256	6	4	2	0	0,48%
15.	www.rbs.co.uk/	299	2	1	1	0	0,67%
16.	www.ancestry.co.uk/	1169	18	6	11	1	1,54%
17.	www.leonalewismusic.co.uk/	699	40	31	9	0	5,72%
18.	www.thetimes.co.uk/	1794	14	7	2	5	0,78%
19.	www.streetmap.co.uk/	301	7	4	2	1	2,33%
20.	www.talktalk.co.uk/	1414	300	3	2	295	21,22%
21.	www.ticketmaster.co.uk/	2787	82	2	2	78	2,94%
22.	www.mogwai.co.uk/	1066	22	6	15	1	2,06%
23.	www.games.co.uk/	1600	468	10	201	257	29,25%
24.	www.petshopboys.co.uk/	403	41	21	18	2	10,17%
25.	www.patient.co.uk/	471	28	2	2	24	5,94%
26.	www.ticketweb.co.uk/	580	11	5	5	1	1,90%
27.	www.mirror.co.uk/	5445	139	27	30	82	2,55%
28.	www.thesun.co.uk/	2529	259	10	158	91	10,24%
29.	www.billybragg.co.uk/	239	59	6	7	46	24,69%
30.	www.ford.co.uk/	643	150	2	2	146	23,33%
31.	www.independent.co.uk/	2389	28	10	2	16	1,17%

32.	www.travelodge.co.uk/	484	11	4	2	5	2,27%
33.	www.marieclaire.co.uk/	806	15	12	3	0	1,86%
34.	www.odeon.co.uk/fanatic/home	1743	131	3	3	125	7,52%
35.	www.cheapflights.co.uk/	708	36	2	3	31	5,08%
36.	www.oxfordbus.co.uk/	179	15	12	3	0	8,38%
37.	www.dailymail.co.uk/	3502	9	1	8	0	0,26%
38.	www.newsnow.co.uk/	476	51	41	1	9	10,71%
39.	www.rac.co.uk/	2261	119	2	2	115	5,26%
40.	www.virgintrains.co.uk/	758	3	1	1	1	0,40%
41.	www.networkrail.co.uk/	258	16	3	3	10	6,20%
42.	www.theo2.co.uk/	634	172	0	23	149	27,13%
43.	www.multimania.co.uk/	273	51	7	14	30	18,68%
44.	www.southbankcentre.co.uk/	606	136	3	2	131	22,44%
45.	www.reed.co.uk/	787	133	0	30	103	16,90%
46.	www.learndirect.co.uk/	332	8	0	2	6	2,41%
47.	www.cineworld.co.uk/	409	39	5	2	32	9,54%
48.	www.startups.co.uk/	1298	30	13	11	6	2,31%
49.	www.caa.co.uk/	392	27	0	1	26	6,89%
50.	www.statravel.co.uk/	2524	188	2	9	177	7,45%
GENEL TOPLAM		71598	6009	307	797	4905	8,39%

Çizelge 5.2. Türkiye web sayfaları ve hata oranları

S.Nu	Site Adı	Satır Sayısı	Hata Sayısı	Öncelik 1 Hatası	Öncelik 2 Hatası	Öncelik 3 Hatası	Hata Oranı
1.	www.milliyet.com.tr	556	6	0	1	5	1,08%
2.	www.garanti.com.tr/	451	15	0	0	15	3,33%
3.	www.hurriyet.com.tr	2818	624	569	6	49	22,14%
4.	www.fanatik.com.tr/	688	8	2	6	0	1,16%
5.	www.sabah.com.tr/	947	314	5	129	180	33,16%
6.	www.tr.com.tr/	258	58	2	2	54	22,48%
7.	http://www.avea.com.tr/	352	130	5	19	106	36,93%
8.	www.zaman.com.tr/	5761	103	53	4	46	1,79%
9.	www.isbank.com.tr/	375	6	3	2	1	1,60%
10.	http://www.kanald.com.tr/	1189	95	7	84	4	7,99%
11.	www.turkcell.com.tr/	460	46	1	44	1	10,00%
12.	www.ereyon.com.tr	1215	155	14	52	89	12,76%
13.	www.vodafone.com.tr/	677	7	2	5	0	1,03%
14.	www.ulusoy.com.tr/	341	60	37	17	6	17,60%
15.	www.arcelik.com.tr/	955	28	20	2	6	2,93%
16.	www.turktelekom.com.tr/	1028	3	1	1	1	0,29%
17.	www.divan.com.tr/	443	97	6	5	86	21,90%
18.	www.tuvturk.com.tr/	559	26	16	5	5	4,65%
19.	www.varan.com.tr/	765	13	3	5	5	1,70%
20.	www.ido.com.tr/	360	218	9	10	199	60,56%
21.	www.finansbank.com.tr/	466	95	3	7	85	20,39%
22.	www.acibadem.com.tr/	507	132	33	4	95	26,04%
23.	http://kurumsal.carrefour.com.tr	102	10	3	6	1	9,80%
24.	www.ziraat.com.tr/	168	5	3	1	1	2,98%
25.	www.monster.com.tr/	4096	1686	3	32	1651	41,16%
26.	www.chip.com.tr/	1973	312	7	22	283	15,81%
27.	www.fiat.com.tr	612	118	75	6	37	19,28%
28.	titanic.com.tr/	864	9	4	4	1	1,04%
29.	www.worldcard.com.tr/	282	5	2	2	1	1,77%
30.	www.havadurumu.com.tr/	569	35	25	9	1	6,15%
31.	www.oyak.com.tr/	1470	52	12	3	37	3,54%
32.	www.ttnet.com.tr/	1259	165	2	62	101	13,11%
33.	www.nokia.com.tr/	612	20	7	13	0	3,27%
34.	www.istanbulbilisim.com.tr/	10544	1175	973	31	171	11,14%
35.	www.mcdonalds.com.tr/	204	29	19	4	6	14,22%
36.	www.ihs.com.tr	2246	140	67	72	1	6,23%
37.	www.ingbank.com.tr/	151	8	4	3	1	5,30%
38.	www.migros.com.tr/	261	21	14	6	1	8,05%
39.	www.renault.com.tr/	1406	94	4	89	1	6,69%
40.	www.kamilkoc.com.tr/	1911	21	18	2	1	1,10%

41.	www.ulker.com.tr/	494	7	3	3	1	1,42%
42.	www.pinar.com.tr/	332	11	2	8	1	3,31%
43.	www.praktiker.com.tr/	1153	12	9	3	0	1,04%
44.	www.sentim.com.tr	1297	32	18	5	9	2,47%
45.	www.yellowpages.com.tr/	1547	104	51	52	1	6,72%
46.	www.fortis.com.tr/	288	19	15	4	0	6,60%
47.	www.kanala.com.tr/	1347	165	82	7	76	12,25%
48.	www.anadoluhayat.com.tr/	349	40	34	2	4	11,46%
49.	www.taraf.com.tr/	1804	118	64	9	45	6,54%
50.	www.hyundai.com.tr/	412	146	13	12	121	35,44%
GENEL TOPLAM		58924	6798	2324	882	3592	11,54%

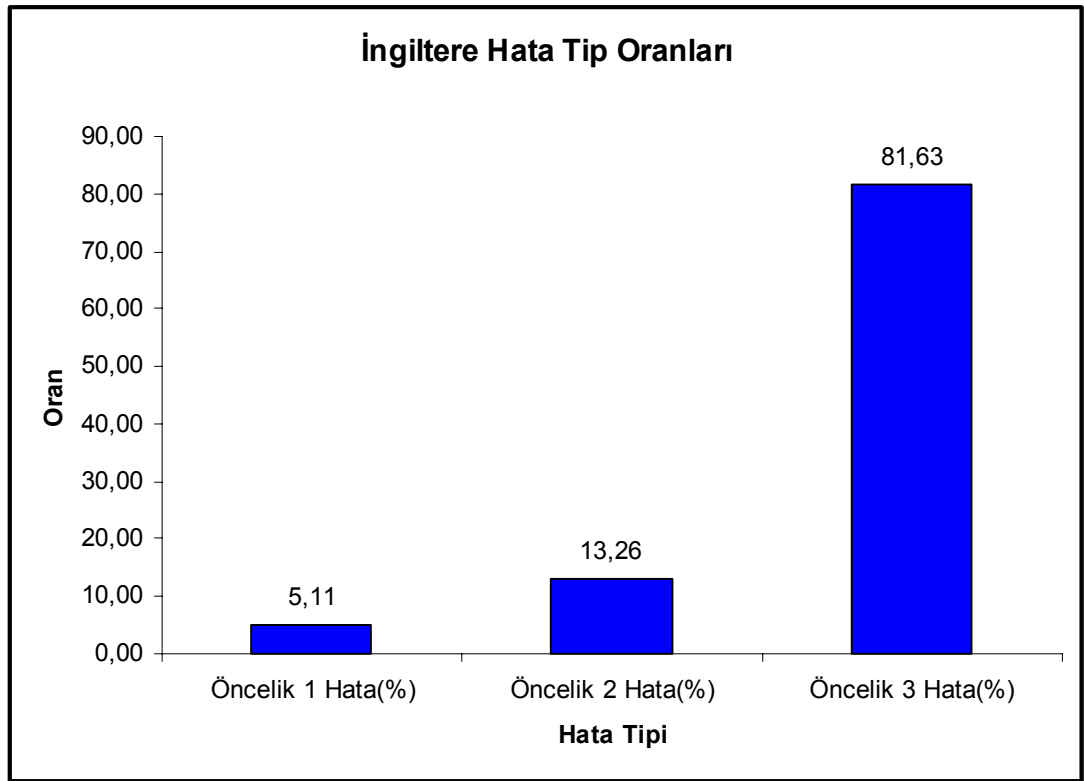
Çizelge 5.3. Nijerya web sayfaları ve hata oranları

S.Nu	Site Adı	Satır Sayısı	Hata Sayısı	Öncelik 1 Hatası	Öncelik 2 Hatası	Öncelik 3 Hatası	Hata Oranı
1.	www.tribune.com.ng/sun/	1171	98	2	28	68	8,37%
2.	www.etisalat.com.ng/	777	137	4	8	125	17,63%
3.	www.epohcj.com.ng/	1810	164	5	14	145	9,06%
4.	www.goodlife.com.ng/	342	24	21	2	1	7,02%
5.	www.emb-norway.com.ng/	471	86	0	8	78	18,26%
6.	www.visafone.com.ng/	349	44	6	7	31	12,61%
7.	www.eds.com.ng/	172	25	9	3	13	14,53%
8.	www.nta.com.ng/	4910	2371	185	450	1736	48,29%
9.	tinapa.com.ng/	246	45	2	18	25	18,29%
10.	www.champion.com.ng/	1066	20	17	2	1	1,88%
11.	www.dhl.com.ng/	4227	6	0	1	5	0,14%
12.	www.shell.com.ng/	320	2	0	1	1	0,63%
13.	www.total.com.ng/	380	50	6	3	41	13,16%
14.	www.neximbank.com.ng/	1055	36	23	12	1	3,41%
15.	www.arm.com.ng/	681	18	3	5	10	2,64%
16.	www.systemspecs.com.ng/	507	4	2	1	1	0,79%
17.	www.websoft.com.ng/	91	31	5	1	25	34,07%
18.	www.skymiles.com.ng/	4458	15	7	2	6	0,34%
19.	www.niconinsurance.com.ng/	440	26	22	3	1	5,91%
20.	www.veda.com.ng/	186	20	7	4	9	10,75%
21.	www.upperlink.com.ng/	107	8	6	1	1	7,48%
22.	www.netco.com.ng/	360	59	6	2	51	16,39%
23.	www.taviatech.com.ng/	309	29	11	13	5	9,39%
24.	www.webdomains.com.ng/	192	51	3	2	46	26,56%
25.	www.visibleimpact.com.ng/	212	33	2	3	28	15,57%
26.	mobitel.com.ng/	272	24	6	6	12	8,82%
27.	www.careerjet.com.ng/	877	48	2	15	31	5,47%
28.	omegatron.com.ng/catalog	363	22	16	5	1	6,06%
29.	www.cornerstone.com.ng/general/	1301	277	22	6	249	21,29%
30.	www.pinet.com.ng/	457	81	23	3	55	17,72%
31.	www.xlr8.com.ng/	529	22	6	8	8	4,16%
32.	text2fly.com.ng/	267	5	3	1	1	1,87%
33.	www.registeram.com.ng/	1198	56	39	6	11	4,67%
34.	www.iconcepts.com.ng/	322	71	16	4	51	22,05%
35.	www.businessindex.com.ng/	491	62	9	4	49	12,63%
36.	www.npl.com.ng/	513	58	10	2	46	11,31%
37.	www.tokunbo.com.ng/	775	94	2	17	75	12,13%
38.	www.firstfunds.com.ng/	280	21	2	6	13	7,50%
39.	www.ikediohakim.com.ng/	181	29	9	15	5	16,02%
40.	www.clb.com.ng/dir/	334	94	8	23	63	28,14%
41.	www.damache.com.ng/	67	5	2	2	1	7,46%

42.	www.iqrabooks.com.ng/	398	58	14	3	41	14,57%
43.	nigeriacommunicationsweek.com.n g/	523	23	2	1	20	4,40%
44.	www.lcc.com.ng/	656	55	16	38	1	8,38%
45.	www.unicem.com.ng/	169	26	0	1	25	15,38%
46.	www.westcomputers.com.ng/	617	31	24	1	6	5,02%
47.	www.5linx.com.ng/	351	28	2	1	25	7,98%
48.	www.nanetgroup.com.ng/	269	7	3	4	0	2,60%
49.	www.proteakuramowaters.com.ng/	363	106	53	4	49	29,20%
50.	www.warri.com.ng/	941	85	27	4	54	9,03%
GENEL TOPLAM		37353	4796	671	776	3349	12,84%

Çizelge 5.4. İngiltere hata tip sayıları

Toplam	Satır Sayısı	Hata Sayısı	Öncelik 1 Hatası	Öncelik 2 Hatası	Öncelik 3 Hatası	Hata Oranı(%)
GENEL TOPLAM	71598	6009	307	797	4905	8,39%

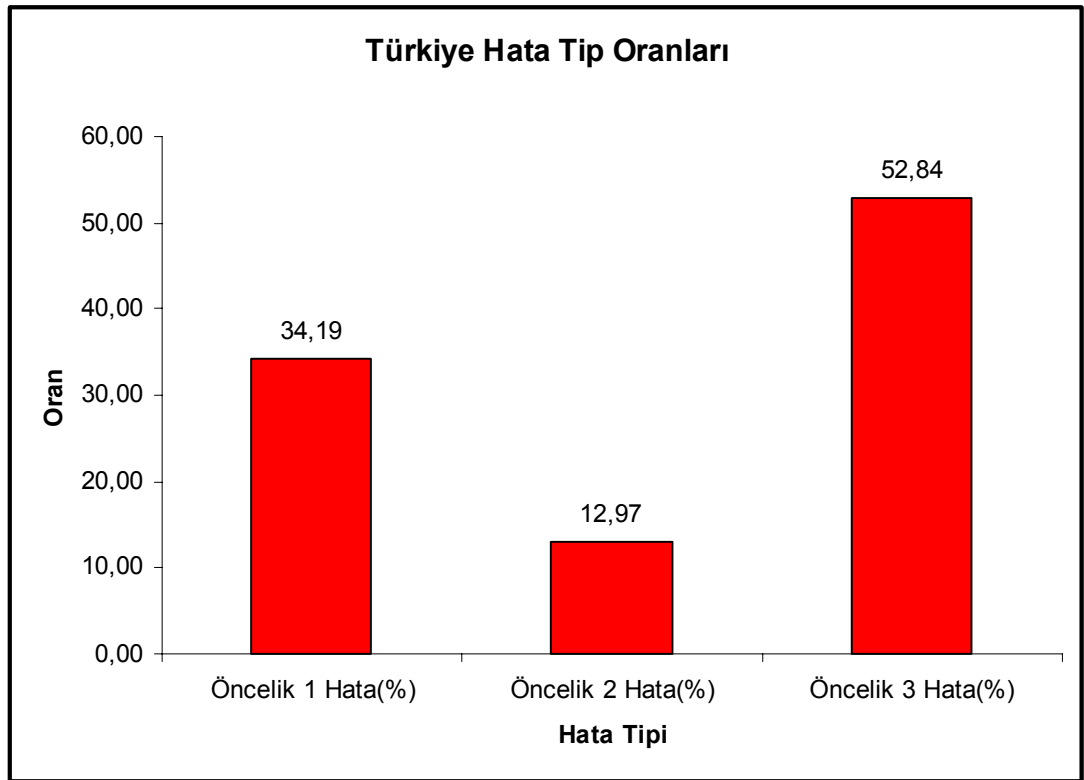


Şekil 5.1. İngiltere hata tip oranları grafiği

İngiltere’de yayın yapan 50 adet web sayfası incelendiğinde toplam 71 598 satır kodun 307 tanesi, % 5,11’i Öncelik -1 hata tipinde; 797 tanesi, % 13,26’sı Öncelik -2 hata tipinde; 4 905 tanesi, % 81,63’ü Öncelik -3 hata tipinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.5. Türkiye hata tip sayıları

Toplam	Satır Sayısı	Hata Sayısı	Öncelik 1 Hatası	Öncelik 2 Hatası	Öncelik 3 Hatası	Hata Oranı(%)
GENEL TOPLAM	58924	6798	2324	882	3592	11,54%

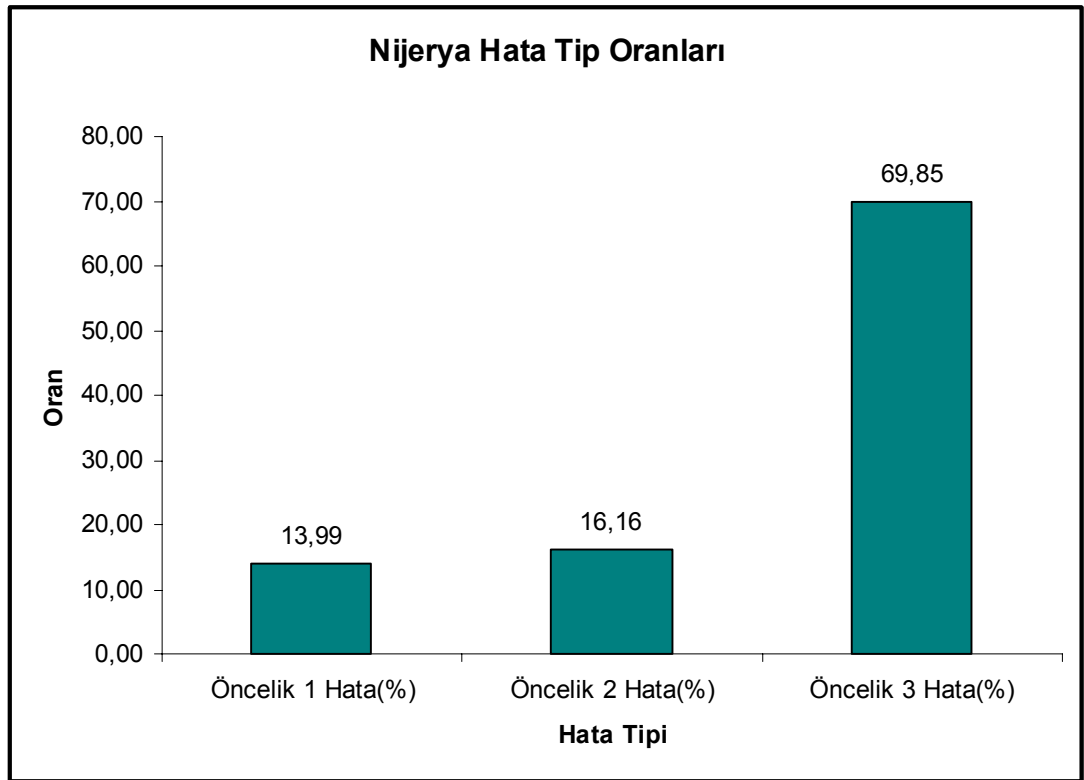


Şekil 5.2. Türkiye hata tip oranları grafiği

Türkiye’de yayın yapan 50 adet web sayfası incelendiğinde toplam 58 924 satır kodun 2 324 tanesi, % 34,19’u Öncelik -1 hata tipinde; 882 tanesi, % 12,97’si Öncelik -2 hata tipinde; 3 592 tanesi, % 52,84’ü Öncelik -3 hata tipinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.6. Nijerya hata tip sayıları

Toplam	Satır Sayısı	Hata Sayısı	Öncelik 1 Hatası	Öncelik 2 Hatası	Öncelik 3 Hatası	Hata Oranı(%)
GENEL TOPLAM	37353	4790	670	774	3346	12,82%



Şekil 5.3. Nijerya hata tip oranları grafiği

Nijerya’da yayın yapan 50 adet web sayfası incelendiğinde toplam 37 353 satır kodun 670 tanesi, % 13,99’u Öncelik -1 hata tipinde; 774 tanesi, % 16,16’sı Öncelik -2 hata tipinde; 3 346 tanesi, % 69,85’i Öncelik -3 hata tipinde olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada belirtilen hata tipleri WCAG standartları doğrultusunda 3 farklı hata tipine göre sınıflandırılmıştır.

Öncelik-1 Hatası; olmaması durumunda sayfanın engelliler tarafından görüntülenmesini imkânsız hale getiren hataları ifade eder. Kritik Hata olarak ifade edilebilir ve mümkün olduğunca az olması beklenir.

Öncelik-2 Hatası; olmaması durumunda sayfanın engelliler tarafından görüntülenmesini zorlaştıran hataları ifade eder. Öncelik-1 hatadan çok Öncelik-3 hatadan az olması beklenir.

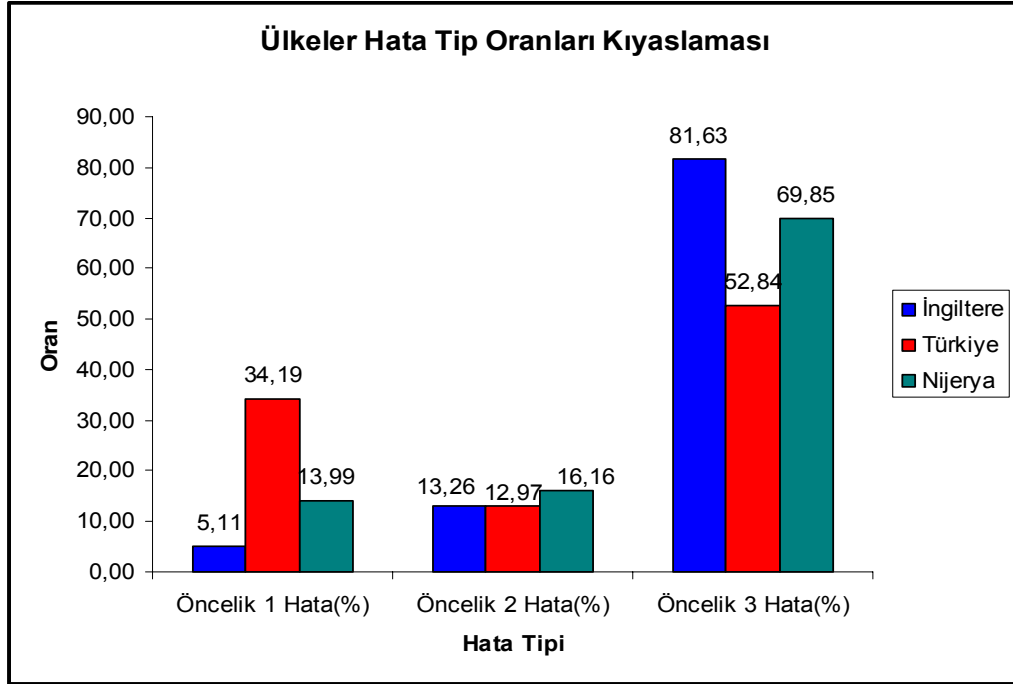
Öncelik-3 Hatası; olmaması durumunda sayfanın engelliler tarafından görüntülenmesini daha az seviyede zorlaştıran hataları ifade eder. Öncelik-1 ve Öncelik-2 hatadan çok olması olağandır.

5.1.2. Erişilebilirlik seviyesi varılan sonuç

Elde edilen grafiklere ek olarak ülkelerin hata tip oranları Çizelge 5.7’de ve ülkelerin hata tip grafiği Şekil 5.4’te belirtilmiştir.

Çizelge 5.7. Ülkelerin hata tip oranları

Ülke	İnc. Top. Satır	Top. Hata Say.	Öncelik 1 Hatası	Öncelik 2 Hatası	Öncelik 3 Hatası	Top. Hata Oranı
İngiltere	71598	6009	307	797	4905	8,39%
Türkiye	58924	6798	2324	882	3592	11,54%
Nijerya	37353	4790	670	774	3346	12,82%
Toplam	167875	17597	3301	2453	11843	10,48%
Ülke	Satır Sayısı	Hata Sayısı	Öncelik 1 Hata(%)	Öncelik 2 Hata(%)	Öncelik 3 Hata(%)	Hata Oranı(%)
İngiltere	71598	6009	5,11	13,26	81,63	100%
Türkiye	58924	6798	34,19	12,97	52,84	100%
Nijerya	37353	4790	13,99	16,16	69,85	100%
Toplam	167875	17597	17,76	14,13	68,11	100%



Şekil 5.4. Tüm ülkeler hata tip oranları grafiği

Yapılan nitel araştırmada, İngiltere 75 198, Türkiye 58 924, Nijerya 37 353 olmak üzere toplam 167 875 satır kod incelenmiştir. Ülkelerin internet sayfalarında tespit edilen hatalı kodların üç farklı hata tipine oranlaması yapıldığında, kritik hata olarak ifade ettiğimiz Öncelik–1 hata oranının İngiltere için %5, Türkiye için %34, Nijerya için %14 seviyesinde olduğu görülmektedir. Öncelik–1 hata oranının yüksek olması, internet sayfasının engelliler tarafından görüntülenmesinin imkânsız hale geldiğini işaret eder ve Öncelik–1 hata oranının yüksek olması istenmeyen bir durumdur. Ancak, Türkiye'nin Öncelik–1 hata oranı, diğer ülkelerle kıyaslandığında oldukça yüksek bir orandadır. Bu durum Türkiye'deki internet içeriği geliştiricilerinin erişilebilirlik konusunda temel ve kritik hususları gözden kaçırdıkları veya erişilebilirlik kavramı hakkında detaylı bilgi sahibi olmadıkları anlamına gelir.

Öncelik–2 hata oranları incelendiğinde; İngiltere ve Türkiye'nin %13, Nijerya'nın %16 seviyesinde hata oranına sahip olduğu görülmüştür. Öncelik–2 hata, engellilerin sayfaya ulaşmalarını imkânsız hale getirmeden ziyade zorlaştıran ve Öncelik–1 hata oranından daha fazla oranda olması

doğal karşılanan bir hata tipidir. İngiltere ve Nijerya'nın Öncelik-2 hata oranları bu olağan artışa uymaktadır. Ancak Türkiye'de Öncelik-1 hata oranıyla Öncelik-2 hata oranına bakıldığında ters bir şekilde azalış olduğu görülmektedir. Bu durum Türkiye'deki internet içeriği geliştiricilerinin erişilebilirlik standartları konusunda bilgilerinin yetersiz olduğu veya standartlarda yer alan öncelikleri yanlış algıladıkları anlamına gelir.

Öncelik-3 hata oranları incelendiğinde; İngiltere'nin %82 ve Türkiye'nin %53, Nijerya'nın %70 seviyesinde hata oranına sahip olduğu görülmüştür. Öncelik-3 hata, engellilerin sayfaya ulaşmalarını az seviyede zorlaştıran tavsiye niteliğinde değerlendirilen ve Öncelik-1 ve Öncelik-2 hatadan çok olması olağan karşılanan bir hata tipidir. İncelenen üç ülkenin Öncelik-3 hata oranlarının diğer hata tip oranlarından fazla olması bu duruma uymaktadır. Özellikle, Türkiye'nin Öncelik-3 hata oranının diğer ülkelere nazaran oldukça düşük seviyede olması göze çarpmaktadır. Ancak, bu tip hatanın, oranının düşük olması o ülkenin internet erişilebilirlik seviyesinin iyi olduğu anlamına gelmez. Tam aksine, Öncelik-2 hata oranındaki tespiti destekleyici bir durumu ortaya çıkarır.

Sonuç olarak, Türkiye'deki 50 adet internet sayfası üzerinde yapılan erişilebilirlik testleri sonucunda erişilebilirlik seviyesinin arzulanan seviyede olmadığı, içerik geliştiricilerin erişilebilirlik konusunda yeterli bilgi sahibi olmadıkları değerlendirilmektedir. Türkiye'deki Öncelik-1 kritik hatanın, İnsani Gelişmişlik İndeksi'ne göre daha az gelişmiş bir ülke konumunda bulunan Nijerya'dan daha yüksek olması araştırma öncesindeki yargılara tezat oluşturan bir durum oluşturmuştur. Bu durumun oluşmasının sebepleri daha detaylı analizlerle ortaya çıkarılabilir. Örneğin Nijerya sayfalarını geliştiren içerik geliştiricilerin o ülkenin vatandaşı olup olmadıkları konusunda bir araştırma yapılabilir. Ayrıca özellikle Türkiye'de sık ziyaret edilen görsel içeriği bol internet sayfalarının büyük miktarlarda hata içermesi ilgi çekicidir.

5.2. Türkçe MKS Yazılımının Test Edilmesi

Geliştirilen yazılımın temel amacı, görme engellilerin kitap okuma, sınavlara hazırlık gibi eğitim ihtiyaçları kapsamında bilgisayar ortamında bulunan çeşitli formatlardaki elektronik belgeleri daha öncesinde seslendirmeye ihtiyaç duymadan insan sesine yakın bir şekilde konuşmaya çevirmektir. Yazılım tamamlandıktan sonra görme engellilerin ihtiyaçlarına cevap verip vermediğine yönelik doğrulama ve geçerleme çalışmaları yapılmıştır.

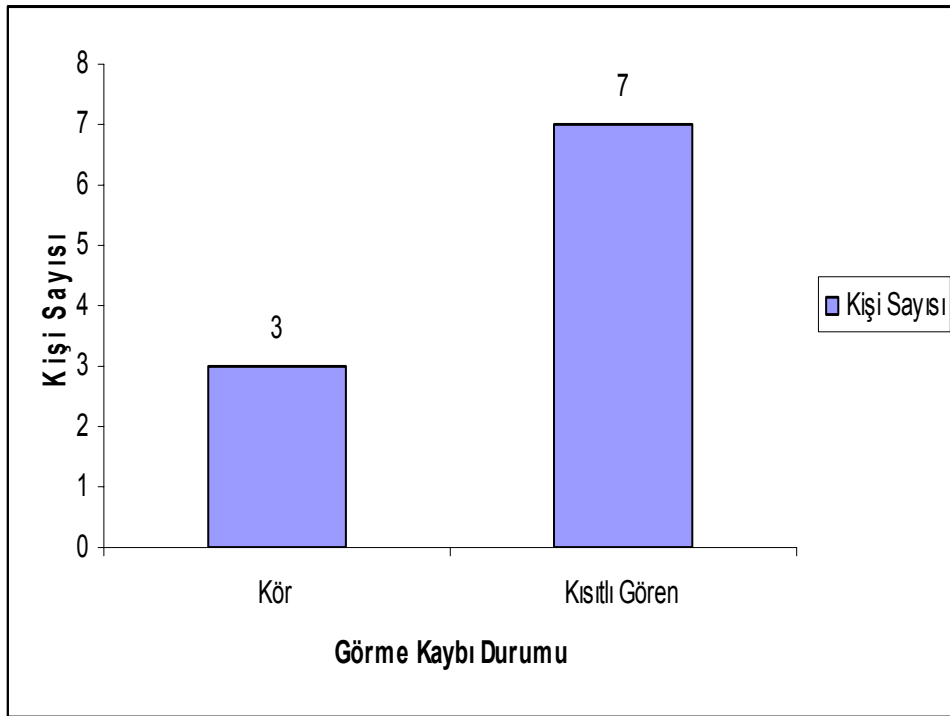
Doğrulama, yazılımı kullanacak kişilerin isteklerinin karşılanıp karşılanmadığını tespit etmek ve ortaya çıkan ürünün doğru bir ürün olup olmadığını anlamak maksadıyla yapılmıştır. Geçerleme ise yazılımın içsel niteliğine ilişkin izleme ve denetim etkinliklerinden oluşmakta, diğer bir deyişle ortaya çıkan ürünün doğru olarak üretilip üretilmediğini anlamak için yapılmıştır.

Konuşma sentezleme yazılımında, sistemin temel amacı girdi metnlerinin insan sesine yakın bir ses ile okutulmasıdır. Bu sebeple tez kapsamında geliştirdiğimiz yazılımın ses kalitesinin test edilmesine ihtiyaç duyulmuştur. Bu testin maksadı yazılımın geçerlemesi ile ilişkilidir. Doğrulama aşamasında ise geliştirdiğimiz yazılımın gereksinimleri karşılayıp karşılamadığına bakılmıştır. Bu iki aşamayı aynı anda test etmek maksadıyla geliştirilen yazılıma bir test modülü eklenmiştir. Bu test modülü yazılıp içine gömülü olarak on adet farklı tip sorudan oluşmaktadır.

Hazırlanan 10 adet sorunun ilk altısı basit düzeyde genel kültür soruları olup, teste katılan görme engelli kişinin yazılım tarafından üretilen konuşmayı anlayıp anlamadıklarını ölçmeyi amaçlamaktadır. Kişinin soruya doğru veya yanlış cevap vermesi hiç önemli değildir. Temel amaç soruların anlaşılmasını ölçmektir. İlk altı sorunun genel kültür sorusu olarak seçilmesinin sebebi teste katılan kişinin konuşmayı daha dikkatli dinlemesini amaçlamaktadır. Diğer dört soru ilk altı sorudaki amacı gütmekle birlikte teste

katılan görme engelli kişinin bilgisayar kullanım seviyesini tespit etmek ve hem genel hem de hazırlanan yazılım ve ses ile ilgili fikir ve düşüncelerini almayı amaçlamaktadır.

Test işlemleri Ankara Büyükşehir Belediyesine bağlı olarak Beşevler'de hizmet veren Görme Engelliler Eğitim ve Teknoloji Merkezinde yapılmıştır. Bu merkez insan hayatının vazgeçilmez bir parçası haline gelen bilişim teknolojisinden görme engelli bireylerin de yararlanmalarına olanak sağlamak amacıyla açılmıştır. Üyelerini çağın gerisinde değil çağın içinde yaşatmayı hedeflemekte, görme engellilere yönelik tüm teknolojik gelişmeleri takip ederek onların kullanımına yönelik çalışmalar yapmaktadır. Testte 10 kör ve görme engelli kişi katılmıştır. Bunların 8'i erkek 2'si bayandır. Yaş aralığı 10 ile 46 arasındadır. Şekil 5.5'te engel durumları gösterilmektedir.



Şekil 5.5. Görme kaybı durumları grafiği

Yapılan testte hazırlanan 10 adet soru Çizelge 5.8'de verilmiştir.

Çizelge 5.8. Test süresince sorulan sorular

S.No.	Soru
1.	Türkiye'deki il sayısı nedir?
2.	En büyük ilimiz hangi ildir?
3.	Atatürk hangi yılda doğmuştur?
4.	Cumhuriyetin ilanı ne zaman olmuştur?
5.	19 sayısının rakamlarını değiştirdiğimizde hangi sayıyı elde ederiz?
6.	Matematikte toplamadaki etkisiz eleman hangi sayıdır?
7.	Bilgisayar kullanım seviyeniz nedir?
8.	Görme engelinize yönelik nasıl bir program yapılmasını isterdiniz?
9.	Görme engellilere yönelik hazırlanacak bir kitap okuma programını faydalı buluyor musunuz?
10.	Dinlediğiniz programdaki sesin kalitesini çok kötü, kötü, orta, iyi, çok iyi olarak ifade ediniz.

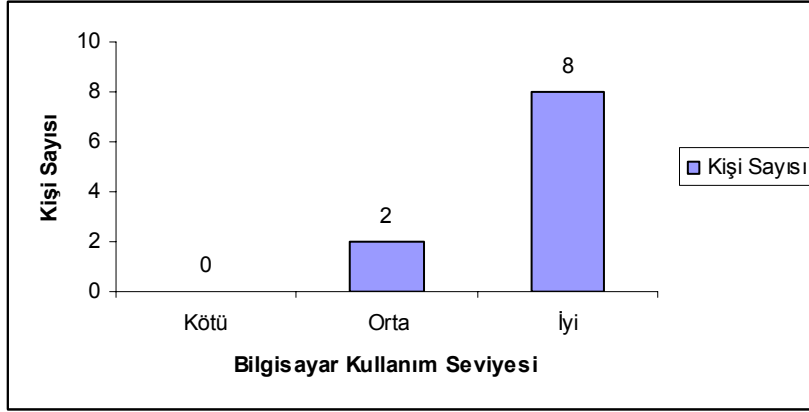
Soruların tamamının katılımcılar tarafından anlaşılıp anlaşılmadığı ve kaçınıcı tekrardan sonra anlaşıldığına ilişkin istatistik tutulmuştur. Hazırlanan istatistik Çizelge 5.9'da verilmiştir.

Çizelge 5.9. Katılımcıların soruları dinleme sayıları

Katılımcıların Soruları Dinleme Sayıları										
	1.Soru	2.Soru	3.Soru	4.Soru	5.Soru	6.Soru	7.Soru	8.Soru	9.Soru	10.Soru
1.Katılımcı	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2.Katılımcı	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.Katılımcı	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4.Katılımcı	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1
5.Katılımcı	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6.Katılımcı	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7.Katılımcı	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8.Katılımcı	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
9.Katılımcı	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10.Katılımcı	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Çizelge incelendiğinde, soruların kullanıcılar tarafından ağırlıklı olarak tek seferde anlaşıldığı görülmektedir. Katılımcılar genellikle ilk sorularda sese alışma süreci yaşadığı görülmekte ve 3. ve sonraki sorularda soruları tek seferde anladıkları görülmektedir.

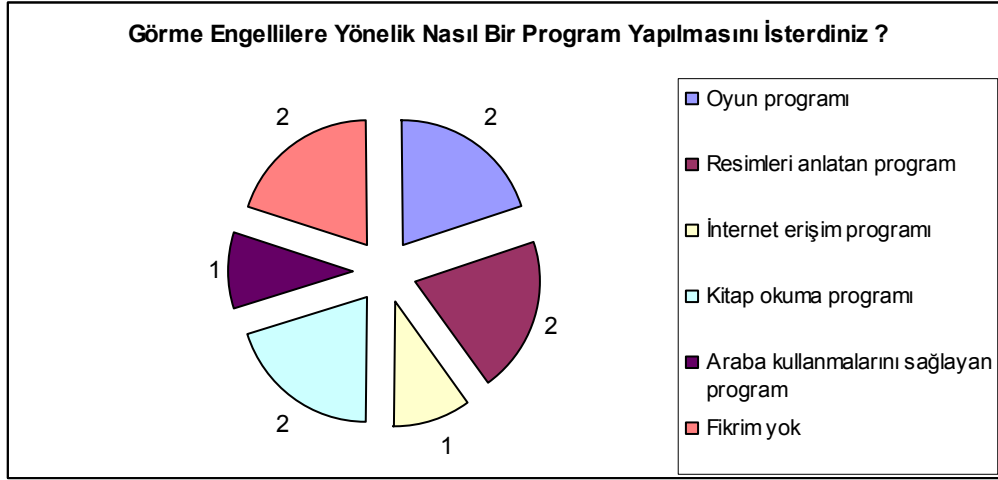
7. soruda kullanıcıların bilgisayarı kullanma seviyeleri sorulmuştur. Katılımcıların bilgisayar kullanım seviyelerine göre dağılımı Şekil 5.6'da verilmiştir.



Şekil 5.6. Bilgisayar kullanım seviyeleri grafiği

İyi seviyedeki kullanıcılar, normal bireylerin yaptığı alışveriş, bankacılık, chat ve mailleşme işlemlerini normal bir şekilde yapabilmektedir. Bu kullanıcılar ekran okuyucu programlarla bütünleşmiş bir şekilde çalışarak işlemleri gerçekleştirebilmekte ve bilgiye başlangıç düzeyindekilere göre daha hızlı bir şekilde ulaşabilmektedirler.

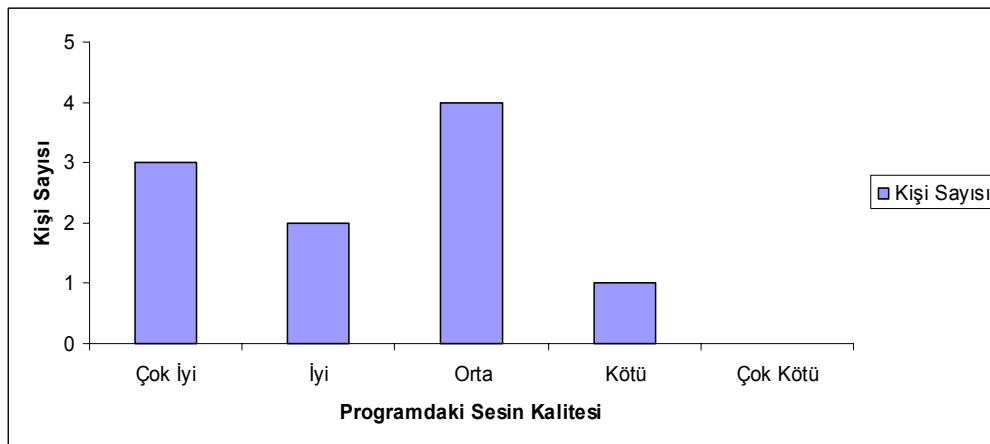
8. soruda katılımcılara görme engellilere yönelik nasıl bir program ihtiyaç duydukları sorulmuştur. Katılımcılar tarafından bu sorulara farklı cevaplar vermişlerdir. 2 katılımcı tarafından bilgisayardaki resimleri kendilerine anlatan bir program yapılması yönünde, 2 katılımcı tarafından oyun oynamalarını kolaylaştıran bir program yapılması yönünde, 1 katılımcı tarafından internette daha kolay sörf yapmalarını sağlayacak bir yazılım geliştirilmesi yönünde, 2 katılımcı tarafından kitap okuma programı geliştirilmesi yönünde, 1 katılımcı tarafından araba kullanmalarını sağlayacak bir yazılım geliştirilmesi yönünde fikir bildirmişlerdir. Diğer 2 katılımcı herhangi bir fikir beyan etmemiştir. Bu sorudan elde edilen sonuçlara göre görme engellilere yönelik şu an mevcut olan yazılımların yeterli gelmediği ve bu alanda yazılımcılar tarafından yapılması gereken birçok görev bulunduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 5.7. Görme engellilerin program istek grafiği

9.soruda katılımcılara görme engellilere yönelik hazırlanacak bir kitap okuma programını faydalı bulup bulmadıkları sorulmuştur. Katılımcıların tümü bu soruya faydalı bulduklarını ve yapılan çalışmanın özellikle ders çalışma, sınava hazırlık gibi süreçlerine katkı sağlayacaklarını belirtmişlerdir.

10. ve son soruda katılımcılara dinledikleri programdaki sesin kalitesi sorulmuş ve çok kötü, kötü, orta, iyi çok iyi olarak puan vermeleri istenmiştir. Alınan cevaplara göre hazırlanan tablo ve grafik aşağıda verilmiştir.



Şekil 5.8. Programdaki konuşmanın kalite grafiği

Çizelge 5.10. Programdaki konuşma kalitesinin puanlanması

Puan	Programdaki Sesin Kalitesi	Kişi Sayısı
5	Çok İyi	3
4	İyi	2
3	Orta	4
2	Kötü	1
1	Çok Kötü	0

Katılımcılar, bu programda dinledikleri sesi, sürekli kullandıkları ve alışık oldukları ekran okuyucu programdaki Gül sesi ile kıyasladıklarını belirtmişlerdir. Sesin biraz daha seri okuması halinde daha iyi olacağını ve bazı 3 harfli hecelerde ilk harfte vurgunun az yapıldığını ifade eden katılımcılar, ancak sesin mekanik olmadığı ve insan sesine daha yakın bir konuşma yapıldığını belirtmişlerdir.

Programda üretilen sesin kalitesi MOS(Mean Opinion Score) benzeri puanlama ile ölçülmeye çalışılmıştır. MOS subjektif ve ilk olarak PSTN (Public Switched Telephone Network) için sesin kalitesinin ölçülebilmesi için geliştirilmiş bir metottur. İstatistiksel anlamda önemli sayılabilecek bir grubun ses örneklerini 0 ile 5 arasında puanlamasıyla oluşmaktadır ve böylece sesin istenen kalitede olup olmadığına karar verilir. Yapılan hesaplamada çok iyiden çok kötüye toplam 5 seçenekte katılımcılardan konuşmanın kalitesine not vermeleri istenmiştir. Seçeneklerin puanlama şekli ve kişi sayısı MOS'a uygun olarak Çizelge 5.11'de verilmiştir. Toplam 10 katılımcı tarafından verilen puanların toplamı 37 olmuştur. Verilen puanların toplamı katılımcı sayısına bölüldüğünde puanların ortalaması 3,7 olmuştur. MOS puanları son kullanıcıların düşüncesiyle yakından alakalıdır ve verilen puanların ortalaması 3,5 ve üzeriyse sesin kabul edilebilir düzeyde iyi olduğu anlaşılır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde internetin büyük bir bilgi havuzuna ve sosyal paylaşım platformuna dönüşmesiyle bilgisayarın günlük yaşamda kullanımı hızla artmaktadır. Bu durum insanların günlük yaşamlarındaki kitap okuma, iletişim kurma, ders çalışma gibi biçimsel alışkanlıkları ile boş vakitlerini geçirme gibi sosyal yaşantılarını da değiştirmektedir. Bu değişim normal bireyler ve ortopedik engelli gibi bazı engelli bireyler için çok büyük avantajlar getirmekle birlikte, görme engelli bireyler için özellikle bilgiye erişme konusunda ve diğer hususlarda büyük dezavantajları beraberinde getirmektedir. Çünkü gelişen teknoloji büyük oranda görseldir. Bu çalışma kapsamında internet erişilebilirlik çalışmaları sonucunda aşağıda belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır.

— Hızla değişen teknoloji dünyasında görme engelliler için bilgisayar kullanımının etkinleştirilmesi ve engellerin kaldırılmasına yönelik neler yapılabileceğine yönelik kaynak araştırmaları yapılmıştır. *Araştırmalar sonucunda görme engellilere yönelik internet erişilebilirliği ve konuşma sentezleme sistemlerine yönelik çalışmaların yetersiz olduğu tespit edilmiştir.* Bu nedenle, çalışmanın kapsamı, görme engelliler için internet erişilebilirliği ve konuşma sentezleme olarak iki temel konuya odaklanmıştır. Aynı şekilde çalışılan bu iki konunun temel hedefi görme engellilerin bilgisayar kullanımının etkinleştirilmesine katkıda bulunmaktır.

— Türkiye’de görme engellilerin internete erişebilmeleri üzerine yapılan çalışmaların yetersiz olduğu, erişilebilirlik kavramının tam olarak anlaşılmadığı, olsa iyi olur şeklinde bir tercih olarak algılandığı değerlendirilmiştir.

— *Türkiye’de yayın yapan 50 adet internet sayfasının erişilebilirlik seviyeleri incelenmiştir.* İnceleme sonuçları erişilebilirliğe yönelik çalışmaların yetersiz olduğunu büyük oranda doğrulamaktadır.

— *Elde edilen verileri farklı ülkelerin internet sayfalarıyla kıyaslayabilmek için, İnsani Gelişmişlik Raporunda yer alan İnsani Gelişmişlik İndeksi doğrultusunda, ileri gelişmiş ülke olarak İngiltere, az gelişmiş ülke olarak ta Nijerya'nın 50'şer adet internet sayfaları aynı prensipler doğrultusunda incelenmiştir. Yapılan nitel analiz sonucunda Türkiye'nin kritik hata olarak değerlendirilen Öncelik-1 hata oranının diğer iki ülkeye nazaran çok yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Özellikle internet sayfalarındaki resim, grafik gibi görsel nesnelerin ekran okuyucu programlar tarafından okunabilmesi için alternatif metin eşleniği kavramı çok önemlidir. Bir HTML kontrolü olan etiketinin "alt:" ifadesiyle bir resmin metin eşleniği belirlenebilir. Örneğin, internet sayfasında bulunan resimli Gazi Üniversitesi bilgi linkini görme engelli bir kişi algılayamaz, bu resmin alt ifadesine "Gazi Üniversitesi hakkında bilgi almak için tıklayınız." şeklinde bir ifade kullanılırsa görme engellilerin kullandığı ekran okuyucu programları bu resmin ne ile ilgili olduğunu algılayarak, sesli olarak bunu okuyabilir.*

— *Metin eşleniğine yönelik yapılması gerekli işlemler yukarıda ifade edildiği gibi oldukça basittir. Ancak internet sayfalarının çoğunda, resimlerde metin eşleniklerinin kullanılmadığı görülmüştür. Örnek olarak incelenen internet sayfaları içerisinde yer alan Hürriyet gazetesinin 06 Aralık 2010 tarihli internet sayfasının normal görünümü ve görme engelli ayarlı görünümü Ek 2'de verilmiştir. Şekillerden de anlaşılacağı üzere görme sayfanın üst tarafında bulunan 3 adet resimli haber başlığına ve orta bölümde bulunan 10 adet numaralı ve resimli haberlere metin eşlenikleri uygulanmadıkları için tarayıcının görme engelli ayarlı görünümünde ekrana getirilmemektedir. Bu durumda ekran okuyucu programın bu haberleri seslendirmesi mümkün olmamaktadır. Bu görünümle İnternet Explorer 8.0 tarayıcısıyla elde edilen görüntülerdir.*

— *Görme engellilerin metin eşleniği dışında internet sayfalarında karşılaştıkları diğer sorunlar;*

- *İnternet sayfalarındaki bazı bilgilerin Flash, Silverlight, Applet gibi görsel teknolojileri hazırlanması ve bu teknolojiler için alternatif yöntemlerin sayfalarında bulunmaması,*
- *Kısıtlı gören veya renk körü gibi görme bozuklukları olan bireylerin, sayfaları uygun olmayan renk ve kontrast kullanımından dolayı algılayamaması,*
- *İnternet sayfalarında klavyeden erişimi sağlayacak kısa yol tuşlarının aktif olarak kullanılmaması olarak tespit edilmiştir.*

Erişilebilirlik yanında görme engellilerin bilgisayar kullanımının etkinleştirilmesi açısından önemli konulardan biri de görme engellilere yönelik geliştirilen konuşma teknolojileridir. Konuşma tanıma ve konuşma sentezleme teknolojileri bilgisayar kullanan özellikle görme engelli kullanıcılara büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Konuşma sentezleme teknolojileri sayesinde görme engelli kullanıcılar bilgisayar ekranında göremedikleri yazıları sentezleyici yazılımlar sayesinde sesli olarak duyabilmektedirler. Ekran okuyucu programlar görme engellilerin bilgisayarlar kullandımlarında en büyük yardımcılarıdır. Ekran okuyucu programın sesli olarak yönlendirmesiyle görme engelliler bilgisayarı kullanabilmekte ve internette gezinebilmektedir. Bu çalışma kapsamında konuşma sentezleme çalışmaları sonucunda aşağıda belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır.

— *Görme Engelliler için dünya çapında ve özellikle Türkiye’de konuşma teknolojilerine yönelik yapılan çalışmaların azlığı dikkat çekmektedir. Özellikle internet ortamında büyük yazılımları olan ve bu alanda ciddi bir maddi kaynak sağlayan büyük firmaların bu alanda kapsamlı çalışmalarının bulunmaması dikkat çekicidir. Bu azlığın en büyük sebebinin bu alanda üretilen ürünlerin daha çok sosyal yardım anlamında değerlendirildiğinden maddi kazanç getirmemesi olarak değerlendirilebilir.*

— Konuşma sentezleme sistemlerinin günümüzde çok yaygın kullanım alanları vardır ve gün geçtikçe kullanım alanları artmaktadır. Konuşma sentezleme yazılımları, görme engellilere, elektronik ortamda bulunan bir kitabı, dergiyi, internet sayfasını insan sesine yakın bir şekilde okuyacak şekilde tasarlanabilir. *Günümüzde dünya çapında geliştirilen konuşma sentezleme yazılımları incelendiğinde Türkçe dilini destekleyen yazılım miktarının kısıtlı oranda olduğu görülmektedir.*

— *Türkiye’de bilgisayar teknolojisi ve mühendisliği alanında eğitim veren kurumlarda konuşma tanıma ve konuşma sentezleme teknolojilerine yönelik verilen dersler incelendiğinde, Gazi Üniversitesi haricinde diğer eğitim kurumlarında bu alanda eğitim verilmediği tespit edilmiştir. Çoğu eğitim kurumunda yapay sinir ağları, örüntü tanıma ve algoritma gibi derslerde sadece bir konu olarak bahsedildiği belirlenmiştir.*

— Bu çalışma kapsamında, konuşma sentezleme teknolojileri konusunda detaylı araştırmalar yapılmıştır. *Edinilen tecrübeler doğrultusunda Türkçe Hece Tabanlı Konuşma Sentezleme yapabilen bir elektronik kitap okuyucu yazılım geliştirilmiştir. Teknik olarak parça tabanlı ardışık eklemeli(concatenative) konuşma sentezleme tekniği kullanılmıştır. Bu yöntemlerle üretilen sesin diğer yöntemlere oranla insan sesine yakınlığı daha fazla olmaktadır. Ardışık eklemeli konuşma sentezleme tekniği ise sentezleme işlemini öncesinde bir konuşmacı tarafından seslendirilen ses parçalarını gerçek zamanda birleştirerek yapar. Ses parçaların seçilmesi Viterbi algoritması gibi en iyi yolun seçilebilmesi üzerine dayandırılabilir.*

— *Geliştirilen MKS yazılımı içine entegre edilebilen bir Türkçe Heceleme Algoritması geliştirilmiştir. Algoritma, elde edilen kelimelerin hecelere ayrılmasını sağlamaktadır. Geliştirilen algoritmanın %100 oranında doğru olarak çalıştığı test edilmiştir.*

— *Geliştirilen MKS yazılımında Türkçe dil yapısına uyumlu daha farklı ve daha pratik bir kesimleme ve etiketleme yöntemi sunulmuştur.* Tüm hece birleşimlerinin ses kaydından kesimlenmesi yerine sadece bir ve iki harfli hece birleşimleri seslendirilerek hecenin başlangıç ve bitiş sınırları belirlenmiş ve ses veri tabanına hece ismiyle etiketlenmiştir. İkiden büyük harfli heceler yazılımın çalışma anında önce ikili hece formatına dönüştürülerek uygun ikili hece etiketi belirlenmekte, ardından fazladan harf kaldırılarak uygun ses üretilmektedir. Örneğin “VAR” hecesi ses veri tabanına etiketlenmemiş bir hecedir. Yazılımın ses üretimi aşamasında ilk önce “VA” ve “AR” olarak etiketlenmekte, ardından fazla olan ikinci “A” harfi atılarak “VAR” olarak seslendirilmektedir. *Bu yöntemle herhangi bir sıkıştırma algoritması kullanmadan yaklaşık 5 GB’lık yer kaplayacak olan ses veri tabanı 10 MB’a düşürülmüştür. Bunun yanında kesimleme ve etiketleme süreci de zaman açısından çok ciddi oranda azaltılmıştır.*

— *Geliştirilen yazılımın temel amacı, görme engellilerin kitap okuma, sınavlara hazırlık gibi eğitim ihtiyaçları kapsamında bilgisayar ortamında bulunan çeşitli formatlardaki elektronik kitapları daha öncesinde seslendirmeye ihtiyaç duymadan insan sesine yakın bir şekilde konuşmaya çevirmektir. Yazılım tamamlandıktan sonra görme engellilerin ihtiyaçlarına cevap verip vermediğine yönelik doğrulama ve geçerleme çalışmaları yapılmıştır.*

— *Çeşitli görme engeli kaybı olan 10 görme engelli tarafından MKS yazılımı test edilmiş, test sonucunda, yazılım tarafından üretilen konuşmanın kalitesi, kullanıcı değerlendirmesine göre, MOS benzeri bir derecelendirmeden 5 üzerinden 3,7 puan almıştır.* MOS puanları son kullanıcıların düşüncesiyle yakından alakalıdır ve verilen puanların ortalaması 3,5 ve üzeriyse sesin kabul edilebilir düzeyde iyi olduğu anlaşılır. Katılımcılar, bu programda dinledikleri sesi, sürekli kullandıkları ve alışık oldukları ekran okuyucu programdaki Gül sesi ile kıyasladıklarını belirtmişlerdir. Sesin biraz daha seri okuması halinde daha iyi olacağını ve bazı 3 harfli hecelerde ilk harfte

vurgunun az yapıldığını ifade eden katılımcılar, ancak sesin mekanik olmadığı ve insan sesine yakın bir konuşma yapıldığını belirtmişlerdir.

Erişilebilirlik, sadece engellilere değil, interneti kullanan herkes için faydalıdır. İçerik geliştiriciler tarafından erişilebilirlik standartlarına uyularak yapılan çalışmalar, arama motoru optimizasyonu (SEO) olarak bilinen tekniklere paralellik gösterdiğinden, geliştirdikleri internet sayfaları arama motorlarında daha üst sıralarda yer alacaktır. Türkiye’de erişilebilirlik kavramının arzu edilen seviyeye getirilerek, bilişimde engellerin kaldırılması için hukuki, bilişim, eğitim alanında yapılması gereken öneriler şu şekilde ifade edilebilir.

- İngiltere, İrlanda ve Avusturya gibi bazı Avrupa ülkeleri ile Amerika’da internet erişilebilirliği, toplumdaki bireyler arasındaki eşitsizliği ve ayrımcılığı engelleyen yasalar çerçevesinde korunmaktadır. Türkiye’de de “olsa iyi olur” şeklinde içerik geliştiricilerin kişisel tercihlerine bırakılan erişilebilirlik kavramı, yapılacak düzenlemelerle yasal zorunluluk haline getirilmelidir.
- Öncelikle, kamu internet sayfaları, WCAG ve Kamu İnternet Siteleri Standartları Rehberine göre hazırlanmalıdır. Bu alanda Türkiye’de hayata geçen e-Devlet kapısı uygulaması internet sitesi (turkiye.gov.tr) örnek olarak alınabilir.
- Erişilebilirliğin internet sayfalarında uygulanabilmesinde en önemli konu sayfaların tasarımını yapan web tasarımcılarının erişilebilirlik kavramı hakkında yeterli ve doğru bilgiye sahip olup olmadığıdır. Türkiye’de web tasarımı ve internet teknolojileri alanında eğitim veren üniversite, okul ve diğer eğitim kurumlarında eğitim içeriklerinde erişilebilirlik konusu üzerine ağırlık verilmeli ve erişilebilir tasarım örnekleri uygulamalı olarak anlatılmalıdır.

- Kamu kurumları dışında, özellikle yazılım geliştirme ve bilişim sektöründe çalışan şirket ve kurumların geliştirdikleri yazılımlarda görme engelli kullanıcıları da göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Özellikle geliştirilen web tabanlı yazılımlar farklı tarayıcılarla test edilme aşamasında görme engellilere yönelik hazırlanan tarayıcılarla da test edilerek sonlandırılmalıdır.

- İnternet sayfaları tasarlanırken, mümkün olan en az sayıda resim kullanılmalı, resimlerin alternatif metin eşlenikleri yazılmalı, sayfa içerisindeki ön metin rengi ile arka zemin renkleri zıt olmasına özen gösterilmeli, hareketli yazıların kullanımından kaçınılmalıdır.

Konuşma tanıma ve konuşma sentezleme teknolojileri bilgisayar kullanan özellikle görme engelli kullanıcılara büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Konuşma sentezleme teknolojileri sayesinde görme engelli kullanıcılar bilgisayar ekranında göremedikleri yazıları sentezleyici yazılımlar sayesinde sesli olarak duyabilmektedirler. Yapılan araştırmalar sonucunda Türkçe konuşma sentezleme teknolojilerine yönelik tespit edilen eksikliklerin giderilmesi ve geliştirilen yazılımın iyileştirilmesi kapsamında öneriler şu şekilde ifade edilebilir.

- Türkiye’de bilgisayar ve elektronik mühendisliği alanında eğitim veren üniversite, okul ve diğer eğitim kurumlarında bilgisayarda konuşma tanıma ve konuşma sentezleme teknolojilerine yönelik verilen eğitimler yaygınlaştırılmalıdır.

- Geliştirilen yazılımda elde edilen konuşma çıktısının anlaşılır olduğu değerlendirilmiştir. Ancak daha kaliteli bir konuşma elde edilebilmesi için ses veri tabanının oluşturulması aşamasında, ses birimlerinin kesimlenmesi daha kaliteli bir ses kayıt ortamında yapılmalı ve ikili heceler; diksiyonu, ses tonlaması düzgün ve orantılı bir konuşmacı tarafından seslendirilmelidir.

- Geliştirilen konuşma sentezleme yazılımında, daha akıcı, vezinsel bir konuşma elde edilebilmesi için, ses veri tabanından ayrı olarak, anlamlı uzun bir metin okunup kayıt altına alınarak metindeki duraksama noktaları ve süreleri tespit edilmelidir. Elde edilen veriler bir vezinsel algoritmaya dönüştürülerek daha akıcı bir konuşma elde edilebilir.

KAYNAKLAR

1. İnternet: Bilkent Üniversitesi "Görme Engelli Kimdir"
<http://korler.bilkent.edu.tr> (2011).
2. Özyürek, M., "Görme Engelliler", **Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Ders Kitabı**, Ünite 9, Sayfa 129 (2000).
3. İnternet: M.E.B. Görme Engellilerin Eğitimi Şube Müdürlüğü "Görme Engelinin Nedenleri Ve Görme Engellilerin Özellikleri"
<http://orgm.meb.gov.tr/OzelEgitim/gormeeng.htm> (2011).
4. Çentik, G., "Görme engellilere braille alfabesini öğretmek için bilgisayar destekli yeni bir eğitim setinin tasarımı ve uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, **Trakya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü**, Edirne (2009).
5. İnternet: Braille Teknik Limited Şirketi "Jaws For Windows Ekran Okuma Programı" <http://www.brailleteknik.com> (2011).
6. Lacey, A., Goodwin, V., "Designing for Accessibility: An Essential Guide for Public Buildings", **Centre for Accessible Environments**, London, 12-19 (2004).
7. Yücel, C.Y., Acartürk, C., "Görme engelliler için web sayfalarında erişilebilirliğin sağlanması", **Akademik Bilişim 2006**, Denizli (2006).
8. T.C.Başbakanlık, "Web İçeriği Erişilebilirlik Kılavuzu 1.0", **Engelliler İdaresi Başkanlığı**, Ankara (1999).
9. "Kamu Kurumları İnternet Siteleri Standartları ve Önerileri Rehberi-sürüm 1.1", **Türksat A.Ş.**, Ankara (2009).
10. Subaşıoğlu, F., "Engellilerin internete erişimi üzerine", **Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi**, 40 3-4: 203-216 (2000).
11. Yılmaz, A. E., "Türkçe metinden konuşma sentezleme uygulamaları için bir veri sözlük seti ve yazılım çerçevesi", **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi**, 24(4): 735-744 (2009).
12. Holmes, J., Holmes, W., "Speech Synthesis and Recognition, 2nd Edition", **CRC Press**, London (2001).
13. Aşlıyan, R., Günel, K., "Türkçe metinler için hece tabanlı konuşma sentezleme sistemi", **Akademik Bilişim 2008**, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, 31-38 (2007).

14. İnternet: United Nations Development Programme “Human Development Reports” <http://hdr.undp.org> (2011).
15. Mengüşoğlu, E., “Bir türkçe sesli ifade tanıma sisteminin kural tabanlı tasarımı ve gerçekleştirimi”, Yüksek Lisans Tezi, **Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**,Ankara (1999).
16. İnternet: Blog Sayfası, “Speech Synthesis Algorithms(Konuşma Sentezleme Algoritmaları)” <http://gungorbasa.blogspot.com/2011/02/speech-synthesis-algorithmskonusma.html> (2011).
17. İnternet: Türk Dil Kurumu “Hece Yapısı ve Satır Sonunda Kelimelerin Bölünmesi” <http://www.tdk.gov.tr> (2011).
18. Canal, M., Kurnaz, S., Yılmaz E.A., “Türkçe metinden konuşma sentezlemede yaşanan sıkıntılar ve çözüm yöntemleri”, **Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi**,4(3):47-55 (2010).
19. Milli Eğitim Bakanlığı Meslekî Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, “Mesleki Gelişim Diksiyon 1”, **MEGEP Yayınları**, Ankara (2006).
20. Korkmaz, Z., “Yazılı devirlerdeki gelişmelere göre eski türkçenin yaşı”, **TDK Yayınları**, Ankara,553:353-370 (1994).
21. Aksan, D., “Türkiye Türkçesinin Dünü, Bugünü, Yarını”, **Bilgi**, Ankara, 68 (2000).
22. Büyükkantarcıoğlu, N., “Türkçe sözcük biçimlenmesinde düzlemler ve türetmeler”, **Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi**, 17(1) 81-94 (2000).
23. İnternet: İ.Acar “Türkçenin Günümüzdeki Genel Görünüşü” <http://w3.balikesir.edu.tr/~iacar/index.htm> (2011).
24. Parlatır, İ., “Türk dil kurumunda sözlük çalışmaları”, **Türk Dili**, 568 (1999).
25. İnternet: Türk Dil Kurumu “Büyük Türkçe Sözlük” <http://tdkterim.gov.tr/bts/> (2011).
26. Hengirmen, M., “Türkçe Dilbilgisi”, **Engin**, Ankara, 17(1995).
27. Ergin, M., “Üniversiteler İçin Türk Dili”, **Bayrak**, İstanbul, (1998).
28. Musaoğlu, M., “Yazı dilinde pürizm, alıntı kelimeler ve dil kültürü”, **Türk Dili**, 547:363-370 (1997).

29. Zhang, J.. "Language generation and speech synthesis in dialogues for language learning", Y.L. Tezi, **Department of Electrical Engineering and Computer Science** , Massachusetts, 53-59 (2004).
30. Dutoit, T., Pagel, V., Pierret, N., Bataiile, F., Vrecken, O. van der. "The MBROLA project: towards a set of high quality speech synthesizers of use for non commercial purposes", **ICSLP Proceedings Fourth International Conference**, Philadelphia, 1393- 1396 (1996).
31. Kominek, J., Black, A.W. "CMU ARCTIC databases for speech synthesis", **Language Technologies Institute**, 3-7 (2003).
32. Özüm, İ. Y., " A speech synthesis system for turkish language based on the concetanation of phonemes taken from speaker", Yüksek Lisans Tezi, **Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara (1993).
33. Pohlmann, K., "Principles of Digital Audio." 3rd Edition, ISBN 0-07-050468-7, **McGraw-Hill, Inc.**, New York (1995).
34. Santen, P.H., Sproat, R.W., Olive, J.P., Hirschberg, J., "Progress in Speech Synthesis", **Springer Verlag**, New York (1996).
35. Sak, H., "A corpus based concenative speech synthesis system for turkish" , Yüksek Lisans Tezi, **Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul (2004).
36. Allen, J., Hunnicutt, S., Klatt, D., "From Text to Speech: The MITalk System.", **Cambridge University Press**, New York (1987).
37. Seymour, W., Lupton, D., "Holding the line online: exploring wired relationships for people with disabilities", **Disability and Society**, 19:291-305 (2004).
38. Dobransky, K., Hargittai, E., "The disability divide in Internet access and use." **Information, Communication & Society**, 9-3: 313-334 (2006).
39. İnternet: The World Wide Web Consortium "Introduction to Web Accessibility" <http://www.w3.org/WAI/intro/accessibility> (2011).
40. Kaye, H.S., "Computer and internet use among people with disabilities", **Disability Statistics Report 13**, Center Institute for Health and Aging University of California (2000) .

41. Daigle, J., "Corporate America and web access for the blind: are public relations practitioners communicating with the blind public?", Yüksek Lisans Tezi, **Louisiana State University Medical Center**, New Orleans (2002).
42. Eker, B., "Turkish text to speech system", Yüksek Lisans Tezi, **Bilkent Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği**, Ankara (2002).
43. Subaşıoğlu, F., "Üniversitelerin bilgi ve belge yönetimi bölümlerinin engellilik farkındalığı üzerine bir araştırma", **Bilgi Dünyası 2008**, 9(2):399-430 (2008).
44. Aşlıyan, R., Günel, K., Filiz, A., "Türkçe otomatik heceleme sistemi ve hece istatistikleri", **Akademik Bilişim '06 + BilgiTek IV**, Denizli (2006).

EKLER

EK – 1. Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

WaveIO.cs sınıfının içeriği :

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.IO;
using System.Runtime.InteropServices;
namespace OKUYUCU_TTS
{
    class WaveIO
    {
        public int length;
        public short channels;
        public int samplerate;
        public int DataLength;
        public short BitsPerSample;

        private void WaveHeaderIN(string spath)
        {
            try
            {
                FileStream fs = new FileStream(spath, FileMode.Open, FileAccess.Read);

                BinaryReader br = new BinaryReader(fs);
                length = (int)fs.Length - 8;
                fs.Position = 22;
                channels = br.ReadInt16();
                fs.Position = 24;
                samplerate = br.ReadInt32();
                fs.Position = 34;

                BitsPerSample = br.ReadInt16();
                DataLength = (int)fs.Length - 44;
                br.Close();
                fs.Close();
            }
            catch (FileNotFoundException ex1)
            {
                return;
            }
        }

        private void WaveHeaderOUT(string sPath)
        {
```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

FileStream fs = new FileStream(sPath, FileMode.Create, FileAccess.Write);

    BinaryWriter bw = new BinaryWriter(fs);
    fs.Position = 0;

    bw.Write(new char[4] { 'R', 'I', 'F', 'F' });

        bw.Write(length);

        bw.Write(new char[8] { 'W', 'A', 'V', 'E', 'f', 'm', 't', ' ' });

        bw.Write((int)16);

        bw.Write((short)1);
        bw.Write(channels);

        bw.Write(samplerate);

        bw.Write((int)(samplerate * ((BitsPerSample * channels) / 8)));

        bw.Write((short)((BitsPerSample * channels) / 8));

        bw.Write(BitsPerSample);

        bw.Write(new char[4] { 'd', 'a', 't', 'a' });
        bw.Write(DataLength);
        bw.Close();
        fs.Close();
    }
    public void Merge(string[] files, string outfile)
    {
        WaveIO wa_IN = new WaveIO();
        WaveIO wa_out = new WaveIO();

        wa_out.DataLength = 0;
        wa_out.length = 0;

        foreach (string path in files)
        {
            wa_IN.WaveHeaderIN(@path);
            wa_out.DataLength += wa_IN.DataLength;
            wa_out.length += wa_IN.length;

        }

        wa_out.BitsPerSample = wa_IN.BitsPerSample;
        wa_out.channels = wa_IN.channels;
        wa_out.samplerate = wa_IN.samplerate;
    }

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```
wa_out.WaveHeaderOUT(@outfile);

foreach (string path in files)
{
    FileStream fs = new FileStream(@path, FileMode.Open, FileAccess.Read);
    byte[] arrfile = null;

    arrfile = new byte[fs.Length];

    arrfile.Reverse();
    fs.Position = 44;
    fs.Read(arrfile, 0, arrfile.Length);
    fs.Close();

    FileStream fo = new FileStream(@outfile, FileMode.Append, FileAccess.Write);
    BinaryWriter bw = new BinaryWriter(fo);
    bw.Write(arrfile);
    bw.Close();
    fo.Close();
}
}
```


EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

FrmAna.Designer.cs sınıfının içeriği :

```

namespace OKUYUCU_TTS
{
    partial class FrmAna
    {
        /// <summary>
        /// Required designer variable.
        /// </summary>
        private System.ComponentModel.IContainer components = null;

        /// <summary>
        /// Clean up any resources being used.
        /// </summary>
        /// <param name="disposing">true if managed resources should be disposed;
        otherwise, false.</param>
        protected override void Dispose(bool disposing)
        {
            if (disposing && (components != null))
            {
                components.Dispose();
            }
            base.Dispose(disposing);
        }

        #region Windows Form Designer generated code

        /// <summary>
        /// Required method for Designer support - do not modify
        /// the contents of this method with the code editor.
        /// </summary>
        private void InitializeComponent()
        {
            this.components = new System.ComponentModel.Container();
            System.ComponentModel.ComponentResourceManager resources = new
System.ComponentModel.ComponentResourceManager(typeof(FrmAna));
            this.menuUst = new System.Windows.Forms.MenuStrip();
            this.dosyaToolStripMenuItem = new System.Windows.Forms.ToolStripItem();
            this.açToolStripMenuItem = new System.Windows.Forms.ToolStripItem();
            this.pDFTToolStripMenuItem = new System.Windows.Forms.ToolStripItem();
            this.wORDToolStripMenuItem = new System.Windows.Forms.ToolStripItem();
            this.tXTToolStripMenuItem = new System.Windows.Forms.ToolStripItem();
            this.kapatToolStripMenuItem = new System.Windows.Forms.ToolStripItem();
        }
    }
}

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

    this.yardimToolStripMenuItem = new System.Windows.Forms.ToolStripItem();
    this.hakkındaToolStripMenuItem = new
System.Windows.Forms.ToolStripItem();
    this.altTuslar = new System.Windows.Forms.GroupBox();
    this.cAudioJoin1 = new AxAudio_Join_AX.AxcAudioJoin();
    this.tusTest = new System.Windows.Forms.Button();
this.tusOku = new System.Windows.Forms.Button();
    this.tusHecele = new System.Windows.Forms.Button();
    this.pnlOrta = new System.Windows.Forms.Panel();
    this.menuSol = new System.Windows.Forms.ToolStrip();
    this.tsPDF = new System.Windows.Forms.ToolStripButton();
    this.toolStripSeparator1 = new System.Windows.Forms.ToolStripSeparator();
    this.tsWord = new System.Windows.Forms.ToolStripButton();
    this.toolStripSeparator2 = new System.Windows.Forms.ToolStripSeparator();
    this.tsTxt = new System.Windows.Forms.ToolStripButton();
    this.pnlMetinler = new System.Windows.Forms.Panel();
    this.gbHeceMtn = new System.Windows.Forms.GroupBox();
    this.txtHeceMtn = new System.Windows.Forms.RichTextBox();
    this.gbDuzMtn = new System.Windows.Forms.GroupBox();
    this.txtDuzMtn = new System.Windows.Forms.RichTextBox();
    this.pnlMtnOrta = new System.Windows.Forms.Panel();
    this.scmSesCns = new System.Windows.Forms.ComboBox();
    this.pictureBox1 = new System.Windows.Forms.PictureBox();
    this.tusTekrar = new System.Windows.Forms.Button();
    this.etkSoru = new System.Windows.Forms.Label();
    this.openFileDialog1 = new System.Windows.Forms.OpenFileDialog();
    this.imgList = new System.Windows.Forms.ImageList(this.components);
    this.menuUst.SuspendLayout();
    this.altTuslar.SuspendLayout();
    ((System.ComponentModel.ISupportInitialize)(this.cAudioJoin1)).BeginInit();
    this.pnlOrta.SuspendLayout();
    this.menuSol.SuspendLayout();
    this.pnlMetinler.SuspendLayout();
    this.gbHeceMtn.SuspendLayout();
    this.gbDuzMtn.SuspendLayout();
    this.pnlMtnOrta.SuspendLayout();
    ((System.ComponentModel.ISupportInitialize)(this.pictureBox1)).BeginInit();
    this.SuspendLayout();
    //
    // menuUst
    //
    this.menuUst.BackColor = System.Drawing.Color.Gainsboro;

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

        this.menuUst.BackgroundImage =
((System.Drawing.Image)(resources.GetObject("menuUst.BackgroundImage")));
        this.menuUst.Font = new System.Drawing.Font("Segoe UI", 12F,
System.Drawing.FontStyle.Bold);
        this.menuUst.Items.AddRange(new System.Windows.Forms.ToolStripItem[] {
        this.dosyaToolStripMenuItem,
        this.yardimToolStripMenuItem});
        this.menuUst.Location = new System.Drawing.Point(0, 0);
        this.menuUst.Name = "menuUst";
        this.menuUst.Size = new System.Drawing.Size(764, 29);
        this.menuUst.TabIndex = 0;
        this.menuUst.Text = "menuStrip1";
        //
        // dosyaToolStripMenuItem
        //
        this.dosyaToolStripMenuItem.DropDownItems.AddRange(new
System.Windows.Forms.ToolStripItem[] {
        this.açToolStripMenuItem,
        this.kapatToolStripMenuItem});
        this.dosyaToolStripMenuItem.Name = "dosyaToolStripMenuItem";
        this.dosyaToolStripMenuItem.Size = new System.Drawing.Size(69, 25);
        this.dosyaToolStripMenuItem.Text = "Dosya";
        this.dosyaToolStripMenuItem.MouseHover += new
System.EventHandler(this.dosyaToolStripMenuItem_MouseHover);
        //
        // açToolStripMenuItem
        //
        this.açToolStripMenuItem.DropDownItems.AddRange(new
System.Windows.Forms.ToolStripItem[] {
        this.pDFToolStripMenuItem,
        this.wORDToolStripMenuItem,
        this.tXTToolStripMenuItem});
        this.açToolStripMenuItem.Name = "açToolStripMenuItem";
        this.açToolStripMenuItem.Size = new System.Drawing.Size(124, 26);
        this.açToolStripMenuItem.Text = "Aç";
        this.açToolStripMenuItem.MouseHover += new
System.EventHandler(this.açToolStripMenuItem_MouseHover);
        //
        // pDFToolStripMenuItem
        //
        this.pDFToolStripMenuItem.Name = "pDFToolStripMenuItem";
        this.pDFToolStripMenuItem.Size = new System.Drawing.Size(130, 26);
        this.pDFToolStripMenuItem.Text = "PDF";
        this.pDFToolStripMenuItem.MouseHover += new
System.EventHandler(this.pDFToolStripMenuItem_MouseHover);
        //
        // wORDToolStripMenuItem
        //
        this.wORDToolStripMenuItem.Name = "wORDToolStripMenuItem";

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

        this.wORDToolStripMenuItem.Size = new System.Drawing.Size(130, 26);
        this.wORDToolStripMenuItem.Text = "WORD";
        this.wORDToolStripMenuItem.MouseHover += new
System.EventHandler(this.wORDToolStripMenuItem_MouseHover);
        //
        // tXTToolStripMenuItem
        //
        this.tXTToolStripMenuItem.Name = "tXTToolStripMenuItem";
        this.tXTToolStripMenuItem.Size = new System.Drawing.Size(130, 26);
        this.tXTToolStripMenuItem.Text = "TXT";
        this.tXTToolStripMenuItem.MouseHover += new
System.EventHandler(this.tXTToolStripMenuItem_MouseHover);
        //
        // kapatToolStripMenuItem
        //
        this.kapatToolStripMenuItem.Name = "kapatToolStripMenuItem";
        this.kapatToolStripMenuItem.Size = new System.Drawing.Size(124, 26);
        this.kapatToolStripMenuItem.Text = "Kapat";
        this.kapatToolStripMenuItem.MouseHover += new
System.EventHandler(this.kapatToolStripMenuItem_MouseHover);
        //
        // yardımToolStripMenuItem
        //
        this.yardımToolStripMenuItem.DropDownItems.AddRange(new
System.Windows.Forms.ToolStripItem[] {
        this.hakkındaToolStripMenuItem});
        this.yardımToolStripMenuItem.Name = "yardımToolStripMenuItem";
        this.yardımToolStripMenuItem.Size = new System.Drawing.Size(77, 25);
        this.yardımToolStripMenuItem.Text = "Yardım";
        this.yardımToolStripMenuItem.MouseHover += new
System.EventHandler(this.yardımToolStripMenuItem_MouseHover);
        //
        // hakkındaToolStripMenuItem
        //
        this.hakkındaToolStripMenuItem.Name = "hakkındaToolStripMenuItem";
        this.hakkındaToolStripMenuItem.Size = new System.Drawing.Size(153, 26);
        this.hakkındaToolStripMenuItem.Text = "Hakkında";
        this.hakkındaToolStripMenuItem.MouseHover += new
System.EventHandler(this.hakkındaToolStripMenuItem_MouseHover);
        //
        // altTuslar
        //
        this.altTuslar.BackColor = System.Drawing.Color.Gainsboro;
        this.altTuslar.Controls.Add(this.cAudioJoin1);
        this.altTuslar.Controls.Add(this.tusTest);
        this.altTuslar.Controls.Add(this.tusOku);
        this.altTuslar.Controls.Add(this.tusHecele);

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

this.altTuslar.Dock = System.Windows.Forms.DockStyle.Bottom;
this.altTuslar.Location = new System.Drawing.Point(0, 540);
this.altTuslar.Name = "altTuslar";
this.altTuslar.Padding = new System.Windows.Forms.Padding(10, 3, 10, 10);
this.altTuslar.Size = new System.Drawing.Size(764, 80);
this.altTuslar.TabIndex = 1;
this.altTuslar.TabStop = false;
//
// cAudioJoin1
//
this.cAudioJoin1.Enabled = true;
this.cAudioJoin1.Location = new System.Drawing.Point(509, 21);
this.cAudioJoin1.Name = "cAudioJoin1";
this.cAudioJoin1.OcxState =
((System.Windows.Forms.AxHost.State)(resources.GetObject("cAudioJoin1.OcxState")));
this.cAudioJoin1.Size = new System.Drawing.Size(34, 34);
this.cAudioJoin1.TabIndex = 1;
//
// tusTest
//
this.tusTest.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 16F,
System.Drawing.FontStyle.Bold, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(162)));
this.tusTest.ForeColor = System.Drawing.Color.FromArgb(((int)((byte)(0))),
((int)((byte)(0))), ((int)((byte)(192))));
this.tusTest.Location = new System.Drawing.Point(273, 21);
this.tusTest.Name = "tusTest";
this.tusTest.Size = new System.Drawing.Size(227, 47);
this.tusTest.TabIndex = 2;
this.tusTest.Text = "TESTE BAŞLA";
this.tusTest.UseVisualStyleBackColor = true;
this.tusTest.Click += new System.EventHandler(this.tusTest_Click);
//
// tusOku
//
this.tusOku.Dock = System.Windows.Forms.DockStyle.Right;
this.tusOku.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 18F,
System.Drawing.FontStyle.Bold, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(162)));
this.tusOku.Image =
((System.Drawing.Image)(resources.GetObject("tusOku.Image")));
this.tusOku.ImageAlign = System.Drawing.ContentAlignment.MiddleLeft;
this.tusOku.Location = new System.Drawing.Point(549, 16);
this.tusOku.Name = "tusOku";
this.tusOku.Padding = new System.Windows.Forms.Padding(0, 0, 10, 0);

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

this.tusOku.Size = new System.Drawing.Size(205, 54);
this.tusOku.TabIndex = 1;
this.tusOku.Text = "O K U";
this.tusOku.TextAlign = System.Drawing.ContentAlignment.MiddleRight;
this.tusOku.UseVisualStyleBackColor = true;
this.tusOku.Click += new System.EventHandler(this.tusOku_Click);
this.tusOku.MouseHover += new System.EventHandler(this.tusOku_MouseHover);
//
// tusHecele
//
this.tusHecele.Dock = System.Windows.Forms.DockStyle.Left;
this.tusHecele.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 18F,
System.Drawing.FontStyle.Bold, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(162)));
this.tusHecele.Image =
((System.Drawing.Image)(resources.GetObject("tusHecele.Image")));
this.tusHecele.ImageAlign = System.Drawing.ContentAlignment.MiddleLeft;
this.tusHecele.Location = new System.Drawing.Point(10, 16);
this.tusHecele.Name = "tusHecele";
this.tusHecele.Padding = new System.Windows.Forms.Padding(0, 0, 5, 0);
this.tusHecele.Size = new System.Drawing.Size(205, 54);
this.tusHecele.TabIndex = 0;
this.tusHecele.Text = "H E C E L E";
this.tusHecele.TextAlign = System.Drawing.ContentAlignment.MiddleRight;
this.tusHecele.UseVisualStyleBackColor = true;
this.tusHecele.Click += new System.EventHandler(this.tusHecele_Click);
this.tusHecele.MouseHover += new
System.EventHandler(this.tusHecele_MouseHover);
//
// pnlOrta
//
this.pnlOrta.Controls.Add(this.menuSol);
this.pnlOrta.Controls.Add(this.pnlMetinler);
this.pnlOrta.Dock = System.Windows.Forms.DockStyle.Fill;
this.pnlOrta.Location = new System.Drawing.Point(0, 29);
this.pnlOrta.Name = "pnlOrta";
this.pnlOrta.Size = new System.Drawing.Size(764, 511);
this.pnlOrta.TabIndex = 2;
//
// menuSol
//
this.menuSol.BackColor = System.Drawing.Color.Gainsboro;
this.menuSol.Dock = System.Windows.Forms.DockStyle.Left;
this.menuSol.GripStyle = System.Windows.Forms.ToolStripGripStyle.Hidden;
this.menuSol.ImageScalingSize = new System.Drawing.Size(128, 128);

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

this.menuSol.Items.AddRange(new System.Windows.Forms.ToolStripItem[] {
this.tsPDF,
this.toolStripSeparator1,
this.tsWord,
this.toolStripSeparator2,
this.tsTxt});
this.menuSol.Location = new System.Drawing.Point(0, 0);
this.menuSol.MaximumSize = new System.Drawing.Size(128, 0);
this.menuSol.Name = "menuSol";
this.menuSol.Size = new System.Drawing.Size(128, 511);
this.menuSol.TabIndex = 1;
//
// tsPDF
//
this.tsPDF.BackgroundImageLayout = System.Windows.Forms.ImageLayout.Stretch;
this.tsPDF.Font = new System.Drawing.Font("Segoe UI", 14F,
System.Drawing.FontStyle.Bold);
this.tsPDF.ForeColor = System.Drawing.Color.DarkGreen;
this.tsPDF.Image =
((System.Drawing.Image)(resources.GetObject("tsPDF.Image")));
this.tsPDF.ImageAlign = System.Drawing.ContentAlignment.TopCenter;
this.tsPDF.ImageTransparentColor = System.Drawing.Color.Magenta;
this.tsPDF.Name = "tsPDF";
this.tsPDF.Size = new System.Drawing.Size(130, 157);
this.tsPDF.Text = "PDF OKU";
this.tsPDF.TextAlign = System.Drawing.ContentAlignment.BottomCenter;
this.tsPDF.TextImageRelation =
System.Windows.Forms.TextImageRelation.ImageAboveText;
this.tsPDF.MouseHover += new System.EventHandler(this.tsPDF_MouseHover);
this.tsPDF.Click += new System.EventHandler(this.tsPDF_Click);
//
// toolStripSeparator1
//
this.toolStripSeparator1.Name = "toolStripSeparator1";
this.toolStripSeparator1.Size = new System.Drawing.Size(130, 6);
//
// tsWord
//
this.tsWord.Font = new System.Drawing.Font("Segoe UI", 14F,
System.Drawing.FontStyle.Bold);
this.tsWord.ForeColor = System.Drawing.Color.DarkGreen;
this.tsWord.Image =
((System.Drawing.Image)(resources.GetObject("tsWord.Image")));
this.tsWord.ImageAlign = System.Drawing.ContentAlignment.TopCenter;
this.tsWord.ImageTransparentColor = System.Drawing.Color.Magenta;

```


EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

this.tsWord.Name = "tsWord";
this.tsWord.Size = new System.Drawing.Size(130, 157);
this.tsWord.Text = "WORD OKU";
this.tsWord.TextImageRelation =
System.Windows.Forms.TextImageRelation.ImageAboveText;
this.tsWord.MouseHover += new System.EventHandler(this.tsWord_MouseHover);
this.tsWord.Click += new System.EventHandler(this.tsWord_Click);
//
// toolStripSeparator2
//
this.toolStripSeparator2.Name = "toolStripSeparator2";
this.toolStripSeparator2.Size = new System.Drawing.Size(130, 6);
//
// tsTxt
//
this.tsTxt.Font = new System.Drawing.Font("Segoe UI", 14F,
System.Drawing.FontStyle.Bold);
this.tsTxt.ForeColor = System.Drawing.Color.DarkGreen;
this.tsTxt.Image = ((System.Drawing.Image)(resources.GetObject("tsTxt.Image")));
this.tsTxt.ImageTransparentColor = System.Drawing.Color.Magenta;
this.tsTxt.Name = "tsTxt";
this.tsTxt.Size = new System.Drawing.Size(130, 157);
this.tsTxt.Text = "METİN OKU";
this.tsTxt.TextImageRelation =
System.Windows.Forms.TextImageRelation.ImageAboveText;
this.tsTxt.MouseHover += new System.EventHandler(this.tsTxt_MouseHover);
this.tsTxt.Click += new System.EventHandler(this.tsTxt_Click);
//
// pnlMetinler
//
this.pnlMetinler.Controls.Add(this.gbHeceMtn);
this.pnlMetinler.Controls.Add(this.gbDuzMtn);
this.pnlMetinler.Controls.Add(this.pnlMtnOrta);
this.pnlMetinler.Dock = System.Windows.Forms.DockStyle.Fill;
this.pnlMetinler.Location = new System.Drawing.Point(0, 0);
this.pnlMetinler.Name = "pnlMetinler";
this.pnlMetinler.Padding = new System.Windows.Forms.Padding(133, 0, 0, 0);
this.pnlMetinler.Size = new System.Drawing.Size(764, 511);
this.pnlMetinler.TabIndex = 0;
//
// gbHeceMtn
//
this.gbHeceMtn.Controls.Add(this.txtHeceMtn);
this.gbHeceMtn.Dock = System.Windows.Forms.DockStyle.Bottom;

```


EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

        this.gbHeceMtn.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 8.25F,
System.Drawing.FontStyle.Bold, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(162)));
        this.gbHeceMtn.Location = new System.Drawing.Point(133, 286);
        this.gbHeceMtn.Name = "gbHeceMtn";
        this.gbHeceMtn.Size = new System.Drawing.Size(631, 225);
        this.gbHeceMtn.TabIndex = 1;
        this.gbHeceMtn.TabStop = false;
        this.gbHeceMtn.Text = "Hecelenmiş Metin";
        //
        // txtHeceMtn
        //
        this.txtHeceMtn.Dock = System.Windows.Forms.DockStyle.Fill;
        this.txtHeceMtn.ForeColor = System.Drawing.SystemColors.HotTrack;
        this.txtHeceMtn.Location = new System.Drawing.Point(3, 16);
        this.txtHeceMtn.Name = "txtHeceMtn";
        this.txtHeceMtn.Size = new System.Drawing.Size(625, 206);
        this.txtHeceMtn.TabIndex = 0;
        this.txtHeceMtn.Text = "";
        //
        // gbDuzMtn
        //
        this.gbDuzMtn.Controls.Add(this.txtDuzMtn);
        this.gbDuzMtn.Dock = System.Windows.Forms.DockStyle.Top;
        this.gbDuzMtn.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 8.25F,
System.Drawing.FontStyle.Bold, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(162)));
        this.gbDuzMtn.Location = new System.Drawing.Point(133, 0);
        this.gbDuzMtn.Name = "gbDuzMtn";
        this.gbDuzMtn.Size = new System.Drawing.Size(631, 235);
        this.gbDuzMtn.TabIndex = 0;
        this.gbDuzMtn.TabStop = false;
        this.gbDuzMtn.Text = "Düz Metin";
        //
        // txtDuzMtn
        //
        this.txtDuzMtn.Dock = System.Windows.Forms.DockStyle.Fill;
        this.txtDuzMtn.Location = new System.Drawing.Point(3, 16);
        this.txtDuzMtn.Name = "txtDuzMtn";
        this.txtDuzMtn.Size = new System.Drawing.Size(625, 216);
        this.txtDuzMtn.TabIndex = 0;
        this.txtDuzMtn.Text = "";
        //
        // pnlMtnOrta
        //
        this.pnlMtnOrta.Controls.Add(this.scmSesCns);
        this.pnlMtnOrta.Controls.Add(this.pictureBox1);
        this.pnlMtnOrta.Controls.Add(this.tusTekrar);

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

this.pnlMtnOrta.Controls.Add(this.etkSoru);
this.pnlMtnOrta.Dock = System.Windows.Forms.DockStyle.Fill;
this.pnlMtnOrta.Location = new System.Drawing.Point(133, 0);
this.pnlMtnOrta.Name = "pnlMtnOrta";
this.pnlMtnOrta.Size = new System.Drawing.Size(631, 511);
this.pnlMtnOrta.TabIndex = 2;
//
// scmSesCns
//
this.scmSesCns.DropDownStyle =
System.Windows.Forms.ComboBoxStyle.DropDownList;
this.scmSesCns.FormattingEnabled = true;
this.scmSesCns.Items.AddRange(new object[] {
"erkek",
"bayan",
"sabriyee"});
this.scmSesCns.Location = new System.Drawing.Point(105, 252);
this.scmSesCns.Name = "scmSesCns";
this.scmSesCns.Size = new System.Drawing.Size(121, 21);
this.scmSesCns.TabIndex = 5;
//
// pictureBox1
//
this.pictureBox1.Location = new System.Drawing.Point(245, 247);
this.pictureBox1.Name = "pictureBox1";
this.pictureBox1.Size = new System.Drawing.Size(100, 33);
this.pictureBox1.TabIndex = 4;
this.pictureBox1.TabStop = false;
this.pictureBox1.Click += new System.EventHandler(this.pictureBox1_Click);
//
// tusTekrar
//
this.tusTekrar.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 14F,
System.Drawing.FontStyle.Bold, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(162)));
this.tusTekrar.ForeColor = System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(0))),
((int)(((byte)(0))), ((int)(((byte)(192))))));
this.tusTekrar.Location = new System.Drawing.Point(442, 241);
this.tusTekrar.Name = "tusTekrar";
this.tusTekrar.Size = new System.Drawing.Size(179, 39);
this.tusTekrar.TabIndex = 3;
this.tusTekrar.Text = "TEKRAR DİNLE";
this.tusTekrar.UseVisualStyleBackColor = true;
this.tusTekrar.Visible = false;
this.tusTekrar.Click += new System.EventHandler(this.tusTekrar_Click);
//

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

// etkSoru
//
this.etkSoru.AutoSize = true;
this.etkSoru.Font = new System.Drawing.Font("Microsoft Sans Serif", 14F,
System.Drawing.FontStyle.Bold, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)(162)));
this.etkSoru.ForeColor = System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(0)))),
((int)(((byte)(0)))), ((int)(((byte)(192))));
this.etkSoru.Location = new System.Drawing.Point(16, 247);
this.etkSoru.Name = "etkSoru";
this.etkSoru.Size = new System.Drawing.Size(0, 24);
this.etkSoru.TabIndex = 0;
//
// openFileDialog1
//
this.openFileDialog1.FileName = "openFileDialog1";
//
// imgList
//
this.imgList.ImageStream =
((System.Windows.Forms.ImageListStreamer)(resources.GetObject("imgList.ImageStream")
));
this.imgList.TransparentColor = System.Drawing.Color.Transparent;
this.imgList.Images.SetKeyName(0, "stop.png");
this.imgList.Images.SetKeyName(1, "start.png");
//
// FrmAna
this.AutoScaleDimensions = new System.Drawing.SizeF(6F, 13F);
this.AutoScaleMode = System.Windows.Forms.AutoScaleMode.Font;
this.ClientSize = new System.Drawing.Size(764, 620);
this.Controls.Add(this.pnlOrta);
this.Controls.Add(this.altTuslar);
this.Controls.Add(this.menuUst);
this.Icon = ((System.Drawing.Icon)(resources.GetObject("$this.Icon")));
this.MainMenuStrip = this.menuUst;
this.Name = "FrmAna";
this.StartPosition = System.Windows.Forms.FormStartPosition.CenterScreen;
this.Text = "OKUYUCU TTS 1.0";
this.Load += new System.EventHandler(this.FrmAna_Load);
this.menuUst.ResumeLayout(false);
this.menuUst.PerformLayout();
this.altTuslar.ResumeLayout(false);
((System.ComponentModel.ISupportInitialize)(this.cAudioJoin1)).EndInit();
this.pnlOrta.ResumeLayout(false);
this.pnlOrta.PerformLayout();
this.menuSol.ResumeLayout(false);
this.menuSol.PerformLayout();
this.pnlMetinler.ResumeLayout(false);
this.gbHeceMtn.ResumeLayout(false);
this.gbDuzMtn.ResumeLayout(false);
this.pnlMtnOrta.ResumeLayout(false);
this.pnlMtnOrta.PerformLayout();
((System.ComponentModel.ISupportInitialize)(this.pictureBox1)).EndInit();
this.ResumeLayout(false);
this.PerformLayout();
} #endregion

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

private System.Windows.Forms.MenuStrip menuUst;
private System.Windows.Forms.GroupBox altTuslar;
private System.Windows.Forms.Panel pnlOrta;
private System.Windows.Forms.ToolStrip menuSol;
private System.Windows.Forms.Panel pnlMetinler;
private System.Windows.Forms.ToolStripButton tsPDF;
private System.Windows.Forms.ToolStripButton tsWord;
private System.Windows.Forms.ToolStripButton tsTxt;
private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem dosyaToolStripMenuItem;
private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem açToolStripMenuItem;

private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem pdfToolStripMenuItem;
private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem wordToolStripMenuItem;
private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem txtToolStripMenuItem;
private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem kapatToolStripMenuItem;
private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem yardımToolStripMenuItem;
private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem hakkındaToolStripMenuItem;
private System.Windows.Forms.GroupBox gbHeceMtn;
private System.Windows.Forms.GroupBox gbDuzMtn;
private System.Windows.Forms.Button tusOku;
private System.Windows.Forms.Button tusHecele;
private System.Windows.Forms.Panel pnlMtnOrta;
private System.Windows.Forms.RichTextBox txtHeceMtn;
private System.Windows.Forms.RichTextBox txtDuzMtn;
private System.Windows.Forms.OpenFileDialog openFileDialog1;
private System.Windows.Forms.ToolStripSeparator toolStripSeparator1;
private System.Windows.Forms.ToolStripSeparator toolStripSeparator2;
private System.Windows.Forms.Button tusTest;
private System.Windows.Forms.Label etkSoru;
private System.Windows.Forms.Button tusTekrar;
private System.Windows.Forms.ImageList imgList;
private System.Windows.Forms.PictureBox pictureBox1;
private AxAudio_Join_AX.AxcAudioJoin cAudioJoin1;
private System.Windows.Forms.ComboBox scmSesCns;
}
}

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

FrmAna.cs sınıfının içeriği :

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using System.IO;
using org.pdfbox.pdmodel;
using org.pdfbox.util;
using Audio_Join_AX;
namespace OKUYUCU_TTS
{
    public partial class FrmAna : Form
    {
        #region Global Değişkenler
        String metinAna = "";
        String yeniMetin = "";
        List<String> dKelimeler = null;
        List<String> dHeceler = null;
        List<String> dHecelerSes = null;
        String dKelimeAyrac = " , ; : ? ! - _ = \ \ @ ";
        #endregion

        public FrmAna()
        {
            InitializeComponent();
        }
        #region Metin İşleme Süreci
        private void tusHecele_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            MetniIsle(txtDuzMtn.Text);
        }
        private void MetniIsle(String metin)
        {
            yeniMetin = "";
            metinAna = metin.Trim().ToLower();
            kelimelereAyir(metinAna);
            sesHeceleri();
            //hecele(metinAna);
            txtHeceMtn.Text = yeniMetin;
        }
        private void kelimelereAyir(String metin)
        {
            char[] diziKelime = metin.ToCharArray();
            int durak = 0;
            dKelimeler = new List<String>();
            dHeceler = new List<String>();
        }
    }
}

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

String dKelime = "";
for (int sayac = 0; sayac < diziKelime.Length; sayac++)
{
    if (dKelimeAyrac.Contains(diziKelime[sayac]))
    {
        string dOzlmtn = "";
        dOzlmtn = ozelMetinVarmi(dKelime);

        if (dOzlmtn != "")
        {
            dKelimeler.Add(dOzlmtn);
        }
        else
        {
            dKelimeler.Add(dKelime);
        }
        durak = sayac;
        dKelime = "";
    }
    else
    {
        dKelime += diziKelime[sayac].ToString();
    }
    if (sayac == diziKelime.Length - 1)
    {
        dKelimeler.Add(dKelime);
        durak = sayac;
        dKelime = "";
    }
}
for (int sayac = 0; sayac < dKelimeler.Count; sayac++)
{
    hecele(dKelimeler[sayac], 1);
    dHeceler.Add("bosluk");
    yeniMetin += " ";
}
}
#region Özel Metin İşleme

private string ozelMetinVarmi(string dKelime)
{
    int index = 0;
    string dOzlmtn = "";
    string dSayiMtn = "";
    bool bittiFlag = false;
    string dKalanStr = "";
    while (!bittiFlag)
    {
        char[] diziKelimeAv = dKelime.ToCharArray();

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

for (; index < diziKelimeAv.Length; index++)
{
    //Eğer karakter sayı ise sayı metnine ekle
    if (Char.IsNumber(diziKelimeAv[index]))
    {
        dSayiMtn += diziKelimeAv[index];
    }
    else if (dSayiMtn != "")
    {
        string donenText = Cevir(dSayiMtn);
        dKelime = dKelime.Replace(dSayiMtn, donenText);
        dSayiMtn = "";
        break;
    }
}

// bir sonraki Harf sayı değilse metni kes ve sayıya çevir ve devam et

}
if (dSayiMtn != "")
{
    string donenText = Cevir(dSayiMtn);
    dSayiMtn = "";
    break;
}
if (index == diziKelimeAv.Length)
{
    bittiFlag = true;
}
}

return dKelime;
}

public string Cevir(string SayiStr)
{
    int[] Rakam = new int[16];
    int[] c = new int[4];
    string Sonuc = "";
    string e = "";
    string[] Birler = new string[10];
    string[] Onlar = new string[10];
    string[] Binler = new string[5];
    Birler[0] = "";
    Birler[1] = "bir";
    Birler[2] = "iki";
    Birler[3] = "üç";
    Birler[4] = "dört ";
    Birler[5] = "beş ";
    Birler[6] = "altı ";
    Birler[7] = "yedi ";

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

Birler[8] = "sekiz ";
Birler[9] = "dokuz ";
Onlar[0] = "";
Onlar[1] = "on";
Onlar[2] = "yirmi";
Onlar[3] = "otuz";
Onlar[4] = "kırk";
Onlar[5] = "elli";
Onlar[6] = "altmış";
Onlar[7] = "yetmiş";
Onlar[8] = "seksen";
Onlar[9] = "doksan";
Binler[4] = "";
Binler[3] = "bin";
Binler[2] = "milyon";
Binler[1] = "milyar";
Binler[0] = "trilyon";
int sayillkUzunluk = SayiStr.Length;
//= ("trilyon", "milyar", "milyon", "bin", "")
for (int k = 0; k <= (15 - sayillkUzunluk) - 1; k++)
{
    SayiStr = "0" + SayiStr;
}

int i;
for (i = 1; i <= 15; i++)
{
    Rakam[i] = int.Parse(SayiStr.Substring(i - 1, 1));
}

Sonuc = "";
for (i = 0; i <= 4; i++)
{
    c[1] = Rakam[i * 3 + 1];
    c[2] = Rakam[i * 3 + 2];
    c[3] = Rakam[i * 3 + 3];
    if (c[1] == 0)
    {
        e = "";
    }
    else if (c[1] == 1)
    {
        e = "yüz";
    }
    else
    {
        e = Birler[c[1]] + "yüz";
    }

    e = e + Onlar[c[2]] + Birler[c[3]];
    if (e != "")
        e = e + Binler[i];
}

```


EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```
        if ((i == 3) && (e == "birbin"))
        {
            e = "bin";
        }
        Sonuc = Sonuc + e;
    }
    if (Sonuc == "")
        Sonuc = "sıfır";

    return Sonuc;
}

#endregion

private void hecele(String metin, int sycHece)
{

    if (metin != "")
    {
        int ix = 0;

        char[] dizilk = metin.ToCharArray();
        char[] dizi = metin.ToCharArray();

        while (ix < dizi.Length)
        {

            switch (dizi[ix])
            {
                case 'a':
                    dizi[ix] = '1';
                    break;
                case 'e':
                    dizi[ix] = '1';
                    break;
                case 'i':
                    dizi[ix] = '1';
                    break;
                case 'ı':
                    dizi[ix] = '1';
                    break;
                case 'o':
                    dizi[ix] = '1';
                    break;
                case 'ö':
                    dizi[ix] = '1';
                    break;
                case 'u':
                    dizi[ix] = '1';
                    break;
                case 'ü':
```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

        dizi[ix] = '1';
        break;
    case 'A':
        dizi[ix] = '1';
        break;
    case 'E':
        dizi[ix] = '1';
        break;
    case 'I':
        dizi[ix] = '1';
        break;
    case 'İ':
        dizi[ix] = '1';
        break;
    case 'O':
        dizi[ix] = '1';
        break;
    case 'Ö':
        dizi[ix] = '1';
        break;
    case 'U':
        dizi[ix] = '1';
        break;
    case 'Ü':
        dizi[ix] = '1';
        break;
    default:
        dizi[ix] = '2';
        break;
    }
    ix++;
}
int i = 0;
int j = 0;
int k = 0;
int l = 0;
int m = 0;

//while (i < dizi.Length)
//{
if (dizi[i].ToString() == "1")
{ // İlk harf sesli harfse
    j++;
    if (i + j < dizi.Length)
    {
        if (dizi[i + j].ToString() == "1")//ikinci harf sesli harfse
        {
            yeniMetin += dizi[i].ToString() + "-";
            //dHecelenmis[xi] = metin.Substring(i, j);
            if (metin.Remove(i, j) == "")
            {
                dHeceler.Add("3" + metin.Substring(i, j));
            }
        }
    }
}
}

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

else
{
    dHeceler.Add(sycHece + metin.Substring(i, j));
}

//xi++;
metin = metin.Remove(i, j);
//break ;
}
else //ikinci harf sessiz harfse
{
    k = j;
    k++;
    if (i + k < dizi.Length)
    {
        if (dizi[i + k].ToString() == "1")//Üçüncü harf sesli harfse ikinci harf te
        sessizse ilk sesli harf hecedir.
        {
            yeniMetin += dizillk[i].ToString() + "-";
            //dHecelenmis[xi] = metin.Substring(i, j);
            dHeceler.Add(metin.Substring(i, j));
            //xi++;
            metin = metin.Remove(i, j);
            // break;
        }
        else//Üçüncü harf sessiz harfse
        {
            l = k;
            l++;
            if (i + l < dizi.Length)
            {
                if (dizi[i + l].ToString() == "1")//dördüncü harf sesli harfse ilk iki harf
                hecedir.
                {
                    yeniMetin += dizillk[i].ToString() + dizillk[j].ToString() + "-";
                    //dHecelenmis[xi] = metin.Substring(i, k);
                    dHeceler.Add(metin.Substring(i, k));
                    //xi++;
                    metin = metin.Remove(i, k);
                    // break;
                }
                else//Dördüncü harf sessiz harfse
                {
                    m = l;
                    m++;
                    if (i + m < dizi.Length)
                    {

```


EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

    }
    }
    else
    {
        yeniMetin += dizilIk[j].ToString();
        //dHecelenmis[xi] = metin.Substring(i, j);
        dHeceler.Add(metin.Substring(i, j));
        //xi++;
        metin = metin.Remove(i, j);
    }
}
else
{ //İlk Harf sessiz harfse
    j++;
    if (i + j < dizi.Length)
    {
        if (dizi[i + j].ToString() == "2") //ikinci harf sessiz harfse lk harf hecedir.
        {
            yeniMetin += dizilIk[j].ToString() + "-";
            //dHecelenmis[xi] = metin.Substring(i, j);
            if (metin.Remove(i, j) == "")
            {
                dHeceler.Add("3" + metin.Substring(i, j));
            }
            else
            {
                dHeceler.Add(sycHece + metin.Substring(i, j));
            }
            //xi++;
            metin = metin.Remove(i, j);
            //break ;
        }
        else //ikinci harf sesli harfse
        {
            k = j;
            k++;
            if (i + k < dizi.Length)
            {
                if (dizi[i + k].ToString() == "1") //Üçüncü harf sesli harfse ikinci harf te
                sesliyse ilk iki harf(sessiz-sesli-sesli) hecedir.
                {
                    yeniMetin += dizilIk[i].ToString() + dizilIk[j].ToString() + "-";
                    //dHecelenmis[xi] = metin.Substring(i, k);
                    if (metin.Remove(i, k) == "")
                    {
                        dHeceler.Add("3" + metin.Substring(i, k));
                    }
                    else
                    {
                        dHeceler.Add(sycHece + metin.Substring(i, k));
                    }
                    //xi++;
                    metin = metin.Remove(i, k);
                    // break;
                }
            }
        }
    }
}

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

}
else//Üçüncü harf sessiz harfse
{
    l = k;
    l++;
    if (i + l < dizi.Length)
    {
        if (dizi[i + l].ToString() == "1")//dördüncü harf sesli harfse ilk iki harf
        hecedir.
        {
            yeniMetin += dizillk[i].ToString() + dizillk[j].ToString() + "-";
            //dHecelenmis[xi] = metin.Substring(i, k);
            if (metin.Remove(i, k) == "")
            {
                dHeceler.Add("3" + metin.Substring(i, k));
            }
            else
            {
                dHeceler.Add(sycHece + metin.Substring(i, k));
            }
            //xi++;
            metin = metin.Remove(i, k);
        }
        else//Dördüncü harf sessiz harfse
        {
            m = l;
            m++;
            if (i + m < dizi.Length)
            {
                if (dizi[i + m].ToString() == "1")//Beşinci harf sesli harfse ilk üç
                harf hecedir.
                {
                    yeniMetin += dizillk[i].ToString() + dizillk[j].ToString() +
                    dizillk[k].ToString() + "-";
                    //dHecelenmis[xi] = metin.Substring(i, l);
                    dHeceler.Add(metin.Substring(i, l));
                    //xi++;
                    metin = metin.Remove(i, l);
                    // break;
                }
                else//Beşinci harf sessiz harfse ilk 4 harf hecedir (ka-dost-ra).
                {
                    yeniMetin += dizillk[i].ToString() + dizillk[j].ToString() +
                    dizillk[k].ToString() + dizillk[l].ToString() + "-";
                    //dHecelenmis[xi] = metin.Substring(i, m);
                    dHeceler.Add(metin.Substring(i, m));
                    //xi++;
                    metin = metin.Remove(i, m);
                }
            }
        }
        else
        {
            yeniMetin += dizillk[i].ToString() + dizillk[j].ToString() +
            dizillk[k].ToString() + dizillk[l].ToString();

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

        //dHecelenmis[xi] = metin.Substring(i, m);
        dHeceler.Add(metin.Substring(i, m));
        //xi++;
        metin = metin.Remove(i, m);
        //break;
    }
}
else
{

    yeniMetin += dizillk[i].ToString() + dizillk[j].ToString() +
    dizillk[k].ToString();
    //dHecelenmis[xi] = metin.Substring(i, l);
    dHeceler.Add(metin.Substring(i, l));
    //xi++;
    metin = metin.Remove(i, l);
}
}
else
{
    yeniMetin += dizillk[i].ToString() + dizillk[j].ToString();
    //dHecelenmis[xi] = metin.Substring(i, k);
    if (metin.Remove(i, k) == "")
    {
        dHeceler.Add("3" + metin.Substring(i, k));
    }
    else
    {
        dHeceler.Add(sycHece + metin.Substring(i, k));
    }
    //xi++;
    metin = metin.Remove(i, k);
}
}
}
else//Sadece 1 sessiz harf varsa
{
    yeniMetin += dizillk[j].ToString();
    //dHecelenmis[xi] = metin.Substring(i, j);
    dHeceler.Add(metin.Substring(i, j));
    //xi++;
    metin = metin.Remove(i, j);
}
}
}
hecele(metin, 2);
}
}

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

private void sesHeceleri()
{
    dHecelerSes = new List<String>();
    for (int sayac = 0; sayac < dHeceler.Count; sayac++)
    {
        if (dHeceler[sayac].StartsWith("1") || dHeceler[sayac].StartsWith("2") ||
            dHeceler[sayac].StartsWith("3") || dHeceler[sayac] == "bosluk")
        {
            if (dHeceler[sayac] != "bosluk" && (HarfSesli(dHeceler[sayac].Substring(1, 1))
== false) && dHeceler[sayac].Length == 2 && dHeceler[sayac + 1].Length > 2)
                dHecelerSes.Add(dHeceler[sayac] + "ı");
            else
                dHecelerSes.Add(dHeceler[sayac].Replace(dHeceler[sayac].Substring(0, 1),
"1")); //dHecelerSes.Add(dHeceler[sayac]);

                // dHecelerSes.Add(dHeceler[sayac]);
                //if (dHeceler[sayac] != "bosluk")
                // dHecelerSes.Add(dHeceler[sayac].Replace(dHeceler[sayac].Substring(0, 1),
"3"));

                //else
                // dHecelerSes.Add(dHeceler[sayac]);
        }
        else
        {
            if (dHeceler[sayac].Length == 1)
            {
                dHecelerSes.Add("1" + dHeceler[sayac]);
            }
            else if (dHeceler[sayac].Length == 2)
            {
                dHecelerSes.Add("1" + dHeceler[sayac]);
            }
            else if (dHeceler[sayac].Length == 3)
            {
                if (sayac == 0 || dHeceler[sayac - 1] == "bosluk")
                {

                    dHecelerSes.Add("1" + dHeceler[sayac].Substring(0, 2));
                    if (HarfSesli(dHeceler[sayac].Substring(1, 1)))
                    {
                        if (dHeceler[sayac + 1] == "bosluk")
                            dHecelerSes.Add("2" + dHeceler[sayac].Substring(2, 1));
                        else
                            dHecelerSes.Add("2" + dHeceler[sayac].Substring(2, 1));
                    }
                }
                else
                {
                    dHecelerSes.Add("2" + dHeceler[sayac].Substring(2, 1));
                }
            }
        }
    }
}
else

```


EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

{
  dHecelerSes.Add("1" + dHeceler[sayac].Substring(0, 2));
  if (HarfSesli(dHeceler[sayac].Substring(1, 1)))
  {
    if (dHeceler[sayac + 1] == "bosluk")
      dHecelerSes.Add("2" + dHeceler[sayac].Substring(2, 1));
    else
      dHecelerSes.Add("2" + dHeceler[sayac].Substring(2, 1));
  }
  else
  {
    dHecelerSes.Add("2" + dHeceler[sayac].Substring(2, 1));
  }
}
}
else if (dHeceler[sayac].Length == 4)
{
  if (sayac == 0 || dHeceler[sayac - 1] == "bosluk")
  {
    dHecelerSes.Add("1" + dHeceler[sayac].Substring(0, 2));
    if (HarfSesli(dHeceler[sayac].Substring(1, 1)))
    {
      if (dHeceler[sayac + 1] == "bosluk")
      {
        dHecelerSes.Add("2" + dHeceler[sayac].Substring(2, 1));
        dHecelerSes.Add("2" + dHeceler[sayac].Substring(3, 1));
      }
      else
      {
        dHecelerSes.Add("2" + dHeceler[sayac].Substring(2, 1));
        dHecelerSes.Add("2" + dHeceler[sayac].Substring(3, 1));
      }
    }
  }
  else
  {
    dHecelerSes.Add("2" + dHeceler[sayac].Substring(2, 1));
    dHecelerSes.Add("2" + dHeceler[sayac].Substring(3, 1));
  }
}
}
else
{
  dHecelerSes.Add("1" + dHeceler[sayac].Substring(0, 2));
  if (HarfSesli(dHeceler[sayac].Substring(1, 1)))
  {

```


EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

    {
        if (File.Exists(@"D:\sesveri\" + scmSesCns.Text + "\\\" + dHecelerSes[i] + ".wav"))
            x[i] = @"D:\sesveri\" + scmSesCns.Text + "\\\" + dHecelerSes[i] + ".wav";
        else
            x[i] = @"D:\sesveri\" + scmSesCns.Text + "\\\" + "1osluk" + ".wav";
    }

    WaveIO wa = new WaveIO();
    wa.Merge(x, @"D:\ses4.wav");
    FileStream fs = new FileStream(@"D:\ses4.wav", FileMode.Open, FileAccess.Read);
    sp = new System.Media.SoundPlayer(fs);
    sp.Play();
    fs.Close();
    pictureBox1.Image = imgList.Images[imagerIndex];

}
private void oku4()
{
    int i = 0;
    //String dBrlDosya = "zz";

    String[] x = new String[dHecelerSes.Count];

    for (i = 0; i < x.Length; i++)
    {
        if (File.Exists(@"D:\sesveri\sabriyee\" + dHecelerSes[i] + ".wav"))
            x[i] = @"D:\sesveri\sabriyee\" + dHecelerSes[i] + ".wav";
        else
            x[i] = @"D:\sesveri\sabriyee\" + "1osluk" + ".wav";
    }

    WaveIO wa = new WaveIO();
    wa.Merge(x, @"D:\ses4.wav");
    //Alvas.Audio.AudioCompressionManager.ChangeSpeed(@"D:\ses4.wav",
@"D:\ses4x.wav", 70);
    FileStream fs = new FileStream(@"D:\ses4.wav", FileMode.Open, FileAccess.Read);

    sp = new System.Media.SoundPlayer(fs);
    sp.Play();
    fs.Close();
    pictureBox1.Image = imgList.Images[imagerIndex];

}
private void oku2()
{

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

int i = 0;
//String dBrlDosya = "zz";
//cAudioJoin1.Init("Trial Mode.");
String[] x = new String[dHecelerSes.Count];
for (i = 0; i < x.Length; i++)
{
    if (File.Exists(@"D:\sesveri\sabriyee\" + dHecelerSes[i] + ".wav"))
        cAudioJoin1.AudioFilesAdd( @"D:\sesveri\sabriyee\" + dHecelerSes[i] +
".wav", 10, 30);
    else
        cAudioJoin1.AudioFilesAdd(@"D:\sesveri\sabriyee\" + "1osluk" + ".wav", 10,
30);
}

cAudioJoin1.Destination = @"D:\ses4.wav";
cAudioJoin1.JoinAudioFiles();
FileStream fs = new FileStream(@"D:\ses4.wav", FileMode.Open, FileAccess.Read);
sp = new System.Media.SoundPlayer(fs);
sp.Play();
fs.Close();
pictureBox1.Image = imgList.Images[imgIndex];

}
#endregion

private void tsPDF_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (openFileDialog1.ShowDialog() == DialogResult.OK)
    {
        string metin = parseUsingPDFBox(openFileDialog1.FileName);
        //SaveTextToFile(metin, @"D:\mtndeneme.txt");
        MetniIsle(metin);
    }
}

private static string parseUsingPDFBox(string input)
{
    PDDocument doc = PDDocument.load(input);
    PDFTextStripper stripper = new PDFTextStripper();
    return stripper.getText(doc);
}

private void tsWord_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (openFileDialog1.ShowDialog() == DialogResult.OK)
    {
        string metin = parseUsingWord(openFileDialog1.FileName);
        //SaveTextToFile(metin, @"D:\mtndeneme.txt");
        MetniIsle(metin);
    }
}

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

    }
}
private static string parseUsingWord(string input)
{
    Microsoft.Office.Interop.Word.Application app = new
Microsoft.Office.Interop.Word.ApplicationClass();
    object nullobj = System.Reflection.Missing.Value;
    object file = input;
    Microsoft.Office.Interop.Word.Document doc = app.Documents.Open(ref file, ref
nullobj, ref nullobj,
    ref nullobj, ref nullobj, ref nullobj,
    ref nullobj, ref nullobj, ref nullobj,
    ref nullobj, ref nullobj, ref nullobj, ref nullobj);
    doc.ActiveWindow.Selection.WholeStory();
    doc.ActiveWindow.Selection.Copy();
    IDataObject data = Clipboard.GetDataObject();
    string text = data.GetData(DataFormats.Text).ToString();

    doc.Close(ref nullobj, ref nullobj, ref nullobj);
    app.Quit(ref nullobj, ref nullobj, ref nullobj);
    return text;
}

private void tsTxt_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (openFileDialog1.ShowDialog() == DialogResult.OK)
    {
        int _bufferSize = 16384;
        StringBuilder stringBuilder = new StringBuilder();
        FileStream fileStream = new FileStream(openFileDialog1.FileName,
        FileMode.Open, FileAccess.Read);

        using (StreamReader streamReader = new StreamReader(fileStream,
        Encoding.Default))
        {
            char[] fileContents = new char[_bufferSize];
            int charsRead = streamReader.Read(fileContents, 0, _bufferSize);

            // Can't do much with 0 bytes
            if (charsRead == 0)
                throw new Exception("Dosya Boş.");

            while (charsRead > 0)
            {
                stringBuilder.Append(fileContents);
                charsRead = streamReader.Read(fileContents, 0, _bufferSize);
            }
        }
        txtDuzMtn.Text = stringBuilder.ToString();
        MetniIle(txtDuzMtn.Text);
    }
}

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```
}  
  
private void tsPDF_MouseHover(object sender, EventArgs e)  
{  
    Metnisi("pdf");  
    oku();  
}  
  
private void tsWord_MouseHover(object sender, EventArgs e)  
{  
    Metnisi("vört");  
    oku();  
}  
  
private void tsTxt_MouseHover(object sender, EventArgs e)  
{  
    Metnisi("metin");  
    oku();  
}  
  
private void dosyaToolStripMenuItem_MouseHover(object sender, EventArgs e)  
{  
    Metnisi("dosya");  
    oku();  
}  
  
private void açToolStripMenuItem_MouseHover(object sender, EventArgs e)  
{  
    Metnisi("aç");  
    oku();  
}  
  
private void kapatToolStripMenuItem_MouseHover(object sender, EventArgs e)  
{  
    Metnisi("kapat");  
    oku();  
}  
  
private void pDFToolStripMenuItem_MouseHover(object sender, EventArgs e)  
{  
    Metnisi("pdf");  
    oku();  
}  
  
private void wordToolStripMenuItem_MouseHover(object sender, EventArgs e)  
{  
    Metnisi("vört");  
    oku();  
}
```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

private void tXToolStripMenuItem_MouseHover(object sender, EventArgs e)
{
    MetniIle("metin");
    oku();
}

private void tusHecele_MouseHover(object sender, EventArgs e)
{
    //MetniIle("hecele");
    //oku();
}

private void tusOku_MouseHover(object sender, EventArgs e)
{
    //MetniIle("oku");
    //oku();
}

private void yardımToolStripMenuItem_MouseHover(object sender, EventArgs e)
{
    MetniIle("yardım");
    oku();
}

private void hakkındaToolStripMenuItem_MouseHover(object sender, EventArgs e)
{
    MetniIle("hakkında");
    oku();
}

int soruNo = 0;
string[] dSorular = { "türkiye'deki toplam il sayısını söyleyiniz", "nüfus olarak en büyük
ilimizi söyleyiniz" ,
                    "atatürk hangi yılda doğmuştur", "cumhuriyetin ilanı ne zaman olmuştur",
                    "19sayısının rakamlarını değiştirdiğimizde hangi sayıyı elde ederiz",
                    "matematikte toplamadaki etkisiz eleman hangi sayıdır", "bilgisayar
kullanım seviyenizi acemi orta iyi olarak ifade ediniz",
                    "engelinize yönelik nasıl bir program yapılmasını isterdiniz",
                    "engellilere yönelik hazırlanacak bir kitap okuma programını faydalı
buluyor musunuz",
                    "dinlediğiniz programdaki sesin kalitesini kötü orta iyi olarak ifade
ediniz."
};

private void tusTest_Click(object sender, EventArgs e)
{
    tusTekrar.Visible = true;
    if (tusTest.Text == "TESTE BAŞLA")
    {
        txtDuzMtn.Text = dSorular[soruNo];
    }
}

```

EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```

        MetniIisle(txtDuzMtn.Text);
        soruNo += 1;
        etkSoru.Text = " SORU " + soruNo;
        oku();
        tusTest.Text = "DEVAM";
    }
    else if (tusTest.Text == "DEVAM")
    {
        txtDuzMtn.Text = dSorular[soruNo];
        MetniIisle(txtDuzMtn.Text);
        soruNo += 1;
        etkSoru.Text = " SORU " + soruNo;
        oku();
    }
    else if (tusTest.Text == "BİTTİ")
    {
        txtDuzMtn.Text = "";
        MetniIisle("katılımınız için teşekkürler");
        soruNo= 0;
        etkSoru.Text = "";
        oku();
        txtHeceMtn.Text = "";
        tusTest.Text = "TESTE BAŞLA";
        tusTekrar.Visible = false;
    }
    if (soruNo == 10)
    {
        tusTest.Text = "BİTTİ";
    }
}

private void tusTekrar_Click(object sender, EventArgs e)
{
    MetniIisle(txtDuzMtn.Text);
    oku();
}

private void pictureBox1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (imageIndex==0)
    {
        imageIndex = 1;
        pictureBox1.Image = imgList.Images[imageIndex];
        sp.Stop();
    }
    else
    {
        imageIndex = 0;
        pictureBox1.Image = imgList.Images[imageIndex];
        sp.Play();
    }
}

```


EK-1. (Devam) Türkçe MKS yazılımına ait kod düzeni

```
    }  
  
    private void FrmAna_Load(object sender, EventArgs e)  
    {  
        scmSesCns.SelectedIndex = 0;  
    }  
  
} }  
}
```

EK-2. Erişilebilirlik hatası olan bir internet sayfası görünümü örneği

The screenshot shows the Hürriyet website interface. At the top, there are navigation tabs for 'Ana Sayfa', 'Haber', 'Yaşam', 'İlanlar', 'İnteraktif', and 'Arşiv'. Below this, the date '06 Aralık 2010 Pazartesi 13:58' is displayed. The main content area features several news articles with images and headlines, such as 'İdamı an be an Wikileaks'te', 'Cep telefonuyla servet kazandı', and 'Kadın asalak gibi yapıştı'. A large image of a jet engine is featured with the headline 'BU KAZANIN SUÇLUSU BULUNDU'. The right sidebar contains a 'GÜNÜN SICAK GELİŞMELERİ' section with a list of news items, and a 'SPORDA SICAK GELİŞMELER' section. The left sidebar includes a 'yaKala.co' logo and a list of services like 'WEB TV', 'E-GAZETE', and 'ENGLISH'.

Resim EK-2.1. Web sayfası normal görünüm

This screenshot shows the Hürriyet website with accessibility issues. The layout is similar to the previous one, but the content is less structured. The main headline 'BU KAZANIN SUÇLUSU BULUNDU' is present, but the surrounding text and links are less clear. The right sidebar contains a 'GÜNÜN SICAK GELİŞMELERİ' section with a list of news items, and a 'SPORDA SICAK GELİŞMELER' section. The left sidebar includes a 'yaKala.co' logo and a list of services like 'WEB TV', 'E-GAZETE', and 'ENGLISH'. The bottom of the page features a large advertisement for 'TÜRKİYE'DE 4. YILIMIZI 20 MAĞAZAMIZ İLE KUTLUYORUZ' with a '4-6 ARALIK' banner and 'İNDİRİM' text.

Resim EK-2.2. Web sayfası görme engelli görünümü

ÖZGEÇMİŞ**Kişisel Bilgiler**

Soyadı, adı : ARIK, Güray
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 08.01.1980, Edirne
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (505) 578 04 55
E-mail : gurayarik@hotmail.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Kara Harp Okulu/ Sistem Müh.	2001
Lise	Maltepe Askeri Lisesi	1997

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2001-2011	J.Gn.K.İğİ	Proje Subayı

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Bilgisayar teknolojileri, Futbol