

İÇİNDEKİLER

1 GEREKSİNİMLER.....	3
1.1 Gerekli Durum ve Modlar	3
1.2 YKE Fonksiyonel Gereksinimleri	3
1.2.1 Nesne Tespiti Fonksiyonelliği	4
1.2.2 Derinlik Tahmini Fonksiyonelliği	4
1.2.3 Sesli Geri Bildirim Fonksiyonelliği	4
1.3 YKE Dış Arayüz Gereksinimleri	5
1.3.1 Arayüz Tanımlaması ve Diyagramları	5
1.3.2 Kullanıcı Arayüzü	6
1.3.3 Kamera Arayüzü	7
1.3.4 Sesli Çıktı (Text-to-Speech)	7
1.3.5 Model Arayüzü (CoreML)	7
1.4 YKE Dahili Arayüz Gereksinimleri	8
1.4.1 Kamera → Nesne Tespiti Arayüzü	8
1.4.2 Nesne Tespiti → Derinlik Tahmini Arayüzü	9
1.4.3 Derinlik Tahmini → Sesli Geri Bildirim Arayüzü	9
1.4.4 Genel Gereksinimler	9
1.5 YKE Dahili Veri Gereksinimleri	10
1.5.1 Yapay Zekâ Model Dosyaları	10
1.5.2 Geçici Görüntü Verisi (Buffer)	10
1.5.3 Sesli Mesaj Şablonları	11
1.5.4 Konfigürasyon Parametreleri	11
1.6 Uyarılama Gereksinimleri	11
1.6.1 Sesli Geri Bildirim Seviyesi	11
1.6.2 Kamera Konfigürasyonu	11
1.6.3 Coğrafi Konuma Bağlı Değişiklik (Varsa)	11
1.6.4 Çalışma Modları (Geliştirilebilir)	11
1.7 Emniyet Gereksinimleri	12
1.7.1 Yanlış Pozitif Bilgi Önleme	12
1.7.2 Yanlış Negatif Bilgi Önleme	12
1.7.3 Zamanında Bildirim Zorunluluğu	12
1.7.4 Kritik Hatalarda Güvenli Mod	12
1.7.5 Donanımsal Kısıtlamalarda Uyarı	12
1.7.6 Emniyetle İlgili Geri Bildirim Testleri	13
1.8 Güvenlik ve Gizlilik Gereksinimleri	13
1.8.1 Çalışma Ortamı Güvenliği	13
1.8.2 Kamera ve Mikrofon Erişimi	13
1.8.3 Veri Kaydı ve Saklama	13
1.8.4 Riskler ve Önlemler	13
1.8.5 Güvenlik Politikası Uygunluğu	13
1.8.6 Yetkilendirme ve Sertifikasyon	14
1.9 YKE Ortam Gereksinimleri	14
1.9.1 İşletim Sistemi Gereksinimleri	14
1.9.2 Donanım Gereksinimleri	14
1.9.3 Sensör ve Bağlantı Gereksinimleri	14
1.9.4 Ortam Koşulları	14
1.10 Bilgisayar Kaynak Gereksinimleri	15
1.10.1 Bilgisayar Donanım Gereksinimleri	15
1.10.2 Bilgisayar Donanımı Kaynak Kullanımı Gereksinimleri	15
1.10.3 Bilgisayar Yazılım Gereksinimleri	16
1.10.4 Bilgisayar İletişim Gereksinimleri	16
1.11 Yazılım Kalite Faktörleri	16
1.11.1 Fonksiyonellik	16

1.11.2 Güvenilirlik	17
1.11.3 Kullanılabilirlik	17
1.11.4 Erişilebilirlik (Availability)	17
1.11.5 Esneklik	17
1.11.6 Taşınabilirlik	17
1.11.7 Test Edilebilirlik	17
1.11.8 İdame Edilebilirlik	17
1.11.9 Yeniden Kullanılabilirlik	17
1.12 Tasarım ve Uygulama Kısıtlamaları	18
1.12.1 Platforma Bağımlılık	18
1.12.2 Donanım Bağımlı Kütüphane Kullanımı	18
1.12.3 Offline Çalışma Zorunluluğu	18
1.12.4 Erişilebilirlik ve Kullanıcı Kitle Kısıtlamaları	18
1.12.5 Genişletilebilirlik ve Versiyonlanabilirlik Kısıtlamaları	18
1.12.6 Akademik Standartlar	19
1.13 Personelle İlgili Gereksinimler	19
1.13.1 Kullanıcı Profili ve Sayısı	19
1.13.2 Eğitim ve Yerleşik Yardım Gereksinimi	19
1.13.3 İnsan Faktörleri Mühendisliği Gereksinimleri	19
1.13.4 Destek Personeli Gereksinimi	19
1.14 Eğitimle İlgili Gereksinimler	20
1.14.1 Yerleşik Sesli Yardım	20
1.14.2 Eğitim Yazılım Gereksinimi	20
1.15 Lojistikle İlgili Gereksinimler	20
1.15.1 Dağıtım ve Kurulum	20
1.15.2 Bakım ve Güncellemeler	20
1.15.3 Taşınabilirlik	21
1.15.4 Donanım ve Tesis Etkileri	21
1.16 Diğer Gereksinimler	21
1.16.1 Titreşimli Uyarı (Yedekli Bildirim)	21
1.16.2 Denetimli Erişim Desteği	21
1.17 Ambalajlama Gereksinimleri	21
1.17.1 Dijital Dağıtım	21
1.17.2 Fiziksel Ambalaj Gereksinimi	22
1.18 Gereksinimlerin Önceliği ve Kritikliği	22
1.18.1 Kritik Gereksinimler (Yüksek Öncelik)	22
1.18.2 Önemli Gereksinimler (Orta Öncelik)	22
1.18.3 Destekleyici Gereksinimler (Düşük Öncelik)	22

1 GEREKSİNİMLER

1.1 Gerekli Durum ve Modlar

Bu sistem, görme engelli bireylerin günlük yaşamda karşılaştığı farklı senaryolara uyum sağlayabilecek şekilde tasarlanmıştır. YKE (Yazılım Kısmi Elemanı) olan bu uygulama için durumlar Tablo 1’de tanımlanmıştır:

Durum/Mod Adı	Açıklama
Hazır	Sistem çalıştırıldıktan sonra kamera ve modeller için ilk kontrolleri tamamlar, kullanıcıdan görüntü almaya hazır hale gelir.
Aktif	Kamera ile görüntü alınmakta ve bu görüntüler Object Detection ve Depth Estimation modellerine aktarılmaktadır. Sesli geri bildirim verilmektedir.
Bozulmuş	Kameraya ulaşılabilmesi, modelin hata vermesi ya da donanım yetersizlikleri gibi nedenlerle sistemin kısmen çalıştığı durumdur. Kullanıcıya bu durum sesli olarak bildirilir.
Kullanım Sonrası	Sistem kullanıcı tarafından kapatıldığında ya da belirli bir süre işlem yapılmadığında bu moda geçer, kaynaklar serbest bırakılır.

Tablo 1: Durum Adları ve Açıklamaları

Sistem, sürekli olarak “hazır” ve “aktif” modlar arasında geçiş yapar. Bozulmuş ve kullanım sonrası modlar ise sistemin dış etkenlere verdiği tepkilerdir.

Bu modlara göre sistem gereksinimlerinin bazıları Tablo 2’de ilişkilendirilmiştir:

Gereksinim	İlgili Mod/Durum
Görüntü Alma	Hazır/Aktif
Nesne Tespiti	Aktif
Derinlik Tahmini	Aktif
Sesli Geri Bildirim	Aktif
Hata Algılama ve Raporlama	Bozulmuş
Kaynakların Kapatılması	Kullanım Sonrası

Tablo 2: Gereksinim-Durum Eşleştirmeleri

1.2 YKE Fonksiyonel Gereksinimleri

Bu sistem üç temel fonksiyonellik etrafında şekillenmektedir: **nesne tespiti**, **derinlik tahmini** ve **sesli geri bildirim**. Her bir fonksiyonellik için sistemin gerçekleştirmesi gereken işlevler ve teknik gereksinimler

aşağıda açıklanmıştır.

1.2.1 Nesne Tespiti Fonksiyonelliği

Sistem, mobil cihazın kamerası aracılığıyla çevreden belirli aralıklarla görüntü alarak, görüntülerde nesne olup olmadığını tespit etmelidir. Bu işlem, önceden eğitilmiş ve mobil cihazda çalışabilecek şekilde optimize edilmiş bir makine öğrenmesi modeli ile gerçekleştirilir.

Fonksiyonel Gereksinimler:

- Sistem, en az her 2 saniyede bir çevreden görüntü almalıdır.
- Görüntü işleme süresi maksimum 1 saniye olmalıdır.
- Tespit edilen nesneler sınıf etiketi ve konum bilgisi (sağ, sol, yukarı, aşağı, karşı) ile birlikte sunulmalıdır.
- Sistem yalnızca %60 ve üzeri güven skoruna sahip nesneleri dikkate almalıdır.
- Aynı anda maksimum 5 nesneye kadar işlem yapılabilmelidir.
- Geçersiz ya da bulanık görüntülerde sistem hata vermemeli, "Nesne tespit edilemedi" mesajı üretmelidir.
- Bu fonksiyonellik sürekli çalışacak şekilde optimize edilmeli, mobil cihaz kaynaklarını verimli kullanmalıdır.

1.2.2 Derinlik Tahmini Fonksiyonelliği

Sistem, tespit edilen nesne ile cihaz arasındaki mesafeyi tahmin etmelidir. Bu işlem, derinlik tahmini yapan bir model aracılığıyla gerçekleştirilir. Model yalnızca nesne tespit edildiği durumda çalıştırılır.

Fonksiyonel Gereksinimler:

- Derinlik tahmini işlemi, nesne tespiti tamamlandıktan sonra 1 saniye içinde gerçekleşmelidir.
- Mesafe bilgisi ± 20 cm hata toleransı ile sağlanmalıdır.
- Çoklu nesne tespiti durumunda, en yakın nesneye öncelik verilmelidir.
- Düşük çözünürlüklü görüntülerde sistem, kalite düşse bile mesafe tahmini üretmeye çalışmalıdır.
- Derinlik tahmini başarısız olursa sistem "Mesafe tahmin edilemedi" uyarısı vermelidir.
- Model mobil cihazda çalışacak şekilde optimize edilmelidir (örneğin TensorFlow Lite dönüşümü).

1.2.3 Sesli Geri Bildirim Fonksiyonelliği

Sistem, tespit edilen nesne ve tahmin edilen mesafe bilgisini kullanıcıya sesli olarak iletmelidir. Bu sayede görme engelli birey çevresel farkındalık kazanır.

Fonksiyonel Gereksinimler:

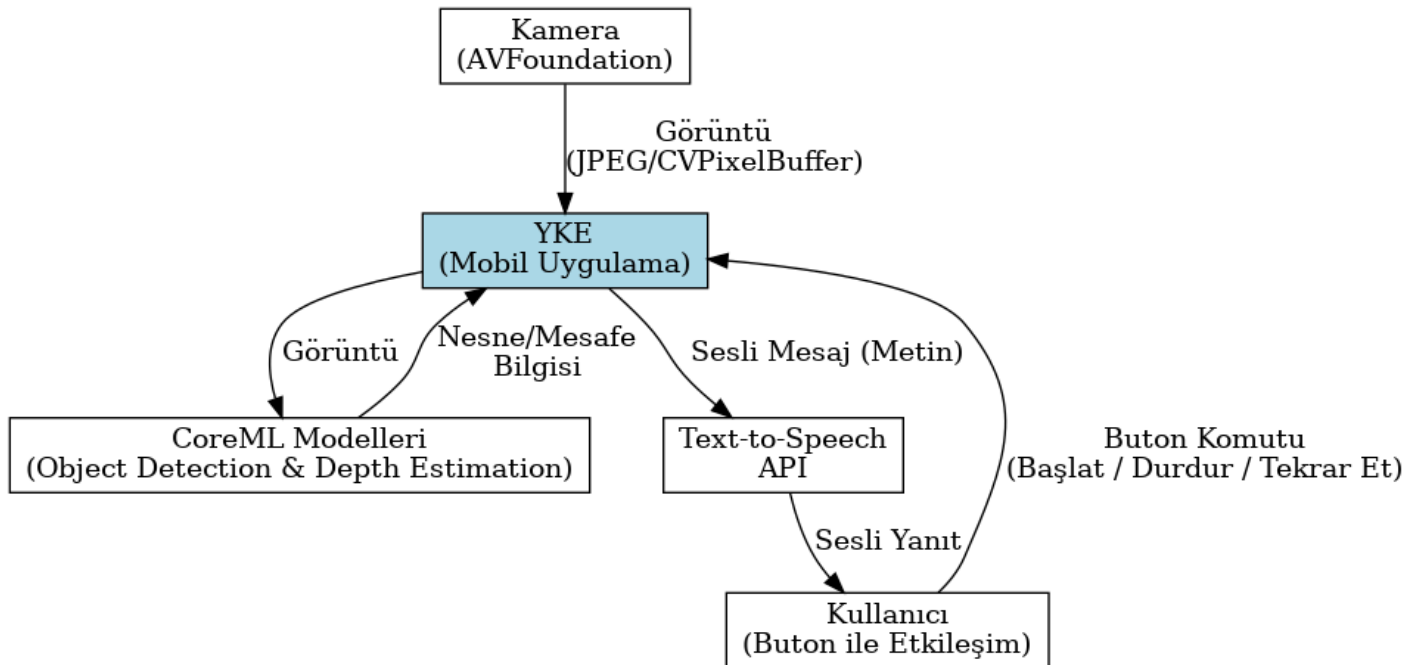
- Sesli geri bildirim, nesne ve mesafe bilgisi elde edildikten sonra en geç 1 saniye içinde başlamalıdır.
- Mesaj formatı: “{Taraft} tarafta {Mesafe} metre uzaklıkta {Nesne} var.” şeklinde olmalıdır.
- Mesaj süresi maksimum 3 saniyeyi geçmemelidir.
- Yeni bir tespit yapılmadan önceki mesaj tamamlanmalıdır; sesli bildirimler üst üste binmemelidir.
- Text-to-Speech motorunda hata oluşursa sistem varsayılan bir hata mesajı seslendirmelidir (“Sesli yanıt başarısız oldu” gibi).
- Sesli yanıtlar gecikmesiz ve doğal akışta olmalıdır; bekletmeler en aza indirilmelidir.

1.3 YKE Dış Arayüz Gereksinimleri

Bu bölümde, sistemin dış dünyayla olan bağlantıları tanımlanmış ve arayüz gereksinimleri detaylandırılmıştır. Projede YKE’nin kullanıcı, donanım ve sistem API’leri ile olan etkileşimleri aşağıda açıklanmıştır.

1.3.1 Arayüz Tanımlaması ve Diyagramları

Tanımlanacak olan arayüzün diyagramı Diyagram 1’de verilmiştir.



Diyagram 1: Dış Arayüz Gereksinimleri

Sistem, aşağıdaki dış arayüzler ile veri alışverişinde bulunur:

- **Kamera Arayüzü (AVFoundation – iOS)**
iPhone kamerası kullanılarak çevreden belirli aralıklarla görüntü alınır.

- API: AVFoundation
- Girdi: Kamera görüntüsü (RGB)
- Format: JPEG, 640x480 çözünürlük
- Frekans: 2 saniyede 1 kare
- Güvenlik: Kamera erişim izni gerektirir (iOS Privacy Setting)
- **Sesli Çıktı Arayüzü (Text-to-Speech)**
Tespit edilen nesne ve mesafe bilgisi kullanıcıya sesli olarak iletilir.
 - API: iOS Text-to-Speech
 - Veri Tipi: Metin → Ses
 - Format: İngilizce doğal konuşma
 - Maksimum Süre: 3 saniye
 - Hata Durumu: Geri bildirim verilemezse sesli uyarı (“Sesli yanıt başarısız oldu”)
- **Kullanıcı Arayüzü (UI)**
Uygulamanın sesli çıktısı dışında, sınırlı ama gerekli kullanıcı etkileşimi olabilir (örneğin: başlat/durdur veya tekrar et komutu).
 - Etkileşim Tipi: Düğme, sesli komut
 - UI Yapısı: Basit arayüz, erişilebilirlik dostu
 - Öncelik: Gerçek zamanlı tepki (1 saniye içinde)
- **Model Arayüzleri (Core ML – Object Detection & Depth Estimation)**
Görüntüler, iOS üzerinde çalışan Core ML tabanlı iki modele aktarılır:
 - Model Girdisi: Görüntü (CVPixelBuffer)
 - Model Çıktısı: Sınıf, konum ve mesafe bilgisi
 - Model Formatları: .mlmodel (önceden eğitilmiş ve optimize edilmiş)
 - Zaman Kısıtı: Inference işlemleri toplamda 2 saniyeyi geçmemelidir

1.3.2 Kullanıcı Arayüzü

- **Tanım:** Kullanıcı arayüzü, uygulamanın açılmasıyla birlikte aktif hale gelir. Sesli geri bildirimlerle kullanıcı bilgilendirilir.
- **Veri Elemanları:**
 - Komut: “Başlat” / “Durdur” / “Tekrar Et”
 - Çıktı: Sesli bilgi

- **Zamanlama:** Tüm komutlara 1 saniyeden kısa sürede yanıt verilmelidir.
- **Erişim:** Arayüz tamamen erişilebilirlik kurallarına uygun olmalıdır (iOS VoiceOver desteği gibi).

1.3.3 Kamera Arayüzü

- **Tanım:** AVFoundation API'si ile cihaz kamerasından görüntü alınır.
- **Veri:**
 - Tip: Görüntü (RGB)
 - Format: JPEG / CVPixelBuffer
 - Frekans: 0.5 Hz (2 saniyede bir)
- **Öncelik:** Yüksek, sürekli ve güncel görüntü akışı sağlanmalıdır.
- **Güvenlik:** Uygulama, kullanıcıdan kamera erişim izni talep etmelidir.

1.3.4 Sesli Çıktı (Text-to-Speech)

- **Tanım:** Sistem çıktısını kullanıcıya sesli olarak verir.
- **Veri:**
 - Tip: Metin → Konuşma
 - Format: İngilizce, doğal ses tonu
 - Maksimum süre: 3 saniye
- **Güvenlik:** iOS erişim izinlerine uygun kullanılmalı; özel veri sesli okunmamalıdır.
- **İletişim Yolu:** CoreML sonucu → Metin mesajı → TTS motoru → Ses

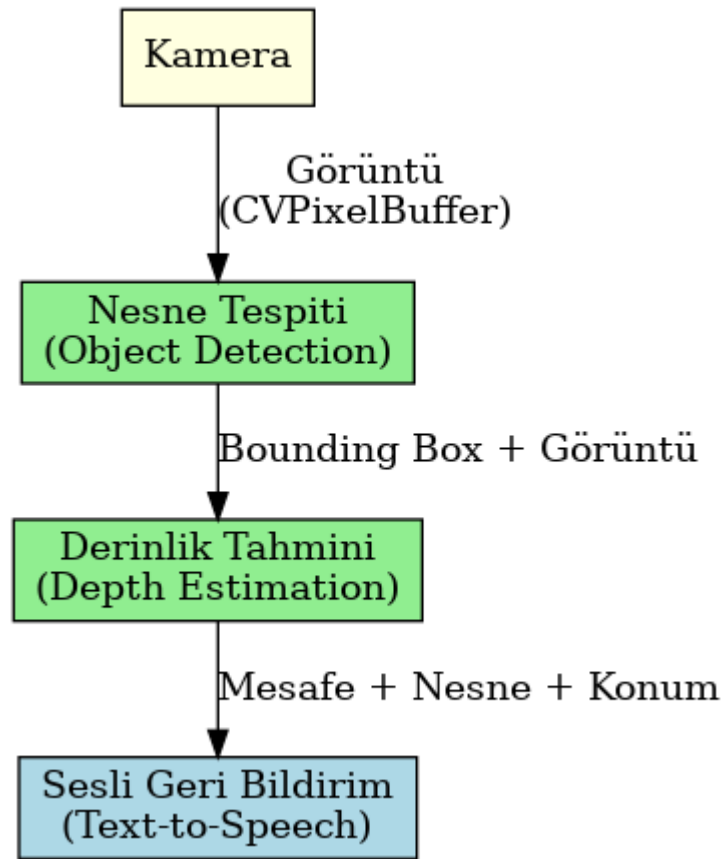
1.3.5 Model Arayüzü (CoreML)

- **Tanım:** Görüntü verisi, Core ML ile entegre edilmiş iki modele aktarılır.
- **Veri Akışı:**
 - Girdi: Görüntü (kamera çıkışı)
 - Çıktı 1 (Object Detection): Sınıf, koordinat, skor
 - Çıktı 2 (Depth Estimation): Metre cinsinden mesafe
- **Format:** .mlmodel, TensorFlow Lite'tan dönüştürülmüş
- **Zamanlama:** Her bir inference işlemi 1 saniyeyi geçmemeli

- **İletişim:** Kod içi fonksiyon çağrıları, lokal çalışır; ağ bağlantısı gerektirmez

1.4 YKE Dahili Arayüz Gereksinimleri

Bu sistemde, YKE'nin tüm bileşenleri (kamera verisi işleme, nesne tespiti, derinlik tahmini, sesli geri bildirim) aynı uygulama içerisinde çalışmakta olup dahili olarak veri alışverişinde bulunmaktadır. Aşağıda bu bileşenler arasındaki dahili arayüzler ve gereksinimleri açıklanmıştır. Gereksinimlerinden bahsedilecek olan arayüzün diyagramı Diyagram 2'de verilmiştir.



Diyagram 2: Dahili Arayüz Gereksinimleri

1.4.1 Kamera → Nesne Tespiti Arayüzü

- **Veri Tipi:** Görüntü (RGB)
- **Format:** CVPixelBuffer (CoreML uyumlu), çözünürlük 640x480 (değişebilir, nesne tespiti modelinin kabul ettiği boyutlara bağlı)
- **Frekans:** 2 saniyede bir
- **İş Akışı:**
 - Kamera bileşeni belirli aralıklarla görüntü alır.
 - Bu görüntü, object detection modelinin giriş formatına dönüştürülerek modele aktarılır.

- Nesnenin kameraya göre konumundan nesnenin konumu sağ, sol vb. olarak işaretlenir.
- **Kısıtlamalar:** Görüntüler düşük ışıktaki bulanıksa işaretlenmeli; işlenmeden önce filtre uygulanabilir.

1.4.2 Nesne Tespiti → Derinlik Tahmini Arayüzü

- **Veri Tipi:** Tespit edilen nesnenin bounding box'ı ve orijinal görüntü
- **Format:**
 - Konum bilgisi (x, y, w, h – integer)
 - Görüntü (CVPixelBuffer), yeniden boyutlandırılmış
- **Zamanlama:** Bu veri aktarımı, nesne tespiti tamamlandıktan en geç 500ms sonra gerçekleşmelidir.
- **Kısıtlamalar:**
 - Eğer birden fazla nesne varsa yalnızca en yakın nesne için aktarım yapılmalıdır.
 - Tespit yapılamadıysa derinlik tahmini devre dışı bırakılmalıdır.

1.4.3 Derinlik Tahmini → Sesli Geri Bildirim Arayüzü

- **Veri Tipi:** Mesafe bilgisi (float) + Nesne sınıfı (string) + Nesne konumu (string)
- **Format:**
 - Mesafe: float, birim = metre (örn. 1.75)
 - Nesne sınıfı: alfanumerik string ("sandalye", "masa" vb.)
 - Nesne konumu: alfanumerik string ("sağ", "yukarı" vb.)
- **Zamanlama:** Tüm veri 1 saniye içinde sesli geri bildirimde aktarılmalıdır.
- **İş Akışı:**
 - Mesafe, nesne konumu ve nesne sınıfı birleştirilerek sesli bildirimde hazır bir cümleye çevrilir.
 - Cümle Text-to-Speech motoruna iletilir.

1.4.4 Genel Gereksinimler

- **Veri Formatları:** Tüm bileşenler arası veri aktarımı belirlenmiş sabit veri yapılarıyla yapılmalıdır (örneğin: ObjectInfo { class: string, bbox: [int, int, int, int], confidence: float })
- **Zamanlama:** Toplam işleme süresi (kamera → sesli geri bildirim) 4 saniyeyi aşmamalıdır.
- **Hata Yönetimi:** Her bir bileşen veri alamazsa varsayılan cevap üretmeli ve diğer bileşenleri

uyarmalıdır.

- **Güvenlik:** Dahili bileşenler yalnızca kendi alanlarına ait verilere erişmeli; bellek sızıntısı veya çakışma önlenmelidir.

1.5 YKE Dahili Veri Gereksinimleri

Bu sistem, dış bir veri tabanı veya kalıcı veri dosyası kullanmamaktadır. Ancak sistemin çalışması sırasında ihtiyaç duyulan bazı dahili veri yapıları ve model dosyaları mevcuttur. Bu veri öğeleri aşağıda açıklanmış ve ilgili gereksinimler belirtilmiştir.

1.5.1 Yapay Zekâ Model Dosyaları

- **Object Detection Modeli**
 - Dosya türü: .mlmodel
 - Boyut: Maksimum 50 MB
 - Format: CoreML uyumlu, mobil cihazda çalıştırılabilir
 - Yer: Uygulama içinde yerleşik olarak gelir (offline)
 - Güvenlik: Dosya dış erişime kapalı olmalıdır
 - Versiyon: v1.0
- **Depth Estimation Modeli**
 - Dosya türü: .mlmodel
 - Boyut: Maksimum 100 MB
 - Format: CoreML uyumlu, tek görsel üzerinden derinlik çıkaran yapı
 - Yer: Uygulama içinde gömülü olarak yer alır
 - Güvenlik: Diğer uygulamalarla paylaşılmaz, sadece sistem tarafından erişilir
 - Versiyon: v1.0

1.5.2 Geçici Görüntü Verisi (Buffer)

- **Girdi Tipi:** Kamera görüntüsü (RGB)
- **Format:** CVPixelBuffer
- **Çözünürlük:** 640x480 piksel
- **Saklama:** Sadece geçici, RAM'de tutulur
- **Güvenlik:** Görüntüler hiçbir şekilde kaydedilmez, sadece işlem süresince bellekte tutulur

- **Temizleme:** Her işleme sonrası otomatik silinir

1.5.3 Sesli Mesaj Şablonları

- **Şablon Formatı:** {Konum} tarafta {Mesafe} metre uzaklıkta {Nesne} var.
- **Tip:** String
- **Dil:** İngilizce
- **Saklama:** Kod içerisinde sabit (hardcoded)
- **Geniştirilebilirlik:** Farklı dil ve cümle yapıları eklenebilir

1.5.4 Konfigürasyon Parametreleri

- **Güven Skoru Eşiği:** 0.6 (%60 üzeri güvenle tespit edilen nesneler dikkate alınır)
- **Maksimum Nesne Sayısı:** 5
- **Veri Kaydı:** Bu sistem herhangi bir kalıcı veri kaydı (loglama, kullanıcı kaydı vb.) yapmaz

1.6 Uyarılama Gereksinimleri

Bu sistem, farklı cihaz ortamlarına ve kullanıcı profillerine göre bazı uyarlanabilir parametreler içermektedir. Aşağıda, sistemin yükleme ortamına ve operasyona bağlı olarak değiştirilebilecek parametreler açıklanmıştır.

1.6.1 Sesli Geri Bildirim Seviyesi

- iOS ses erişim izinleri doğrultusunda, varsayılan ses seviyesi cihazın %70'inde başlatılır.
- Kullanıcı isterse manuel ses ayarı yapabilir.

1.6.2 Kamera Konfigürasyonu

- Uygulama, cihazın mevcut kamerasını kullanır (öncelikli olarak arka kamera).
- Eğer cihazda birden fazla kamera varsa, kullanıcı seçim yapabilir.

1.6.3 Coğrafi Konuma Bağlı Değişiklik (Varsa)

- Bu sürümde konum tabanlı farklılaştırma yapılmamaktadır.
- Ancak gelecek sürümlerde GPS verisine bağlı olarak çevresel nesne tanımları farklılaştırılabilir (örneğin: sokak/ev ortamı için farklı öncelikler).

1.6.4 Çalışma Modları (Geliştirilebilir)

- Uygulama gelecekte şu modlara uyarlanabilir:
 - Sessiz Mod: Sesli uyarı yerine titreşim
 - Eğitim Modu: Kullanıcıya sistemin nasıl çalıştığını öğretme amacıyla test verisiyle çalışma
 - Harici Mod: Modelin dış sunucu üzerinden çalıştırılması (şu an tüm işlemler cihaz içinde gerçekleşir)

1.7 Emniyet Gereksinimleri

Bu sistem, görme engelli bireylerin çevresel farkındalığını artırmaya yönelik bir yardımcı araç olarak kullanıldığından, kullanıcıya yanlış, eksik ya da geç bilgi verilmesi durumunda fiziksel zararlara yol açma riski taşır. Bu nedenle, yazılımın emniyet açısından aşağıdaki önlemleri sağlaması gerekmektedir:

1.7.1 Yanlış Pozitif Bilgi Önleme

- Sistem, yeterli güven skoru olmayan nesneler hakkında sesli bilgi vermemelidir.
- Güven skoru %60'ın altında olan nesneler "güvensiz tespit" olarak etiketlenir ve sesli çıktıya dahil edilmez.
- Bu, kullanıcıya yanlış yönlendirme riskini azaltır.

1.7.2 Yanlış Negatif Bilgi Önleme

- Kamera görüntüsü başarıyla alındıysa ve sistem nesne tespiti yapamıyorsa, kullanıcıya "önünüzde bir nesne tespit edilemedi" gibi açık ve dürüst bir geri bildirim verilmelidir.
- Sistem sessiz kalmak yerine durumu bildirerek kullanıcıyı bilinçli hale getirmelidir.

1.7.3 Zamanında Bildirim Zorunluluğu

- Nesne tespiti ve sesli bildirim arasında en fazla 4 saniye olmalıdır.

1.7.4 Kritik Hatalarda Güvenli Mod

- Model başarısız olursa (örneğin inference işlemi donarsa), sistem tüm işlemleri durdurur ve kullanıcıya "algılama işlemi başarısız oldu" şeklinde uyarı verir.
- Bu durumda sistem sessizce çalışmaya devam etmez.

1.7.5 Donanımsal Kısıtlamalarda Uyarı

- Kamera erişimi engellenmişse, sistem açılışta kullanıcıyı sesli olarak uyarır.
- Mikrofon/ses çıkışı erişilemezse, bu durum titreşimle kullanıcıya bildirilir.

1.7.6 Emniyetle İlgili Geri Bildirim Testleri

- Uygulama teslim edilmeden önce her sesli bildirim senaryosu için kullanıcıya doğru ve zamanında çıktı verildiği test edilmelidir.
- Yanlış/eksik bilgi senaryoları simüle edilerek yazılımın verdiği tepkiler doğrulanmalıdır.

1.8 Güvenlik ve Gizlilik Gereksinimleri

Bu sistem, görme engelli bireylerin çevre farkındalığını artırmak amacıyla çalışmakta olup, kullanıcıya ait hiçbir kişisel veriyi kaydetmez veya paylaşmaz. Ancak kullanılan kamera, mikrofon ve yapay zekâ modelleri nedeniyle güvenlik ve gizlilik açısından aşağıdaki gereksinimlerin karşılanması gerekmektedir.

1.8.1 Çalışma Ortamı Güvenliği

- Sistem tamamen **cihaz üzerinde (offline)** çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Herhangi bir ağ bağlantısı (Wi-Fi, hücresel veri) üzerinden dış sunucu ile veri paylaşımı yapılmaz.
- Kullanıcı verisi (görüntü, ses, konum bilgisi) uygulama tarafından işlenmez, saklanmaz veya aktarılmaz.

1.8.2 Kamera ve Mikrofon Erişimi

- Kamera ve mikrofon erişimi yalnızca sistem çalışırken aktif olur, uygulama kapatıldığında tüm erişimler sonlandırılır.
- iOS sisteminde tanımlı gizlilik izinleri kullanılır. Kullanıcıdan açık izin alınmadan bu donanımlara erişilmez.

1.8.3 Veri Kaydı ve Saklama

- Sistem herhangi bir görsel, sesli ya da metin verisini **kayıt altına almaz**.
- Tüm veriler geçici bellek (RAM) üzerinde tutulur ve işlendikten sonra silinir.
- Uygulama kapanmadan önce tüm geçici veriler temizlenir.

1.8.4 Riskler ve Önlemler

- **Risk:** Jailbreak yapılmış cihazlarda sistem izinlerinin ihlali
 - **Önlem:** iOS güvenlik standartları gereği, sistem sadece resmi App Store'dan indirilebilecek şekilde paketlenmelidir.

1.8.5 Güvenlik Politikası Uygunluğu

- Uygulama, **GDPR (General Data Protection Regulation)** ve **KVKK (Türkiye Kişisel Verileri Koruma Kanunu)** çerçevesinde kişisel veri toplamamaya ve işlememeye özen gösterir.
- Kamera ve sesli işlem izinleri sadece kullanım sırasında ve kullanıcı onayıyla çalışır.

1.8.6 Yetkilendirme ve Sertifikasyon

- Uygulamanın dağıtımı sırasında iOS güvenlik politikalarına uygun olarak **Apple Developer Sertifikası** ile imzalanmalı ve App Store'da yayınlanmalıdır.
- Uygulamanın kodu yalnızca yetkili geliştiriciler tarafından güncellenebilir ve dış müdahaleye karşı bütünlük kontrolleri yapılmalıdır.

1.9 YKE Ortam Gereksinimleri

Bu sistem, iOS tabanlı mobil cihazlarda çalışacak şekilde tasarlanmış bir uygulamadır. Sistem bileşenlerinin doğru şekilde çalışabilmesi için aşağıdaki donanım ve işletim ortamı gereksinimleri karşılanmalıdır.

1.9.1 İşletim Sistemi Gereksinimleri

- Desteklenen platform: **iOS**
- Minimum işletim sistemi sürümü: **iOS 15.0**
- Sistem, Apple'ın Core ML, AVFoundation ve Text-to-Speech API'lerini destekleyen cihazlarda çalışmalıdır.
- Uygulama yalnızca resmi Apple App Store'dan indirilebilecek şekilde paketlenmelidir.

1.9.2 Donanım Gereksinimleri

- **Kamera:** Cihazda en az bir adet arka kamera bulunmalıdır. Kamera çözünürlüğü minimum 640x480 piksel olmalıdır.
- **İşlemci:** ARM tabanlı Apple işlemcisi (A10 Fusion ve üzeri önerilir)
- **Bellek:** Minimum 2 GB RAM
- **Depolama:** Uygulama kurulumu ve modeller için en az 200 MB boş alan
- **Ses Donanımı:** Dahili hoparlör veya kulaklık çıkışı üzerinden sesli geri bildirim yapılmalıdır

1.9.3 Sensör ve Bağlantı Gereksinimleri

- Cihazda **internet bağlantısı gerekmez**, sistem tamamen offline çalışmaktadır.
- **GPS veya konum sensörü zorunlu değildir** ancak ileriki sürümler için desteklenebilir.

1.9.4 Ortam Koşulları

- Sistem, **gün ışığında veya iyi aydınlatılmış ortamlarda** daha verimli çalışır. Düşük ışıktaki performans düşebilir.
- Aşırı gürültülü ortamlarda sesli bildirim anlaşılmayabilir; bu durumda kullanıcıya alternatif uyarı

yöntemleri (örneğin: titreşim) sağlanmalıdır.

1.10 Bilgisayar Kaynak Gereksinimleri

Bu sistem, iOS işletim sistemine sahip mobil cihazlarda çalışacak şekilde tasarlanmış olup, belirli donanım ve yazılım kaynaklarına ihtiyaç duymaktadır. Bu kaynaklara ait gereksinimler aşağıda belirtilmiştir.

1.10.1 Bilgisayar Donanım Gereksinimleri

- **İşlemci:** Apple A10 Fusion veya üzeri (ARM tabanlı mimari)
- **Bellek (RAM):** Minimum 2 GB
- **Depolama Alanı:**
 - Uygulama kurulumu ve model dosyaları için minimum 200 MB boş alan
- **Kamera:**
 - En az bir adet arka kamera, minimum çözünürlük: 640x480 piksel
- **Hoparlör / Ses Çıkışı:**
 - Dahili hoparlör veya bağlı kulaklık ile sesli geri bildirim sağlanmalıdır
- **Pil:**
 - Uygulama sürekli çalışacağı için pil tasarruf modlarına karşı dayanıklı olmalıdır.

1.10.2 Bilgisayar Donanımı Kaynak Kullanımı Gereksinimleri

- **İşlemci Kullanımı:**
 - Object detection ve depth estimation işlemleri sırasında %60'a kadar işlemci kullanımı öngörülmektedir
- **Bellek Kullanımı:**
 - Anlık bellek kullanımı yaklaşık 300–400 MB aralığındadır
- **Depolama:**
 - Uygulama dışında ek veri depolanmaz; geçici veriler RAM'de tutulur ve silinir
- **I/O Kullanımı:**
 - Kamera ile sürekli görüntü alımı yapılmaktadır. Kamera akış hızı minimum 0.5 fps (2 saniyede 1 kare) olarak sınırlandırılmıştır

1.10.3 Bilgisayar Yazılım Gereksinimleri

- **İşletim Sistemi:**
 - iOS 15.0 ve üzeri
- **Geliştirme Ortamı:**
 - Swift 5, Xcode 14 veya üzeri
- **Gerekli Kütüphaneler ve API'ler:**
 - CoreML (model çalıştırma)
 - AVFoundation (kamera erişimi ve görüntü işleme)
 - Text-to-Speech API (sesli geri bildirim)
- **Test Yazılımları:**
 - Apple TestFlight ile kullanıcı testleri yapılabilir

1.10.4 Bilgisayar İletişim Gereksinimleri

- Bu sistem, çalışması için herhangi bir ağ veya internet bağlantısı gerektirmez.
- **Veri Transferi:**
 - Tüm işlemler cihaz içinde gerçekleştiği için veri transferi sadece bellek içinde yapılır.
- **Ağ Bağlantısı:**
 - Gerekmemektedir. Offline çalışma esas alınmıştır.
- **Güvenlik:**
 - Dış dünyaya veri aktarımı yapılmadığı için ağ güvenliği riski bulunmamaktadır.

1.11 Yazılım Kalite Faktörleri

Geliştirilen yazılımın aşağıda belirtilen kalite faktörlerine uygunluğu sağlanmalıdır. Bu kalite özellikleri, projenin hedef kitlesi olan görme engelli bireylerin güvenliği, konforu ve sistemin sürdürülebilirliği açısından kritik önemdedir.

1.11.1 Fonksiyonellik

- Yazılım, tanımlanan tüm işlevleri (nesne tespiti, mesafe tahmini, sesli geri bildirim) eksiksiz şekilde yerine getirmelidir.
- İşlevlerin tamamı birbirine bağımlı olduğu için sistem uçtan uca tutarlı çalışmalıdır.

1.11.2 Güvenilirlik

- Uygulama doğru ve tutarlı sonuçlar vermelidir.
- Yanlış pozitif ve yanlış negatif çıktılar azaltılmalı, sistem kararsız kaldığında uyarı vermelidir.
- Tüm işlemlerin hata durumlarında güvenli şekilde sonlandırılması sağlanmalıdır.

1.11.3 Kullanılabilirlik

- Uygulama, görme engelli kullanıcılar için **sesli yönlendirme** ve basit arayüz ile kullanılabilir olmalıdır.
- Kullanıcı sisteme alışmak için herhangi bir eğitim almadan uygulamayı kullanabilmelidir.

1.11.4 Erişilebilirlik (Availability)

- Uygulama cihazda yüklü olduğu sürece **internet bağlantısı gerektirmeden çalışmalıdır**.
- Kamera ve ses erişimi varsa her zaman erişilebilir durumda olmalıdır.

1.11.5 Esneklik

- Geri bildirimlerden gelen veriler doğrultusunda farklı modellerin entegre edilmesi kolay olmalıdır.

1.11.6 Taşınabilirlik

- Yazılım farklı iOS cihazlarında ve sürümlerinde (iOS 15 ve üstü) çalışabilir olmalıdır.
- Uygulama yeniden derlenmeden farklı cihazlarda sorunsuz çalışmalıdır.

1.11.7 Test Edilebilirlik

- Her fonksiyon (görüntü alımı, tespit, sesli çıktı) bağımsız olarak test edilebilir yapıda olmalıdır.
- Geri bildirim çıktısı gözlenebilir (sesli), bu sayede doğrulama kolaydır.

1.11.8 İdame Edilebilirlik

- Kod yapısı modüler olacak şekilde tasarlanmalı, yeni bir model veya geri bildirim formatı eklemek kolay olmalıdır.
- Model dosyaları ayrı tutulur ve versiyon kontrolü yapılabilir olmalıdır.

1.11.9 Yeniden Kullanılabilirlik

- Nesne tespiti ve derinlik tahmini modülleri başka uygulamalarda da kullanılabilecek biçimde izole ve bağımsız olarak geliştirilmektedir.

1.12 Tasarım ve Uygulama Kısıtlamaları

Bu yazılımın tasarımı ve gerçekleştirilmesi sürecinde dikkate alınması gereken belirli sınırlamalar ve uyulması gereken standartlar mevcuttur. Bu kısıtlamalar, hem projenin hedef kullanıcı kitlesi, hem de sistemin çalışması gereken ortam göz önüne alınarak belirlenmiştir.

1.12.1 Platforma Bağımlılık

- Uygulama yalnızca **iOS işletim sistemi** üzerinde çalışacak şekilde tasarlanmıştır.
- Bu nedenle **Swift programlama dili** kullanılması zorunludur.
- Geliştirme ortamı olarak Apple tarafından sağlanan **Xcode** IDE'si kullanılmalıdır.

1.12.2 Donanıma Bağımlı Kütüphane Kullanımı

- Sistem, kamera ve sesli geri bildirim işlevleri için **AVFoundation** ve **Text-to-Speech API** gibi platforma özel Apple API'lerini kullanmaktadır.
- Görüntü işleme ve model çalıştırma işlemleri için **CoreML** kütüphanesi zorunlu olarak kullanılmaktadır.
- Derin öğrenme modelleri .mlmodel formatında olmalı, TensorFlow ya da PyTorch gibi dış framework'lerle doğrudan entegrasyon mümkün değildir.

1.12.3 Offline Çalışma Zorunluluğu

- Sistem tüm fonksiyonlarını **internet bağlantısı olmadan** yerine getirmelidir.
- Bu durum, bulut tabanlı model kullanımını, veri kaydını veya ağ üzerinden dış API çağrılarını yasaklamaktadır.
- Model ve diğer işlem dosyaları **cihaz içerisine gömülü** olarak yerleştirilmelidir.

1.12.4 Erişilebilirlik ve Kullanıcı Kitlesi Kısıtlamaları

- Uygulama, **görme engelli bireyler** için geliştirildiği için **erişilebilirlik kurallarına** (örneğin: Apple VoiceOver uyumluluğu) uygun şekilde tasarlanmalıdır.
- Kullanıcıya tüm geri bildirimler **görsel değil, sesli** olarak sunulmalıdır.
- Arayüzde yazı, ikon, renk gibi görsel geri bildirimler opsiyonel ve ikincil önemdedir.

1.12.5 Genişletilebilirlik ve Versiyonlanabilirlik Kısıtlamaları

- Uygulama, ileride yeni yapay zeka modelleri veya çoklu dil desteği eklenebilecek yapıda esnek olmalıdır.
- Bu nedenle model dosyaları ve sesli şablonlar **sabit kodlanmamalı**, ayrı modüller halinde yüklenebilir olmalıdır.

1.12.6 Akademik Standartlar

- Proje, **BM314 Yazılım Mühendisliği** dersi kapsamında yürütüldüğünden, SPMP, SRS, SDD ve STD gibi yazılım yaşam döngüsü dokümanları belirli şablonlara uygun olarak hazırlanmalı ve teslim edilmelidir.

1.13 Personelle İlgili Gereksinimler

Bu sistem, görme engelli bireyler gibi teknik uzmanlık gerektirmeyen son kullanıcılar tarafından kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Sistem, herhangi bir eğitim gerektirmeden, sesli yönlendirme ve basit etkileşimlerle çalıştırılabilir. Ayrıca sistemin kullanımı sırasında destek personeline ihtiyaç duyulmaması hedeflenmiştir.

1.13.1 Kullanıcı Profili ve Sayısı

- Kullanıcılar arasında görme engelli bireyler yer almakta olup, sistem **erişilebilirlik odaklı** tasarlanmıştır.
- Sistem, aynı anda yalnızca bir kullanıcı tarafından kullanılmak üzere geliştirilmiştir.
- Kullanıcılar sistemle doğrudan etkileşime girer; herhangi bir ara operatör gerektirmez.

1.13.2 Eğitim ve Yerleşik Yardım Gereksinimi

- Sistem, kullanıcı eğitimi gerektirmeyecek şekilde tasarlanmıştır.
- Uygulama ilk açıldığında veya istenildiğinde, temel kullanım adımlarını **sesli yönergelerle** anlatan bir yardım modu aktif edilmelidir.
- Kullanıcı isteğiyle çalıştırılabilen “tekrar et” veya “yardım” komutları sistemde yer almalıdır.

1.13.3 İnsan Faktörleri Mühendisliği Gereksinimleri

- Kullanıcı arayüzü **görsel geri bildirim yerine sesli geri bildirim** odaklı olmalıdır.
- Kritik bilgiler (örneğin: “kamera erişilemiyor”, “nesne tespit edilemedi”) **yüksek sesle ve net bir dille** kullanıcıya bildirilmelidir.
- Sesli uyarıların tonu ve şiddeti, uyarının önem derecesine göre ayarlanmalıdır.
- Sistem kullanımı sırasında **görsel bilgiye bağımlı tasarımlar** (örneğin buton yerleşimi, renkli ikonlar) opsiyonel ve destekleyici olmalıdır, esas etkileşim sesli geri bildirimle sağlanmalıdır.
- İnsan hatalarının sık yaşanabileceği alanlarda sistem, kullanıcıya yeniden deneme veya alternatif yol sunmalıdır. Örneğin:
 - Görüntü alınamadığında: “Kamera görüntüsü alınamadı, lütfen cihazı yönlendiriniz.”

1.13.4 Destek Personeli Gereksinimi

- Sistem, kullanıcı tarafından **bağımsız olarak** kullanılmak üzere geliştirilmiştir.

- Uygulama kurulumu, kullanımı ve kapatılması sırasında destek personeline ihtiyaç duyulmaz.
- Teknik bakım veya yazılım güncellemeleri yalnızca geliştirici ekip tarafından gerçekleştirilir.

1.14 Eğitimle İlgili Gereksinimler

Bu sistem, görme engelli bireyler gibi teknik bilgiye sahip olmayan kullanıcılar tarafından kullanılmak üzere geliştirildiği için **herhangi bir dış eğitim gerektirmeyecek şekilde** tasarlanmıştır. Uygulamanın kullanıcı arayüzü ve işlevselliği, sade, anlaşılır ve sesli yönlendirmeye dayalı olarak sunulmaktadır.

1.14.1 Yerleşik Sesli Yardım

- Uygulama, ilk kullanımda temel işleyişi sesli olarak kullanıcıya açıklamalıdır.
- Kullanıcının ihtiyaç duyması halinde aktif edilebilecek **yerleşik yardım modu** bulunmalıdır.
- Yardım modu, “Nasıl çalışır?”, “Ne yapılmalı?” gibi sorulara sesli yanıt veren kurgusal rehber içeriği sağlamalıdır.

1.14.2 Eğitim Yazılımı Gereksinimi

- YKE içinde veya dışında herhangi bir **ayrı eğitim yazılımı** sağlanmasına gerek yoktur.
- Kullanım kolaylığı, sesli komutlar ve doğal dilde geri bildirimlerle sağlanır.
- Kullanıcıdan, sisteme alışmak için özel bir eğitim alması beklenmez.

1.15 Lojistikle İlgili Gereksinimler

Geliştirilen sistem, taşınabilir mobil cihazlarda çalışacak şekilde tasarlandığı için herhangi bir özel lojistik destek gerektirmez. Uygulama, görme engelli kullanıcıların bireysel cihazlarına kolaylıkla yüklenebilir, kullanılabilir ve taşınabilir yapıdadır. Sistemin kurulumu, bakımı ve güncellenmesi yazılım geliştirici ekip tarafından uzaktan gerçekleştirilebilir.

1.15.1 Dağıtım ve Kurulum

- Sistem, **Apple App Store** üzerinden dağıtılacak şekilde paketlenacaktır.
- Kullanıcılar uygulamayı cihazlarına doğrudan indirebilir; fiziksel kurulum veya teknik personel desteği gerektirmez.
- Kurulum sonrası sistem çalışmaya hazır hâlde gelir.

1.15.2 Bakım ve Güncellemeler

- Yazılım güncellemeleri App Store üzerinden yapılacak ve kullanıcı etkileşimi gerektirmeyecek şekilde otomatik indirilebilir.
- Güncellemeler, model iyileştirmeleri veya hata düzeltmeleri içerebilir.

- Cihazda bulunan veriler geçici olduğu için güncellemeler sırasında veri kaybı yaşanmaz.

1.15.3 Taşınabilirlik

- Sistem, kullanıcının **kendi kişisel mobil cihazında** çalıştığı için tamamen taşınabilir yapıdadır.
- Uygulamanın kullanımı herhangi bir fiziksel altyapı veya dış donanım gerektirmez.

1.15.4 Donanım ve Tesis Etkileri

- Sistem, yalnızca mobil cihazın kendi donanımını (kamera, hoparlör) kullanır.
- **Harici donanım, fiziksel kurulum alanı veya özel tesis** gereksinimi yoktur.
- Mevcut cihaz altyapısı üzerinde ekstra yük oluşturmaz; pil ve performans dostu olacak şekilde optimize edilmelidir.

1.16 Diğer Gereksinimler

1.16.1 Titreşimli Uyarı (Yedekli Bildirim)

- Sesli geri bildirimin mümkün olmadığı veya anlaşılmadığı durumlarda, cihaz **titreşim** ile uyarı verebilmelidir.
- Bu özellikle sessiz ortamlarda veya işitme engelli çift engelli kullanıcılar için önemlidir.

1.16.2 Denetimli Erişim Desteği

- Sistem, iOS'in "Guided Access" özelliğiyle uyumlu olmalıdır.
- Böylece uygulama dışına çıkılması engellenebilir; bu özellik görme engelli kullanıcılar için kontrolü kolaylaştırır.

1.17 Ambalajlama Gereksinimleri

Geliştirilen YKE (mobil uygulama), yalnızca dijital ortamda dağıtılacak şekilde tasarlanmıştır. Uygulamanın dağıtımı için herhangi bir fiziksel ambalajlama, etiketleme veya paketleme gereksinimi bulunmamaktadır.

1.17.1 Dijital Dağıtım

- Uygulama, dijital ortamda .ipa (iOS App Package) formatında paketlenacaktır.
- Kullanıcıya dağıtım, proje süresince manuel yükleme veya Apple App Store üzerinden yapılacaktır.
- Dağıtım dosyasında uygulama adı, versiyonu ve geliştirici bilgisi açıkça tanımlanmalıdır.

1.17.2 Fiziksel Ambalaj Gereksinimi

- Herhangi bir fiziksel teyp, disk, USB, kutu, etiket veya fiziksel ambalaj ögesi gerekmemektedir.
- Sistem tamamıyla yazılımsal olup, dijital olarak kurulum ve güncelleme yapılacaktır.

1.18 Gereksinimlerin Önceliği ve Kritikliği

1.18.1 Kritik Gereksinimler (Yüksek Öncelik)

Bu gereksinimlerin karşılanmaması durumunda sistemin kullanımı güvenlik açısından tehlikeli hâle gelir veya temel işlevlerini yerine getiremez.

- **Emniyet gereksinimleri:** Yanlış pozitif ve negatif çıktılarla mücadele, hata anında uyarı verme
- **Sesli geri bildirim fonksiyonu:** Kullanıcıyı sesli olarak bilgilendirme zorunluluğu
- **Zamanlama gereksinimleri:** Geri bildirimin maksimum 4 saniye içinde verilmesi
- **Kamera erişimi ve model çalışabilirliği:** Sistem temel işlemleri gerçekleştiremezse çalışmayı durdurmalı ve uyarı vermelidir

1.18.2 Önemli Gereksinimler (Orta Öncelik)

Bu gereksinimlerin sağlanması, sistemin kullanılabilirliğini, esnekliğini ve uzun vadeli başarısını artırır ancak eksikliği sistemin çalışmasını tamamen engellemez.

- **Offline çalışma:** Sistemin internet bağlantısı olmadan da çalışabilmesi
- **Modüler tasarım:** Model dosyalarının kolayca değiştirilebilir olması
- **Dil desteği:** Farklı dillerde sesli geri bildirim sağlayabilme (gelecekteki sürümler için)

1.18.3 Destekleyici Gereksinimler (Düşük Öncelik)

Sistemin konforunu, kullanıcı memnuniyetini veya genişletilebilirliğini artırır. Ancak eksikliği durumunda temel işlevler etkilenmez.

- **Titreşimli uyarı desteği**
- **Yardım modu ve tekrar et fonksiyonu**