

# TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

EĞİTİM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI

ADYU YAZSIN

TAKIM ADI

ADYAMAN ÜNİVERSİTESİ BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ

BÖLÜMÜ

BAŞVURU ID

45663

## İçindekiler

1. Proje özeti
2. Problem / Sorun
3. Çözüm
4. Yöntem
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü
6. Uygulanabilirlik
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması
8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):
9. Riskler
10. Kaynaklar

### 1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Bu rapor, 2021 TEKNOFEST Eğitim Teknolojileri Yarışması için Adıyaman Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü ekibi tarafından hazırlanmıştır. Yarışma şartnamesi ve örnek rapor formatı kapsamında; Eğitim Teknolojileri Yarışması için gerekli olan görev tanımları, görev gereksinimleri, literatür taramaları, güncel kullanım konseptleri, algoritma tasarım kararları, algoritma tasarım alternatiflerini sunmaktadır.

Adıyaman Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü ekibi, Gazi Üniversitesi, Adıyaman Üniversitesi, Erzurum Teknik Üniversitesi ve Osmangazi Üniversitesi mühendislik lisans ve yüksek lisans öğrencileri, mezunları ve akademisyenlerinden oluşmaktadır. Takımın amacı, yarışmanın görev kapsamında belirlenmiş hususların gereksinimlerini karşılayacak ve çevrim içi veya çevrim dışı eğitim alan öğrencilerin öğrenmedeki maksimum verimliliğe ulaşabilmesi için sadece görsel veya işitsel değil aynı zamanda basılı materyallerin oluşturulması adına gerekli konuşma tanıma yapay zekâ modellerini, kullanıcı arayüzlerini ve servisleri geliştirmektir.

Uzaktan Eğitim, her bir öğrencinin kendi öğrenme hızında öğrenim görmesine imkan sağlarken aynı zamanda bilgiye hızlı ve kolay bir şekilde erişim sağlamayı kolaylaştırmaktadır. Özellikle COVID-19 salgını döneminde uzaktan eğitimin önemi giderek artmış ve kullanım alanı yaygınlaşmıştır. Eğitimlerin dijitalleştirilebilmesi için alt yapı teknolojileri iyileştirilmiş ve teorik eğitimlerin daha fazla kitleye verilmesi yaygınlaştırılmıştır. Diğer yandan uygulamaları dersler için ise farklı alt yapı ve teknolojiler kullanılarak eğitim kalitesinin artırılması hedeflenmiştir. Ancak uzaktan eğitim süreci devam ederken öğrenme işleminin daha efektif gerçekleştirilebilmesi için farklı materyallerin kullanılması gerekir.

Somuttan soyuta ve basitten karmaşığa doğru gidildiğinde iyi öğrenme gerçekleştirilecektir. Öğrenme işlemi sırasında tüm duyu organlarımızın kullanılmasıyla ve öğrencilerin kendi kendine materyal yapması ile öğrenme daha da iyileştirilecektir. Bu nedenle öğretilecek içeriğin somuttan somuta doğru aşamalandırılması ve öğrencinin birden fazla duyu organına hitap etmesi gerekmektedir. Dolayısıyla birden fazla duyu organına hitap edebilecek ve öğretim ortamını genişletecek materyallere ihtiyaç duyulmaktadır. Öğretim ortamında kullanılacak materyal çeşitleri şu şekildedir;

- Yazılı materyaller
- Resim ve grafikler
- Tepegöz asetatları
- Gerçek kişi, nesnelere ve modeller
- Ses kayıtları
- Televizyon programları ve video kayıtları
- Bilgisayar yazılımları

Uzaktan eğitim sistemlerinde ses kayıtları, video kayıtları ve bilgisayar yazılımları kolaylıkla kullanılmaktadır. Edger Dale'nin Yaşantı Konisi ele alındığında video içeriklerin akılda kalıcılığı % 50 olarak belirlenmiştir. O dönemde video içerikleri televizyon üzerinden sunulduğu için televizyon olarak nitelenmiştir. Ancak günümüzde sadece televizyon değil birçok platformda istenilen videoya rahatlıkla ulaşılabilmektedir. Eğitim alanında ise özellikle COVID-19 salgını döneminde video içeriklerinin önemi artmış ve eğitimde kullanımı yaygınlaşmıştır.

Eğitimde sadece görsel materyallerin kullanılması eğitimin niteliğini tam olarak tamamlamamaktadır. Sadece görsel veya işitsel değil aynı zamanda basılı materyaller kullanılarak öğrenme pekiştirilebilir. Ancak uzaktan çevrimiçi derslerde kullanılacak basılı materyallerin hazırlanması zaman açısından maliyetli ve zorlu bir görevdir. Diğer yandan öğrencilerin dersi takip ederken aynı zamanda not alması zordur. Bu durum öğrenimi zorlaştırmaktadır. Uzaktan eğitimi daha etkili hale getirmek, öğrenimi kolaylaştırmak ve basılabilecek hazır materyalleri sunmak için bu projede konuşma tanıma (speech recognition) teknolojisi önerilmiştir.

Konuşma tanıma, eğitim ve öğrenimi farklı alanlarda etkilemektedir. Bir öğrencinin telaffuzu konuşma tanıma yazılımları ile denetlenerek konuşma becerilerinin akıcılığını ve akıcılığını artırarak ikinci bir dil öğrenmesine yardımcı olmaktadır. Diğer yandan konuşma tanıma, görme

engelli öğrencilere sözlerini ileterek ve daha sonra onları bilgisayara okutarak veya görsel etkileşim yerine bilgisayara sesleriyle komut vererek yardımcı olabilmektedir. Üst bedenlerinde fiziksel engeli olan öğrenciler, konuşma tanıma yazılımının sözlerini yazılı cümlelere çevirerek okul ödevlerini yazabilmektedir. Bu durum herhangi bir metin yazma şansı olmayan bir öğrencinin artık daha rahat yazı yazabileceği anlamına gelmektedir. Benzer çözümler, konuşma tanımayı engelli kişilerin eğitiminde, matematik öğrenmek için ya da mevcut oyunları eğitime uyarlamak veya yazma akıcılığını artırmak için kullanılmaktadır.

Önerilen proje temelini oluşturan konuşma tanıma yapay zekâ modelleri ile bir çevrimiçi derste geçen bütün konuşmaları metne aktarılabilir. Ders sonrasında öğretmen istediği öğrencilere okunabilir ve düzeltilebilir metin raporlarını e-posta yolu ile ulaştırabilecektir. Böylelikle öğrencilerin elinde dersin basılabilir bir materyali olacaktır. Diğer yandan öğrenciler aynı sistemi kullanıp sadece konuşma yolu ile raporlarını hazırlayabilecektir. Özellikle engelli bireylerin ne teknolojik alt yapısı yetersiz olan bireyler basılabilir ders raporları ile daha etkili bir öğrenme süreci geçirecektir.

Önerilen proje temel olarak iki çekirdek teknolojiyi bünyesinde barındırmaktadır. Bu çekirdek teknolojilerden biri Otomatik Konuşma Tanıma – OKT (Automatic Speech Recognition) sistemi diğeri ise eğitim yönetimi aracıdır. OKT sistemi ile metin çıktıları elde edilen ders kayıtları, eğitim yönetimi aracı ile rahatlıkla yönetilebilecektir. Öğretmenler veya yetkili kişiler, hazırlanacak bir web arayüzü sayesinde sisteme erişebilecek kayıtlarını metne aktarabilecek ve kendi arşivlerini oluşturabilecektir. Son kullanıcılar yani öğrenciler için iki şekilde hizmet verilecektir. Bunlardan ilki sadece yetkisine sahip olduğu dersin kayıtlarını ve metin çıktılarını görecektir. İkinci ise OKT sistemini kullanıp kendi metin raporlarını üretebilir olmasıdır.

## 2. Problem/Sorun:

1) Eğitimde sadece görsel materyallerin kullanılması eğitimin niteliğini tam olarak tamamlamamaktadır. Sadece görsel veya işitsel değil aynı zamanda basılı materyaller kullanılarak öğrenme pekiştirilebilir. Ancak uzaktan eğitim sürecinde canlı derslerin kısa olması nedeniyle öğrenciler not tutamamaktadır. Not tutulsa da dahi öğrenci not tutarken dersi takip etmekte zorlandığı için öğrenim etkili bir şekilde gerçekleştirilememektedir.

2) Öğrenciler kaçırdığı bir dersi internet erişimi olmayan bir yerde veya teknoloji alt yapısının yetersizliğinden dolayı takip edememektedir.

3) Uzaktan çevrimiçi derslerde kullanılacak basılı materyallerin hazırlanması zaman açısından maliyetli ve zorlu bir görevdir. Diğer yandan öğrencilerin dersi takip ederken aynı zamanda not alması zordur.

4) Görme engelli öğrencilere sözlerini ileterek ve daha sonra onları bilgisayara okutarak veya görsel etkileşim yerine bilgisayara sesleriyle komut vererek yardımcı olabilmek eğitim ve öğretim sürecini kolaylaştıracaktır.



5) Üst bedenlerinde fiziksel engeli olan öğrenciler, eğitim öğretim sürecinde ödevlerini yazmamaktadır.

### 3. Çözüm

Uzaktan eğitimi daha etkili hale getirmek, öğrenimi kolaylaştırmak ve basılabilecek hazır materyalleri sunmak için bu projede konuşma tanıma (speech recognition) teknolojisi önerilmiştir. Konuşma tanıma, eğitim ve öğrenimi farklı alanlarda etkilemektedir. Bir öğrencinin telaffuzu konuşma tanıma yazılımları ile denetlenerek konuşma becerilerinin akıcılığını ve akıcılığını artırarak ikinci bir dil öğrenmesine yardımcı olmaktadır. Diğer yandan konuşma tanıma, görme engelli öğrencilere sözlerini ileterek ve daha sonra onları bilgisayara okutarak veya görsel etkileşim yerine bilgisayara sesleriyle komut vererek yardımcı olabilmektedir. Üst bedenlerinde fiziksel engeli olan öğrenciler, konuşma tanıma yazılımının sözlerini yazılı cümlelere çevirerek okul ödevlerini yazabilmektedir. Bu durum herhangi bir metin yazma şansı olmayan bir öğrencinin artık daha rahat yazı yazabileceği anlamına gelmektedir. Benzer çözümler, konuşma tanımayı engelli kişilerin eğitiminde, matematik öğrenmek için ya da mevcut oyunları eğitime uyarlamak veya yazma akıcılığını artırmak için kullanılmaktadır.

Önerilen proje temelini oluşturan konuşma tanıma yapay zekâ modelleri ile bir çevrimiçi derste geçen bütün konuşmaları metne aktarılabilir. Ders sonrasında öğretmen istediği öğrencilere okunabilir ve düzeltilebilir metin raporlarını e-posta yolu ile ulaştırabilecektir. Böylelikle öğrencilerin elinde dersin basılabilir bir materyali olacaktır. Diğer yandan öğrenciler aynı sistemi kullanıp sadece konuşma yolu ile raporlarını hazırlayabilecektir. Özellikle engelli bireylerin ne teknolojik alt yapısı yetersiz olan bireyler basılabilir ders raporları ile daha etkili bir öğrenme süreci geçirecektir.

Önerilen proje temel olarak iki çekirdek teknolojiyi bünyesinde barındırmaktadır. Bu çekirdek teknolojilerden biri Otomatik Konuşma Tanıma – OKT (Automatic Speech Recognition) sistemi diğeri ise eğitim yönetimi aracıdır. OKT sistemi ile metin çıktıları elde edilen ders kayıtları, eğitim yönetimi aracı ile rahatlıkla yönetilebilecektir. Öğretmenler veya yetkili kişiler, hazırlanacak bir web arayüzü sayesinde sisteme erişebilecek kayıtlarını metne aktarabilecek ve kendi arşivlerini oluşturabilecektir. Son kullanıcılar yani öğrenciler için iki şekilde hizmet verilecektir. Bunlardan ilki sadece yetkisine sahip olduğu dersin kayıtlarını ve metin çıktılarını görecektir. İkinci ise OKT sistemini kullanıp kendi metin raporlarını üretebilir olmasıdır.

Sorun	Çözüm	Eğitimdeki Katkısı
<p>1) Eğitimde sadece görsel materyallerin kullanılması eğitimin niteliğini tam olarak tamamlayamamaktadır. Sadece görsel veya işitsel değil aynı zamanda basılı materyaller kullanılarak öğrenme pekiştirilebilir. Ancak uzaktan eğitim sürecinde canlı derslerin kısa olması nedeniyle öğrenciler not tutamamaktadır. Not tutulsa da dahi öğrenci not tutarken dersi takip etmekte zorlandığı için öğrenim etkili bir şekilde gerçekleştirilememektedir.</p>	<p>OKT sistemi ile ders kayıtlarının metne aktarılması ve bu metinlerin ilgili öğrencilerin e-postalarına okunabilir ve düzeltilebilir formatta gönderilmesi sağlanacaktır. Böylelikle öğrenciler derslerde not alma telaşesinde olmayıp derse odaklanacak ve kaçırdığı yerleri veya dersleri ders sonrası kendilerine iletilecek metin ile telafi edebilecektir.</p>	<p>Eğitimde materyal çeşitliliğini arttıracaktır. Ayrıca eğitimin dijitalleşmesi sağlanacaktır.</p>
<p>2) Öğrenciler kaçırdığı bir dersi internet erişimi olmayan bir yerde veya teknoloji alt yapısının yetersizliğinden dolayı takip edememektedir.</p>	<p>Ders sonlarında kendilerine iletilecek e-posta içerisinde yer alan veya hazırlanacak olan eğitim yönetim sistemi üzerinden ilgili metin çıktısı alınıp istenilen yerde ve zamanda basılı olarak değerlendirilebilir.</p>	<p>Teknolojik alt yapı yetersizliğinden dolayı derse tam katılım sağlayamayan öğrencilerin eğitim materyallerine daha kolay ulaşılması sağlanacaktır.</p>

<p>3) Uzaktan çevrimiçi derslerde kullanılacak basılı materyallerin hazırlanması zaman açısından maliyetli ve zorlu bir görevdir. Diğer yandan öğrencilerin dersi takip ederken aynı zamanda not alması zordur.</p>	<p>Ders öncesinde öğretmenler sadece konuşarak ilgili raporları hazırlayabilecektir. Konuşma tanıma ile öğretmenlerin her kelimesi metne aktarılacak ve rapor hazırlama süresi kısılacaktır.</p>	<p>Basılı materyal hazırlama görevi basitleştirilecektir. Böylelikle daha ayrıntılı raporların hazırlanması sağlanacaktır.</p>
<p>4) Görme engelli öğrencilere sözlerini ileterek ve daha sonra onları bilgisayara okutarak veya görsel etkileşim yerine bilgisayara sesleriyle komut vererek yardımcı olabilmek eğitim ve öğretim sürecini kolaylaştıracaktır.</p>	<p>Görme engelli bireyler çevrimiçi dersleri takip ederken not tutamamaktadır. Hazırlanan proje ile not tutma gereksinimi ortadan kalkacak ve görme engelli bireyler kendilerine gönderilen metni bilgisayara okutarak takip edebilecektir.</p>	<p>Eğitimde fırsat eşitliği sağlanmaya çalışılacaktır.</p>
<p>5) Üst bedenlerinde fiziksel engeli olan öğrenciler, eğitim öğretim sürecinde ödevlerini yazamamaktadır.</p>	<p>Fiziksel engeli bulunan öğrenciler kendi raporlarını veya ödevlerini sisteme girerek ve sadece konuşarak hazırlayabilecektir.</p>	<p>Öğrencilerin rapor veya ödev hazırlama süreçleri kısaltılacak ve fiziksel engelli öğrencilerin derse katılımı teşvik edilecektir.</p>

#### 4. Yöntem

Önerilen proje birden fazla bileşeni bir arada içermektedir. OKT temelli olarak geliştirilen sistem, web arayüzü, web servis, ilişkişel olmayan veri tabanı ve dosya sisteminin birlikte kullanılmasını gerektirir. Önerilen projenin temelini Türkçe OKT sistemi oluşturmaktadır. Klasik bir OKT mimarisinde Sinyal İşleme (Speech Processing), Deşifre (Decoder), Akustik Model



(AM: Acoustic Model) ve Dil Modeli (DM: Language Model) gibi önemli bileşenler bulunmaktadır. OKT sistemin ilk giriş noktası olan Speech Processing aşamasında, ses sinyalinin özellik çıkarım (feature extraction) işlemi gerçekleştirilmektedir. OKT'nin diğer bileşenlerinden olan Decoder, öznelik vektörlerini fonem dizilerine dönüştürmek için AM ve DM kullanılmaktadır. AM ve DM bileşenlerinin her biri farklı bir eğitim verisi (corpus) ile modellenmektedir. Literatür incelendiğinde genellikle sınırlı bir dağarcığa sahip OKT sistemlerinin geliştirildiği görülmektedir. Geniş kelime dağarcığına sahip bir OKT sistemini geliştirebilmek için geniş bir veri seti gereklidir. Geliştirilecek olan OKT sisteminin eğitimi ve test işlemlerinde mevcutta öz kaynaklarımız ile elde edilen 250 saatlik veri kümesi kullanılacaktır. Ayrıca proje boyunca veri seti genişletme çalışmaları devam edecektir.

OKT sistemi geliştirmek için Kaldi, CMUSphinx, DeepSpeech ve Wav2Letter++ gibi birçok açık kaynaklı birçok çerçeve önerilmiştir. Ancak bu projede birçok bileşeni birlikte kullanmaya izin vermesi ve ön işlemler için hazır araçlar sunması nedeni ile Kaldi araç seti tercih edilecektir. OKT sistemi için gerekli akustik modeller, Saklı Markov Modeli (SMM), Gauss Karışım Modeli (GKM) ve Derin Sinir Ağı (DSA) kullanılarak birçok şekilde üretilebilir. Bu çalışmada Altuzay Gauss Karışım Modeli (AGKM, Subspace Gaussian Mixture Model) tabanlı akustik modeller kullanılacaktır. AGKM, güçlü konuşmacı adaptasyonu sayesinde GKM akustik modeller için etkili bir yöntemdir. AGKM temel veri kümesi dağılımı olarak Gauss karışımlarını kullanmaktadır. AGKM ayrıca ortalama, kovaryans ve karışım ağırlıkları gibi duruma bağlı GKM parametrelerini de içermektedir. Küçük boyutlu bir altuzay oluşturmak için Gauss bileşenlerinin ortalaması alınacaktır. Konuşmacı adaptasyon eğitimi için Maksimum Olasılık Doğrusal Dönüşüm (MODD, Maximum Likelihood Linear Transform) ve Doğrusal Ayrımcı Analizi (DAA, Linear Discriminant Analysis) kullanılacaktır. GKM modellerimizde en az 3500 Bağlam Bağımlı (BB, Context Dependency) triphone durumu bulunacaktır.

OKT sistemi geliştirmek için Kaldi, CMUSphinx, DeepSpeech ve Wav2Letter++ gibi birçok açık kaynaklı birçok çerçeve önerilmiştir. Ancak bu projede birçok bileşeni birlikte kullanmaya izin vermesi ve ön işlemler için hazır araçlar sunması nedeni ile Kaldi araç seti tercih edilecektir. OKT sistemi için gerekli akustik modeller, Saklı Markov Modeli (SMM), Gauss Karışım Modeli (GKM) ve Derin Sinir Ağı (DSA) kullanılarak birçok şekilde üretilebilir. OKT sistemi ilk olarak klasik GKM-SMM tabanlı olarak geliştirilecektir. GKM modellemesinin ardından DSA tabanlı bir akustik model geliştirilecektir. Sinir ağlarını kullanan OKT sistemi, klasik GKM tabanlı OKT sisteminden farklıdır. Klasik GKM-SMM kullanan OKT sisteminde her SMM durumunun gözlemlenme olasılığı GKM kullanılarak hesaplanmıştır. Fakat DSA tabanlı AM'de, her bir SMM durumunun gözlemlenme olasılığı bir DSA kullanılarak hesaplanacaktır. DSA tabanlı AM'de, ses özellikleri alınarak bu özelliklere bir sesbirim etiketi atanacaktır. DSA'yı eğitmek için öncelikle geleneksel GKM-SMM sistemi tarafından üretilen sesbirim-ses hizalamaları elde edilecektir. Bu nedenle DSA akustik modellemesi bir GKM-SMM'yi eğitmek için kullanılan Mel Frekanslı Kepstral Katsayılar (MFKK) özelliklerine ve GKM-SMM tarafından üretilen karar ağacına bağlı kalacaktır. DSA tabanlı AM, DSA'ya girdi olarak MFKK vektörleri kullanılarak geliştirilecektir. MFKK'deki her bir çerçeve başına sesbirim durumu olasılıkları (SMM durumları) tahmin edilecektir. Ardından tahmin edilen sesbirim durumu arka



planlarını SMM durumu ile karşılaştırmak için Stokastik Gradyan İniş (SGİ, Stochastic Gradient Descent) metodu uygulanacaktır. Bu işlemin ardından DSA'nın ağırlıkları ayarlanacaktır. DSA'nın eğitimini hızlandırmak için gradyan, mini parça (mini batch) olarak bilinen küçük bir eğitim verisi üzerinden hesaplanmıştır. Her mini parça hesaplanmasından sonra ağırlıklar güncellenecektir. Proje kapsamında geliştirilen temel dil modeli, istatistiksel açıdan 3-gram olarak hazırlanacaktır.

Proje kapsamında geliştirilecek olan web servisler kullanıcıdan gelen istekleri değerlendirecek ve bu isteklerin gerçekleştirilmesini sağlayacaktır. Önerilen sistem için gerekli olan web servisler Representational State Transfer (RestFul) olarak hazırlanacaktır. Kullanıcı arayüzü, TypeScript tabanlı bir açık kaynaklı web uygulama çerçevesi olan Angular 7 kullanılarak hazırlanacaktır. Kullanıcı arayüzü ayrıca HTML 5 ve açık kaynak kodlu, web sayfaları veya uygulamaları geliştirmek için kullanılabilir araçları içeren Bootstrap ile desteklenecektir. Önerilen sistemde kullanıcı bilgilerinin kayıt altına alınması ve OKT işlemi sonucunda elde edilen metin verileri Lucene kütüphanesine dayanan, HTTP web arayüzü ve şema içermeyen JSON belgelerini kullanan dağıtılmış, çok kullanıcılı bir tam metin arama motoru olan Elasticsearch sisteme gönderilecektir. Böylelikle arşiv sisteminin temeli oluşturulacaktır. Ders kayıtları ise dosya sunucusu üzerinde tutulacaktır.

Öğretmenler veya yetkili kişiler hazırlanan web sayfası üzerinden ders kayıtlarını metne aktarabilecek ve çıktı alabilecektir. İstenildiğinde bu metinler ve ders kayıtları web sayfası üzerinden arşiv olarak tutulacaktır. Öğrenciler web sayfasına girerek hem kendi derslerinin raporlarına erişebilecek hem de kendi raporlarını oluşturabilmek için sistemi kullanabilecektir.

## 5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Bildiğimiz kadarı ile önerilen bu proje Türkçe ders kayıtlarının metne aktarılması ve arşivlenmesi için sunulan ilk sistemdir. Projede ayrıca Türkçe OKT sisteminin geliştirilmesi detaylı olarak çalışılacaktır. Türkçe düşük kaynaklı diller arasındadır. Bu nedenle mevcut OKT sistemlerinin başarısı Türkçe gibi zengin dillerde konuşulan bütün konuşmaların tanınmasında yeterli değildir. Proje kapsamında kullanılacak veri seti ile Türkçe için geniş bir kelime dağarcığına sahip OKT sistemi geliştirilecektir. OKT sistemi hukuk, sağlık, spor, magazin, siyaset vb. birçok alandaki konuşmaları rahatlıkla tanıyacaktır. Önerilen projenin her bir bileşeni modüller olarak gerçekleştirilecektir. Her bir modül için Docker alt yapısı kullanılacaktır. OKT sistemi, arşiv için kullanılacak ilişkisel olmayan veri tabanı, kullanıcı arayüzü ve konuşma tanıma web servis birimleri her biri farklı bir Docker yapısında yer alacaktır. Böylelikle sistemlerin yönetimi, ölçeklendirilmesi, bir olumsuzluk durumunda sistemin çok kısa sürece ayağa kaldırılması gerçekleştirilecektir. Modüler yapıdaki her bir sistemin yanında önerilen proje aşağıda belirtilen özellikleri sayesinde yenilikler içerecektir.

- Grafik kullanıcı arabirime sahip kullanıcı dostu bir ders rapor sistemi.
- OKT teknolojisi kullanarak ders ve ses kayıtlarının otomatik metne aktarılması.
- Kayıt formatından (.mp3, .mp4, .mpeg) bağımsız olacak şekilde sistemin çalışması.
- Yeni bir yapay zekâ teknolojisi olan Derin Öğrenmeye dayalı OKT teknolojisi.

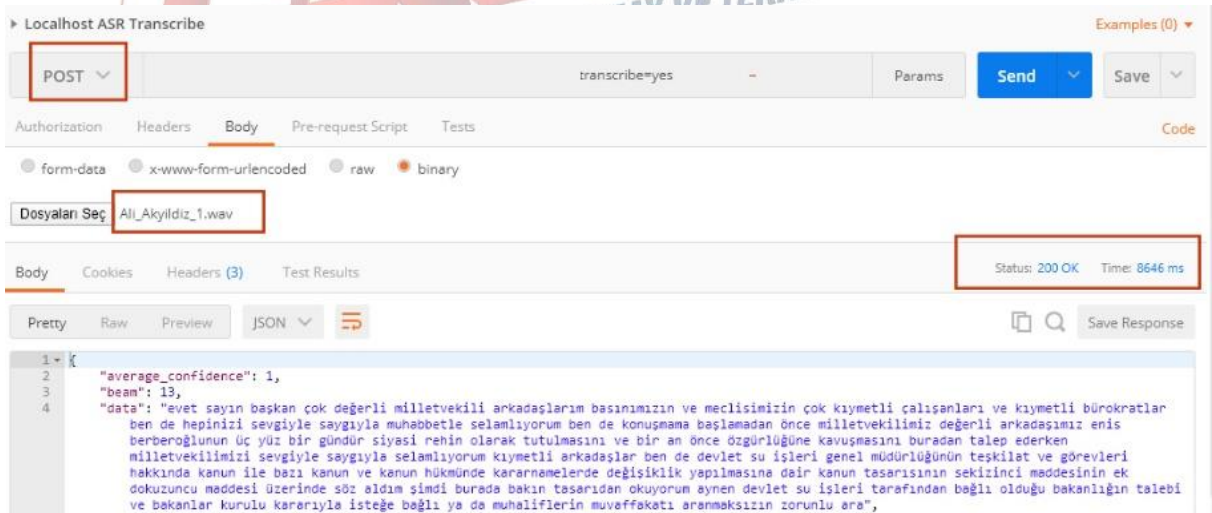
- Türkçe OKT sistemi için gerekli olan modellerin eğitilmesinde kullanılan geniş kelime dağarcığına sahip Türkçe veri seti (corpus).
- Türkçe OKT sistemi için oluşturulmuş n-gram tabanlı dil modeli.
- Türkçe OKT sistemi için oluşturulmuş derin sinir ağı tabanlı akustik model.
- Ders kayıtlarının ve transkripsiyonlarının birlikte arşivlenmesi.

## 6. Uygulanabilirlik

Konuşma tanıma çözümleri konuşmayı metne dönüştürerek metin analizi, konuşma asistanları, konuşma verisi madenciliği ve konuşma çevirisini içeren bir dizi uygulama çözümlerini ifade etmektedir. Bu uygulamaların temelinde OKT sistemi yer almaktadır. Önerilen sistemde sunulacak her teknoloji modülerdir ve hizmet alıcılar veya yatırımcılar ile modüler olarak paylaşılabilir. Bununla beraber çoklu kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılayacak bir sistem önerilmiştir. Geliştirilecek olan geniş kelime dağarcığına sahip OKT sistemi çağrı merkezleri, medya arşiv sistemleri ve vb. uygulamalara entegre edilebilecek niteliktedir. Bu nedenle ticarileşme potansiyeli mevcuttur.

Uygulanabilirliği net olarak ortaya koymak adına Ön Tasarım Raporu'nda yer alan proje takvimine bağlı kalarak çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Öncelikle OKT sistemi için gerekli olan veri setlerinin hazırlanması çalışılmıştır. OKT sistemi için gerekli olan yapay zeka modelleri geliştirilmiştir. Geliştirilen OKT sisteminin başarısı Ön Tasarım Raporu'nda belirtildiği gibi Kelime Hata Oranı (KHO) üzerinden hesaplanmıştır. Geliştirilen OKT sistemi %18,7'lik bir KHO'ya sahiptir. Proje takvimi içerisinde KHO oranı daha da düşürülmeye çalışılacaktır.

Proje bileşenlerinden olan web servisler ise yine Ön Tasarım Raporu'nda yer alan proje takvimine sadık kalınarak geliştirilmiştir. Web servis yapısının test işlemlerinde kullanılan postman arayüzü şekil 1'de verilmiştir. Sistem istekleri yanıtlamada kayıt uzunluğunun 2/10'u sürede cevaplamaktadır. Ancak bu durum donanım alt yapısına göre değişebilir.



Şekil 1. Web servis test işlemleri

OKT sistemi için gerekli alt yapılar oluşturulmuştur. Bu adımdan sonra yine proje planına bağlı olarak çevrimiçi ders sistemlerine uyum veya direkt olarak ders kayıtlarının metne aktarılabilirliği bir web arayüzü hazırlanacaktır. Şimdiye kadar ki çalışmalar projenin yapılabilir ve uygulanabilir olduğunu göstermektedir. Örnek bir çevrimiçi ders kaydı şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Çevrimiçi ders etkinliği için örnek bir çalışma

Şekil 2’de verilen örnek bir ders uygulamasında görüldüğü gibi öğrencilerin hem ders dinlemesi hem de not olması zordur. Bu nedenle önerilen proje derslerin raporunu ders sonunda öğrencilere ulaştırabilecektir. Bu rapor basılabilir ve düzeltilebilir formatta olacaktır.

## 7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projenin ana maliyet kısmını veri seti hazırlığı ve derin öğrenme algoritmalarının çalıştırıldığı bir alt yapı oluşturmaktadır. Proje prototip olarak çok az bir maliyetle geliştirilebilir ancak ürün olarak geliştirilebilmesi için gerekli maliyetler tablo 1’de verilmiştir. Proje takvimi ise tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 1. Maliyet Tablosu

Gider Kalemleri	1. Yıl Toplam Harcama
Makine Ve Teçhizat Giderleri	45.852,00
Personel (12 Aylık)	148.381,00 TL
Genel Giderler	47.900,00 TL
Beklenmeyen Giderler	17.484,10 TL
<b>Toplam</b>	<b>259.617,10 TL</b>



Tablo 2. Proje Takvimi

	Ocak Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Veri Setlerinin Hazırlanması							
Otomatik Konuşma Tanıma Modellerinin Geliştirilmesi							
Otomatik Konuşma Tanıma Sisteminin Geliştirilmesi							
Veritabanı ve Arka Uç Yazılım Geliştirme							
Ön Uç Yazılım Geliştirme							
Prototoip Üretimi							
Test ve Sistemin İyileştirilmesi							

### 8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)

Projenin hedef kitlesi öncelikle öğrenciler ve öğretmenlerdir. Ayrıca engelli bireyler ve ders içeriği hazırlayan kuruluşlar öncelikle hedef kitemizi oluşturmaktadır. Öğrencilerin ders materyallerine daha rahat erişebilmesi hedeflenmiştir.

Geliştirilen OKT sistemi yalnızca eğitim alanında değil çağrı merkezi, video konferans sistemleri, arşiv sistemleri ve toplantı kayıtlarının metne aktarılmasında kullanılabilir niteliktedir. Bu nedenle projenin ana amacı eğitim olsada çok farklı alanlara hitap edebilecek bir yapısı vardır. Geliştirilen web servisler yardımı ile herhangi bir uygulamaya kolayca entegre olunabilir. Raporlama, metne aktarma ve komut anlama görevlerinden sistem kullanılabilir.

### 9. Riskler

Önerilen projede en önemli risk OKT sisteminin konuşma kayıtlarını başarılı bir şekilde çevirememesidir. Öncelikle geniş kelime dağarcığına sahip bir veri kümesi ile sistem yeniden inşa edilecektir. Ayrıca kayıtlar üzerine ön işlemler uygulanacak ve OKT sistemine daha net ve anlaşılabilir kayıtların verilmesi sağlanacaktır. Diğer yandan çoklu kullanıcılara destek verebilecek bir donanım alt yapısının oluşturulması gerekmektedir. Bu durumda bulut sunucular Docker paketleri yardımı ile rahatlıkla ayağa kaldırılabilir. Yapay zeka modellerinin geliştirilmesinde zaman kaybı yaşanabilir. Bu nedenle proje takviminde süreç uzayabilecektir.

## 10. Kaynaklar

1. H. Prakoso, R. Ferdiana, and R. Hartanto, "Indonesian Automatic Speech Recognition system using CMUSphinx toolkit and limited dataset," Int. Symp. Electron. Smart Devices, ISESD, pp. 283–286, 2017.
2. A. M. Abushariah, T. S. Gunawan, O. O. Khalifa, and M. A. M. Abushariah, "English digits speech recognition system based on Hidden Markov Models," Int. Conf. Comput. Commun. Eng., pp. 1–5, 2010.
3. S. N. Wrigley, and T. Hain, "Making an automatic speech recognition service freely available on the web," Annu. Conf. Int. Speech Commun. Assoc. INTERSPEECH, pp. 3325–3326, 2011.
4. E. Arisoy, D. Can, S. Parlak, M. Saraçlar, and H. Sak, "Turkish broadcast news transcription and retrieval," IEEE Transaction Audio, Speech-Language Processing, 17(1):874–883, 2009.
5. H. Sak, M. Saraçlar, and T. Güngör, "Morpholexical and discriminative language models for Turkish automatic speech recognition," IEEE Trans. Audio, Speech Lang. Process., 20(8):2341–2351, 2012.
6. A. Akin, C. Demir, and M. U. Dogan, "Improving sub-word language modeling for Turkish speech recognition," Signal Processing and Communications Applications Conference, pp. 1–4, 2012.
7. B. Asefisaray, End-To-End Speech Recognition Model: Experiments In Turkish, Hacettepe University, Department of Computer Engineering, 2018.

8. M. A. Anusuya, and S. K. Katti, "Speech recognition by machine, a review," *International Journal of Computer Science and Information Security*, 6(3):181–205, 2009.
9. E. Dikici, and M. Saraçlar, "Semi-supervised and unsupervised discriminative language model training for automatic speech recognition", *Speech Commun.*, 83(1):54–63, 2016.
10. K. Irie, Z. Tüske, T. Alkhoulı, R. Schlüter, and H. Ney, "LSTM, GRU, highway and a bit of attention: An empirical overview for language modeling in speech recognition," *Annu. Conf. Int. Speech Commun. Assoc. INTERSPEECH*, pp. 3519–3523, 2016.
11. D. Siddharth, L. Xinjian, M. Florian, and W. Alan, "Domain robust feature extraction for rapid low re-source ASR development," arXiv:1807.10984, pp. 258–265, 2018.
12. H. Inaguma, J. Cho, M. K. Baskar, T. Kawahara, and S. Watanabe, "Transfer Learning of Language-independent End-to-end ASR with Language Model Fusion," *IEEE Int. Conf. Acoust. Speech Signal Process. - Proc.*, pp. 6096–6100, 2019.
13. Cloud Comparison RightScale, <https://resources.flexera.com/web/www/cloud-comparison-tool/index.html>. [Accessed: 08 April 2020].
14. Z. Bumbalek, J. Zelenka, and L. Kencl, *Cloud-Based Assistive Speech-Transcription Services*, Springer, Berlin, Heidelberg, 2012.
15. D. Povey, A. Ghoshal, G. Boulianne, L. Burget, O. Glembek, N. Goel, M. Hannemann, P. Motlicek, Y. Qian, P. Schwarz, J. Silovsky, G. Stemmer, and K. Vesely, "The Kaldi speech recognition toolkit," *IEEE Work. Autom. Speech Recognit. Underst.*, pp. 1–4, 2011.
16. N. Guglani, and J. Mishra, "Continuous Punjabi speech recognition model based on Kaldi ASR toolkit," *Int. J. Speech Technol.*, 21(2):1–6, 2018.



17. H. Polat, and S. Oyucu, "Building a Speech and Text Corpus of Turkish: Large Corpus Collection with Initial Speech Recognition Results," *Symmetry*, 12(290):1-19, 2020.
18. V. Shah, R. Anstotz, I. Obeid, and J. Picone, "Adapting an automatic speech recognition system to event classification of electroencephalograms 1," *IEEE Signal Process. Med. Biol. Symp.*, pp. 1–5, 2019.
19. Y. G. Thimmaraja, and H. S. Jayanna, "Creating language and acoustic models using Kaldi to build an automatic speech recognition system for Kannada language," *IEEE Int. Conf. Recent Trends Electron. Inf. Commun. Technol.*, pp. 161–165, 2017.

