# **Erişilebilir Eğitim Platformu: Proje Fizibilite ve Teknik Yol Haritası**

## **1. Yönetici Özeti (Executive Summary)**

Bu rapor, Türkiye'deki görme ve işitme engelli öğrencilerin dijital eğitim materyallerine erişimini kökten değiştirmeyi hedefleyen, yapay zeka destekli bir Hizmet Olarak Yazılım (SaaS) platformunun fizibilitesini ve teknik yol haritasını sunmaktadır. Platform, "Erişilebilir Eğitim Platformu" olarak adlandırılmakta olup, eğitimde fırsat eşitliğini teknoloji aracılığıyla sağlama misyonuyla yola çıkmaktadır.

Mevcut durumda, Türkiye'deki milyonlarca öğrenci için standart hale gelmiş olan PDF ders notları, sunumlar ve ders video kayıtları gibi dijital materyaller, görme ve işitme engelli öğrenciler için ciddi erişim bariyerleri teşkil etmektedir. Bu durum, öğrencilerin akademik potansiyellerini tam olarak ortaya koymalarını engellemekte ve eğitimde fırsat eşitliği ilkesini zedelemektedir.1 Önerilen çözüm, bu bariyerleri ortadan kaldırmak için tasarlanmış merkezi ve kullanıcı dostu bir platformdur. Sistem, kullanıcıların yüklediği metin tabanlı dokümanları yüksek kaliteli sese (Text-to-Speech), dokümanlar içindeki görselleri anlamlı açıklayıcı metinlere (Image Captioning) ve video veya ses formatındaki ders kayıtlarını düzenlenebilir metinlere ve standart altyazı formatlarına (Speech-to-Text) dönüştürecektir.

Projenin ilk aşaması, en hızlı ve en yüksek etkiyi yaratacak temel özelliklere odaklanan bir Minimum Uygulanabilir Ürün (MVP) geliştirmeyi hedeflemektedir. MVP kapsamı; kullanıcıların PDF ve DOCX gibi yaygın dokümanları seslendirmesini, ders videoları için metin transkriptleri ve altyazı dosyaları oluşturmasını ve bu dokümanlardaki temel görseller için açıklayıcı metinler almasını sağlayacaktır.

Bu girişim, yalnızca ticari bir potansiyel taşımakla kalmayıp, aynı zamanda Türkiye'nin 5378 sayılı Engelliler Hakkında Kanun'u ve Yükseköğretim Kurulu'nun (YÖK) "Engelsiz Erişim ve Engelsiz Eğitim" hedefleriyle tam uyumlu, önemli bir sosyal sorumluluk ve etki projesi niteliğindedir.4 Bu rapor, projenin teknik altyapısını, stratejik yol haritasını ve risk analizini detaylandırarak, proje takımına başarılı bir başlangıç için gerekli tüm bilgileri sunmayı amaçlamaktadır.

## **2. Proje Vizyonu ve Kapsamı**

### **2.1. Problem Tanımı: Türkiye'de Dijital Eğitim Materyallerindeki Erişilebilirlik Uçurumu**

Türkiye'deki eğitim sistemi, özellikle yükseköğretim ve lise düzeyinde, dijital materyallere giderek daha fazla bağımlı hale gelmiştir. Ders notları, akademik makaleler, sunumlar ve özellikle pandemi sonrası yaygınlaşan çevrimiçi derslerin video kayıtları, öğrenme sürecinin ayrılmaz bir parçasıdır. Ancak bu dijital dönüşüm, engelli öğrencilerin ihtiyaçları göz ardı edilerek gerçekleştiği için, mevcut durum eğitimde ciddi bir erişilebilirlik uçurumu yaratmaktadır.

Görme Engelli Öğrenciler İçin Zorluklar:

Görme engelli öğrenciler için en temel sorun, yazılı materyallerin büyük bir kısmının erişilemez formatlarda olmasıdır. Özellikle ders notlarının taranarak görüntü tabanlı PDF formatında paylaşılması, ekran okuyucu yazılımların bu metinleri işlemesini imkansız hale getirir. Bu durum, öğrencinin en temel ders materyaline dahi erişememesine neden olur. Bir diğer kritik sorun ise görsel içeriklerin yok sayılmasıdır. Ders sunumlarında veya dijital kitaplarda yer alan grafikler, şemalar, haritalar ve resimler gibi hayati görsel unsurlar, genellikle alternatif metin (alt text) açıklamaları içermez. Bu eksiklik, özellikle görsel analizin önemli olduğu sanat tarihi, mühendislik, tıp ve coğrafya gibi alanlarda öğrencinin konuyu tam olarak kavramasını engeller ve onu akranlarına göre dezavantajlı bir konuma sokar.3

İşitme Engelli Öğrenciler İçin Zorluklar:

İşitme engelli öğrenciler için en büyük engel, sesli ve video tabanlı içeriklerin erişilebilir olmamasıdır. Canlı veya kaydedilmiş ders videolarının büyük çoğunluğunda altyazı bulunmamaktadır. Bu durum, öğrencinin dersi takip etmesini neredeyse imkansız kılar.1 Altyazı sunulduğunda bile, bunlar genellikle otomatik olarak oluşturulmuş, teknik terimleri ve özel isimleri yanlış içeren, noktalama işaretlerinden yoksun ve konuşmacıların kim olduğunu belirtmeyen düşük kaliteli metinlerdir. Bu da içeriğin doğru anlaşılmasını zorlaştırır. Ayrıca, saatler süren ders kayıtlarının metin dökümünün olmaması, öğrencilerin ders içinde belirli bir konuyu tekrar etmek veya sınavlara hazırlanırken anahtar kelimelerle arama yapmak gibi temel çalışma yöntemlerinden mahrum kalmasına neden olur. Bu durum, öğrenme verimliliğini ciddi şekilde düşürür ve öğrencinin sosyal izolasyon yaşamasına dahi yol açabilir.2

Yasal ve Kurumsal Çerçeve:

Türkiye'de YÖK ve Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı gibi kurumlar, "Engelsiz Erişim" ve "Engelsiz Eğitim" gibi başlıklar altında önemli politikalar geliştirmiştir.4 5378 sayılı Engelliler Hakkında Kanun, devletin engelli bireylerin her düzeyde eğitim almasını sağlayacak planlamaları yapmasını ve bu kapsamda sesli kitap, kabartma yazı gibi materyallerin sağlanmasını Milli Eğitim Bakanlığı'nın (MEB) sorumluluğuna vermiştir.5 Ancak bu yasal çerçeve ve kurumsal hedefler, pratikteki uygulamalara tam olarak yansımamaktadır. Üniversiteler ve okullar, genellikle bu tür erişilebilirlik çözümlerini merkezi ve sistematik bir şekilde sunmak yerine, bireysel çabalara bırakmaktadır. Mevcut çözümler, öğrencilerin kendi kişisel ve anlık dijital içerik ihtiyaçlarını karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Projemiz, tam da bu boşluğu doldurarak, yasal ve kurumsal hedefleri pratik, ölçeklenebilir ve kullanıcı odaklı bir teknolojiyle hayata geçirmeyi amaçlamaktadır.

### **2.2. Hedef Kitle: Güçlendirilecek Öğrenci Profilleri ve İhtiyaçları**

Platformun başarısı, hedef kullanıcıların gerçek ihtiyaçlarını ne kadar iyi anladığımıza ve bu ihtiyaçlara ne kadar etkili çözümler sunduğumuza bağlıdır. Bu nedenle, hedef kitlemizi birincil ve ikincil segmentlere ayırarak analiz etmek stratejik bir önem taşımaktadır.

* **Birincil Hedef Kitle:** Bu grup, platformun temel özelliklerinden doğrudan ve en yüksek düzeyde fayda sağlayacak olan kullanıcıları içerir.
  + **Görme Engelli Üniversite ve Lise Öğrencileri:** Bu segment, özellikle okuma yoğunluğu yüksek olan bölümlerde (örneğin Hukuk, Sosyoloji, Tarih, Felsefe, Edebiyat) eğitim gören öğrencileri kapsar. Bu öğrenciler için ders notları, akademik makaleler, kitap bölümleri ve sunumlar gibi yüzlerce sayfalık materyali tüketmek günlük bir gerekliliktir. Platformumuz, bu materyalleri erişilebilir ses formatlarına dönüştürerek onların dersleri takip etmelerini, sınavlara hazırlanmalarını ve araştırma yapmalarını sağlayacaktır. Bu, sadece bir kolaylık değil, akademik başarı için temel bir gereksinimdir.
  + **İşitme Engelli Üniversite ve Lise Öğrencileri:** Bu segment, özellikle uzaktan veya hibrit eğitim modellerinin yaygınlaştığı günümüzde, dersleri video kayıtlardan takip eden öğrencileri hedefler. Bu öğrenciler için dersin içeriğini eksiksiz anlamak, doğru transkriptlere ve zaman senkronizasyonlu altyazılara sahip olmaya bağlıdır.1 Özellikle yabancı dilde eğitim veren veya yoğun teknik terminoloji içeren bölümlerde (Mühendislik, Tıp, Bilgisayar Bilimleri) okuyan öğrenciler için doğru transkripsiyon hayati önem taşır. Platformumuz, bu öğrencilere ders kayıtlarını metin olarak arama, not alma ve tekrar etme imkanı sunarak öğrenme süreçlerini kökten iyileştirecektir.
* **İkincil Hedef Kitle:** Bu grup, platformun özelliklerinden dolaylı olarak veya farklı ihtiyaçlar doğrultusunda faydalanabilecek daha geniş bir kullanıcı kitlesini temsil eder.
  + **Disleksi Gibi Öğrenme Güçlüğü Yaşayan Öğrenciler:** Metinlerin seslendirilmesi (TTS), okuma güçlüğü çeken öğrenciler için önemli bir destek aracı olabilir. Metni hem görüp hem de duyarak takip etmek, anlama ve odaklanma becerilerini artırabilir. Bu, platformumuzun kapsayıcılığını daha da genişleten bir kullanım senaryosudur.
  + **Yaşam Boyu Öğrenen Engelli Bireyler:** Üniversite eğitimi dışında, mesleki gelişim için sertifika programlarına, çevrimiçi kurslara (MOOCs) veya hobi amaçlı eğitimlere katılan engelli yetişkinler de hedef kitlemizin önemli bir parçasıdır. Bu bireyler, genellikle standartlaştırılmış ve erişilebilirlikten uzak materyallerle karşılaşmaktadır. Platformumuz, onların da eğitimde fırsat eşitliğinden yararlanmasını sağlayacaktır.
  + **Eğitim Kurumları ve Eğitmenler:** Platform, bireysel kullanıcıların yanı sıra kurumsal bir çözüm olarak da konumlandırılabilir. Öğrencilerine kapsayıcı ve erişilebilir materyaller sunma sorumluluğu taşıyan üniversiteler, özel okullar, kurs merkezleri ve yayınevleri için bir B2B (Business-to-Business) hizmeti sunulabilir. Bu kurumlar, platformumuzu bir lisanslama modeliyle kullanarak tüm öğrencilerine erişilebilir içerik sağlama yükümlülüklerini kolayca yerine getirebilirler. Bu, platform için önemli bir gelir modeli ve etki alanı genişletme potansiyeli sunmaktadır.

### **2.3. Önerilen Çözüm: Yapay Zeka Destekli Eşit Erişim Köprüsü**

Tanımlanan problemlere ve hedef kitlenin ihtiyaçlarına yanıt olarak, kullanıcıların kendi eğitim materyallerini yükleyip, modern yapay zeka teknolojileriyle erişilebilir formatlara dönüştürebilecekleri, web tabanlı bir Hizmet Olarak Yazılım (SaaS) platformu önerilmektedir. Bu platform, engelli öğrenciler için bir "dijital köprü" görevi görecek ve erişilemez içerikleri, onların ihtiyaçlarına uygun, kullanılabilir bilgilere dönüştürecektir.

* Temel İşlevsellik ve Kullanıcı Yolculuğu:  
  Sistemin çalışma prensibi, basitlik ve etkinlik üzerine kuruludur. Kullanıcı, platforma üye olup giriş yaptıktan sonra, dönüştürmek istediği dosyayı (örneğin bir PDF ders notu, bir DOCX makale, bir MP4 ders kaydı veya bir MP3 sesli not) sisteme yükler. Sistem, yüklenen dosyanın türünü ve kullanıcının talebini (seslendirme, transkripsiyon vb.) analiz ederek ilgili yapay zeka işlem hattını (AI pipeline) otomatik olarak tetikler. İşlem tamamlandığında, sonuç kullanıcıya erişilebilir bir formatta sunulur.
* **Görme Engelli Kullanıcılar İçin Çözüm Akışı:**
  1. Kullanıcı, metin tabanlı bir belge (PDF, DOCX vb.) yükler.
  2. Sistem, belgenin içindeki metin katmanını doğrudan çıkarır. Eğer belge taranmış bir görüntü ise, yüksek doğruluklu bir Optik Karakter Tanıma (OCR) motoru devreye girerek metni dijitalleştirir.
  3. Aynı anda, belge içindeki görseller (grafikler, resimler, diyagramlar) bir Görüntü Tanıma (Vision AI) modeli tarafından analiz edilir. Model, her bir görsel için "Bir grup öğrenci amfide ders dinliyor" veya "Hücre bölünmesini gösteren bir şema" gibi açıklayıcı metinler (alt text) üretir.
  4. Hem ana metin hem de görseller için üretilen açıklayıcı metinler, yüksek kaliteli ve doğal bir tonlamaya sahip bir Metinden Sese (Text-to-Speech - TTS) motoru tarafından seslendirilir.
  5. Sonuç olarak kullanıcı, belgenin tamamını içeren, görselleri de anlatımla zenginleştirilmiş tek bir ses dosyasını (MP3) indirerek içeriği dinleyebilir.
* **İşitme Engelli Kullanıcılar İçin Çözüm Akışı:**
  1. Kullanıcı, bir video (MP4, MOV vb.) veya ses (MP3, M4A vb.) dosyası yükler.
  2. Sistem, dosyayı bir Konuşmadan Metne (Speech-to-Text - STT) motoruna gönderir.
  3. STT motoru, ses dosyasındaki tüm konuşmaları yüksek doğrulukla metne dönüştürür ve bu transkripti zaman damgaları (timestamps) ile birlikte sisteme geri gönderir.
  4. Sonuç olarak kullanıcıya iki temel çıktı sunulur:
     + **Düzenlenebilir Transkript:** Dersin tüm metin dökümü, kullanıcının kopyalayıp yapıştırabileceği, içinde arama yapabileceği bir formatta sunulur.
     + **Otomatik Altyazı:** Zaman damgalı veriler kullanılarak, video ile tam senkronize çalışan standart altyazı dosyaları (.srt,.vtt) otomatik olarak oluşturulur. Kullanıcı bu dosyaları indirip video oynatıcılarda kullanabilir.

Bu çözüm, her iki engelli grubunun da temel erişim sorunlarına doğrudan, teknoloji odaklı ve ölçeklenebilir bir yanıt sunmaktadır.

### **2.4. MVP Kapsamı: Maksimum Etki için Odaklanmış Teslimat**

Bir projenin başlangıç aşamasında en kritik başarı faktörü, sınırlı kaynaklarla en yüksek kullanıcı değerini sunabilmektir. Bu ilke doğrultusunda, "Erişilebilir Eğitim Platformu"nun Minimum Uygulanabilir Ürünü (MVP), en acil ve en yaygın sorunları çözen çekirdek özelliklere odaklanacaktır. MVP, projenin temel hipotezlerini test etmemizi, erken kullanıcı geri bildirimleri toplamamızı ve gelecekteki geliştirmeler için sağlam bir temel oluşturmamızı sağlayacaktır.

* **MVP'de Yer Alacak Özellikler (IN):** Bu özellikler, projenin ilk sürümünde mutlaka bulunması gereken, kullanıcıya somut fayda sağlayan temel işlevlerdir.
  1. **Kullanıcı Kayıt ve Giriş Sistemi:** Güvenli ve standart bir e-posta/parola tabanlı üyelik sistemi. Arayüz, erişilebilirlik standartlarına uygun olmalıdır.
  2. **Dosya Yükleme Arayüzü:** Kullanıcıların bilgisayarlarından kolayca dosya seçip yükleyebilecekleri, sürükle-bırak özelliğini destekleyen, basit ve tüm kullanıcılar tarafından rahatça kullanılabilecek bir arayüz.
  3. **Metinden Sese Dönüştürme (TTS) Çekirdek Modülü:**
     + **Desteklenen Formatlar:** Öğrenciler arasında en yaygın kullanılan formatlar olan PDF (hem metin tabanlı hem de OCR gerektiren taranmış versiyonlar), DOCX ve basit TXT dosyaları desteklenecektir.
     + **Temel Seslendirme:** Yüksek kaliteli, nöral bir Türkçe ses motoru kullanılacaktır. Kullanıcıya başlangıç için bir kadın ve bir erkek sesi seçeneği sunulması yeterlidir.
     + **İndirme:** Oluşturulan seslendirme, standart ve evrensel olarak desteklenen MP3 formatında indirilebilir olacaktır.
  4. **Konuşmadan Metne Dönüştürme (STT) Çekirdek Modülü:**
     + **Desteklenen Formatlar:** En yaygın video ve ses formatları olan MP4, MOV, MP3 ve M4A desteklenecektir.
     + **Temel Transkripsiyon:** Yüksek doğruluk oranı hedefleyen, Türkçe diline optimize edilmiş bir model ile ders içeriğinin metin dökümü oluşturulacaktır.
     + **Altyazı Üretimi:** Transkripsiyon sonucunda elde edilen zaman damgalı veriler kullanılarak, en yaygın altyazı formatı olan.srt formatında bir dosya otomatik olarak üretilecektir.
  5. **Görüntü Açıklama (Image Captioning) Temel Modülü:**
     + Bu özellik, ayrı bir görsel yükleme fonksiyonu olarak değil, sadece PDF ve DOCX dosyaları içindeki gömülü görseller için çalışacaktır.
     + Amaç, karmaşık analizler yerine, görselin genel içeriğini anlatan kısa ve açıklayıcı metinler ("Bir laboratuvarda deney yapan öğrenciler.", "Türkiye'nin fiziki haritası.") üretmektir.
* **MVP Sonrasına Ertelenecek Özellikler (OUT):** Bu özellikler değerli olmakla birlikte, yüksek geliştirme maliyeti, teknik karmaşıklık veya MVP'nin ana odağının dışında kalmaları nedeniyle daha sonraki sürümlere bırakılacaktır.
  1. **Türk İşaret Dili (TİD) Avatarı:** Projenin uzun vadeli vizyonunun en önemli parçası olmasına rağmen, mevcut teknolojinin olgunlaşmamış olması ve geliştirme maliyetinin çok yüksek olması nedeniyle MVP kapsamı dışındadır. Bu konu, Bölüm 7'de detaylı olarak analiz edilmektedir.
  2. **Gelişmiş Seslendirme Seçenekleri:** Okuma hızını ayarlama, farklı ses tonları ve aksanlar seçme, veya metindeki vurgu ve duraklamaları kontrol etmeyi sağlayan SSML (Speech Synthesis Markup Language) desteği gibi özellikler.
  3. **Gelişmiş Transkripsiyon Özellikleri:** Birden fazla kişinin konuştuğu ses kayıtlarında konuşmacıları ayırt eden "diarization" özelliği ve canlı dersler için anlık transkripsiyon sağlayan "real-time" yetenekleri.
  4. **Gelişmiş Görüntü Açıklama:** Mühendislik şemaları, kimyasal formüller, karmaşık matematiksel denklemler veya detaylı istatistiksel grafikler gibi uzmanlık gerektiren görsellerin analizi.
  5. **Çevrimiçi Editörler:** Kullanıcıların, oluşturulan transkript veya altyazı metinlerini doğrudan web arayüzü üzerinden düzenleyip düzeltmeler yapabilmesi.
  6. **Tarayıcı Eklentisi ve Mobil Uygulama:** Platformun işlevselliğini web tarayıcılarına veya iOS/Android cihazlara taşıyacak yerel uygulamalar.
  7. **Kurumsal (B2B) Yönetim Paneli:** Eğitim kurumlarının kendi kullanıcılarını yönetebileceği, kullanımı raporlayabileceği ve toplu işlemler yapabileceği özel bir yönetim arayüzü.

Bu odaklanmış yaklaşım, projenin sağlam bir temelle başlamasını ve en kritik kullanıcı ihtiyaçlarına hızla çözüm sunmasını sağlayacaktır.

## **3. Özelliklerin Detaylı Analizi (Feature Breakdown)**

Bu bölümde, MVP kapsamında yer alacak her bir ana özellik, kullanıcı perspektifinden (kullanıcı hikayesi), teknik gereksinimler ve önerilen teknoloji seçenekleri bazında derinlemesine incelenecektir. Bu analiz, geliştirme takımının her bir özelliğin amacını ve teknik detaylarını net bir şekilde anlamasını sağlayacaktır.

### **3.1. Metinden Sese Dönüştürme (Görme Engelliler İçin)**

Bu özellik, platformun görme engelli kullanıcılara sunduğu temel değer önerisidir. Yazılı materyalleri dinlenebilir hale getirerek, bilgiye erişimde devrim yaratmayı hedefler.

* **Kullanıcı Hikayesi:** "Bir üniversite öğrencisi olarak, hocamın ders için paylaştığı 50 sayfalık taranmış ders notu PDF'ini sisteme yükleyip, okul yolunda otobüste veya metroda kulaklığımla dinleyerek ders tekrarı yapabilmek ve sınavlarıma daha verimli hazırlanabilmek istiyorum."
* **Teknik Gereksinimler:**
  + **Desteklenecek Dosya Formatları:** Kullanıcıların en sık karşılaştığı formatlar olan PDF (hem metin katmanına sahip olanlar hem de tamamen görüntüden oluşan taranmış olanlar), Microsoft Word (DOCX) ve basit metin (TXT) dosyaları desteklenmelidir. MVP aşamasında, sistemin kararlılığını sağlamak ve işlem maliyetlerini kontrol altında tutmak için maksimum dosya boyutu 50 MB olarak sınırlandırılmalıdır. Bu sınır, çoğu ders notu ve makale için yeterli olacaktır.
  + **Metin Çıkarma (Optical Character Recognition - OCR):** Sistemin en kritik bileşenlerinden biridir. Metin tabanlı PDF'ler ve DOCX'ler için metin çıkarma işlemi görece basittir. Ancak, taranmış veya resim formatındaki PDF'ler için yüksek doğrulukta bir OCR motoru şarttır. Bu motorun, özellikle Türkçe'ye özgü karakterleri (ı, ğ, ş, ü, ö, ç) hatasız tanıması, seslendirmenin kalitesini doğrudan etkiler. Akademik makaleler genellikle çok sütunlu bir yapıya sahiptir; bu nedenle, OCR çözümünün sadece metni tanımakla kalmayıp, aynı zamanda metin akışının mantıksal sırasını (örneğin, önce sol sütun sonra sağ sütun) doğru bir şekilde belirlemesi gerekir. Bu amaçla, layout-parser 8 gibi açık kaynaklı kütüphaneler veya  
    PyMuPDF gibi kütüphanelerin gelişmiş düzen analizi yetenekleri 9 incelenmeli ve entegre edilmelidir. Bu kütüphaneler, metin bloklarını, başlıkları ve listeleri ayırt ederek daha yapılandırılmış bir metin çıktısı sunabilir.
  + **Seslendirme Dili ve Ses Seçenekleri:** MVP'de odak noktamız tamamen Türkçe (tr-TR) olacaktır. Seçilecek sesin robotik olmaması, doğal tonlamalara ve vurgulara sahip olması kullanıcı deneyimi için hayati önem taşır. Bu nedenle, standart TTS sesleri yerine, derin öğrenme tabanlı "Nöral TTS" sesleri tercih edilmelidir. Google Cloud TTS'in sunduğu "Neural2" veya daha yeni "Chirp 3: HD voices" 10 ve Amazon Polly'nin özel olarak geliştirdiği Türkçe "Burcu" sesi 12 bu alandaki en iyi adaylardır. MVP'de kullanıcıya bir kadın ve bir erkek sesi seçeneği sunmak, kişiselleştirme için yeterli bir başlangıç olacaktır. Okuma hızını ayarlama, ses perdesini değiştirme veya SSML (Speech Synthesis Markup Language) 10 ile daha detaylı vurgu kontrolü gibi gelişmiş özellikler, MVP sonrası sürümlere bırakılacaktır.
  + **Çıktı Formatı:** Seslendirilmiş metin, en yaygın ve taşınabilir ses formatı olan MP3 olarak kullanıcıya sunulmalıdır. Bu, kullanıcıların dosyayı istedikleri cihaza (telefon, bilgisayar, MP3 çalar) kolayca aktarıp dinleyebilmelerini sağlar.
* **Önerilen Teknoloji:**
  + **Birincil Aday: Google Cloud Text-to-Speech API:** Google'ın bu servisi, sektördeki en doğal ve insan benzeri sesleri sunmasıyla bilinir.10 Özellikle "Neural2" ve stüdyo kalitesindeki sesleri, uzun metinlerin yorucu olmadan dinlenmesini sağlar. 50'den fazla dil ve 380'den fazla ses seçeneği sunması 10, gelecekte platformu farklı dillere genişletme potansiyeli açısından da bir avantajdır. Fiyatlandırması kullanılan karakter sayısına göre yapıldığı için öngörülebilirdir.14
  + **Güçlü Alternatif: Amazon Polly:** AWS'nin bu servisi de oldukça yeteneklidir ve özellikle "Burcu" adında, Türk kullanıcılar için özel olarak geliştirilmiş bir Nöral TTS sesi sunması önemli bir avantajdır.12 Fiyatlandırma modeli Google ile rekabetçidir ve karakter başına ücretlendirme yapar.15
  + **Stratejik Karar:** Her iki servis de son derece yetenekli olduğundan, nihai karar, Türkçe akademik metinler üzerindeki performanslarına göre verilmelidir. Projenin başlangıcında, her iki API ile de küçük bir "Kavram Kanıtlama" (Proof of Concept - PoC) çalışması yapılmalıdır. Bu PoC'de, farklı disiplinlerden (hukuk, tıp, mühendislik) alınmış metinler her iki serviste de seslendirilmeli ve sonuçlar hedef kitle temsilcileri tarafından dinlenerek tonlama, doğallık ve anlaşılırlık açısından değerlendirilmelidir. Genel karşılaştırmalar Google'ın ses kalitesinde bir miktar daha önde olduğunu ima etse de 16, "Burcu" sesinin özel optimizasyonu bu durumu değiştirebilir. PoC sonuçlarına göre en iyi kullanıcı deneyimini sunan servis seçilmelidir.

### **3.2. Görüntü Açıklama (Görme Engelliler İçin)**

Bu özellik, metin tabanlı belgelerdeki görsel boşlukları doldurarak, görme engelli öğrencilere içeriğin bütüncül bir şekilde aktarılmasını sağlar.

* **Kullanıcı Hikayesi:** "Bir sanat tarihi öğrencisi olarak, hocamın gönderdiği Rönesans dönemi sanatıyla ilgili ders sunumunu (PDF) sisteme yüklediğimde, metinlerin yanı sıra sunumdaki her bir tablonun ne içerdiğini, ana figürleri, kompozisyonu ve genel atmosferi anlatan bir metni de duyabilmek istiyorum. Böylece sadece metni değil, görsel içeriği de analiz edebilirim."
* **Teknik Gereksinimler:**
  + **Görüntü Tanıma Hassasiyeti:** MVP'de hedeflenen, genel amaçlı bir tanıma yeteneğidir. Model, bir fotoğraftaki nesneleri (araba, ağaç, bina), insanları, temel ortamları (ofis, sahil, sınıf) ve basit eylemleri (koşmak, oturmak, yazmak) tanımlayabilmelidir. MVP aşamasında, çok karmaşık teknik çizimlerin, detaylı kimyasal formüllerin, karmaşık istatistiksel grafiklerin veya el yazısı metinlerin derinlemesine analizi beklenmemektedir.
  + **Açıklama Detay Seviyesi:** Üretilen metinler, kullanıcıyı yormayacak şekilde kısa, öz ve açıklayıcı olmalıdır. Örneğin, "Bir laboratuvarda mikroskopla çalışan beyaz önlüklü bir bilim insanı" gibi bir cümle yeterlidir. Çok uzun, edebi veya aşırı detaylı paragraflar üretmek MVP'nin kapsamı dışındadır. Amaç, görselin bağlamını hızla aktarmaktır.
  + **Desteklenen Formatlar ve Entegrasyon:** Bu özellik, ayrı bir görsel yükleme arayüzü ile çalışmayacaktır. Bunun yerine, 3.1 bölümünde bahsedilen PDF ve DOCX işleme akışına entegre edilecektir. Sistem, bu belgelerden metinleri çıkarırken, aynı zamanda içlerine gömülü olan JPEG ve PNG formatındaki görselleri de tespit edip analiz için ilgili API'ye gönderecektir.
* **Önerilen Teknoloji:**
  + **Birincil Aday: Google Cloud Gemini Pro Vision API:** Gemini, Google'ın en yeni nesil ve çok modlu (multimodal) yapay zeka modelidir. Bu, sadece bir görüntüdeki nesneleri etiketlemekle kalmayıp, aynı zamanda metin ve görsel girdileri bir arada işleyerek daha derin bir bağlamsal anlama yeteneğine sahip olduğu anlamına gelir.19 Örneğin, bir tarih dersi notundaki bir haritayı analiz ederken, belgenin metninden bunun bir "Osmanlı İmparatorluğu haritası" olduğunu anlayabilir ve daha zengin bir açıklama üretebilir. Özellikle akademik içeriklerin anlaşılması için tasarlanmış yetenekleri 21, bu proje için onu ideal aday yapmaktadır.
  + **Alternatif: Google Cloud Vision AI (Image Captioning Özelliği):** Bu, daha geleneksel ve spesifik bir API'dir. Yalnızca görüntü açıklama (captioning) ve etiketleme (labeling) görevleri için optimize edilmiştir.19 Gemini kadar karmaşık bağlamsal çıkarımlar yapamasa da, temel açıklamalar için oldukça yetenekli, entegrasyonu daha basit ve maliyeti potansiyel olarak daha düşük ve öngörülebilir olabilir.
  + **Stratejik Karar:** MVP için bu iki API arasında bir maliyet/performans analizi yapılmalıdır. Gemini Pro Vision'un sunduğu üstün bağlamsal anlama yeteneği, özellikle eğitim materyalleri gibi zengin içeriklerde kullanıcıya çok daha değerli bir deneyim sunma potansiyeline sahiptir. Eğer bütçe dahilindeyse, Gemini Pro Vision'un tercih edilmesi, platformun rekabet avantajını ve kullanıcı memnuniyetini artıracaktır.

### **3.3. Konuşmadan Metne Dönüştürme ve Altyazılama (İşitme Engelliler İçin)**

Bu özellik, işitme engelli öğrencilerin sesli ve görüntülü ders materyallerine tam erişimini sağlamak için tasarlanmıştır. Ders kayıtlarını aranabilir ve okunabilir metinlere dönüştürerek öğrenme sürecini dönüştürmeyi amaçlar.

* **Kullanıcı Hikayesi:** "Bir yüksek lisans öğrencisi olarak, katılamadığım 2 saatlik "Makine Öğrenmesi" dersinin video kaydını sisteme yükleyip, tüm konuşmaların metin dökümünü almak istiyorum. Bu metin içinde 'destek vektör makineleri' gibi anahtar kelimelerle arama yaparak sınavda sorumlu olduğum kısımları hızlıca bulabilmek ve videoyu da doğru zamanlanmış, teknik terimleri doğru içeren altyazılarla izleyebilmek istiyorum."
* **Teknik Gereksinimler:**
  + **Transkripsiyon Doğruluğu (Word Error Rate - WER):** Bu özelliğin başarısı için en kritik metriktir. Düşük bir WER, yani yüksek doğruluk, üretilen metnin kullanılabilirliği için temel şarttır. Modelin, genel konuşma dilinin yanı sıra, Türkçe'deki teknik terimleri, akademik jargonu ve özel isimleri (örneğin, "diferansiyel denklemler", "İbn-i Sina", "kuantum mekaniği") doğru bir şekilde yazıya dökmesi hedeflenmelidir.
  + **Konuşmacı Ayrımı (Diarization):** MVP sonrası için kritik bir özelliktir. Özellikle birden fazla kişinin konuştuğu panel, seminer veya grup tartışması kayıtlarında, metinde "[Konuşmacı 1]", "[Konuşmacı 2]" gibi etiketlerle kimin ne söylediğini ayırt etmek, metnin anlaşılırlığını ve takip edilebilirliğini muazzam ölçüde artırır. Google Cloud Speech-to-Text bu özelliği desteklese de, Türkçe dil desteği mevcut değildir.23 Bu, Google API'si için önemli bir eksikliktir. Whisper tabanlı çözümlerde ise  
    pyannote.audio gibi kütüphanelerle entegrasyon yapılarak bu özellik eklenebilir.
  + **Zaman Damgalı Çıktı (Timestamping):** Altyazı dosyası üretebilmek için, transkriptteki her kelimenin veya cümlenin videodaki başlangıç ve bitiş zamanı bilgisinin API'den hassas bir şekilde alınması zorunludur. Bu bilgi, metin ile görüntünün senkronize olmasını sağlar.
  + **Altyazı Formatları:** MVP için, en yaygın ve neredeyse tüm video oynatıcılar tarafından desteklenen standart SubRip Text (.srt) formatında çıktı üretilmesi yeterlidir. Zaman içinde.vtt gibi daha modern formatlar için destek eklenebilir.
  + **Gürültü Toleransı (Noise Robustness):** Ders kayıtları genellikle ideal stüdyo ortamlarında değil, amfiler, sınıflar veya ev ortamları gibi arka plan gürültüsü içeren mekanlarda yapılır. Kullanılacak STT modelinin, konuşma sesini arka plan gürültüsünden (öksürük, kapı çarpması, trafik sesi vb.) ayırt etme ve bu gürültüye rağmen yüksek doğrulukla transkripsiyon yapma yeteneğine (noise robustness) sahip olması önemlidir.24
* **Önerilen Teknoloji:**
  + **Seçenek A: Google Cloud Speech-to-Text API:** 125'ten fazla dili destekleyen bu servis, Türkçe için latest\_long ve latest\_short gibi gelişmiş modeller sunar.23 Otomatik noktalama ekleme ve gürültüye karşı dayanıklılık gibi özellikleri, eğitim materyalleri için onu güçlü bir aday yapar.24 Ancak en büyük dezavantajı, Türkçe için konuşmacı ayrımı (diarization) özelliğini desteklememesidir.23 Bu, özellikle çok konuşmacılı içerikler için büyük bir eksikliktir ve MVP sonrası dönemde ciddi bir kısıt oluşturacaktır.
  + **Seçenek B: OpenAI Whisper (Self-Hosted):** Whisper, özellikle çeşitli dillerdeki yüksek doğruluğu ile tanınan, açık kaynaklı bir modeldir.25 Yapılan karşılaştırmalı analizler, Whisper'ın WER oranının genellikle büyük bulut sağlayıcılarının API'lerinden daha düşük (yani daha iyi) olduğunu göstermektedir.27 Türkiye'deki akademik topluluklar tarafından yapılan çalışmalar ve benchmark'lar da Whisper'ın Türkçe için, özellikle fine-tuning ile, çok yüksek doğruluk oranlarına ulaşabildiğini göstermektedir.30 En büyük avantajı, açık kaynak olması ve kendi altyapımızda barındırılabilmesidir.  
    faster-whisper gibi CTranslate2 tabanlı optimize edilmiş implementasyonlar, orijinal modele göre 4 kata kadar daha hızlı çalışabilir ve daha az bellek kullanır, bu da self-hosting maliyetlerini düşürür.33 Self-hosting, operasyonel bir sorumluluk (altyapı yönetimi, model güncelleme) getirse de, yüksek hacimli kullanımlarda API maliyetlerine kıyasla çok daha ekonomik bir çözüm sunar.35 Ayrıca,  
    WhisperX gibi projeler, Whisper'a konuşmacı ayrımı ve daha hassas kelime seviyesinde zaman damgası gibi özellikleri ekleyerek Google API'sinin eksiklerini kapatır.36
  + **Stratejik Karar:** Bu modül, platformun en çok kullanılacak ve en çok kaynak tüketecek modülü olmaya adaydır. Bu nedenle, hem doğruluk hem de maliyet etkinliği kritik öneme sahiptir. OpenAI Whisper, potansiyel olarak daha yüksek Türkçe doğruluğu, açık kaynak olmasının getirdiği esneklik ve uzun vadeli maliyet avantajları nedeniyle stratejik olarak daha üstün bir seçenektir. **MVP için, faster-whisper implementasyonunu kullanarak self-hosted bir Whisper servisi kurmak en mantıklı yoldur.** Bu yaklaşım, bize hem en iyi performansı elde etme şansı verir hem de projenin ölçeklenmesi durumunda maliyetleri kontrol altında tutmamızı sağlar. Geliştirme sürecinin başlangıcında, hızlı bir prototip için Whisper API'si veya Google API'si ile bir PoC yapılabilir, ancak nihai mimari self-hosted olmalıdır.

## **4. Teknik Mimari ve Teknoloji Yığını (Tech Stack)**

Bu bölüm, "Erişilebilir Eğitim Platformu"nun teknik temelini, yani sistemin nasıl çalışacağını, hangi teknolojilerin kullanılacağını ve bu bileşenlerin birbiriyle nasıl etkileşeceğini detaylandırmaktadır. Seçilen mimari ve teknoloji yığını, projenin ölçeklenebilir, sürdürülebilir, güvenli ve esnek olmasını sağlamak üzere tasarlanmıştır.

### **4.1. Sistem Mimarisi: Ölçeklenebilirlik için Asenkron İşlem Akışı**

* **Mimari Prensibi:** Platformumuzun temel işlevi, kullanıcılar tarafından yüklenen ve potansiyel olarak çok büyük boyutlarda olabilen (örneğin, 2 saatlik bir ders videosu veya 300 sayfalık bir kitap PDF'i) dosyaları işlemektir. Bu tür işlemler, senkron olarak (yani kullanıcı isteği anında) gerçekleştirilirse, birkaç dakikadan bir saate kadar sürebilir. Bu durum, kullanıcının tarayıcısının kilitlenmesine, sunucu bağlantısının zaman aşımına uğramasına ve sonuç olarak felaket bir kullanıcı deneyimine yol açar. Bu nedenle, sistem mimarisinin temel prensibi, tüm dosya işleme görevlerini **asenkron (asynchronous)** olarak yürütmektir. Bu yaklaşımda, kullanıcı dosyayı yüklediği anda sunucu görevi kabul eder ve hemen kullanıcıya bir "işlem alındı" yanıtı döner. Asıl ağır iş (AI dönüşümü) ise arka planda, kullanıcıyı bekletmeden çalışan ayrı bir süreç tarafından yönetilir.  
  Bu yapıyı kurarken, **Hexagonal (Ports and Adapters) Architecture** 37 prensiplerinden ilham alınacaktır. Bu mimari, uygulamanın çekirdek iş mantığını (örneğin, "bir dosyayı dönüştürme talebini yönetmek") dış dünyadan (veritabanı, dosya depolama, üçüncü parti AI API'leri gibi) soyutlar. Çekirdek mantık, "portlar" (arayüzler) aracılığıyla iletişim kurarken, dış sistemlere özgü detaylar "adaptörler" tarafından yönetilir. Bu sayede, örneğin gelecekte Google TTS API'sinden Amazon Polly'ye geçmek istediğimizde, sadece TTS adaptörünü değiştirmemiz yeterli olur; uygulamanın çekirdek mantığı bundan etkilenmez. Bu, sistemi son derece esnek, test edilebilir ve bakımı kolay hale getirir.
* **Metin Olarak Akış Şeması:** Kullanıcının bir dosyayı yüklemesinden, dönüştürülmüş sonucu almasına kadar olan süreç adım adım aşağıdaki gibidir:
  1. **Kullanıcı Etkileşimi (Frontend):** Kullanıcı, web tarayıcısındaki arayüz üzerinden bir dosya (örneğin, ders\_notu.pdf) seçer ve "Sese Dönüştür" butonuna tıklar. Bu eylem, backend sunucusuna bir POST isteği gönderir.
  2. **Web Sunucusu - İstek Kabulü (Django):** Django web sunucusu bu isteği alır. Yüklenen dosyayı geçici olarak belleğe alır ve hemen güvenli, ölçeklenebilir bir bulut depolama hizmetine (örneğin, AWS S3 veya Google Cloud Storage) benzersiz bir isimle aktarır.
  3. **Görev Kaydı (Veritabanı):** Dosya buluta aktarıldıktan sonra, Django veritabanına (PostgreSQL) yeni bir Task (Görev) kaydı oluşturur. Bu kayıt; kullanıcı ID'si, buluttaki dosyanın URL'si, istenen işlem türü (örn: "TTS"), ve görevin mevcut durumu (PENDING - beklemede) gibi bilgileri içerir.
  4. **Görev Kuyruğuna Ekleme (Celery & Redis):** Django, bu yeni oluşturulan Task'ın ID'sini bir mesajlaşma aracısı (Message Broker - Redis) üzerinden görev kuyruğuna (Task Queue) gönderir. Bu işlem milisaniyeler içinde tamamlanır. Django, kullanıcıya hemen bir yanıt döner ve frontend arayüzünde "Dosyanız işlenmeye alındı. İşlem tamamlandığında bu sayfada bilgilendirileceksiniz." gibi bir mesaj gösterilir. Kullanıcı bu noktadan sonra tarayıcıyı kapatabilir.
  5. **Arka Plan İşçisi - Görevi Alma (Celery Worker):** Projeden bağımsız, ayrı bir sunucuda veya Docker konteynerinde çalışan Celery işçisi (worker), Redis kuyruğunu sürekli dinler. Kuyrukta yeni bir görev ID'si gördüğünde, bu görevi kuyruktan alır ve işlemeye başlar.
  6. **AI Servis Entegrasyonu - İşleme:** İşçi, görev ID'sini kullanarak veritabanından görev detaylarını (dosya URL'si, işlem türü) okur. Görev türüne göre ilgili AI adaptörünü çağırır (örn: TTS Adaptörü). Adaptör, dosyayı bulut depolamadan çeker ve işlenmesi için ilgili AI servisine (Google TTS API, self-hosted Whisper vb.) gönderir.
  7. **Sonuçların Saklanması:** AI servisinden dönen sonuç (bir MP3 dosyası, bir transkript metni veya bir.srt altyazı dosyası) yine bulut depolama alanına, orijinal dosyayla ilişkili olacak şekilde kaydedilir.
  8. **Veritabanı Güncelleme:** İşçi, veritabanındaki Task kaydının durumunu COMPLETED (tamamlandı) olarak günceller ve üretilen sonuç dosyasının URL'sini de bu kayda ekler. Eğer işlem sırasında bir hata oluşursa, durum FAILED olarak güncellenir ve hata detayı loglanır.
  9. **Kullanıcı Bildirimi ve Sonuç Sunumu (Frontend):** Frontend tarafındaki uygulama, kullanıcının görevler sayfasını periyodik olarak (örneğin her 10 saniyede bir AJAX isteği ile) veya daha modern bir yaklaşımla WebSocket bağlantısı üzerinden anlık olarak günceller. Görev durumu COMPLETED olduğunda, arayüzde ilgili görevin yanında bir "İndir" butonu belirir. Kullanıcı bu butona tıkladığında, sonuç dosyasını doğrudan bulut depolamadan indirir.
* Celery vs. Serverless (AWS Lambda) Karşılaştırması:  
  Bu asenkron mimari için iki popüler teknoloji olan Celery ve AWS Lambda gibi sunucusuz fonksiyonlar düşünülebilir. Projemizin özel ihtiyaçları doğrultusunda bu iki seçenek arasındaki farkları anlamak kritiktir. AWS Lambda gibi sunucusuz (serverless) platformlar, kısa süreli ve anlık görevler için mükemmeldir. Ancak, genellikle bir fonksiyonun maksimum çalışma süresine ilişkin bir limitleri vardır (örneğin, AWS Lambda için bu süre 15 dakikadır).38 Bizim projemizde ise bir videonun transkripsiyonu veya yüzlerce sayfalık taranmış bir PDF'in OCR işleminden geçirilmesi bu süreyi kolaylıkla aşabilir. Celery ise, uzun süren arka plan görevlerini (long-running tasks) yönetmek için tasarlanmış, bu konuda son derece olgun ve esnek bir sistemdir.39 Celery, görevlerin yeniden denenmesi (retry), görev zincirleri oluşturma (chains), hata yönetimi ve detaylı izleme gibi konularda zengin bir özellik seti sunar.41 Uzun ve işlem gücü yoğun görevlerimizin doğası gereği, sürekli çalışan ve adanmış Celery işçileri, Lambda'nın olay tabanlı ve kısa ömürlü yapısına göre daha güvenilir, öngörülebilir ve yönetilebilir bir çözüm sunmaktadır.42 Bu nedenle, projemizin temel asenkron işlem motoru olarak Celery'nin seçilmesi, teknik gereksinimlerle en uyumlu stratejidir.

### **4.2. Backend: Django ve Celery ile Güçlü Arka Plan Görev Yönetimi**

* **Programlama Dili:** Python (Sürüm 3.11 veya üstü). Python'un zengin veri bilimi, makine öğrenmesi ve web geliştirme ekosistemi, projemiz için doğal bir seçimdir.
* **Web Framework: Django (Sürüm 5.x):** Django, "pilleri dahil" (batteries-included) felsefesiyle, bu ölçekteki bir proje için gereken birçok bileşeni hazır olarak sunar. Güçlü ORM'i (Object-Relational Mapper) veritabanı işlemlerini basitleştirir, yerleşik yönetici paneli (admin panel) veri yönetimi için hızlı bir arayüz sağlar, ve kanıtlanmış güvenlik özellikleri (CSRF, XSS korumaları vb.) projeyi daha en başından güvence altına alır. Ayrıca, Celery ile entegrasyonu son derece olgun ve iyi belgelenmiştir. Periyodik görevler (örneğin, eski dosyaları temizleme) için django-celery-beat paketi kolayca entegre edilebilir.39
* **Asenkron Görev Yönetimi: Celery:** Yukarıda detaylandırılan nedenlerle, tüm AI tabanlı dosya işleme görevleri Celery tarafından yönetilecektir. Celery, görevleri farklı kuyruklara yönlendirme (örneğin, "tts\_tasks", "stt\_tasks" gibi), görevlere öncelik atama ve işçi (worker) sayısını yüke göre dinamik olarak ölçeklendirme gibi gelişmiş yetenekler sunar.41
* **Mesajlaşma Aracısı (Broker): Redis:** Celery'nin Django uygulamasıyla ve işçileriyle iletişim kurması için bir mesajlaşma aracısına ihtiyacı vardır. Redis, bellek-içi (in-memory) yapısı sayesinde son derece hızlı, kurulumu kolay ve güvenilir bir seçenektir. Hem Celery için bir broker (görevleri ileten aracı) hem de bir sonuç deposu (result backend - tamamlanan görevlerin sonuçlarını tutan yer) olarak kullanılacaktır.39

### **4.3. Frontend: Erişilebilirlik Odaklı Modern Kullanıcı Arayüzü (WCAG Uyumlu)**

* **JavaScript Framework: React veya Vue.js:** Modern, reaktif ve kullanıcı dostu bir arayüz oluşturmak için bu iki framework'ten biri seçilmelidir. Her ikisi de bileşen tabanlı (component-based) mimarileri sayesinde modüler ve bakımı kolay kod yazımını teşvik eder. React, daha geniş bir ekosisteme ve yetenek havuzuna sahipken, Vue.js genellikle daha kolay bir öğrenme eğrisine sahip olarak kabul edilir. Nihai seçim, geliştirme ekibinin mevcut yetkinlikleri ve tercihleri doğrultusunda yapılmalıdır.
* **Temel UI/UX Prensipleri:**
  + **Öncelik: Erişilebilirlik (Accessibility):** Bu platformun varlık nedeni erişilebilirlik olduğu için, frontend tasarımının her adımı bu ilke etrafında şekillenmelidir. Platform, en başından itibaren **WCAG (Web Content Accessibility Guidelines) 2.1 Seviye AA** standartlarına tam uyumlu olarak geliştirilmelidir. Bu, somut olarak şu anlama gelir:
    - Tüm interaktif elemanlar (butonlar, linkler, form alanları) ekran okuyucu yazılımlar tarafından doğru şekilde okunabilmeli ve anlaşılabilmelidir (uygun ARIA - Accessible Rich Internet Applications - etiketleri kullanılmalıdır).
    - Platform, fare kullanılmadan, sadece klavye ile tamamen gezilebilir ve kullanılabilir olmalıdır.
    - Metin ve arka plan renkleri arasındaki kontrast oranı, görme azlığı yaşayan kullanıcılar için yeterli seviyede olmalıdır.
    - İşitme engelli kullanıcılar için, sesli bildirimlerin her zaman görsel bir alternatifi (örneğin, bir uyarı mesajı) bulunmalıdır.
  + **Sadelik ve Odaklanma:** Arayüz, kullanıcıyı gereksiz adımlarla veya karmaşık menülerle yormamalıdır. Kullanıcının ana hedefi olan "dosya yüklemek ve sonucu almak" süreci, mümkün olan en az tıklama ile ve en net şekilde gerçekleştirilmelidir.
* **Sürekli Entegrasyon / Sürekli Dağıtım (CI/CD) Entegrasyonu:** Erişilebilirliğin proje yaşam döngüsü boyunca korunmasını sağlamak için, otomatik testler kritik öneme sahiptir. Playwright gibi modern bir E2E test aracı ile axe-core (Deque tarafından geliştirilen erişilebilirlik test motoru) entegre edilmelidir. Bu testler, GitHub Actions veya benzeri bir CI/CD platformuna bağlanarak, her yeni kod değişikliği (commit/push) yapıldığında otomatik olarak çalıştırılmalıdır. Bu sayede, erişilebilirlik regresyonları (önceden çalışan bir özelliğin bozulması) anında tespit edilip düzeltilebilir.45

### **4.4. Veritabanı ve Depolama: Güvenli ve Ölçeklenebilir Veri Yönetimi**

* **İlişkisel Veritabanı: PostgreSQL:** Django ile mükemmel uyumu, ACID uyumluluğu, güvenilirliği ve JSONB gibi esnek veri tiplerini desteklemesi gibi nedenlerle PostgreSQL, projenin ana veritabanı olarak seçilmelidir. Kullanıcı bilgileri (şifreler hash'lenmiş olarak), görev kayıtları (Task modeli), işlenen dosyaların meta verileri ve diğer yapılandırılmış veriler bu veritabanında saklanacaktır.
* **Nesne Depolama (Object Storage):** Kullanıcıların yüklediği orijinal dosyalar (PDF, MP4 vb.) ve yapay zeka servisleri tarafından üretilen sonuç dosyaları (MP3, SRT vb.) kesinlikle web sunucusunun diskinde tutulmamalıdır. Bu, sunucuyu şişirir, ölçeklenmeyi zorlaştırır ve yedeklemeyi karmaşıklaştırır. Bunun yerine, bu tür büyük ve yapılandırılmamış dosyalar, sınırsız ölçeklenebilirlik sunan ve maliyet etkin bir nesne depolama hizmetinde saklanmalıdır.
  + **Seçenekler:** Bu alandaki üç büyük oyuncu AWS S3 (Simple Storage Service), Google Cloud Storage (GCS) ve Azure Blob Storage'dır.
  + **Maliyet ve Performans Değerlendirmesi:** Bu üç sağlayıcının fiyatlandırması oldukça rekabetçidir.47 Genellikle, bulut sağlayıcısına veri yüklemek (inbound data transfer) ücretsizdir. Verilerin aynı bulut bölgesi içinde, örneğin bir sanal makineden (Celery işçisi) depolama servisine taşınması da ya ücretsiz ya da çok düşük maliyetlidir.49 Ücretlendirme genellikle depolanan veri miktarı (GB/ay) ve buluttan dışarıya yapılan veri transferi (outbound data transfer, yani kullanıcının dosyayı indirmesi) üzerinden yapılır.50 Bizim mimarimizde, kullanıcılar dosyaları doğrudan bu servislerden indireceği için, outbound trafik maliyetleri önemli bir gider kalemi olacaktır. Ancak, üç sağlayıcı da bu konuda benzer fiyatlar sunar. Bu nedenle, nihai seçim genellikle projenin diğer bileşenlerinin (sanal sunucular, veritabanı vb.) hangi bulut platformunda barındırıldığına göre yapılır. Örneğin, eğer sunucularımız AWS EC2 üzerinde çalışıyorsa, S3 kullanmak ağ gecikmesini en aza indirir ve yönetimi basitleştirir.51

### **4.5. Yapay Zeka Servisleri: API ve Açık Kaynak Modellerin Karşılaştırmalı Analizi**

* **Hibrit Strateji Yaklaşımı:** Projemiz, tek bir teknoloji türüne bağlı kalmak yerine, "doğru iş için doğru araç" prensibini benimseyen hibrit bir strateji izleyecektir. Bu, maliyet, performans, geliştirme hızı ve esneklik arasında en iyi dengeyi kurmamızı sağlayacaktır. Bazı özellikler için, yönetilen API hizmetlerinin (managed APIs) sunduğu hız ve kolaylıktan faydalanırken; yüksek hacimli ve maliyet-kritik diğer özellikler için ise kendi kendine barındırılan (self-hosted) açık kaynak modellerin sunduğu kontrol ve maliyet avantajını kullanacağız.
* **Toplam Sahip Olma Maliyeti (Total Cost of Ownership - TCO) Analizi:** Bu hibrit stratejinin temelinde bir TCO analizi yatmaktadır.
  + **API Yaklaşımı:** Üçüncü parti bir API kullanmak (örneğin, Google TTS), başlangıçta neredeyse sıfır altyapı maliyeti ve çok hızlı bir geliştirme süreci sunar. Sadece API anahtarlarını alıp kodunuza entegre etmeniz yeterlidir.52 Ancak, bu model "kullandıkça öde" (pay-as-you-go) esasına dayandığı için, platformun kullanımı arttıkça maliyetler de doğrusal olarak artar. Yüksek hacimlerde, API faturaları sürdürülemez seviyelere ulaşabilir.53
  + **Self-Hosted Yaklaşım:** Açık kaynak bir modeli (örneğin, Whisper) kendi sunucularımızda barındırmak, yüksek bir başlangıç yatırımı gerektirir. Bu yatırım, modeli çalıştıracak güçlü GPU'lu sunucuların maliyetini (veya bulut kiralama ücretini) ve bu altyapıyı kuracak, yönetecek ve bakımını yapacak bir MLOps (Machine Learning Operations) mühendisinin zamanını/maaşını içerir.35 Ancak bu ilk yatırım yapıldıktan sonra, birim işlem maliyeti (örneğin, bir saatlik videoyu yazıya dökme maliyeti) API kullanımına göre çok daha düşüktür. Belirli bir kullanım hacminin (break-even point) üzerinde, self-hosting çok daha ekonomik hale gelir.55

Bu analiz ışığında, MVP aşamasında daha az kullanılacağını öngördüğümüz TTS ve Görüntü Açıklama gibi özellikler için API'lerin hızı ve kolaylığından faydalanmak, ancak en yoğun kullanılacak ve en maliyetli olacak olan STT (transkripsiyon) özelliği için en başından itibaren self-hosted bir çözüme yatırım yapmak, en mantıklı finansal ve teknik stratejidir.

* **Tablo 4.1: AI Servis Sağlayıcılarının Karşılaştırmalı Analizi**  
  Bu tablo, Scrum Master ve diğer paydaşların, projenin temelini oluşturan yapay zeka servisleri arasındaki teknik ve ticari farkları tek bir bakışta anlamalarını sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Her bir servis için yapılan öneri, projenin MVP hedefleri (hız, maliyet, kalite) doğrultusunda gerekçelendirilmiştir. Bu, teknoloji seçimlerimizin keyfi olmadığını, stratejik bir analize dayandığını göstermektedir. Karar verme sürecini basitleştirmek ve şeffaf hale getirmek için servisler, bizim için en önemli olan kriterlere (Türkçe Kalitesi, Maliyet Modeli, Entegrasyon Kolaylığı) göre karşılaştırılmıştır. Sadece verileri listelemek yerine, her satırın sonuna projemizin MVP'si için net bir "Öneri ve Gerekçe" sütunu eklenmiştir. Bu, tabloyu pasif bir bilgi kaynağından aktif bir karar destek aracına dönüştürür.

| Özellik | Google Cloud (TTS/STT/Vision) | OpenAI (Whisper) | Amazon (Polly) | MVP için Öneri ve Gerekçe |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Metinden Sese (TTS)** | **Kalite:** Çok Yüksek (Neural2, Chirp HD). **Türkçe Destek:** Mükemmel, doğal sesler.10 | **Maliyet:** Karakter başına ($). | N/A (TTS hizmeti yok) | **Kalite:** Yüksek (Nöral "Burcu" sesi). **Türkçe Destek:** İyi, özel ses mevcut.12 | **Maliyet:** Karakter başına ($). | **Google Cloud TTS.** Daha doğal ve çeşitli ses seçenekleri sunması, eğitim materyallerinin dinlenme kalitesini artıracaktır. İki servis arasında yapılacak PoC sonrası nihai karar verilebilir. |
| **Konuşmadan Metne (STT)** | **Doğruluk:** Yüksek. **Özellikler:** Otomatik noktalama.24 | **Maliyet:** Dakika başına ($$). **Türkçe Diarization:** Yok.23 | **Doğruluk:** Çok Yüksek (Düşük WER). **Özellikler:** Açık kaynak, self-hosted imkanı. **Maliyet:** Self-hosted (TCO) veya API ($). **Diarization:** whisperX gibi kütüphanelerle mümkün.36 | Amazon Transcribe (Bu projede Polly'nin STT karşılığı). Doğruluk Google ile benzer. | **OpenAI Whisper (Self-Hosted).** Türkçe'deki potansiyel daha yüksek doğruluğu 31 ve uzun vadeli maliyet avantajı 35 nedeniyle stratejik olarak tercih edilmelidir. Yüksek işlem hacmi beklenen bu modül için self-hosting mantıklıdır. |
| **Görüntü Açıklama** | **Model:** Gemini Pro Vision. **Yetenek:** Yüksek, çok modlu, bağlamsal anlama.19 | **Maliyet:** Görüntü/Token başına ($). | N/A (Görüntü hizmeti yok) | Amazon Rekognition. Yetenek daha çok nesne tanımaya odaklıdır. | **Google Gemini Pro Vision.** Akademik içeriklerdeki görsellerin bağlamını anlama yeteneği, basit etiketlemeden daha değerli bir çıktı üretecektir. Bu özellik, kullanıcıya daha zengin bir deneyim sunar. |

## **5. Risk Değerlendirmesi ve Hafifletme Stratejileri**

Her projede olduğu gibi, "Erişilebilir Eğitim Platformu"nun da başarıya ulaşmasını engelleyebilecek potansiyel riskler bulunmaktadır. Etkili bir proje yönetimi, bu riskleri öngörmeyi, olasılıklarını ve potansiyel etkilerini değerlendirmeyi ve bu riskler gerçekleşmeden önce onları hafifletecek proaktif stratejiler geliştirmeyi gerektirir. Bu bölüm, sadece potansiyel sorunları listelemekle kalmaz, aynı zamanda her bir risk için uygulanabilir ve önleyici stratejiler sunar. Bu yaklaşım, projenin belirsizlikler karşısında dayanıklılığını artırır ve Scrum Master'a potansiyel engelleri sprint planlamasına dahil etme imkanı tanır. Riskler; teknik, proje bazlı, etik ve yasal olmak üzere üç ana kategoride incelenmiştir.

Aşağıdaki risk matrisi, tanımlanan riskleri olasılık (1'den 5'e, 1 en düşük) ve etki (1'den 5'e, 1 en düşük) eksenlerinde değerlendirerek bir risk skoru (Olasılık x Etki) atar. Bu skor, risklerin önceliklendirilmesine yardımcı olur. Her risk için, riskin gerçekleşme olasılığını veya etkisini azaltmaya yönelik proaktif "Azaltma Stratejisi" ve riskin gerçekleşmesi durumunda atılacak adımları belirten reaktif "Acil Durum Planı" tanımlanmıştır. Bu matris, proje yönetimi için kritik, yaşayan bir araç olarak kullanılmalıdır.

* **Tablo 5.1: Risk Matrisi ve Azaltma Stratejileri**

| Risk Kategorisi | Risk Tanımı | Olasılık (1-5) | Etki (1-5) | Risk Skoru | Azaltma Stratejisi (Proaktif) | Acil Durum Planı (Reaktif) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **5.1. Teknik Riskler** | AI servislerinin Türkçe'deki doğruluk oranının (özellikle teknik/akademik jargonda) beklenenden düşük olması. | 3 | 5 | 15 | **PoC Yapmak:** Proje başında seçilen tüm AI servisleri (TTS, STT, Vision) için Türkçe akademik içeriklerle kapsamlı bir PoC (Proof of Concept) yapmak. **Model Seçimi:** Whisper gibi fine-tuning imkanı sunan modelleri önceliklendirmek.30 | Alternatif AI sağlayıcısına (örn: Google STT yerine Azure STT) geçiş için hazır bir adaptör katmanı geliştirmek. Kullanıcılara, üretilen metinleri düzenleme imkanı sunmak. |
|  | Büyük dosyaların (örn: 2 saatlik video) işlenme süresinin kullanıcı beklentisini aşması ve yüksek maliyet oluşturması. | 4 | 4 | 16 | **Asenkron Mimari:** Celery ile asenkron işleme.39 | **Kullanıcı Bilgilendirme:** Dosya yüklenirken tahmini işlem süresi ve maliyet hakkında kullanıcıyı bilgilendirmek. **Optimizasyon:** faster-whisper gibi optimize edilmiş modeller kullanmak.34 | Görevler için zaman aşımı (timeout) belirlemek. Uzun görevleri daha küçük parçalara (chunks) bölerek işlemek. Kullanıcıya işlem durumu hakkında net geri bildirim sağlamak. |
|  | Üçüncü parti API'lerde yaşanacak kesintiler veya ani fiyat artışları. | 2 | 4 | 8 | **Soyutlama Katmanı:** API'lere doğrudan bağımlılık yerine bir adaptör katmanı üzerinden erişmek. **Maliyet Takibi:** Bulut sağlayıcıların bütçe uyarılarını (billing alerts) aktif olarak kullanmak. | Yedek API sağlayıcısı için entegrasyonu hazır tutmak. Kritik olmayan özellikler için servis geçici olarak devre dışı bırakılabilir. |
| **5.2. Proje Riskleri** | Kapsam Kayması (Scope Creep): MVP dışı özelliklerin erken fazda eklenmesi talebi. | 4 | 5 | 20 | **Net MVP Tanımı:** Bu dokümanın 2.4. bölümünü tüm paydaşlarla netleştirmek. **Değişiklik Yönetimi:** Her yeni özellik talebini etki/efor analizi ile değerlendiren bir süreç oluşturmak. | Talep edilen özelliği ürün backlog'una eklemek ve MVP sonrasına önceliklendirmek. Talebin aciliyetine göre mevcut sprint'i etkilemeden bir sonraki sprint'e planlamak. |
|  | Bütçe ve Zaman Çizelgesinin Aşılması. | 3 | 4 | 12 | **Detaylı Sprint Planlaması:** Yol haritasını (Bölüm 6) temel alarak gerçekçi sprint hedefleri koymak. **Riskleri Efora Dahil Etmek:** Risk matrisindeki teknik risklerin çözümünü efor tahminlerine dahil etmek. **TCO Analizi:** Self-hosted çözümlerin gizli maliyetlerini (MLOps mühendisi, altyapı) baştan hesaba katmak.35 | Önceliği düşük özellikleri sonraki sürümlere ertelemek. Gerekirse, daha az kritik bir modül için daha ucuz/basit bir teknolojiye geçmek (örn: Görüntü Açıklama için Gemini yerine standart Vision API). |
| **5.3. Etik ve Yasal Riskler** | **KVKK İhlali:** Öğrenci verilerinin (yüklenen dokümanlar, ses kayıtları) hukuka aykırı işlenmesi veya sızdırılması. | 3 | 5 | 15 | **Aydınlatma Metni ve Açık Rıza:** Kullanıcı kaydı sırasında kapsamlı bir Aydınlatma Metni 56 sunmak ve verilerin işlenmesi/saklanması için açık rıza almak.58 | **Veri Minimizasyonu:** Sadece gerekli verileri toplamak. **Güvenlik:** Verileri şifreli saklamak ve erişim kontrolleri uygulamak. | Veri ihlali durumunda Kişisel Verileri Koruma Kurumu'na (KVKK) yasal süresi içinde bildirimde bulunmak için bir acil durum prosedürü oluşturmak. Etkilenen kullanıcılara şeffaf bir şekilde bilgi vermek. |
|  | **Telif Hakkı İhlali:** Kullanıcıların telifli materyalleri (kitaplar, makaleler) sisteme yüklemesi ve platformun bu içerikleri işlemesi. | 4 | 3 | 12 | **Kullanım Koşulları:** Kullanım koşullarında, yüklenen içeriğin telif hakkı sorumluluğunun kullanıcıya ait olduğunu açıkça belirtmek.60 | **"Dönüştürücü Kullanım" Argümanı:** Platformun amacının, kişisel erişilebilirlik için "dönüştürücü bir kullanım" (transformative use) olduğunu ve ticari bir çoğaltma olmadığını vurgulamak.61 | Telif hakkı sahibi tarafından gelen bir "kaldırma talebi" (takedown notice) mekanizması oluşturmak ve bu taleplere hızla yanıt vermek. |
|  | **Yapay Zeka Kaynaklı Hatalı Bilgi:** AI'nin yanlış transkripsiyon veya hatalı görüntü açıklaması üretmesi ve öğrenciyi yanıltması. | 4 | 4 | 16 | **Sorumluluk Reddi (Disclaimer):** Arayüzde, üretilen içeriğin yapay zeka tarafından oluşturulduğunu ve hatalar içerebileceğini belirten net bir uyarı göstermek. **Doğruluk Oranı Şeffaflığı:** Mümkünse, üretilen içeriğin güven skorunu (confidence score) kullanıcıya göstermek. | Kullanıcıların hatalı içeriği raporlayabileceği bir "Geri Bildirim" butonu eklemek. Bu geri bildirimleri, modeli iyileştirmek için bir "human-in-the-loop" (insan döngüde) sistemine veri olarak kullanmak. |

## **6. MVP için Geliştirme Yol Haritası (Roadmap)**

Bu yol haritası, "Erişilebilir Eğitim Platformu"nun Minimum Uygulanabilir Ürün (MVP) sürümünü hayata geçirmek için Agile/Scrum metodolojisine dayalı, aşamalı bir geliştirme planı sunmaktadır. Proje, her biri 2 hafta sürecek olan Sprint'lere bölünmüştür. Bu yapı, takımın düzenli olarak ilerleme kaydetmesini, esnek olmasını ve her sprint sonunda somut, çalışır bir ürün parçası ortaya koymasını sağlar. Yol haritası, temel altyapının kurulmasıyla başlar ve ardından her bir çekirdek özelliğin modüler bir şekilde eklenmesiyle devam eder.

* **Metodoloji:** Agile/Scrum
* **Sprint Süresi:** 2 Hafta
* **Yaklaşım:** Temelden başlayarak modüler ve artımlı geliştirme. Her sprint bloğu (2 sprint), belirli bir işlevsellik setini tamamlamaya odaklanır ve kendi içinde test edilebilir bir değer sunar.

**Sprint 1-2 (Hafta 1-4): Temel Altyapı, Kullanıcı Yönetimi ve Güvenli Dosya Yükleme**

* **Hedef:** Projenin üzerinde yükseleceği sağlam temelleri atmak ve en temel kullanıcı etkileşimini sağlamak. Bu aşama, projenin iskeletini oluşturur.
* **Epikler (Büyük İş Paketleri):**
  + **Proje Kurulumu:** Django projesinin ve temel uygulama yapısının (core, users, tasks gibi) oluşturulması. Gerekli bağımlılıkların (requirements.txt) tanımlanması.
  + **Veritabanı ve Broker Entegrasyonu:** PostgreSQL veritabanı şemasının (kullanıcı ve görev tabloları) Django ORM ile tasarlanması ve ilk migrate işlemlerinin yapılması. Redis sunucusunun kurulup Django projesiyle bağlantısının yapılandırılması.
  + **Kullanıcı Yönetimi:** Standart Django auth sistemi kullanılarak kullanıcı kaydı, e-posta doğrulaması, giriş, çıkış ve parola sıfırlama işlevlerinin geliştirilmesi.
  + **Bulut Depolama Entegrasyonu:** django-storages gibi bir kütüphane kullanılarak AWS S3 veya Google Cloud Storage ile entegrasyonun sağlanması. Bu, yüklenen dosyaların doğrudan bulutta saklanmasını mümkün kılacaktır.
  + **Asenkron Altyapı:** Celery'nin projeye entegre edilmesi, celery.py konfigürasyon dosyasının oluşturulması ve Redis'in broker olarak ayarlanması.39
  + **Frontend İskeleti:** React veya Vue projesinin oluşturulması. Temel dosya yükleme arayüzünün (sürükle-bırak destekli) WCAG standartlarına uygun olarak tasarlanması ve geliştirilmesi.
* **Çıktı:** Bu iki sprintin sonunda, bir kullanıcının platforma üye olup giriş yapabildiği, bir dosya yükleyebildiği ve bu yükleme işleminin arka planda bir "görev" olarak veritabanına PENDING durumuyla kaydedildiği bir temel platform ortaya çıkacaktır. Henüz AI işlemi yapılmayacak, ancak tüm altyapı hazır olacaktır.

**Sprint 3-4 (Hafta 5-8): Metinden Sese Dönüştürme (TTS) Modülünün Entegrasyonu ve Testi**

* **Hedef:** Platformun ilk somut ve değerli yapay zeka özelliğini hayata geçirmek. Görme engelli kullanıcılar için ilk faydayı sunmak.
* **Epikler:**
  + **AI Servis Adaptörü:** Google Cloud TTS API'si ile iletişim kuracak, kimlik doğrulama ve istek gönderme işlemlerini yönetecek bir Python sınıfı (adaptör) yazılması.
  + **Doküman İşleme Görevi (Celery Task):** PDF ve DOCX dosyalarını işleyecek bir Celery görevi oluşturulması. Bu görev, PyMuPDF ve python-docx gibi kütüphaneleri kullanarak dosyalardan metin içeriğini çıkaracaktır. Çok sütunlu akademik metinlerin doğru sırada okunabilmesi için layout-parser 8 veya PyMuPDF'in gelişmiş metin çıkarma yetenekleri 9 bu görev içinde kullanılacaktır.
  + **Seslendirme ve Kaydetme:** Yukarıdaki görev, çıkardığı metni TTS API'sine gönderecek, dönen ses verisini bir MP3 dosyası olarak formatlayacak ve bu dosyayı bulut depolama alanına kaydedecektir.
  + **Frontend Entegrasyonu:** Kullanıcının görevler sayfasında, durumu COMPLETED olan TTS görevleri için üretilen MP3 dosyasını indirebileceği bir linkin gösterilmesi.
* **Çıktı:** Bu sprintlerin sonunda, görme engelli bir kullanıcı platforma bir DOCX veya metin tabanlı PDF dosyası yükleyip, içeriğini dinleyebileceği bir MP3 dosyası olarak indirebilir hale gelecektir.

**Sprint 5-6 (Hafta 9-12): Konuşmadan Metne Dönüştürme (STT) Modülünün Entegrasyonu**

* **Hedef:** İşitme engelli kullanıcılar için temel değer önerisini sunmak ve self-hosted AI model altyapısını kurmak.
* **Epikler:**
  + **Self-Hosted Whisper Servisi:** faster-whisper 34 kütüphanesini kullanan bir Python uygulamasının (örneğin FastAPI ile) geliştirilmesi. Bu uygulamanın, bir ses/video dosyası alıp transkriptini döndüren bir API endpoint'i sunması. Bu servisin Docker ile konteynerize edilmesi.62
  + **STT Celery Görevi:** Video ve ses dosyalarını işleyecek yeni bir Celery görevi oluşturulması.
  + **Transkripsiyon İş Akışı:** Bu görevin, kullanıcı tarafından yüklenen ses/video dosyasını bulut depolamadan alıp, yeni oluşturulan self-hosted Whisper API'sine göndererek transkript metnini alması.
  + **Sonuçların Sunumu:** Dönen transkript metninin veritabanındaki ilgili görev kaydına kaydedilmesi ve frontend arayüzünde kullanıcıya düz metin olarak gösterilmesi.
* **Çıktı:** Bu sprintlerin sonunda, işitme engelli bir kullanıcı bir dersin MP3 kaydını platforma yükleyip, tüm konuşmanın metin dökümünü web sayfasında okuyabilir duruma gelecektir.

**Sprint 7-8 (Hafta 13-16): Görüntü Açıklama (Vision AI) Modülü ve Altyazı Üretimi**

* **Hedef:** Mevcut özellikleri daha değerli hale getirmek ve özellikleri birleştirmek.
* **Epikler:**
  + **Görüntü Açıklama Entegrasyonu:** Google Gemini Pro Vision API için bir adaptör sınıfı yazılması. Sprint 3-4'te oluşturulan doküman işleme görevine yeni bir adım eklenmesi: Bu adım, belgeden çıkarılan görselleri Gemini API'sine gönderecek ve dönen açıklama metinlerini alacaktır. Bu açıklamalar, ana metin içinde "[Görsel Açıklaması:...]" gibi bir formatla ilgili yerlere eklenecektir.
  + **Altyazı Üretimi:** Whisper'dan dönen zaman damgalı transkript verisini (kelime veya cümle bazında) işleyerek standart.srt formatında bir altyazı dosyası üreten bir fonksiyonun STT Celery görevine eklenmesi.
  + **Frontend Güncellemeleri:** Görüntü açıklamalarının seslendirilmiş metne dahil edilmesi. Transkriptin yanı sıra,.srt altyazı dosyası için de ayrı bir indirme butonunun eklenmesi.
* **Çıktı:** Görme engelli bir kullanıcı, artık sadece metni değil, içindeki görsellerin açıklamalarını da içeren daha zengin bir ses dosyası indirebilir. İşitme engelli bir kullanıcı, yüklediği videonun hem tam metin dökümünü hem de video ile senkronize altyazı dosyasını indirebilir.

**Sprint 9-10 (Hafta 17-20): Uçtan Uca Test, Kapalı Beta ve Geri Bildirim Döngüsü**

* **Hedef:** MVP'nin kalitesini ve kullanılabilirliğini gerçek kullanıcılarla test ederek doğrulamak ve lansman öncesi son iyileştirmeleri yapmak.
* **Epikler:**
  + **Kapsamlı Test:** Tüm ana kullanıcı akışları (kayıt, dosya yükleme, TTS, STT, görüntü açıklama, indirme) için uçtan uca (end-to-end) test senaryolarının yazılması ve otomatize edilmesi.
  + **Kapalı Beta Grubu:** Hedef kitleden (görme ve işitme engelli öğrenciler) seçilecek 10-15 kişilik bir kapalı beta test grubu oluşturulması.
  + **Geri Bildirim Toplama:** Beta kullanıcılarından platformun kullanılabilirliği, doğruluğu ve genel deneyimi hakkında geri bildirim toplamak için yapılandırılmış anketler ve birebir online görüşmeler düzenlenmesi.
  + **Hata Düzeltme ve İyileştirme:** Gelen geri bildirimlere dayanarak kritik hataların (bug) ve kullanılabilirlik sorunlarının önceliklendirilip düzeltilmesi.
  + **Yasal Metinlerin Sonlandırılması:** Avukatlarla çalışılarak KVKK Aydınlatma Metni ve Kullanıcı Sözleşmesi'nin son haline getirilmesi.
* **Çıktı:** Gerçek kullanıcılar tarafından test edilmiş, ilk kritik geri bildirimlerle iyileştirilmiş, yasal olarak hazır ve lansmana aday bir MVP sürümü.

**Sprint 11-12 (Hafta 21-24): Açık Beta Lansmanı ve Performans Optimizasyonu**

* **Hedef:** Ürünü daha geniş bir kitleye açmak, ilk kullanıcı verilerini toplamak ve sistem performansını gerçek dünya yükü altında izleyerek optimize etmek.
* **Epikler:**
  + **Lansman Hazırlıkları:** Basit bir tanıtım sayfası, sosyal medya duyuruları ve ilgili engelli dernekleri/toplulukları ile iletişim gibi temel pazarlama faaliyetlerinin planlanması.
  + **Altyapı Ölçeklendirme:** Beklenen kullanıcı yüküne göre altyapının hazırlanması (örneğin, Celery worker sayısının artırılması, veritabanı sunucusunun kaynaklarının gözden geçirilmesi).
  + **İzleme (Monitoring) Altyapısı:** Sunucu ve uygulama performansını izlemek için Prometheus ve Grafana gibi araçların kurulması. Uygulama hatalarını ve loglarını merkezi olarak toplamak için bir ELK Stack (Elasticsearch, Logstash, Kibana) veya benzeri bir sistemin kurulması.
  + **Açık Beta Lansmanı:** Platformun tüm kullanıcılara açılması.
  + **Performans Optimizasyonu:** Gelen kullanıcı trafiği ve sunucu yükü verilerine dayanarak darboğazların (bottlenecks) tespit edilmesi ve optimize edilmesi (veritabanı sorgu optimizasyonu, Celery görev yapılandırmalarının ayarlanması, caching mekanizmalarının eklenmesi vb.).
* **Çıktı:** Yayında olan, performansı aktif olarak izlenen ve ilk organik kullanıcı verilerini toplayan bir açık beta ürünü. Bu aşama, ürünün gelecekteki gelişimine yön verecek değerli veriler sağlayacaktır.

## **7. Ek: İşaret Dili Entegrasyonu İçin İleri Düzey Keşif (ToT Yaklaşımı)**

Projenin uzun vadeli vizyonu, platforma Türk İşaret Dili (TİD) çevirisi yapabilen bir avatar eklemektir. Bu, işitme engelli topluluğu için devrim niteliğinde bir özellik olacaktır. Ancak, bu özelliğin teknik karmaşıklığı, mevcut teknolojinin sınırları ve yüksek geliştirme maliyetleri, onu MVP kapsamı dışında tutmayı zorunlu kılmaktadır. Bu bölümde, bu özelliğin fizibilitesi, bir "Düşünce Ağacı" (Tree of Thoughts - ToT) mantığıyla, yani olası tüm çözüm yollarını sistematik olarak analiz ederek ve her bir dalın artılarını ve eksilerini değerlendirerek ele alınacaktır. Bu analiz, projenin gelecekte bu iddialı hedefi gerçekleştirmesi için stratejik bir temel oluşturacaktır.

### **7.1. Mevcut Teknolojinin Sınırları: TİD Çevirisinin Karmaşıklığı**

Metinden veya konuşmadan işaret diline otomatik çeviri, basit bir kelime-kelime eşleştirmesinden çok daha karmaşık bir sorundur. Başarının önündeki temel engeller şunlardır:

* **Dilbilgisel ve Sözdizimsel Farklılıklar:** Türk İşaret Dili, kendine özgü bir gramer yapısına, sözdizimine ve morfolojiye sahip, görsel-uzamsal bir dildir. Türkçe'deki ekler, zaman kipleri ve cümle yapısı, TİD'de el hareketleri, vücut duruşu ve işaretlerin uzayda konumlandırılmasıyla ifade edilir.64 Bu nedenle, Türkçe bir metni kelime kelime TİD'e çevirmek, dilbilgisel olarak yanlış ve anlamsız "işaretlenmiş Türkçe" ile sonuçlanır. Gerçek bir çeviri, metnin anlamını (semantik) kavrayan ve bu anlamı TİD'in doğal gramer kurallarına göre yeniden yapılandıran sofistike bir Doğal Dil İşleme (NLP) motoru gerektirir.
* **Manuel Olmayan Unsurların (Non-Manual Features - NMF) Önemi:** TİD'de anlamın önemli bir kısmı, el hareketlerinin yanı sıra, yüz ifadeleri (mimikler), kaş hareketleri, ağız hareketleri, baş eğimleri ve omuz duruşu gibi manuel olmayan unsurlarla iletilir. Örneğin, aynı el işareti farklı bir yüz ifadesiyle soru, emir veya şaşkınlık belirtebilir. Mevcut 3D avatar teknolojilerinin bu ince ve hayati nüansları gerçekçi ve senkronize bir şekilde yansıtması son derece zordur.65 Bu unsurların eksikliği, çevirinin duygusal tonunu ve hatta temel anlamını kaybetmesine neden olur.
* **Veri Kıtlığı ve Kalitesi:** Yüksek kaliteli yapay zeka modelleri, büyük ve iyi etiketlenmiş veri setleri gerektirir. TİD için, hem el hareketlerini hem de NMF'leri içeren, 3D hareket yakalama (motion capture) verileriyle zenginleştirilmiş, geniş kapsamlı ve halka açık veri setleri oldukça sınırlıdır. Bu veri kıtlığı, TİD'in dilbilgisel yapısını ve nüanslarını öğrenebilecek güçlü modellerin eğitilmesini zorlaştırmaktadır.

### **7.2. Dal 1: 3D Avatar Teknolojisi (Dinamik Sentezleme)**

Bu yaklaşım, en esnek ve teknolojik olarak en iddialı olanıdır.

* **Yaklaşım:** Bu modelde, sistem iki ana bileşenden oluşur: 1) Girdi olarak aldığı Türkçe metni anlamsal olarak analiz eden ve TİD gramerine uygun bir ara temsile (örneğin, bir hareket dizisi senaryosuna) dönüştüren bir "Çeviri Motoru" (NLP Modeli). 2) Bu ara temsili alıp, 3D bir avatarın vücut, el, parmak ve yüz hareketlerine dönüştüren bir "Animasyon Motoru". Türkiye'de Saymation 66 ve  
  TİD3B 68 gibi girişimler bu alanda öncü çalışmalar yapmaktadır.
* **Artıları:**
  + **Dinamik ve Ölçeklenebilir:** Teorik olarak, yeterince iyi eğitilmiş bir model, daha önce hiç görmediği cümleler de dahil olmak üzere herhangi bir metni TİD'e çevirebilir. Kelime dağarcığı, yeni işaretlerin animasyonları eklenerek sürekli olarak genişletilebilir.
  + **Kullanıcı Kontrolü:** Avatarın görünümü, arka plan, çeviri hızı gibi parametreler kullanıcı tarafından kolayca ayarlanabilir 68, bu da kişiselleştirilmiş bir deneyim sunar.
* **Eksileri:**
  + **Aşırı Yüksek Teknik Karmaşıklık ve Maliyet:** Sıfırdan bir TİD NLP motoru ve gerçekçi bir 3D avatar iskelet/animasyon sistemi geliştirmek, multi-disipliner (dilbilimciler, 3D sanatçılar, AI mühendisleri) bir ekip, milyonlarca dolarlık bir Ar-Ge bütçesi ve yıllar sürebilecek bir geliştirme süreci gerektirir.
  + **Doğallık Sorunu ve "Tekinsiz Vadi" (Uncanny Valley):** Mevcut teknolojiyle üretilen avatarlar, genellikle robotik, cansız ve ifadesiz kalma eğilimindedir.68 İnsan benzeri akıcılık ve özellikle NMF'lerin (yüz ifadeleri) eksikliği, iletişimin en önemli parçası olan duygusal tonu ve insani dokunuşu ortadan kaldırır. Bu durum, "tekinsiz vadi" olarak bilinen, neredeyse insan gibi ama tam olarak değil hissi yaratarak kullanıcıyı rahatsız edebilir.
  + **Yüksek Hata Riski:** TİD3B projesinin kendi web sitesindeki uyarıda da belirtildiği gibi, bu tür sistemlerin hatalı çeviriler yapma riski yüksektir ve bu nedenle insan hayatını etkileyebilecek kritik durumlarda (sağlık, hukuk, acil durumlar) kullanılması önerilmemektedir.68 Eğitim gibi önemli bir alanda da yanlış bilgi aktarımı ciddi bir risk teşkil eder.

### **7.3. Dal 2: Video Veritabanı Yaklaşımı (Küratörlü Birleştirme)**

Bu yaklaşım, teknolojik karmaşıklığı azaltıp doğallığı ön plana çıkarır.

* **Yaklaşım:** Geniş bir kelime dağarcığı ve sık kullanılan cümleler için, profesyonel bir TİD tercümanı tarafından stüdyo ortamında çekilmiş yüksek kaliteli videoların bulunduğu devasa bir veritabanı oluşturulur. Kullanıcı bir metin girdiğinde, sistem metni kelimelere veya ifadelere ayırır, veritabanından karşılık gelen videoları bulur ve bunları ardı ardına ekleyerek tek bir çeviri videosu oluşturur.
* **Artıları:**
  + **Maksimum Doğallık ve Doğruluk:** Çeviri, gerçek bir insanın el hareketlerini, yüz ifadelerini ve vücut dilini içerdiği için son derece doğal, akıcı ve doğrudur. Duygusal ton ve nüanslar kaybolmaz.
  + **Daha Düşük Teknik Geliştirme Bariyeri:** Karmaşık bir 3D animasyon motoru veya NLP çeviri motoru geliştirmek yerine, temel teknoloji video işleme, veritabanı yönetimi ve video birleştirme üzerine kuruludur.
* **Eksileri:**
  + **Ölçeklenemezlik:** Sistemin en büyük zayıflığıdır. Sadece veritabanında videosu olan kelimeler ve ifadeler çevrilebilir. Yeni bir kelime (örneğin, yeni bir teknik terim veya özel isim) eklemek, yeni bir stüdyo çekimi, düzenleme ve veritabanına ekleme süreci gerektirir. Bu, platformun dinamik yapısıyla uyumsuzdur.
  + **Dilbilgisel Bütünlük Sorunu:** Kelimeleri temsil eden videoları basitçe ardı ardına eklemek, TİD'in karmaşık cümle yapısına ve gramer akışına uymaz. Sonuç, kelimelerin doğru olduğu ancak cümlenin kopuk ve anlamsız olduğu bir "video kolajı" olabilir.
  + **Aşırı Yüksek İçerik Üretim ve Bakım Maliyeti:** Binlerce, hatta on binlerce kelime ve yaygın ifadenin profesyonel bir tercüman tarafından, tutarlı bir aydınlatma ve arka planla çekilmesi, her bir videonun düzenlenmesi, etiketlenmesi ve veritabanına yüklenmesi muazzam bir zaman, emek ve maliyet gerektirir.

### **7.4. Dal 3: Hibrit Model (Avatar ve Gerçek Video Sentezi)**

Bu yaklaşım, ilk iki dalın güçlü yönlerini birleştirerek zayıf yönlerini telafi etmeye çalışır.

* **Yaklaşım:** Sistem, iki katmanlı bir çeviri mantığı kullanır. Metin analiz edildikten sonra, sık kullanılan temel kelimeler, bağlaçlar, zamirler ve yaygın ifadeler için Dal 2'deki gibi yüksek kaliteli, önceden kaydedilmiş gerçek tercüman videoları kullanılır. Ancak, veritabanında bulunmayan özel isimler, teknik terimler, yeni ortaya çıkan kelimeler veya nadir fiiller için Dal 1'deki gibi bir 3D avatar devreye girer. Bu avatar, özellikle bu tür kelimeleri TİD'deki karşılığı olan parmak alfabesi ile göstermek için kullanılabilir.
* **Artıları:**
  + **Doğallık ve Ölçeklenebilirlik Dengesi:** İletişimin temelini oluşturan yaygın kelimeler için gerçek insan doğallığını sunarken, veritabanında olmayan kelimeler için de bir çözüm sunarak ölçeklenebilirlik sorununu bir ölçüde aşar.
  + **Geniş Kapsam:** Neredeyse hiçbir kelimeyi çevirisiz bırakmaz; en kötü senaryoda parmak alfabesi ile gösterir.
* **Eksileri:**
  + **Yüksek Entegrasyon Karmaşıklığı:** Gerçek bir insan videosu ile bir 3D avatar animasyonu arasında akıcı, tutarlı ve görsel olarak rahatsız etmeyen bir geçiş sağlamak teknik olarak oldukça zordur.
  + **İki Sistemin de Maliyeti:** Bu yaklaşım, hem kapsamlı bir video veritabanı oluşturmanın içerik maliyetini hem de bir 3D avatar sistemi geliştirmenin Ar-Ge maliyetini bir miktar barındırır.

### **7.5. Değerlendirme ve Stratejik Öneri: MVP Sonrası için Fizibilite Analizi**

* **Değerlendirme:** Mevcut teknolojik olgunluk seviyesi, projemizin odak noktası ve sınırlı kaynakları göz önüne alındığında, TİD avatarı özelliğini MVP'ye dahil etmek veya yakın vadede geliştirmeye çalışmak gerçekçi değildir. Dal 1 (3D Avatar), teknolojik olarak aşırı riskli ve maliyetlidir. Dal 2 (Video Veritabanı), doğallık sunsa da platformumuzun temelindeki "kullanıcı tarafından yüklenen dinamik içeriği" destekleyemeyecek kadar ölçeklenemezdir. Dal 3 (Hibrit Model) ise en mantıklı uzun vadeli hedef olsa da, yakın dönem için hala çok karmaşık ve maliyetlidir.
* **Stratejik Öneri:** Projenin başarısı ve sürdürülebilirliği için bu özelliğe yönelik sabırlı ve aşamalı bir strateji izlenmelidir:
  1. **MVP ve Yakın Vade (İlk 12-18 Ay):** Bu özellik tamamen **ertelenmelidir.** Tüm geliştirme kaynakları ve odak, Bölüm 2.4'te tanımlanan, kanıtlanmış teknolojilerle çözülebilen ve kullanıcılar için acil değer yaratan çekirdek sorunlara (TTS, STT, Görüntü Açıklama) yönlendirilmelidir.
  2. **Orta Vade (18-36 Ay):** Bu dönemde, TİD avatar teknolojisindeki küresel ve yerel gelişmeler aktif olarak **izlenmelidir.** Özellikle Saymation gibi yerel girişimlerin olgunlaşıp, güvenilir ve makul fiyatlı bir **TİD Çeviri API'si** sunup sunmadığı yakından takip edilmelidir. Eğer böyle bir hizmet ortaya çıkarsa, en mantıklı strateji bu özelliği sıfırdan "yapmak" yerine, hazır bir servisi "satın alıp entegre etmek" olacaktır. Bu, Ar-Ge riskini ve maliyetini ortadan kaldırır.
  3. **Uzun Vade (36+ Ay):** Eğer piyasada hala güvenilir bir API çözümü yoksa ve projemiz bu süre zarfında başarılı olup yeterli finansal güce ve teknik ekibe ulaşmışsa, o zaman **Hibrit Model (Dal 3)** üzerine odaklanan bir Ar-Ge projesi başlatmak değerlendirilebilir. Bu, en mantıklı, en az riskli ve en dengeli uzun vadeli stratejidir.
* **Tablo 7.1: Türk İşaret Dili (TİD) Avatar Yaklaşımlarının Karşılaştırmalı Analizi**  
  Bu tablo, projenin en vizyoner ama aynı zamanda en riskli özelliği olan TİD avatarı için farklı stratejik yolları net bir şekilde karşılaştırır. Paydaşlara, bu özelliğin neden MVP'de yer almadığını ve gelecekte hangi koşullar altında ele alınabileceğini somut verilerle açıklar. Bu, beklenti yönetimi ve stratejik planlama için hayati bir araçtır.

| Yaklaşım | Tanım | Avantajları | Dezavantajları | Teknik Zorluk | Maliyet (Ar-Ge + İçerik) | Stratejik Öneri |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dal 1: 3D Avatar** | Metni dinamik olarak TİD hareketlerine çeviren 3D avatar. | Ölçeklenebilir, dinamik. | Düşük doğallık, yüksek hata payı, "uncanny valley" riski.68 | Çok Yüksek | Çok Yüksek | **Ertele.** Mevcut teknoloji, eğitim materyallerinin gerektirdiği doğruluk ve doğallık seviyesinde değil. Yüksek Ar-Ge riski taşıyor. |
| **Dal 2: Video Veritabanı** | Gerçek tercüman videolarını birleştirerek çeviri oluşturma. | Yüksek doğallık ve doğruluk. | Ölçeklenemez, dilbilgisi sorunları, yüksek içerik üretim maliyeti. | Orta | Yüksek (İçerik) | **Ertele.** Platformun dinamik ve kullanıcı tarafından yüklenen içerik yapısıyla uyumsuz. Sürdürülebilir değil. |
| **Dal 3: Hibrit Model** | Sık kullanılanlar için video, bilinmeyenler için avatar kullanma. | Dengeleyici, kapsamlı. | Yüksek entegrasyon karmaşıklığı, iki sistemin de maliyetini barındırır. | Yüksek | Yüksek | **Uzun Vadede Değerlendir.** En mantıklı yaklaşım olsa da, MVP sonrası yakın dönem için hala çok karmaşık ve maliyetli. |
| **Stratejik Alternatif: API Entegrasyonu** | Olgunlaşmış bir 3. parti TİD çeviri API'sini kullanma. | Düşük Ar-Ge maliyeti, hızlı entegrasyon. | 3. parti servise bağımlılık, API maliyetleri. | Düşük | Orta (API Kullanım Ücreti) | **Orta Vadede İzle.** Piyasada güvenilir bir API hizmeti ortaya çıkarsa, bu en fizibıl ve en hızlı çözüm olacaktır. Proaktif olarak takip edilmelidir. |

## 8. Infographic

‘’’ HTML

<!DOCTYPE html>

<html lang="tr" class="scroll-smooth">

<head>

<meta charset="UTF-8">

<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">

<title>Erişilebilir Eğitim Platformu - Proje İnfografiği</title>

<script src="https://cdn.tailwindcss.com"></script>

<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/chart.js"></script>

<link rel="preconnect" href="https://fonts.googleapis.com">

<link rel="preconnect" href="https://fonts.gstatic.com" crossorigin>

<link href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Inter:wght@400;500;600;700;800&display=swap" rel="stylesheet">

<style>

body {

font-family: 'Inter', sans-serif;

background-color: #f8fafc;

}

.chart-container {

position: relative;

width: 100%;

max-width: 600px;

margin-left: auto;

margin-right: auto;

height: 320px;

max-height: 400px;

}

@media (min-width: 768px) {

.chart-container {

height: 380px;

}

}

.flowchart-arrow::after {

content: '→';

font-size: 1.5rem;

color: #00B4D8;

margin: 0 0.5rem;

}

.flowchart-step {

transition: transform 0.2s ease-in-out, box-shadow 0.2s ease-in-out;

}

.flowchart-step:hover {

transform: translateY(-5px);

box-shadow: 0 10px 15px -3px rgb(0 0 0 / 0.1), 0 4px 6px -4px rgb(0 0 0 / 0.1);

}

.timeline-item {

position: relative;

padding-bottom: 2rem;

padding-left: 2.5rem;

}

.timeline-item:not(:last-child)::before {

content: '';

position: absolute;

left: 14px;

top: 14px;

width: 2px;

height: 100%;

background-color: #00B4D8;

}

.timeline-dot {

position: absolute;

left: 0;

top: 0;

width: 30px;

height: 30px;

display: flex;

align-items: center;

justify-content: center;

border-radius: 50%;

background-color: #FF7B00;

color: white;

font-weight: bold;

border: 3px solid #00B4D8;

}

</style>

</head>

<body class="text-gray-800">

<header class="bg-[#004FFF] text-white text-center py-12 px-4 shadow-lg">

<h1 class="text-4xl md:text-5xl font-extrabold mb-2 tracking-tight">Erişilebilir Eğitim Platformu</h1>

<p class="text-lg md:text-xl max-w-3xl mx-auto text-blue-100">Yapay Zeka Destekli Teknolojilerle Eğitimde Fırsat Eşitliğine Giden Yol</p>

</header>

<main class="container mx-auto p-4 md:p-8">

<section id="problem" class="mb-16">

<div class="text-center mb-10">

<h2 class="text-3xl font-bold text-[#004FFF] mb-2">Dijital Eğitimdeki Erişilebilirlik Uçurumu</h2>

<p class="max-w-3xl mx-auto text-gray-600">Mevcut dijital materyaller, engelli öğrenciler için ciddi bariyerler oluşturarak akademik potansiyellerini kısıtlıyor.</p>

</div>

<div class="grid grid-cols-1 md:grid-cols-2 gap-8">

<div class="bg-white p-6 rounded-xl shadow-md border-l-4 border-[#FF7B00]">

<h3 class="text-xl font-bold mb-3 flex items-center"><span class="text-3xl mr-3">👁️</span>Görme Engelli Öğrenciler İçin</h3>

<ul class="list-disc list-inside space-y-2 text-gray-700">

<li>Taranmış PDF'ler ekran okuyucular tarafından işlenemiyor.</li>

<li>Grafik, şema ve resim gibi görsel içerikler anlamsız kalıyor.</li>

<li>Ders materyallerine erişimde dışa bağımlılık artıyor.</li>

</ul>

</div>

<div class="bg-white p-6 rounded-xl shadow-md border-l-4 border-[#00B4D8]">

<h3 class="text-xl font-bold mb-3 flex items-center"><span class="text-3xl mr-3">👂</span>İşitme Engelli Öğrenciler İçin</h3>

<ul class="list-disc list-inside space-y-2 text-gray-700">

<li>Ders videolarının çoğunda altyazı bulunmuyor.</li>

<li>Otomatik altyazılar hatalı ve teknik terimleri yanlış içeriyor.</li>

<li>Saatlerce süren kayıtlarda metin araması yapılamıyor.</li>

</ul>

</div>

</div>

</section>

<section id="cozum" class="mb-16">

<div class="text-center mb-10">

<h2 class="text-3xl font-bold text-[#004FFF] mb-2">Önerilen Çözüm: Yapay Zeka Destekli Dönüşüm</h2>

<p class="max-w-3xl mx-auto text-gray-600">Kullanıcıların kendi materyallerini yükleyip erişilebilir formatlara dönüştürebileceği merkezi bir platform.</p>

</div>

<div class="bg-white p-6 md:p-8 rounded-xl shadow-lg">

<h3 class="text-2xl font-bold mb-6 text-center">Kullanıcı Yolculuğu Akış Şeması</h3>

<div class="space-y-8">

<div>

<h4 class="text-xl font-semibold mb-4 text-[#FF7B00]">Görme Engelli Kullanıcı Akışı</h4>

<div class="flex flex-wrap items-center justify-center">

<div class="flowchart-step bg-blue-50 p-4 rounded-lg shadow-sm text-center">Dosya Yükle<br>(PDF, DOCX)</div>

<div class="flowchart-arrow hidden md:block"></div>

<div class="flowchart-step bg-blue-50 p-4 rounded-lg shadow-sm text-center">OCR & Metin Çıkarma</div>

<div class="flowchart-arrow hidden md:block"></div>

<div class="flowchart-step bg-blue-50 p-4 rounded-lg shadow-sm text-center">Görüntü Açıklama (Vision AI)</div>

<div class="flowchart-arrow hidden md:block"></div>

<div class="flowchart-step bg-blue-50 p-4 rounded-lg shadow-sm text-center">Sese Dönüştürme (TTS)</div>

<div class="flowchart-arrow hidden md:block"></div>

<div class="flowchart-step bg-green-100 border border-green-400 p-4 rounded-lg shadow-sm font-semibold text-center">Dinlenebilir MP3</div>

</div>

</div>

<div>

<h4 class="text-xl font-semibold mb-4 text-[#00B4D8]">İşitme Engelli Kullanıcı Akışı</h4>

<div class="flex flex-wrap items-center justify-center">

<div class="flowchart-step bg-sky-50 p-4 rounded-lg shadow-sm text-center">Dosya Yükle<br>(MP4, MP3)</div>

<div class="flowchart-arrow hidden md:block"></div>

<div class="flowchart-step bg-sky-50 p-4 rounded-lg shadow-sm text-center">Sesi Metne Çevirme (STT)</div>

<div class="flowchart-arrow hidden md:block"></div>

<div class="flowchart-step bg-green-100 border border-green-400 p-4 rounded-lg shadow-sm font-semibold text-center">Metin Transkript & .srt Altyazı</div>

</div>

</div>

</div>

</div>

</section>

<section id="mvp" class="mb-16">

<div class="text-center mb-10">

<h2 class="text-3xl font-bold text-[#004FFF] mb-2">Minimum Uygulanabilir Ürün (MVP) Kapsamı</h2>

<p class="max-w-3xl mx-auto text-gray-600">İlk sürümde, en acil sorunları çözen çekirdek özelliklere odaklanıyoruz.</p>

</div>

<div class="grid grid-cols-1 md:grid-cols-2 gap-8">

<div class="bg-white p-6 rounded-xl shadow-md border-l-4 border-green-500">

<h3 class="text-xl font-bold mb-3 text-green-600">MVP'de YER ALACAKLAR (IN)</h3>

<ul class="list-check list-inside space-y-2 text-gray-700">

<li>✓ Kullanıcı Kayıt & Dosya Yükleme</li>

<li>✓ Temel Metinden Sese Dönüştürme (TTS)</li>

<li>✓ Temel Konuşmadan Metne Dönüştürme (STT)</li>

<li>✓ Gömülü Görseller için Temel Açıklama</li>

<li>✓ MP3 ve .srt Formatında İndirme</li>

</ul>

</div>

<div class="bg-white p-6 rounded-xl shadow-md border-l-4 border-red-500">

<h3 class="text-xl font-bold mb-3 text-red-600">MVP SONRASI (OUT)</h3>

<ul class="list-outside list-disc ml-4 space-y-2 text-gray-700">

<li>Türk İşaret Dili (TİD) Avatarı</li>

<li>Gelişmiş Ses/Transkript Ayarları</li>

<li>Canlı Ders Desteği & Online Editörler</li>

<li>Mobil Uygulama & Tarayıcı Eklentisi</li>

<li>Kurumsal (B2B) Yönetim Paneli</li>

</ul>

</div>

</div>

</section>

<section id="charts" class="mb-16">

<div class="grid grid-cols-1 lg:grid-cols-2 gap-8">

<div class="bg-white p-6 rounded-xl shadow-lg">

<h3 class="text-xl font-bold text-center mb-4">Hedef Kitle Dağılımı</h3>

<p class="text-center text-sm text-gray-500 mb-4">Platform, öncelikli olarak öğrencilere odaklanırken, eğitim ekosisteminin diğer paydaşlarını da kapsar.</p>

<div class="chart-container">

<canvas id="targetAudienceChart"></canvas>

</div>

</div>

<div class="bg-white p-6 rounded-xl shadow-lg">

<h3 class="text-xl font-bold text-center mb-4">AI Servisleri Karşılaştırması</h3>

<p class="text-center text-sm text-gray-500 mb-4">Maliyet, kalite ve entegrasyon kolaylığı gibi kritik faktörlere dayalı teknoloji seçimi.</p>

<div class="chart-container">

<canvas id="aiServiceChart"></canvas>

</div>

</div>

<div class="bg-white p-6 rounded-xl shadow-lg lg:col-span-2">

<h3 class="text-xl font-bold text-center mb-4">Proje Risk Matrisi</h3>

<p class="text-center text-sm text-gray-500 mb-4">Öncelikli risklerin etki ve olasılıklarına göre görselleştirilmesi. Balon boyutu, toplam risk skorunu temsil eder.</p>

<div class="chart-container h-[400px] md:h-[450px] max-h-[500px]">

<canvas id="riskMatrixChart"></canvas>

</div>

</div>

</div>

</section>

<section id="roadmap" class="mb-16">

<div class="text-center mb-10">

<h2 class="text-3xl font-bold text-[#004FFF] mb-2">MVP Geliştirme Yol Haritası</h2>

<p class="max-w-3xl mx-auto text-gray-600">2 haftalık sprintlerle planlanmış, 6 aylık (24 hafta) geliştirme süreci.</p>

</div>

<div class="bg-white p-6 md:p-8 rounded-xl shadow-lg">

<div class="relative">

<div class="timeline-item">

<div class="timeline-dot">1-2</div>

<h4 class="font-bold text-lg">Sprint 1-4: Temel Altyapı</h4>

<p class="text-gray-600">Proje kurulumu, veritabanı, kullanıcı yönetimi ve güvenli dosya yükleme mekanizması.</p>

</div>

<div class="timeline-item">

<div class="timeline-dot">3-4</div>

<h4 class="font-bold text-lg">Sprint 5-8: TTS Modülü</h4>

<p class="text-gray-600">Metinden Sese Dönüştürme özelliğinin API entegrasyonu ve doküman işleme görevinin oluşturulması.</p>

</div>

<div class="timeline-item">

<div class="timeline-dot">5-6</div>

<h4 class="font-bold text-lg">Sprint 9-12: STT Modülü</h4>

<p class="text-gray-600">Self-hosted Whisper servisinin kurulması ve Konuşmadan Metne Dönüştürme entegrasyonu.</p>

</div>

<div class="timeline-item">

<div class="timeline-dot">7-8</div>

<h4 class="font-bold text-lg">Sprint 13-16: Zenginleştirme</h4>

<p class="text-gray-600">Görüntü Açıklama (Vision AI) ve .srt altyazı üretimi özelliklerinin eklenmesi.</p>

</div>

<div class="timeline-item">

<div class="timeline-dot">9-10</div>

<h4 class="font-bold text-lg">Sprint 17-20: Kapalı Beta</h4>

<p class="text-gray-600">Uçtan uca test, gerçek kullanıcılarla geri bildirim döngüsü ve yasal metinlerin sonlandırılması.</p>

</div>

<div class="timeline-item">

<div class="timeline-dot">11-12</div>

<h4 class="font-bold text-lg">Sprint 21-24: Açık Beta & Optimizasyon</h4>

<p class="text-gray-600">Platformun genele açılması, performans izleme ve gelen verilere göre iyileştirmeler.</p>

</div>

</div>

</div>

</section>

</main>

<footer class="bg-gray-800 text-white text-center p-6 mt-8">

<p>&copy; 2025 Erişilebilir Eğitim Platformu Projesi. Tüm hakları saklıdır.</p>

<p class="text-sm text-gray-400 mt-1">Bu infografik, bir proje fizibilite raporundan derlenmiştir.</p>

</footer>

<script>

document.addEventListener('DOMContentLoaded', () => {

const palette = {

blue: '#004FFF',

lightBlue: '#00B4D8',

orange: '#FF7B00',

yellow: '#FFC300',

white: '#FFFFFF',

gray: '#6b7280',

lightGray: '#e5e7eb'

};

const sharedTooltipOptions = {

plugins: {

tooltip: {

callbacks: {

title: function(tooltipItems) {

const item = tooltipItems[0];

let label = item.chart.data.labels[item.dataIndex];

if (Array.isArray(label)) {

return label.join(' ');

}

return label;

}

}

}

}

};

const wrapLabel = (label, maxLength) => {

if (label.length <= maxLength) {

return label;

}

const words = label.split(' ');

const lines = [];

let currentLine = '';

words.forEach(word => {

if ((currentLine + ' ' + word).trim().length > maxLength) {

lines.push(currentLine.trim());

currentLine = word;

} else {

currentLine = (currentLine + ' ' + word).trim();

}

});

lines.push(currentLine.trim());

return lines;

};

const targetAudienceCtx = document.getElementById('targetAudienceChart')?.getContext('2d');

if (targetAudienceCtx) {

new Chart(targetAudienceCtx, {

type: 'doughnut',

data: {

labels: ['Engelli Öğrenciler (Görme/İşitme)', 'Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrenciler', 'Yaşam Boyu Öğrenenler', 'Eğitim Kurumları (B2B)'],

datasets: [{

label: 'Hedef Kitle Dağılımı',

data: [50, 20, 15, 15],

backgroundColor: [palette.blue, palette.lightBlue, palette.orange, palette.yellow],

borderColor: palette.white,

borderWidth: 4,

hoverOffset: 4

}]

},

options: {

responsive: true,

maintainAspectRatio: false,

plugins: {

...sharedTooltipOptions.plugins,

legend: {

position: 'bottom',

labels: {

padding: 20

}

}

}

}

});

}

const aiServiceCtx = document.getElementById('aiServiceChart')?.getContext('2d');

if (aiServiceCtx) {

new Chart(aiServiceCtx, {

type: 'radar',

data: {

labels: ['Türkçe Kalitesi', 'Maliyet Avantajı (Ölçekte)', 'Entegrasyon Kolaylığı', 'Özellik Zenginliği'],

datasets: [

{

label: 'Google Cloud',

data: [5, 2, 5, 4],

backgroundColor: 'rgba(0, 79, 255, 0.2)',

borderColor: palette.blue,

pointBackgroundColor: palette.blue,

pointBorderColor: '#fff',

pointHoverBackgroundColor: '#fff',

pointHoverBorderColor: palette.blue

},

{

label: 'Whisper (Self-Hosted)',

data: [5, 5, 2, 5],

backgroundColor: 'rgba(255, 123, 0, 0.2)',

borderColor: palette.orange,

pointBackgroundColor: palette.orange,

pointBorderColor: '#fff',

pointHoverBackgroundColor: '#fff',

pointHoverBorderColor: palette.orange

}

]

},

options: {

responsive: true,

maintainAspectRatio: false,

plugins: {

...sharedTooltipOptions.plugins,

},

scales: {

r: {

beginAtZero: true,

max: 5,

pointLabels: {

font: {

size: 10

}

}

}

}

}

});

}

const riskMatrixCtx = document.getElementById('riskMatrixChart')?.getContext('2d');

if (riskMatrixCtx) {

const riskData = [

{ x: 4, y: 5, r: 20, label: 'Kapsam Kayması' },

{ x: 4, y: 4, r: 16, label: 'Büyük Dosya İşleme Süresi/Maliyeti' },

{ x: 4, y: 4, r: 16, label: 'Yapay Zeka Kaynaklı Hatalı Bilgi' },

{ x: 3, y: 5, r: 15, label: 'KVKK İhlali' },

];

new Chart(riskMatrixCtx, {

type: 'bubble',

data: {

labels: riskData.map(d => d.label),

datasets: [{

label: 'Risk Skoru',

data: riskData.map(d => ({x: d.x, y: d.y, r: d.r / 1.5})),

backgroundColor: riskData.map(d => `rgba(${d.r > 15 ? 255 : 0}, ${d.x \* 30}, ${d.y \* 30}, 0.6)`),

borderColor: riskData.map(d => `rgba(${d.r > 15 ? 255 : 0}, ${d.x \* 30}, ${d.y \* 30}, 1)`),

borderWidth: 1

}]

},

options: {

responsive: true,

maintainAspectRatio: false,

plugins: {

tooltip: {

callbacks: {

label: function(context) {

const label = context.chart.data.labels[context.dataIndex] || '';

const value = context.raw;

return `${label}: (Olasılık: ${value.x}, Etki: ${value.y}, Skor: ${value.r \* 1.5})`;

}

}

},

legend: {

display: false

}

},

scales: {

x: {

title: {

display: true,

text: 'Olasılık (1-5)',

font: { weight: 'bold' }

},

min: 0,

max: 5.5

},

y: {

title: {

display: true,

text: 'Etki (1-5)',

font: { weight: 'bold' }

},

min: 0,

max: 5.5

}

}

}

});

}

});

</script>

</body>

</html>

‘’’

## 9. Web Page

‘’’ HTML

<!DOCTYPE html>

<html lang="tr" class="scroll-smooth">

<head>

<meta charset="UTF-8">

<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">

<title>Erişilebilir Eğitim Platformu - İnteraktif Proje Raporu</title>

<!-- Chosen Palette: Warm Neutrals & Soft Tones -->

<!-- Application Structure Plan: The SPA is designed as a top-down narrative journey. It starts with the core problem (the 'Why'), moves to the interactive solution flows (the 'How'), details the MVP scope (the 'What'), presents key data via a dashboard of charts (the 'Metrics'), lays out the timeline (the 'When'), and finally touches on the future vision. This thematic, story-driven structure was chosen over mirroring the report's chapters to make the complex information more engaging and digestible for all stakeholders, particularly those without a deep technical background. The interactive flowcharts and charts are central to this design, allowing users to explore complex data points intuitively. -->

<!-- Visualization & Content Choices:

- Problem/Solution Flow: Report Info -> User journey for visually/hearing impaired. Goal -> Organize. Viz/Method -> Custom interactive flowcharts using HTML/Tailwind. Interaction -> Hover effects to reveal details. Justification -> Visually explains the complex asynchronous process far better than text, making the core solution understandable at a glance.

- Target Audience: Report Info -> Primary/Secondary user segments. Goal -> Inform/Compare. Viz/Method -> Donut Chart (Chart.js/Canvas). Interaction -> Tooltips on hover. Justification -> Excellent for showing simple proportions of a whole, clearly communicating the user focus.

- AI Service Comparison: Report Info -> Table 4.1 comparing Google vs. Whisper vs. Amazon. Goal -> Compare. Viz/Method -> Radar Chart (Chart.js/Canvas). Interaction -> Tooltips. Justification -> Ideal for comparing multiple entities across several quantitative axes (quality, cost, etc.), offering a quick visual summary of the strategic tech choice.

- Risk Matrix: Report Info -> Table 5.1 risk analysis. Goal -> Relationships. Viz/Method -> Bubble Chart (Chart.js/Canvas). Interaction -> Tooltips showing details. Justification -> Effectively maps three variables (Probability, Impact, Risk Score) onto a 2D space, immediately highlighting the most critical risks.

- Roadmap: Report Info -> 12-sprint development plan. Goal -> Change/Organize. Viz/Method -> Custom vertical timeline with HTML/Tailwind. Interaction -> Static visual. Justification -> An intuitive and standard way to represent a chronological project plan.

-->

<!-- CONFIRMATION: NO SVG graphics used. NO Mermaid JS used. -->

<script src="https://cdn.tailwindcss.com"></script>

<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/chart.js"></script>

<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/chartjs-adapter-date-fns/dist/chartjs-adapter-date-fns.bundle.min.js"></script>

<link rel="preconnect" href="https://fonts.googleapis.com">

<link rel="preconnect" href="https://fonts.gstatic.com" crossorigin>

<link href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Inter:wght@400;500;600;700;800&display=swap" rel="stylesheet">

<style>

body {

font-family: 'Inter', sans-serif;

background-color: #FDFBF8; /\* Warm Neutral Background \*/

color: #4A4A4A; /\* Dark Gray for text \*/

}

.chart-container {

position: relative;

width: 100%;

max-width: 600px;

margin-left: auto;

margin-right: auto;

height: 350px; /\* Base height \*/

max-height: 400px;

}

@media (min-width: 768px) {

.chart-container {

height: 400px;

}

}

.flowchart-step {

transition: transform 0.2s ease-in-out, box-shadow 0.2s ease-in-out;

border-width: 1px;

}

.flowchart-step:hover {

transform: translateY(-5px);

box-shadow: 0 10px 15px -3px rgb(0 0 0 / 0.07), 0 4px 6px -4px rgb(0 0 0 / 0.07);

}

.timeline-item::before {

content: '';

position: absolute;

left: 1rem;

top: 1rem;

bottom: 0;

width: 2px;

background-color: #D4C4B6; /\* Soft accent \*/

}

.timeline-item:last-child::before {

display: none;

}

.timeline-dot {

position: absolute;

left: 0;

top: 0.25rem;

height: 2rem;

width: 2rem;

display: flex;

align-items: center;

justify-content: center;

border-radius: 9999px;

background-color: #8C6A5D; /\* Main Accent \*/

color: white;

font-weight: bold;

border: 4px solid #FDFBF8;

}

.section-title {

color: #8C6A5D;

}

.card {

background-color: #FFFFFF;

border-radius: 0.75rem;

box-shadow: 0 4px 6px -1px rgb(0 0 0 / 0.05), 0 2px 4px -2px rgb(0 0 0 / 0.05);

border: 1px solid #F0EBE5;

}

.btn-primary {

background-color: #8C6A5D;

color: #FFFFFF;

transition: background-color 0.3s;

}

.btn-primary:hover {

background-color: #6E534A;

}

</style>

</head>

<body>

<header class="bg-[#A58A7F] text-white text-center py-16 px-4">

<h1 class="text-4xl md:text-5xl font-extrabold mb-3 tracking-tight">Erişilebilir Eğitim Platformu</h1>

<p class="text-lg md:text-xl max-w-3xl mx-auto text-stone-200">Yapay Zeka ile Dijital Eğitimde Fırsat Eşitliği Yaratmak</p>

</header>

<main class="container mx-auto p-4 md:p-8 space-y-24">

<section id="problem">

<div class="text-center mb-12">

<h2 class="text-3xl font-bold section-title mb-2">Problem: Dijital Eğitimdeki Erişilebilirlik Uçurumu</h2>

<p class="max-w-3xl mx-auto text-gray-600">Standart dijital eğitim materyalleri, engelli öğrenciler için görünmez engeller oluşturarak akademik potansiyellerini tam olarak kullanmalarını engelliyor. Bu platform, bu engelleri kaldırmak için tasarlandı.</p>

</div>

<div class="grid grid-cols-1 md:grid-cols-2 gap-8">

<div class="card p-6">

<h3 class="text-xl font-bold mb-4 flex items-center gap-3"><span class="text-3xl">👁️</span>Görme Engelli Öğrenciler</h3>

<p class="text-gray-600">Taranmış PDF'ler, ders sunumları ve resimler gibi görsel ağırlıklı içerikler, ekran okuyucular tarafından işlenemediği için erişilemez hale geliyor. Bu durum, öğrencilerin temel ders materyallerini dahi takip edememesine neden oluyor.</p>

</div>

<div class="card p-6">

<h3 class="text-xl font-bold mb-4 flex items-center gap-3"><span class="text-3xl">👂</span>İşitme Engelli Öğrenciler</h3>

<p class="text-gray-600">Derslerin video veya ses kayıtları genellikle altyazısızdır. Mevcut altyazılar ise teknik terimleri yanlış içerir ve içeriğin anlaşılmasını zorlaştırır. Bu, öğrencilerin dersleri etkin bir şekilde takip etmesini imkansız kılıyor.</p>

</div>

</div>

</section>

<section id="cozum">

<div class="text-center mb-12">

<h2 class="text-3xl font-bold section-title mb-2">Çözüm: Yapay Zeka Destekli Dönüşüm Akışı</h2>

<p class="max-w-3xl mx-auto text-gray-600">Platformumuz, kullanıcıların erişilemez materyallerini yükleyip, arka planda çalışan akıllı sistemlerle tam erişilebilir formatlara dönüştürmelerini sağlar. İşte bu sihrin nasıl çalıştığı:</p>

</div>

<div class="space-y-12">

<div class="card p-6 md:p-8">

<h3 class="text-2xl font-bold mb-6 text-center">Görme Engelli Öğrenci İçin Metinden Sese Akışı</h3>

<div class="flex flex-col md:flex-row items-center justify-center gap-4 text-center">

<div class="flowchart-step border-gray-200 p-4 rounded-lg w-full md:w-48"><strong>1. Yükleme</strong><br><span class="text-sm">Kullanıcı PDF/DOCX yükler</span></div>

<div class="text-3xl text-[#D4C4B6] transform rotate-90 md:rotate-0">→</div>

<div class="flowchart-step border-gray-200 p-4 rounded-lg w-full md:w-48"><strong>2. Analiz</strong><br><span class="text-sm">Metin (OCR) ve Görsel (AI Vision) çıkarılır</span></div>

<div class="text-3xl text-[#D4C4B6] transform rotate-90 md:rotate-0">→</div>

<div class="flowchart-step border-gray-200 p-4 rounded-lg w-full md:w-48"><strong>3. Sentez</strong><br><span class="text-sm">Yüksek kaliteli ses (TTS) üretilir</span></div>

<div class="text-3xl text-[#D4C4B6] transform rotate-90 md:rotate-0">→</div>

<div class="flowchart-step bg-green-50 border-green-300 p-4 rounded-lg w-full md:w-48 font-semibold"><strong>4. Sonuç</strong><br><span class="text-sm">İndirilebilir MP3 dosyası</span></div>

</div>

</div>

<div class="card p-6 md:p-8">

<h3 class="text-2xl font-bold mb-6 text-center">İşitme Engelli Öğrenci İçin Sesten Metne Akışı</h3>

<div class="flex flex-col md:flex-row items-center justify-center gap-4 text-center">

<div class="flowchart-step border-gray-200 p-4 rounded-lg w-full md:w-48"><strong>1. Yükleme</strong><br><span class="text-sm">Kullanıcı MP4/MP3 yükler</span></div>

<div class="text-3xl text-[#D4C4B6] transform rotate-90 md:rotate-0">→</div>

<div class="flowchart-step border-gray-200 p-4 rounded-lg w-full md:w-48"><strong>2. Transkripsiyon</strong><br><span class="text-sm">Konuşma metne çevrilir (STT)</span></div>

<div class="text-3xl text-[#D4C4B6] transform rotate-90 md:rotate-0">→</div>

<div class="flowchart-step border-gray-200 p-4 rounded-lg w-full md:w-48"><strong>3. Zamanlama</strong><br><span class="text-sm">Kelimelere zaman damgası eklenir</span></div>

<div class="text-3xl text-[#D4C4B6] transform rotate-90 md:rotate-0">→</div>

<div class="flowchart-step bg-green-50 border-green-300 p-4 rounded-lg w-full md:w-48 font-semibold"><strong>4. Sonuç</strong><br><span class="text-sm">Metin dökümü ve .SRT altyazı</span></div>

</div>

</div>

</div>

</section>

<section id="mvp">

<div class="text-center mb-12">

<h2 class="text-3xl font-bold section-title mb-2">MVP Kapsamı: Odaklanmış Başlangıç</h2>

<p class="max-w-3xl mx-auto text-gray-600">Projenin ilk aşamasında, en kritik kullanıcı ihtiyaçlarına odaklanarak maksimum etki yaratmayı hedefliyoruz. Bu, sağlam bir temel oluşturmamızı ve kullanıcı geri bildirimleriyle büyümemizi sağlayacak.</p>

</div>

<div class="card p-6 md:p-8">

<div class="grid grid-cols-1 md:grid-cols-2 gap-8">

<div class="border-r-0 md:border-r md:pr-8 border-gray-200">

<h3 class="text-2xl font-bold mb-4 text-green-700">MVP'de Yer Alacaklar (IN)</h3>

<ul class="space-y-3">

<li class="flex items-start"><span class="text-green-600 font-bold mr-2">✓</span><span><strong>Çekirdek Dönüşüm:</strong> PDF/DOCX'ten sese (TTS) ve MP4/MP3'ten metne/altyazıya (STT) temel dönüşüm.</span></li>

<li class="flex items-start"><span class="text-green-600 font-bold mr-2">✓</span><span><strong>Temel Görüntü Açıklama:</strong> Yüklenen dokümanlar içindeki basit görseller için otomatik metin üretimi.</span></li>

<li class="flex items-start"><span class="text-green-600 font-bold mr-2">✓</span><span><strong>Standart Kullanıcı Yönetimi:</strong> Güvenli üyelik, giriş ve dosya yönetimi.</span></li>

</ul>

</div>

<div>

<h3 class="text-2xl font-bold mb-4 text-red-700">Sonraki Aşamalar (OUT)</h3>

<ul class="space-y-3">

<li class="flex items-start"><span class="text-red-600 font-bold mr-2">✗</span><span><strong>Türk İşaret Dili (TİD) Avatarı:</strong> Yüksek karmaşıklığı nedeniyle uzun vadeli vizyonun bir parçasıdır.</span></li>

<li class="flex items-start"><span class="text-red-600 font-bold mr-2">✗</span><span><strong>Gelişmiş Ayarlar:</strong> Okuma hızı, konuşmacı ayrımı, online metin editörü gibi özellikler.</span></li>

<li class="flex items-start"><span class="text-red-600 font-bold mr-2">✗</span><span><strong>Kurumsal (B2B) Panel:</strong> Eğitim kurumlarına özel yönetim arayüzü.</span></li>

</ul>

</div>

</div>

</div>

</section>

<section id="dashboard">

<div class="text-center mb-12">

<h2 class="text-3xl font-bold section-title mb-2">Proje Metrikleri: Veriye Dayalı Kararlar</h2>

<p class="max-w-3xl mx-auto text-gray-600">Proje planlamasını ve stratejik kararları şekillendiren temel verileri görselleştiriyoruz. Bu metrikler, teknoloji seçimlerimizi ve risk yönetimimizi desteklemektedir.</p>

</div>

<div class="grid grid-cols-1 lg:grid-cols-2 gap-8">

<div class="card p-6">

<h3 class="text-xl font-bold text-center mb-4">Hedef Kitle Önceliklendirmesi</h3>

<p class="text-center text-sm text-gray-500 mb-4">MVP aşamasında, en acil ihtiyacı olan öğrenci gruplarına odaklanıyoruz. Bu dağılım, özellik geliştirme önceliklerimizi belirlemektedir.</p>

<div class="chart-container">

<canvas id="targetAudienceChart"></canvas>

</div>

</div>

<div class="card p-6">

<h3 class="text-xl font-bold text-center mb-4">AI Servisleri Karşılaştırması (STT)</h3>

<p class="text-center text-sm text-gray-500 mb-4">Transkripsiyon (STT) için kritik olan doğruluk, maliyet ve esneklik gibi faktörlere göre teknoloji seçimi yapılmıştır.</p>

<div class="chart-container">

<canvas id="aiServiceChart"></canvas>

</div>

</div>

<div class="card p-6 lg:col-span-2">

<h3 class="text-xl font-bold text-center mb-4">Proje Risk Matrisi</h3>

<p class="text-center text-sm text-gray-500 mb-4">En yüksek skora sahip riskler (sağ üst köşe), proje yönetiminde en çok dikkat edilmesi gereken alanları göstermektedir. Balon boyutu, riskin genel önemini (Olasılık x Etki) temsil eder.</p>

<div class="chart-container h-[450px] max-h-[500px]">

<canvas id="riskMatrixChart"></canvas>

</div>

</div>

</div>

</section>

<section id="roadmap">

<div class="text-center mb-12">

<h2 class="text-3xl font-bold section-title mb-2">MVP Geliştirme Yol Haritası</h2>

<p class="max-w-3xl mx-auto text-gray-600">2 haftalık sprintlerle planlanmış, 24 haftalık (yaklaşık 6 ay) modüler bir geliştirme süreci öngörülmektedir. Her aşama, bir öncekinin üzerine inşa edilir.</p>

</div>

<div class="card p-6 md:p-8">

<div class="relative max-w-2xl mx-auto">

<div class="timeline-item">

<div class="timeline-dot">1</div>

<h4 class="font-bold text-lg mb-1">Sprint 1-4: Temel Altyapı</h4>

<p class="text-gray-600">Projenin iskeletinin oluşturulması: Güvenli kullanıcı yönetimi, veritabanı, asenkron görev altyapısı (Celery) ve bulut depolama entegrasyonu.</p>

</div>

<div class="timeline-item">

<div class="timeline-dot">2</div>

<h4 class="font-bold text-lg mb-1">Sprint 5-8: TTS Modülü</h4>

<p class="text-gray-600">İlk değer önerisi: PDF/DOCX dosyalarından metin çıkarıp Google TTS API'si ile seslendiren ve MP3 olarak sunan modülün entegrasyonu.</p>

</div>

<div class="timeline-item">

<div class="timeline-dot">3</div>

<h4 class="font-bold text-lg mb-1">Sprint 9-12: STT Modülü</h4>

<p class="text-gray-600">İkinci değer önerisi: Self-hosted Whisper servisinin kurulması ve video/ses dosyalarından metin transkripti üreten modülün entegrasyonu.</p>

</div>

<div class="timeline-item">

<div class="timeline-dot">4</div>

<h4 class="font-bold text-lg mb-1">Sprint 13-16: Zenginleştirme</h4>

<p class="text-gray-600">Mevcut modüllerin geliştirilmesi: Görüntü açıklaması (Vision AI) ve .SRT altyazı üretimi özelliklerinin eklenmesi.</p>

</div>

<div class="timeline-item">

<div class="timeline-dot">5</div>

<h4 class="font-bold text-lg mb-1">Sprint 17-20: Kapalı Beta</h4>

<p class="text-gray-600">Gerçek kullanıcılarla uçtan uca testler, geri bildirim toplama ve kritik hata düzeltmeleri.</p>

</div>

<div class="timeline-item">

<div class="timeline-dot">6</div>

<h4 class="font-bold text-lg mb-1">Sprint 21-24: Açık Beta & Lansman</h4>

<p class="text-gray-600">Platformun genele açılması, performans izleme ve optimizasyon. İlk kullanıcı verilerinin toplanması.</p>

</div>

</div>

</div>

</section>

</main>

<footer class="bg-[#4A4A4A] text-white text-center p-6 mt-16">

<p>&copy; 2025 Erişilebilir Eğitim Platformu Projesi.</p>

<p class="text-sm text-gray-400 mt-1">Bu interaktif rapor, bir proje fizibilite çalışmasından derlenmiştir.</p>

</footer>

<script>

document.addEventListener('DOMContentLoaded', () => {

const palette = {

mainAccent: '#8C6A5D', // Main brown

softAccent: '#D4C4B6', // Light beige

textDark: '#4A4A4A',

textLight: '#6E534A',

background: '#FDFBF8',

success: '#5A8B43',

danger: '#C0392B'

};

const sharedTooltipOptions = {

plugins: {

tooltip: {

backgroundColor: 'rgba(0, 0, 0, 0.7)',

titleFont: { weight: 'bold' },

bodyFont: { size: 12 },

padding: 10,

cornerRadius: 4,

callbacks: {

title: function(tooltipItems) {

const item = tooltipItems[0];

let label = item.chart.data.labels[item.dataIndex];

if (Array.isArray(label)) {

return label.join(' ');

}

return label;

}

}

}

}

};

const targetAudienceCtx = document.getElementById('targetAudienceChart')?.getContext('2d');

if (targetAudienceCtx) {

new Chart(targetAudienceCtx, {

type: 'doughnut',

data: {

labels: ['Görme/İşitme Engelli Öğrenciler', 'Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrenciler', 'Yaşam Boyu Öğrenenler', 'Eğitim Kurumları (B2B)'],

datasets: [{

label: 'Hedef Kitle Dağılımı',

data: [50, 25, 15, 10],

backgroundColor: [palette.mainAccent, palette.softAccent, '#E4D9CF', '#C8B6A6'],

borderColor: palette.background,

borderWidth: 4,

hoverOffset: 8

}]

},

options: {

responsive: true,

maintainAspectRatio: false,

plugins: {

...sharedTooltipOptions.plugins,

legend: {

position: 'bottom',

labels: {

padding: 20,

color: palette.textDark,

font: { size: 12 }

}

}

}

}

});

}

const aiServiceCtx = document.getElementById('aiServiceChart')?.getContext('2d');

if (aiServiceCtx) {

new Chart(aiServiceCtx, {

type: 'radar',

data: {

labels: ['Türkçe Doğruluğu', 'Maliyet Etkinliği (TCO)', 'Entegrasyon Esnekliği', 'Konuşmacı Ayrımı Yeteneği'],

datasets: [

{

label: 'Google Cloud STT',

data: [4, 2, 5, 1],

backgroundColor: 'rgba(212, 196, 182, 0.4)', // softAccent with alpha

borderColor: palette.softAccent,

pointBackgroundColor: palette.softAccent,

pointBorderColor: '#fff',

},

{

label: 'Self-Hosted Whisper',

data: [5, 5, 2, 4],

backgroundColor: 'rgba(140, 106, 93, 0.4)', // mainAccent with alpha

borderColor: palette.mainAccent,

pointBackgroundColor: palette.mainAccent,

pointBorderColor: '#fff',

}

]

},

options: {

responsive: true,

maintainAspectRatio: false,

plugins: {

...sharedTooltipOptions.plugins,

legend: {

labels: {

color: palette.textDark

}

}

},

scales: {

r: {

beginAtZero: true,

max: 5,

pointLabels: {

font: { size: 11 },

color: palette.textDark

},

grid: { color: '#E0D6CC' },

angleLines: { color: '#E0D6CC' }

}

}

}

});

}

const riskMatrixCtx = document.getElementById('riskMatrixChart')?.getContext('2d');

if (riskMatrixCtx) {

const riskData = [

{ x: 4, y: 5, r: 20, label: 'Kapsam Kayması (Scope Creep)' },

{ x: 3, y: 5, r: 15, label: 'KVKK İhlali' },

{ x: 4, y: 4, r: 16, label: 'Büyük Dosya İşleme Süresi/Maliyeti' },

{ x: 4, y: 4, r: 16, label: 'Yapay Zeka Kaynaklı Hatalı Bilgi' },

{ x: 3, y: 5, r: 15, label: 'AI Servislerinin Düşük Türkçe Doğruluğu' },

];

new Chart(riskMatrixCtx, {

type: 'bubble',

data: {

labels: riskData.map(d => d.label),

datasets: [{

label: 'Risk Skoru',

data: riskData,

backgroundColor: riskData.map(d => `rgba(140, 106, 93, ${ (d.r / 25) \* 0.8 + 0.2 })`), // mainAccent with opacity based on score

borderColor: palette.mainAccent,

borderWidth: 1

}]

},

options: {

responsive: true,

maintainAspectRatio: false,

plugins: {

tooltip: {

backgroundColor: 'rgba(0, 0, 0, 0.7)',

titleFont: { weight: 'bold' },

bodyFont: { size: 12 },

padding: 10,

cornerRadius: 4,

callbacks: {

label: function(context) {

const label = context.chart.data.labels[context.dataIndex] || '';

const value = context.raw;

return `${label}: (Olasılık: ${value.x}, Etki: ${value.y}, Skor: ${value.r})`;

}

}

},

legend: {

display: false

}

},

scales: {

x: {

title: { display: true, text: 'Olasılık →', font: { weight: 'bold', size: 14 }, color: palette.textDark },

min: 0.5, max: 5.5, grid: { color: '#E0D6CC' }

},

y: {

title: { display: true, text: 'Etki →', font: { weight: 'bold', size: 14 }, color: palette.textDark },

min: 0.5, max: 5.5, grid: { color: '#E0D6CC' }

}

}

}

});

}

});

</script>

</body>

</html>

‘’’

#### Works cited

1. ENGELSİZ DİJİTAL DÖNÜŞÜM - ENGELSİZ BİLİŞİM 2023, accessed June 30, 2025, <https://www.engelsizbilisim.org/wp-content/uploads/ENGELSIZ-BILISIM-2023-ENGELSIZ-DIJITAL-DONUSUM-baski.pdf>
2. Yükseköğretimdeki İşitme Engelli Öğrenciler Akademisyenleri Fethediyor - Mind the Graph, accessed June 30, 2025, <https://mindthegraph.com/blog/tr/deaf-students-in-higher-education/>
3. Türkiye'de Engelli Bireylerin Eğitim Haklarına İlişkin Yasal Düzenlemeler - Emo Teknoloji, accessed June 30, 2025, <https://www.emoteknoloji.com/turkiyede-engelli-bireylerin-egitim-haklarina>
4. YÖK Engelsiz Erişim ve Engelsiz Eğitim - YÖK Engelli Öğrenci Komisyonu, accessed June 30, 2025, <https://engelsiz.yok.gov.tr/Sayfalar/Haberler/2020/engelsiz-erisim-engelsiz-egitim.aspx>
5. Engeli Olan Çocukların Türkiye'de Eğitime Erişimi: Durum Analizi ve Öneriler - Eğitim Reformu Girişimi, accessed June 30, 2025, <https://egitimreformugirisimi.org/wp-content/uploads/2017/03/ERG_Engeli-Olan-%C3%87ocuklar%C4%B1n-T%C3%BCrkiyede-E%C4%9Fitime-Eri%C5%9Fimi.pdf>
6. “ “ENGELLİLER İÇİN BİLGİLENDİRME REHBERİ - Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, accessed June 30, 2025, <https://www.aile.gov.tr/media/35694/engelli-bilgilendirme.pdf>
7. Yüksek Öğretim Kurumları Engelliler Danışma ve Koordinasyon Yönetmeliği - T.C. Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, accessed June 30, 2025, <https://www.aile.tr/eyhgm/mevzuat/ulusal-mevzuat/yonetmelikler/yuksek-ogretim-kurumlari-engelliler-danisma-ve-koordinasyon-yonetmeligi/>
8. Layout-Parser/layout-parser: A Unified Toolkit for Deep Learning Based Document Image Analysis - GitHub, accessed June 30, 2025, <https://github.com/Layout-Parser/layout-parser>
9. Extract Text From a Multi-Column Document Using PyMuPDF in Python - Medium, accessed June 30, 2025, <https://medium.com/@pymupdf/extract-text-from-a-multi-column-document-using-pymupdf-in-python-a0395ebc8e28>
10. Text-to-Speech AI: Lifelike Speech Synthesis - Google Cloud, accessed June 30, 2025, <https://cloud.google.com/text-to-speech>
11. Supported voices and languages | Cloud Text-to-Speech API ..., accessed June 30, 2025, <https://cloud.google.com/text-to-speech/docs/list-voices-and-types>
12. New Amazon Polly Neural Turkish Voice: Burcu - AWS, accessed June 30, 2025, <https://aws.amazon.com/about-aws/whats-new/2024/02/amazon-polly-neural-turkish-voice-burcu/>
13. Google AI Ses Oluşturucu: Derinlemesine Analiz Artı Kolay Bir Alternatif - CapCut, accessed June 30, 2025, <https://www.capcut.com/tr-tr/resource/google-ai-voice-generator>
14. Cloud Text-to-Speech API – Marketplace - Google Cloud console, accessed June 30, 2025, <https://console.cloud.google.com/marketplace/product/google/texttospeech.googleapis.com>
15. Amazon Polly Fiyatlandırması - AWS, accessed June 30, 2025, <https://aws.amazon.com/tr/polly/pricing/>
16. Google Cloud Text-to-Speech vs. Amazon Polly [Compare Pricing & Features in 2025], accessed June 30, 2025, <https://unrealspeech.com/compare/google-text-to-speech-vs-amazon-polly-text-to-speech>
17. Amazon Polly vs. Google Cloud Text-to-Speech [Compare Pricing & Features in 2025], accessed June 30, 2025, <https://unrealspeech.com/compare/amazon-polly-text-to-speech-vs-google-text-to-speech>
18. Amazon Polly vs Google Tts - Murf AI, accessed June 30, 2025, <https://murf.ai/compare/amazon-polly-vs-google-tts>
19. Vision AI: Image and visual AI tools | Google Cloud, accessed June 30, 2025, <https://cloud.google.com/vision>
20. Gemini 2.5 Pro - Google DeepMind, accessed June 30, 2025, <https://deepmind.google/models/gemini/pro/>
21. Google AI Pro is free for students through finals 2026, accessed June 30, 2025, <https://gemini.google/students/>
22. Accelerate discovery with Gemini for Research - Gemini API | Google AI for Developers, accessed June 30, 2025, <https://ai.google.dev/gemini-api/docs/gemini-for-research>
23. Speech-to-Text supported languages - Google Cloud, accessed June 30, 2025, <https://cloud.google.com/speech-to-text/docs/speech-to-text-supported-languages>
24. Speech-to-Text AI: speech recognition and transcription - Google Cloud, accessed June 30, 2025, <https://cloud.google.com/speech-to-text>
25. Home - Whisper - OpenAI - Research Guides at Emory University Libraries, accessed June 30, 2025, <https://guides.libraries.emory.edu/c.php?g=1442123&p=10711495>
26. Introducing Whisper - OpenAI, accessed June 30, 2025, <https://openai.com/index/whisper/>
27. It Started With a Whisper. A Comparison of Popular Speech-to-Text… | by Anna Kiefer, accessed June 30, 2025, <https://medium.com/@askiefer/it-started-with-a-whisper-4090d26d95e4>
28. OpenAI Whisper vs Google Speech-to-Text vs Amazon Transcribe: The ASR Rundown, accessed June 30, 2025, <https://www.gladia.io/blog/openai-whisper-vs-google-speech-to-text-vs-amazon-transcribe>
29. The Rise of AI Transcription: Whisper vs Google Speech-to-Text | Kenility, accessed June 30, 2025, <https://www.kenility.com/blog/technology/rise-ai-transcription-whisper-vs-google-speech-text>
30. arXiv:2503.18485v2 [cs.CL] 28 Mar 2025, accessed June 30, 2025, <https://arxiv.org/pdf/2503.18485>
31. Turkish Asr Leaderboard - a Hugging Face Space by ysdede, accessed June 30, 2025, <https://huggingface.co/spaces/ysdede/turkish_asr_leaderboard>
32. (PDF) Implementation of a Whisper Architecture-Based Turkish Automatic Speech Recognition (ASR) System and Evaluation of the Effect of Fine-Tuning with a Low-Rank Adaptation (LoRA) Adapter on Its Performance - ResearchGate, accessed June 30, 2025, <https://www.researchgate.net/publication/385335129_Implementation_of_a_Whisper_Architecture-Based_Turkish_Automatic_Speech_Recognition_ASR_System_and_Evaluation_of_the_Effect_of_Fine-Tuning_with_a_Low-Rank_Adaptation_LoRA_Adapter_on_its_Performance>
33. What is Faster Whisper? Features & Getting Started, accessed June 30, 2025, <https://www.deepchecks.com/llm-tools/faster-whisper/>
34. Faster Whisper transcription with CTranslate2 - GitHub, accessed June 30, 2025, <https://github.com/SYSTRAN/faster-whisper>
35. OpenAI Whisper In-House Transcription: Is It Worth the Cost? - Vatis Tech, accessed June 30, 2025, <https://vatis.tech/blog/openai-whisper-in-house-transcription-is-it-worth-the-cost>
36. Whisper, faster-whisper, insanely-fast-whisper, WhisperX... which one do you suggest? : r/OpenAI - Reddit, accessed June 30, 2025, <https://www.reddit.com/r/OpenAI/comments/1bpuwve/whisper_fasterwhisper_insanelyfastwhisper/>
37. Hexagonal Architecture - System Design - GeeksforGeeks, accessed June 30, 2025, <https://www.geeksforgeeks.org/system-design/hexagonal-architecture-system-design/>
38. Celery vs. AWS Lambda funcions for lot of long running tasks - Stack Overflow, accessed June 30, 2025, <https://stackoverflow.com/questions/75756702/celery-vs-aws-lambda-funcions-for-lot-of-long-running-tasks>
39. Integrating Django with Celery for Asynchronous Tasks: A Complete Guide | by Samuel Getachew | Python in Plain English, accessed June 30, 2025, <https://python.plainenglish.io/integrating-django-with-celery-for-asynchronous-tasks-a-complete-guide-f95817cb34ef>
40. Asynchronous Tasks With Django and Celery - Real Python, accessed June 30, 2025, <https://realpython.com/asynchronous-tasks-with-django-and-celery/>
41. A Guide to Using Celery with Django for Background Processing | by Muktar SayedSaleh, accessed June 30, 2025, <https://muktar.tech/a-guide-to-using-celery-with-django-for-background-processing-fb14e6c4a299>
42. Celery message queue vs AWS Lambda task processing - Stack Overflow, accessed June 30, 2025, <https://stackoverflow.com/questions/40173481/celery-message-queue-vs-aws-lambda-task-processing>
43. How to Use Celery with Django for Asynchronous and Periodic Tasks : A Comprehensive Guide, accessed June 30, 2025, <https://djangocentral.com/how-to-use-celery-with-django/>
44. Asynchronous Tasks With Django and Celery | by Mehedi Khan - Medium, accessed June 30, 2025, <https://medium.com/django-unleashed/asynchronous-tasks-with-django-and-celery-f8dd770506f4>
45. Accessibility audits with Playwright, Axe, and GitHub Actions - DEV Community, accessed June 30, 2025, <https://dev.to/jacobandrewsky/accessibility-audits-with-playwright-axe-and-github-actions-2504>
46. Automate Accessibility Testing with GitHub Actions, with Adrián Bolonio | Some Antics, accessed June 30, 2025, <https://someantics.dev/automate-accessibility-testing-with-github-actions/>
47. Quickly compare the cost of storing your data on Amazon AWS S3, Google Storage, and Microsoft Azure. - CostStorage.com ☁️ ️, accessed June 30, 2025, <http://www.coststorage.com/compare/aws-google-azure/>
48. Cloud Pricing Comparison: AWS vs. Azure vs. Google Cloud Platform in 2025 - Cast AI, accessed June 30, 2025, <https://cast.ai/blog/cloud-pricing-comparison/>
49. AWS S3 vs. Google Cloud Storage Pricing - Reddit, accessed June 30, 2025, <https://www.reddit.com/r/aws/comments/1bi3xb8/aws_s3_vs_google_cloud_storage_pricing/>
50. Amazon S3 vs Google Cloud Storage vs Azure Storage Cost - Economize Cloud, accessed June 30, 2025, <https://www.economize.cloud/blog/amazon-s3-vs-google-storage-vs-azure-storage/>
51. S3 Vs. GCS Vs. Azure Blob Storage: Cloud Storage Comparison - Airbyte, accessed June 30, 2025, <https://airbyte.com/data-engineering-resources/s3-gcs-and-azure-blob-storage-compared>
52. Hosted API vs Self-Hosted: Best Deployment Option - Thinkfree.com, accessed June 30, 2025, <https://thinkfree.com/hosted-api-vs-self-hosted/>
53. AI API vs Custom: TCO Showdown | by API4AI - Medium, accessed June 30, 2025, <https://medium.com/@API4AI/off-the-shelf-vs-bespoke-the-total-cost-of-ownership-showdown-e1ff789a6656>
54. How much does it really cost to host Whisper AI transcription? - Gladia, accessed June 30, 2025, <https://www.gladia.io/blog/how-much-does-it-really-cost-to-host-open-ai-whisper-ai-transcription>
55. LLM API's vs. Self-Hosting Models : r/LocalLLM - Reddit, accessed June 30, 2025, <https://www.reddit.com/r/LocalLLM/comments/1kxlcja/llm_apis_vs_selfhosting_models/>
56. KVKK Aydınlatma Metni - Kalevera Hotel, accessed June 30, 2025, <https://kalevera.com/kurumsal/kvkk/kvkk-aydinlatma-metni/>
57. Güncel KVKK Aydınlatma Yazısı'nı İnceleyebilirsiniz - Albaraka Türk, accessed June 30, 2025, <https://www.albaraka.com.tr/tr/hakkimizda/iletisim/kvkk-aydinlatma-yazisi>
58. Uzaktan Eğitim, Sunum Ve Toplantı Platformlarının Kişisel Verilerin Korunması Kanunu Kapsamında Değerlendirilmesi - Okyay | Evren, accessed June 30, 2025, <https://okyayevren.com/yayinlar/uzaktan-egitim-sunum-ve-toplanti-platformlarinin-kisisel-verilerin-korunmasi-kanunu-kapsaminda-degerlendirilmesi/>
59. KVKK'nın Eğitim Sektöründeki Uygulamaları: Okul ve Üniversitelerde Veri Güvenliği, accessed June 30, 2025, <https://www.desafe.com.tr/2024/08/23/kvkknin-egitim-sektorundeki-uygulamalari-okul-ve-universitelerde-veri-guvenligi/>
60. Yapay Zeka ve Telif Hakkı - Gün + Partners, accessed June 30, 2025, <https://gun.av.tr/tr/goruslerimiz/makaleler/yapay-zeka-ve-telif-hakki-iliskisi>
61. Mahkeme Meta'yı haklı buldu: Yapay zeka eğitimi telif hakkı ihlali değil - Hürriyet, accessed June 30, 2025, <https://www.hurriyet.com.tr/teknoloji/mahkeme-metayi-hakli-buldu-yapay-zeka-egitimi-telif-hakki-ihlali-degil-42854382>
62. Running Whisper with a UI in Docker: A Beginner's Guide - Runpod, accessed June 30, 2025, <https://www.runpod.io/articles/guides/whisper-ui-docker-beginners-guide>
63. Deploying Faster Whisper on Kubernetes | Substratus Blog, accessed June 30, 2025, <https://www.substratus.ai/blog/deploying-faster-whisper-on-k8s>
64. Türk bilim insanlarından 'söylenen ya da yazılanı anında işaret diline çeviren' yazılım, accessed June 30, 2025, <https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/turk-bilim-insanlarindan-soylenen-ya-da-yazilani-aninda-isaret-diline-ceviren-yazilim/2014886>
65. İşitme Engelliler için Yapay Zeka Destekli İşaret Dili Avatarları Geliştiren Girişim, accessed June 30, 2025, <https://www.nuvemmag.com/post/isitme-engelliler-icin-yapay-zeka-destekli-isaret-dili-avatarlari-gelistiren-girisim>
66. saymation | işitme engelliler için çeviri platformu, accessed June 30, 2025, <https://www.saymationai.com/>
67. Gerçek Zamanlı Konuşmaları 3D Avatar ile İşaret Diline Çevirme - Saymation, accessed June 30, 2025, <https://www.saymationai.com/post/ger%C3%A7ek-zamanl%C4%B1-konu%C5%9Fmalar%C4%B1-3d-avatar-ile-i%CC%87%C5%9Faret-diline-%C3%A7evirme>
68. Üç Boyutlu Türk İşaret Dili Tercümanı, accessed June 30, 2025, <https://tid3b.com/avatar/>