

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÖRME ENGELLİLER İÇİN SES DESTEKLİ ÖLÇME
DEĞERLENDİRME ORTAMI MODEL ÖNERİSİ**

DOKTORA TEZİ

Esra ÇOBAN BUDAK

**Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK-ELEKTRONİK
MÜHENDİSLİĞİ**
Tez Danışmanı : Doç. Dr. Nilüfer YURTAY

Ocak 2022

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÖRME ENGELLİLER İÇİN SES DESTEKLİ
ÖLÇE DEĞERLENDİRME ORTAMI MODEL
ÖNERİSİ**

DOKTORA TEZİ

Esra ÇOBAN BUDAK

**Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK-ELEKTRONİK
MÜHENDİSLİĞİ**

Bu tez 25/01/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı

Üye

Üye

Üye

Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Esra ÇOBAN BUDAK

29/12/2021

TEŞEKKÜR

Meslek hayatım boyunca önemseydiğim, değer verdiğim özel eğitim grubundaki görme engelli öğrencilerime ve arkadaşlarına bir nebze olsa ışık tutabilmenin sevincini, doktora tezimi tamamlamanın heyecanını ve gururunu yaşıyorum.

Çalışmamda bana yol gösteren, destek ve emeklerini esirgemeyen, dost gibi yakınlık göstererek beni yüreklendiren, teşvik eden değerli danışman hocam Doç. Dr. Nilüfer YURTAY'a; araştırmama konu olan sesli sınav sistemi kullanılabilirlik testi memnuniyet ölçümünde yardımlarını esirgemeyen, birebir görüşmelerde destek olan sayın Prof. Dr. Aynur KOLBURAN GEÇER'e, tezde ses biyometrik verisi ile işlemleri yapmada bilgisinden faydalandığım sayın Doç. Dr. Gökçen ÇETİNEL'e ve Barış YAZAR'a; doktora sürecimin ders aşamasından, tez bitim aşamasına kadar bana sürekli destek olan, yol gösteren, meslektaşım ve hayat arkadaşım Dr. (PHD) Yusuf BUDAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmamda destek olan, görme engelli öğrencilerimize birlikte bilgisayar okuryazarlığı eğitimi verdiğimiz, kıymetli görme engelli öğretmenimiz Engin ALBAYRAK ve eşine; çalışmamın uygulama sürecinde, görme engelli öğrencilerimizden, kendisine göre “gönül gözünüzle, bizden biri gibi destek olabilen” sözleriyle beni onurlandıran kıymetli Sonay SEVİNÇ'e; Sevim YOLDAŞ'a, Dilek KARACA'ya ve diğer tüm öğrencilerimize, Gölcük Görme Engelli ve İzmit Altı Nokta Görme Engelli derneklerine; manevi destekleriyle benim yanımda olan arkadaşım Öğr. Gör. Öznur FEYİZOĞLU'na; değerli görüş ve manevi desteklerinden dolayı Dr. Yüksel YURTAY'a teşekkür ederim. Ve son olarak hayatım boyunca beni destekleyen, haklarını asla ödeyemeyeceğim Annem Gülay ÇOBAN'a, Babam merhum Fehmi ÇOBAN'a ve kardeşim Dr. Niyazi Okan ÇOBAN'a; enerji kaynağım olan kızım Bilge Su'ya teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	3
1.2. Amaç	7
1.3. Araştırmanın Önemi	8
1.4. Varsayımlar	13
1.5. Sınırlılıklar	14
BÖLÜM 2.	
LİTERATÜR TARAMA	15
2.1. Görme Engelliğin Tanımı ve Sınıflandırma	15
2.2. Görme Engelli Bireylerin Eğitimi.....	16
2.3. Dijital Ortamlarda Görme Engelli Bireylerin Yaşadığı Sorunlar	17
2.4. Görme Engelli Bireylerin Öğrenim Hayatını Kolaylaştıran Bilgisayar Teknolojik Araç, Gereçleri ve Ekran Okuyucu Arayüzleri.....	18
2.5. Görme Engelliler İçin Bilgisayar Destekli Sesli Eğitim Çalışmaları	19

2.6. Tasarım Tabanlı Araştırma Yöntemi	24
2.7. Öğrenme Ortamı Arayüz Tasarımı	25
2.7.1. ADDIE modeli ile web arayüz tasarımı	27
2.7.2. Uyarlanabilir (Kişiselleştirilebilir) öğrenme ortamı.....	29
2.8. Kullanıcı Tanıma İşlemlerinde Biyometrik Veri	30
2.8.1. Çevrimiçi sınav sistemlerinde biyometrik veri	31
2.9. Ses	34
2.9.1. Fizyolojik olarak sesin oluşması	35
2.9.2. Fizyolojik insan sesinin bilgisayarda sayısallaştırılması	37
2.9.3. Sayısal ortamlarda ses tanıma	38
2.9.3.1. Öznitelik çıkarma yöntemleri	40
2.9.3.2. Karşılaştırma ve eşleştirme yöntemleri	46
2.9.3.3. Sayısal ortamlarda ses tanıma	48

BÖLÜM 3.

MATERYAL VE YÖNTEM	52
3.1. Materyal	52
3.2. Yöntem	53
3.3. Araştırma Çerçevesi	54
3.4. Katılımcılar	54
3.5. Veri Toplama	55
3.6. Verilerin Analizi	56
3.7. Ses Sinyallerinin Elde Edilmesi Aşamaları	56
3.7.1. Ön işlem bloğu	57
3.7.1.1. Spektral düzenleme	57
3.7.1.2. Bant sınırlama	59
3.7.1.3. Sessizlik atma	59
3.7.1.4. Gürültü azaltma	60
3.7.2. Çerçeveleme	61
3.7.3. Pencereleme	61
3.7.4. FFT	62
3.7.5. Mel filtre bankası	63

3.7.6. Kepstrum	64
3.7.7. Karşılaştırma ve eşleştirme	64
3.8. Ses Tanımda Sistem Arayüz İlişkisi.....	66
3.9. Ses Destekli Oturum Yönetimi ve Sınav Modülü Geliştirme	69
3.9.1. Analiz aşaması	69
3.9.2. Tasarım aşaması	71
3.9.3. Geliştirme aşaması	73
3.9.3.1. Uyarlanabilir öğrenme ortamı arayüz seçimi (kişisel eğitim asistanı)	74
3.9.3.2. Uyarlanabilir öğrenme ortamı arayüz seçimine göre bireylerin sistemi kullanması	77
3.9.3.3. Sistemi kullanacak bireyler için eğitim setlerinin oluşturulması	77
3.9.3.4. Sistemi kullanacak az gören ve tamamen göremeyen bireylerin sisteme erişimi	80
3.9.3.5. Uyarlanabilir öğrenme ortamı arayüz seçimine göre görme engeli olmayan bireylerin sistemi kullanması	82
3.9.3.6. Sistemi kullanacak bireyler için soruların hazır lanması	87
3.9.4. Uygulama aşaması	88
3.9.5. Değerlendirme aşaması	89

BÖLÜM 4.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	90
4.1. İzole Ortamda Sistemin Eğitim ve Test Uygulamaları	91
4.2. İzole Olmayan Ortamda ve Sabit Olmayan Mikrofonlu Kulaklıkla Sistemin Deneme Uygulamaları	95

BÖLÜM 5.

SONUÇ VE ÖNERİ	103
----------------------	-----

KAYNAKLAR	108
EKLER	117
ÖZGEÇMİŞ	123

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ADDIE	: Analysis Design Development Implementation Evaluation
AD Converter	: Analog dijital dönüştürücüler
ANN	: Artificial Neural Networks
CSS	: Cascading Style Sheet
CSV	: Comma Separated Value
DA Converter	: Dijital analog dönüştürücüler
Daisy	: Digital Audio Information System
DFT	: Ayrık fourier dönüşümü
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
DTW	: Dinamik zaman bükmesi
FFT	: Fast Fourier Transform
FIR	: Sonlu dürtü tepkisi
GEÖ	: Görme engelli öğrenci
GMM	: Gaussian Mixture Models
HMM	: Hidden Markov Models
KEA	: Kişisel eğitim asistanı
LPC	: Linear Predictive Coding
MFCC	: Mel frekansı kestrum katsayıları
NVDA	: NonVisual Desktop Access
ÖYS	: Öğrenme yönetim sistemi
SCORM	: Sharable Content Object Referans Model
SDÖDO	: Ses destekli ölçme değerlendirme ortamı
SMM	: Saklı Markov Model
STE	: Short Time Energy
VQ	: Vector Quantization
WCAG	: Web Content Accessibility Guidelines

WHO : World Health Organization
WIEK : Web içeriği erişilebilirlik kriterleri (WCAG)
WWW : World Wide Web

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Engelli kamu personeli seçme sınavı ile yerleşen engelli bireylerin yerleştikleri	10
Şekil 2.1. Tasarım tabanlı araştırmanın uygulama basamakları	25
Şekil 2.2. ADDIE modeli	28
Şekil 2.3. Ses oluşum gösterimi	35
Şekil 2.4. İnsanda ses oluşumu mekanizmasının şematik gösterimi.....	36
Şekil 2.5. Analog sinyalin dijital sinyal gösterimi	38
Şekil 2.6. Analog dijital dönüştürücü ve dijital analog dönüştürücü dönüşümü	38
Şekil 2.7. Konuşmacı tanıma sistemlerinin genel yapısı	39
Şekil 2.8. Doğrusal önkestrim kodlama yönteminin blok diyagram olarak gösterimi	41
Şekil 2.9. Çerçeveleme.....	42
Şekil 2.10. MFCC katsayılarının elde edilmesi	44
Şekil 2.11. Kepstral katsayılarının elde edilişi	45
Şekil 2.12. Boyutlu Vektör Uzaklık Ölçümü	49
Şekil 3.1. Ses sinyallerinin elde edilme aşamaları	57
Şekil 3.2. Önvuru filtresinin frekans cevabı	58
Şekil 3.3. Spektral dağılımı düzenlenmiş işaret	58
Şekil 3.4. 2500-3500 geçiş bandı FIR filtre	59
Şekil 3.5. "Kullanıcı Adı" örnek konuşma sinyalinin kısa süreli enerjisi	60
Şekil 3.6. Hamming penceresi	61
Şekil 3.7. Ses işaretinin FFT'si	62
Şekil 3.8. Frekans ekseninde mel filtre bankası	63
Şekil 3.9. İki zaman serisi arasındaki çarpışma (warping).....	65

Şekil 3.10. DTW Algoritması Uygulaması	66
Şekil 3.11. SDÖDO sistemin çalışma prensibi	68
Şekil 3.12. Farklı cihaz platformlarında arayüz görüntüsü	72
Şekil 3.13. Uyarlanabilir öğrenme ortamı arayüz seçimi (Kişisel Eğitim Asistanı)	75
Şekil 3.14. Sesli okunan KEA karşılama mesajı.....	76
Şekil 3.15. Evet paylaşırım -görme durumu	76
Şekil 3.16. Görme sorunun yok seçilirse standart arayüz	76
Şekil 3.17. Yazıları büyütünce görebiliyorum seçilirse yazı puntosu büyütülmüş arayüz	77
Şekil 3.18. Etkinliği başlat eğitim seti ses kayıtları	78
Şekil 3.19. Kaydedilen ses kaydının 16 KHZ'e dönüştürülmesi	79
Şekil 3.20. Etkinliği başlat ses kaydı eğitildi	80
Şekil 3.21. Sistemi kullanacak olan az gören veya tamamen göremeyen bireylerin sisteme erişimi	81
Şekil 3.22. Uyarlanabilir öğrenme ortamı arayüz seçimine göre engeli olmayan bireylerin sistemi kullanımı.....	83
Şekil 3.23. Çevrimiçi sisteme giriş	84
Şekil 3.24. Sınav etkinliği konuşmacı doğrulama	84
Şekil 3.25. Kullanıcı adı sesli giriş	85
Şekil 3.26. Şifre sesli giriş	85
Şekil 3.27. Sınav açıklamaları bilgi sayfası	86
Şekil 3.28. Etkinliği başlat sesli veri girişi	86
Şekil 3.29. Hazırlanan sınava soru ekleme / güncelleme arayüzü	87
Şekil 3.30. Test aşaması sistem ana sayfa	88
Şekil 4.1. Test ve eğitim verisi aynı birey.....	92
Şekil 4.2. Test ve eğitim verisi farklı birey.....	92
Şekil 4.3. Metin bağımsız ve metin bağımlı DTW minimum fark sonuç grafiği ...	94
Şekil 4.4. Ses verilerinin 16 KHZ'e dönüştürülüp eğitilmesi	96
Şekil 5.1. Kullanıcı adı ve şifre eşleşmesi	105
Şekil 5.2. Etkinliği başlat ve sonraki eşleşmesi	105

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. Toplam ve engelli nüfusun eğitim durumlarına göre dağılımı	9
Tablo 2.1. Çalışmaya göre ses tanımada literatür	20
Tablo 3.1. Kullanıcı deneyimi aşamasına katılan katılımcıların demografik özellikleri.....	55
Tablo 4.1. “Kullanıcı adı”, “şifre (fıstık)”, “etkinliği başlat” ve “sonraki” dört değişkene ait test sonuçları.....	91
Tablo 4.2. DTW karşılaştırma yöntemiyle kullanıcı adı ve şifre minimum uzaklıklar	93
Tablo 4.3. Görme engelli öğrencilerin sesli sınav sistemi kullanılabilirlik testi ile ilgili maddelere katılma oranları ile ilgili bulguları	97
Tablo 4.4. Görme engelli öğrencilerin sesli sınav sistemine yönelik beğendikleri ve beğenmedikleri özelliklere ilişkin bulgular	99
Tablo 4.5. Görme engelli öğrencilerin sesli sınav sisteminin geliştirilmesine yönelik önerilerine ilişkin bulgular	100

ÖZET

Anahtar kelimeler: Görme engelli öğrenci, sesli sınav sistemi, kullanıcı tanıma ve doğrulama, MFCC, DTW

İdealde, eğitim öğretim hayatında engeli olsun ya da olmasın tüm bireyler eşit haklara sahiptir. Oysaki engel grubundaki bireyler ölçme ve değerlendirme süreçlerinde engeli olmayanlara göre hazırlanmış içerik ve sınav formatları gibi zorlukların üstesinden gelmek zorunda kalmaktadırlar. Görme unsuru öğrenme süreçlerinde en büyük role sahip duyudur. Görme engelli bireylerde ise bunun yerini dokunma ve işitme duyuları ağırlıklı olarak devralmaktadır. Bu çalışmada görme engelli bireylere, eğitim öğretim hayatlarında katkı sağlayacağı ön görülen ses destekli ölçme değerlendirme ortamı modeli tasarlanmıştır. Görme engelli bireylerin, engeli olmayanlara göre hazırlanmış içerik ve sınav formatları gibi karşılaştıkları zorlukların azaltılarak, eğitim-öğretim süreçlerine daha yoğun katılımlarına destek olunması amaçlanmaktadır. Günümüzde COVID-19 pandemi süreciyle birlikte, öneminin daha fazla hissedildiği uzaktan eğitimde, ölçme değerlendirme süreçlerinde sınava katılan bireylerin kontrolü de ön plana çıkmıştır. Çalışmada biyometrik verilerden olan ses ile çevrimiçi sınav kontrolü, kullanıcı oturum devamlılığı kontrolüne dayalı başarımının analizini ve sistemin kullanılabilirliğine ilişkin kullanıcı deneyimlerinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Başarım analizinde, toplam 44 (14 görme engelli, 30 engeli olmayan) katılımcıya ait 1760 girişimin başarı oranları analiz edilmiştir. Konuşmacı tanıma için, oturum oluşturma ve oturum devamlılığında Mel Frekanslı Kepstrum Katsayıları (MFCC) öznitelik çıkarımı ve Dinamik Zaman Bükmesi (DTW) yöntemleri kullanılmıştır.

Sistemin kullanılabilirliğinin analizinde tarama modeli tercih edilmiş, gönüllük esasıyla katılım gösteren 14 görme engelli bireyin görüşleri değerlendirilmiştir. Nicel ve nitel veriler, yarı yapılandırılmış görüşme formuyla toplanmıştır. Araştırma sonucunda ses destekli sınav yönetiminde %96,5 başarım elde edilmiştir. Kullanıcı deneyimine ilişkin bulgulara göre, sesli sınav sisteminin kullanım alışkanlıklarına uygun olduğu; ses desteği, klavye desteği, ekran okuma gibi sistem bileşenlerinin, içeriğin anlaşılabilirliğine katkısının kayda değer oranda olumlu olduğu bulgulanmıştır. Çalışma, katılımcıların bir başka kişiye ihtiyaç duymadan, mekandan bağımsız olarak, kişiselleştirilebilir çevrimiçi sayfalarda, biyometrik veriler yardımıyla tek başlarına çevrimiçi ölçme değerlendirme etkinliklerini gerçekleştirebilecekleri hipotezini doğrulamıştır.

VOICE-ASSISTED ASSESMENT AND EVALUATION ENVIRONMENT MODEL SUGGESTION FOR THE VISUALLY IMPAIRED

SUMMARY

Keywords: Visually Impaired Students, voice-aissted exam system, user identification and authentication, MFCC, DTW

Ideally, all individuals have equal rights whether they have a disability or not in their education life. However, individuals in the disability group have to overcome difficulties in the assessment and evaluation processes, such as content and exam formats prepared for those without disabilities. The visual element is the sense that has the biggest role in learning processes. In visually impaired individuals, this is predominantly replaced by the senses of touch and hearing. In this study, a sound-assisted assessment and evaluation environment model, which is predicted to contribute to visually impaired individuals in their education life, has been designed. It is aimed to reduce the difficulties faced by visually impaired individuals, such as content and exam formats prepared for those without disabilities, and to support their more intense participation in the education-teaching processes. Today, with the COVID-19 pandemic process, the control of individuals who take the exam in the assessment and evaluation processes in distance education, where its importance is felt more, has also come to the fore. In the study, it is aimed to measure the user experience of the online exam control with voice, which is one of the biometric data, the analysis of the performance based on the user session continuity control, and the usability of the system. In the performance analysis, the success rates of 1760 initiatives belonging to a total of 44 (14 visually impaired, 30 non-disabled) participants were analyzed. For speaker recognition, Mel Frequency Kepstrum Coefficients (MFCC) feature extraction and Dynamic Time Warping (DTW) methods were used in session creation and session maintenance.

In the analysis of the usefulness of the system, the scanning model was preferred, and the opinions of 14 visually impaired individuals who regularly participated on a voluntary basis were evaluated. Quantitative and qualitative data were collected with a semi-structured interview form. As a result of the research, 96.5% success was achieved in the audio assisted exam administration. According to the findings regarding the user experience, the audio exam system is suitable for usage habits; It has been found that the contribution of system components such as voice support, keyboard support, screen reading to the intelligibility of the content is significantly positive. The study confirmed the hypothesis that the participants could perform online assessment and evaluation activities alone with the help of biometric data on customizable online pages, regardless of location, without the need for another person.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Eğitim öğretim hayatında bireylere yeni nesil teknolojilerle, çevrim içi ortamlarda içerikler hazırlanmaktadır. Çevrimiçi öğrenme ortamları, öğretme ve öğrenmenin zamandan ve mekandan bağımsız olarak gerçekleşebilmesi gibi olanaklar sunmaktadır. Günümüzde, çoğu çevrimiçi öğrenme ortamı kişisel farklılıkları göz ardı ederek bütün kullanıcılara aynı arayüzü ve içeriği sunacak şekilde tasarlanmaktadır. Fakat önceden tanımlanan çevrimiçi içerik sunumları, gezinme yöntemleri ve öğretim stratejileri, her öğrencinin bireysel gereksinimlerini karşılamayabilir (İnan ve ark.,2013). Özellikle özel eğitim grubunda olan bireyler için bu durum daha da önemli hale gelmektedir. Çevrimiçi içerik ile tasarlanmış olan arayüzlerin web içeriği erişilebilirlik kriterlerine (WIEK) göre düzenlenmesi, tasarlanması gerekmektedir. Böylece bireyler kendi özel durumuna göre dijital ortamlarda, istediği içerik sayfalarında rahatça dolaşabileceklerdir (w3.org ,2012).

Dünya’da özel eğitim grubunda birçok birey bulunmaktadır. Bunlar, fiziksel engelli, zihinsel engelli, görme engelli veya işitme engelli bireylerdir. Çalışmada görme engelli bireylerin eğitim öğretim hayatında derslerindeki değerlendirme ortamlarında, kendi kendilerine sınavlarını yapabilmeleri için bir ses destekli ölçme değerlendirme ortamı (SDÖDO) modeli önerilmiştir. Görme zayıflığı veya engeli olan öğrenciler ise, kendileri için en iyi öğrenme olanağı sağlayan sesi, etkili bir şekilde sağlayabilmesi nedeniyle bilgisayara ve dolayısıyla bilgisayarı kullanmalarına yardımcı olan yazılımlara ihtiyaç duyarlar (Uzun, 2007). Konuşma sentezleme yazılımları, görme engelli kullanıcıların bilgisayarı kullanmasına yardımcı olma, bilgisayar ekranındaki elektronik metinleri anlaşılır seviyede kendisine okuma, oyun oynama gibi ihtiyaçlarını gidermeleri için oldukça faydalı yazılımlardır (Arık, 2011).

Görme engelli öğrenciler için ses destekli ölçme ve değerlendirme ortamı model önerisi olarak; uyarlanabilir (kişiselleştirilebilir) öğrenme ortamı arayüz seçimi (Kişisel Eğitim Asistanı - KEA) ile konuşmacı bağımlı, kelime tabanlı, metin bağımlı ve bağımsız minimum gürültülü ortamda konuşma tanıma sisteminin bilgisayar destekli sınav kontrolünde yapılması öngörülmüştür. Konuşmacı bağımlı konuşmacı tanıma sistemlerinde, konuşmacıların ses özellikleri de seslendirdikleri kelimelerle birlikte sistemde modellenmektedir (Dede,2008). Kelime tabanlı konuşma tanıma sistemleri, tanıma için öngörülen en küçük birim olarak kelimeyi kabul eder (Gelegin ve Bolat, 2011). Metin bağımlı sistemlerde, sistemde sadece kullanılacak metnin tekrar edilerek referans oluşturulması kimlik şablonu oluşturmak için yeterlidir (Çamlıkaya, 2007).

Tezin birinci bölümünde çalışmaya ait giriş, problem durumu, amaç, araştırmanın önemi, varsayımlar ve sınırlılıklar açıklanmıştır. Çalışmada ilk olarak çevrimiçi sistemi kullanacak bireylerden (görme engelli ve normal bireyler) ses kayıtları veritabanına kaydedilir, eğitim aşamasında referans bankasını oluşturacak şekilde kullanıcı verileri sistemde tanımlanır. Test verileri, referans bankasındaki şablonlarla karşılaştırarak konuşmacı verileri doğrulanır.

İkinci bölümünde çalışma örneklem grubu hakkında görme engelliğin tanımı ve sınıflandırma, görme engelli bireylerin eğitimi, dijital ortamlarda görme engelli bireylerin yaşadığı sıkıntılara, görme engelli bireylerin öğrenim hayatını kolaylaştıran bilgisayar teknolojik araç, gereçleri ve ekran okuyucu arayüzlerine ve tasarım tabanlı araştırma yöntemine ait literatür bilgisi verilmiştir. Aynı zamanda web tabanlı öğrenme ortamı arayüz tasarımı ve uyarlanabilir (kişiselleştirilebilir) öğrenme ortamlarından bahsedilmiştir. Sistemi kullanacak olan görme engelli bireylerin web sayfalarını rahat kullanabilmeleri için web içerik erişilebilirlik kriterleri de anlatılmıştır. Literatür bilgisinde bilgisayar ortamında ses (konuşmacı) tanımaya ilişkin yapılan çalışmalar hakkında, fizyolojik olarak sesin oluşumu, fizyolojik insan sesinin bilgisayarda sayısallaştırılması, sayısal ortamlarda ses tanımaya da yer verilmiştir. Sayısal ortamlarda sesin tanınmasında ön işlem adımlarından, öznetelik

çıkarma yöntemlerinden, karşılaştırma- eşleştirme ve sınıflandırmadan da bahsedilmiştir.

Üçüncü bölümde ise, çalışmanın sistematik sürecinin doğru bir şekilde gerçekleşebilmesi amacıyla materyal ve yöntem verilmiş, araştırmanın çerçevesinden, veri toplama işlemlerinden, ses sinyalinin elde edilme aşamaları için gerekli olan ön aşamalar ve ses tanımada sistem arayüz ilişkisi anlatılmıştır. Konuşmacı tanımlama için MFCC öznitelik çıkarımı yönteminden ve konuşmacı doğrulama (karar verme) için de DTW yönteminden yararlanılmıştır. Sistemin mimari yapısına ait akış diyagramları gösterilmiştir. Çevrimiçi kişiselleştirilebilir arayüz sayfaları ile konuşmacı tanıma, doğrulama işlemlerinin program kod sayfalarının bağlantısı anlatılmıştır. Kişisel eğitim asistanıyla (KEA) uyarlanabilir öğrenme ortamı arayüz seçimine göre bireylerin sistemi kullanması hakkında tasarım diyagramları verilmiştir.

Dördüncü bölümde, tez çalışmasındaki araştırma bulguları, değerlendirme ve tartışma yer almaktadır. Sonuç ve öneri bölümü olan beşinci bölümde ise, çalışmada elde edilen bulgular çerçevesinde elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş, ilerleyen süreçte araştırmanın geliştirilebileceği alan ve uygulamalar hakkında önerilerde bulunulmuştur.

1.1. Problem Durumu

Öğrenme olayının gerçekleşmesinde görme duyumuz önemli bir yere sahiptir. Yaşantılarımızın çoğunu görerek gerçekleştiririz. Öğrenme birçok duyunun birlikte çalışmasıyla oluşmakla birlikte büyük oranda görerek ve duyarak gerçekleşmektedir. “Öğrendiklerimizin %83’ünü görme, %11’ini işitme, %3,5’ini koklama, %1,5’ini dokunma, %1’ini tatma yoluyla elde ettiğimiz belirtilmektedir.” (Özbay, 2005’ten aktaran Ceyran,2016) Hem çevresel hem de sosyal olarak görme olayının insan üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Çevre ile ilgili olarak, görme bir yerden başka bir yere gidildiğini görsel işaretlere dayandırılarak fark edilme durumudur. Sosyal olarak görme ise, insanların yüzüne ve beden diline bakılarak davranışlarının uygun olup olmadığına karar vermede görsel ipuçlarını fark etmeye yardımcı olur.

Görme duyusunda kayıplar olduğunda çevreye uyum sağlamakta sıkıntılar olacaktır. Bunun bir sonucu olarak algılamada ve öğrenmede de zorluklar yaşanacaktır. Tüm bunların sonucunda görme engellilerin öğrenmesinde dokunma ve duyma duyuları daha ön plana çıkmaktadır.

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ - WHO) 2011 Dünya Engellilik Raporu'nda tüm dünyada 18 yaş üzeri nüfusun %15,6'sının engelli olduğunu öngörmektedir. 2002 yılında yapılan Türkiye Özürlüler Araştırması sonuçları ise, Türkiye'de toplam nüfus içindeki engelli nüfus oranının %12,29 ve görme engelli kişi sayısının 412.132 olduğunu göstermektedir (Aydın, 2012). TÜİK'in 2019 verilerine göre 15 yaş üstü nüfusta 2012'de tüm nüfusun %5,5'u görme sorunu olan bireylerden oluşurken, 2019'da bu oran %5,8'e yükselmiştir (TÜİK, 2019).

Görme engeli olan öğrenciler öncelikli olarak dokunma duyusunu kullanarak Braille alfabesi ile öğrenirler. Daha sonra ilköğretimden yüksek öğretime kadar olan eğitim hayatında var olan olanaklara göre Braille çıktı dokümanlar, ekran büyütme programı, ekran okuyucu programlar, sesli tarayıcı programlar veya okul arkadaşları, öğretmenler ya da aile bireyleri tarafından sesli okumalar ile öğrenmelerini gerçekleştirmektedirler. Eğitim öğretim faaliyetlerinin yürütülmesinde genel olarak, görme engelliler için, Braille gibi dokunma hissine dayalı nesnelere kadar, işitme hissine yönelik nesnelere de önemli olmaktadır. Ses Destekli Ölçme Değerlendirme Ortamı (SDÖDO) çalışmasının eş zamanlı ses destekli sınav sistemindeki ana prensibine benzerlik gösteren, Papadopulos ve ark. (2014), yaptıkları araştırmada üniversite sınavlarında soruları sunarken farklı özellikleri bir arada denediklerini ve katılımcıların soruları cevaplamak için bir klavye aracılığı ile giriş yaptıklarını belirtmişler, ancak sınava katılan Görme Engelli Öğrenci (GEÖ)'nin tek başına olup olmadığı veya teknoloji okur-yazarlık düzeyi hakkında bilgi bulunmamaktadır. Khan ve ark. (2015) çevrimiçi sınavlar ile ilgili çalışmalarında, GEÖ'in kendi fotoğraflarını sisteme giriş kimlik bilgisi olarak kullanmışlardır.

Engellilerin akademik hayatta daha etkin bir şekilde yer alabilmesi için geleneksel eğitim yöntemlerinin çevrimiçi eğitim materyal, uygulamalar ve ölçme/ değerlendirme

yöntemleriyle desteklenmesi ve zenginleştirilmesi gereklidir. Özellikle günümüzde görme engelliler lise ve üniversite seviyesinde kaynaştırma eğitimi almakta ve diğer öğrencilerle aynı okullarda eğitimlerine devam edebilmektedirler (Ay,2009).

İstatistik veriler, ilköğretimden lisans ve lisansüstü eğitime doğru gelindikçe eğitim alan engelli sayısının çarpıcı bir şekilde azaldığını göstermektedir (Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı, 2015). İlköğretimden yüksek öğretime kadar tüm alanlarda eğitim gören engelli öğrenci sayısının artması ancak ders içeriklerinin ve derslere ait değerlendirme sınavlarının engelliler için de erişilebilir hale getirilmesiyle mümkün olacaktır.

Bu tür sıkıntılara belirli çözümler sağlanarak, öğrencilerin derslerini daha rahat takip etmeleri ve derslerine ait yapılan ölçme ve değerlendirme etkinliklerinde başkasına bağlı kalmadan yapabilmeleri sağlanabilir. Bunun için uzaktan eğitim öğrenme içerik yönetim sistem programlarının ve web içerik erişilebilirlik kriterlerine göre tasarlanmış arayüzlerin yardımıyla engelli öğrencilere eğitimlerinde daha fazla destek verilebilir. Böylece hem okullardaki ders içeriklerinin hem de derslere ait yapılacak olan ölçme ve değerlendirme etkinliklerinin kontrolü daha sağlıklı ve güvenli bir şekilde yapılabilir.

Eğitim öğretim sürecinin önemli bir parçası da öğretmenler tarafından anlatılan ders içeriğinin öğrenen bireylerce anlaşılabilirliğini ölçmek ve hedef kazanımları gerçekleştirip gerçekleştirmediğini görmek amacıyla yapılan ölçme ve değerlendirme faaliyetleridir. Yüz yüze ve uzaktan eğitimde değerlendirme, konulara veya derslere göre yapılan ölçme değerlendirme uygulamalarıyla yapılmaktadır. Herhangi bir engeli olmayan öğrenen bireylerin sınav ortamında sorulan sorulara yanıt vermesinde bir sorun yokken, engel türüne göre sınav sorularını cevaplandırmak engelli öğrenenler için sorun olmaktadır.

Öğrenen bireyler soruları cevaplandırmak için ikinci bir kişiye ihtiyaç duymaktadırlar. Örneğin; görme engelli bir öğrenen bireyin görme ile ilgili yüzde oranına göre soruları cevaplandırabilmesi için ya büyük puntolu yazılmış metinlerden okuması, ya da ikinci

kişilerce (öğretici, gözetmen, arkadaş veya aile bireyi) soruların canlı olarak seslendirilmesi, engelli öğrenci tarafından verilen yanıtın da yazılı hale getirilmesi gerekmektedir. Kanada’da bulunan Oueen’s Üniversitesi’nde görme engelli öğrencilere yardımcı olmak üzere gönüllü katipler (sınav yardımcısı) için hazırladığı yönergede sınav destekçisi bir katibin yapması ve yapmaması gerekenler ayrıntılarıyla verilmektedir (Oueen’s University, 2015). Bu problemin çözümü için bir başka yaklaşım da erişilebilir e-doküman formatında hazırlanmış ölçme değerlendirme materyalinin bir ekran okuma programı aracılığıyla seslendirilmesi olabilmektedir.

Bu yüzden derslerin değerlendirilmesinde hazırlanan soruların erişilebilirlik ilkelerine göre basılı ve web ortamında tasarlanması, oluşturulmasında sesli ve görsel içerik alternatiflerinin olması, zıt renklerle verilen bilgilerin herkes tarafından anlaşılmasının sağlanması, uygun işaretleme ve biçim yapısının kullanılması, tabloların görmeyenler için de anlaşılır hale getirilmesi World Wide Web konsorsiyumu tarafından önerilmektedir (Web Content, 2009).

Yüksek öğretime gelmiş görme engelli öğrencilere okullarda yüz yüze ve uzaktan eğitim yöntemleriyle verilen derslerde hem öğretim ortamlarında hem de değerlendirme aşamalarında daha fazla donanım ve yazılım desteği sağlanması gerekmektedir. Görme engelli öğrencilerin eğitim süreçlerine destek vermek bağlamında web içerik erişilebilirlik ilkelerine göre hazırlanmış içeriklerle erişebilmesini sağlamak ve ölçme değerlendirme uygulamalarını sağlıklı olarak gerçekleştirebilmelerine yardımcı olmak amacıyla ses destekli sistemlerin geliştirilmesi ve uygulamaya geçirilmesi önem taşımaktadır.

Yurtay ve ark.2017 tarafından 41 (%68’si tamamen görmeyen ve %32’si az gören) görme engelli bireye öğrenim hayatlarında aldıkları derslerle ilgili olarak katıldıkları sınavlarda karşılaştıkları sorunlara yönelik bir ihtiyaç analizi yapılmıştır. Araştırma sonucunda görme engelli öğrenciler genel olarak “Sınavların gerek sesli, gerek kabartma, gerekse bilgisayar ortamında olması bizler için çok güzel olacaktır. Aday hangisiyle rahat edecekse sınavlara tercihinine göre girmelidir.” şeklinde görüşlerini belirtmişlerdir. Ayrıca birçoğu “Sınav sorularının bir başkasının okuması veya

yazması gerektiğini” belirtmişlerdir. İlgili araştırmanın sonuçlardan yola çıkarak görme engelli öğrencilere yüz yüze veya uzaktan eğitimde, öğretim süreçlerine katkı sağlayacağı öngörülen ses destekli ölçme değerlendirme ortamı modeli oluşturulmasına karar verilmiştir.

1.2. Amaç

Çalışmada, görme engelli öğrencilere yüz yüze veya uzaktan eğitimde, öğretim süreçlerine katkı sağlayacağı ön görülen ses destekli ölçme değerlendirme ortamı modeli oluşturularak karşılaştıkları zorlukların azaltılması ve eğitim-öğretim süreçlerine daha yoğun katılımlarına destek olunması amaçlanmaktadır.

İhtiyaç analizinden elde edilen veriler çerçevesinde ses destekli bir sınav modülünün tasarımı amaçlanmaktadır. Eş zamanlı olarak yürütülen, açık kaynak kodlu uygulama geliştirme sürecinde test grubundan geri bildirimler alınarak ilgili değişiklik ve düzeltmeler yapılmıştır. Test grubu, Kocaeli ve Sakarya Üniversiteleri’nde okumakta olan görme engelli ve görme engeli olmayan önlisans, lisans ve lisansüstü öğrencileri arasından gönüllülük esasıyla katılacak kişilerden oluşmaktadır. Bu çalışmanın araştırma soruları aşağıdaki gibi belirlenmiştir;

- Geleneksel ölçme değerlendirme yöntem ve teknikleri ses desteğiyle görme engelli bireylerin erişebileceği hale getirilebilir mi?
- Katılımcıların bilgisayar kullanma düzeyi sistem kullanımını etkilemekte midir?
- Katılımcıların sesli olarak sınavı başlatması ve oturum güvenliği tasarlanan sistemde ne oranda sağlanabilmektedir?
- Sesli sınav sistemi evrensel tasarım ilkelerine uyumlu mudur?
- Sistemde yer alan bileşenler (ses desteği, klavye desteği, ekran okuma gibi) içeriğin algılanmasını ne derece kolaylaştırmaktadır?
- Katılımcıların sesli sınav sistemine yönelik görüşleri ve önerileri nelerdir?

Araştırmada, tasarımı yapılan ölçme değerlendirme platformu çevrimiçi olarak test edilmiştir. Bu nedenle, ses tanımada literatürde pek çok çalışmada olduğu gibi genel eğilim olan izole ortamda alınan ses kayıtları yerine, standart ortamlarda yakın ve uzak mikrofonlar aracılığı ile alınan ses kayıtlarının başarımlı durumları nedir? sorusuna da cevap aranmıştır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Öğrenmede duyu organlarının önemi büyüktür. Bu duyu organlarında herhangi bir işlev kaybının söz konusu olması, duyu organının işlevine göre bireyin öğrenmesinin önünde büyük bir engel oluşması anlamına gelmektedir. Öğrenmeyi sağlamada her duyu organı büyük bir önem taşıyor olsa da oldukça zengin duyumlar sağlamasından dolayı göz, en önemli duyu organı olarak görölmektedir.

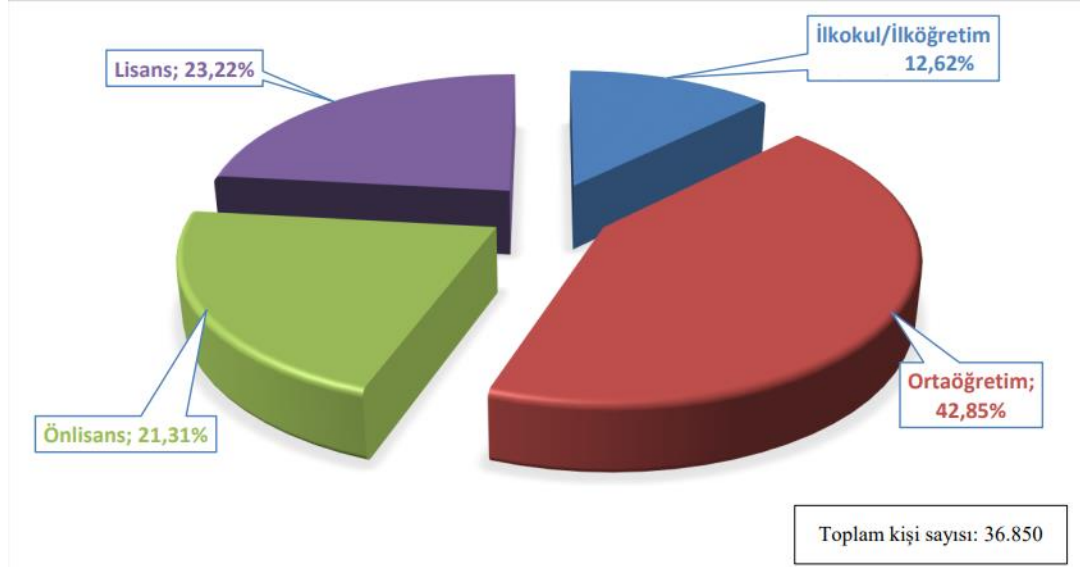
Bildiğimiz üzere, birey, görme duyusunda herhangi bir yetersizlik olmaması halinde, öğrenmelerinde öncelikle görme duyusunu kullanmaktadır (Şahin,2011). Bireylerde görme duyusunda oluşan kayıp ile öğrenme daha çok dokunma ve işitme ağırlıklı olmaktadır. Eğitsel açıdan ağır derecede görme kaybı olanlar, öğrenmeyi dokunarak, işiterek, konuşan kitaplardan dinleyerek öğrenirler. Az görenler ise büyüteçle normal puntolu ve büyük puntolu yazılı materyali okuyabilen veya bilgisayarlardaki ekran büyütücü programlarla okuyarak öğrenirler (Buyurgan,2009).

Musiad'ın Türkiye'de engelli gerçeği araştırması raporunda, Başbakanlık Özürlüler idaresi başkanlığının özürlüler araştırmasından aldıkları tüm engel grubundaki bireylere ait eğitim durumu tabloda gösterilmiştir (Öztürk, 2011).

Tablo 1.1. Toplam ve Engelli Nüfusun Eğitim Durumlarına Göre Dağılımı (DİE ve Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı, “2002 Özürlüler Araştırması”: 25)

Eğitim Durumu	Genel Nüfus			Engelli Nüfus		
	Sayı	Yüzde	Geçerli Yüzde	Sayı	Yüzde	Geçerli Yüzde
Okuryazar değil	7.764.060	11,3	12,9	604.945	34,1	
Okuryazar fakat bir okul bitirmemiş	12037.120	17,5	20,1	247.642	14	
İlkokul	21.738.553	31,7	36,2	549.681	31	33
İlköğretim	2.430.754	3,5	4,1	25.607	1,4	
Ortaokul	4.499.685	6,6	7,5	87.257	4,9	
Orta ve dengi	156.146	0,2	0,3	3.100	0,2	
Lise	6.997.669	10,2	11,7	93.635	5,3	
Lise ve dengi	1.215.056	1,8	2	21.509	1,2	
Yüksekokul veya	3.028.955	4,4	5,1	30.382	1,7	
Yüksek Lisans,	108.454	0,2	0,2	1.261	0,1	
Ara Toplam	59.976.452	87,4	100	1.665.018	93,9	
Toplam	68.622.559	100		1.772.305	100	

Tablo 1.1.’de görüleceği üzere ilköğretimden yükseköğretime doğru eğitim süreçlerine katılan görme engelli öğrenci sayısında belirgin bir şekilde azalma görülmektedir. Engelli Kamu Personeli Seçme Sınavı ile yerleşen engelli bireylerin yerleştikleri döneme göre dağılımı da grafikte verilmiştir (Şekil 1.1.).



Şekil 1.1. Engelli Kamu Personeli Seçme Sınavı ile yerleşen engelli bireylerin yerleştikleri (Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü, İstatistik Bülteni :32)

Oysaki iletişim ve bilişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler ve internetin her geçen gün yaygınlaşması birçok alanda olduğu gibi eğitim alanında da büyük fırsatları beraberinde getirmiştir. Son yıllarda bilgisayar ve internet eğitim süreçlerinde giderek artan düzeyde kullanılmakta, yeni teknolojiler öğrencinin öğrenimini geliştirip hızlandırmaktadır.

Bilgisayar destekli ve uzaktan eğitim araçlarıyla öğrencilere verilecek eğitim, yer ve zaman kısıtları yönünden esnek hale gelmektedir. Böylece öğrenciler bilgiye sadece derslerde ve kütüphanelerde değil her zaman ve her yerden erişebilmektedirler (Aydın ve Biroğul, 2008). Bilgiye internet üzerinden erişim internet bağlantısının sağlandığı herhangi bir bilgisayar çeşidi, akıllı telefonlar ve tabletlerle gerçekleştirilebilmektedir.

Bilgisayar, görme engellilerin günlük yaşamlarına, çalışma koşullarına ve eğitimlerine getirdiği faydalarla yaşadıkları pek çok dezavantajın ortadan kalkmasına yardımcı olur. Bilgisayar ve akıllı sistemler görme engelli öğrencilere eğitimlerinde kolaylık sağlamaktadır. 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 (Yücel ve Acartürk, 2006).

Günümüzde e-öğrenmede içerik ve değerlendirme sınav uygulamaları oluşturma sürecinde öğrenciye içeriğin sunulmasını sağlayan öğrenme yönetim sisteminde (ÖYS) ve içeriğin sunulmasını sağlayan sistemin oluşturulmasında açık kaynak kodlu yazılımlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sayede e-öğrenmenin geleneksel öğrenme ortamlarına göre en büyük dezavantajı olan maliyet, açık kaynak kodlu yazılımların diğer artılarıyla birlikte büyük ölçüde ortadan kalkmaktadır.

Görme engelli öğrencilerle yapılan ön görüşmeler ve literatür çalışmaları sırasında web tabanlı öğretim sistemlerinin tasarlanması sürecinde genellikle engel durumlarının büyük oranda dikkate alınmadığı görülmüştür. Okullarda görme engelli öğrencilerin yaşadıkları sorunların başında, derslerin takibini yapmak için yetersiz eğitim materyali, bilgisayar kullanımı ve teknik bilgi eksiği, kütüphanelerde kaynağın yeteri kadar çevrimiçi olarak kullanılamaması, sınavlar esnasında sorulan soruların okunması ve cevaplanması için okuyucu desteğinin ihtiyacı gelmektedir (Tanyeri ve Tüfekçi, 2010; Yurtay ve ark., 2017; Otyola ve ark., 2017; Varma ve Singh, 2018; Bhardwaj, 2018)

Yukarıda sıralanan problemler arasında önemli yer tutan sınavların hazırlanması ve uygulanması süreci kendi içinde başka problemleri de barındırmaktadır. Görme engelli öğrencilerle yapılan ön görüşmelerde sınav uygulaması sırasında görme engelliye okuma-yazma desteğinde bulunan gözetmen personelin uygun vasıflara sahip olmaması, sınav ortamlarının fiziksel ve donanımsal olarak uygun olmaması örnek verilebilir.

Buzzi ve Buzzi (2012) çalışmalarında bir açık kaynak öğrenme ortamı olan Moodle'ı görme engelli kullanıcılar için ekran okuyucu programı olan JAWS etkileşimini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda sanal öğrenme ortamlarının tüm kullanıcıların yeteneklerine uygun olması pek çok avantaj sağladığı; grafik kullanıcı arayüzünü belirlerken, temelde görme engeli olmayan kullanıcıların ihtiyaçlarının baz

alınmasının genel durum olduğu, ancak arayüz kodlarını yazarken görme engellilerin gereksinimlerini de dikkate almak gerektiğini belirterek, “özellikle görme engelliler için, aynı bilgi hem görsel hem sesli olarak verilmeli, tasarım ekran okuyucular tarafından okunabilecek şekilde düzenlenmeli, arayüz klavyeden kolayca yönetilebilmeli ve algılamaya dayalı fazladan çaba gerektirmemelidir” demektedirler.

Web sitelerindeki hızlı büyüme ciddi görme problemi olan pek çok insanın önceden ulaşamadığı zengin içerikli bilgiye şimdi erişebildiği anlamına gelmektedir. Tamamıyla görmeyen insanlar, Braille teknolojisi ve konuşma sentezleyici yardımı ile interneti kullanabilir. Fakat bu teknolojilerin düzgün çalışabilmesi için web sayfaları doğru betikle yazılmış olmalıdır (Tanyeri, Tüfekçi,2010). Görme engellilerin bilgisayar kullanmaları ve web sayfalarına erişimlerine yönelik dünya genelinde JAWS ücretli ekran okuma programı, Kurzweil 1000 doküman tarama, Braille yazıcı ve monitörler bulunmaktadır. Ücretsiz olarak kullanılabilen açık kaynak NVDA ekran okuyucu programı da görme engelliler için kullanılmaktadır.

Eğitim süreci sonunda eğitimin ayrılmaz parçası olan ölçme ve değerlendirme sistemleri, eğitim alan bireylerin durumlarının belirlenmesi ve eksikliklerin anlaşılması için önemli geri bildirimler sağlamaktadır. Ölçme; bireyin kazandığı eğitimi ifade ederken, değerlendirme ise bireyin ölçüm sonuçlarını yorumlar. Geleneksel eğitim sistemlerinde genel olarak ölçme ve değerlendirme aracı olarak kullanılan üç tür sınav yöntemi vardır. Bunlar; sözlü, uygulamalı ve yazılı sınavlardır (Günoğlu, 2008).

İnternet teknolojilerinin gelişmesi ve yaygınlaşması eğitime ayrı bir hız kazandırmıştır ve son yıllarda internet ortamında eğitim veren okulların sayılarının artmasıyla ölçme ve değerlendirme işlemlerinin bir kısmı veya tamamı internet ortamında gerçekleştirilmektedir (Callı ve Torkul, 2003). E-öğrenme uygulamalarında, gerek internet ve gerekse intranet üzerinden yapılan sınavlar bilgiyi, yetkinlikleri ve davranış değişikliklerini ölçmede etkin ve maliyeti düşük bir yol sunmaktadır (Günoğlu, 2008).

E-öğrenme uygulamalarında açık kaynak kodlu yazılımlar kullanıcılarına gereksinimleri düzeyinde güvenlik sağlamaktadır. Öğrenme yönetim sistemi ortamlarında çevrimiçi sınav modülleri SCORM standartlarına uygun olarak yapılabilmektedir. Aynı zamanda açık kaynak yazılımlarda uyarlanabilir öğrenme desteği ve dinamik içerik oluşturabilme (örneğin bir öğrencinin başarı oranına göre ön sınavlar oluşturup önerebilmesi) özelliği de vardır (Aydın ve Biroğlu,2008).

Görme engellilere yönelik ölçme ve değerlendirme yöntemi bakımından sesli olması, uygulamalı ve yazılı yapılmasına göre oldukça avantajlı ve kolaylaştırıcı özelliklere sahip olacaktır. Bu konuyu inceleyen akademik çalışmalarda kullanılan yöntem genellikle kullanıcıların geleneksel sınav yapılarını elektronik ortamda sesli olarak uygulamaları biçimindedir. Junying ve Baiwen (2012), hiç görmeyen 10 katılımcı ve az gören 14 katılımcı ile yaptıkları bir araştırmada 3 farklı Çince fonetiğini esas alarak; görme engelli bireyler için sınav ortamının oluşturulması, sınavın uygulanması ve sistem başarımlarına ilişkin bulgularını aktarmışlardır. Buna göre elektronik ortamda görme engelliler için sınav platformunun kullanılması, öğreticilerin Braille alfabesini veya işaret dilini bilmesine gerektirmeden; zaman, maliyet, iş gücü, özel eğitim materyali gibi ihtiyaçlarda önemli kazanımlar sağlandığı görülmektedir.

1.4. Varsayımlar

Araştırmaya katılan görme engelli öğrencilerin uygulamayı yürütecek ölçüde bilgisayar temel becerilerine sahip olduğu (bilgisayarı açma – kapama, tarayıcı program penceresinin klavyedeki kısayolları ile kullanımı, klavyeyi etkin kullanabilme) ve ihtiyaç duyan görme engelli öğrencilere tasarlanan öğrenme ortamı platformunu kullanma eğitimi verilerek, ölçme ve değerlendirme uygulamalarının yapılacağı varsayılmıştır.

1.5. Sınırlılıklar

Tasarımı yapılan sistemin test aşamasında örneklem grubunda yer alan görme engelli bireylerin sayısının az olması nedeniyle, görme engeli olmayan gönüllü bireyler de örneklem gruba dahil edilmiştir.

- Görme engelli kullanıcıların ulaşım işlemlerini tek başına yapamamalarından dolayı bazı bireyler ile görüşmeler kendi okul ortamında yapılmıştır.
- Uygulamalar çevrimiçi ortamda yapıldığından, sistemin kullanılabilmesi için en az 600 Kbps internet bağlantı hızına sahip olunmalıdır.
- Çevrimiçi kullanıcı arayüzlerinde, konuşmacı tanıma ve konuşmacı doğrulama kodlarının çalıştırıldığı Matlab programındaki kodlar ile bağlantı gerçekleştirilirken ortalama 6 - 10 sn'lik bir gecikme süresi olmaktadır.
- Katılımcılardan 1 erkek katılımcıda pelteklik ve harflerde yutma durumu vardır.
- Sistem testinde uygulanan sınavlarda soruların görsel yönetim gerektirmemesi veya matematiksel ifadeler içermemesi gerekir.
- Sesten metne uygulamaları araştırma kapsamında olmadığından soru setlerinde açık uçlu sorulara yer verilmemiştir.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR TARAMA

Bu bölüm, çalışma hakkındaki ilgili alanyazının gözden geçirilmesini sağlar. Genel olarak Görme engelliliğin tanımı ve sınıflandırma; görme engelli bireylerin eğitimi, dijital ortamlarda görme engelli bireylerin yaşadığı sıkıntılar; görme engelli bireylerin hayatını kolaylaştıran bilgisayar teknolojik araç, gereçleri ve ekran okuyucu arayüzleri; görme engelliler için bilgisayar destekli sesli eğitim çalışmaları başlıklarıyla verilmiştir.

2.1. Görme Engelliğin Tanımı ve Sınıflandırma

Dünya Sağlık Örgütü'nün (World Health Organization, WHO) tanımına göre, engellilik kişinin günlük hayata katılmasını kısıtlayan doğuştan veya sonradan oluşan bedensel veya zihinsel engellilik halidir. Farklı nedenlere bağlı olarak tanımlanan engellilik; görme engelliler, zihinsel engelliler, ortopedik engelliler, dil ve konuşma engelliler, işitme engelliler, süregen hastalıklar, ruhsal ve duygusal engelliler olmak üzere gruplara ayrılmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü tarafından yapılan sınıflandırmada, insanlarda görme fonksiyonu düzeyleri;

1. Normal görüş
2. Düşük düzeyde görme özü
3. Yüksek düzeyde görme özü
4. Tamamen görememe (Körlük) olmak üzere dörde ayrılmaktadır (WHO, 2017).

Yasal tanıma göre az gören, tüm düzeltmelerle birlikte görme keskinliği 20/70 ile 20/200 arasında olan kişilere denilmektedir. Yasal tanıma göre tamamen göremeyen (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 açığı aşmayan kişilere denir (Çentik, 2009).

2.2. Görme Engelli Bireylerin Eğitimi

Görme duyusunun kısmen veya tamamen kaybindan dolayı görme engellilerin eğitiminin özel araç ve yöntemlerle yapılması gerekmektedir. Görme engelli bireyler de görebilen bireylerin eğitimi gibi genellikle okul öncesi, ilköğretim, orta öğretim ve yüksek öğretimde eğitim ve öğretimlerine devam etmektedirler.

Görme engellilerin eğitim öğretimindeki okulların kronolojik sırası Aydın (2011)'nin çalışmasında “Dünyada ilk körler okulu, 1785 yılında Valantin Haouy tarafından Paris’te açılmıştır. Bu okulda, Haouy, bilinen harflerin kabartmalı biçimi ile bir kitap yazmıştır, bu kitap ilk kabartma yazılı kör kitabıdır. ABD’de körler için ilk ve orta düzeyde devlet okulları 1832 yılında açılmıştır. Türkiye’de körlerin eğitimi ilk kez 1889 yılında İstanbul’da Ticaret Mektebi’nin bir bölümünde başlamıştır. 1921 yılında İzmir’de özel bir derneğin girişimi ile bir Sağır Dilsiz ve Körler Okulu açılmış ve körlerin eğitimi görevi resmi olarak Sağlık Sosyal Yardım Bakanlığı’na verilmiştir. 1950 yılında Milli Eğitim Bakanlığı tarafından Ankara Körler Okulu ve Yetiştirme Yurdu kurulmuştur. 1953-1954 yılında Gazi Eğitim Enstitüsü’nde açılan özel eğitim bölümü, körler okulunu da içine alan özel eğitim kurumlarına öğretim elemanı ve yönetici yetiştirmek amacıyla kurulmuştur. 1961 Anayasası’nda özel eğitim hizmetleri devletçe yerine getirilmesi zorunlu olan bir kamu hizmeti olarak benimsenmiştir.

1970 yılında İstanbul’da, 1972’de İzmir’de açılan körler okulları ilk ve orta düzeylerde eğitim vermektedir. 1981’de Kahramanmaraş, Tokat ve Konya Ereğlisi’nde birer ilkokul açılmıştır” verilmiştir. Günümüzde ise, görme engeli öğrenciler genel olarak kaynaştırma eğitimi almaktadırlar. Gazi Üniversitesi’nde Görme Engelliler Eğitimi Anabilim Dalı’nda lisansüstü eğitimler de verilmektedir. Turkcell ve Braille Teknik işbirliğiyle görme engelli tüm ilkokullara teknoloji sınıfları da kurulmuştur (<http://www.brilleteknik.com>, 2017)

2.3. Dijital Ortamlarda Görme Engelli Bireylerin Yaşadığı Sorunlar

Yeni iletişim teknolojileriyle her bireyin iletişim sürecinde eğitimlerinde dijital ortamları kullanmaları gerekli hale gelmiştir. Bireyler tarafından kullanılan dijital ortamlardaki bilgilerin, her yerde fırsat eşitliği ilkesine göre ayrımcılık yapılmaksızın, her seviyede engelli bireyi de içerecek şekilde verilmemesi beklenmektedir. Görme engelli öğrencilerin birçoğu dijital ortamlardaki içeriklere ulaşmak için ekran büyütücü, sesli ekran okuyucu, tarayıcı (kitap okuma makinesi) gibi yardımcı teknolojileri kullanmaktadırlar. Bilişim teknolojilerinde en çok bilgisayar, tablet ve akıllı telefon gibi araçları kullanmaktadırlar.

Yurtay ve arkadaşlarının (2017) çalışmalarında, görme engelli 41 öğrenciye uygulanan anket sonuçlarına göre dijital ortamlarda görme engelli öğrencilerin yaşadıkları sorunlar sırasıyla verilmiştir;

- Office programlarıyla ilgili öğrencilerin %19,4'ü sesin olmaması, ekran okuyucu programların ofis programlarıyla tam uyumlu çalışmaması ve bilgisayarda Office programlarını kullanırken simgelerin çok olmasının programları kullanmalarını zorlaştırdığını dile getirmişlerdir.
- Öğrencilerin %87,1'i evden internete bağlanmayı tercih ettiklerini, %12,9'u mobil araçlarla internete bağlanmayı çok tercih etmedikleri görülmüştür.
- Öğrencilerin web sitelerinde gezinti yaparken %87,1'inin web sitelerinin kullanımında resim formatındaki web nesnelere (resim, buton gibi) için açıklamaların olmaması ve güvenlik kodları için sesli kullanımın sunulmamasının sıkıntı yarattığını belirtmişlerdir.
- %80,6'sı ekran okuyucular tarafından algılanamayan animasyonlu web nesnelere olmasının ve %83,9'u butonların isimlerinin olmamasının da web sitelerinde gezinti yaparken sorun yaşamalarına neden olduğunu ifade etmişlerdir.
- Öğrencilerin bilgiye erişimde karşılaştıkları sorunlarda, %35,5'i el yazısıyla yazılmış metinler okuyamadığını, %25,8'i sesli dosyaların

olmadığını, %19,4'ü Braille çıktı kaynağı olmadığını ve %16,1'i ise sesli okuma programının olmamasının bilgiye erişimde sıkıntı çekmelerine neden olduğunu ifade etmişlerdir.

2.4. Görme Engelli Bireylerin Öğrenim Hayatını Kolaylaştıran Bilgisayar Teknolojik Araç, Gereçleri ve Ekran Okuyucu Arayüzleri

Bireylerin hayatında öğrenme olayının gerçekleşirken görme, dokunma, işitsellik ve tad alma olaylarını sağlayan organların düzgün çalışması önemli olmaktadır. Görme olayıyla ilgili herhangi bir aksaklık öğrenme sürecinin sonucunu da etkilemektedir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte görme engelli bireylerin öğrenim yaşamlarında destek olabilecek araç gereçler gün geçtikçe artmaya başlamaktadır.

İlk olarak eğitim öğretim hayatında görme engelli bireyler için dokunmayla öğrenebilecekleri Braille alfabe kullanmaya başlamışlardır. Braille alfabesi, bir kâğıt üzerine tablet veya Braille yazıcılar aracılığıyla yazılmaktadır. Braille sayfası normal bir kâğıttan daha kalın bir kâğıt üzerine kabartılmış noktalardan oluşmaktadır. Braille sayfası üzerine parmak uçlarıyla dokunularak altı noktanın oluşturduğu harflerin algılanması okunmaktadır. Dokunarak okuma gerçekleştiği için bu yazıya kabartmalı yazı veya altı noktalı yazı da denilmektedir (Ay,2009).

Braille çıktılar haricinde yazılı materyaller için görme engelli bireylerin az görmesi durumunda kaynakların yazı puntoları büyütülerek basılı hale getirilmektedir. Ya da tamamen göremeyenler için tarayıcı (kitap okuma makinesi) tarafından kaynakların sayfaları taratılabilmektedir. Fakat Braille çıktılar gibi kitap okuma makineleri görme engelli bireyler için maliyetli olduğundan teknolojik araç gereçlerden, yazılımlardan faydalanmak alternatif bir çözüm olmaya başlamıştır.

Az görebilen bireyler, dijital ortamlarda arayüzlerdeki içerikleri okuyabilmek için ekran büyüteci programları kullanılmaya başlamışlardır. Daha sonra ekran okuyucu programlar (Window Eyes, Jaws, NVDA) yardımıyla farenin ve klavyenin hareketleri seçilerek imlecin bulunduğu noktadan itibaren arayüzde bulunan içerikler İngilizce okunmaya başlanmıştır (Ay, 2009).

Bu arada görme engelli bireyler için Braille kaynak dışında kitapların seslendirilmesi çalışmaları başlatılmıştır. 1996 yılında sayısal teknolojiye dönüşüm başlamış, uluslararası bir standart olarak geliştirilen DAISY (Digital Audio Information System) formatında konuşan kitaplar oluşturulmuştur. “Sesli / Konuşan kitap” olarak adlandırılan bu kaynaklar geçmişten günümüze çeşitli formatlarda yer almıştır (Aydın, 2011). Kitapların seslendirilmesiyle ilgili çalışmalarda hem kurumsal olarak (üniversiteler, belediyeler), hem de gönüllülük esasıyla bireylerin katkıları olmaktadır.

Görme engelli bireylerin web sayfalarında dolaşırken içerikleri okuyabilmeleri için sesli metin okuyucu programların desteği de sağlanmaktadır (<https://responsivevoice.org>).

2.5. Görme Engelliler için Bilgisayar Destekli Sesli Eğitim Çalışmaları

Ses tanıma alanındaki yapılan uygulamalar konuşmacı bağımlılığına, temel alınan ses birimine, sesin sürekliliğine ve metne göre sınıflandırılmaktadır. Alanyazınındaki konuşmacı bağımlı, metin bağımlı ve kelime tabanlı çalışmalar kronolojik sırada Tablo 2.1.’de verilmektedir. Genel olarak program ortamı olarak Matlab programının kullanıldığı görülmektedir.

Tablo 2.1. Çalışmaya Göre Ses Tanımda Literatür

Kaynak	Metin Bağımlı	Konuşmacı Bağımlı	Kelime Tabanlı	Öznitelik Çıkarma Yöntemi	Konuşmacı Sınıflandırma	Doğruluk Oranı
İkiz M., Akın M.,2007	✓		✓	Dalgacık Dönüşümü (wavlet)	Yapay Sinir Ağları (ANN)	%85
Dede, G.,2008			✓	MFCC	ANN	%98,75
Aşlıyan, R. ve ark.,2008	✓		Hece tabanlı	LPC MFCC	Dinamik Zaman Bükmesi (DTW)	%95,3
Yang, C., Yang, W., 2011			✓	MFCC LPC	DTW ANN	%90
Priyadarshani, Punchihewa, A.,2012		✓	✓	MFCC	DTW	%93
Tezer H.K., 2013	✓		✓	LPC MFCC	DTW	MFCC-DWT: % 90 LPC ve DWT: %86
Akkan G., 2013	✓			MFCC		%90
Mukherjee,R. ark.,2013	Ve ✓			MFCC Gaussian Karma Modelleri (GMM)		%90
Joshi S.C., Cheeran A.N.,2014				MFCC		
Mohan, B., Babu, R.,2014	✓		✓	MFCC	DTW	
Nguyen, M., Vo,T., 2015		✓	✓	MFCC	DTW	%90 ve üstü
Almisreb and friends, 2015			Fonem tabanlı	MFCC	DTW ANN	DTW: %89,92 ANN: %94
Bakır, Ç., 2016				MFCC	DTW HMM GMM	DTW: %87 HMM:%98 GMM:%84
Kumar, A. and Muthukumaraswamy, S., 2017	✓			MFCC	Vector Quantization (VQ)	Düşük gürültülü ortamlarda %80, orta gürültülü ortamlarda % 73.3
Maurya and friends, 2018	✓			MFCC	VQ GMM	VQ: %77,64 GMM: 86,27

İkiz ve ark. (2007)'nin çalışmasında dalgacık dönüşümü ve yapay sinir ağları yöntemi kullanılarak ses sinyallerinden konuşmacı tespiti yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda ses sinyalleri PC ortamına mikrofon yardımı ile alınmış, ön işleme ve gürültüden temizleme Wavepad ve Wave Flow programları ile gerçekleştirilmiştir. Matlab tabanlı hazırlanan model yardımı ile hazırlanan ses dosyalarından veriler parçacıklara ayrıştırılmış ve hazırlanan YSA programı ile sınıflandırma işlemi %85 düzeyinde oluşturulmuştur.

Sınıflandırma yöntemlerinden yapay sinir ağları ile kelime tabanlı konuşma tanıma uygulaması gerçekleştirilmiştir (Dede, 2008). Bir konuşmacı kelimeleri 20'şer defa seslendirmiştir. Öznitelik çıkarma yöntemi olarak MFCC kullanılmıştır. Başarı oranı %98,75 olarak hesaplanmıştır. Aşlıyan ve ark. (2008)'de Türkçe dili sondan eklemeler grubunda bir dil olduğundan hece tabanlı Türkçe konuşma tanıma sistemi geliştirmişlerdir. İmla klavuzunda seçilen 200 sözcük, 25'şer kez ses dosyası olarak kaydedilmiştir. İlk olarak, sözcük ses sinyallerinden hece sınırlarının tespiti algoritmasıyla hecelerin başlangıç ve bitiş sınırları tespit edilmiş, daha sonra her hecenin için doğrusal öngörülü kodlama(LPC), parcor, cepstrum ve MFCC öznitelikleri çıkarılmıştır. Sınıflandırma yöntemi olarak Dinamik Zaman Bükmesi kullanılmış, sistemin başarı oranı %95,3 olmuştur.

Yang ve Yang 2011'de ses tanımada sınıflandırma yöntemlerinden olan dinamik zaman bükmesi yöntemini kullanmışlardır. Özellik çıkarma yöntemi olarak da MFCC'yi kullanmışlardır. Test verisiyle, şablonda kayıtlı referans verilerini karşılaştırarak %90 başarı oranı yakalamışlardır. Başarı oranının artması kaydedilen ses kayıtlarının çok sayıda temiz örnekten oluşan bir kütüphanenin oluşmasına da bağlı olduğunu vurgulamışlardır.

MFCC yönteminde insan algı hassasiyeti ile ilgili frekanslar dikkate alınır ve bu nedenle geliştirilen sistemin konuşma/konuşmacı tanıma için en iyisi olduğu ifade edilebilir. Başarı kompakt forma konuşma genlik spektrumunun temsil olmuştur. MFCC katsayılarını bulmak için ana adımlardan sonra üçgen filtreler tarafından düzeltilip, pencerele dalga log büyüklüğü spektrumunu alarak ve daha sonra MFCC

katsayıları oluşturmak için dalga formu DCT hesaplama vardır. Veriler 25 ms bloklarla 16 kHz örneklenir ve her blok için, 13 MFCC, delta MFCC ve kaydırılan MFCC parametreleri ayıklanır. Dört formant olmak üzere toplam, konuşma verilerinin her kare için 44 parametre vardır. Ayrıca deneyi yürütmek için metin bağımlı veritabanı kullanılmıştır. Sonuçlar 20 çalışmalarda üzerinde ortalaması alınmıştır (Mukherjee,2013).

Sri Lanka halkının Fransızca dilini İngilizce diline göre daha çok kullanmasından dolayı, bilgisayar arayüzünde Fransızca iletişim kurulabilmesi amacıyla 2012’de Priyadarshani ve Punchihewa, izole edilmiş Sinhala kelimeleri ile konuşma tanıma çalışmalarında MFCC öz nitelik yöntemini ve DTW sınıflandırma yöntemini kullanmışlardır.

Tezer 2013’te çalışmasında bir ana menüye bağlı olarak, gemiye kumanda edecek kişiler tarafından sisteme komut referans bankası temin edilmesinde kullanılacak Matlab programında gerçek zamanlı ses konut yazılımı tasarlamıştır. Konuşma girişi 16000 Hz’de örneklenmiştir. Ses komutunun öznitelik çıkarımında Doğrusal Öngörülü Kodlama (LPC) ve Mel Frekansı Kepstrum Katsayıları (MFCC) algoritmaları ayrı ayrı kullanılmış, öznitelik eşleştirmede ise Dinamik Zaman Bükme (DTW) algoritması kullanılmıştır. Geliştirilen sistemle özellikle hassas manevralarda çok önemli hale gelen seyir emniyeti ve sistematığı, ses komut tanıma tabanlı bir yazılımla kontrol edilebilir hale gelmiştir. Sistemin MFCC ve DTW algoritmaları kullanarak %90, LPC ve DTW algoritmaları kullanarak %86 başarı ile çalıştığı görülmüştür.

Akkan (2013), Matlab ortamında geliştirilmiş olan parmak izi ve ses tanıma sayısal kanıt işlemlerinin analizi çalışması yapmıştır. Geliştirdiği parmak izi tanıma sisteminde; parmak izi resimleri, görüntü işleme teknikleri kullanılarak iyileştirilmiş ve iki parmak izi resmi karşılaştırılarak aralarındaki benzerlik yüzdesi bulunmuştur. Metin bağımlı konuşmacı tanıma sisteminde ise, dosyadan ya da mikrofondan girilen ses ile daha önceden veri tabanına kaydedilmiş sesler arasında eşleştirme yapılmış ve sesin kime ait olduğu tespit edilmiştir.

Mohan ve Ramesh (2014), Matlab programında metin bağımlı kelime tanıma çalışmasında MFCC öznitelik çıkarma yöntemini, Dinamik Zaman Bükmesi (DTW) sınıflandırma yöntemini kullanmışlardır.

Joshi de 2014'te çalışmasında otomatik konuşma tanıma için Mel Frequency Cepstral katsayılarını (MFCC) kullanılarak MATLAB tabanlı özellik çıkarma yöntemini kullanmıştır. 2015 yılında Nguyen ve Vo'da öz nitelik çıkarma yöntemi olarak MFCC'yi kullanmıştır. Konuşma tanımada sınıflandırma yöntemi olarak da Dinamik Zaman Bükmesi (DTW)'ni kullanmışlardır. Öznitelik çıkarma yönteminde geliştirdikleri küp kök (cubic root) yöntemiyle, geleneksel yöntemlere göre %20 daha fazla doğruluk artışı olduğunu gözlemlemişlerdir. DTW sınıflandırma yöntemiyle de %90 ve üstü doğrulukla söylenen tekli veya çoklu kelimelerin doğruluğunu göstermişlerdir. Öznitelik olarak MFCC yöntemini ve sınıflandırma yöntemi olarak da Dinamik Zaman Bükme (DTW) ve Yapay Sinir Ağlarını (ANN) kullanan Almisreb ve arkadaşları 2015'te Arapça harfleri tanıyan bir konuşma tanıma çalışması yapmışlardır.

Bakır 2016'da Almanca dili üzerinde konuşmacı cinsiyetinin otomatik olarak belirlenmesi çalışmasında 50 erkek ve 50 kadından Almanca farklı uzunlukta kelime ve cümle olarak yaklaşık 2658 ses örneği alınmış. Ses örneklerinin öznitelikleri MFCC yöntemiyle, sınıflandırma olarak Dinamik Zaman Bükmesi (DTW), Gauss Karışım Modeli (GMM) ve Saklı Markov Modeli karşılaştırmalı olarak kullanılmıştır. DTW sınıflandırmada başarı %87 olarak bulunmuş.

Kumar and Muthukumaraswamy 2017'de, altı kullanıcı (4 erkek, 2 kadın) sisteme kaydedilerek ve sistemin bunları ne kadar doğru tanımlayabildiğini kontrol ederek sistem testini yapmışlardır. Eğitim aşamasında ses örneklerinin öznitelikleri MFCC yöntemiyle bulunmuştur. MFCC'leri LBG (Linde-Buzo-Gray) algoritması kullanarak vektör nicelemesine tabi tutmuşlardır. Sistem değerlendirmesi için, her kayıtlı kullanıcıdan 10 kez sisteme erişmesi istenmiştir. Sistem, düşük gürültülü ortamlarda %80, orta gürültülü ortamlarda %73,3 doğrulukla başarılı bir şekilde tanımlayabilmiştir.

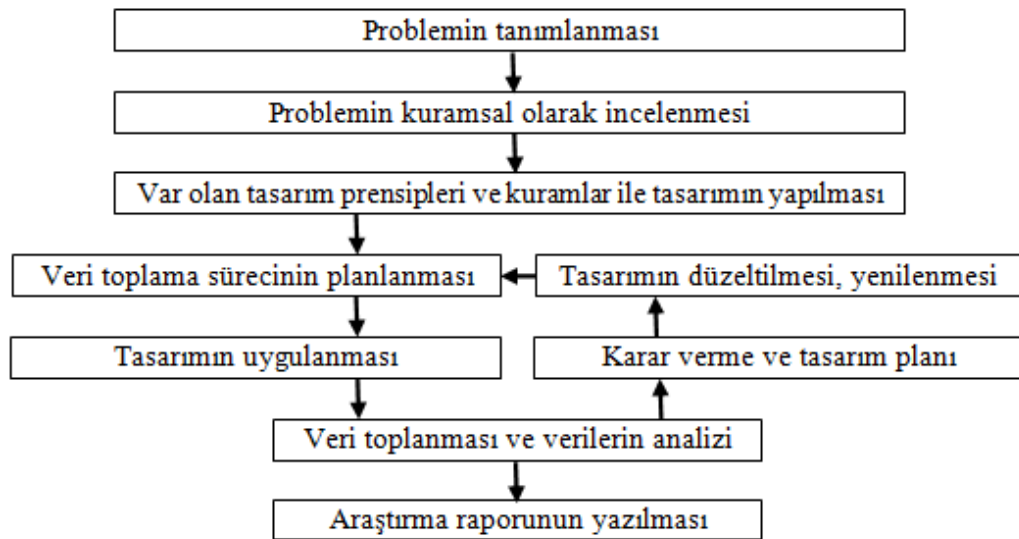
Maurya ve arkadaşları da 2018’de MFCC-GMM yöntemini kullanarak Hintçe konuşma sinyali için konuşmacı tanıma çalışması yapmışlardır. 10 erkek ve 5 kadından metin bağımlı ve metin bağımsız kelimeler ile karşılaştırma yapmışlardır. Bağımsız metin tanıma doğruluğu %77,64 iken, metin bağımlı tanıma da doğruluk oranı %85,49 olmuştur.

2.6. Tasarım Tabanlı Araştırma Yöntemi

Tasarım tabanlı araştırma Wang ve Hannafin (2005) tarafından “döngüsel olarak yapılan analiz, tasarım, geliştirme ve uygulama süreçlerinin araştırmacılar ve katılımcılar ile işbirliği içinde ve gerçek uygulama ortamında yapıldığı, tasarım ilkelerinin ve kuramlarının geliştirilmesine yönelik, eğitim uygulamalarını iyileştirme amacıyla yapılan sistematik ve esnek bir araştırma yöntemidir” şeklinde tanımlanmıştır.

Tasarım tabanlı araştırma yönteminin en önemli hedefi eğitsel araştırmalar ile gerçek dünyada karşılaşılan karmaşık problemler arasında daha kuvvetli bağlantıların oluşmasını sağlamaktır (Amiel ve Reeves, 2008). Wang ve Hannafin (2005)’e göre tasarım tabanlı araştırmaların genel özellikleri; faydacı, belirli bir temeli olan, etkileşimli, kendini tekrarlayan, esnek, bütünleyici ve içeriksel olmasıdır.

Tasarım tabanlı araştırma yöntemi, çalışmalarda uygulama alanında, ADDIE, Dick ve Carey, Reeves ve Assure gibi öğretim tasarım modellerinden biri kullanılarak işlem adımları uygulanabilir. Genel olarak tasarım tabanlı araştırmanın uygulamala basamakları Şekil 2.1.’de verilmiştir.



Şekil 2.1. Tasarım Tabanlı Araştırmanın Uygulama Basamakları (Kuzu ve ark., 2011:25)

Okçu ve Sözbilir (2016)'da “görme yetersizliğine sahip olan 8. Sınıf öğrencilerinin ‘Yaşamımızdaki Elektrik’ ünitesi ‘Elektrik enerjisinin ısı enerjisine ve ışık enerjisine dönüşümü’ hedefi kapsamında yer alan, ısı ve ışık enerjisi ile ilgili olan kazanımlara yönelik” çalışmalarında tasarım tabanlı araştırma yöntemini kullanılmışlardır. Etkinliğin planlanması ve materyallerin tasarlanması aşamasında ise öğretim tasarımı çekirdek modellerinden ADDIE modelini kullanılmışlardır.

Yurdağül ve arkadaşları (2017)'de görme engelli kişilerin İngilizce kelime bilgisini geliştirmek amacıyla tasarım tabanlı araştırma yöntemini kullanmışlardır. Çalışmalarında “problemin tanımlanması amacıyla üniversite öğrencileri ve öğretmenleri ile ihtiyaç analizi yapmışlar, ihtiyaçlara, mevcut tasarım ilkelerine ve teknolojik araçlara dayalı olarak öğretim araçlarının tasarım ve geliştirme sürecini başlatmışlar ve araştırılan problemi çözmeyi amaçlayan geliştirilmiş bir çözüm” bulmuşlardır.

2.7. Öğrenme Ortamı Arayüz Tasarımı

Yeni nesil teknolojilerde kullanıcı ile bilgisayar arasındaki etkileşimi arayüz ortamları sağlamaktadır. Çoklu ortamların arayüzleri, kullanıcıyla etkileşimi sağlayan önemli

bir bileşendir. Çoklu ortamlarda kullanılan pencereler; grafiklerin, resimlerin, metinlerin, seslerin ve videoların sunulduğu kullanıcı arayüzünün bir parçasıdır. Kullanıcı arayüzleri, bu ortamların kullanılabilirliğinin, etkililiğinin ve kullanıcı rahatlığının bir göstergesidir (Budak, E., 2012). Günümüzde eğitim alanında web teknoloji uygulamaları artmaktadır. Gelişen çoklu ortam tabanlı öğretim tasarımlarının engelli bireylere göre erişilebilir içeriklerinin aynı oranda artmadığı Web İçerik Erişilebilirlik Kuralları (WCAG-Web Content Accessibility) 2.0 kriterlerine bakıldığında görülmektedir. Web kullanıcı dostu arayüzü geliştirilmesinde en önemli hedef, engelli kişilerde dahil mümkün olan en geniş kullanıcı yelpazesinin erişimine açık hale getirmektir.

Web İçeriği Erişilebilirlik Kılavuzları (WIEK), web içeriği erişilebilirliği için tek bir ortak standartla, tüm dünyada bireyler ve kuruluşlarla işbirliği içinde W3C sürecinde gelişmiştir. WIEK, belgelerin engelli kişiler için web içeriklerini daha erişilebilir hale getirmeyi sağlar(w3.org,2012). Web içeriği erişilebilirlik kılavuzu (WIEK)'ndaki ilkeler aşağıda verilmiştir.

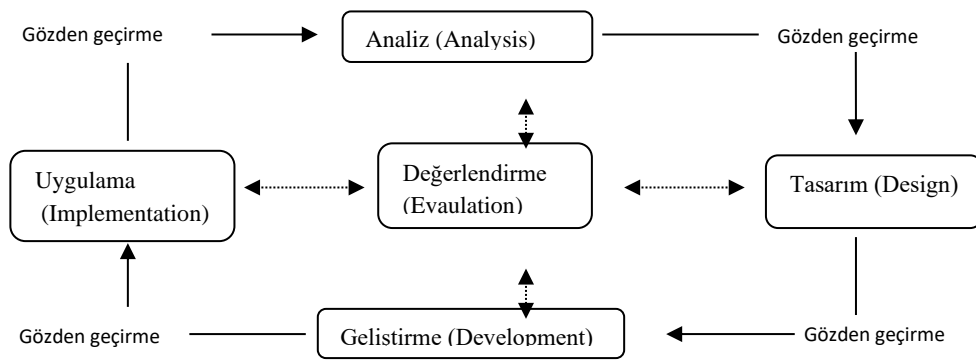
- Kavranabilirlik; bilgi ve kullanıcı ara yüzü bileşenleri kullanıcılara kavrayabilecekleri şekillerde sunulabilir olmalıdır. İçerik bilgi kaybı olmadan değişik şekillerde sunulmalıdır. Ayrıca içerik kullanıcıların daha rahat okuyabilmesi, görebilmesi ve duyabilmesi için arka plana göre vurgulanmalıdır.
- Uygulanabilirlik; arayüzde bulunan öğeler ve site içinde gezinti kullanıcılar tarafından rahat ulaşılabilir olmalıdır. Ara yüz kullanıcının başaramayacağı bir etkileşim gerektirmemelidir. Sitede yer alan işlevsellik mümkünse klavye kısa yollarıyla erişilebilir kılınmalıdır. Ayrıca kullanıcılara içeriği okumak ve kullanmak için yeterli süre sağlanmalıdır. Aynı zamanda kullanıcılara gezinmek, içerik bulmak ve nerede olduklarını saptamaya yardım etmek için alternatif yollar sağlanmalıdır.

- Anlaşılabilirlik; kullanıcı ara yüzü bilgisi ve işlemi anlaşılabilir olmalıdır. Kullanıcılar ara yüzde sunulan bilgileri ve ara yüzün nasıl çalıştırıldığını anlayabilmelidir. İçerik veya çalışma yöntemi kullanıcıların anlayış düzeyinin üzerinde olmamalıdır. Sitede yer alan metin içeriği okunabilir ve anlaşılabilir olmalıdır. Kullanılan özel adlar, teknik terimler, kısaltmalar kullanıcılar için anlamlı olacak şekilde belirtilmelidir. Bunun yanı sıra kullanıcıların hatalardan kaçınmasına ve hataları düzeltmelerine yardım eden bir ara yüz olmalıdır.
- Sağlamlık; içerik çeşitli kullanıcı araçları ve destek teknolojiler tarafından güvenilir şekilde yorumlanabilmelidir. Teknolojiler ve kullanıcı araçları geliştikçe, içerik erişilebilir olmaya devam etmelidir (Eskinazi, 2011, WIEK,2010).

Word Wide Web konsorsiyumu tarafından erişilebilirlik ilkelerine göre web ortamında ders materyallerinin değerlendirilmesinde hazırlanan soruların tasarlanması ve oluşturulmasında sesli ve görsel içerik alternatiflerinin olması, zıt renklerle verilen bilgilerin herkes tarafından anlaşılmasının sağlanması, uygun işaretleme ve biçim yapısının kullanılması, tabloların görmeyenler için de anlaşılır hale getirilmesi önerilmektedir (Web Content,2009).

2.7.1. ADDIE modeli ile web arayüz tasarımı

Etkileşimli çoklu ortamlarda kullanıcı ile etkileşimli bilgisayar ekran arayüzlerinin nasıl tasarlandığı önemlidir. Sistemik bir süreç içeren ADDIE modelini takip ederek yapılan unsurlar çevrimiçi veya yüz yüze herhangi bir ortamda kullanılabilir (Aldoobie, 2015).



Şekil 2.2. ADDIE Model (https://en.wikipedia.org/wiki/ADDIE_Model)

ADDIE modeli, eğitsel bir modelin planlanması, geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesini kapsayan ve eğitim ortamını, öğreneni, öğretene, ölçme-değerlendirmeyi ve dış etkenleri de içine alan bir öğretim tasarımıdır (Sözbilir vd, 2016). Şekil 2.2.'de ADDIE tasarımı sürecinde, Analiz (Analysis), Tasarım (Design), Geliştirme (Development), Uygulama (Implementation) ve Değerlendirme (Evaluation) adımları bulunmaktadır (McGriff, 2000). ADDIE modelindeki her aşama birbirine ilgilidir ve birbirine etkileşim halindedir.

Analiz (Analysis) aşamasında; hedef kitlenin beklentileri ve ihtiyaçları detaylı olarak ele alınarak, seçilen öğretimsel probleme ne türlü çözüm yolları getirileceği, konu alanı uzmanından görüşler de alınarak, içerik ve yapılacak iş ile ilgili bilgiler toplanarak ele alınan problemin çözüm yolları için kullanılır.

Tasarım (Design) aşamasında; analiz aşamasından gelen bilgiler tasarım aşamasının temelini oluşturur. Tasarım aşamasında, genel olarak hedeflerin neler olduğu, hedeflere ulaşıldığının nasıl bilineceği, hangi strateji ve materyaller hedeflere ulaşmaya yardımcı olacak sorularına cevaplar aranmaktadır. Bunun yanında, hedef kitle için hangi sunum biçimlerinin kullanılacağı, hangi alıştırmaların ya da etkinliklerin yaptırılacağı bu aşamada belirlenmelidir.

Geliştirme (Development) aşamasında; materyaller üretilir, kontrol edilir ve değerlendirilir. Bu aşamada, üretilen materyaller neye benzeyecek sorusuna yanıt aranır. Ürün bu aşamada geliştirilir ve çoğunlukla düzeltmeye dönük bir

değerlendirme yapılarak, yeniden düzenlemeye gidilir (Arkün vd., 2009). Bu aşama, analiz ve tasarım aşaması olan ilk iki aşamaya bağlıdır. Eğer bu aşamalar doğru yapıldıysa geliştirme daha kolay olacaktır. Ayrıca, seçtiğimiz teknolojinin çalışmaması halinde yedekleme planının da hazır olması gerekir (Aldoobie, 2015).

Uygulama (Implementation) aşamasında; maksimum verimlilik ve olumlu sonuçlar elde etmek için bireylere öğrenme, süreç, ürün ve hizmetler sunulmaktadır. Tasarım değerlendirmesi, uygulama aşamasında yapılır. Tasarımcılar bu aşamada projenin başarısı için aktif bir rol oynamaktadır. Geliştiriciler etkili ürün sunumunu sağlamak için sürekli olarak analiz etmeli, yeniden tasarlamalı ve geliştirmelidir (Donclark, 2015) Uygulama aşamasında kavramlar ve malzemeler süreç boyunca sınanmış olsa da, daha fazla geliştirme veya yeniden tasarım gerektiren konuları ortaya çıkarabilir (Instructional Design Expert, 2009).

Değerlendirme (Evaluation) aşamasında; plan başlangıçtan itibaren değerlendirilir. Problem nasıl çözüldü, etkisi ne oldu, ne türlü değişiklikler ve güncellemeler gereklidir sorularına yanıt aranır. Süreç değerlendirme, çoğu zaman geliştirme aşamasında yapılan ve süreç devam ederken yapılan değerlendirmedir. Hazırlanan öğrenme ortamı uygulandığında, ürün değerlendirme ele alınan öğretimsel problemin ne denli çözüldüğü konusunda fikir verir (Rossi, 2013).

2.7.2. Uyarlanabilir (Kişiselleştirilebilir) öğrenme ortamı

Yeni nesil teknolojik cihazların gelişmesiyle bireylerin akademik hayatta içeriklere ve içeriklerin değerlendirme sınavlarına ulaşabilmeleri de gittikçe kolaylaşırken, engel grubundaki bireyler için bu durum dez avantaj olmaktadır. Bireylerin içinde bulunduğu durumlara veya bireysel farklılıklarına göre arayüzlerin uyarlanabilir (kişiselleştirilebilir) öğrenme ortamları ile desteklenmesi gerekir.

Blom (2000) ve Özarıslan (2010)'a göre; kişiselleştirme, bireyin kendi kişiliğine uygunluğunu arttırmak için bir sistemin işlevselliğini, arayüzünü, bilgi içeriğini veya ayırt ediciliğini değiştirme süreci olarak tanımlanmaktadır. Literatürde,

kişiselleştirilebilir öğrenme kavramına, uyarlanabilir öğrenme şeklinde de rastlanmaktadır.

Kişiselleştirilebilir (uyarlanabilir) öğrenme ortamlarının geliştirilmesinde her birey için bireysel farklılıkların göz önünde bulundurulduğu öğrenme ortamı önemli olmaktadır. Bireysel farklılıklar; öğrencilerin öğrenme stilleri, öğrenme hızları, yetenekleri, beklentileri, hazır bulunuşlukları, deneyimleri, motivasyonları gibi birçok özellik olabilir (Şahin ve Kışla, 2013).

Kullanıcıların çeşitli özelliklerini yansıtan kullanıcı arayüzü oluşturularak, kişisel tercihlere dayalı seçenekleri otomatik olarak sunan sistemlere uyarlanabilir hiper ortam denmektedir (Brusilovsky, 1995). Uyarılama süreci, bireysel farklılık durumlarına göre, birey ile ilişkili karar verme adımıyla başlamaktadır. Uyarılama tekniklerinden arayüzün uyarlanması, kişisel tercihlere dayalı olarak sayfaların görsel arayüzünün değiştirilmesidir (İnan, F., 2013).

Öğrenme yönetim sistemleri paylaşılabilir ve yeniden kullanılabilir öğrenme nesnelere ve yazılım ajanları sayesinde kişiselleştirilebilir ve uyarlanabilir öğrenme ortamlarından biridir. Uyarlanabilir sistemlerde kişiselleştirme ajanları, konu seçimi ajanı ve içerik ajanı olabilir. Kişiselleştirme ajanları; kullanıcının ön bilgileri, tercihleri ve ilgi alanları hakkında bilgileri toplar. Konu seçimi ajanı; kullanıcı modelinden gelen bilgilere göre tanımlanan öğrenci özelliklerine uygun okumalar, video, yazılım inceleme ve dergi adlarını içeren, öğrenme nesnesi ve üst verilerinden oluşan içerik paketini oluşturur. İçerik ajanı ise; hazırlanan konu paketlerinin sunumunu sağlar (Çetin ve Altun, 2014).

2.8. Kullanıcı Tanıma İşlemlerinde Biyometrik Veri

Günümüzde günlük hayatta ve iş hayatında kullanılan bilişim sistemlerinde biyometrik verilerin önemi gittikçe artmaktadır. Biyometrik sistemler kişisel parola tanımda, hastanelerde hasta takip sistemlerinde, cep telefonları, bankalar, uzaktan eğitim sınav işlemleri, hava alanı giriş çıkış işlemleri gibi uygulamalarda kullanılmaktadır (Yalçın,

2015). Benzer şekilde eğitim – öğretim süreçleri ve öğrenci özlük işlerinin yürütüldüğü öğrenme yönetim ve bilgi sistemlerinde de biyometrik veri ile kullanıcı tanıma uygulamalarının yaygınlaşacağını öngörmek mümkündür.

Bireylerin fiziksel ve davranışsal özelliklerini tanımlayarak kimliklendirme yapan sistemler, biyometrik sistemler olarak adlandırılmaktadır. Biyometrik veriler fiziksel ve davranışsal olarak iki gruba ayrılmaktadır. Birinci grupta olan fiziksel biyometrik veriler, bir bireyin fiziksel özelliklerine bağlı olan parmak izi, iris, yüz, el izi gibi özellikleri içermektedir. İkinci grupta olan bireyin davranış özelliklerine bağlı olan biyometrik veriler, ses ve el yazısı özellikleridir (Ngugi ve Kamis, 2011; Mudholkar ve ark., 2012) Bunlardan parmak izi, el geometrisi, ses, retina, yüz ve imza en yaygın kullanılan biyometrik sistemlerdir.

Biyometrik sistemlerin kullanıldığı durumlarda biyometrik tanıma algoritmalarının çalıştırıldığı uygulamalar kullanılmaktadır. Bu uygulamalar genel olarak algılama, özellik çıkartma ve eşleştirme aşamalarından oluşmaktadır (Ahmed ve Traore 2005'ten aktaran Mudholkar ve diğ., 2012). Cihazlar veya uygulamalar aracılığı ile kullanıcılardan alınan biyometrik veriler, tanıma algoritmalarındaki belirtilen süreçlerden geçirilerek tanımlama işlemleri gerçekleştirilmektedir.

2.8.1. Çevrimiçi sınav sistemlerinde biyometrik veri

Bireyler, gelişen dijital teknolojik dünyada bireyselleşmeye doğru giden sistemler ile kendilerine özgü başarıyı sağlayan uygulamaları kullanma eğilimindedirler. İster normal yaşam sürecinde, ister eğitim öğretim hayatında çevrimiçi olarak zaman ve mekandan bağımsız yöntem ve uygulamalarla etkinliklerini yürütebilmektedirler. Bunun en belirgin örneği pandemi süreci olarak verilebilir. Günlük hayatta birçok işlemi (bankacılık, fatura ödeme, evden çalışma, cep telefonu uygulamaları gibi) mekandan bağımsız olarak çevrimiçi yöntem ve uygulamalar ile yapmaktalar. İş hayatında da birçok işlem (hasta randevu ve hasta takip, e-ticaret, sanal konferanslar, kurumların e-devlet uygulaması, e-imza gibi) zamandan tasarruf sağlayarak, aynı mekanda olmaksızın uzaktan erişim ile gerçekleştirilmektedir. Aynı zamanda eğitim

öğretim sürecinde de pandemi ile derslerin anlatımı, konu takibi, ders materyalleri, değerlendirmeler de mekandan bağımsız senkron / asenkron ile gerçekleştirilmektedir (Can, 2020; Yaman, 2021; Sönmez ve Cemaloğlu,2021) .

Çevrimiçi uygulamalarda yapılan çalışmalarda biyometrik verilerin kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Çünkü biyometrik veriler tektir ve eşsizdir; her bireyi, diğer bireylerden ayıran belirleyicilerdir. Karakteristik özellikler süreklilik gösterir ve çoğunlukla zamanla değişmez. Biyometrik verilerin gün geçtikçe daha yaygın kullanılmasında bu karakteristik verilerin elde edilebilir olması ve performans açısından da biyometrik verilen kullanıldığı teknolojilerin hız ve doğruluğunun yüksek olması etkilidir (Elumalai ve Kannan, 2011).

Eğitim öğretim hayatında ölçme değerlendirme ortamlarından biri de uzaktan eğitim platformlarıdır. Bu platformlarda gözetimli veya gözetimsiz olarak bireylerin performanslarının değerlendirilmesi yapılabilmektedir (Aisyah ve ark., 2018; Shraim, 2019). Çevrimiçi olarak ölçme değerlendirmede bireylerin sistemde kullanıcı oturumu açmaları gerekmektedir. Genel olarak bu tür sistemlerde sabit bir kullanıcı adı ve parola olarak klavye yardımıyla girilen alfa numerik veri ile kontrol sağlanmaktadır. Oysaki günümüzde birçok alanda biyometrik veriler ile güvenli olarak işlemler yapılabiliriyorsa, eğitim öğretim hayatında ölçme değerlendirmede bireylere ait tek, eşsiz veriler aracılığı (Timirgaleeva ve ark., 2019) ile kullanıcı oturum açmaları kontrol edilebilmesi mümkündür.

Çevrimiçi eğitim-öğretim ortamlarında, ortamda oturum açan kullanıcı ile ölçme-değerlendirme etkinliğine katılan kullanıcının aynı kişi olup olmadığı, sınav güvenliği açısından önemlidir. Bu durum hem sınava katılan öğrencilerin kimliğini tespit etme konusunda eğitmenlere ya da gözetmenlere yardımcı olacaktır, hem de sınavlar esnasında kimlik kontrolü konusunda zaman açısından tasarrufu sağlayacaktır (Keskin, 2015).

Bu konuda genel olarak parmak izi ve yüz tanımayla ilgili alanyazınında çalışmalara daha çok rastlanmaktadır (Keskin, 2015; Idemudia, 2016; Kaya ve Güneş, 2016; Garko

ve Ahmad, 2017). Biyometrik verilerden biri olan ses, sistemi kullanan bireyleri hem tanıma, hem de doğrulama amaçlı işlenebilecek verilerden biridir. Alanyazınında farklı amaçlar için geliştirilen ses tanıma ve doğrulamaya ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Desai ve ark., 2014; Harisha ve ark., 2017). Ancak bu çalışmalarda ses destekli sınav sistemlerinin aynı mekanda gözetimli olarak yapıldığı veya sınav güvenliğinin birinci dereceden öncelik olarak dikkate alınmadığı görülmektedir. Günümüzde uzaktan eğitim platformlarında ölçme değerlendirme etkinlikleri genellikle engeli olmayan bireylere göre düzenlenerek yapılmaktadır. Ancak farklı engel gurubundaki bireyler tarafından da bu platformlara erişim ve kullanılabilirliğin dikkate alınması gerekmektedir.

Alanyazınında Papadopulos ve ark. (2014)'de hem az gören hem de tamamen göremeyen öğrenciler için üniversite sınavlarında soruları sunarken büyüklüğü ayarlanabilir yazı tipleri, renk kontrastı, elektronik olarak büyütülmüş metin ekranı seçimi, sentetik seslendirme, ekran okuma gibi alternatifler sunduklarını belirtmekte ve katılımcıların soruyu cevaplamak için bir klavye kullandığını ifade etmektedirler. Khan ve ark. (2015) görme engelli öğrenciler için çevrimiçi sınav çalışmasında, sınava giren öğrenciler sisteme kaydedilmiş ve kendi resimleri yüklenerek, katılımcıların sistem kimliği ve görüntüsü şifre olarak kullanılmış, katılımcılar sınav sırasında soruları sesli olarak cevaplamışlardır. Deepika ve ark. (2017)'de çalışmalarında görme engelli öğrenciler için sınavlarında soruların ekranda görüntülendiğini, sistem tarafından soruların okunduğunu ve katılımcıların sistem klavyesini kullanarak seçeneklerini işaretlediklerini belirtmişlerdir. 2017'de Şenel ve Kutlu tarafından yapılan bir başka çalışmada bilgisayarlı uyarlamalı test (CAT) ile okuyucu destekli kağıt-kalem testinde öğrenci görüşleri alınarak karşılaştırma yapılmıştır. Çalışmalarında, GEÖ'in sisteme girişleri sırasında kullanıcı adı ve şifre verilerinin araştırmacı tarafından girildiği belirtilmiştir.

İncelenen çalışmaların neredeyse tamamında sistem kullanıcısı ile uygulamayı / sınavı düzenleyen aynı ortamda olduğu, kontrol ve denetlemelerin fiziksel olarak gözetimli yapıldığı, bilgisayar destekli platformların ise sadece ölçme değerlendirme etkinliğinin gösterim / kullanım aracı olarak yer aldığı görülmektedir. Ancak COVID -19 pandemi

süreci de göstermiştir ki eğitim öğretim faaliyetleri kadar, ölçme değerlendirme etkinliklerinin de mekan bağımsız, uzaktan denetimli olarak yapılabilmesi bir gerekliliktir. Bu tip uygulamalarda biyometrik verilerin sürekli kontrolü çevrimiçi sınav güvenliğini sağlama bakımından önemli bir alternatiftir. Halen bu amaçla yapılan uygulamalarda kullanıcıların sürekli kamera görüntüsü alma ve bir gözetmenin bu kamera görüntülerini izlemesi gibi yöntemler denenmektedir (Hürriyet, 2020). Sürekli kamera görüntüsü alma, özellikle eş zamanlı çok sayıda kullanıcının katıldığı sınavlarda uzak erişimli gözetimin güçlüğü, kullanılan bant genişliğinin yüksek olması ve elde edilen görüntülerin sonradan erişilmek üzere depolanmasının oluşturduğu zorluklar, yüksek maliyetli yatırımlar ile çözülebilmektedir.

Çevrimiçi sınavlarda ses biyometrik verisinin kullanılması, doğrudan sistem tarafından işlenerek anlık yanıt vermesine ve hem sınav güvenliliğinin sürekliliği, hem de bahsi geçen yüksek maliyetli yatırım gereksinimini azaltması bakımından önem taşımaktadır.

2.9. Ses

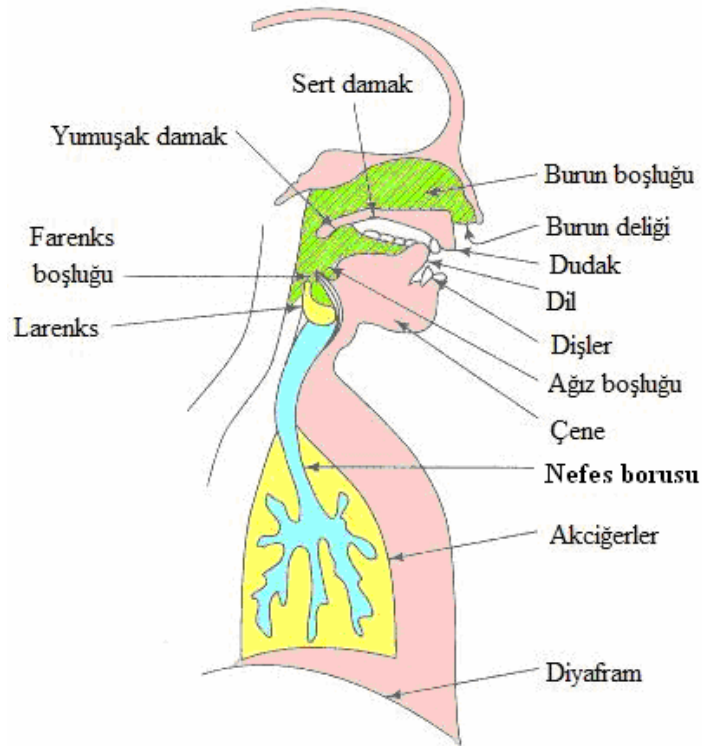
Fiziksel olarak ses; gaz, sıvı veya katı ortamlarda oluşan mekanik titreşimlerdir. Bu titreşimlerin ses olarak algılanabilmesi için, yayılım ortamı, kulak hassasiyeti ve enerjiye sahip olması gerekir (Güner ve Ergenç,2015). Ses dalgası, ses üretim sistemini meydana getiren anatomik yapıların istemli hareketleri sonucunda oluşan, akustik bir basınç dalgasıdır.

Ses oluşumu fiziksel bir olaydır ve nesnelere titreşiminden meydana gelen ve uygun bir ortam içerisinde bir yerden başka bir yere, sıkışma ve genleşmeler şeklinde ilerleyen bir dalgadır (Tezer,2013). Ses, akciğerlerden gelen havanın oluşturduğu titreşimler, duyma organları tarafından algılanan fiziksel niceliklerdir ve dili oluşturan en küçük birimdir. Harf ise bu sesleri gösteren sembollerdir (Nabiyev, 2005).

2.9.1. Fizyolojik olarak sesin oluşması

Ses yolu, nefes borusu, gırtlak, ağız boşluğu ve burun yolundan oluşan bir geçittir. Ses yolunun belirli yerlerinde ses telleri denilen yarım daire biçiminde iki dudakçık ile küçük dil, damak, dişler, dudaklar gibi organlar bulunur. Bu organların birbirine ya da komsu bir organa yaklaşıp uzaklaşması ile ses yolu açılıp kapanır, daralıp genişler (Eray, 2008).

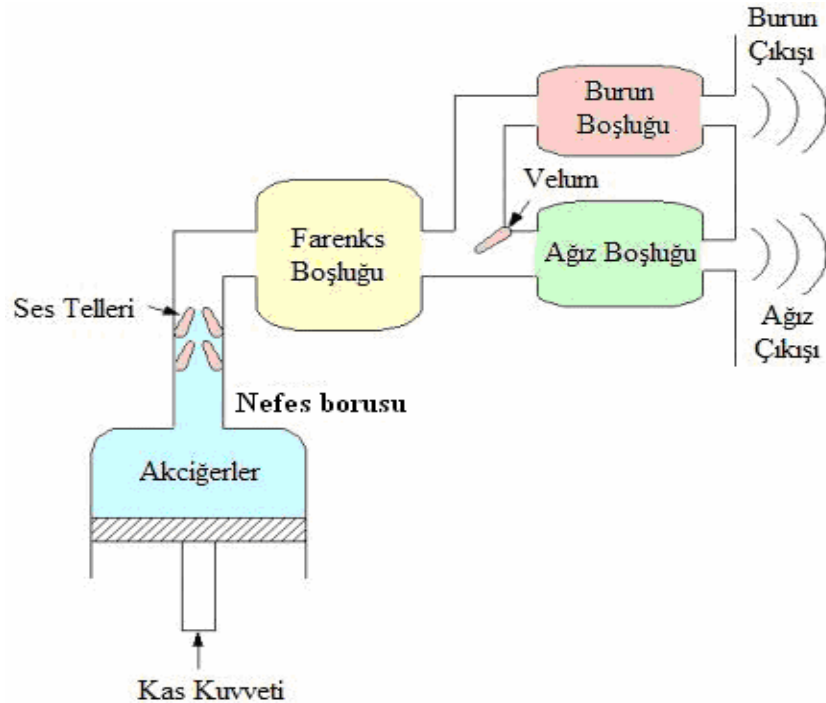
İnsan sesinin oluşumunda sırasıyla; akciğerlerden havanın pompalanması aşaması, titreşim, rezonans ve artikülasyon aşamasıdır (Nabiyev, 2005). Ham sesin oluşumu akciğerlerden başlar. Titreşim larenkste(gırtlak) ses tellerinde oluşur ve ham ses meydana gelir. Farenks, ağız, burun boşlukları ve paranasal sinüsler rezonans bölgelerini oluştururlar ve sesin güçlendirilmesinde görev alırlar. Dil, dişler, dudak ve damak ise artikülasyon organları olarak güçlendirilmiş ham sesi isleyerek anlaşılabilir tanınan bir fonem haline getirirler. İnsanda ses oluşumunun gösterimi Şekil 2.3.'te gösterilmektedir.



Şekil 2.3. Ses Oluşum Gösterimi (Eray, 2008: 9)

Sesbilimde rezonans ve artikülasyon, boğumlanma biçiminde birleştirilir ve sesin oluşumu için genellikle üç asama olarak Şekil 2.4.'te ele alınır (Eray,2008).

- Nefes verme: Bir körük gibi işleyen akciğerler, havayı yeterince sıkıştırarak nefes borusundan ağza doğru iterler. Bunun solunumdan farklılığı ise isteme ve duruma bağlı olmasıdır.
- Selenleşme: Ağza doğru itilen hava, nefes borusunun sonundaki gırtlakta ses telleri ile karşılaşır; bunlar havanın itişiyile birbirinden az ya da çok ayrılırken, titreşirler. Bunların titreşimi, havayı titreştirir. Böylece hava selen durumuna gelir. Sesbilimde ses, gırtlakta ses tellerinin titreşimi ile oluşan biçimlenmiş yalın selendir.
- Boğumlanma: Selenleşen hava, ses yolunda devam ederken ağız boşluğu ile burun geçidinin kesiştiği yere gelir. Burada küçük dil bulunmaktadır. Küçük dil, selenleşen havanın istenilen biçimi alabilmesi için ya burun geçidini kapatır ya da büyük dil ile ağız geçidini kapatıp burun geçidine yol verir.



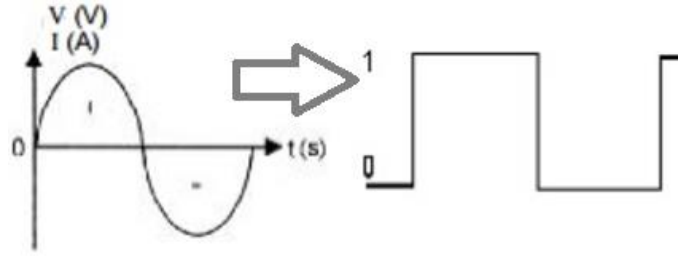
Şekil 2.4. İnsanda Ses Oluşumu Mekanizmasının Şematik Gösterimi (Meral, 2008:7)

Selenleşen hava, burun geçidine giderse geniş sesleri oluşturur; ağız boşluğuna giderse büyük dilin kamburlaşması, yayılması, damağa ya da dişlere dokunup çekilmesi vb. sonucunda boğumlanır, yani bir engelle karşılaşınca istenilen biçimi alır. İnsan sesi temel ton ve ikincil tonlardan veya harmonilerden oluşmaktadır. Bir titreşimin frekansı, hareketin kendi kendine özdeş olarak, 1 saniyedeki yinelenme sayısıdır. Saniyedeki bu titreşim sayısı Hz (hertz) ile ölçülmektedir. Sesin bir diğer özelliği ise şiddetidir. Sesin şiddeti onun enerjisi ile ilişkilidir. Sesin şiddeti genellikle logaritmik bir birim olan desibel (dB) ile ölçülür.

2.9.2. Fizyolojik insan sesinin bilgisayarda sayısallaştırılması

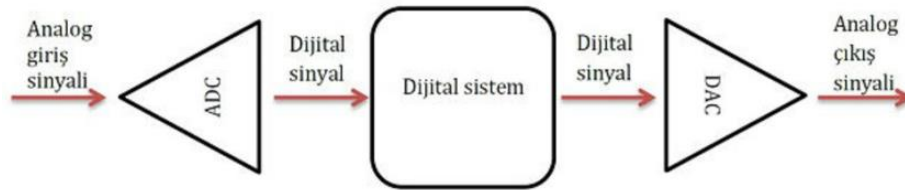
İnsanda sesli iletişim, beyinde konuşma seslerini üreten sinirsel hareketleri aktive eden bir düşünce ile başlar. Dinleyici, konuşmayı beyin anlayacağı sinirsel sinyallere dönüştüren işitme sistemi yardımıyla alır. Konuşmanın anlaşılması süreci, dinleyicideki işitme sistemi ile başlar. Ses ilk olarak, bir filtreler bankası şeklinde frekans analizi gerçekleştiren iç kulaktaki salyangoz'a iletilir. Bunu izleyen sinirsel dönüşüm süreci ile spektral sinyaller, işitsel sınırlara iletilen aktivite sinyallerine dönüştürülür (Baygün ve Yaldır, 2006).

Bireyler tarafından söylenen sesler, harfler veya kelimeler analog işaretlerdir. Analog işaret (sinyal), zamanda işaretin genliğinin sürekli ve zamanın her noktasında tanımlı olmasıdır. Bilgisayarlar aracılığı ile iletişimin sağlanabilmesi için konuşma tanıma işleminin gerçekleşmesi gerekmektedir. Ses tanıma sistemleri insanlar arası sesli iletişim sürecinde dinleyicinin yaptığı işlevleri yapay olarak gerçekleştirmeye çalışır. Bilgisayarlar analog işaretler (sinyaller) üzerinde doğrudan olarak işlem yapamazlar. Böylece analog işaretlerin sayısal işaretlere (sinyallere) dönüştürülmesi gerekmektedir (Şekil 2.5.). Sayısal işarete ise, işaretin (sinyalin) genliği ve zamanı ayrıktır.



Şekil 2.5. Analog Sinyalin Dijital Sinyal Gösterimi (Elektrik Rehberiniz, 2015)

Analog işaretlerin (sinyallerin) bilgisayarlar tarafından yorumlanabilmesi için dijital işaretlere (sinyallere) dönüştürülmesi gereklidir. Aynı şekilde dijital sinyallerin de bireyler tarafından anlaşılabilmesi için tekrar analog işaretlere (sinyallere) dönüştürülmesi gerekir. Bu işlemlerin gerçekleşmesi Analog –Dijital dönüştürücüler (AD Converter) ve Dijital-Analog dönüştürücüler (DA Converter) le sağlanır (Megep, 2012) .



Şekil 2.6. Analog Dijital Dönüştürücü ve Dijital Analog Dönüştürücü Dönüşümü

2.9.3. Sayısal ortamlarda ses tanıma

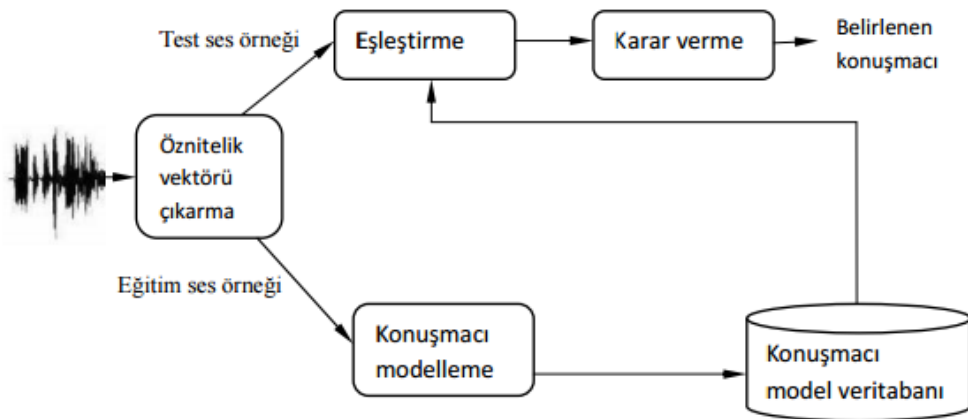
Ses tanıma, örüntü tanıma sistemlerinin özel bir uygulama alanıdır. Örüntü tanıma; önce sistemin eğitilmesi (training) ve ardından eğitilmiş sistemin test edilmesi (testing) işlemleri gerçekleştirilir. Eğitim aşamasında giriş örüntüleri incelenerek özellikler çıkarılır. Bu özellikler bir kütüphane bilgisi oluşturur. Tanıma aşamasında kütüphanedeki bütün özellikler ile bilinmeyen örüntünün özellikleri karşılaştırılır (Eray,2008).

Ses tanıma; “Özellik Çıkarımı” ve “Sınıflandırma” olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. “Özellik Çıkarımı”, konuşma işaretinden kişiyi temsil eden parametrelerin elde edilmesidir. “Sınıflandırma” aşaması ise; özellik çıkarımı

kısmında elde edilen parametreler kullanılarak bilinmeyen test verisinin kime ait olduğunun bulunması için değişik sınıflandırma algoritmalarının kullanılmasıdır (Hanilçı, 2007).

Sayısal ortamlarda konuşmacı tanıma sistemleri dört sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar (Karasartova 2011; Ramgire ve Jagdale, 2016; Çelikleş 2019)

- Konuşmacı bağımlılığına göre
 - a. Konuşmacı bağımlı konuşma tanıma
 - b. Konuşmacı bağımsız konuşma tanıma
- Temel alınan ses birimine göre
 - a. Kelime tabanlı konuşma tanıma
 - b. Fonem tabanlı konuşma tanıma
- Sesin sürekliliğine göre
 - a. İzole kelime tanıma
 - b. Bağlı kelime tanıma
 - c. Sürekli konuşma tanıma
- Metne göre
 - a. Metin bağımlı konuşma tanıma
 - b. Metinden bağımsız konuşma tanımadır.



Şekil 2.7. Konuşmacı Tanıma Sistemlerinin Genel Yapısı (Karasartova, 2011:6)

Şekil 2.7.'de konuşmacı tanıma sistemlerinin genel yapısı verilmiştir. Konuşma veri örneklerinin veritabanına kaydedilmesi; konuşmacı bağımlı sistemlerde her bir kullanıcıya ait ses örneklerinin, seçilen kelimelere göre veritabanına belli bir frekans ve saniye ile kaydedilmesi işlemidir.

Öznitelik çıkarma; kaydedilen tüm ses örneklerinin boyutlarının birbirinden farklı olması nedeniyle tüm örneklerin aynı boyutta temsil edilmesi gerekmektedir. Öznitelik çıkartma işlemi ses dosyasından işe yarayan ve istenilen özelliklerinin tespit edilmesini ve onların aynı özellik sayısı ile temsil edilmesini sağlar. Öznitelik çıkartma işlemi konuşmacıların konuşma stilleri arasındaki analitik farkı belirtmelidir.

Konuşmacı Modelleme (Eğitim); konuşmacıları konuşma sinyal özniteliklerine göre modellemeyle uğraşır. Amaç konuşmacının sesini eğitimde kullanılacak örneklere göre genelleştirmektir.

Modelleme (Karşılaştırma); adımı aslında bir test adımındır. Tüm konuşmacıların konuşmacı veritabanında nasıl temsil edileceği belirlendikten sonra, bu kayıtlı konuşmacılardan birisinin, yeni bir konuşma örneği alınır. Bu örneğin öznitelikleri tespit edildikten sonra bu veriler, veritabanındaki konuşmacıların özellik verileri ile karşılaştırılır.

2.9.3.1. Öznitelik çıkarma yöntemleri

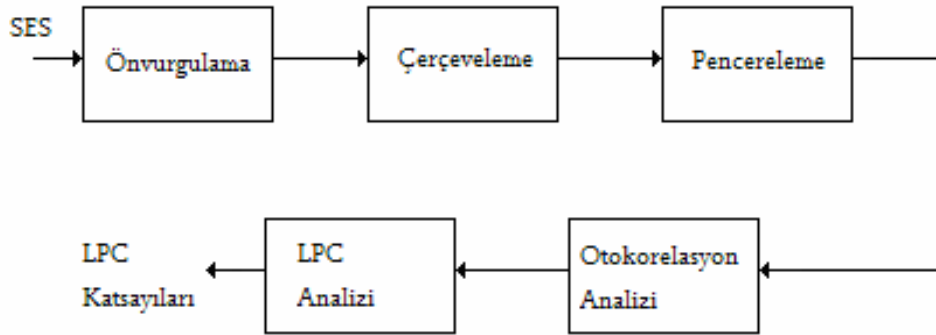
Ses sinyallerinin tanınabilmesi için bu sinyallerin doğru şekilde ifade edilmesi gerekmektedir. Yani, incelenen ses sinyalinin içinde barındırdığı ve yalnızca tanınması hedeflenen kelimeye ait unsurlar belirlenmelidir. Daha sonra belirlenen bu unsurların bir öznitelik vektörü ile ifade edilmesi gerekir (Dede,2008). Öznitelik çıkarma yöntemlerinden bazıları olarak;

- Doğrusal öngörü kodlama (Linear Predictive Coding, LPC)
- Mel-frekans kepsstral katsayıları (Mel Frequency Cepstral Coefficient, MFCC)
- Doğrusal algı öngörü yöntemi (Perceptual Linear Prediction, PLP) sayılabilir.

Literatürde MFCC özellik çıkarımı yönteminin doğruluk oranı yüksek olduğundan ve insan kulağının duyma özelliğine göre algısal olarak iyi olduğundan, çalışmada kaydedilen ses sinyallerinde bu yöntem kullanılacaktır. Kısaca özellik çıkarma yöntemlerine ait bilgilere aşağıda yer verilmiştir.

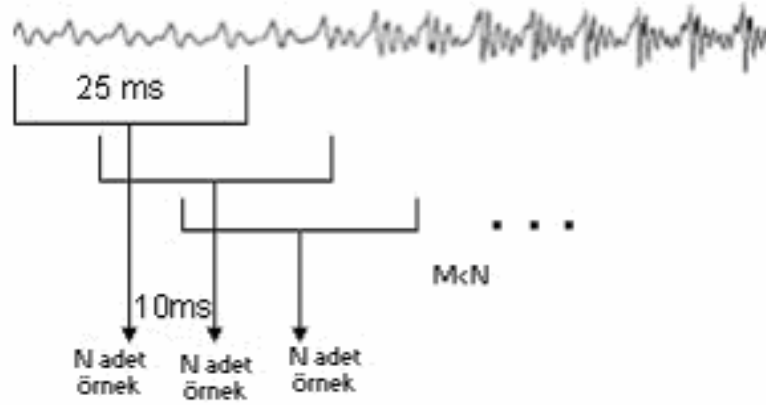
- LPC (Linear Predictive Coding, Doğrusal Öngörü Kodlama) Özellik Çıkarımı

Doğrusal öngörüsül kodlama tekniğinin kısaltılmış adıdır. LPC, insan gırtlığı, ağız yapısı ve ses özelliklerinin modellendiği bir sayısal analiz tekniğidir. Bu teknik, sıradaki örneğin önceki bir dizi örnekten yaklaşık olarak elde edilebileceği prensibine dayanır. LPC analizi ile elde edilen sayılar LPC katsayıları (LPCC) olarak Şekil 2.8.'de gösterildiği gibi adlandırılır (Dede,2008).



Şekil 2.8. Doğrusal Öngörü Kodlama yönteminin blok diyagram olarak gösterimi (Eray, 2008)

Önvgulama; sayısallaştırılmış ses sinyalinin düşük dereceli bir sayısal sistemden (genellikle bir birinci-dereceden FIR filtreden) geçirilmesine önvgulama denmektedir.



Şekil 2.9. Çerçeveleme (Öztaş, 2005:18)

Çerçeveleme; ses sinyali üzerinde kısa zamanlı spektral analiz yapabilmek için sürekli ses sinyali, N adet örnekten oluşan çerçevelere bölünür. İlk çerçeve N örnekten oluşurken, ikinci çerçeve ilk çerçeveden M örnek sonra başlar ve ilk çerçevenin N-M örnek kadar üzerine biner. Aynı şekilde üçüncü çerçeve ilk çerçeveden 2M örnek, ikinci çerçeveden M örnek sonra başlar ve ilk çerçevenin N-2M örnek kadar üstüne biner. Bu işlem tüm ses sinyali boyunca yapılır (Denklem 2.1)

$$X_n = \sum_{k=0}^{N-1} \left(x_k e^{-\frac{2\pi jkn}{N}} \right) \quad n=0,1,2,\dots, N-1 \quad (2.1)$$

X_k dizisini N uzunluklu frekans dizisine (X_n) dönüştürme işlemi yapılır.

Pencereleme her çerçeveyi pencereleyerek, sinyalin başındaki ve sonundaki süreksiz bölümleri minimize etmektir. Buradaki amaç, pencereyi kullanarak çerçevelerin başı ve sonundaki bilgi içermeyen bölümleri kırmak, dolayısıyla spektral bozulmayı engellemektir.

Eğer pencereyi $w(n)$, $0 \leq n \leq N-1$, her çerçevedeki örnek sayısını da N olarak kabul edersek, sinyalin pencerelenmiş hali $y(n) = x(n).w(n)$ olur. Pencereleme çeşitleri, Hamming, Hanning, Dikdörtgen ve Blackman pencerelemedir. Hamming pencerelemesinin formülü Denklem 2.2’de gösterildiği gibidir.

$$w(n) = 0.54 - 0.4 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) \quad (2.2)$$

Otokorelasyon Analizi; pencerelenmiş sinyalin her bir çerçevesine otokorelasyon analizi uygulanır. Burada p LPC analizinin derecesidir. Genellikle p , 8 ile 16 arasında bir değer seçilir. Otokorelasyon aşağıdaki şekilde tanımlanır. (Denklem 2.3) X_n : FFT'si alınmak istenilen sinyal, N : Mevcut örnek sayısı

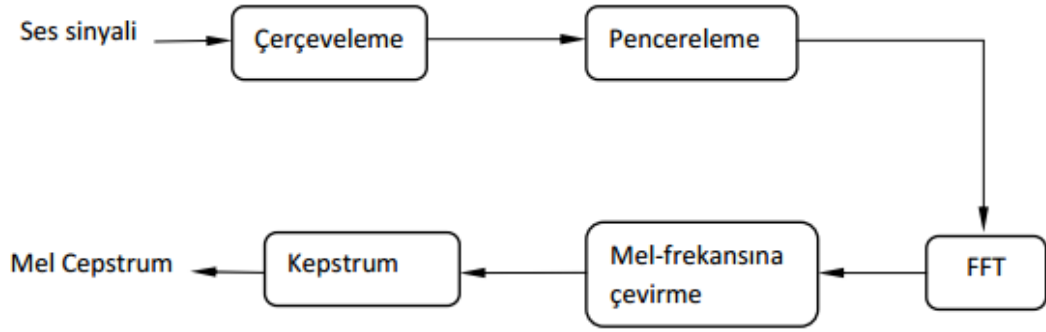
$$r(m) = \sum_{n=0}^{N-1-p} (X(n).X(n+m)) \quad m:0,1,\dots,p \quad (2.3)$$

Otokorelasyon analizinin bir yararlı tarafı da, sıfıncı otokorelasyonun ilgili çerçevenin enerjisini ifade ediyor olmasıdır. Bir çerçevenin enerjisi ses tanıma sistemleri için önemli bir parametredir.

LPC Analizi; her bir çerçeveye ait p +1 otokorelasyondan LPC parametre kümesi hesaplanır. LPC parametre kümesi LPC katsayılarından, PARCOR katsayılarından, cepstral katsayılardan dönüşümü sonucu elde edilen katsayılardan oluşabilir. Genellikle LPC analizi sonucunda elde edilen LPC katsayıları LPC parametre kümesi olarak sıkça kullanılmaktadır (Eray, 2008).

- MFCC (Mel Frekans Kepstral Katsayıları) Özellik Çıkarımı

Mel ölçeklendirme, insan kulağının duyma özelliğine göre oluşturulmuş algısal bir ölçeklendirmedir. İnsan kulağı frekansları doğrusal olarak algılayamaz. Mel, algılanan ses sinyal frekansı ölçüm birimidir. MFCC değişimlerden, ses dalga yapısından çok daha az etkilenir (Karasartova, 2011).



Şekil 2.10. MFCC Katsayılarının elde Edilmesi (Karasartova,2011)

Çerçeveleme; konuşma sinyallerinin karakteristik özellikleri küçük bir zaman aralığında kararlı kaldığından, ses sinyalleri kısa zaman aralıklarında işlenmelidir. Çoğu durumda en etkili zaman aralığı 20-30 ms arasında olmaktadır. Her çerçeve N tane konuşma örneğini ve önceki komşu çerçevenin belli bir M ($M < N$) tane örneğini içererek belli bir kısmını örter. Örtme yönteminin amacı bir çerçeveden diğerine geçişin yumuşak olmasını sağlamaktır (Karasartova,2011).

Pencereleme; çerçeve sonundaki ve başlangıcındaki süreksizliği önlemek için yapılan işlemdir. Pencereleme çeşitleri, Hamming, Hanning, Dikdörtgen, Barlett, Kaiser ve Blackman dir. Böylece öznitelik vektörüne katkı sağlamayacak katsayıların azaltılması amaçlanmıştır. Yaygın olarak kullanılan pencere yapısı Hamming penceresidir. Bu pencerenin tanımlayıcı fonksiyonu aşağıdaki gibidir. (Denklem 2.4)

$$w(n) = 0.54 - 0.46 \cos [2Tn/(N - 1)], \quad N - 1 < n < 0 \quad (2.4)$$

w(n): pencere, her çerçevedeki örnek sayısı N olarak denklemde gösterilmektedir.

FFT (Fast Fourier Transform); bu aşamada çerçevelenen ve pencerelenen ses sinyalinin genlik spektrumunun incelenmesi gerekir. Pencerelenmiş sinyalin genlik spektrumu ise FFT kullanılarak elde edilir. N tane örnekle ifade edilen sinyal için FFT hesaplaması,

Mel-Frekans Çevirme; mel birimi, insan kulağının algısal özelliğini taklit edecek şekilde tasarlanmış bir birimdir. Bu birimle oluşturulan doğrusal olmayan seriye, “mel ölçeği” denir. Mel ölçeği 1000 Hz’den düşük frekanslar için doğrusal, 1000 Hz’den

yüksek frekanslar için ise logaritmik değerlerde dağılım gösterecektir. Bu algısal spektrumu uygulamanın bir yolu mel ölçeğine göre dağılım gösterecek filtreler tasarlamaktır. Söz konusu filtreler sabit mel frekans aralıklarıyla dizilirler. Üçgen ve band geçiren özelliktedirler. Mel ölçeği ile frekans ölçeği arasındaki dönüşüm aşağıda verilen eşitlikle sağlanmaktadır. (Denklem 2.5) f: frekans (Hz) olarak, f_{mel} : mel ölçekte frekans dönüşümünü göstermektedir.

$$f_{mel} = 2595 \log_{10} \left(1 + f_{doğrusal} / 700 \right) \quad (2.5)$$

Kepstrum; sesler arasındaki farkların ve benzerliklerin nedeni insan gırtlak yapısından kaynaklanmaktadır. Kepstral katsayılar sesler arasındaki fark ve benzerlikleri ortaya çıkarmada kullanılan yöntemlerden biridir (Karasartova,2011). Frekans ve zaman bölgelerine geri dönüş söz konusudur.

Öncelikle mel frekans dönüşümü ile elde edilen mel filtre bankalarının çıktılarının logaritması hesaplanır. Daha sonra bu sonuçlara ayrık Fourier dönüşümü uygulanarak frekans bölgesinden zaman bölgesine geçiş sağlanır. Böylece incelenen sinyale ait MFC katsayıları elde edilmiş olur (Dede,2008).



Şekil 2.11. Kepstral Katsayılarının Elde Edilişi (Karasartova,2011: 11)

- PLP (Algısal Doğrusal Öngörü) Özellik Çıkarımı

LPC'nin bir varyasyonudur ve ilk olarak (1990) Hermansky tarafından ortaya atılmıştır. Bu yöntemdeki temel fikir, insan kulağının işitilebilir aralıkla ilgili, fiziki özelliklerinden türetilen bazı karakteristikleri dikkate almasıdır.

PLP'de de, LPC'de olduğu gibi bir dizi parametre hesaplanmaktadır. PLP parametreleri, DFT (Ayrık Fourier Dönüşümü) ve LP (Doğrusal Öncestirim) tekniklerinin birleştirilmesi ile hesaplanır (Eray,2008).

2.9.3.2. Karşılaştırma ve eşleştirme yöntemleri

Test aşamasında alınan ses verisinin işlenerek, veritabanında kayıtlı olan eğitim veri örnekleriyle karşılaştırılarak, eğitim verisi örnekleriyle eşleştirme yapılır. Eşleştirmenin saptanmasıyla kaydı gerçekleşen ses verisinin tanınma işlemleridir. Karşılaştırma ve eşleştirme işlemleri için;

- Dynamic Time Warping (DTW)
- Hidden Markow Model (HMM)
- Frekans Analizi
- Lineer Cebir
- Yapay Sinir Ağları yöntemlerinden biri kullanılır.

Uzaklık (Mesafe) ölçümlerine göre karşılaştırma yöntemleri Öklid, DTW, Hamming, Korelasyon, Minkowki gibi tanımlanabilir.

Öklid Uzaklık Ölçümü İle Karşılaştırma: Konuşmacı tanımada en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Dik koordinat sisteminde iki nokta arasındaki geometrik uzaklığın bulunması ilkesine dayanır (Denklem 2.6).

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (2.6)$$

x_i, y_i : Karşılaştırılacak vektörlerin elemanlarını, n : vektörlerin boyutunu göstermektedir.

DTW uzaklık ölçümü ile karşılaştırma; konuşmacı tanımada ses verilerini kaydederken zamana göre kaymalar olabilir. Bireyler seslendirme sırasında verileri farklı hızlarda söyleyebilirler. Dolayısıyla iki konuşma örüntüsünün bu değişim hızlarını ayarlayan bir mekanizma gereklidir. Öklid uzaklık ölçümü birebir eşleştirme yaparken, DTW doğrusal olmayan bir ölçüm ile karşılaştırma yapmaktadır.

$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ve $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ zamanda eş uzaklıktaki noktalarla örneklenmiş iki özellik serisi olmak üzere DTW ile bu serileri karşılaştırmak için bir yerel uzaklık ölçütüne ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ölçüt değerinin küçük olması özelliklerin birbirine daha çok benzediği anlamına gelmektedir.

$$D(n, m) := DTW(X(1:n), Y(1:m)) \quad (2.7)$$

D maliyet matrisi ile $p^*=(p_1, p_2, \dots, p_L)$ şeklindeki p^* optimal bükme yolunu bulan algoritma;

- $p_L=(N, M)$ elemanından başlayarak optimal bükme yolunun elemanları tersten ele alınır.
- $(n, m)=(1, 1)$ ise $l=1$ olduğundan işlem sona erer. (özyineleme için taban durumu)
- Diğer durumlarda p_{L-1} değeri şu şekilde bulunur: (Denklem 2.8)

$p_{L-1}:=$

$$\begin{cases} (1, m-1), & n=1 \\ n-1, 1 & m=1 \\ \text{argmin}\{C(n-1, m-1), C(n-1, m), C(n, m-1)\} & \text{diğer} \end{cases} \quad (2.8)$$

“argmin” sonucunda benzersiz bir değer bulunamazsa, sözlüksel biçimde en küçük ikili alınır.

Öklid, Manhattan vb. uzaklıklarla X ve Y serileri üzerindeki aynı indisli noktalar arasında hizalama yapılması benzerlik ölçütünü tanımlamada yetersiz kalacaktır. Bunun yerine DTW kullanılarak esnek bir hizalama yapıldığında aralarında faz farkı olsa bile benzer şekillerin eşleşmesine olanak veren daha gerçekçi bir benzerlik ölçütü elde edilir (Denklem 2.8.) (Şen, 2016).

Hamming Uzaklık Ölçümü İle Karşılaştırma: Aynı uzunluktaki iki dizinin farklı elemanlarının sayısıdır yani iki kelime arasında farklı bit sayısını gösterir. Hamming

uzaklık XOR kapısıyla gerçekleştirilmektedir. x ve y kelimeleri arasındaki Hamming uzaklık (Denklem 2.9) da gösterilmektedir.

$$d(x, y) \quad (2.9)$$

Elde edilen 1 sayısı Hamming uzaklık değerini gösterir. Karşılaştırılacak vektörlerin elemanları aynı ise (ikiside 0 veya ikiside 1) 0, farklı ise (1,0 veya 0,1) 1 yazılmaktadır (Özdemir,2017).

Örneğin; $d(000, 011) = 2$ olur. $d(10101, 11110) = 3$ olur.

2.9.3.3. Sınıflandırma (konuşma modelleme) yöntemleri

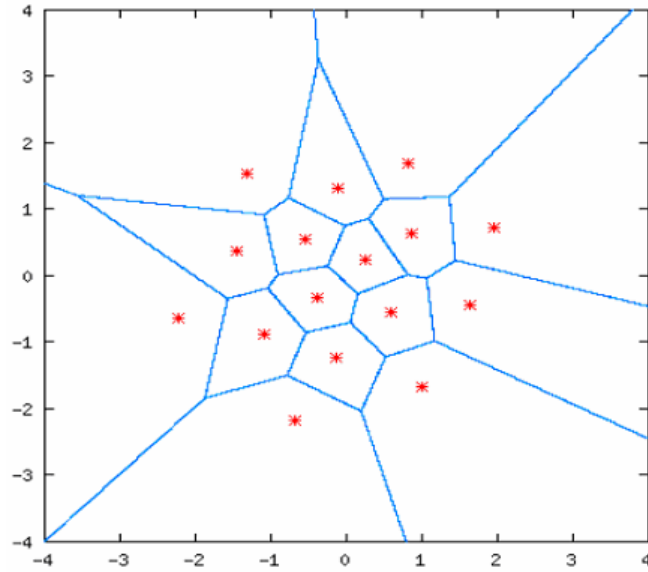
Konuşmacı tanıma örüntü sınıflandırma problemidir. Verilen bir test cümlesine ait özellik vektörlerini kullanarak bu test cümlesini hangi konuşmacının söylediğini bulmak sınıflandırıcının görevidir. Bu görevi yerine getirmek için her konuşmacının eğitim verileri ile akustik modeller oluşturulur. Sınıflama aşamasında test cümlesine ait özellik vektörlerinin eğitim kümesindeki konuşmacılara ait şablonlarla olan benzerliğine bakılır. Bu benzerlik ölçütü yardımı ile konuşmacı tanıma sistemi test cümlesinin kim tarafından söylendiğini belirler (Hanilçi, 2007). Konuşma Sınıflandırma (Modelleme) da kullanılan yöntemler;

- Şablon Modeller
 - a. Vektör Uzaklık Ölçümü (VQ-Vector Quantization)
 - b. Dinamik Zaman Uydurma (DTW-Dynamic Time Warping)
- Stokastik Modeller
 - a. Gaussian Karma Modelleri (GMMs-Gaussian Mixture Models)
 - b. Gizli (Saklı) Markov Modelleri (HMMs-Hidden Markov Models)
- Yapay Sinir Ağları (ANN- Artificial Neural Networks)
- Bulanık-Sinirsel Sistemler (Fuzzy-Neural Systems)
- Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machines)

Gerçekleştirilen tez çalışmasında şablon modellerden dinamik zaman uydurma (DTW) sınıflandırma yöntemi uygulanmıştır. Yapay sinir ağları yönteminin de uygun olup olmadığı araştırılacaktır.

Vektör Uzaklık Ölçümü (VQ); sonlu sayıdaki bölgeye geniş vektör uzayından vektörler yerleştirme işlemidir. 2-boyutlu bir vektör uzaklık ölçümü Şekil 9'da gösterilmektedir. Burada * sembolü ile gösterilenler Kod Vektörü, kod vektörüne yaklaştırılan bölgeler “Kodlama Bölgesi” ve kod vektörlerinin oluşturduğu gruba “Kod Kitabı” denir.

- Eğitim örüntüleri kullanılarak her bir örüntüye ilişkin özellik vektörleri (FFT, LPC, LPCC, MFCC, PLP yöntemleri ile) çıkarılır.
- Çıkarılan özellik vektörleri, kümelendirme algoritmalarından biri kullanılarak eğitilir ve her bir örüntü için optimum referans model yani kod kitabı tasarlanır.
- Sistemin test aşamasında, test örüntülerine ilişkin özellik vektörleri de çıkarıldıktan sonra referans model olarak hazırlanan kod kitabı vektörleriyle en yakın uzaklığı veren kod vektörleri bulunur.
- Bilinmeyen örüntü, belirlenen karar kriterine göre örüntülerden birine atanır (Eray,2008).



Şekil 2.12. Boyutlu Vektör Uzaklık Ölçümü (Uzunçarşılı, 2005 :21)

Dinamik Zaman Bükmesi (DTW); dinamik zaman bükmesi, farklı uzunluklardaki zaman sinyalleri arasındaki benzerliği ölçmeye yarayan bir yöntemdir (Dişken ve İbrikçi, 2014). Ses ifadeleri, seslendirme süreleri sıkıştırılarak ya da genişletilerek referanslar ile karşılaştırılır. Belirli bir sözcüğün seslendirilmesi, aynı kişi seslendirse bile zaman içinde farklılık gösterebilmektedir.

Dinamik Zaman Bükmesi (DTW) yöntemi ile, bu iki seslendirme, zaman içinde genişletilerek ya da daraltılarak birbirine yaklaştırılmaya çalışılır (Eray,2008). Aynı zamanda sınırlı sayıda kelime tanımada DTW yöntemi daha uygundur (Dişken ve İbrikçi, 2014). DTW, sözcük tabanlı ses tanıma sistemlerinde etkin ve sıkça kullanılan bir yöntemdir. Bu yaklaşımla, çalışma anında tespit edilen sözcük kesimlemesi, sistemde kayıtlı sözcük şablonları ile seslendirme zamanları örtüştürülerek karşılaştırılması gerçekleştirilebilir.

Gaussian Karma Modelleri (GMMs); en çok olabilirlik tahmin yöntemi olarak da bilinmektedir. Yöntemin amacı, verilen eğitim datası için Gaussian karma modelinin olabilirlik fonksiyonunu maksimize eden model parametrelerini bulmaktır. En çok olabilirlik parametre tahmini, beklenti maksimizasyon (BM) algoritmasının özel bir durumu kullanılarak iteratif bir yolla elde edilebilir. Beklenti maksimizasyon (BM) algoritması, istatistiksel veri analizi, konuşma tanıma, gürültünün kaldırılması gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. BM algoritmasının yaygın olarak kullanımının nedeni her bir özinelemeden sonra benzerlik fonksiyonu artışını garanti edip, pek çok karışık kestirim problemleri için güçlü yapıya sahip olmasıdır (Karasartova,2011) .

Gizli (Saklı) Markov Modelleri (HMMs); her bir gözlem vektörünün bir durumun istatistiksel fonksiyonu olduğu istatistiksel bir sürece Saklı Markov Model (SMM) denir. Bu istatistiksel fonksiyon direkt olarak gözlenemez; ancak başka bir istatistiksel süreç tarafından gözlenebilir. Bu yüzden Saklı Markov Modelleri adını almaktadır (Hanilçi, 2007).

- SMM sonlu sayıda durumdan oluşan ve her durumun özellik vektörüne ait olasılık yoğunluk fonksiyonunu içerdiği bir süreçtir.

- SMM’de durumlar birbirlerine bir durum geçiş işlevi aracılığı ile bağlıdır.
- Durum geçiş olasılıkları, a_{ij} , bir durumdan diğer bir duruma geçiş olasılıklarını belirtmektedir.
- SMM tabanlı sınıflandırıcılar genellikle metne bağımlı konuşmacı tanıma yöntemleri için uygundur.

Yapay Sinir Ağları (ANN); yapay sinir ağları temelli sınıflandırıcılar hem metine bağımlı hem de metinden bağımsız uygulamalarda kullanılmaktadır. NN giriş ve çıkış arasında eşleştirme yapmakta oldukça başarılıdır ve eğitilmiş sınıflar için sonsal olasılıkları tahmin edebilmektedir.

- NN lineer olmayan karar yüzeylerini tahmin edebilmektedir.
- NN, sinir ağının arzu edilen transfer fonksiyonunu oluşturmak için birbirine bağlı az sayıda fonksiyonel birimlerden (nöron) oluşmaktadır.

Yapay sinir ağları tekniğinin en önemli dezavantajı sisteme yeni bir kişi eklendiğinde tüm sistemin tekrar eğitilmesi gerekliliğidir (Hanilçi, 2007).

Bulanık-Sinirsel Sistemler; yapay Sinir Ağları ile Bulanık Mantığın karışımından oluşan Bulanık-Sinirsel Sistemler (Fuzzy-Neural Systems), sistem modelleme, tıbbi teşhis, örüntü tanıma, ses tanıma gibi alanlarda gelişmeler gösterebilecek potansiyele sahiptir. Bulanık-Sinirsel Sistemlerde ağ, üyelik fonksiyonlarının üretilmesini sağlayacak biçimde tasarlanmaktadır. İstenen çıkış değeri elde edildiğinde, üretilmiş üyelik fonksiyonları optimum sayılır ve Yapay Sinir Ağı devre dışı bırakılır (Eray, 2008).

Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machines); destek Vektör Makineleri, istatistiksel öğrenme teorisi ve yapısal riski en aza indirme ilkesine dayanan, sınıflandırma problemlerinin çözümü amacıyla Vapnik (1995) tarafından ortaya atılmış bir öğrenme yöntemidir. DVM’nin uygulama alanları el yazısı tanıma, yüz tanıma, 3-boyutlu nesne tanıma, ses tanıma, konuşmacı tanıma, metin sınıflandırma verilebilir.

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada görme engelli üniversite öğrencilerinin çevrimiçi ortamda, kişiselleştirilebilir kullanıcı arayüzleri ile sınav sistemini kullanabilmeleri sağlanmıştır. Derslere ait yapılacak sınavlarda, sınav güvenliğini ve bireylerin bireysel performanslarını doğru değerlendirebilmek için sistemi kullanacak bireylerin, sisteme giriş yapması aşamasında ve derslere ait sınav sorularının cevaplarının sistemde kayıtlı bireyler tarafından verilmesi aşamasında kullanıcı kontrolü sağlanmaktadır.

3.1. Materyal

Çalışmada iki aşamalı ölçme gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada, sistem başarımını ölçmek için, Matlab R2014b üzerinde MFCC bazlı özellik çıkarımı ve DTW tabanlı karar verme adımlarıyla kimlik tanıma / doğrulama süreci için algoritma ve kod geliştirme yapılmış; kullanıcı arayüzü ile sunucu üzerinde çalışan Matlab programı arasında PHP 5.0 web programlama dili ve kullanıcı taraflı uygulamalara olanak veren Javascript (sunucu taraflı işlemler için jquery / Ajax) kodları yazılmıştır. Sistem başarımı, başarı sağlanan deneme sayısının toplam deneme sayısına oranı biçiminde hesaplanmıştır.

İkinci aşamada ise, kullanıcıların tasarlanan sisteme ilişkin görüşlerini alarak, kullanıcı deneyimi ölçümlemesi için, birinci aşamadaki başarımların testlerine katılan ve herhangi bir görme engeli olan katılımcılara uygulanan yarı yapılandırılmış gözlem formu ölçme aracı geliştirilmiştir. Geliştirilen gözlem formunun içerik, dil, anlaşılabilirlik yönünden uygun olup olmadığını belirlemede farklı alanlarda çalışan beş öğretim üyesinin (Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri, Türkçe Öğretmenliği, Elektronik Mühendisliği, Bilgisayar Mühendisliği, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme) görüşleri alınarak formda düzenlemeler yapılmıştır.

3.2. Yöntem

Çalışmada tasarlanacak olan ses tanıma uygulamasına geçilmeden önce sistemi kullanacak olan bireylere (engel durumu olmayan veya görme engeli olan) ait ses kayıtlarının veritabanına kaydedilmesi gerekmektedir. Çalışılan örneklem grubunda, çalışmaya katılan görme engelli öğrenci sayısının azlığı nedeniyle, gönüllü olan üniversite öğrencilerinden de veri alınmıştır.

Sistemin kullanılabilmesi için kullanıcı arayüzleri PHP 5.0 ile oluşturulmuştur. Çevrimiçi olarak kişiselleştirilmiş kullanıcı arayüzleri ile Matlab R2014b programı arasında entegreli olarak yapı kurulmuş, bireylere ait ses kayıtları veritabanına sistem arayüzü kullanılarak kaydedilmiş, MFCC öznitelik yöntemiyle veritabanında kayıtlı konuşmacılara ait öznitelik parametreleri oluşturularak, konuşmacı tanıma sistemi oluşturulmuş ve sistemi kullanan bireylerin sistemde doğru kişi olup olmadığı konuşmacı karşılaştırma ve eşleştirme yöntemi olan DTW ile sağlanmıştır. Sisteme eklenen her yeni kullanıcıdan sonra, eğitim aşaması yeniden güncellenebilmektedir. Sınav sorularına verilen cevapların sistemde doğru kişiye ait verildiğinin kontrolü de sağlanmıştır.

Çalışmada ele alınan problemin çözümü için tasarım tabanlı araştırma yöntemi kullanılmıştır. Wang ve Hannafin (2005) tarafından tasarım tabanlı araştırma “analiz, tasarım, geliştirme ve uygulama süreçlerinin, araştırmacılar ve katılımcılar ile iş birliği içinde ve gerçek uygulama ortamında sürekli uygulandığı, eğitim uygulamalarını iyileştirme amacıyla yapılan sistematik ve esnek bir araştırma yöntemi” şeklinde tanımlanmıştır. Tasarım tabanlı araştırma yönteminin uygulanışı ile ilgili olarak Alan yazında ADDIE, Dick ve Carey, Reeves gibi farklı modellerin olduğu dikkati çekmektedir (Akın vd, 2017). Sistematik süreç olarak öğretim tasarımı alanındaki en yaygın kullanılan modellerden biri olan ADDIE modeli temel alınarak ortam tasarlanmıştır.

3.3. Araştırma Çerçevesi

Araştırma üniversitede okuyan görme engelli bireylerin derslerine ait değerlendirme etkinliklerinde başkasına bağımlı olmadan sınavlarını çevrimiçi ortamda yapabilmeleri sağlanmıştır. Çevrimiçi olarak sistemin kullanılabilmesi için 600 Kbps bağlantı hızına sahip olunmalıdır. Ayrıca, sınav sorularının görsel yönetim gerektirmemesi veya matematiksel ifadeler içermemesi gerekir. Açık uçlu sorular uygulama sırasında test edilmemiştir.

3.4. Katılımcılar

Çalışmanın birinci aşamasını oluşturan SDÖDO'nun başarı durumunun ölçülmesinde, sürekli katılım esasıyla tüm testlerde veri alınabilen 44 katılımcının (7'si tamamen görmeyen, 4'ü az görebilen, 3'ü renk körü ve 30'u görme bakımından herhangi bir engeli olmayan) toplam 1760 test girişimine ait ses verileri analiz edilmiştir. Katılımcıların tespitinde örnekleme yöntemi olarak kolay örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Kolay örnekleme yönteminin seçilmesinde temel etken, örneklem grubunun homojen bir temsili hedeflememesi ve tekrarlanan testlere katılabilme durumu olmuştur (Orhan, 2015; Pamuk,2017). Uygulamaya katılan bireylere, engel durumları nedeniyle sözel olarak araştırmaya katılmada gönüllülükleri sorulmuş, izin alınmıştır.

Çalışmanın ikinci aşaması olan kullanıcı deneyiminin ölçülmesinde ise, sistemin aynı zamanda sesli yönetim ve kişiselleştirilebilirliğinin ölçülmesi bakımından görme engeli olmayanların görsel olarak da sistemi kullanabilecekleri esasıyla, testlere katılan 14 görme engelli katılımcıya uygulanan yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Araştırma sürecinde etik ilkelere bağlı kalınarak, gizlilik kurallarına uyulmuştur. Araştırmaya katılımda gönüllülük ilkesi benimsenmiştir ve katılımcılara "bilgilendirilmiş gönüllü onay formu" okunarak bilgiler doldurulmuştur. Çalışma süresi boyunca katılımcıların tamamı okullarındaki ders saatleri dışında uygulamaya gönüllü olarak katılmışlardır. Kullanıcı deneyiminin

ölçümü aşamasına katılan görme engelli öğrencilerin demografik özellikleri Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Kullanıcı Deneyimi Aşamasına Katılan Katılımcıların Demografik Özellikleri

Cinsiyet	n	%	Okudukları üniversite	n	%
Kadın	10	71	Anadolu	2	15
Erkek	4	29	Kocaeli	11	78,5
Yaş	n	%	Sakarya	1	7,14
18-20	8	57	Bilgisayar kullanma düzeyi	n	%
21 ve üstü	6	43	Orta	3	21,42
Görme dereceleri	n	%	İyi	8	57,16
Az gören	4	29	Çok iyi	3	21,42
Renk körü	3	21	İnternet kullanma düzeyi	n	%
Hiç görmeyen	7	50	Orta	-	-
			İyi	9	64,28
			Çok iyi	5	35,71

3.5. Veri Toplama

Çevrimiçi olarak kullanıcı kimliği tanıma ve kullanıcı doğrulama sisteminin başarımının sağlanabilmesi için bireylere ait alınacak analog ses kayıtlarının, sayısal (dijital) ortamda sağlıklı bir şekilde kayıt işleminin yapılması gereklidir. Kayıt işlemleri yapılırken;

- Minimum gürültülü ortamda her bir bireye ait ses kayıt verileri çevrimiçi olarak sunucuya kaydedilmiştir. Kayıt verileri olarak sisteme giriş için kullanıcı adı, şifre ve derslere ait sınavlar için de etkinliği başlat, etkinliği bitir, önceki, sonraki bilgilerini 4'er kez söylemeleri istenmiştir.
- Ses kayıtları; sayısal ortamda 16000 Hz frekansta (Örnekleme sayısı=Fs), 3 sn uzunlukta, tek giriş kanallı mikrofon ile veritabanına kaydedilmiştir. Böylece daha düşük frekanslarda ve çözünürlükte yapılan örneklemede yeterli nokta örneklenemeyeceği için eğimin değiştiği yerlerdeki sapmalar ve gerçek ses sinyalinin farklı bir sinyalin örneklenmesi engellenmiş olacaktır. Buna Aliasing denir (Tezer,2013). Örneklenen sinyaller 8 kHz'e kadar bütün frekansları yakalayacaktır. Bu adımlarla MFCC insan kulaklarının davranışlarını taklit eder. Sesin sayısal ortama geçirilirken örnekleme

frekansına dikkat edilmesi gerekir. (Nyquist Teoremi 'ne göre $F_s/2$ olduğundan 16000 Hz'de 8000 örnekleme olacaktır.)

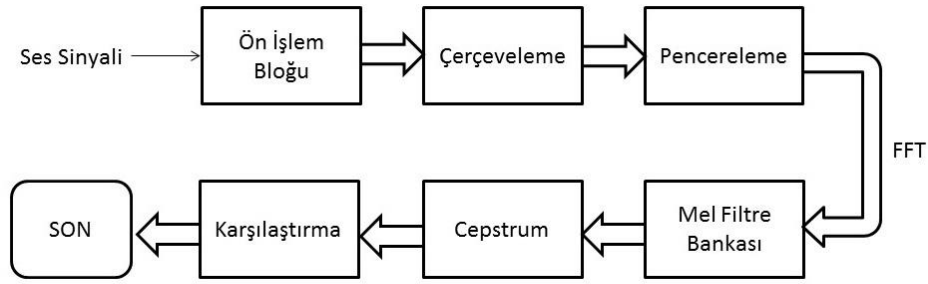
- Görme engelli ve gönüllü bireylerin ses kayıtları alındıktan sonra, ses sinyallerinin sayısal ortamda işleme adımlarına geçilir. Veritabanına kaydedilen ses verileri eğitim aşaması için kullanılmıştır. Test yani konuşmacı doğrulama verileri, gerçek zamanlı sistemde kayıtlı olan bireylere ait ses kayıtlarıyla sağlanmıştır.

3.6. Verilerin Analizi

Araştırmada kullanılan nicel veriler SPSS 18 programıyla analiz edilmiştir. Nicel verilerde frekans, yüzde, ortalama ve standart sapma değerleri kullanılmıştır. Açık uçlu sorulardan elde edilen nitel verilerde içerik analizi yapılmıştır. İçerik analizi aşamasında, katılımcıların görüşleri açık uçlu soruların her biri için üç araştırmacı tarafından ayrı ayrı kategorize edilmiş, daha sonra bu kategoriler bir araya getirilerek araştırmacıların kişisel yanlılığını önlemek için ortak kategoriler listelenmiştir.

3.7. Ses Sinyallerinin Elde Edilmesi Aşamaları

Ses tanıma süreci; bireylere ait ses dosyalarının veritabanına kaydedilmesi ile başlar, ses dosyalarında sesin işlenmesi aşamasından önce iki kanallı kaydedilen ses kayıtlarının tek kanala indirgenmesi ve ses kaydındaki yüksek genlik değerlerinin öz nitelik çıkarma sırasında olumsuz etkilerini kaldırmak için normalizasyon adımları uygulanmaktadır. Normalizasyon işlemi, dosya içindeki örneklerin her birinin en yüksek genlik değerine bölünmesiyle yapılmıştır (Yılmaz ve arkadaşları, 2011). Daha sonra kullanıcılara ait sesin işlenmesi, öz niteliklerinin çıkarılıp kaydedilmesi, karşılaştırma ve eşleştirme yapılarak sesin tanınması ile son bulmaktadır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Ses Sinyallerinin Elde Edilme Aşamaları

3.7.1. Ön işlem bloğu

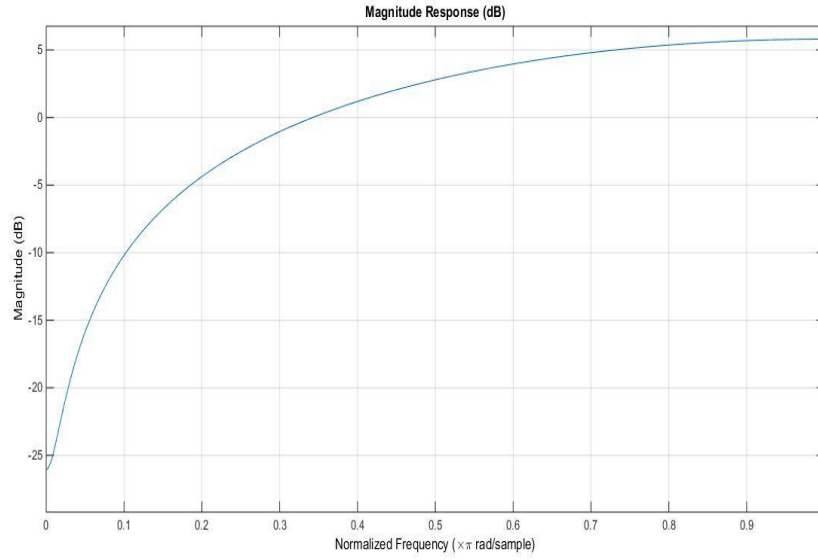
Sayısal ortama alınan ses sinyalinin özelliklerinin daha kaliteli ve sorunsuz ortaya çıkarılması işlemine ön işleme denilmektedir. Ön işlem bloğu spektral düzenleme, sessizlik atma, bant sınırlama, gürültü azaltma gibi adımlardan oluşmaktadır.

3.7.1.1. Spektral düzenleme

Analog sinyalden sayısal sinyale dönüştürülen sinyalde yüksek frekanslarda ses, alçak frekanslara göre düşük genlikte olmaktadır. Bunun sebebi sesi kaydeden elemanlardan (mikrofon gibi) kaynaklanmaktadır. Ön vurgu filtresinin amacı sinyalin yüksek frekans spektrumuna ilişkin enerjisinin artırılmasıdır. Böylece, ses sinyalinin yüksek geçiren filtreden geçirilerek düşük frekanslardaki enerjisi azaltılmış olunur ve ses sinyalinin enerjisi bütün frekanslara yaklaşık olarak eşit bir şekilde paylaşılır (Özbek ve Demirekler, 2006). Bu işlem için aşağıdaki yüksek geçiren FIR (Sonlu Dürtü Tepkisi) filtre kullanılır. (Denklem 3.1)

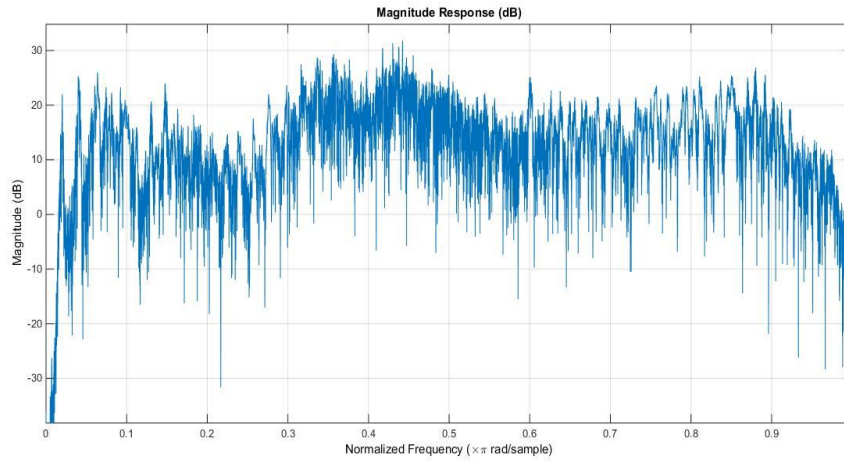
$$H(z) = 1 - \mu z^{-1} \quad 0.95 \leq \mu \leq 0.97 \quad (3.1)$$

$H(z)$: filtrenin transfer fonksiyonunu göstermektedir. μ değeri parametre değeridir.



Şekil 3.2. Önvuru Filtresinin Frekans Cevabı

Zaman ekseninde kaydedilen orijinal ses işareti ile önvuru filtresinin frekans cevabını konvalisyona sokarak, frekans ekseninde çarptırılır. Böylece spektral dağılımı düzenlenmiş işaret elde edilir.

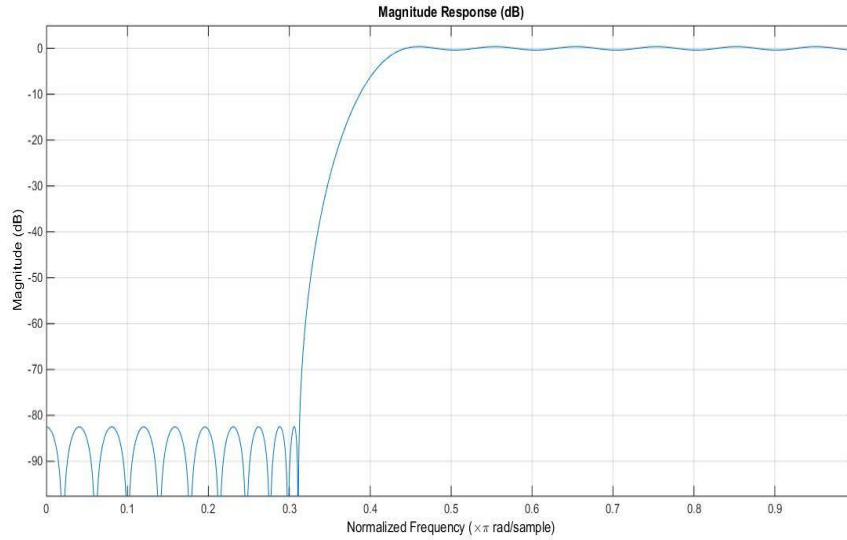


Şekil 3.3. Spektral Dağılımı Düzenlenmiş İşaret

3.7.1.2. Bant sınırlama

İnsan konuşması frekans aralığı 100 Hz-10kHz dir. Fakat insan kulağı 1kHz-5kHz frekans aralığına daha duyarlıdır. Ses sinyalindeki gereksiz frekans aralıkları bant geçiren filtreler ile atılabilir. Böylece sistem daha az veri işlemiş olur.

2500-3500 geçiş bandı bulunan FIR filtreden geçirilerek, alçak frekanslar çıkarılmış olur. Böylece veri azaltması işlemi de olduğundan işaretin işlem süresi de uzamış oluyor.



Şekil 3.4. 2500-3500 Geçiş Bandı FIR Filtre

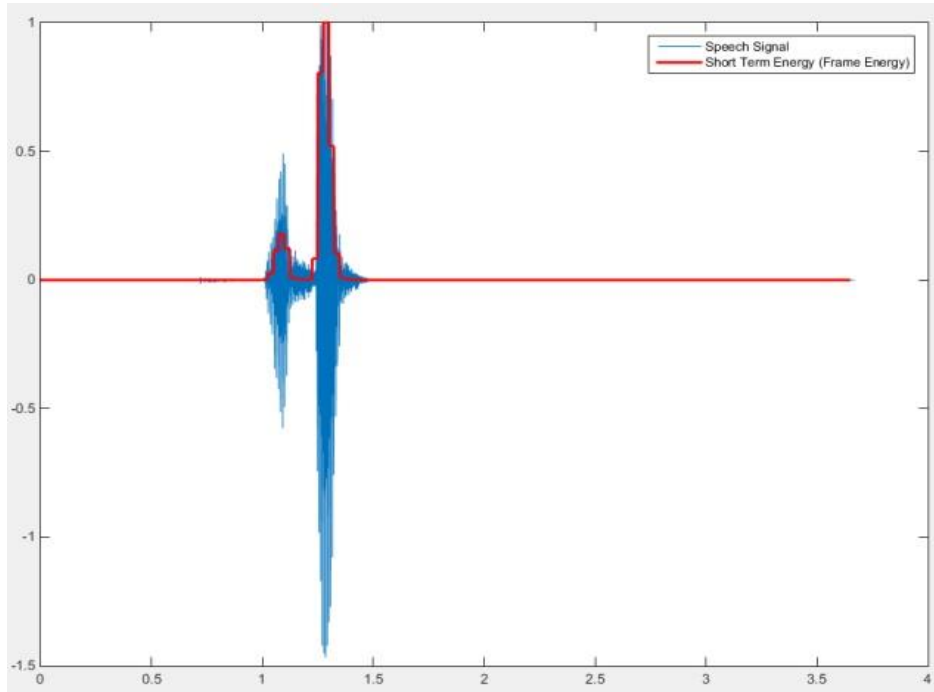
3.7.1.3. Sessizlik atma

Çalışmanın uygulama aşamasında çevrimiçi olarak bireylere ait ses verilenin tanınması aşamasında hata oranının artmasından dolayı, sessizlik atma işlemi olarak kısa süreli enerji yöntemi kullanılmasına karar verilmiştir (Asadullah ve Nisar, 2016). Kısa süreli enerji (STE) konuşma işleminin temel ve önemli bir özelliğidir. Sessizlik kaldırma özelliği, belirli bir seviyenin veya eşeğin altına düşen bir sinyalin başlangıcında ve sonunda her şeyi alarak çalışır. Temel olarak, sinyal enerjisinin eşeği bu yöntemde " > 0.1 " dir. Sesli, sessiz, sessiz ve gürültülü bölgeleri tahmin etmek için kısa süreli analizler kullanılır. Bir konuşma sinyalinin seslendirilmiş bölümleri, kısa

sürelili etkileşimin kısıltılmamış sinyal bölümlerinden daha yüksek olacaktır (Poornima, 2016). Denklem 3.2'deki gibi hesaplanır.

$$E_n = \sum_{m=-\infty}^{\infty} [x(m)W(n - m)]^2 \quad (3.2)$$

Burada, E_n x, Sinyal x'de meydana gelir, W bir penceredir ve m, sinyalde meydana gelen çerçevelerin sayısıdır. "Kullanıcı Adı" için sessizlikle örnek konuşma sinyalinin kısa süreli enerjisi Şekil 3.5.'te gösterilmiştir.



Şekil 3.5. "Kullanıcı Adı" örnek konuşma sinyalinin kısa süreli enerjisi

3.7.1.4. Gürültü azaltma

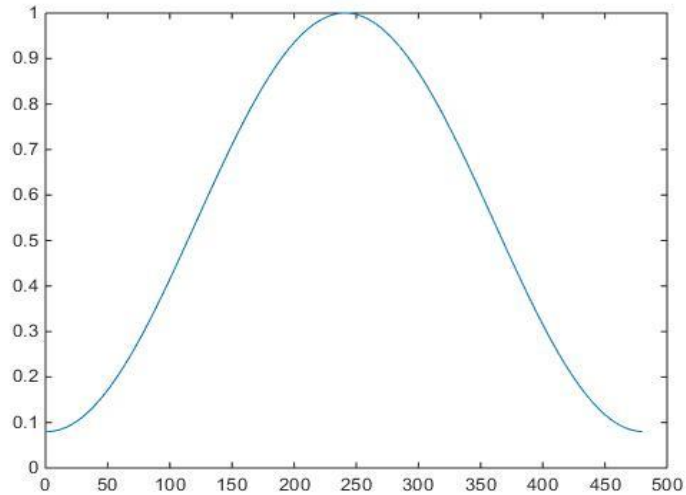
Ses sinyali içerisindeki yabancı konuşmaların veya farklı seslerin atılması işlemidir. Orijinal ses kayıtlarının mümkün olduğunca sessiz bir ortamda kaydedilmesi faydalı olacaktır. Orijinal ses kayıtlarındaki gürültüyü azaltmak için Audacity programında bulunan gürültü kaldır komutu, örnek bir gürültü kısmında profil olarak tanıtılır ve tüm seste gürültü kaldırma işlemi yinelenerek gürültü temizlenmeye çalışılır.

3.7.2. Çerçeveleme

Çok örnekli sistemlerde FFT algoritması istenilen şekilde çalışmamaktadır. Bu yüzden ses sinyali çerçeveleme işlemi ile küçük parçalara ayrılır. Literatürdeki araştırmalar sonucunda en etkili çerçeveleme zaman aralığı 20-30 ms'dir. Böylece ses işareti bu zaman aralığında kendini tekrarlar yapıda olmaktadır. Her çerçeve kendisinden önceki çerçevenin belli bir kısmını örter. Örtme yönteminin amacı bir çerçeveden diğerine geçişin yumuşak olmasını sağlamaktır. İşaretin 20-30 ms aralığında alınmasının bir diğer sebebi de FFT algoritmasının çok örnekli işaretlerde sıkıntılar çıkarmasıdır. Çalışmada 240 örnekten oluşan %50 iç içe geçmiş çerçeveler kullanılmıştır.

3.7.3. Pencereleme

Çerçeveleme sırasında FFT sırasında oluşan süreksizlik noktaları Gibbs olayından dolayı orijinal işarete yakınsamamaktadır. Bunu en az indirmek için ses sinyali pencereleme işleminden geçirilir (<http://docplayer/...,2016>). Yani çerçeveleme işlemi kararsız işaretler elde etmemizi sağlamıştır. Kararsız sistemler FFT sırasında sıkıntılar yaratmaktadır.



Şekil 3.6. Hamming Penceresi

Literatürde Dikdörtgen, Kaiser, Hann, Hamming, Blackman pencereleme fonksiyonları kullanılmaktadır. Ancak Hamming pencereleme fonksiyonu en yaygın olanıdır (Şekil 4.5). Oluşturulan ses işareti Hamming penceresi ile çarpılmaktadır. Hamming penceresi fonksiyonu (Denklem 3.3)

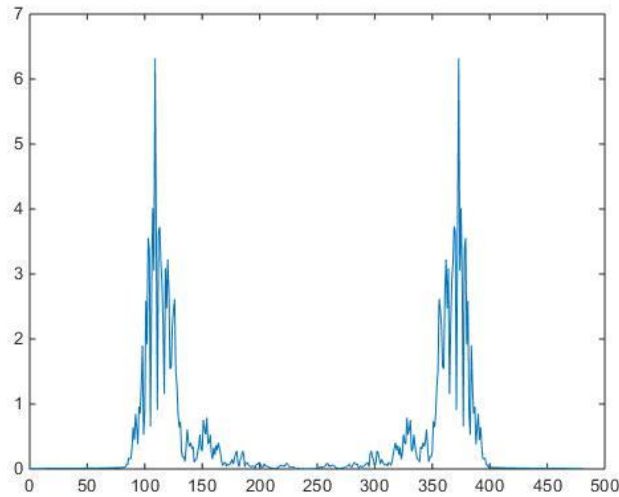
$$w(n) = 0.54 - 0.46 \cos \left[\frac{2\pi n}{N-1} \right], \quad n = 0, 1, 2, \dots, N-1 \quad (3.3)$$

3.7.4. FFT

Elde edilmiş olan pencereler FFT işlemiyle frekans eksenine geçirilir. FFT, Ayrık Fourier dönüşümü (DFT) uygulamak için hızlı bir algoritmadır. N örneklilik bir xn dizisi için şöyle tanımlanabilir;

$$X_n = \sum_{k=0}^{N-1} x_k e^{-\frac{2\pi jkn}{N}} \quad n = 0, 1, 2, 3 \dots N-1 \quad (3.4)$$

FFT işlemiyle ses işaretine ait genlik değerleri elde edilmiş oldu, şekilde de görüldüğü gibi ses işareti kendisinin bir yansıması gibi çıkmaktadır (Şekil 3.7.). Bundan dolayı işaretin yarısı alınarak, gereksiz veriler işlenmemiş olmaktadır.



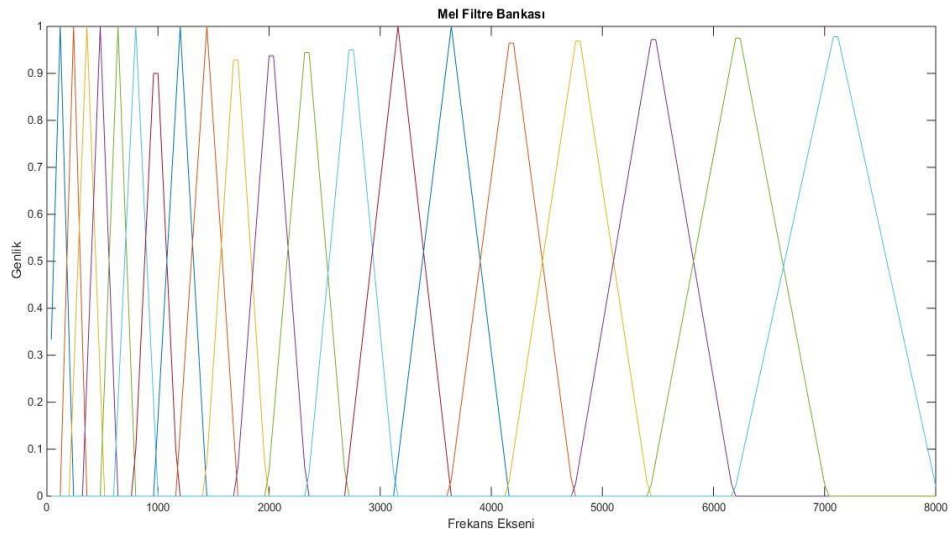
Şekil 3.7. Ses İşaretinin FFT si

3.7.5. Mel filtre bankası

Akustik çalışmalar sonucu insan kulağının frekans algısının lineer olmadığı tespit edilmiştir. Bu yüzden yeni bir skalaya ihtiyaç duyulmuştur. Bu skalaya mel skalası denilmektedir ve aşağıdaki gibi sağlanmaktadır (Denklem 3.5).

$$\text{Mel}(f) = 2595 \times \log_{10} \left(1 + \frac{f}{700} \right) \quad (3.5)$$

Mel filtre bankası mel skalası üzerine eşit aralıklarla yerleştirilmiş N adet bant geçiren üçgen filtrelerden oluşmaktadır. Bant geçiren üçgen filtreler birbiri üzerine %50 oranında örtüşmelidir. N genel olarak 20 seçilmektedir; fakat istenilen değerde alınabilir. Oluşturulan filtreler mel skalasından frekans skalasına geçirildiğinde 1khz kadar sabit aralıklı 1khz den sonra genişleyen aralıklı bant geçiren filtreler elde edilir (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. Frekans Ekseninde Mel Filtre Bankası

FFT 'den elde edilen işaretin genlikleri mel filtre bankasından geçirilir. Böylece belirli frekans aralıklarında gruplanmış genlikler olacaktır. Bu gruplanmış işaretten öznitelikler çıkarmak için, filtre bankasının çıkışındaki sinyalin enerjileri alınır. Her bir kullanıcıya ait ses işaretlerinin enerjilerine göre karşılaştırma yapılabilir.

3.7.6. Kepstrum

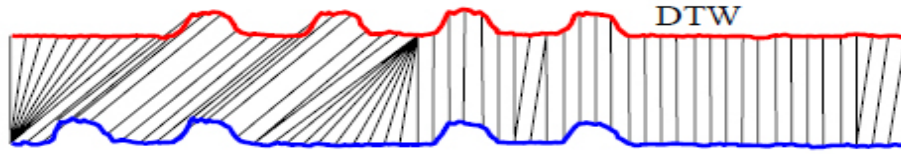
Bu son aşamada, logaritması alınmış mel spektrumunun frekans domeninden tekrar zaman domenine çevrilmesi gerekmektedir. Sonuç, Mel Frekans Cepstrum Katsayıları (Mel Frequency Cepstrum Coefficients) (MFCC) adını alır. Verilen çerçevenin analizinde cepstral gösterim, sinyalin bölgesel spektral özelliklerini çok güzel temsil ve tasvir etmektedir. Eğitim ve test aşamasındaki veri setlerinde özellik çıkarmada 25 ms bloklarla çerçevelere (segmentlere) bölünmüş, 13 MFCC boyutlu sese ait öznitelik vektörü oluşturulmuştur.

3.7.7. Karşılaştırma ve eşleştirme

Ses vektörlerine ait ön işlem bloğu aşamalarından sonra, ses verisinin veritabanında kayıtlı olan hangi konuşmacıya ait olduğunun karşılaştırma işlemi için konuşma tanıma sistemlerinde kullanılan karşılaştırma yöntemlerinden biri veya birkaçı kullanılır. Literatürdeki yapılan çalışmalar da incelenerek, çalışmada Dinamik Zaman Bükmesi (DTW) yöntemine karar verilmiştir.

Dinamik zaman bükme algoritması, zamana bağımlı vektörlerin benzerlik ölçümünde kullanılan bir eşleştirme yöntemidir. Bireyden bireye kelime bağımlı konuşmacı tanıma sistemlerinde metin bağımlı sözcüklerin seslendirilmesinde, hatta aynı konuşmacı bireyin farklı zamanlarda seslendirmesi ile zaman içinde farklılık gösterebilmektedir. Aynı sözcüğün seslendirilmesi, bir seslendirmede uzun, bir seslendirmede ise daha kısa zamanda gerçekleştirilebilir. DTW algoritması yardımıyla, bu iki seslendirmenin, zaman olarak örtüştürülmesi işlevi gerçekleştirilir (Tezer,2013). Bu sayede zaman eksenindeki kaymalardan kaynaklı benzetim yapamama durumu giderilmiş olur. Çünkü birebir eşleştirme yapıldığında eşleştirmenin başarısı oldukça düşmektedir (Baygın, 2012). Amaç, test verisi olarak söylenen kelime ile referans şablonunda kayıtlı olan kelime arasındaki en kısa mesafeyi bulmaktır.

DTW algoritması dinamik programlamaya dayanmaktadır. Bu algoritma, zaman ve hız olarak değişebilen iki zaman serisi arasındaki benzerliği ölçmek için kullanılır. Bu teknik aynı zamanda, bir zaman serisini zaman eksenini boyunca yayarak veya daraltarak, doğrusal olmayan "çarpıtılmış", iki zaman serisi arasındaki en uygun hizalamayı bulmak için kullanılır. Daha sonra, iki zaman dizisi arasındaki bu çarpıtma, iki zaman serisi arasındaki karşılık gelen bölgelerin bulunması için veya iki zaman serisi arasındaki benzerliği belirlemek için kullanılabilir (Kayte ve ark., 2013).



Şekil 3.9. İki Zaman Serisi Arasındaki Çarpıtma (Warping) (Torras, 2011)

Kelime kayıtlarının bulunduğu S1 ve S2 dizilerinde, S1 dizisi n elemanlı, S2 dizisi m elemanlıdır. $S1=[1.....i]$, $S2=[1....j]$ dir. İki dizinin birbirine benzerliği mesafesi $D(i,j)$ dir. $0 \leq i \leq n$ ve $0 \leq j \leq m$ dir (Diri, 2014).

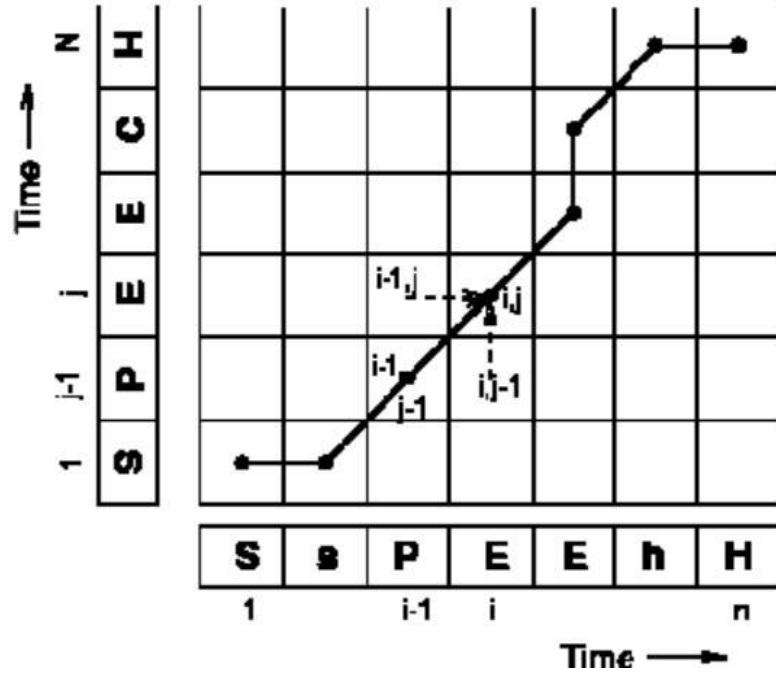
S1 ve S2 dizileri arasındaki mesafe; $D(n,m)$ dir. Burada n: kaynak , m: hedef olmaktadır.

Dinamik zaman bükme algoritması aşağıda verildiği gibi (Denklem 3.6) ifade edilmiştir.

$$DTW[i, j] = d(S1_i, S2_j) + \min(DTW[i - 1, j], DTW[i, j - 1], DTW[i - 1, j - 1]) \quad (3.6)$$

3.7 denkleminde $d(S1, S2)$ her bir dizideki kendi uzaklık mesafesidir. Bu mesafe de Öklid Uzaklığı ile bulunmaktadır.

$$d(S1, S2) = \sqrt{\sum_i (S1_i - S2_j)^2} \quad (3.7)$$



Şekil 3.10. DTW Algoritması Uygulaması (Tezer,2013)

Dinamik Zaman Bükmesi Algoritması (DTW)'nda test verisi vektörü ile veritabanında kayıtlı olan vektör arasındaki aşağı, sol ve köşegenel farklar hesaplanarak, minimum mesafe bulunur. Yerel mesafeye eklenerek, en iyi yol seçimi yapılır (Şekil 3.10.).

3.8. Ses Tanımda Sistem Arayüz İlişkisi

Görme engeli olan bireylerin eğitim süreçlerine daha etkin bir şekilde katılabilmesi için geleneksel eğitim yöntemlerinin çevrimiçi eğitim materyal ve uygulamalar yardımıyla zenginleştirilmesi gerekir. Görme engelliler, gerekli araç gereçler ve eğitim olanaklarının sağlanmasıyla birlikte görebilen insanlarla pek çok akademik alanda aynı eğitimleri alabilirler (Ay,2009).

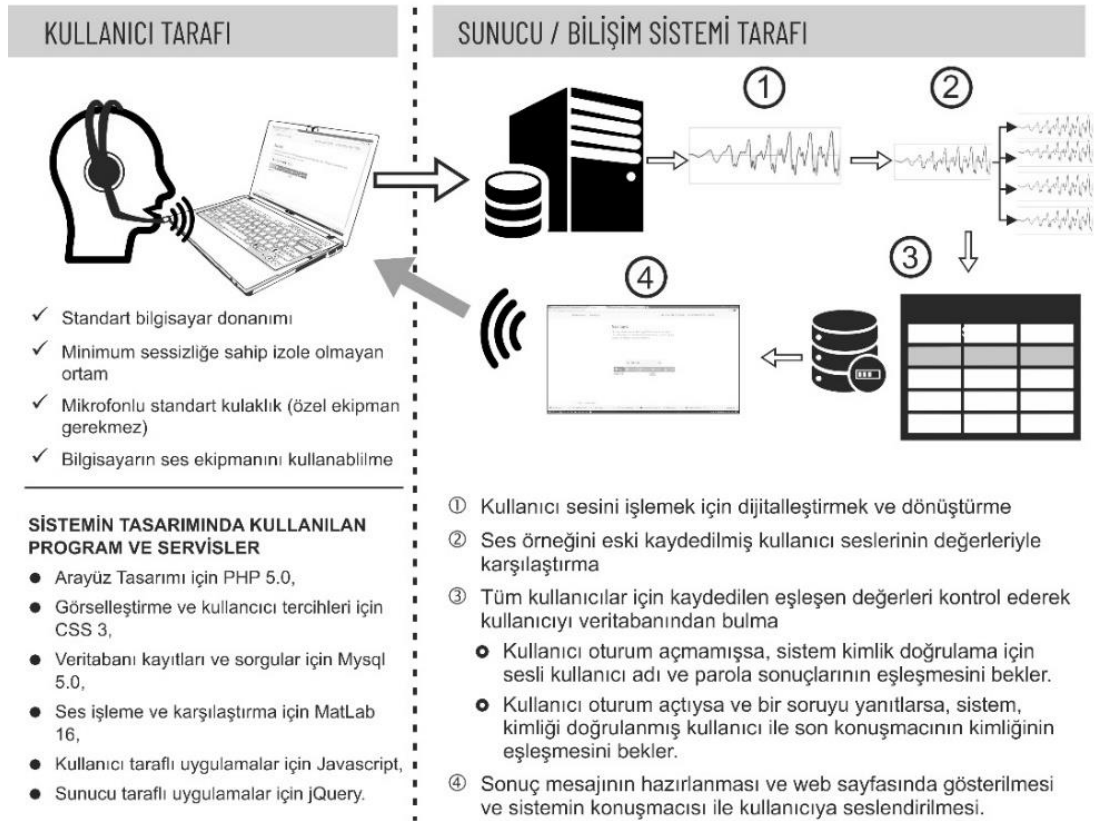
Günümüzde e-öğrenmede içerik oluşturma sürecinde öğrenciye derse ait içerik ve sınav değerlendirme sunulmasını sağlayan öğretim yönetim sisteminde açık kaynak kodlu yazılımlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Çalışmada öğrenme ortamı olarak açık kaynak kodlu yazılım olan ve oldukça yaygın kullanıma sahip Moodle öğrenme yönetim sistemi referans alınmıştır.

Moodle, web tabanlı öğrenme yönetim sistemleri (ÖYS) için kalıcılık, taşınabilirlik, tekrar kullanılabilirlik, birlikte çalışabilirlik ve erişilebilirlik özelliklerini içeren bir standartlar topluluğu olan SCORM (Sharable Content Object Referans Model-Paylaşılabilir İçerik Nesnesi Referans Modeli) nesnelere dayanmaktadır. SCORM, öğrenme içeriklerinin modüler çalışmasına olanak vermek amacıyla belirlenmiş düzenler ve kurallar bütünüdür. Öğrenme içeriklerinin SCORM uyumluluğuna sahip olması, ÖYS platformlarında uyumlu şekilde çalışabilmesiyle ilgili bir özelliktir. (Kaleci ve Kapıdere, 2014; Sharma ve Singh,2017).

Öğrenme ortamları günümüzde yerini yavaş yavaş uyarlanabilir (kişiselleştirilebilir) öğrenme ortamlarına bırakmaktadır. Uygun bilgiye erişimi kısıtlamadan aşırı bilgi yüklemesini azaltmayı amaçlayan uyarlanabilir sistemlerin aşağıda belirtilen üç kriteri yerine getirmesi beklenir;

- Bir hipermetin veya hipermedya sistemi olmalı,
- Bir kullanıcı modeli içermeli,
- Sistem bu modeli kullanarak çeşitli yönlerini kullanıcıya uyarlayabilmelidir (Somyürek, 2009).

Bu tür sistemler öğrenciler hakkında bilgileri öğrencilere bir takım sorular sorarak veya sistemi kullanarak toplar, daha sonra verilere göre uygun bir öğrenme ortamı sunarlar. Görme engeli olan veya herhangi bir engeli olmayan bireylerin web tabanlı uyarlanabilir öğrenme ortamlarında sisteme girişlerinde sesli olarak sistem tarafından istenilen bilgileri (kullanıcı adı ve (veya) şifre) söylemeleri gerekmektedir. Böylece sistemi kullanan bireylerin sistemdeki doğru kişi olup olmadığı da tespit edilmiş olacaktır. Tasarlanan ve geliştirilen Ses Destekli Ölçme Değerlendirme Ortamı (SDÖDO) sistemin çalışma prensibi Şekil 3.11.'de verilmiştir.



Şekil 3.11. SDÖDO Sistemin Çalışma Prensibi

Bireylere ait bilgilerin kontrolü, açık kaynak kodlu yazılım geliştirmeye uygun PHP 5.0 web programlama dili ve kullanıcı taraflı uygulamalara olanak veren Javascript (sunucu taraflı işlemler için jquery) ile Matlab R2014b programında hazırlanmış olan konuşmacı tanıma sistemi arasındaki bağlantı ile gerçekleştirilmiştir.

Uyarlanabilir Öğrenme Yönetim Sistemi, ilk girişte kullanıcının kim olduğunu ve hangi modeli kullanacağını bilmediğinden, uygun model için giriş yapılmasını ister. Bu aşamada giriş paneli hem görsel hem ses destekli giriş / kullanıcı doğrulama için uygun olmalıdır.

Dolayısıyla giriş formunda istenen alfa nümerik ya da sesli değer(ler) ile kullanıcının kimlik doğrulaması yapılırken, iki durum söz konusudur:

- Alışıldık yöntemle tarayıcı ekranında form alanlarına girilen alfa nümerik değerlerin kullanıcı veritabanındaki verilerle karşılaştırılarak giriş onayı ve Öğrenme Yönetim Sistemi'nde oturum açılması,
- Ses tanıma yöntemiyle, kullanıcının giriş için yaptığı seslendirmenin sunucu tarafı bir uygulama ile kontrolü ve kullanıcının doğrulamasının gerçekleştirilerek sisteme giriş yapmasının sağlanması.

Farklı sistemler ve farklı amaçlar için biyometrik tabanlı örüntü tanıma yöntemleri de kullanılabilir. Çalışmada görme engellilerin görsellik dışında bir yöntemle sistemi kullanabilmeleri amaçlandığından ses (konuşmacı) tanıma temelli örüntü tanıma yöntem ve tekniklerine odaklanılmıştır.

3.9. Ses Destekli Oturum Yönetimi ve Sınav Modülü Geliştirme

Web İçeriği Erişilebilirlik (WCAG) 2.0 klavuzunda algılanabilirlik, kullanılabilirlik, anlaşılabilirlik ve sağlamlık ilkeleri web erişilebilirliğinin temelini oluşturur denmektedir. Web arayüzlerinin erişilebilirlik desteği diğer cihazlarda da sayfaların kullanılabilir olmasını sağlamaktadır. Anaç ve ark. (2010)'da WCAG 2.0 klavuzunda yönerge 1.1.'de "metin olmayan içeriklere alternatif olarak kullanıcıların ihtiyaçlarını başka biçimlere dönüştürülebilir (örneğin büyük punto ile yazı, kabartma yazı, ses ve basit dil kullanımı gibi) metin alternatiflerinin sağlanması gerektiği belirtilmektedir."

Çalışmanın farklı aşamalarında bu standartların olabildiğince sağlanması konusunda özen gösterilmiştir. Tasarım tabanlı araştırma yönteminin öğretim tasarım modellerinden olan ADDIE modeline göre basamakları aşağıda verilmiştir.

3.9.1. Analiz aşaması

Çalışmada ses destekli sınav modülü tasarımına başlamadan önce sistemi kullanacak olan bireylerin, öğretim ortamında yaşadıkları sorunları ve beklentileri hakkında ihtiyaç analizi anketi uygulanmıştır. İhtiyaç analizinde yer alan sorular literatür incelenerek oluşturulmuştur. Oluşturulan form bilgisayar ve öğretim teknolojileri

eğitimi alanında ve bilgisayar mühendisliği alanında çalışan ğretim üyelerine gönderilerek görüşleri alınmıştır. Geliştirilen ankete Türkiye’de eğitim gören ve eğitimini tamamlamış 41 görme engelli ğrenci katılmıştır. Var olan duruma göre geliştirilecek olan platformun analizi ve ihtiyaç durumu uzman eşliğinde belirlenmiştir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin bilgisayar kullanırken %93,5’i yardımcı teknolojileri kullanmaktadırlar. Bilişim teknolojilerinden en çok kullandıkları araçların bilgisayar (%93,5), tablet ve akıllı telefon (%90,3) olduğu görölmektedir. Diğer taraftan tarayıcıyı (kitap okuma makinesi) pek kullanmadıklarını (%9,7) belirtmişlerdir. Öğrencilerin %48,4’ü dijital ortamı kullanırken çevrelerinden destek almadıklarını, %32,2’si ise aile üyeleri ve arkadaşlarından destek aldıklarını ifade etmişlerdir.

Öğrencilerin dijital ortamı kullanma amaçları;

- Daha çok iletişim (%90,3), bilgilenme (%90,3), araştırma (87,1), e-posta gönderme (87,1) amaçlı olduğu görölmektedir.
- Eğlence (%77,4), metinleri sesli okuma (%83,9), Office programını kullanma (%80,6), internette gezinti yapma (%80,6) ve sosyal ağlardan yararlanma (%77,4) oranlarının da yüksek düzeyde olduğu dikkati çekmektedir.

Öğrencilerin Office programlarını kullanırken yaşadıkları en büyük sorunları;

- Görüntülerde açıklama bilgisinin olmaması (%54,8) olarak belirtmişlerdir.
- Öğrencilerin %19,4’ü Office programında sesin olmaması,
- Ekran okuyucu programların ofis programlarıyla tam uyumlu çalışmaması ve bilgisayarda Office programlarını kullanırken simgelerin çok olmasının da bu programları kullanmalarını zorlaştırdığını dile getirmişlerdir.

Öğrencilerin web sitelerinde gezinti yaparken yaşadıkları sorunları;

- Öğrencilerin %87,1'inin web sitelerinin kullanımında resim formatındaki web nesnelere (resim, buton gibi) için açıklamaların olmaması
- Güvenlik kodları için sesli kullanımın sunulmaması
- Ekran okuyucular tarafından algılanamayan animasyonlu web nesnelere olmasının (%80,6) ve butonların isimlerinin olmamasının (%83,9) da web sitelerinde gezinti yaparken sorun yaşamalarına neden olduğunu ifade etmişlerdir.

Öğrencilerin bilgiye erişimde karşılaştıkları sorunları;

- %35,5'i el yazısıyla yazılmış metinler okuyamadığını,
- %25,8'i sesli dosyaların olmadığını,
- %19,4'ü Braille çıktı kaynağı olmadığını ve %16,1'i ise sesli okuma programının olmamasının bilgiye erişimde sıkıntı çekmelerine neden olduğunu ifade etmişlerdir.

3.9.2. Tasarım aşaması

Tasarım aşamasında çalışmada ihtiyaç analizi anket sonuçlarına göre ses destekli sınav modülünü kullanacak olan görme engelli bireylerin dijital ortamlarda ve öğretim ortamlarında ölçme değerlendirme yaşadıkları sorunları, beklentileri sonucuna göre hazırlanan senaryoların akış diyagramları ayrıntılı olarak geliştirme aşamasında verilmiştir.

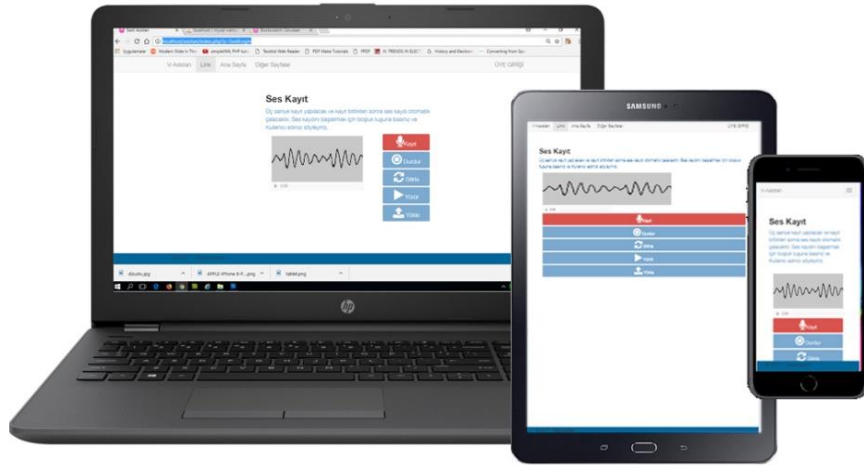
Çalışmanın birçok platform ve cihazda kullanılabilmesi hedeflenerek duyarlı ızgara görünümü web sayfalarının tasarlanmasında kullanılmıştır. Etkileşimli web sitelerinin cihazla uyumlu olması kullanıcıların beklentileri açısından önemlidir.

Marcotte (2010) "A List Apart" sitesindeki "Responsive Web Design" başlıklı makalesinde "değişken ızgara yapılarının, esnek resimlerin ve medya sorgularının bu kavramın teknik malzemesi olduğunu ve aynı zamanda farklı düşünme şekillerine ihtiyaç duyduğunu" belirtmektedir. "Duyarlı Web Tasarımı" olarak da bilinen bu kavram Sharkie ve Fisher (2013) tarafından "en pratik olacak şekilde tek bir

uygulamanın farklı cihazlara dağıtımına olanak sağlayan bir takım teknik ve teknolojilerin birleşimidir” şeklinde tanımlanmıştır.

Duyarlı Web Tasarımıyla kullanıcılar, web sitelerine farklı cihazlardan ulaştıklarında, kullanıcı dostu web sayfaların, kullanılan cihazın boyutuna göre kendisini ayarlayabilecek yapıda olmasıdır (Şekil 3.12.). Böylece kullanıcıların kendi cihazına uygun görünümde sınav etkinliklerini ses destekli olarak yapabilecekleri düşünülmektedir.

Eskiden web sayfası arayüzleri tasarlanırken sabit bir şablon yapısıyla tasarlanmaktaydı. Bileşenler arasındaki bağlantılar sabit şablona göre tanımlanırdı. Günümüzde duyarlı web tasarımında bu bağlantılar esnek oranlarla tanımlanmaktadır (Turan ve Şahin, 2017).



Şekil 3.12 Farklı cihaz platformlarında arayüz görüntüsü

Duyarlı Web Tasarımının temelinde kullanıcıların kullandıkları tarayıcı arayüz ve cihazların gösterim özellikleri belirlenerek, bu özelliklere göre sayfaların biçimlendirilip, gösterimi esaslı yer almaktadır. Tarayıcı ve cihazların teknik kapasitelerinin tespiti kullanıcı tarafı bir etkinliktir. Bu nedenle kullanıcı tarafı etkinliklerin gerçekleştirilmesinde iki temel yazılım dili yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bunlar, Javascript programlama dili ve sayfa gösterimlerinde siteye / yapıya özel standartların uygulanmasına olanak veren CSS (Cascading Style Sheet - Basamaklı Stil Sayfası) biçimlendirme dilidir. Duyarlı web tasarımında CSS'nin son sürüm olan 3. Versiyonu kullanılmaktadır. Bu versiyonda cihaz türü ve ekran genişliğine göre sayfaların gösterim biçimlerine karar verebilecek düzenlemeler yapmak mümkündür. Örneğin; 900 piksel genişlikte görüntü verebilen ekranda yan yana bloklar halinde görünen bir görüntü, 760 piksel 'den daha az görüntü verebilen bir ekran da alt alta gösterilebilmektedir.

Ölçe değerlendirme platformunun, sistemi kullanacak olan bireylerin engel durumuna göre uyarlanabilir (kişiselleştirilebilir) öğrenme ortamları seçimlerine göre tasarlanması gerektiği analiz sonucunda ortaya çıkmıştır. Çalışmada yapılan tasarımda görme engelli bireylerin engellilik durumuna göre web arayüz kişiselleştirilebilir sayfaların, kullanıcı tercihlerine göre sistemde oturum açma işleminden sonra gelecek şekilde tasarlanmasına da özen gösterilmektedir.

Örneğin; görme engel durumu tamamen göremiyorum durumunda olan kullanıcılar isterlerse sistemin ses desteğini kullanabilecekler, isterlerse de bilgisayarlarında yüklü olan ekran okuyucu programlarıyla okunabilir sayfa düzenini kullanabileceklerdir. Böylece duyarlı web sayfalarının yapısı ile, web arayüzlerinin kullanıcı dostu özelliği de sağlanarak web içeriği erişilebilirlik klavuzundaki kriterlere uygun olarak tasarlanması gerektiği de ön plana çıkmaktadır. Branch (2009) "ADDIE tasarım modelinin esnek, duyarlı, etkileşimli ve sistematik" özelliklere sahip olduğunu vurgulamıştır. (Branch, R. M. (2009). Instructional Design)

3.9.3. Geliştirme aşaması

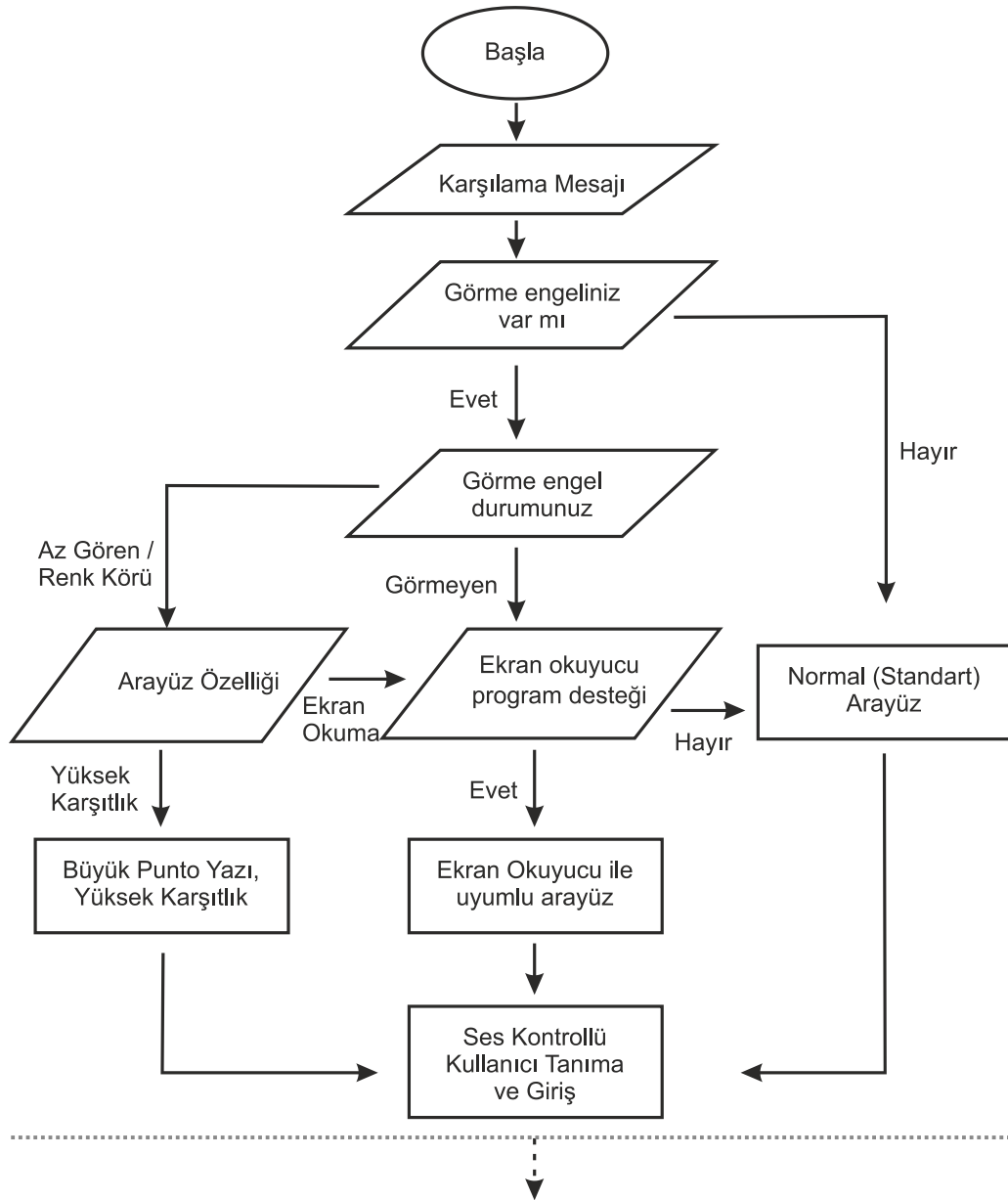
Arayüz sayfalarının analiz ve tasarım aşamasındaki çalışmalara göre geliştirilmesi sağlanmıştır. Çevrimiçi sistemlerde kayıtlı kullanıcıların sistemde oturum açabilmesi için kullanıcı adı ve şifre bilgilerinin ses destekli olarak sağlanabilmesi amacıyla tasarlanan arayüz aşağıdaki gibi geliştirilmiştir. Görme engelli bireylerin arayüz sayfalarındaki içerikleri duyabilmeleri için sisteme ses desteği de eklenmiştir. Kullanıcı dostu arayüzlerin bireyler tarafından rahat kullanabilmesi için klavye desteği

de sağlanmasında özen gösterilmiştir. Kullanıcıların sistem oturumunu açabilmesi amacıyla klavyedeki boşluk tuşuna basması yeterli olacaktır.

3.9.3.1. Uyarlanabilir öğrenme ortamı arayüz seçimi (kişisel eğitim asistanı)

Görme engelli bireylerin site içerisinde kendilerini uygun bir arayüz ile sitede dolaşabilmelerini sağlamak amacıyla uyarlanabilir öğrenme ortamı arayüz seçimi ve içerikleri okuyabilmeleri için sesli metin okuyucu programların desteği “<https://responsivevoice.org>” tarafından sağlanmaktadır.

Bu arayüz seçimine kısaca Kişisel Eğitim Asistanı (KEA) denilecektir. Sisteme girişte karşılama mesajı “Merhaba ben senin kişisel eğitim asistanım. Sana yardımcı olabilmem için sayfalara nasıl erişmek istediğini belirlemeni isteyeceğim. Bu bilgileri paylaşman zorunlu değil.” olacaktır. Bu işlem kişisel eğitim asistanı tarafından sesli olarak sistem tarafından yapılacaktır. Açıklama bilgisinden sonra adım adım arayüz seçimi için gerekli bilgiler sisteme kaydedilecektir (Şekil 3.13.)



Şekil 3.13. Uyarlanabilir öğrenme ortamı arayüz seçimi (Kişisel Eğitim Asistanı)

Sesli olarak KEA'nın yardımıyla görme engelli her bireyin görme engel durumuna göre arayüz tercihleri sistem tasarımcısı tarafından veritabanına kaydedilmektedir. Görme engelli her birey için sistemi kullanmaya başlamadan önce tercih edilen arayüz seçim sayfaları sisteme girişleri gerçekleştiğinde kişiselleştirilebilir çevrimiçi arayüz sayfaları ile sistemi kullanmaya başlayacaklardır. Şekil 3.13'te gösterilen adımlara ait sistemdeki arayüz sayfaların görüntüleri Şekil 3.14., 3.15., 3.16. ve 3.17.'de verilmiştir.

Merhaba

Ben senin kişisel eğitim asistanım. Sana sayfalara ve içeriklerine erişimde yardımcı olmaya çalışacağım.
Sana yardımcı olabilmem için bazı bilgilere ihtiyacım var.
Bu bilgileri her defasında yanıtlamak zorunda kalmamak için kaydetmeme izin verir misin?

İstediğim Bilgiler: Öğrenci Numaran, Adın, Soyadın, Okuduğun Fakülte, Bölüm ve Sınıfın.

Ayrıca engel durumuna göre sayfalara nasıl erişmek istediğini de belirlemeni isteyeceğim.
Bu bilgileri paylaşman zorunlu değil.

Evet Paylaşıyorum **Paylaşmak istemiyorum**

Şekil 3.14. Sesli Okunan KEA Karşılama Mesajı

Görme Engeliniz var mı?

Görme ile ilgili aşağıdaki seçeneklerden hangisi sizin durumuzu ifade edebilir?

Görme Sorunum Yok

Yazılar Büyütülünce Görebiliyorum

Renk Körüyüm, Bazı renkleri ayıramıyorum

Hiç Görmüyorum

Şekil 3.15. Evet Paylaşıyorum -Görme Durumu

Görme Durumu ile ilgili Tercihiniz

Görme durumunuzu **Görme sorunum yok** olarak seçtiniz.

Sistem arayüzü tercihiniz standart arayüz olarak belirlenecek ve daha sonraki sistem girişlerinizde bu düzenleme kullanılacaktır.

ONAYLIYORUM **Tercihimi Değiştireceğim**

Şekil 3.16. Görme Sorunum Yok Seçilirse Standart Arayüz



Şekil 3.17. Yazıları Büyütünce Görebiliyorum Seçilirse Yazı Puntosu Büyütülmüş Arayüz

3.9.3.2. Uyarlanabilir öğrenme ortamı arayüz seçimine göre bireylerin sistemi kullanması

Sistemi kullanacakların; engeli olmayan, az gören ve tamamen göremeyen bireylerden oluşması esasıyla üç farklı senaryo oluşturulmuştur. Eğitim süreci başlamadan önce, özellikle az gören veya tamamen göremeyen bireylerin uygun olan bir ortamda mikrofon yardımıyla ses kayıt bilgilerinin (kullanıcı adı, şifre, etkinliği başlat, sonraki) Audacity ve Matlab programlarıyla veritabanına kaydedilmesi işlemi yapılacaktır.

3.9.3.3. Sistemi kullanacak bireyler için eğitim setlerinin oluşturulması

Çalışmada biyometrik sistemlerden ses tanıma işlemi sisteme giriş kontrolünde ve sınav değerlendirme ortamında eş zamanlı olarak kullanılmaktadır. Konuşmacı tanıma sistemleri iki asamadan oluşmaktadır. Birincisi aşama eğitim, ikinci aşama ise test olmaktadır. Eğitim aşamasında tüm kullanıcılar, bir referans modeli oluşturmak için ses örnekleri verir, ikinci aşamada ise giriş sinyali referans modelleri ile karşılaştırılarak saptama yapılır (Karasartova,2011).

Çalışmada, konuşmacı bağımlı, kelime tabanlı ve hem metin bağımlı hem de metin bağımsız ses tanıma yöntemleri kullanılacaktır. Konuşmacı tanımadaki sistem, söylenen

kelimeyi bilir ve konuşmacıyı bulur (Moralı, 2007). Konuşmacı bağımlı sistemlerde, sistemde kayıtlı olan kişiler üzerinden olmaktadır (Baygün, 2006) .

Kelime tabanlı sistemlerde tanıma işleminin en küçük unsuru kelimelerdir. Kelime kapasitesi kısıtlı tutulmaktadır (Dede,2008). Metin bağımlı sistemlerde sadece kullanılacak metnin tekrar edilerek referans oluşturulması kimlik şablonu oluşturmak için yeterlidir.

Sistemin güvenliği ile ilgili ayırt edici bilgilerin Matlab R2014b programında eğitim veri setinin oluşturulması işlemi için ön hazırlık yapılır. Eğitim setleri için her bir katılımcıya ait her set için en az 4 adet ses kayıt girişi 3 sn. süre ile standart bir kulaklıklık mikrofon ile alınarak sisteme otomatik olarak kaydedilmektedir. Sisteme istenirse daha fazla sayıda ses kaydı alınabilir.

V-Asistan Yönetim Paneli		Kullanıcılar	Sınavlar	Eğitim Veri Setleri	ESRA BUDAK					
Eğitim Veri Setleri										
ESRA BUDAK										
Kullanıcı Adı	Fistik	Peçete	Kalem	Etkinliği Başlat	Sonraki	Seçenek A	Seçenek B	Seçenek C	Seçenek D	Seçenek E
#	Ses Dosyası					Eğitildi	Eğit	Convert 16 Bit		
1	▶ 0:02 / 0:02					✓		✓		
2	▶ 0:00 / 0:02					✓		✓		
3	▶ 0:00 / 0:02					✓		✓		
4	▶ 0:00 / 0:02					✓		✓		
5	▶ 0:00 / 0:02					✗	Eğit	Convert		
6	▶ 0:00 / 0:02					✗	Eğit	Convert		
7	▶ 0:00 / 0:02					✗	Eğit	Convert		
8	▶ 0:00 / 0:02					✗	Eğit	Convert		

Şekil 3.18. Etkinliği Başlat Eğitim Seti Ses Kayıtları

Sisteme kaydedilen her bir setteki ses verileri ön işleme adımları için, 48 KHz 'den 16 KHz mono ses dosyasına "Convert" düğmesi ile dönüştürülerek, sistemde eğitim işlemleri gerçekleştirilmektedir. Bu dönüşümün gerekliliği, 48 kHz olarak kaydedilen

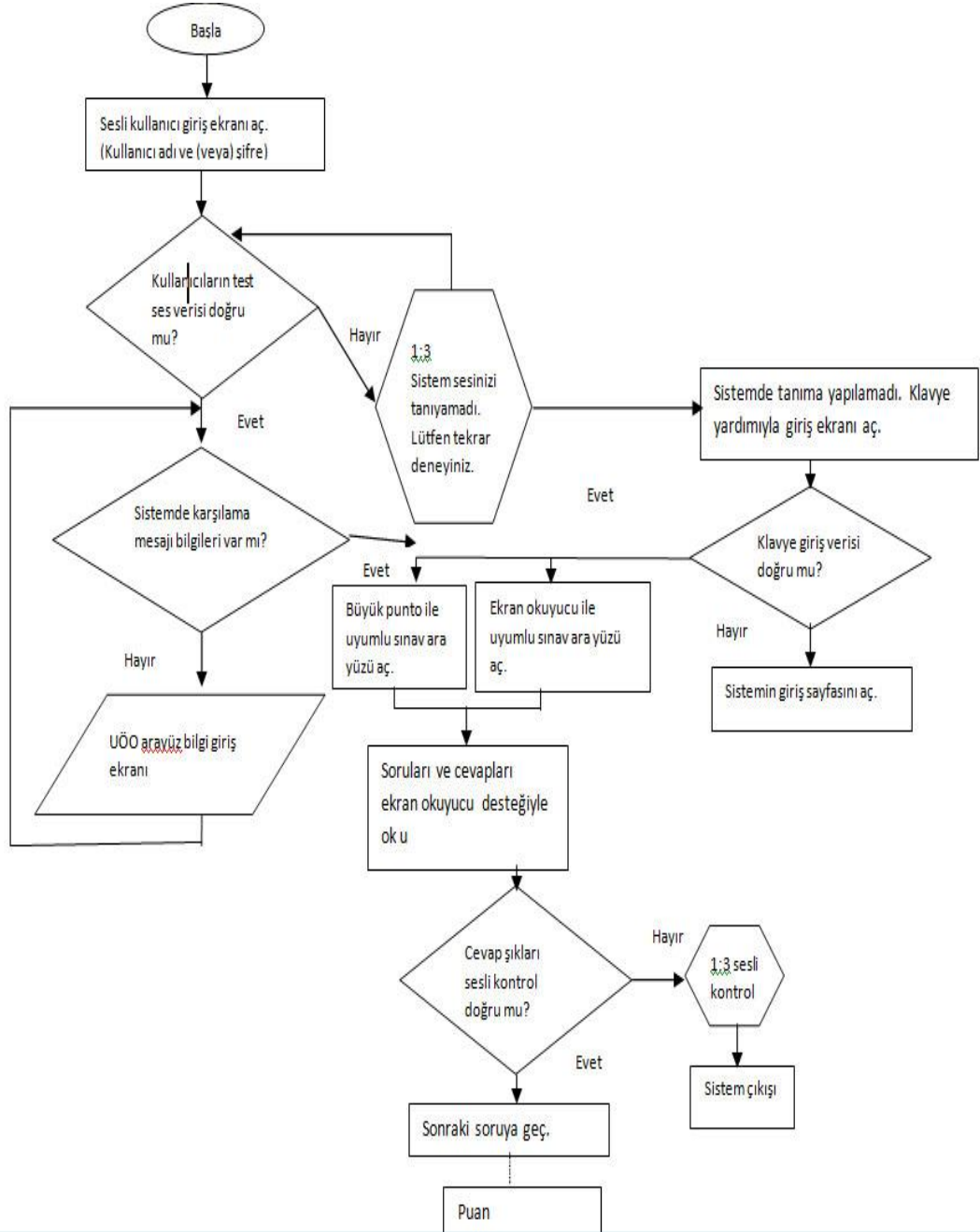
ses dosyalarının saklanması ve işlenmesinde zorluklar yaşanmıştır. 16 KHz 'den daha düşük frekanslarda örtüşme (aliasing) gerçekleştiğinden 16 kHz dönüşümün alt sınırı olarak belirlenmiştir (Şekil 3.19.).

Eğitim aşamasında dönüştürülen her bir değişkene ait ses kayıtları eğitilmek için "Eğit" komut düğmesine basılarak referans şablona kaydedilir. Kaydedilen ses biyometrik verilerine ait işlemin tamamlandığı sistem tarafından geri bildirim ile gösterilmektedir (Şekil 3.20.).

#	Ses Dosyası	Eğitildi	Eğit	Convert 16 Bit
1	3_1524173704.wav	✓	✓	✓
2	3_1524173727.wav	✓	✓	✓
3	3_1524173746.wav	✓	✓	✓
4	3_1524173796.wav	✓	✓	✓
5	3_1524173785.wav	✗	Eğit	Convert
6	3_1524173807.wav	✗	Eğit	Convert
7	3_1524173827.wav	✗	Eğit	Convert
8	3_1524173846.wav	✗	Eğit	Convert

Şekil 3.19. Kaydedilen Ses Kaydının 16 KHz'e Dönüştürülmesi

- Eğer bireylerin verdiği cevap şıkkı, sistemde kayıtlı olan doğru kişiye ait ise bir sonraki soruya geçilerek, değerlendirme işlemi gerçekleştirilir. Sistemde kayıtlı olan kişinin verisiyle örtüşmüyorsa, sistemden çıkış yapılır.



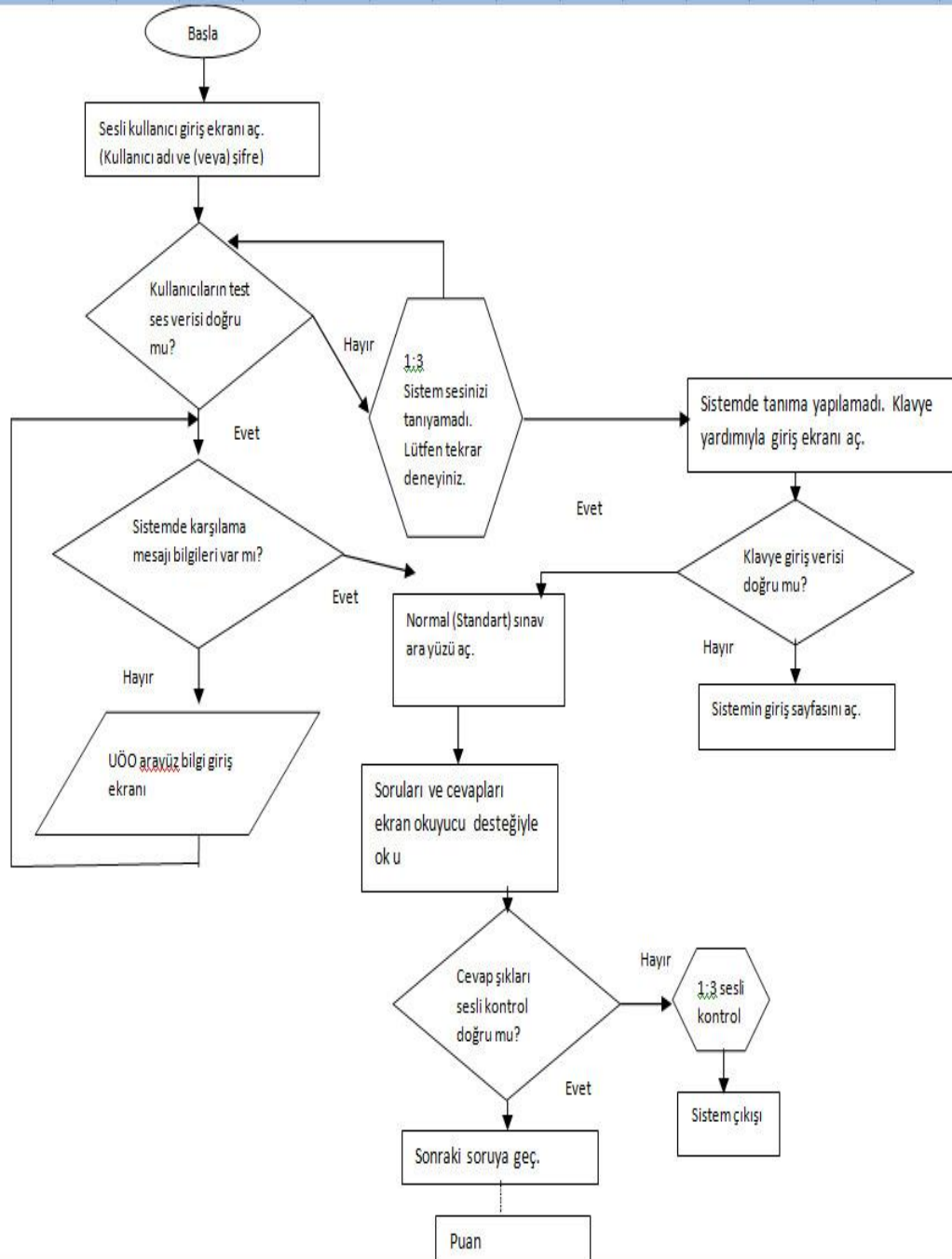
Şekil 3.21. Sistemi Kullanacak Olan Az Gören veya Tamamen Göremeyen Bireylerin Sisteme Erişimi

3.9.3.5. Uyarlanabilir öğrenme ortamı arayüz seçimine göre görme engeli olmayan bireylerin sistemi kullanması

Tasarlanacak olan uyarlanabilir arayüz ortamı engeli olmayan bireyler için de kullanılabilir. Az gören ya da tamamen göremeyen bireyler için anlatılan sistem kullanımına göre farklı olan, KEA tarafından kaydedilen verilere göre arayüz seçimleri gerçekleştirilmektedir.

Çevrimiçi sayfalarda GEÖ'lerin görme durumlarına göre seçtikleri arayüzler, daha sonra sistemde oturum açtıkları andan itibaren değerlendirme arayüzü olarak açılmaktadır. Sistemi kullanacak GEÖ'lerin seçimine göre sorular ve cevaplar ekran okuyucu desteğiyle veya sistemdeki sesli okuma desteğiyle okunur. Bireylerin her soru için verdiği cevap şıkları sistem tarafından veritabanına kaydedilir. Sorular arasında geçiş "sonraki" kelimesi ile kontrol edilmektedir.

Ses biyometrik verisi, sistemde kayıtlı olan doğru kişiye ait ise bir sonraki soruya geçilerek, değerlendirme işlemi gerçekleştirilir. Sistemde kayıtlı olan kişinin verisiyle örtüşmüyorsa, kontrol işlemi üç kez tekrarlanarak, ses verisinin doğru kişiye ait olup olmadığının kontrolü yapılır. Üçüncü kontrolden sonra, kullanıcının söylediği kelime, veritabanındaki veri ile örtüşmüyorsa ise sistemden çıkış yapılır. Uyarlanabilir öğrenme ortamı arayüz seçimine göre engeli olmayan bireylerin sistemi kullanımına ait yapı Şekil 3.22.'de verilmiştir.



Şekil 3.22. Uyarlanabilir Öğrenme Ortamı Arayüz Seçimine Göre Engeli Olmayan Bireylerin Sistemi Kullanımı

Kullanıcı Girişi

Sisteme giriş yapmak için kullanıcı adı ve şifre bilgilerinizi girmeniz gerekiyor. Sesli giriş işlemi için boşluk tuşuna basınız.

Kullanıcı Adı

Öğrenci Numaranız veya TC Kimlik Numaranız

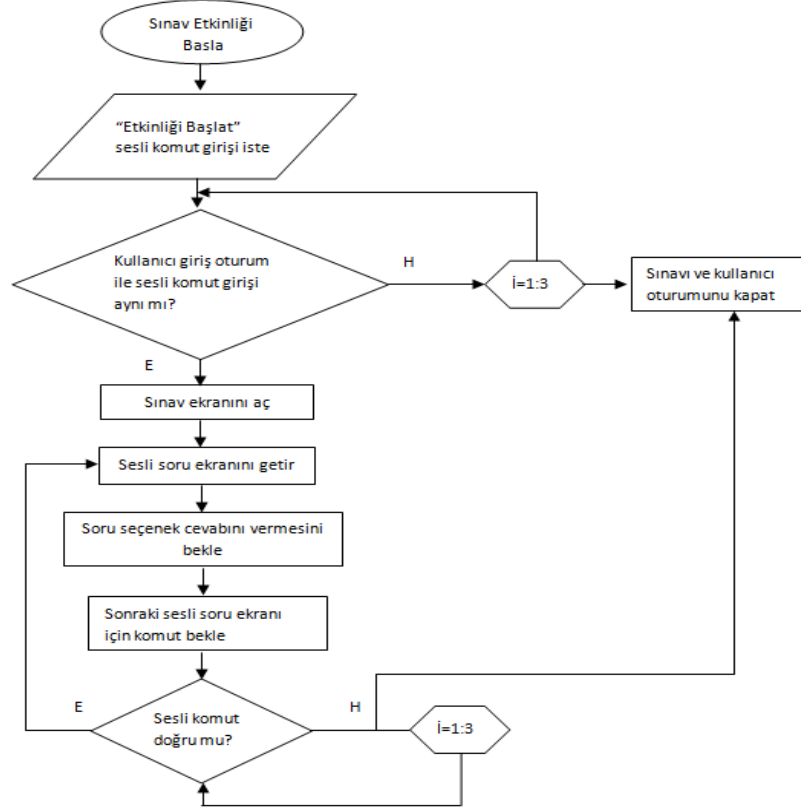
Şifre

KAYIT OL

ŞİFREMI UNUTTUM/BİLMİYORUM

Şekil 3.23. Çevrimiçi Sisteme Giriş

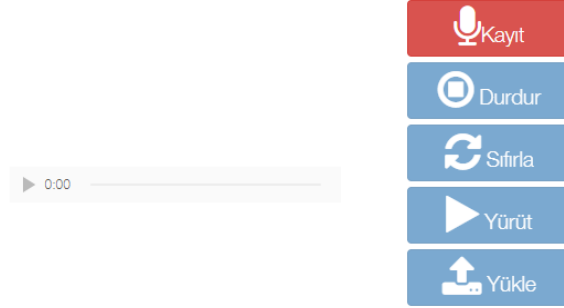
Oturumun başlatılması için hem kullanıcı adı hem de şifre sesli verilerin sistemdeki verilerle karşılaştırılarak eşleşmesi gerekmektedir. Eğer kullanıcının giriş verileri eşleşmezse, sistem tarafından onaylanmadığı takdirde, 3 kere sesli veri kontrolü yapılacaktır (Şekil 3.24.).



Şekil 3.24. Sınav Etkinliği Konuşmacı Doğrulama

Ses Kayıt

Üç saniye kayıt yapılacak ve kayıt bittikten sonra ses kaydı otomatik çalacaktır. Ses kaydını başlatmak için boşluk tuşuna basınız ve Kullanıcı adınızı söyleyiniz.

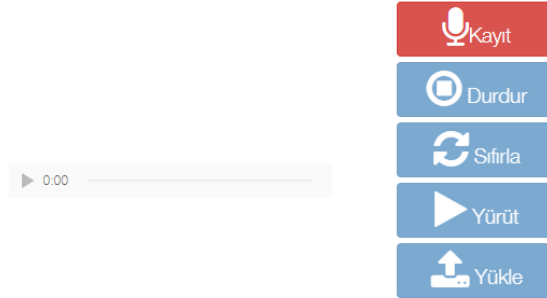


Şekil 3.25. Kullanıcı Adı Sesli Giriş

Kullanıcının ziyaret ettiği sayfanın yenilenmesine gerek olmadan sürekli doğrulama işlemleri gibi sunucu taraflı işlemlerin yapılabilmesi gerekmektedir. Bu işlemler için JQuery / Ajax yapıları kullanılmıştır.

Ses Kayıt

Şimdi boşluk tuşuna basınız ve Şifre kelimeyi söyleyiniz.



Şekil 3.26. Şifre Sesli Giriş

Oturum açma /giriş kontrolü sağlanan kullanıcı bireylerin, kullanıcı tercihlerine göre kişileştirilebilir (uyarlanabilir) arayüz sayfaları gelecektir. Sistemin geliştirilmesi esnasında çevrimiçi olarak sınav uygulamalarının yapılabilmesi için ölçme değerlendirme uygulamasının (sınavın) geçerliliği ve güvenliliği açısından sınavı yapacak kişi ile sistemi kullanacak kişinin ses destekli bilgileri birçok defa kontrol edilecektir.

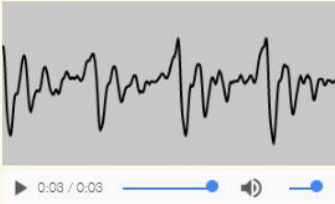
Sınav Açıklamaları

Deneme sınavına hoşgeldiniz.
 Sınavınızı klavyeden giriş yaparak gerçekleştireceksiniz.
 Sınavda toplam 10 soru vardır ve her bir soru sırayla gelecektir.
 Soru metnini ve cevap seçeneklerini dinledikten sonra, yanıtınızı klavyedeki a , b, c, d,e harflerine basarak seçiniz.
 Soruyu ve seçenekleri tekrar dinlemek için yukarı veya aşağı tuşuna basınız.
 Soruyu yanıtladıktan sonra, enter tuşuna basarak, sonraki soruya geçiniz.
 Açıklamayı tekrar dinlemek için boşluk tuşuna basınız.
 Hazır olduğunuzda enter tuşuna basınız ve duyacağınız sinyalin ardından 1 saniye bekleyerek **Etkinliği Başlat** deyiniz.

Şekil 3.27. Sınav Açıklamaları Bilgi Sayfası

Ölçme değerlendirme etkinliklerinin görme engelli bireyler tarafından bireysel olarak yapılabilmesi için; “etkinliği başlat”, soru geçişlerinde de “sonraki”, “önceki”, sınavın bitirilmesi için de “etkinliği bitir” sesli verileriyle kontrol işlemlerinin sağlanması gerekmektedir.

Sınav Açıklamaları



Şekil 3.28. Etkinliği Başlat Sesli Veri Girişi

Sistem tarafından “etkinliği başlat” sesli verisinin kontrolü sağlandıktan sonra sınav oturumu başlayacaktır. Görme engelli bireylerin tercihlerine göre gelen soru ekran arayüz sayfalarında, kullanıcılar ölçme değerlendirme etkinliğini tek başlarına, bir gözetmenin yardımına ihtiyaç duymadan yapabileceklerdir. Geliştirilen arayüz sayfaları hem görme engelli öğrenciler tarafından hem de gönüllü öğrenciler tarafından test edilecektir. Böylece geri bildirimde kullanıcı dostu arayüzlerde iyileştirmeler yapılacaktır.

3.9.3.6. Sistemi kullanacak bireyler için soruların hazırlanması

SDÖDO modülü çalışmasında analiz aşamasında engel grubundaki görme engelli öğrencilerin yaşadıkları sorunlar çerçevesinde ölçme değerlendirme sınav soruları hazırlanmıştır. Test aşamasında sorulacak sorular Microsoft Excel Elektronik Hesap ve Tablolama programında çalışma kitabına kaydedilmiştir.

Örneklem grubunun şartlarına uygun olarak görsel içerikli sorular yerine metinsel sorular tercih edilmiştir. Soru tipi olarak çoktan seçmeli sorular sorulmuştur. Hazırlanan soru dosyası veritabanına aktarılarak, sorular GEÖ'lerin KEA aracılığı ile tercih ettikleri kişiselleştirilebilir çevrimiçi sayfalarına aktarılması için bağlantılar gerçekleştirilmiştir.

Sistemde soru bankasına soru ekleme / güncelleme, sınav oluşturma ve oluşturulan Sınav için soru bankasından soru seti seçme özellikleri de bulunmaktadır. Ayrıca Virgülle Ayrılmış Değer (Commo Separated Vaue - .csv) dosya türüyle toplu soru ekleme özelliği de bulunmaktadır (Şekil 3.29.).

The screenshot shows the 'Genel Kültür Sınavı' interface. The table on the left lists 10 questions with their respective IDs and 'Ekle' buttons. The 'Soru Ekleme/Güncelleme' form on the right allows for adding or updating a question. The form includes a 'Soru' field, five 'Seçenek' (Option) fields, and a 'Doğru Yanıt' (Correct Answer) dropdown menu. A 'KAYDET' (Save) button is located at the bottom of the form.

Sn	#	Soru	#
1		<input type="checkbox"/> Üç büyük dince kutsal sayılan şehir hangisidir	<input type="button" value="Ekle"/>
2		<input type="checkbox"/> Bir Sebepten Dolayı Tek Kulağına Küpçe Takan Osmanlı Padişahı Kimdir	<input type="button" value="Ekle"/>
3		<input type="checkbox"/> Halen görev yapan Cumhurbaşkanı'nın adı nedir	<input type="button" value="Ekle"/>
4		<input type="checkbox"/> Bir günde kaç dakika vardır	<input type="button" value="Ekle"/>
5		<input type="checkbox"/> Fatih Sultan Mehmet'in babası kimdir	<input type="button" value="Ekle"/>
6		<input type="checkbox"/> Hangisi tarihteki Türk devletlerinden biri değildir	<input type="button" value="Ekle"/>
7		<input type="checkbox"/> Kıbrıs Barış Harekati hangi tarihte gerçekleşmiştir	<input type="button" value="Ekle"/>
8		<input type="checkbox"/> 2003 Yılında Eurovizyon Şarkı Yarışmasında Ülkemizi Temsil Eden ve Yarışmada Birinci Gelen Sanatçımız Kimdir	<input type="button" value="Ekle"/>
9		<input type="checkbox"/> Aspirinin Hammaddesi Hangi Ağaçtan Sağlanmaktadır	<input type="button" value="Ekle"/>
10		<input type="checkbox"/> İlk Defa Dünya Haritasını Kim Çizmiştir	<input type="button" value="Ekle"/>

Soru Ekleme/Güncelleme

Soru: İlk Defa Dünya Haritasını Kim Çizmiştir

Seçenek A: Kaptanı Derya Halil Paşa

Seçenek B: Barbaros Hayrettin

Seçenek C: Piri Reis

Seçenek D: Macellan

Seçenek E: Marco Polo

Doğru Yanıt: Seçenek C

Şekil 3.29. Hazırlanan Sınava Soru Ekleme / Güncelleme Arayüzü

3.9.4. Uygulama aşaması

Uygulama basamağı, geliştirme adımlarının test edildiği kısımdır. Bu basamakta geliştirilen ürünler öğrencilerin aktif katılımıyla test edilir. Bu işlemler sırasında öğrencilerin görüşleri alınır ve ürünlere karşı tutumları, davranışları, yaklaşımları gözlemlenir, not edilir .

SDÖDO modülünde sistemin test aşaması görme engelli bireylerin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara ait eğitim verilerinin ses kayıtları, sistem tarafından her bir setteki ses verilerinin kaydedilmesi, eğitilmesi ve bireylerin sistemi test etmesi işlemlerinden kullanılmıştır.

Görme engelli beş öğrenciye görüşme formunun ön denemesi yapılmıştır. Her katılımcının bireysel olarak uygulama aşamalarını gerçekleştirme yararı yapılandırılmış gözlem formu ölçme aracı ile gözlemlenmiştir. Görüşme formuna son şekli verilerek uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

SesliAsistan Ana Sayfa KULLANICI GİRİŞİ SES DESTEKLİ GİRİŞ

GÖRME ENGELLİLER İÇİN SES DESTEKLİ ÖLÇME DEĞERLENDİRME ORTAMI

Bu platform, Öğr. Gör. Esra ÇOBAN BUDAK tarafından hazırlanan "Görme Engelliler İçin Ses Destekli Ölçme Değerlendirme Ortamı Model Önerisi" başlıklı Doktora çalışmasının uygulama ve test platformudur.

Bu platform aracılığıyla elde edilebilecek kişisel bilgilerin doğruluğu kesin değildir. Katılımcıların güvenliği bakımından gerçek olmayan bilgiler kullanılmış olabilir. Ancak verilere ve araştırma sonuçlarına ilişkin bilgiler, bilimsel yöntemler çerçevesinde analiz edilerek elde edilen verilerdir.

Bu platform herhangi bir maddi getiri amacıyla kurulmamıştır. Katılımcılar kendi rızaları ile uygulama testleri için veri sağlamaktadırlar. Araştırma sonucunda oluşturulacak platformun kamu yararına eğitim kurumlarının kullanımına açık olması öngörülmektedir.

Projeyle ait telif ve fikri haklar, Esra Çoban Budak'a aittir. İzin alınarak kullanılabilir.

CC BY NC SA

Kullanıcı Girişi

Sisteme giriş yapmak için kullanıcı adı ve şifre bilgilerinizi girmeniz gerekiyor. Sesli giriş işlemi için boşluk tuşuna basınız.

Kullanıcı Adınız

Öğrenci Numaranız veya TC Kimlik Numaranız

Şifreniz

GİRİŞ

KAYIT OL ŞİFREMI UNUTTUM

Test aşamasında sistemi kullanacak bireylerin bilgisayardaki kullanılabilirlik düzeylerine de bakılmıştır. SDÖDO modelinde sistem ana sayfasından itibaren bilgisayarda soruları dinlerken, soruları cevaplarken klavye kullanım düzeyi de gözlemlenmiştir. Sınav boyunca katılımcıların her biri bireysel olarak, herhangi bir gözetmen / katibe ihtiyaç duymamıştır. Her katılımcı KEA ile sesli olarak dinlediği soruların cevaplarını bireysel olarak cevaplamışlardır. Sınav oturumu boyunca katılımcının ses biyometrik veri kontrolü sağlanmıştır. Böylece sınav oturumunu başlatan kişi ile sınavı devam ettiren kişinin kontrolü de gerçekleştirilmiştir.

Görme engelli bireylerden analiz grubundaki 14 üniversite öğrencisinin katılımı ile alanyazından da yararlanılarak hazırlanan yarı yapılandırılmış gözlem formunun ön deneme uygulaması katılımcılar sistemi kullanırken yapılmış ve ses destekli sınav modülünün kullanılabilirliği ile davranışları gözlenmiştir. Test aşaması bittikten sonra katılımcıların görüşleri alınmıştır. Çalışmada analiz grubunda yer almayan 30 katılımcıdan oluşan test grubu ile gözlem formunun değerlendirilmesi, görüşler ve gözlem formunun testi de yapılmıştır.

3.9.5. Değerlendirme aşaması

Değerlendirme basamağında geliştirilen ürünlerin planlanan hedefleri ne derecede karşıladığı kontrol edilir. Araştırmada kullanılan deneme ve geliştirme test verileri nicel ve nitel araştırma yöntemlerine uygun bir şekilde analiz edilmiştir. Nicel verilerde frekans ve yüzde kullanılırken, nitel verilerde içerik analizi yapılmıştır.

Görme engelli öğrencilerin sesli sınav sistemi kullanılabilirlik testi ile ilgili maddelere katılma oranları ile ilgili bulguları, sesli sınav sistemine yönelik beğendikleri ve beğenmedikleri özelliklere ilişkin bulguları, sesli sınav sisteminin geliştirilmesine yönelik önerilerine ilişkin bulguları ve sesli sınav sistemini yöneten/uygulayan kişinin sistemin uygulanması sırasında sürece ve kullanıcılara yönelik gözlemlerine ilişkin bulguları anket gözlem formuna ve görüşlere göre not alınarak, değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Engellilerin akademik hayatta daha etkin bir şekilde yer alabilmesi için geleneksel eğitim yöntemlerinin çevrimiçi eğitim materyal ve ölçme/ değerlendirme yöntemleriyle biyometrik veriler yardımıyla güvenli bir şekilde desteklenmesi sağlanabilir. Alanyazınında konuşma veya komut tanıma çalışmalarında genel olarak ses verilerinin kayıtları sabit bir mikrofon ile izole edilmiş bir ortamda yapılmıştır (Mohan ve Babu,2014; Desai ve ark.,2014; Harisha ve ark., 2017).

Tasarlanan ve geliştirilen sistemin uygulama aşamaları bazı işlem adımlarından geçirilerek sistemin tasarım kısmındaki ve geliştirme kısmındaki geri bildirimlerine göre iyileştirmeler yapılması uygun görülmüştür. Gözetimli ya da gözetimsiz olarak ölçme değerlendirme etkinlikleri yapılırken sınav ortamlarında GEÖ'lerin ses biyometrik verileri ile değerlendirme yapılmıştır. Tasarlanan çevrimiçi platformda, katılımcıların özel bir donanım/yazılım kullanmalarına gerek olmamıştır.

Engelli veya engeli olmayan bir bireyin kullandığı standart donanım (klavye, bilgisayar ekranı, kulaklıklılı mikrofon veya donanımın kendi mikrofon – hoparlör düzeneği) kullanılmıştır. Kullanıcılara ait eğitim ve test aşamalarındaki ses kayıtları, çevre gürültüleri minimum düzeyde olan herhangi bir ortamda ve web arayüzünün kayıt özelliği kullanılarak yapılmıştır. Bu durum, geliştirilen sistemden elde edilen veriler doğrultusunda “standart ortamlarda yakın ve uzak mikrofonlar aracılığı ile alınan ses kayıtlarının başarımları nedir?” araştırma sorusuna başarımları durumu yüksek olduğu bulgulanmıştır.

4.1. İzole Ortamda Sistemin Eğitim ve Test Uygulamaları

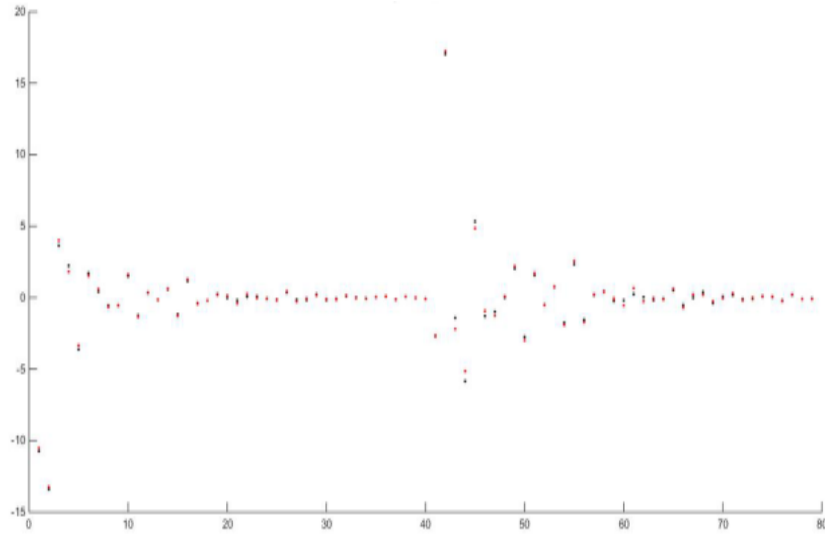
Çalışmada, oturum kontrolü ve etkinliklerin yönetimi sırasında sesli tanıma ve doğrulama desteği için kullanıcıdan 4 farklı kayıt verisi (kullanıcı adı, şifre, etkinliği başlat ve sonraki) alınmıştır. Her bir veri seti için 4'er ses kaydı yapılmıştır. Bireylere ait bilgilerin kontrolü 44 katılımcıya ait 1760 konuşma verisi kullanılmıştır. Ön işleme, MFCC bazlı özellik çıkarımı ve DTW tabanlı karar verme adımlarıyla kimlik tanıma / doğrulama sürecinde %96,52 başarı elde edilmiştir (Tablo 4.1.). 1 erkek katılımcıda pelteklik ve harflerde yutma olduğundan, bu katılımcıda testin tekrarlanması gerekmiştir. Başarı oranı, başarı sağlanan deneme sayısının, toplam deneme sayısına oranı biçiminde hesaplanmıştır.

Tablo 4.1. “Kullanıcı adı”, “şifre (fıstık)”, “etkinliği başlat” ve “sonraki” dört değişkene ait test sonuçları

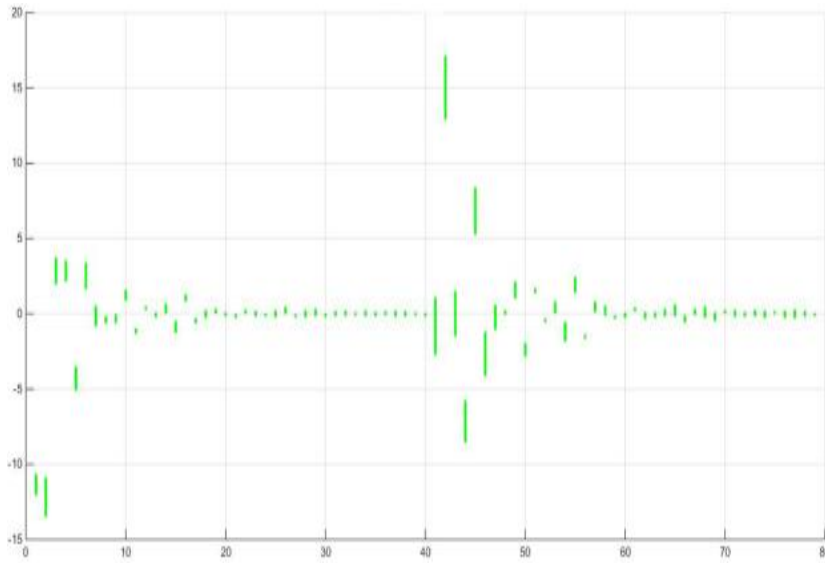
	Katılımcı Sayısı (n)	Kullanıcı Adı			Şifre (Fıstık)			Etkinliği Başlat			Sonraki (Soru sayısı kadar)		
		Toplam Test Sayısı	Başarısız	Başarı Oranı %	Toplam Test Sayısı	Başarısız	Başarı Oranı %	Toplam Test Sayısı	Başarısız	Başarı Oranı %	Toplam Test Sayısı	Başarısız	Başarı Oranı %
Kadın	28	140	4	97,14	140	8	94,29	140	5	96,43	700	16	97,71
Erke	16	80	1	98,75	80	4	95,00	80	3	96,25	400	12	97,00
Topla	44	220	5	97,73	220	12	94,55	220	8	96,36	1100	28	97,45

Kullanıcılardan çevrimiçi alınan “kullanıcı adı”, “şifre”, “etkinliği başlat” ve “sonraki” kelimelerinin ifade edilmesiyle elde edilen test verileri, eğitim setindeki kayıtlı kullanıcılara ait veriler ile karşılaştırılmıştır. Sonuç bilgi istatistik analizler için frekans, işlenen ses dosyası, DTW ortalama değeri, DTW ortalama sonucu bulunan kişinin ID’si, DTW fark sonucu ve DTW fark sonucu bulunan kişi ID değişkenleri biçiminde veritabanına kaydedilmiştir.

Sistem referans veri olarak DTW fark sonucu bulunan kişi değerini kullanmaktadır. Eğer test verisi ile eğitim verisindeki bireylerin sonuç değerleri aynı ise bireyler için sistemde oturum girişi ve devamlılığı sağlamaktadır (Şekil 4.1.). Sonuç değerleri farklı ise (Şekil 4.2.) sistemde tekrar kontrol sağlanması için veri girişi tekrar katılımcıdan istenmektedir. Çalışmada çevrimiçi ortamda oturum kontrolü sağlanabilmesi “etkinliği başlat” ile, sınavdaki sorular arası geçişin sağlanması için de “sonraki” gibi tanıma ve doğrulama kontrolü yapılmaktadır.



Şekil 4.1. Test ve Eğitim Verisi Aynı Birey



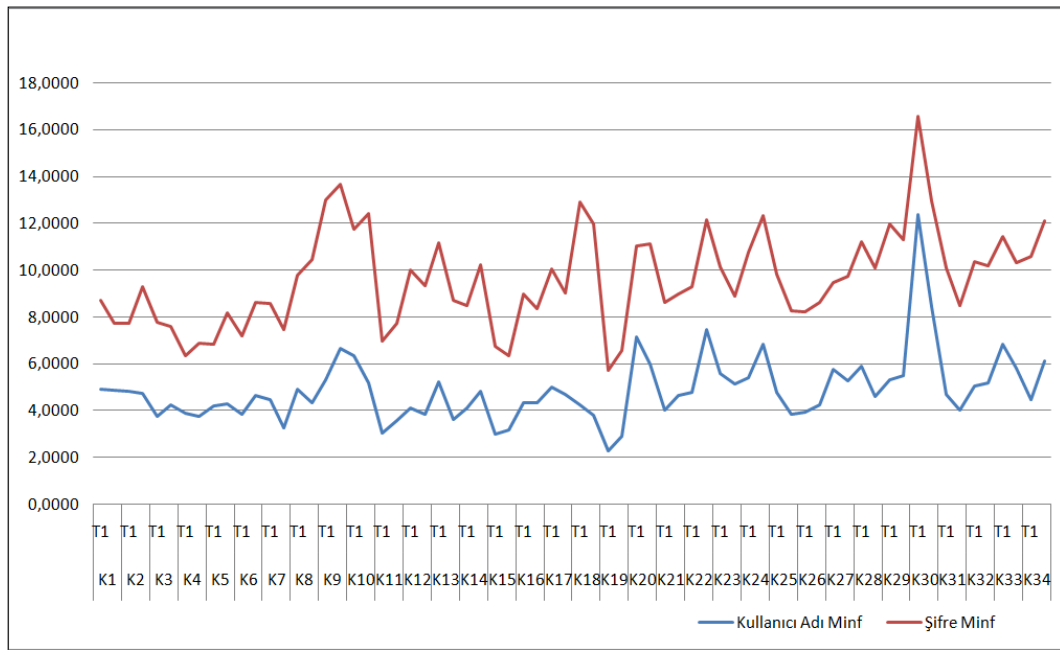
Şekil 4.2. Test ve Eğitim Verisi Farklı Birey

DTW yönteminde karar için Guru ve Prakash'ın (2009) çalışmaları referans alınarak eşik değeri olarak kullanıcı adı test verilerinin sonucundaki minimum uzaklık değerlerinin en yükseği alınmıştır. Çalışmada sisteme giriş yapan test aşamasındaki ilk 34 konuşmacı birey ile eğitim aşamasındaki birey aynı ise minimum uzaklığın düşük, farklı ise yüksek olması beklenmiştir. Test aşamasındaki bireylerin ses verilerinin DTW karşılaştırma yöntemiyle bulunan minimum uzaklıkları verilmiştir. DTW fark sonuçlarına göre metin bağımsız konuşmacı işlemlerinin, metin bağımlı işlemlere göre daha düşük değerli sonuçlar ürettiği görülmüştür. Bu durum konuşmacı tanıma etkinliklerinde MFCC ve DTW yöntemlerinin birlikte kullanıldığı durumlarda başarımın metin bağımsız uygulamalarda daha yüksek olacağı hakkında fikir vermektedir (Tablo 4.2.).

Tablo 4.2. DTW Karşılaştırma Yöntemiyle Kullanıcı Adı ve Şifre Minimum Uzaklıklar

		Kullanıcı	Şifre		Kullanıcı	Şifre		Kullanıcı	Şifre		
		Adı	Minf	Minf	Adı	Minf	Minf	Adı	Minf	Minf	
K1	T1	4,9072	3,8091	K13	T1	5,2090	5,9502	K25	T1	4,7754	5,0417
	T2	4,8646	2,8563		T2	3,6308	5,0596		T2	3,8334	4,4285
K2	T1	4,8294	2,8733	K14	T1	4,1319	4,3440	K26	T1	3,9515	4,2497
	T2	4,7494	4,5269		T2	4,8255	5,3726		T2	4,2524	4,3552
K3	T1	3,7689	3,9877	K15	T1	2,9875	3,7457	K27	T1	5,7847	3,6631
	T2	4,2618	3,3332		T2	3,1841	3,1377		T2	5,2797	4,4545
K4	T1	3,9030	2,4127	K16	T1	4,3360	4,6364	K28	T1	5,8908	5,2906
	T2	3,7752	3,0986		T2	4,3546	3,9996		T2	4,5960	5,5085
K5	T1	4,2002	2,6147	K17	T1	5,0093	5,0114	K29	T1	5,3269	6,6487
	T2	4,2976	3,8556		T2	4,7033	4,3089		T2	5,5183	5,7826
K6	T1	3,8401	3,3560	K18	T1	4,2328	8,6632	K30	T1	12,3973	4,1677
	T2	4,6357	3,9863		T2	3,7943	8,1659		T2	8,4562	4,4992
K7	T1	4,4593	4,1183	K1	T1	2,2751	3,4289	K31	T1	4,6965	5,3655
	T2	3,2549	4,1947		9	T2	2,9063		3,6630	T2	4,0223
K8	T1	4,9018	4,8729	K2	T1	7,1360	3,9033	K32	T1	5,0352	5,3273
	T2	4,3202	6,1009		0	T2	6,0135		5,0933	T2	5,1734
K9	T1	5,3397	7,6682	K2	T1	4,0146	4,6169	K33	T1	6,8219	4,6164
	T2	6,6603	6,9920		1	T2	4,6584		4,3011	T2	5,8151
K10	T1	6,3378	5,4139	K2	T1	4,7662	4,4943	K34	T1	4,4725	6,0887
	T2	5,2055	7,1998		2	T2	7,4761		4,6556	T2	6,1298
K11	T1	3,0258	3,9231	K2	T1	5,5707	4,5758				
	T2	3,5736	4,1271		3	T2	5,1234	3,7443			
K12	T1	4,1223	5,8901	K2	T1	5,4194	5,3527				
	T2	3,8281	5,4979		4	T2	6,8273	5,5003			

Bir başka önemli unsurun ise, kullanılan kelimelerin sesletimini etkileyen fiziksel ve dilsel durumların da etkili olduğunu göstermektedir. Örneklem grup arasında sesletim bozukluğu olan (peltek /harf yutan) 3 bireye ait verilerin DTW fark sonuçları anlamlı derecede yüksek çıkmıştır. Metin bağımsız ve Metin bağımlı DTW fark sonuçlarına ilişkin çizgi grafik 1 aşağıda verilmiştir (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. Metin Bağımsız ve Metin Bağımlı DTW Minimum Fark Sonuç Grafiği

Çalışmada sistemin başarımını arttırmak için eğitim aşaması için kullanılacak olan ses kayıtlarının standart ortamda kaydedilerek, referans şablona kaydedilmesi amacımızı doğrulamak için, eğitim aşamasında kullanılacak ses verilerini çevrimiçi olarak kaydedip, eğilmiştir. Test aşamasında da standart ortamda kaydedilen ses verisini DTW yöntem ile karşılaştırarak minimum uzaklığın hesaplaması tekrar yapıldı. Yapılan çalışma sonucunda sistemin test aşamasında başarı oranı %92 olarak bulunmuştur.

Fluck ve arkadaşları (2017)'deki çalışmalarında ÖYS'lerde elektronik sınavlar öğrencilerin öğrenmesini değerlendirmek için uygulanabilir bir alternatif yöntem olduğunu ve öğrencilere hızlı geri bildirim sağlanabileceğini ifade etmişlerdir. Ancak

engelli grubundaki bireylerden olan GEÖ'ın bu tür sistemlerde kullanıcı adı ve şifreleri doğru bir şekilde yazarak sisteme girişleri diğer engeli olmayan bireylere göre nispeten zor olmaktadır. Karasartova (2011) ve Chadha (2011)'nin araştırmalarındaki gibi SDÖDO alışmasında, MFCC öznitelik çıkarım yöntemi, değişimlerden ve ses dalga yapısından daha az etkilenmesi, insan kulağının duyma özelliğine göre algısal olarak iyi olması bakımından tercih edilmesinin sebebidir.

Yine çalışmada sınırlı sayıda kelime tanımada DTW yönteminin Dişken ve İbrikçi (2014)'nin çalışmasında olduğu gibi başarıyı arttırdığı doğrulanmıştır. Tasarlanan modül vasıtası ile günümüzde sadece oturum oluşturma sırasında yapılan kullanıcı kontrolü, sınavlar gibi etkinliklere de yayılarak sürekli hale getirilebilecektir.

4.2. İzole Olmayan Ortamda ve Sabit Olmayan Mikrofonlu Kulaklıkla Sistemin Deneme Uygulamaları





Çalışmanın ön denemeleri ses destekli sınav sitesinin kullanılışlığının ölçülmesi için 14 üniversiteli görme engelli bireyin katılımıyla gerçekleşmiştir. Ön deneme çalışmalarına katılan katılımcıların %85'i kadın, %57'si 18-20 yaş aralığında ve %85'i az görendir. Öğrencilerin %78,5'i Kocaeli üniversitesinde okumaktadır. Ayrıca yapılan anket çalışmasında %57'si bilgisayarını iyi kullanmakta olduğunu belirtirken, %64,28'i interneti iyi kullandığını belirtmiştir.

Eğitim işlemleri esnasında her bir bireyden her set için 8'er veri kaydı (4X8) veritabanına evrimii olarak kaydedilmiştir. Kayıt işlemleri sabit olmayan mikrofonlu kulaklıkla istenilen frekansta yapılabilmektedir. Çevrimiçi olarak kaydedilen her bir setteki ses verileri 16 KHz'e dönüştürölerek, sistemde eğitim işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Eğitim Veri Setleri

ESRA BUDAK

Kullanıcı Adı Şifre Sonraki Önceki Seçenek A Seçenek B Seçenek C Seçenek D Seçenek E Etkinliği Başlat Etkinliği Bitir

#	Ses Dosyası	Eğitildi	Eğit	Convert 16 Bit
1	0:00 / 0:02  3_1522528165.wav	✓	✓	✓
2	0:00 / 0:02  3_1522528199.wav	✓	✓	✓
3	0:00 / 0:02  3_1522528251.wav	✓	✓	✓
4	0:00 / 0:02  3_1522528275.wav	✓	✓	✓

Şekil 4.4. Ses verilerinin 16 KHZ'e dönüştürülüp eğitilmesi

Sistemin test işlemleri esnasında da görme engelli bireyler istedikleri masaüstü veya dizüstü cihazlarından uygulamalarını yapabilmektedirler. Sistemin test aşaması ses destekli olarak, klavyedeki tuşlar aracılığı ile gerçekleştirilebilmektedir. İsteyen kullanıcılar sistemdeki kullanım tercihlerine göre bilgisayarlarındaki ekran okuyucu programları (NVDA, JAWS gibi) aracılığı ile sistem arayüzlerindeki içerikleri okutabilmektedirler.

Görme engelli bireylerin düzenli olarak okula geliş gidişlerinde sıkıntılar yaşamalarından dolayı, okul ortamında genellikle tek başlarına gelememelerinden dolayı, sistemin test işlemlerindeki performans ölçümünün test edilebilmesi için karşılaştırma başarımları çevrimiçi kaydedilen ses kayıtlarının eğitilmemiş olanları ile de yapılabilmektedir. Bu performans testinin yapılabilmesi için eğitim aşamasında kullanıcılardan her set için 8 kayıt alınmaktadır. Yapılan denemelerden elde edilen sonuçlarına göre sesli sınav sisteminin kullanılabilirliği hakkında çıkan bulgular aşağıda verilmektedir. Görme engelli öğrencilerin sesli sınav sistemi kullanılabilirlik testi ile ilgili maddelere katılma oranları ile ilgili bulgulara Tablo 4.3.'te yer verilmiştir.

Tablo 4.3. Görme engelli öğrencilerin sesli sınav sistemi kullanılabilirlik testi ile ilgili maddelere katılma oranları ile ilgili bulgular

	İfadeler	Ortalama	Standart Sapma
Kullanım kolaylığı	Sınav Sisteminin kullanımı kolaydır	4,92	0,26
	Sınav Sisteminde dolaşım kolaydır	4,85	0,36
	Kullanıcıya yönelik yardım ve yönlendirmeler yeterlidir	4,78	0,42
	Sistemde kullanılan arayüz anlaşılır ve sadedir	4,92	0,26
	Sistem hızlı yüklenmektedir	4,71	0,61
	Sınavdaki açıklamaların ve soruların seslendirilmesi açık ve anlaşılırdır	4,92	0,26
	Sınav arayüz sayfaları cihazımdaki tarayıcı programında rahatça açılabilir	4,85	0,36
İçerik	Sınav Sistemindeki yer alan sorular kolay anlaşılabilir	4,92	0,26
	Yapılması gerekenler ile ilgili açıklamalar kolay anlaşılabilir	4,35	0,28
	Sorular açık ve anlaşılır ifadeler içermektedir	4,85	0,36
	Sesli yönlendirmeler açık ve anlaşılırdır	4,92	0,26
Evrensel Tasarım İlkelerine uygunluk	Sesli sınav sistemini başka kullanıcılara tavsiye ederim	5,00	0,00
	Sesli Sınav Sistemi genel olarak iyi tasarlanmıştır	4,85	0,36
	Sistem sorunsuz çalışmaktadır	4,78	0,57
	Sınavı yardımsız bir şekilde yapabildim	4,92	0,26
	Sınav ortamı rahattır	4,92	0,26
	Bilgisayar ortamında yer alan bu sınav sistemini kullanmaktan memnun kaldım	5,00	0,00
	Toplam	4,85	0,30

Araştırmayla ilgili tüm gözlemler aynı gözlemci tarafından yapılmış ve gözlemler katılımsız bir yöntemle yapılmıştır. Katılımcıların davranışları, SDÖDO modülünü kullanırken üç aşamada gözlemlenmiştir. Bu aşamalar; 'kullanıcı adı ve parola ile tanımlama', 'sınavın başlatılması ve yürütülmesi' ve 'sınavın tamamlanması ve sonuçlar hakkında bilgi sahibi olma' idi.

Gözlemler sırasında subjektif görüşleri kaldırmak için, sayı veya onay kutusu alanlarıyla tasarlanmış gözlem formu; her bir adımın tekrar sayısı, yapılan hata sayısı, görevin başarıyla tamamlanıp tamamlanmadığı ve her bir katılımcı için yardım ihtiyacı

olup olmadığı işaretlenmiştir. GEÖ'in sesli sınav sistemi kullanılabilirlik testi ile ilgili maddelere katılma düzeyi "tamamen katılıyorum" aralığında çıkmıştır (Tablo 4.3.).

"Sesli sınav sisteminin evrensel tasarım ilkelerine uygunluk düzeyi nedir?" araştırma sorusuna ilişkin seçilen ifadeler ise $X=4,92$ ile en yüksek orana sahip olup, katılımcıların sisteme ilişkin memnuniyet düzeyinin kayda değer oranda yüksek olduğunu göstermektedir. Katılımcıların sistemin uygunluğu hakkındaki görüşlerinin kayda değer şekilde olumlu olduğu görülmüştür.

Katılımcılardan K4, "Engelli arkadaşlarımın rahatlığı için iyi bir sistem. Sistemin kullanımı kolaydır. Böyle bir çalışma görsel bozukluklar göz önünde bulundurularak yapıldı, hoşuma gitti".

Katılımcı K8 "Görme engelli olarak kendi başımıza sınavlarda kullanabileceğim. Öğretmeninin yardımına ihtiyaç duymadan yapabilmek ve sınavda cevaplar arasında kolay bir şekilde dolaşabilmek iyiydi. "

Katılımcı K11 "Engelli arkadaşlara kolaylık açısından iyi bir sistem. Sistemin kullanımı kolay. Görme engelliler düşünülerek böyle bir çalışma yapılması hoşuma gitti." gibi ifadelerde bulunmuşlardır.

Katılımcıların sesli sınav sisteminin kullanımına yönelik görüş ve düşüncelerini almak amacıyla sorulan "Sesli sınav sistemi ile ilgili en beğendiğiniz özellikler nelerdir?" ve "Sesli sınav sistemi ile ilgili en beğenmediğiniz özellikler nelerdir?" açık uçlu sorularına verdikleri yanıtlar içerik çözümleme yöntemiyle analiz edilmiş, elde edilen bulgular Tablo 4.4.'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Görme engelli öğrencilerin sesli sınav sistemine yönelik beğendikleri ve beğenmedikleri özelliklere ilişkin bulgular

Beğendikleri özellikler	n	%
Birine ihtiyaç duymadan sınav olabilmek	11	12,6
Sesli olarak sınavı yapmak daha kolay ve pratik	10	11,4
Sınavları bu sistem ile yapmak kağıt üzerinde yapmaktan daha kolay	8	9,2
Klavye ve bilgisayar ile sistemden sınavı yapabilmek	8	9,2
Sınavda cevaplar arasında dolaşabilme/geri dönebilme	7	8,1
Değerlendirme sonuçlarının anında görülebilmesi	7	8,1
Görme engelliler için böyle bir çalışma yapılması	6	6,9
Sistemin açık ve anlaşılır kelimeler ile yönlendirme yapması	6	6,9
Ses kalitesi iyi	5	5,7
Bireysel özelliklerin dikkate alınarak yapılması	5	5,7
Sistemin konuşan kişinin sesini tanıması	4	4,6
Sistemin kullanımı kolay olması	4	4,6
Soruların anlaşılır olması	3	3,5
Yönlendirmelerin yeterli ve açık olması	3	3,5
TOPLAM	87	100
Beğenmedikleri özellikler	n	%
Sistemin bazı katılımcının sesini birkaç tekrardan sonra tanıyabilmesi	2	28,6
Makine seslendirmesinin olması	2	28,6
Makine ses seviye hızının ayarlanamaması	1	14,2
Hatalı tanıma nedeniyle sisteme tekrar giriş yapmak zorunda kalmak	2	28,6
TOPLAM	7	100

Tablo 4.4.'e göre katılımcıların en beğendikleri özellikler; “Birine ihtiyaç duymadan sınav olabilmek” (f=11; %79), “Sesli olarak sınavı yapmak daha kolay ve pratik” (f=10; %71), “sınavları bu sistem ile yapmak kağıt üzerinde yapmaktan daha kolay olduğu ve klavye ve bilgisayar ile sistemden sınavı yapabilmek” (f=8; %57), “sınavda cevaplar arasında dolaşabilme/geri dönebilme ve değerlendirme sonuçlarının anında görülebilmesi” (f=7, %50) ifadelerin belirtilmiş olmasıdır.

“Katılımcıların SDÖDO’nun kullanılabilirliği hakkındaki görüşleri nelerdir?” sorusunda, sistemin kullanım kolaylığı düzeyine yönelik tutumun yüksek olduğunu göstermektedir ($X = 4,85$).

Ayrıca, K8 katılımcısı sistemin kullanım kolaylığı hakkında şu yorumu yaptı: “Görme engelli bir kişi olarak, bunu kendi sınavlarım için kullanabilirim. Bir öğretmenin yardımı olmadan bunu yapabilmek ve sınavdaki cevaplarda kolayca gezinebilmektir”.

Katılımcılardan K3 “Sınava sesli girmek daha kolay ve daha pratikti. Sınav ve klavye ile ilgili talimatlarla sınava sistemden kolayca girebildim.” görüşünü bildirmiştir.

Katılımcılardan yalnızca 4 adet olumsuz ifade alınmıştır. Bunlar; “Sistemin bazı katılımcının sesini birkaç tekrardan sonra tanıyabilmesi” ($f=2$; %14,3), “makine seslendirmesinin olması” ($f=2$; %14,3) ve “makine ses seviye hızının ayarlanamaması” ($f=1$; %7,1) ve “Hatalı tanıma nedeniyle sisteme tekrar giriş yapmak zorunda kalmak” ($f=2$; %14,3) ifadeleridir.

Görme engelli öğrencilerin sesli sınav sisteminin geliştirilmesine yönelik önerilerine ilişkin bulgular Tablo 4.5.’te gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Görme engelli öğrencilerin sesli sınav sisteminin geliştirilmesine yönelik önerilerine ilişkin bulgular

Öneriler	n	%
Sistemin her ders için olması ve yaygınlaştırılması	1	25
Makine sesi yerine insan sesinin olması	2	50
Sistemin tanıma özelliklerinin arttırılması	1	25
TOPLAM	4	100

Tablo 4.5. incelendiğinde “Sistemin her ders için olması ve yaygınlaştırılması” ($f=1$; %7,1), “Makine sesi yerine insan sesinin olması” ($f=2$; %14,3) ve “Sistemin tanıma özelliklerinin arttırılması” ($f=1$; %7,1) öneri ifadelerin belirtilmiş olmasıdır.

Sesli sınav sistemini yöneten/uygulayan kişinin sistemin uygulanması sırasında sürece ve kullanıcılara yönelik gözlemlerine ilişkin bulgular ise, uygulama sırasında sistemin yöneten kişinin sürece ve kullanıcılara ilişkin gözlemleri sonucunda; görme engelli öğrencilere klavye tuşlarında yardım yapıldığını, yazı puntosu çok fazla büyütülünce ekranda yazıların net gözükmediğini, görme engellilerin sınav sırasında sistemde dolaşımının kendi başlarına rahat bir şekilde yaptıklarını, yerel bağlantıda sistemin sorunsuz çalıştığı, internet bağlantı durumunun önemli olduğunun, seçenekleri ve sistemi klavye ile yapılacağıın sistemin başında belirtilmesine rağmen sonraki aşamalarda da bazı uygulamalarda sözlü olarak hatırlatıldığını, iki görme engellinin sesinin ilk girişte birbirine benzediği ve sistemin yanlış kişiye açıldığı ifade edilmiştir.

Sesli sınav sistemini uygulayan kişi katılımcılara bazı klavye tuşlarına basmasında biraz yardım edildiğini, kullanıcıların verilen talimatlara göre yapılması gerekenleri başarılı bir şekilde yaptıklarını, sisteme girişte kullanıcı adı ve kimlik tespitinin, şifre kimlik tespitinin, sınava başlama ve bitirmenin de başarılı bir şekilde yapıldığını belirtmiştir.

Günümüzde çevrimiçi ortamlarda tasarlanan duyarlı arayüz sayfalarının kullanıcı dostu, kişiselleştirilebilir yapıda bireylerin kişisel ihtiyaçlarına dönük olarak karşılanmasının faydalı olacağı yapılan SDÖDO çalışmasında ortaya konulmuştur. Bu durumun görme engelli öğrencilerin eğitim düzeylerinde yükseltilmelerinde en önemli araçlardan biri olduğunu söylemek mümkündür. Engelli her üniversite öğrencisi, başka bir kişinin yardımına ihtiyaç duymadan sınava girme hakkına sahiptir. Günümüzde çevrimiçi ortamlarda testlerin elektronik olarak yapılması mümkün olmaktadır. Ancak, geliştirilen yapılar çoğunlukla grafik temellidir ve bu GEÖ için büyük bir sorundur. Ekran okuyucu programları bu talebi karşılıyor gibi görünebilir, ancak her web sayfası yapıları ekran okuyucularıyla tam olarak uyumlu olmadığı ve her ekran okuyucu programı farklı bir web tarayıcısı ile uyumlu olduğu için beklendiği gibi yanıt vermeyebilirler (Soap,2016).

SDÖDO çalışmasında katılımcılar sistemi tercihlerine göre sayfaları kişiselleştirmiş olsalar da (örneğin renk körü katılımcılar için yüksek kontrastlı renk şeması, az gören katılımcılar için büyük yazı tipi boyutu ve tamamen kör katılımcılar için ses veya ekran okuyucu desteği), tüm katılımcılar ses desteğini kullanmayı tercih etmiştir. Bu durum, GEÖ'in yazılı sınav yerine elektronik ortamda sınava girmeyi tercih ettikleri Şenel ve Kutlu'nun (2017) bulgularını desteklemektedir. Bu sonucun, katılımcıların belirttiği gibi bilgisayar ve internet kullanım düzeyinin nispeten yüksekliği ile doğru orantılı olduğunu söylenebilir.

Elde edilen sonuçlara göre, katılımcıların sesli sınav sistemine yönelik görüşleri yüksek oranda olumludur. Sonuçların bu yönde olması; sistemin geliştirilmesi sırasında tasarım sürecinde referans alınan ADDIE Modeli (Analiz-Tasarım-Geliştirme-Uygulama-Değerlendirme)'nin basamaklarının büyük oranda başarımlı sağladığını göstermektedir. Aynı zamanda sistemin tasarımının, evrensel tasarım modeli yaklaşımına büyük oranda uygun olduğunu söylemek mümkündür. Bu bakımdan sesli sınav sisteminin genelde katılımcı görüşlerine dayanarak katılımcı beklentilerini karşıladığı sonucuna varılabilir.

BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİ

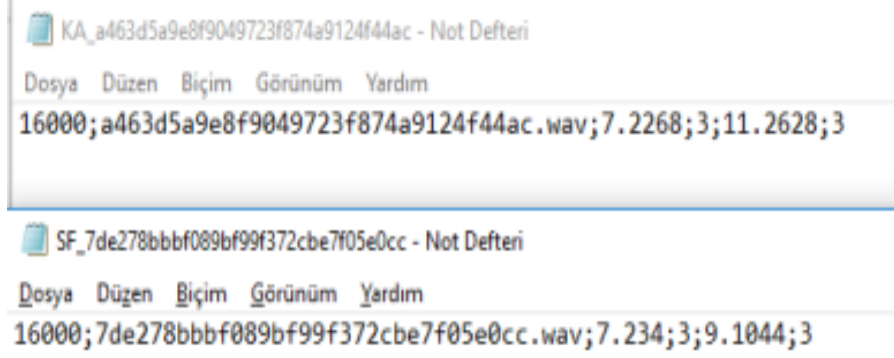
Türkiye’de akademik hayatta GEÖ, lise ve üniversite seviyesinde kaynaştırma eğitimi almaktadır. Dolayısıyla GEÖ, diğer öğrencilerle ortak formatlarda eğitim içeriği kullanmakta ve ölçme değerlendirme etkinliklerini yapmaktadırlar. Günümüzde, mekan fark etmeksizin, akademik hayatta hem engelli hem de engelsiz bireyler için ses destekli ölçme değerlendirme ortamı (SDÖDO) modülleriyle ölçme değerlendirme sistemleri kullanılabilir. Web tabanlı sınav sistemlerinin güvenliği de önemli olduğundan, tanınma ve güvenlik için kişisel biyometrik verilerin kullanılması sınavlarda tavsiye edilebilir. Sistem, yüz tanıma gibi farklı biyometrik veriler kullanılarak denetimli veya denetimsiz bir ölçüm değerlendirme ortamı olarak yayılma potansiyeline sahiptir. Engelli bireyler için bilgi erişim kaynakları olarak yüz yüze ve uzaktan öğrenmeye yönelik teknoloji destekli ölçme ve değerlendirme ortamlarının hazırlanması yararlı olacaktır.

Çalışmada, alan yazında yer alan çalışmalardan farklı olarak görme engelli öğrencilerin bireysel ihtiyaçları dikkate alınarak tasarlanan ve geliştirilen kişiselleştirilebilir öğrenme ortamı arayüz seçimi (Kişisel Eğitim Asistanı -KEA) ile minimum gürültülü ortamda, konuşma tanıma sistemiyle, sınav etkinliklerinin, bireylerin yardımcı gözetmene ihtiyaç duymadan, tek başlarına bireysel olarak yapabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Şahin ve Kışla’nın (2013) kişiselleştirilebilir öğrenme ortamlarının geliştirilmesinde her birey için bireysel farklılıkların göz önünde bulundurulduğu öğrenme ortamı önemli olduğunu desteklemektedir. Günümüzde çevrimiçi ortamlarda tasarlanan arayüz sayfalarının kullanıcı dostu, kişiselleştirilebilir yapıda bireylerin kişisel ihtiyaçlarına dönük olarak karşılanması faydalı olacaktır.

Uygulamalar, yaygın kullanımı dikkate alınarak Google Chrome web tarayıcısı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Test aşamasında, sistemde kayıtlı olan katılımcılar, çevrimiçi olarak ölçme değerlendirilmede sınav sistemi hakkında çevrimiçi sesli ekran okuma programı ile bilgilendirilmişlerdir. Her bir katılımcının kullanıcı adı ve şifre verileri sesli olarak sisteme aktarılmıştır.

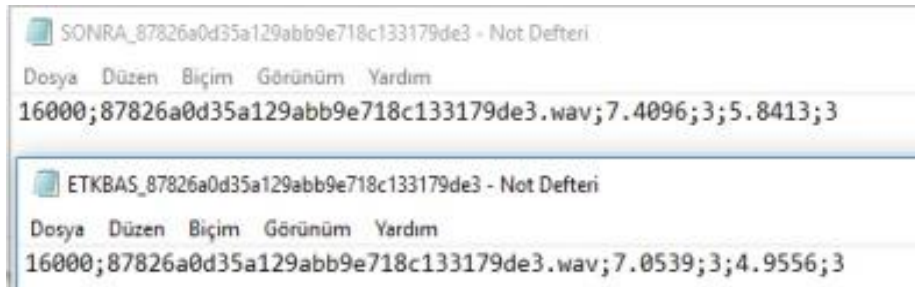
GEÖ'lerin ses analiz işleminin sonuçlandırılmasının ardından sisteme giriş işlemi, sistemde kayıtlı olan kullanıcı olduğunun belirlenmesi ve sınavı yapacak öğrencinin doğru kişi olup olmadığını saptamak amacıyla kayıtlı her bir ses örneği ve giriş sesi için MFCC tabanlı öznitelik çıkarım yöntemi ve eşleştirme için Dinamik Zaman Bükmesi (DTW) yöntemi kullanılmıştır. Kimlik tanıma / doğrulama süreçlerinde ön işleme, MFCC tabanlı öznitelik çıkarım ve DTW tabanlı karar verme adımları ile %92 başarı elde edilmiştir.

Karasartova (2011) ve Chadha (2011)'nin çalışmalarında olduğu gibi çalışmada, MFCC öznitelik çıkarım yöntemi, değişimlerden ve ses dalga yapısından daha az etkilenmesi, insan kulağının duyma özelliğine göre algısal olarak iyi olması bakımından tercih edilmesinin sebebidir. Eğitim ve test aşamasındaki veri setlerinde 25 ms bloklarla segmentlere bölünmüş, her bir ses segmentine Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT) uygulanarak, 13 MFCC boyutlu sese ait öznitelik vektörü oluşturulmuştur. Öznitelik eşleştirme adımında, iki vektör arasındaki mesafeyi ölçmek için etkili bir yöntem olan DTW tekniğiyle, "MatlabR2014b" programı üzerinden, gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırma sonucu sistemde kayıtlı kişi ise sınav oturumu başlatılmıştır. Sınav süresi boyunca sistemde soruları yanıtlayan katılımcının, oturumu başlatan birey olup olmadığının kontrolü de gerçekleştirilmiştir. Çalışmada sınırlı sayıda kelime tanımada DTW yönteminin Dişken ve İbrikçi (2014)'nin çalışmasında olduğu gibi başarıyı arttırdığı doğrulanmıştır.



Şekil 5.1. Kullanıcı Adı ve Şifre Eşleşmesi

Kullanıcılardan çevrimiçi alınan “kullanıcı adı”, “şifre”, “etkinliği başlat” ve “sonraki” kelimelerinin ifade edilmesiyle elde edilen test verileri, eğitim setindeki kayıtlı kullanıcılara ait veriler ile karşılaştırılarak, sonuç bilgisi istatistik analizler için frekans, işlenen ses dosyası, DTW ortalama değeri, DTW ortalama sonucu bulunan kişinin id’si, DTW fark sonucu ve DTW fark sonucu bulunan kişi id değişkenleri biçiminde kaydedilmiştir (Şekil 5.1.). Sistem referans veri olarak DTW fark sonucu bulunan kişi değerini kullanmaktadır. Eğer test verisi ile eğitim verisindeki bireylerin sonuç değerleri aynı ise bireyler için sistemde oturum girişi ve devamlılığı sağlanacaktır. Çalışmada çevrimiçi ortamda oturum kontrolü sağlanabildiği gibi sınav etkinliğinin başlaması, sınavdaki sorular arası geçişin sağlanması için de “kullanıcı adı”, “şifre”, “etkinliği başlat” ve “sonraki” deki gibi tanıma ve doğrulama kontrolü yapılmaktadır (Şekil 5.2.).



Şekil 5.2. Etkinliği Başlat ve Sonraki Eşleşmesi

Duyarlı web tasarımı, günümüzde bir web sitesi kuralı haline gelmiş ve giderek yaygınlaşmaktadır. Çalışmanın birçok platform ve cihazda Web İçeriği Erişilebilirlik (WCAG) 2.0 klavuzundaki algılanabilirlik, kullanılabilirlik, anlaşılabilirlik ve sağlamlık ilkelerine uygun olarak kullanılabilmesi hedeflenerek web sayfalarının tasarlanmasında, Sharkie ve Fisher (2013) tarafından “Duyarlı Web Tasarımı” olarak da bilinen, duyarlı ızgara görünümü kullanılmıştır. Duyarlı Web Tasarımıyla kullanıcılar, web sitelerine farklı cihazlardan ulaştıklarında, kullanıcı dostu web sayfaların, kullanılan cihazın boyutuna göre kendisini ayarlayabilecek yapıda olmasıdır. Böylece kullanıcıların kendi cihazına uygun görünümde sınav etkinliklerini ses destekli olarak yapabilecekleri düşünülmektedir.

Katılımcılar, sistemin kolay kullanılabilir ve anlaşılabilir olduğu, yardımsız bir şekilde sistemi kullanabildikleri, soruyu ve cevapları istedikleri kadar tekrar dinleyebilmekten, değerlendirme sonuçlarını anında görülebilmekten ve görme engelliler için böyle bir çalışma yapılmasından memnun oldukları, sınavları bu sistem ile yapmanın kağıt üzerinde yapmaktan daha kolay olduğu, farklı dersler içinde kullanılabilmesi görüşlerini belirtmektedirler.

SDÖDO, ses gelişimini tamamlamış öğrencilerin seviyelerine göre kullanımlarına uygundur. Bu bakımdan engelli ve engelsiz tüm bireyler için yetişkin eğitiminde kullanılabilmesi ifade edilebilir. Görme engelli bireylerden tüm bireylere genişletilebilen bu sistemi kullanmak için en temel koşullardan biri, sistemi kullananların bilgisayarları ve interneti herhangi bir yardım almadan kullanabilmeleri gerektiğiydi.

Görme engelli öğrenciler sesli sınav sisteminin geliştirilmesine yönelik öneri olarak çok az ifade belirtmişlerdir. Bunlar; sistemin her ders için olması, yaygınlaştırılması ve makine sesi yerine insan sesinin olması, sistemin tanıma özelliklerinin artırılması yönündedir.

Uygulama sırasında sistemi yöneten kişinin sürece ve kullanıcılara ilişkin gözlemleri sonucunda;

- Sınav sırasında sistemde dolaşımın, çoğunlukla görme engelli öğrenciler tarafından kendi başlarına rahat bir şekilde yapıldığı,
- Bazı öğrencilere uygulamadan önce klavye tuş yerleşimi hakkında bilgi verildiği belirtilmiştir.
- Katılımcılar, ayrıca bu sistem sayesinde özgüvenlerinin arttığını belirtmiştir.
- Genel olarak internet bağlantı hızına göre sistemin sorunsuz çalıştığı sonucu da gözlemci tarafından belirtilmiştir.

Gelecekte bu konuda çalışma yapmak isteyenlere SDÖDO ölçme değerlendirme etkinliklerinde sınav süreci boyunca güvenliğinin artmasını sağlamak amacıyla, başlangıç yatırım maliyeti nispeten daha yüksek olacağı öngörülmekle birlikte, ses ve görüntü biyometrik verilerinin eş zamanlı işlenmesi de üzerinde çalışılması gereken konulardan biridir.

Yeni nesil iletişim teknolojilerini kullanmaya alışkın olan tüm bireylerin (engelli ya da engelli olmayan) özgüvenli olarak, tek başlarına ölçme değerlendirme çalışmalarını yapabilecekleri ifade edilebilir. Ayrıca bu tasarlanan modelin, Pandemi gibi salgın hastalık durumlarında da, hayat boyu öğrenme bağlamında engeli olan ya da olmayan tüm gruplar için, yüksek güvenlik gerektiren uygulamalarda, sese ilave olarak diğer biyometrik verilerin kullanımıyla geliştirilerek kullanılması düşünülebilir.

KAYNAKLAR

- ADDIE Model, 2021. https://en.wikipedia.org/wiki/ADDIE_Model, This page was last edited on 20 September 2021, Erişim Tarihi: 04.02.2018.
- Ahmed, A., Traore, I., 2005. Anomaly intrusion detection based on biometrics. Proceedings from the Sixth Annual IEEE SMC Information Assurance Workshop.
- Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı, Yıllık İstatistik Bülteni ,2015. <http://sgb.meb.gov.tr/www/milli-egitim-istatistikleri-orgun-egitim-2013-2014/icerik/95>, Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2015.
- Aisyah, S., Bandung, Y., Subekti, L. B. 2018. Development of continuous authentication system on android-based online exam application. In 2018 international conference on information technology systems and innovation (ICITSI), 171–176, <https://doi.org/10.1109/icitsi.2018.8695954>.
- Akın, T., Temizkan, M., Tanış, H., Usluel, Y., 2017. Eğitim Alanında Türkiye’de Yapılan Tasarım Tabanlı Araştırmalarda Kullanılan Modeller: Bir Sistematik Betimsel Tarama. International Computer & Instructional Technologies Symposium, İnönü Üniversitesi, p:1.
- Aldoobie, N., 2015. ADDIE model. American International Journal of Contemporary Research. December, 5 (6).
- Anaç, A., Candemir, C., Yenilmez, M., 2010. Web İçeriği Erişilebilirlik Klavuzu 2.0-W3C. T.C. Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı, 3-4.
- Anaç, A., Candemir, C., Yenilmez, M., 2010. Web İçeriği Erişilebilirlik Kılavuzu 2.0. T.C. Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı, Aralık, Türkçe Çeviri.
- Arık, G., 2011. Görme engelliler için bilgisayar kullanımının etkinleştirilmesi, erişilebilirlik ve bir Türkçe hece tabanlı konuşma sentezleme sisteminin geliştirilmesi. Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, p: 4.
- Arkün, S., Baş, T., Avcı, Ü., Çevik, V., Gürcan, T., 2009. ADDIE tasarım modeline göre web tabanlı bir öğrenme ortamı geliştirilmesi. Eğitimin Değişen Yüzü: Yeni Paradigmalar 25.Yıl Konferansı, 14 Mart, Ankara.
- Aşlıyan, R., Günel, K., 2008. Türkçe Metinler İçin Hece Tabanlı Konuşma Sentezleme Sistemi. Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi, Akademik Bilişim.
- Ay, S., 2009. Görme engelliler için yeni bir arayüz tasarımı. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

- Aydın, A., 2012. Görme Engelli Üniversite Öğrencilerinin Bilgi Erişim Sorunları. Bilgi Dünyası.
- Aydın, C.Ç., Biroğul, S., 2008. E-öğrenmede açık kaynak kodlu öğretim yönetim sistemleri ve Moodle. Bilişim Teknolojileri Dergisi.
- Aydın, E., A., 2011. Görme engelli üniversite öğrencilerinin bilgiye erişim sorunları. Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bilgi ve Belge Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, s: 29.
- Baygün, M., 2006. Türkçe komutları tanıyan ses tanıma sistemi geliştirilmesi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Baygün, M., K., Yaldir, A., K., 2006. Linear Predictive Coding ve Dynamic Time Warping Teknikleri Kullanılarak Ses Tanıma Sistemi Geliştirilmesi. Akademik Bilişim 9-11 Şubat.
- Baygın, M., Karaköse, M., 2012. Gerçek Zamanlı Ses Tanıma Tabanlı Akıllı Ev Uygulaması. IEEE.
- Bhardwaj, R., K., 2018. Information access mechanism for visually impaired students in higher educational institutions: a study. DESIDOC Journal of Library & Information Technology, 38 (6): 387-395, DOI : 10.14429/djlit.38.6.13603.
- Blom, J. O., 2000. Personalization - A Taxonomy. Extended Abstracts of the CHI 2000. Conference on Human Factors in Computing Systems, New York: ACM., 313-314.
- Branch, R. M., 2009. Instructional Design: ADDIE Approach.
- Brusilovsky, P., Methods And Techniques of Adaptive Hypermedia. link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-0617-9_1#page-1.
- Budak, E., 2012. Yeni Medya ve Etkileşim ders notları.
- Buyurgan, S., 2009. Görme yetersizliği olan üniversite öğrencilerinin müzelerden beklentileri. Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri.
- Buzzi, M.C., Buzzi, M., 2012. Designing e-learning collaborative tools for blind people. E-learning –long Distance and Lifelong Perspectives, Edited By Dr. Elvis Pontes.
- Callı, İ., Torkul, O., T.,N., 2003. İnternet destekli öğretimde kullanılmak üzere web erişimli veri tabanı yönetim sistemiyle ölçme ve değerlendirme sistemi tasarımı. The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET July, 2, 1303-6521.
- Can, E., 2020. Coronavirüs (Covid-19) pandemisi ve pedagojik yansımaları: Türkiye’de açık ve uzaktan eğitim uygulamaları. Açık Öğretim Uygulamaları ve Araştırma Dergisi (AUAD), 6(2): 11-53.
- Chadha, A., Jyoti, D. ve Roja, M.,M., 2011. Text-Independent speaker recognition for low snr environments with encryption. International Journal of Computer Applications, 31 (10), October, p: 45.

- Ceyran, K.,2016. Türkçe öğretmeni adaylarının dinleme becerisine yönelik görüşlerinin incelenmesi. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eylül, s: 4.
- Çamlıkaya, E., Yanıkoğlu, B., Erdoğan, H. , 2007. Saklı Markov Model Kullanarak Ses İle Metin Bağımlı Kimlik Doğrulama. Proc. of IEEE SIU Conference, June, Eskişehir, Turkey.
- Çeliktaş, H., 2019. Türkçe sesler ile konuşmacı kimliğinin doğrulanması /belirlenmesi. Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şubat, s:5.
- Çentik, G., 2009. Görme engellilere Braille alfabesini öğretmek için bilgisayar destekli yeni bir eğitim setinin tasarımı ve uygulaması. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Edirne.
- Çetin, M., Altun, A., 2014. Uyarlanabilir öğrenme ortamları ve bir model önerisi. Eğitim Teknolojileri Araştırma Dergisi, Hacettepe Üniversitesi, 5(3).
- Dede, G., 2008. Yapay sinir ağları ile konuşma tanıma. Ankara Fen Bilimleri Üniversitesi, Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Deepika, J., Jayahree, D., Thangam, D.,Y., 2017. Computerized Examination for Visually Impaired Students. International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering, 5(3), 4420-4423.
- Desai, N., Dhameliya, K., Desai, V., 2014. Recognizing voice commands for robot using MFCC and DTW. International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, 3 (5), May.
- Diri, B., 2014. Kelime İşleme Algoritmaları ders notu. Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Dişken, G., İbrikçi, T., 2014. Mel-Frekans Kepstral Katsayıları Ve Dinamik Zaman Bükmesi Yöntemi Kullanılarak Konuşma-Dışı Seslerin Tanınması. IEEE, 1-4.
- Donclark, 2015. Delivering the Learning Platform in Instructional Design. <http://www.nwlink.com/~donclark/hrd/sat5.html>, 27 July. Erişim Tarihi: 07 Nisan 2017.
- Elektrik Rehberiniz, 2015. Elektronik Nedir? , 16 Aralık 2015, <https://www.elektrikrehberiniz.com/elektronik/elektronik-nedir-13075/>, Erişim Tarihi:12.3.2017.
- Elumalai, K., Kannan, M., 2011. Multimodal authentication for high end security. International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSSE), 3(2), 687-692, February 2011, ISSN : 0975-3397.
- Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2020. Engelli ve Yaşlı İstatistik Bülteni. Ağustos, Türkiye Cumhuriyeti Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, https://www.aile.gov.tr/media/57045/istatistik_bulteni_agustos2020.pdf, sayfa: 32, Erişim Tarihi: 15 Mayıs 2021.
- Eray, O., 2008. Destek vektör makineleri ile ses tanıma uygulaması. Pamukkale Fen Bilimleri Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

- Eskinazi, S., 2011. Görme engellilere yönelik bilgisayar eğitimi veren bir web sitesi uygulaması. Beykent Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Fluck, A., Adebayo, O., S., Abdulhamid, S., M., 2017. Secure E-Examination Systems Compared: Case Studies From Two Countries. Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice, Volume 16, 107-124.
- Garko, A., B., Ahmad, A., 2017. Design And Modeling Of A Student Verification System In An Examination In Nigeria Using Biometric Fingerprint Technology. International Journal of Advanced Academic Research Sciences, Technology & Engineering, ISSN: 2488-9849, 3 (7), July 1-16.
- Gelegin, İ., Bolat, B., 2011. Ayrık Kelime Tabanlı Bir Konuşma Tanıma Sistemiyle Bilgisayar Kontrolü. Elektrik - Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu.
- Görme Engelliler için teknoloji sınıfları, <http://www.brailleteknik.com/9-gorme-engelliler-io-okullarinda-egitimleri-tamamladik-internet-sayfasina> 28 Kasım 2017 tarihinde ulaşılmıştır.
- Güner, L., Ergenç, İ., Sesin Doğası ve Oluşumu. Doktora Seminer Çalışması, Erişim Tarihi: 17 Kasım 2015.
- Günoğlu, S., 2008. Web destekli sınav otomasyon sistemi tasarlanması ve modellenmesi”, Bahçeşehir Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Hanilçi, C., 2007. Konuşmacı tanıma yöntemlerinin karşılaştırmalı analizi. Uludağ Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Harisha, S., B., Amarappa, S., Sathyanarayana, S., V., 2017. Kannada speech recognition using Mfcc and Knn classifier for banking applications. International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering, 5 (1), January.
- <http://www.instructionaldesignexpert.com/addie.html#WOeodeoyg2x>, 2009. Erişim Tarihi: 08.04.2016.
- <https://responsivevoice.org/>, Erişim Tarihi:12 Nisan 2016.
- https://www.academia.edu/426951/ADDIE_tasar%C4%B1m_modeline_g%C3%B6re_web_tabanlı%C4%B1_bir_%C3%B6%C4%9Frenme_ortam%C4%B1_geli%C5%9Ftirilmesi, Erişim Tarihi: 02 Şubat 2017.
- <https://www.w3.org/WAI/intro/usable>, Erişim Tarihi: 10 Nisan 2017.
- Hürriyet, 2020. Kopyacılar aynalı önlem. 19 Aralık 2020, 09:31, <https://www.hurriyet.com.tr/egitim/kopyacilara-aynali-onlem-41692714>, Erişim Tarihi: 03 Ocak 2021.
- Idemudia, S., 2016. Enhancement of student e-exam assessment method using face recognition and psychological distress Factors. Thesis, University Technology Malaysia, Faculty of Computing University Technology Malaysia, August, p: 1:3.

- İkiz, M., Akın, M., 2007. Wavelet (Dalgacık Dönüşümü) ve Yapay Sinir Ağı Kullanarak Ses Sinyallerinden Konuşmacı Tespiti, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları.
- İnan, F., Arı, F., Flores, R., Arı, İ., Zaier, A., 2013. Uyarlanabilir çevrimiçi öğrenme sistemleri. İçinde: Öğretim Teknolojilerinin Temelleri, 3. Baskı, Pegem Akademi, Ankara, 259-270.
- Joshi, S., C., Cheeran A.N., 2014. MATLAB based feature extraction using mel frequency cepstrum coefficients for automatic speech recognition. International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR), 3 (6), June.
- Junying, A., Baiwen, F., 2012. The Application and Efficiency Analysis of Exam Platform for People with Visual Impairments. IEEE Symposium on Robotics and Applications (ISRA), 3-5 June, Kuala Lumpur, Malaysia, ISBN: 978-1-4673-2207-2, <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=6219102>, 09 Mayıs 2015 tarihinde ulaşılmıştır.
- Kaleci, D., Kapıdere, M., 2014. MOODLE için web tabanlı Scorm paketi tasarımı: soru ve sınav hazırlama. Journal of Instructional Technologies & Teacher Education, 3 (2), 29-39.
- Karasartova S., 2011. Metinden bağımsız konuşmacı tanıma sistemlerinin incelenmesi ve gerçekleştirilmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Kaya, Z., Güneş, A., 2016. Biyometrik güvenlik sistemleri ve yüz tanımaya dayalı çevrimiçi sınav sistemi. Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi Journal of Research in Education and Teaching, Şubat, 5 (1), 87-97 ISSN: 2146-9199.
- Kayte, C.N., Kayte, J.N., Kayte, S.N., Manza, R.R., 2013. Dynamic programming algorithms in speech recognition, Department of Computer Science, Dr. B.A.M. University Aurangabad.
- Keskin, K., 2015. Online sınav sistemlerinde güvenlik sorunları ve bir örnek uygulama. İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Haziran, 23-31.
- Khan, S., Verma, S., Agarwal, S., Krishnatrey, P., Sharma, S., Voice based online examination for physically challenged. MIT International Journal of Computer Science and Information Technology, 5 (2), 58-61, August (2015), ISSN: 2230-7621, http://www.mitpublications.org/yellow_images/1441275739_logo_2.pdf.
- Kuzu, A., Çankaya, S., M., Z., A., 2011. Tasarım tabanlı araştırma ve öğrenme ortamlarının tasarımı ve geliştirilmesinde kullanımı. Anadolu Journal of Educational Sciences International, July 2011, 1(1): 25, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/17509>.
- Marcotte, E.,” Responsive Web Design. <http://alistapart.com/article/responsive-web-design>”, 2010, Erişim Tarihi: 26 Kasım 2017
- McGriff, S., J., 2000. Instructional System Design (ISD): Using The ADDIE Model. Instructional Systems, College Of Education, Penn State University.
- Megep, 2012. Elektrik Elektronik Teknolojisi ADC-DAC Devreleri. Milli Eğitim bakanlığı, Ankara.

- Meral, O., 2008. Doğrusal öngörülü kodlama ve adaptif algoritma tabanlı konuşmacı tanıma. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Mohan, B., J., Babu, R., 2014. Speech Recognition using MFCC and DTW. International Conference on Advances in Electrical Engineering (ICAEE), 09-11 January, DOI: 10.1109/ICAEE.2014.6838564.
- Moralı, İ. A., Aygun, F.,F., 2007. Çok Katmanlı Algılayıcı ve Geriye Yayılım Algoritması İle Konuşmacı Ayırt Etme. Akademik Bilişim, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya 31 Ocak-2 Şubat.
- Mudholkar, S., S., Shende, P., M., Sarode, M., V., 2012. Biometrics authentication technique for intrusion detection systems using fingerprint recognition. International Journal of Computer Science, Engineering and Information Technology (IJCEIT), 2 (1): 58, February 2012, <https://airccse.org/journal/ijcseit/papers/2112ijcseit06.pdf>.
- Mukherjee, R., Islam, T. And Sankar, R., 2013. Text Dependent Speaker Recognition Using Shifted Mfcc. International Journal of Electrical and Electronics Research, IEEE.
- Nabiyev, V. V. , 2005. Yapay Zeka, Seçkin Yayınları, Ankara.
- Ngugi B., Kamis A., 2011. Intention to use biometrics systems. e-Service Journal, 7 (3), 20-46, Summer, <https://www.jstor.org/stable/10.2979/eservicej.7.3.20>.
- Nguyen, M., VO, T., 2015. Vietnamese Voice Recognition for Home Automation Using MFCC and DTW Techniques. International Conference on Advanced Computing and Applications.
- Orhan, A., 2015. Türkiye’de lisans düzeyinde turizm eğitimi alan öğrencilerin turizm sektörü ile ilgili algılarının çalışma niyetleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi, Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Turizm İşletmeciliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- Okçu ve Sözbilir, 2016. 8. sınıfta görme yetersizliği olan öğrencilere yaşamımızdaki elektrik ünitesinin öğretimi: “nasıl ışık saçar? nasıl ısınır?” etkinliği. Fen Eğitimi ve Araştırmaları Derneği, Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi, 4 (1), Haziran, s:76-90.
- Otyola, W., R., Kibanja, G., M., Mugagga, A., M., 2017. Challenges faced by visually impaired students at makerere and Kyambogo University, Makerere Journal of Higher Education, 9 (1): 75 – 86, ISSN: 1816-6822; DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/majohe.v9i1.6>.
- Queen’s University, Exam Scribe &Reader Guidelines for Support Providers Manual. <http://www.qub.ac.uk/directorates/sgc/disability/FileStore/Filetoupload,432704,en.doc>, 09 Mayıs 2015 tarihinde ulaşılmıştır.
- Özarlan, Y., Kişiselleştirilmiş Öğrenme Ortamı Olarak IPTV. Academia.edu adresinden 22 Mayıs 2017 tarihinde alınmıştır.
- Özbay, M., 2005. Bir Dil Becerisi Olarak Dinleme Eğitimi, Ankara: Akçağ Yayınları.

- Özbek, İ., Y., Demirekler, M., 2006. Ses Sinyalinin Formant Frekanslarının İzlenmesi, 14. IEEE Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı (SIU), Antalya, Türkiye, 12 - 14 Ekim.
- Özdemir, S., “Veri İletişimi”, Ders notları, Gazi Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 2017, 13-14, <https://docplayer.biz.tr/638210-Data-communications-gazi-universitesi-bilgisayar-muhendisligi-bolumu-9-veri-iletisimi-icn-telefon-ve-kablo-hatlari.html>
- Öztaş, O., 2005. Bilgisayar destekli ses tanıma sistemi tasarımı. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Özustaoglu, H. F., Nacaroğlu, A., İnsan İle Bilgisayar Arasında Sesli İletişimin İyileştirilmesi. Elektrik Mühendisleri Odası Dergisi, 13.12.2016 tarihinde alınmıştır, http://www.emo.org.tr/ekler/2674fc29bc0d989_ek.pdf.
- Öztürk, M., 2011. Türkiye’de Engelli Gerçeği. Müsiad Cep Kitapları, Şubat, İstanbul, s: 25.
- Pamuk, S., 2017. Arşivsel örnekleme yöntemlerinin arşiv serileri / sınıfları üzerinde uygulanması. The Journal of Information and Documentation Studies Number: 8: 1-41, İstanbul, 2017, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/395388>.
- Papadopoulos, K., Simaioforidis, Z., Charitakis, K. and Barouti, M., 2014. University examination system for students with visual impairments. Lecture notes in computer Science, Springer International Publishing, Switzerland 8548, pp. 358–365, <https://www.researchgate.net/publication/271586827>.
- Poornima, S., 2016. Basic characteristics of speech signal analysis. International Journal of Innovative Research And Development, 5 (4), 1-5.
- Priyadarshani, P.G.N., Dias, N., G., J., Punchihewa, A., 2012. Dynamic Time Warping Based Speech Recognition for Isolated Sinhala Words. IEEE.
- Ramgire, J., B., Jagdale, S., M. 2016. A survey on speaker recognition with various feature extraction and classification techniques. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 3(4), 709-712, April 2016, e-ISSN: 2395 -0056, <https://www.irjet.net/archives/V3/i4/IRJET-V3I4139.pdf>.
- Rossi, R., Mustaro, P., N., 2013. Quality Evaluation of Online Courses Through Rubrics and ADDIE model. ISBN: 978-1-4673-5094-5/13, IEEE, 234-238.
- Sharkie, C., ve Fisher, A., 2013. Jump Start Responsive Web Design. Google Book, 25 Kasım tarihinde alınmıştır.
- Sharkie, C., ve Fisher, A., Jump Start Responsive Web Design, Google book, 2013, 25 Kasım 2017 tarihinde alınmıştır.
- Sharma, A., Singh, P. 2017. Learning management system for virtual teaching and learning. World Academics Journal of Engineering Sciences. March, 4(1), 05-07, E-ISSN: 2348-635X.
- Shraim, Khitam, 2019. Online examination practices in higher education institutions: learners’ perspectives. Turkish Online Journal of Distance Education (TOJDE), 20 (4): 185-196, <https://doi.org/10.17718/tojde.640588>.

- SOAP - Stanford Online Accessibility Program, 2016. Screen reader testing overview. Last modified: August 1, <https://soap.stanford.edu/tips-and-tools/screen-reader-testing>.
- Somyürek, S., 2009. Uyarlanabilir öğrenme ortamları: eğitsel hiper ortam tasarımında yeni bir paradigma. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 1 (1), Ocak.
- Sönmez, E.,D., Cemaloğlu, N., 2021. Okullaşma sürecinde uzaktan evde eğitime geçiş. *İnsan & İnsan Dergisi*, 8(27): 63-82, Kış, <https://doi.org/10.29224/insanveinsan.799402>.
- Sözbilir, M., Kızılaslan, A., Zorluoğlu, S.,L., 2016. Görme Yetersizliği Olan Öğrencilere ‘Yalıtım ve Yalıtım Malzemeleri’ Kavramının Öğretimine Yönelik Bir Etkinlik Tasarımı. *Anadolu Üniversitesi ,26. Ulusal Özel Eğitim Kongresi*, 5-8 Ekim, s.182.
- Şahin, M., Kışla, T., 2016. Kişiselleştirilebilir Öğrenme Ortamlarına Yönelik Geçerli ve Güvenilir Bir Ölçek Geliştirme Çalışması. *Kastamonu Eğitim Dergisi* Eylül, 24 (4), 1713-1726.
- Şahin, Y.L., 2011. Görme engelli öğrencilerin eğitiminde kullanılacak bir ses ile görme sisteminin oluşturulması. *Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, BÖTE*.
- Şen, M.,O., 2016. Çoklu kinect kullanımıyla elde edilen iskelet hareket verilerinin birleştirilmesi ve karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı*, s.23.
- Şenel, S. and Kutlu, Ö., 2017. Comparison of two test methods for vis: paper-pencil test and CAT. *European Journal of Special Needs Education*, vol:32, 2-16, DOI: 10.1080/08856257.2017.1391014.
- Tanyeri, U., Tüfekçi, A., 2010. Bir Yüksek Öğretim Uzaktan Eğitim Programının Görme Engellilerin Kullanımı Açısından Değerlendirilmesi: GÜUEP Örneği. *International Conference on New Trends in Education and Their Implications*, 11-13 November, Antalya, Turkey.
- Tezer, H.K., 2013. Gerçek zaman ve ses tanıma tabanlı bir sistemin gerçekleştirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Deniz Harp Okulu*.
- Timirgaleeva, R., R., Grishin, I., Y., Mironov, M., V., 2019. E-Learning: the Problem of Reliable Student Authentication and Information Security. *Information Systems and Technologies in Modeling and Control" (ISTMC'2019)*, Yalta, Crimea, May 21-23, 2019, 213-223, <http://ceur-ws.org/Vol-2522/>.
- Torras, Q. L., 2011. Dynamic Time Warping. *Time Series Similarity Where Did It Come From?*, Journal Club.
- TUIK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://www.tuik.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 08.01.2021.
- Turan, B., O., Şahin, K., Responsive web design and comparative analysis of development frameworks. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication - TOJDAC* January, 7 (1), p: 112.

- Uzun, E., 2007. Görme engelliler için basılı doküman yorumlama ve seslendirme sisteminin gerçekleştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, BÖTE.
- Uzunçarşılı, M., 2005. Vektör nicemleme tekniklerine dayalı konuşmacı tanıma algoritmalarının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Mühendisliği Bölümü.
- W3C, 2009. Web Content Accessibility Guidelines 1.0. <http://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT/>, Erişim Tarihi: 20.05.2016.
- W3C, 2012. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) Overview. www.w3.org/WAI/intro/wcag, 2 October. Erişim Tarihi: 20.05.2016.
- Wang, F. ve Hannafin, M.J., 2005. Design-Based Research And Technology-Enhanced Learning Environments. *Educational Technology Research and Development*, 5-23.
- Warma, A., K. ve Singh K., 2018. Problems faced by visually impaired school students while using information sources: a pilot study”, *International Journal of Library and Information Studies* 8(3) Jul-Sep, ISSN: 2231-4911.
- Web Content, <http://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT/>,2009, Erişim Tarihi: 20 Nisan 2016.
- WHO, 2009. World Health Organization web sitesinden erişildi: <http://www.who.int/topics/disabilities/en/>, Erişim Tarihi: 12 Mayıs 2017.
- Yalçın, N., Gürbüz, F., 2015. Biyometrik güvenlik sistemlerinin incelenmesi. *Düzce Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3.
- Yaman, B., 2021. Covid-19 pandemisi sürecinde Türkiye ve Çin’de uzaktan eğitim süreç ve uygulamalarının incelenmesi. *Opus, Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi-International Journal of Society Researches*, 17(Pandemi Özel Sayısı) : 1-13, ISSN:2528-9527 E-ISSN : 2528-9535.
- Yang, C., Yang, W., ve Wang, S., 2011. Based on Artificial Neural Networks for Voice Recognition Word Segment. *IEEE* 2011
- Yazar Bilinmiyor, 2016. Sayısal Filtreler. <http://docplayer.biz.tr/3693645-Deney-4-sayisal-filtreler.html>, 19 Mayıs.
- Yılmaz Ö., Kartal, Y. ve Özer, Y.B., Ses Etiketleme. İstanbul Teknik Üniversitesi proje raporu, 07 Nisan 2018 tarihinde erişildi. http://web.itu.edu.tr/~kartalya/proje1/proje_rapor.pdf
- Yurdagül, C., Arslantaş, T.,K., Ak, N.,Y., Gül, A. Ve Yıldırım, Z., 2017. Improving English Vocabulary Knowledge Of Visually Impaired People: A Design-Based Research Approach. 5th International Instructional Technologies & Teacher Education Symposium, 11-13 th October, s:1
- Yurtay, N., Çoban Budak, E., Kolburan Geçer, A., Yurtay, Y., Budak, Y., 2017. The analysis of visually impaired individuals’ expectations and tendencies of using digital media in the process of education in Turkey. *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, Issue 7, 2017, s. 28-36.

Yücel, C.,Y., Acartürk, C., 2006. Görme Engelliler için Web Sayfalarında Erişilebilirliğin Sağlanması. AB'06 9-11 Şubat , Pamukkale Üniversitesi Denizli.

EKLER

EK 1: Sakarya Üniversite'si tarafından verilen etik kurulu raporu

Evrak Tarih ve Sayısı: 16/02/2018-E.8686



T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Etik Kurulu

Sayı :61923333/050.05/
Konu :79/24 Yrd.Doç.Dr.Nilüfer
YURTAY

Sayın Yrd.Doç.Dr. Nilüfer YURTAY

İlgi : Nilüfer YURTAY 05/02/2018 tarihli ve 0 sayılı yazı

Üniversitemiz Etik Kurulu Başkanlığının 14.02.2018 tarihli ve 79 sayılı toplantısında alınan "24" nolu karar örneği ekte sunulmuştur.
Bilgilerinizi rica ederim.

Prof.Dr. Haluk SELVİ
Etik Kurulu Başkanı

24- Yrd.Doç.Dr.Nilüfer YURTAY'ın"Görme Engelliler İçin Ses destekli ölçme değerlendirme ortamı model önerisi" başlıklı çalışması görüşmeye açıldı.
Yapılan görüşmeler sonunda; Yrd.Doç.Dr.Nilüfer YURTAY'ın"Görme Engelliler İçin Ses destekli ölçme değerlendirme ortamı model önerisi" başlıklı çalışmasının Etik açıdan uygun olduğuna oy birliği ile karar verildi.



EK 2: Bilgilendirilmiş gönüllü onam formu

T.C. Sakarya Üniversitesi

Etik Kurulu

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Sizi Yrd.Doç.Dr.Nilüfer Yurtay tarafından yürütülen “Görme engelliler için ses destekli ölçme değerlendirme ortamı model önerisi” başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu araştırmanın amacı geleneksel ölçme değerlendirme yöntem ve tekniklerinin, ses desteğiyle görme engelli bireylerin erişebileceği hale getirilebilmesini sağlamaktır. Araştırmada sizden tahminen 40 dakika (süreyi saat veya dakika olarak belirtebilirsiniz) ayırmanız istenmektedir. Araştırmaya sizin dışımızda tahminen 49 kişi katılacaktır.¹ Bu çalışmaya katılmak tamamen **gönüllülük** esasına dayanmaktadır. Çalışmanın amacına ulaşması için sizden beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, size en uygun gelen cevapları içtenlikle verecek şekilde cevaplamanızdır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahibsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz **gizli tutulacaktır**; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. İletişim bilgileriniz ise sadece iznimize bağlı olarak ve farklı araştırmacıların sizinle iletişime geçebilmesi için “ortak katılımcı havuzuna” aktarılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya nyurtay@sakarya.edu.tr e-posta adresi ve 05413166817 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz. Araştırma tamamlandığında genel/size özel sonuçların sizinle paylaşılmasını istiyorsanız lütfen araştırmacıya iletiniz.

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları anladım. Çalışma hakkında yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı/araştırmacılar tarafından yapıldı. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı. Kişisel bilgilerimin özenle korunacağı konusunda yeterli güven verildi.

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve telkin olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının²

Adı-Soyadı:.....

İmzası: İletişim Bilgileri: e-posta:

Telefon:

İletişim bilgilerimin diğer araştırmacıların benimle iletişime geçebilmesi için “ortak araştırma havuzuna” aktarılmasını; Kabul ediyorum Kabul etmiyorum (lütfen uygun seçeneği işaretleyiniz)

Velayet veya Vesayet Altında Bulunanlar İçin:

Veli veya Vasisinin

Adı-Soyadı:.....

İmzası:

Araştırmacının

Adı-Soyadı: Yrd.Doç.Dr.Nilüfer Yurtay

İmzası:

Şahidin³

Adı-Soyadı:.....

İmzası:

¹Bu cümle yalnızca bir örnek olup bu cümlede araştırmanın amacının ve gerekiyorsa nasıl yapılacağı (örneğin psikometrik test mi, öyle ise kaç soru sorulacağı veya kaç ölçekten oluştuğu; ses kaydı, görüntü alımı, gözlem gibi işlemleri mi içerdiği ve ne kadar süreceği gibi) 3 cümleyi geçmeyecek şekilde kısaca anlatılması beklenilmektedir.

²İmza bölümünde ideal olan katılımcının kendisinin imzasının alınmasıdır. Bu durumda onam formunu katılımcı ve araştırmacı imzalar. Katılımcının araştırmaya bireysel olarak katılmayı kabul edip onam formunu imzalamayı istemediği durumlarda şahide ihtiyaç doğar ve bu durumda araştırmacı ve katılımcı yerine şahidin imzalarının olması yeterlidir.

Verilerin yüz yüze iletişim içermeyen; a) İnternet ortamında toplanması durumunda katılımcıların uygulama materyallerine erişebilmesi için, online sistemde sunulan bilgilendirilmiş onam formunu okuyup araştırmaya katılmayı onayladıklarına dair ilgili kutucuğu işaretlemeleri gerekmektedir. Bu işaretleme katılımcıların onam imzaları yerine geçer. Katılımcılar onam formunun sonundaki "araştırmaya katılmayı kabul ettiklerine dair" ilgili kutucuğu işaretlemedikleri takdirde onay vermemiş sayılırlar ve bu durumda araştırmaya devam edilmez. b) Telefonla uygulamalarda ise araştırmacı araştırma sorularına geçmeden önce Bilgilendirilmiş Onam Formundaki bilgileri katılımcıya sesli olarak okur. Bu durumda katılımcının sözlü onayı imza yerine geçer. Telefonda bu sözlü onay alınmadığı takdirde uygulamaya geçilmez. Hem İnternet, hem telefon hem de benzeri yüz yüze iletişimin olmadığı ortamlarda yapılan uygulamalarda katılımcı onay vermediği takdirde bir şahidin onayına başvurulmaksızın uygulamaya devam edilmez.

Eğer veriler okullarda, kurumlarda vb. ortamlarda aynı anda birden fazla kişiden grup uygulaması şeklinde toplanacaksa, yine tercihen tüm katılımcıların onam formlarını bireysel olarak imzalamaları istenir. Ancak katılımcı sayısının fazlalığı ve bununla birlikte zamanın kısıtlılığı gibi durumlar söz konusu olduğunda araştırmacı tüm gruba onam formundaki bilgileri tek seferde sözlü olarak okumayı ve bir imza listesi dolaştırarak katılımcıların araştırmaya katılmayı kabul ettiklerine dair bu listeye imza atmalarını tercih edebilir. Grup çalışmasında da tercih edilen katılımcının kendisinin imzasıdır, ancak araştırmacının etik kurula tanımlaması gereken ender durumlarda ise şahit, grup adına da imza atabilir. Fakat grup ortamında herkes çalışmaya katılmayı kabul etmeyebilir. Bu durumda sadece araştırmaya katılmayı isteyenlerin çalışmaya alınması ve bu kişiler adına toplu imza alınması gerekmektedir. (Çalışmanızda şahidin imzasını grup adına kullanmak istiyorsanız etik kurula koşullarını açıklamamız gerekmektedir).

³Şahit Kriterleri: Çalışmanın bir üyesi olmayan, araştırmacı tarafından belirlenen ve araştırmanın bulguları üzerinde herhangi bir olumlu/olumsuz etki yaratma olasılığı bulunmayan tarafsız yetişkinlerdir. Katılımcı araştırmaya katılmayı kabul edip onam formunu imzalamayı istemediği durumlarda araştırmacı onam formundaki bilgileri katılımcıya sözlü olarak okur. Katılımcı onayladığını sözlü olarak beyan ederse şahit de bu sözlü onam sürecine yazılı onam formunu imzalamak sureti ile şahitlik ettiğini beyan etmiş olur.

NOT: Araştırmacıdan, onam formunun imza kısmında bulunan ikili seçenekten çalışmasına uygun olan alternatif yazması ve formda yer alan boşlukları çalışmasına uyarlamak yoluyla onam formuna son halini vermesi ve bu şekilde formu göndermesi beklenilmektedir.

EK 3: Sesli sınav sistemi kullanılabilirlik testi Kullanıcı memnuniyet sorunları

Sesli Sınav Sistemi Kullanılabilirlik Testi

Kullanıcı Memnuniyet Soruları

Katılımcı Numarası (Adı Soyadı)

Demografik Bilgiler

Bu bölümde kişisel bilgilerinize ilişkin sorular bulunmaktadır.

1. Cinsiyetiniz: Kadın () Erkek ()

2. Yaşınız:

3. Görme dereceniz: Hiç görmeyen () Az gören ()Sendeki derecelendirmeyi yaz

4. Hangi üniversitede öğrenim görmektesiniz?

5. Bölümünüzü belirtiniz.

6. Devam ettiğiniz öğrenim düzeyini belirtiniz.

Lise () Ön lisans () Lisans () Yüksek lisans () Doktora ()

Bilgisayar Kullanma düzeyi:

Çok iyi () İyi () Orta () Zayıf () Çok zayıf ()

İnternet Kullanma düzeyi:

Çok iyi () İyi () Orta () Zayıf () Çok zayıf ()

Görme Dışında Başka Bir Engeliniz Var mı? Evet () Hayır ()

Lütfen Sesli Sınav Sistemi ile ilgili görüşlerinizi yansıtan seçenekleri işaretleyiniz.

	Hİç katılmıyorum	Katılmıyorum	Biraz katılıyorum	Katılıyorum	Tamamen katılıyorum
1. Sınav Sisteminin kullanımı kolaydır					
2. Sınav Sistemindeki yer alan sorular kolay anlaşılmalıdır					
3. Sınav Sisteminde dolaşım kolaydır					
4. Kullanıcıya yönelik yardım ve yönlendirmeler yeterlidir.					
5. Yapılması gerekenler ile ilgili açıklamalar kolay anlaşılmalıdır					
6. Sorular açık ve anlaşılır ifadeler içermektedir					
7. Sistemde kullanılan arayüz anlaşılır ve sadedir					
8. Sistem hızlı yüklenmektedir					
9. Sesli sınav sistemini başka kullanıcılara tavsiye ederim.					
10. Sınavdaki açıklamaların ve soruların seslendirilmesi açık ve anlaşılırdır.					
11. Sesli Sınav Sistemi genel olarak iyi tasarlanmıştır					
12. Sistem sorunsuz çalışmaktadır.					
13. Sınav arayüz sayfaları cihazımdaki tarayıcı programında rahatça açılabilir.					
14. Sınavı yardımsız bir şekilde yapabildim.					
15. Sınav ortamı rahattır.					
16. Bilgisayar ortamında yer alan bu sınav sistemini kullanmaktan memnun kaldım.					
17. Sesli yönlendirmeler açık ve anlaşılırdır.					

Sesli Sınav Sistemi ile ilgili en **beğendiğiniz** şey nedir?

.....
.....

Sesli Sınav Sistemi ile ilgili en **beğenmediğiniz** şey nedir?

.....
.....

Sesli Sınav Sistemi ile ilgili önerileriniz nelerdir:

.....
.....

Katıldığınız için Teşekkürler!

EK 4: Araştırmacı gözlem formu

GÖZLEM FORMU

Sesli Sınav Sistemi Kullanılabilirlik Testi Gözlem Formu

*Katılımcı Numarası(Adı-Soyadı):

Test Başlama Saati:

Test Bitiş Saati:

Görevler	Kullanılan Adımlar	Hata Sayısı	Görev Tamamlama	Yardımlı Gerekti mi?
Kimlik Tesbiti			Evet ()	Evet ()
Sınav Başlama			Hayır ()	Hayır ()
Sınav Bitişi				
Gözlem Notları				

*Her bir katılımcı için ayrı ayrı doldurulacaktır.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Esra Çoban Budak

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Yılı
Doktora	Sakarya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Elektronik Mühendisliği	Devam ediyor
Yüksek Lisans	Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Elektronik ve Bilgisayar Eğitim Anabilimi	2004
Lisans	Kocaeli Üniversitesi / Teknik Eğitim Fakültesi / Elektronik Bilgisayar Eğitimi	2001
Lise	İstanbul Maçka Anadolu Lisesi	1995

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer	Görev
2001-Halen	Kocaeli Üniversitesi	Öğretim Görevlisi

YABANCI DİL

İngilizce : İyi seviyesinde

ESERLER

Scı, Sscı Ve Ahcı İndekslerine Giren Dergilerde Yayınlanan Makaleler

1. Çoban Budak E., Yurtay N., Budak Y., Geçer A., 2021. Voice-assisted Online Exam Management and System Usability Analysis with Visually Impaired Students, Interactive Learning Environments, Current Issue Latest Articles, ss.1-20, 2021

2. Deveci Topal A. , Geer A. , oban Budak E., 2021. An Analysis of The Utility of Digital Materials for High School Students with Intellectual Disability and Their Effects on Academic Success, Universal Access in the Information Society, cilt.1, sa.15 September 2021, ss.1-16, 2021
3. Topal A., Budak E., Gecer A., 2017. The effect of algorithm teaching on the problem-solving skills of deaf-hard hearing students, Program-Electronic Library And Information Systems, cilt.51, sa.4, ss.354-372

Diğer Dergilerde Yayınlanan Makaleler

4. oban Budak E., Geer A., Deveci Topal A., 2021. The Effect of Programming with Scratch Course on Reflective Thinking Skills of Students Towards Problem Solving, Journal of Learning and Teaching in Digital Age, cilt.6, sa.1, ss.72-80
5. Deveci Topal A., oban Budak E., 2019. Information Literacy Skills of Social Work Students, Journal of Learning and Teaching in Digital Age, cilt.4, sa.1, ss.15-24
6. oban Budak E., Deveci Topal A., 2018. Medical documentation and secretarial department students computer attitudes and computer literacy skills investigation, AJIT-e: Bilişim Teknolojileri, cilt.9, ss.193-208
7. Budak Y. , oban Budak E., 2012, Harmanlanmış Öğrenme Yönteminde Benzetim Uygulamalarının Öğrenmeye Etkisi, AJIT-e: Bilişim Teknolojileri Online Dergisi, cilt.3, sa.3, ss.47-65
8. Budak Y. , oban Budak E., 2012, Öğrencilerin Bilgisayar Destekli Eğitim Hakkındaki Yargıları Ve BDE İle Temel Bilgisayar Bilgisi Öğretiminin Etkinliği, Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, cilt.1, ss.123-129

Hakemli Kongre / Sempozyum Bildiri Kitaplarında Yer Alan Yayınlar

9. oban Budak E., Geçer A., Deveci Topal A., 2019, Lise düzeyinde zihinsel engelli çocukların öğretiminde teknoloji kullanımında yaşanan güçlüklerin belirlenmesi, Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi (Bahar), 26 - 28 Nisan, ss.15
10. Deveci Topal A., Geçer A., oban Budak E., 2018, Üniversite Öğrencilerinin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerinin Demografik Değişkenlere Göre İncelenmesi, 4. Uluslararası Çağdaş Eğitim Araştırmaları Kongresi, 4 - 07 Ekim 2018
11. Geçer A., Deveci Topal A., oban Budak E., 2018, The Impact of C Programming Language Teaching on Attitudes towards Computer Programming in Biology

Department Students, XVIII. European Conference on Social and Behavioral Sciences, Bucuresti, Romanya, 5 - 07 Eylül

12. Geçer A., Deveci Topal A., Çoban Budak E., 2018, Üniversite Öğrencilerinin Bilgisayarca Düşünme Becerileri ile Üst Biliş Düşünme Becerileri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi, ICITS 2018 International Computer Instructional Technologies Symposium, Özdere, İZMİR, Türkiye, 2 - 04 Mayıs
13. Çoban Budak E., Deveci Topal A., 2018, Tıbbi Dokümantasyon ve Sekreterlik Bölümü Öğrencilerinin Bilgisayara Karşı Tutumları ve Bilgisayar Okuryazarlığı Becerilerinin İncelenmesi, 1st International Congress on New Horizons in Education and Social Sciences (ICES-2018), İstanbul, Türkiye, 9 - 11 Nisan, ss.250
14. Deveci Topal A., Çoban Budak E., 2018. Sosyal Hizmet Bölümü Öğrencilerinin Bilgi Okuryazarlığı Becerileri 1st International Congress on New Horizons in Education and Social Sciences (ICES-2018), İstanbul, Türkiye, 9 - 11 Nisan, ss.249
15. Akhisar Ü., Çoban Budak E., 2017. Meslek Yüksekokulu Teknik ve Sosyal Programlarda Öğrenim Gören Öğrencilerin Eğitim Öğretim ve Geleceğe Yönelik Düşüncelerinin Karşılaştırılması, VI. Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu, Bosna-Hersek, 18 - 20 Mayıs, ss.176-179
16. Yurtay N., Çoban Budak E., Geçer A., Yurtay Y., Budak Y., 2016. The analysis of visually impaired individuals expectations and tendencies of using digital media in the process of education in Turkey, 6th World Conference on Educational Technology Researches, Antalya, Türkiye, 12 - 14 Mayıs, cilt.3, ss.28-36
17. Çoban Budak E., Yazar B., Çetinel G., Yurtay N., Budak Y., 2017. Öğrenme Yönetim Sistemlerinde Görme Engelliler İçin Ses Temelli Kullanıcı Kimliği Doğrulama, 2017 25th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU 2017), 15 - 18 Mayıs
18. Çoban Budak E., Akhisar Ü., Deveci Topal A., 2017. Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okullarında Akıllı Telefon Kullanımını Etkileyen Faktörler ve Eğitime Etkisi, VI. Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu, Sarajevo, Bosna-Hersek, 18 - 20 Mayıs
19. Yurtay N., Çoban Budak E., Akhisar Ü., Budak Y., Yurtay Y., 2017. Online Audio Source Platform Design For Visually Impaired Individuals, International Congress On New Trends In Science, Engineering And Technology, Icontrends, 27 - 29 Nisan, ss.189-196
20. Yurtay N., Çoban Budak E., Akhisar Ü., Budak Y., Yurtay Y., 2017. RFID Kartlar Kullanarak Görme Engelliler için Market Tasarımı, International Congress On New

Trends In Science, Engineering And Technology, Icontrends, 27 - 29 Nisan, ss.204-209

Kitap & Kitap Bölümleri

21. Çoban Budak E., Deveci Topal A., Geçer A., 2019. Lise Düzeyinde Zihinsel Engelli Öğrencilere Yönelik Öğretim Teknolojileri Kullanımında Yaşanılan Güçlüklerin Belirlenmesi, Eğitim Bilimlerinde Akademik Çalışmalar-2019/2, Dönger Ahmet, Yıldız Hacı, Editör, IVPE, Cetinje, ss.256-273
22. Deveci Topal A., Geçer A., Çoban Budak E., 2018. Üniversite Öğrencilerinin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerinin Demografik Değişkenlere Göre İncelenmesi, Eğitim, Gençlik ve Gelecek, Akpınar Dellal Nevide, Yıldız Özgür, Editör, Lambert Academic Publishing, Düsseldorf, ss.181-191
23. Deveci Topal A., Geçer A., Çoban Budak E., 2018. Effect of C Programming Language Instruction on Attitudes of the Students of the Biology Department towards Computer Programming, Educational Policy and Research, Hasan Arslan, Roman Dorczak, Dragoescu Urlica Alina-Andreea, Editör, Jagiellonian University Institute of Public Affairs, ss.259-264

HOBİLER

Kitap okuma, yüzme, sevdikleriyle birlikte gezme, çiçek bakımı, yemek yapma, müzik dinleme