



## Araştırma Makalesi / Research Article

Görme Engelli Bireylerin Günlük Yaşamda Karşılaştıkları Zorluklara Yenilikçi Bir  
Çözüm: Derin Öğrenme Tabanlı Akıllı Asistan Tasarımı ve Geliştirilmesi*Innovative Solutions to the Challenges Faced by Visually Impaired Individuals in  
Daily Life: Design and Development of a Deep Learning-Based Smart Assistant*Mehmet Ali Yalçinkaya<sup>1\*</sup>, Murat Işık<sup>2</sup>, Elanur Kaşçıoğlu<sup>3</sup>, Hatice Nur Kaya<sup>4</sup><sup>1</sup> Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, [mehmetyalcinkaya@ahievran.edu.tr](mailto:mehmetyalcinkaya@ahievran.edu.tr)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7320-5643><sup>2</sup> Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, [muratisik@ahievran.edu.tr](mailto:muratisik@ahievran.edu.tr)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3200-1609><sup>3</sup> Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, [elakascioglu3425@gmail.com](mailto:elakascioglu3425@gmail.com)  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0950-5951><sup>4</sup> Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, [haticenur.4455@gmail.com](mailto:haticenur.4455@gmail.com)  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4815-0899>

## MAKALE BİLGİLERİ

## Makale Geçmişi:

Geliş 25 Nisan 2024  
Revizyon 3 Ağustos 2024  
Kabul 14 Ağustos 2024  
Online 30 Eylül 2024

## Anahtar Kelimeler:

Görme Engelli Bireyler, Nesne  
Tanıma, MobileNetV2, Yapay Zekâ,  
Derin Öğrenme, Toplumsal Katkı

## ÖZ

Günümüzde teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte, yapay zekâ (AI) ve görüntü işleme teknolojileri, özellikle görme engelli bireylerin günlük yaşantılarını kolaylaştırmak adına önemli imkanlar sunmaktadır. Bu amaç doğrultusunda bu çalışmada, görme engelli bireyler için geliştirilmiş, yapay zekâ ve görüntü işleme tabanlı bir mobil uygulama geliştirilmiştir. Geliştirilen mobil uygulama, sesli komutları algılayabilen ve kullanıcıya yine sesli geri bildirim sağlayan bir yapıya sahiptir. Geliştirilen uygulamanın en önemli bileşeni nesne tanıma modülüdür. Söz konusu modül kamera görüntüsü üzerinden anlık olarak ortamdaki nesnelere sınıflandırmakta, kullanıcıya göre nesnenin konumunu belirlemekte ve tüm bu bilgileri kullanıcıya sesli olarak iletmektedir. Geliştirilen uygulamada nesne tanıma için MobileNetV2 modeli kullanılmıştır. İlk olarak MobileNet derin öğrenme modelinin iki versiyonu (V1, V2), genişletilmiş Pascal VOC veri seti üzerinde test edilmiş ve MobileNetV2 modelinden %93 başarı oranı elde edilmiştir. Daha sonra söz konusu model, mobil uygulama içerisine nesne tanıma işlevi için entegre edilmiştir. Elde edilen sonuçlar göstermektedir ki, geliştirilen uygulama sayesinde görme engelli bireylerin buldukları ortamdaki nesnelere başarılı bir şekilde tespit edilmekte ve kullanıcı yönlendirmesi sağlanmaktadır. Geliştirilen mobil uygulamanın görme engelli bireyler için sunduğu diğer modüller ise, metin okuma, sesli navigasyon ve konum tabanlı hava durumu servisedir. Sonuç olarak bu çalışma ile, yapay zekâ ve görüntü işleme teknolojilerinin sosyal etki yaratma potansiyelini göstermek ve görme engellilere yönelik teknolojik çözümlerin geliştirilmesinde katkı sağlamak amaçlanmıştır.

## ARTICLE INFO

## Article history:

Received 25 April 2024  
Received in revised form 3 August 2024  
Accepted 14 August 2024  
Available online 30 September 2024

## Keywords:

Individuals with Visual  
Impairments, Object Recognition,  
MobileNetV2, Artificial  
Intelligence, Image Processing,  
Social Contribution

Doi: 10.24012/dumf.1472285

\* Sorumlu Yazar

## ABSTRACT

With the rapid advancement of technology today, artificial intelligence (AI) and image processing technologies offer significant opportunities to facilitate the daily lives of visually impaired individuals. In line with this objective, this study developed an AI and image processing-based mobile application specifically for visually impaired individuals. The developed mobile application can recognize voice commands and provide voice feedback to the user. The most crucial component of the application is the object recognition module. This module classifies objects in real-time from camera images, determines the object's position relative to the user, and verbally conveys this information to the user. The MobileNetV2 model was used for object recognition in the developed application. Initially, two versions of the MobileNet deep learning model (V1 and V2) were tested on the extended Pascal VOC dataset, achieving a 93% success rate with the MobileNetV2 model. Subsequently, this model was integrated into the mobile application for object recognition. The results demonstrate that the developed application successfully detects objects in the environment and provides user guidance. Other modules offered by the developed mobile application for visually impaired individuals include text reading, voice navigation, and location-based weather services. Consequently, this study aims to demonstrate the social impact potential of AI and image processing technologies and contribute to the development of technological solutions for the visually impaired.

## Giriş

Günümüzde, dünya genelinde yaklaşık 285 milyon görme engelli birey yaşamaktadır [1]. Görme engelli bireylerin günlük yaşamlarında karşılaştıkları zorlukların başında, sosyal yardım olmadan hareket kabiliyetlerinin kısıtlı olması gelmektedir. Bu durum, görme engelli bireylerin eğitim, istihdam ve genel yaşam kalitesi üzerinde önemli etkilere sahip olabilmektedir. Günümüz bilişim dünyasındaki ilerlemeler, görme engelli bireylerin karşılaştıkları bu problemin üstesinden gelmek için umut vaat eden yollar sunmaktadır. Özellikle yapay zekâ (AI) ve görüntü işleme gibi alanlarda kaydedilen gelişmeler, görme engelli bireylerin hayatlarını kolaylaştırma potansiyeline sahiptir.

Yapay zekâ ve görüntü işleme, son birkaç on yılda kayda değer ilerlemeler göstermiştir. Bu teknolojiler, öncelikle akademik araştırma çevrelerinde teorik kavramlar olarak ortaya çıkmış ve zamanla pratik uygulamalara dönüşmüştür. Görüntü işleme, bilgisayar sistemlerinin görüntüleri algılaması ve işlemesi için gerekli teknikleri içerirken, yapay zekâ, makinelerin öğrenmesi ve problem çözme yeteneklerini geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu iki alanın birleşimi, özellikle görme engelliler için büyük fırsatlar sunmaktadır.

Görme engelliler için geliştirilen teknolojik çözümler, basit sesli geri bildirim sistemlerinden karmaşık nesne tanıma ve çevresel algılama teknolojilerine kadar uzanmaktadır. Bu teknolojiler, görme engellilerin çevreleri hakkında daha fazla bilgi edinmelerini, günlük görevleri daha bağımsız bir şekilde yerine getirmelerini ve sosyal etkileşimlerini artırmalarını sağlamaktadır. Örneğin, geliştirilen yapay zekâ destekli uygulamalar, bireyin çevresindeki nesnelere tanımlayabilir ve sesli komutlar aracılığıyla bilgi sağlayabilir, bu da onların çevrelerini daha iyi anlamalarına ve günlük aktivitelerini iyileştirmelerine yardımcı olabilir.

Bu çalışmanın amacı, görme engelli bireylerin karşılaştığı günlük zorlukları hafifletmek için yapay zekâ ve görüntü işleme tekniklerinin nasıl kullanılabileceğine bir örnek sunmaktır. Çalışma, sesli komutlarla kontrol edilebilen ve kullanıcıları geri bildirim sağlayan bir mobil uygulamanın geliştirilmesini içermektedir. Geliştirilen uygulamanın en önemli bileşeni, kamera üzerinden anlık nesne tanımadır. Söz konusu modül kullanıcının sesli komutu ile çalışmaya başlamakta, ortamdaki nesnelere dinamik olarak sınıflandırıp etiketlemekte, kullanıcıya göre konumlarını (sağda, sol altta, orta üstte vb) tespit etmekte ve tüm bu bilgileri sesli olarak kullanıcıya iletmektedir. Geliştirilen uygulamada, nesne tanıma modülü için MobileNetV2 modeli kullanılmıştır. Söz konusu modelin neden tercih edildiği ve diğer nesne tanıma modelleri ile detaylı karşılaştırması ilerleyen bölümlerde sunulacaktır. Geliştirilen uygulamanın bir diğer bileşeni ise, otomatik metin tanıma ve sesli şekilde metnin kullanıcıya okunmasıdır. Bu sayede görme engelli bireyler, telefonlarının kameraları aracılığı ile etraflarındaki metinleri kolaylıkla tespit edip dinleyebileceklerdir.

Literatürde görme engelli bireylere yönelik geliştirilmiş yapay zekâ ve görüntü işleme tabanlı uygulamaları konu alan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Ouali ve arkadaşları [2] tarafından geliştirilen bu çalışma, derin öğrenme teknikleri

kullanarak görme engelli bireyler için bir metin okuma modülü sunmaktadırlar. Nasser ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada [3], görme engelli bireylerin mobilite ihtiyaçlarını karşılamak için Yapay Zekâ ve IoT (Nesnelere İnterneti) teknolojilerini kullanan bir mobil uygulama geliştirilmiştir. Medronha ve arkadaşları tarafından LERMO[4] isminde, işaret dili tanıma konusunda makine öğrenmesi ve yapay zekâ tekniklerini kullanan bir web oyunu geliştirmişlerdir. Lima vd. tarafından yapılan çalışmada ise [5], görme engelli bireylerin konumlarını ve çevrelerindeki yer işaretlerini tanımlamalarına yardımcı olmak için yapay zekâ tabanlı bir mobil uygulama geliştirmişlerdir. Chinchole ve Patel tarafından geliştirilen sistemde [6], görme engelliler için düşük maliyetli bir yardımcı sistem geliştirmeyi amaçlamaktadır. Naqvi ve arkadaşları çalışmalarında [7], görme engelli bireylerin bağımsız hareket edebilmeleri için OpenCV ve TensorFlow API kullanılarak Raspberry Pi üzerinde çalışan bir sistem geliştirmişlerdir. Won ve arkadaşları [8] çalışmalarında görme engelli bireyler için nesne tespiti ve tanıma amacıyla MobileNetV1 ve Faster R-CNN derin öğrenme modellerini kullanmışlardır.

Bu çalışma, görme engelli bireylerin günlük yaşamda karşılaştıkları zorlukları hafifletmek ve onların bağımsız hareket kabiliyetlerini artırmak amacıyla yenilikçi bir mobil uygulama sunarak literatüre önemli katkılar sağlamaktadır. Mevcut literatürde, görme engellilere yönelik teknolojik çözümler genellikle tek bir işlevle sınırlı kalırken, bu çalışma nesne tanıma, metin okuma, sesli navigasyon ve konum tabanlı hava durumu hizmetlerini entegre eden kapsamlı bir çözüm sunmaktadır. MobileNetV2 modelinin nesne tanıma modülü olarak kullanılması, modelin yüksek doğruluk oranları ve mobil cihazlar için optimize edilmiş yapısı sayesinde uygulamanın etkinliğini artırmaktadır. Bu çalışmanın motivasyonu, yapay zekâ ve görüntü işleme teknolojilerinin sunduğu potansiyeli kullanarak görme engelli bireylerin yaşam kalitesini artırmak ve onların toplumsal entegrasyonunu desteklemektir. Bu bağlamda, çalışmanın bulgularının ve geliştirilen uygulamanın, görme engellilere yönelik gelecekteki teknolojik çözümler için önemli bir referans noktası olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmanın Materyal ve metot bölümü, uygulamanın geliştirilme sürecini ve kullanılan teknolojik araçları detaylandıracaktır. Araştırma bulguları, uygulamanın kullanıcı deneyimi üzerindeki etkisini ortaya koyacak ve tartışma bölümünde, elde edilen bulgular geniş bir bağlamda ele alınacaktır. Tartışma bölümünde, literatürdeki benzer çalışmalar ile söz konusu çalışmanın kıyaslaması yapılırken, sonuç bölümünde ise, çalışmanın önemini vurgulanacak ve gelecek araştırmalar planlanan geliştirmeler sunulacaktır.

## Materyal ve Metot

Bu başlık altında çalışmanın geliştirilmesinde kullanılan geliştirme araçları, kullanılan teknolojiler, veri seti ve yapay zekâ modelleri detaylı olarak işlenmiştir.

## Geliştirme Ortamları ve Araçları

Bu çalışmada geliştirilen mobil uygulama, görme engellilerin günlük yaşamlarında karşılaştıkları çeşitli zorlukları hafifletmek amacıyla tasarlanmıştır. Uygulamanın

geliştirilmesi sürecinde kullanılan ortam ve araçlar hem yazılımın verimliliğini hem de kullanıcı dostu bir arayüz sağlama hedefleri gözeticilerle seçilmiştir.

Uygulama, Android işletim sistemi için önerilen ve yaygın olarak kabul gören Kotlin programlama dili kullanılarak IntelliJ Idea ortamında geliştirilmiştir. Ayrıca derin öğrenme modellerinin eğitilmesi, test edilmesi ve metriklerin elde edilmesi işlemleri de Python programlama dili kullanılarak PyCharm ortamında gerçekleştirilmiştir.

### Derin Öğrenme Tabanlı Nesne Tanıma Modelleri

Bu bölümde, görme engelli bireyler için geliştirilen mobil uygulamanın temelini oluşturan yapay zekâ (AI) ve görüntü işleme teknolojileri üzerinde durulmaktadır. Uygulamanın nesne tanıma ve metin okuma gibi işlevleri, MobileNet V2 SSD modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

MobileNet SSD, Howard ve arkadaşları tarafından önerilen derin öğrenme tabanlı bir nesne tanıma modelidir [10]. MobileNet SSD, az sayıda hesaplama ile yüksek doğrulukta nesne tanıma yeteneği sunmaktadır. Model, Evrişimli Sinir Ağları (CNN) üzerine kuruludur ve SSD (Single Shot MultiBox Detector) mimarisini kullanmaktadır. Şekil 1' de MobileNet SSD ağ mimarisi gösterilmektedir.

MobileNet, özellikle mobil ve gömülü sistemlerde kullanılmak üzere tasarlanmış olup, güç ve kaynak tüketimi yönlerinden oldukça verimlidir. MobileNet SSD, aşağıdaki denklem 1'de gösterilen çoklu çapa kutuları (anchor boxes)

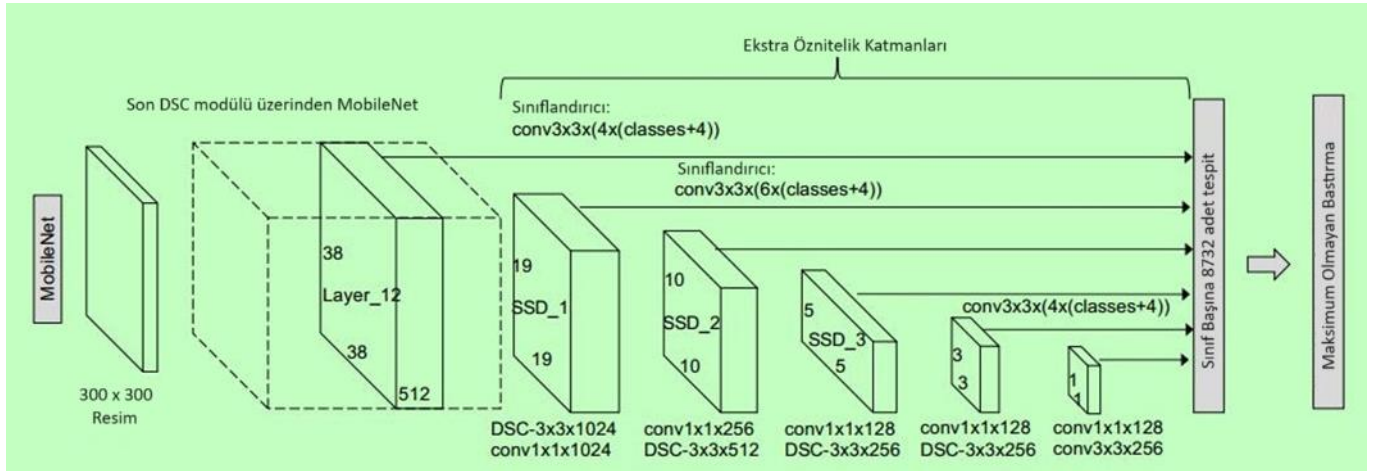
aracılığıyla nesnelerin sınıflarını ve konumlarını tahmin etmektedir:

$$L(x, c, l, g) = \frac{1}{N} (L_{conf}(x, c) + \alpha L_{loc}(x, l, g)) \quad (1)$$

Yukarıdaki denklemde L fonksiyonu; toplam kaybı, x; her bir tahmin kutusunu, c; sınıf olasılıklarını, g; gerçek kutu konumlarını temsil etmektedir.  $L_{conf}$  sınıflandırma kaybı,  $L_{loc}$  ise sınıf kaybıdır. N, eşleşen çapa kutusu sayısını ve  $\alpha$  ise konum kaybının ağırlığını ifade etmektedir.

Geliştirilen uygulama, kullanıcıların çevresindeki nesnelere tanımlamalarına olanak tanıyan bir görüntü işleme sürecini içermektedir. Bu süreç, telefon kamerasının açılmasıyla başlamakta ve elde edilen görüntülerin eş zamanlı olarak TensorFlow Lite ile işlenerek MobileNet SSD modeli tarafından sınıflandırılması ile devam etmektedir. Bu model, görüntülerdeki nesnelere doğru bir şekilde sınıflandırmak ve konumlandırmak için Şekil 1' de bahsedilen SSD mimarisini kullanmaktadır.

Mobil cihazlar içerisinde gömülü olarak kullanılacak birçok nesne tanıma modeli bulunmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, nesne tanıma işlevi için literatürde MobileNet V1 ve V2, VGG16, ResNet50, InceptionV3 gibi çeşitli modeller kullanılmıştır. Tablo 1' de bu çalışmada kullanılan MobileNetV2 modelinin literatürdeki diğer modeller ile karşılaştırılması gösterilmektedir [9].



Şekil 1. MobileNet SSD mimarisi [11]

Tablo 1. MobileNet SSD modellerinin diğer nesne tanıma modelleri ile karşılaştırılması

Özellik / Kriter	MobileNet V1	MobileNet V2	VGG16	ResNet-50	Inceptionv3
<b>Model Boyutu (MB)</b>	~16 MB	~14 MB	~528 MB	~98 MB	~92 MB
<b>Hesaplama Maliyeti (FLOPs)</b>	~569 Milyon	~300 Milyon	~15.5 Milyar	~3.8 Milyar	~5.7 Milyar
<b>Bellek Kullanımı</b>	Düşük (~500MB veya daha az)	Düşük (~500MB veya daha az)	Yüksek	Orta	Orta
<b>Enerji Verimliliği</b>	Yüksek (Mobil cihazlar için uygun)	Yüksek (Mobil cihazlar için uygun)	Düşük (Yüksek güç tüketimi)	Düşük (Yüksek güç tüketimi)	Düşük (Yüksek güç tüketimi)
<b>Hız</b>	Yüksek (Hızlı çıkarım ve eğitim süresi)	Yüksek (Hızlı çıkarım ve eğitim süresi)	Düşük (Yavaş çıkarım ve uzun eğitim süresi)	Düşük (Yavaş çıkarım ve uzun eğitim süresi)	Düşük (Yavaş çıkarım ve uzun eğitim süresi)
<b>Uygulama Alanı</b>	Mobil / Gömülü Sistemler	Mobil / Gömülü Sistemler	Genel Amaç	Genel Amaç	Genel Amaç

MobileNet V1 ve V2 modellerinin en temel avantajı, yüksek hesaplama ve bellek verimliliği ile birlikte makul seviyede doğruluk sağlamalarıdır. Bu durum, MobileNet modellerini, mobil cihazlarda gerçek zamanlı nesne tanıma gibi görevler için ideal bir seçim haline getirmektedir. Diğer yandan, VGG, ResNet ve Inception gibi modeller, genellikle yüksek doğruluk oranları elde etmek amacıyla, daha büyük model boyutları ve daha yüksek hesaplama maliyeti gibi dezavantajlar barındırmaktadır. Mobil bir uygulama içerisinde nesne tanıma işlevi için tercih edilecek modelde hem başarı oranı yüksek olmalı, hem de kaynak ve enerji tüketimi minimum seviyede tutulmalıdır. Bu bilgiler ışığında, akıllı telefonlar gibi kaynakların ve enerjinin kısıtlı olduğu durumlarda, MobileNet modelleri diğer modellere göre daha uygun bir seçenek olarak öne çıkmaktadır.

MobileNet V1 ve V2' nin yukarıda listelenen yönlerden dolayı tercih edilmesi sonrasında, iki model arasında hangisinin uygulama içerisine entegre edileceği konusu gündeme gelmiştir. MobileNet V1 ve MobileNet V2 benzer işlevler için tasarlanmış olsa da MobileNet V2, mimari ve performans alanında önemli iyileştirmeler içermektedir. Bu geliştirmeler, onu mobil cihazlarla gerçekleştirilen daha zorlu ve karmaşık görevler için daha uygun bir seçenek haline getirmektedir. Fakat her iki modelden hangisinin tercih edileceğini belirlemek için yine literatürdeki çalışmalar incelenmiştir. Tablo2' de literatürde MobileNet V1 ve MobileNet V2 modellerini çeşitli yönlerden karşılaştıran çalışmalar ve tespit ettikleri en iyi performans gösteren modeller listelenmektedir. Söz konusu çalışmalar incelendiğinde MobileNet V2' nin MobileNet V1'e göre birçok yönden üstün olduğu görülmüştür.

Yine de söz konusu iki model arasında hangisinin nesne tanıma için kullanılacağını belirlemek adına, her iki model tarafımızca içerisindeki örnek sayısı artırılmış Pascal VOC veri seti üzerinde eğitilmiş, başarı oranları ve diğer metrikler karşılaştırılmıştır. Söz konusu işlemde kullanılan veri seti 2.3 numaralı başlık altında, elde edilen başarı oranları, diğer

metrikler ve karmaşıklık matrisleri ise Araştırma bulguları başlığı altında sunulmuştur.

Tablo 2. MobileNet V1 ve MobileNet V2 modellerinin karşılaştırılması

Çalışma	Karşılaştırılan Modeller	En İyi Performans Gösteren Model
Rahmat, 2024 [12]	SSD MobileNet V1 vs. SSD MobileNet V2	SSD MobileNet V2
Fikri vd. [13]	SSD MobileNet V1 vs. SSD MobileNet V2	SSD MobileNet V2
Salim vd. [14]	SSD MobileNet V1 vs. SSD MobileNet V2	SSD MobileNet V2
Ramos ve Magwili [15]	SSD MobileNet V1 vs. SSD MobileNet V2	SSD MobileNet V2

### Veri Seti

Görme engelliler için geliştirilen mobil uygulamanın nesne tanıma modülünde hangi modelin kullanılacağını tespit etmek için literatürdeki çalışmalar incelenmiş ve bir önceki başlıkta sunulmuştur. MobileNet V1 ve V2' nin modellerinin diğer modellere göre öne mobil uygulamalarda kullanılmak için öne çıktığı görülmüştür.

Bu çalışma kapsamında hangi MobileNet modelinin kullanılacağını belirlemek için her iki model genişletilmiş Pascal VOC veri seti üzerinde tekrar eğitilmiş ve test edilmiştir.

Pascal VOC (Visual Object Classes) veri seti, bilgisayarla görü ve makine öğrenmesi alanlarında nesne tanıma tekniklerinin değerlendirilmesi için geniş çapta kullanılan bir veritabanıdır. Everingham ve arkadaşları tarafından geliştirilen bu veri seti, ilk olarak 2005 yılında sunulmuş ve 2012 yılına kadar her yıl güncellenmiştir [16]. Veri seti, geniş bir yelpazede nesne sınıflarını kapsar ve görüntülerde nesne tespiti, sınıflandırma ve segmentasyon görevleri için zemin gerçeği etiketleri ile sunulur. Pascal VOC veri seti, 20 farklı nesne sınıfını içerir. Bunlar arasında insanlar, hayvanlar (kedi, köpek, kuş gibi), araçlar (araba, bisiklet, motosiklet gibi) ve iç mekân nesnelere (sandalye, masa gibi) bulunmaktadır. Her bir görüntü için, nesnelere sınırlayıcı kutular (bounding box) ile etiketlenmiştir, bu da nesne tespiti algoritmalarının eğitimi ve testi için ideal bir yapı sağlar. Bu çalışmada, Pascal VOC veri seti sınıflarındaki örnek sayıları artırılmış ve ortaya genişletilmiş bir veri seti çıkmıştır.

### TextRecognizer

Bu çalışmada, görme engelli kullanıcıların çevrelerindeki yazıları telefon kamerası üzerinden tespit etmeleri ve sesli olarak dinleyebilmeleri için Google Mobile Vision API'nın TextRecognizer özelliği ile Android TextToSpeech API kullanılmıştır.

Google tarafından geliştirilen Mobile Vision API, görüntüler içerisinde yer alan metinleri tanıma ve dijital metin olarak çıkarma yeteneği sağlar [17]. Bu çalışmada kullanılan TextRecognizer, kamera tarafından alınan görüntüler üzerinde gerçek zamanlı olarak metin tespiti yapmak için kullanılmıştır. TextRecognizer, farklı dillerde ve yazı tiplerinde etkili bir şekilde metin tanıma kapasitesine sahiptir, bu da onu çok yönlü ve erişilebilir uygulamalar için ideal kılar [18].

Metin tanıma işleminden sonra, elde edilen metinlerin sesli olarak ifade edilmesi için Android'in yerleşik TextToSpeech (TTS) özelliği kullanılmıştır. Bu teknoloji, metinleri doğal dilde sesli söze dönüştürmek için çeşitli dil ve lehçe desteği sunar ve kullanıcıların metin içeriğini dinleyerek anlamalarına olanak tanır. TTS, kullanıcının bağımsızlığını artırmak ve görsel olarak erişilemeyen bilgilere erişim sağlamak için kritik bir teknolojidir [19].

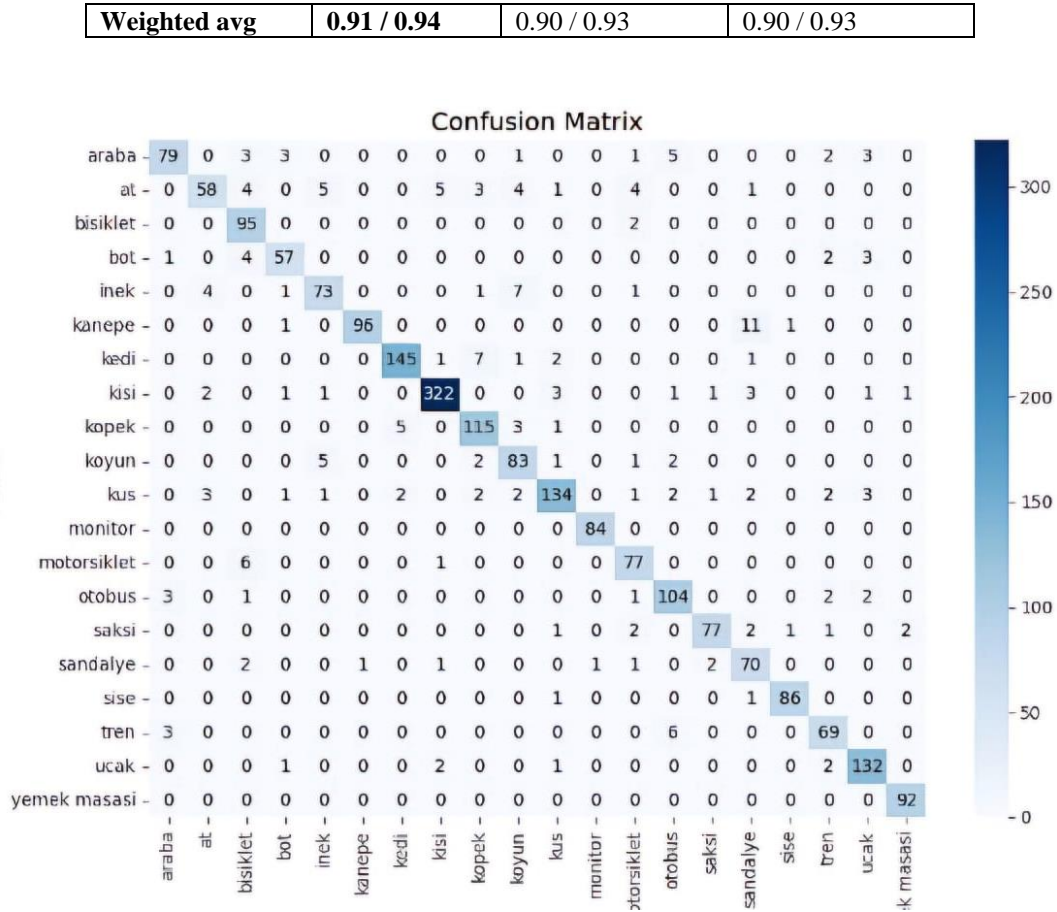
### Araştırma Bulguları

Bu bölümde ilk olarak, materyal metot başlığı altında anlatılan veri seti ve modeller kullanılarak gerçekleştirilen sınıflandırma işlemleri sunulmuştur. Daha sonra ise, elde edilen sonuçlar sonrasında tasarlanan mobil uygulamanın algoritması ve sahip olduğu modüllerin geliştirilme süreci de detaylı olarak işlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında ilk olarak genişletilmiş Pascal VOC veri seti üzerinde MobileNet V1 ve MobileNet V2 modellerinin eğitilmesi ve test edilmesi işlemleri gerçekleştirilmiştir. İlk işlemde; veri seti %80 eğitim, %20 test olarak ayrılmıştır. Her iki model için de epoch değeri 20 olarak belirlenmiştir. Gerçekleştirilen test işlemi sonrasında MobileNet V1 modelinden %91, MobileNet V2 modelinden ise %94 doğruluk oranı elde edilmiştir. Tablo 3'de söz konusu sınıflandırma işleminin her sınıf için başarı oranı ve metrik değerleri gösterilmektedir. Tablo 3'de gösterilen veriler incelendiğinde MobileNet V1 modeli en yüksek doğruluk oranını %96 ile monitör sınıfından elde ederken, en düşük doğruluk oranını %72 ile bot sınıfından elde etmiştir. MobileNet V2 modeli ise en yüksek doğruluk oranını %100 ile Monitör ve yemek masası sınıflarından elde ederken, en düşük doğruluk oranını %84 tren sınıfından elde etmiştir. Gerçekleştirilen sınıflandırma işleminin karmaşıklık matrisi ise Şekil 2'de gösterilmektedir.

Tablo 3. Veri setinin %80 eğitim, %20 test olarak ayrılması sonucunda elde edilen metrikler

Class	MobileNet V1 / MobileNet V2		
	Precision	Recall	F1-score
Araba	0.94 / 0.85	0.88 / 0.98	0.91 / 0.91
At	0.82 / 0.95	0.84 / 0.80	0.83 / 0.87
Bisiklet	0.96 / 0.96	0.90 / 0.98	0.93 / 0.97
Bot	0.72 / 0.78	0.81 / 0.90	0.76 / 0.83
İnek	0.92 / 0.74	0.76 / 1	0.83 / 0.85
Kanepe	0.92 / 0.96	0.91 / 0.94	0.91 / 0.95
Kedi	0.92 / 0.98	0.93 / 0.91	0.93 / 0.94
Kişi	0.96 / 0.96	0.97 / 0.98	0.97 / 0.97
Köpek	0.87 / 0.90	0.88 / 0.88	0.88 / 0.89
Koyun	0.85 / 0.97	0.92 / 0.78	0.88 / 0.86
Kuş	0.85 / 0.91	0.85 / 0.90	0.85 / 0.90
Monitör	0.96 / 1	1 / 0.98	0.98 / 0.99
Motorsiklet	0.89 / 0.97	1 / 0.90	0.94 / 0.94
Otobüs	0.91 / 0.95	0.89 / 0.93	0.90 / 0.97
Saksı	0.89 / 0.97	0.95 / 0.97	0.92 / 0.97
Sandalye	0.89 / 0.83	0.70 / 0.86	0.79 / 0.86
Şişe	0.91 / 0.98	0.95 / 1	0.93 / 1
Tren	0.94 / 0.93	0.81 / 0.84	0.87 / 0.88
Uçak	0.87 / 0.95	0.93 / 0.94	0.90 / 0.94
Yemek Masası	0.96 / 1	1 / 1	0.98 / 1
Macro avg	0.90 / 0.93	0.89 / 0.93	0.89 / 0.93



Şekil 2. Veri setinin %80 eğitim, %20 test olarak ayrılması ile gerçekleştirilen sınıflandırma işleminin karmaşıklık matrisi

Veri setinin oransal dağıtılmasından sonra gerçekleştirilen bir sonraki işlemde, K- fold (k=5) çapraz doğrulama yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, veri setinin rastgele alt kümelerine bölünmesini ve her bir alt kümenin hem eğitim hem de doğrulama için kullanılmasını sağlamaktadır. Bu yaklaşım, modelin genelleştirme yeteneğini arttırmakta ve modeli aşırı uyuma (overfitting) karşı korumaktadır. 5-fold çapraz doğrulama ile gerçekleştirilen sınıflandırma işlemlerinde de hem MobileNet V1 hem de MobileNet V2 için epoch değeri 20 olarak ayarlanmıştır. Gerçekleştirilen test işlemi sonrasında MobileNet V1 modelinden %90, MobileNet V2 modelinden ise %93 doğruluk oranı elde edilmiştir. Tablo 4' de söz konusu sınıflandırma işleminin her sınıf için ve

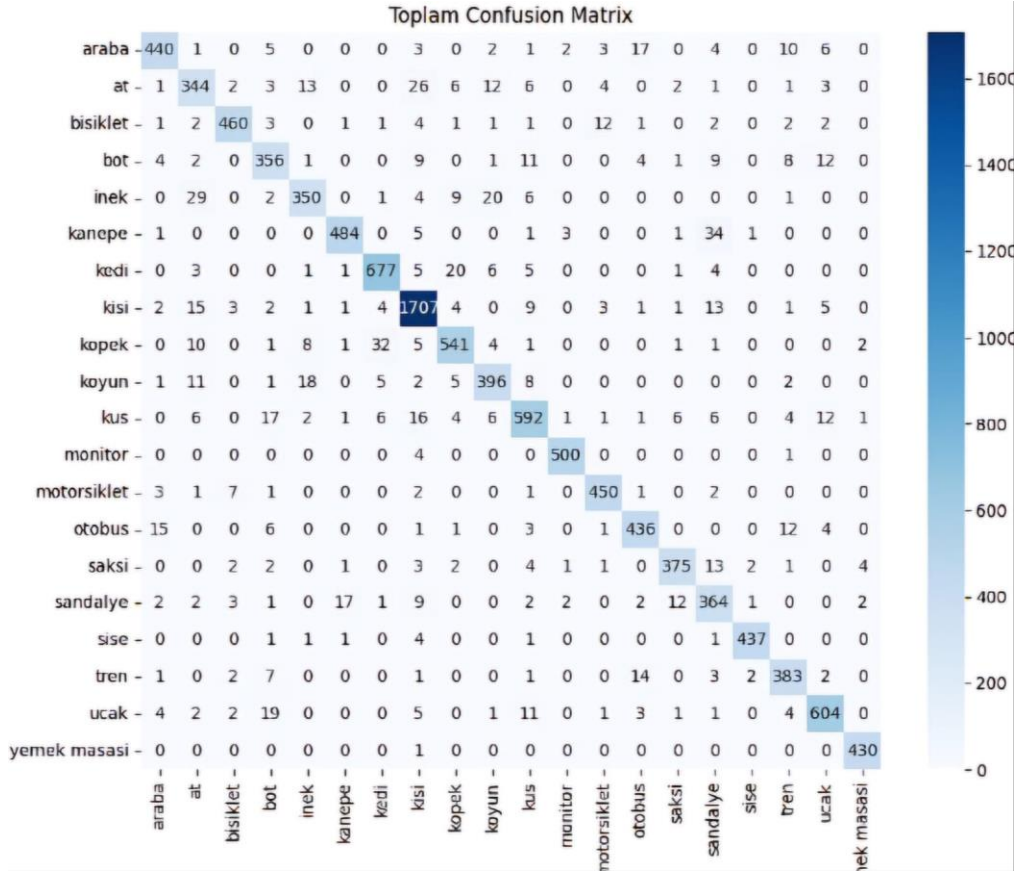
ortalama olarak başarı oranları ile metrik değerleri gösterilmektedir.

Tablo 4' de gösterilen veriler incelendiğinde MobileNet V1 modeli en yüksek doğruluk oranını %100 ile yemek masası sınıfından elde ederken, en düşük doğruluk oranını %72 ile sandalye sınıfından elde etmiştir. MobileNet V2 modeli ise en yüksek doğruluk oranını %100 ile yemek masası ve monitör sınıfından elde ederken, en düşük doğruluk oranını %70 ile sandalye sınıfından elde etmiştir. 5-fold çapraz doğrulama yöntemi ve MobileNet V2 modeli kullanılarak gerçekleştirilen ve %93 ortalama başarı oranı elde edilen işleme ait karmaşıklık matrisi de Şekil 3' de gösterilmektedir.

Tablo 4. Veri setinin 5-fold validation yöntemi kullanılarak elde edilen metrikler

Class	MobileNet V1 / MobileNet V2		
	Precision	Recall	F1-score
Araba	0.95 / 0.97	0.86 / 0.95	0.90 / 0.96
At	0.73 / 0.76	0.78 / 0.81	0.75 / 0.78
Bisiklet	0.96 / 0.94	0.94 / 0.90	0.95 / 0.92
Bot	0.77 / 0.83	0.83 / 0.83	0.80 / 0.83
İnek	0.92 / 0.88	0.84 / 0.85	0.88 / 0.86
Kanepe	0.93 / 0.97	0.91 / 0.79	0.92 / 0.87
Kedi	0.95 / 0.97	0.89 / 0.93	0.92 / 0.96
Kişi	0.92 / 0.93	0.94 / 0.98	0.93 / 0.95
Köpek	0.85 / 0.94	0.87 / 0.95	0.86 / 0.95
Koyun	0.84 / 0.94	0.92 / 0.92	0.88 / 0.93
Kuş	0.91 / 0.90	0.83 / 0.96	0.87 / 0.93
Monitör	0.96 / 1	1 / 0.98	0.98 / 0.99
Motorsiklet	0.90 / 0.98	0.97 / 0.96	0.94 / 0.97

Otobüs	0.91 / 0.93	0.90 / 0.92	0.91 / 0.93
Saksı	0.97 / 0.91	0.89 / 0.93	0.93 / 0.92
Sandalye	0.72 / 0.70	0.77 / 0.85	0.74 / 0.77
Şişe	0.96 / 0.98	0.99 / 0.98	0.99 / 0.99
Tren	0.89 / 0.92	0.89 / 0.96	0.89 / 0.94
Uçak	0.87 / 0.94	0.89 / 0.86	0.88 / 0.90
Yemek Masası	1 / 1	1 / 1	1 / 1
Macro avg	0.90 / 0.92	0.90 / 0.91	0.90 / 0.92
Weighted avg	<b>0.90 / 0.93</b>	0.90 / 0.93	0.90 / 0.93



Şekil 3. 5-fold çapraz doğrulama ile gerçekleştirilen sınıflandırma işleminin karmaşıklık matrisi

Gerçekleştirilen test işlemleri sonrasında elde edilen başarı oranlarına göre, geliştirilecek mobil uygulamanın nesne tanıma modülü için MobileNet V2' modelinin kullanılmasına karar verilmiştir.

Geliştirilen mobil uygulamanın arayüzünün tasarlanmasında, görme engelli bireylerin kullanımına yönelik sade bir yaklaşım tercih edilmiştir. Şekil 4' te söz konusu arayüz tasarımı gösterilmektedir. Kullanıcının sadece ekran ortasındaki tek butona tıklaması yeterli olacaktır. Bu aşamadan sonra yürütülecek tüm işlemler, kullanıcı tarafından verilecek sesli komutlar üzerinden gerçekleştirilecektir.

Tasarlanan ana ekrandaki butona tıkladığında "Dinleme başlatılıyor, konuşun" mesajı sesli olarak kullanıcıya sunulur. Bu aşamadan sonra kullanıcı tarafından yapılacak konuşma beklenmeye başlanır. Kullanıcı tarafından gelecek talepler doğrultusunda ilgili sınıf çağrılır ve çalıştırılır. Şekil 5' de kullanıcı tarafından verilecek sesli komutlarda kullanılacak

kelime örüntüleri ve ilgili sınıfın çağrılması gösterilmektedir. Şekil 5' de gösterilen kelime örüntüleri örnek olup, istenmesi durumunda sayısı ve çeşitliliği kolaylıklar artırılabilir.



## Şekil 4. Mobil Uygulama Arayüzü

Kullanıcı tarafından sesli komutlar kullanılarak çağırılacak ilk modül nesne tanıma ve yönlendirme modülüdür.

Söz konusu modül “nesne tanıma”, “nesne”, “kamerayı aç” gibi komutlar ile çağırılmaktadır. Modül çalışmaya başladığında ilk olarak telefon kamerası açılmaktadır. Bu sayede kamera üzerinden anlık olarak ortam görüntüsü alınmaktadır. Alınan görüntülerde yer alan nesnelere eş zamanlı olarak MobileNetV2 modeli tarafından

sınıflandırılmaktadır. Nesne tespit edildikten sonra, söz konusu nesnenin konumu belirlenmektedir. Türü ve konumu belirlenen nesneye ait bilgiler daha sonra TextToSpeech özelliği sayesinde kullanıcıya sesli olarak bildirilmektedir. Bu işlem sayesinde görme engelli bir kullanıcı, bulunduğu ortamda yer alan nesnelere ve bu nesnelere konumlarını öğrenebilecektir. Şekil 6’ da MobileNet V2 tarafından tespit edilen bir nesnenin konumunun belirlenmesi için yazılmış kodlar gösterilmektedir.

```

val result = results.getStringArrayList(SpeechRecognizer.RESULTS_RECOGNITION)
result?.let {
    val spokenText = it[0]
    when (spokenText) {
        "nesne tanıma", "nesne", "tanıma", "kamerayı aç" -> {
            speakText("Kamerayı açarak nesnelere tanıma başlıyorum.")
            val intent = Intent(this@MainActivity, CameraActivity::class.java)
            startActivity(intent)
        }
        "metni oku", "yazı", "okuma", "metin okuma" -> {
            speakText("Kamerayı açarak metin okuma işlevini başlatıyorum.")
            val intent = Intent(this@MainActivity, ReadActivity::class.java)
            startActivity(intent)
        }
        "yardım" -> {
            speakText("Yardım sayfasına yönlendiriyorum.")
            val intent = Intent(this@MainActivity, HelpActivity::class.java)
            startActivity(intent)
        }
        "hava", "hava durumu", "bugün hava", "bugün hava nasıl" -> {
            speakText("Hava durumu sayfasına yönlendiriyorum.")
            val intent = Intent(this@MainActivity, WeatherActivity::class.java)
            startActivity(intent)
        }
        "konum", "neredeyim", "harita", "yol tarifi" -> {
            speakText("Harita sayfasına yönlendiriyorum.")
            val intent = Intent(this@MainActivity, MapActivity::class.java)
            startActivity(intent)
        }
        else -> {
            speakError()
        }
    }
}

```

Şekil 4. Anasayfa İşlev Butonu Arkayüzü

Nesne tanıma modülü, telefon kamerası aracılığı ile görüş alanı içindeki nesnelere tanımasının yanı sıra, kullanıcı tarafından spesifik olarak aranan ürünü de tespit etmekte ve kullanıcıyı nesneye doğru yönlendirmektedir. Bu işlemde kullanıcının konuşmasını tanımak startSpeechRecognition() fonksiyonu kullanılır. Kullanıcının sesli komutundan tespit edilen nesne ismi uygulama içerisinde tanımlı nesne etiketleriyle karşılaştırılır ve eşleşme durumuna göre kullanıcıya geri bildirim sağlanır. Örneğin, kullanıcı “bardak” nesnesini arıyor olsun. “Bardak arıyorum” şeklinde vereceği komut içerisinde bardak etiketi belirlenecek ve kamera

aracılığı ile ortam içerisinde aranacaktır. Bu esnada kullanıcıya "Nesneyi arıyorum: bardak" şeklinde sesli bir mesaj verilecektir. Aranan nesne bulunulan ortam içerisinde tespit edildiğinde, konumu kullanıcıya sesli olarak aktarılacaktır. (Örnek: “Bardak, sol altta” şeklinde sesli bir uyarı verilecektir). Geliştirilen bu modülün, görme engelli bireylere günlük ihtiyaçlarını görmede oldukça yardımcı olacağı düşünülmektedir. Şekil 7’ de söz konusu modül kullanılarak ortamdaki nesnelere tanınması ve etiketlenmesi gösterilmektedir.

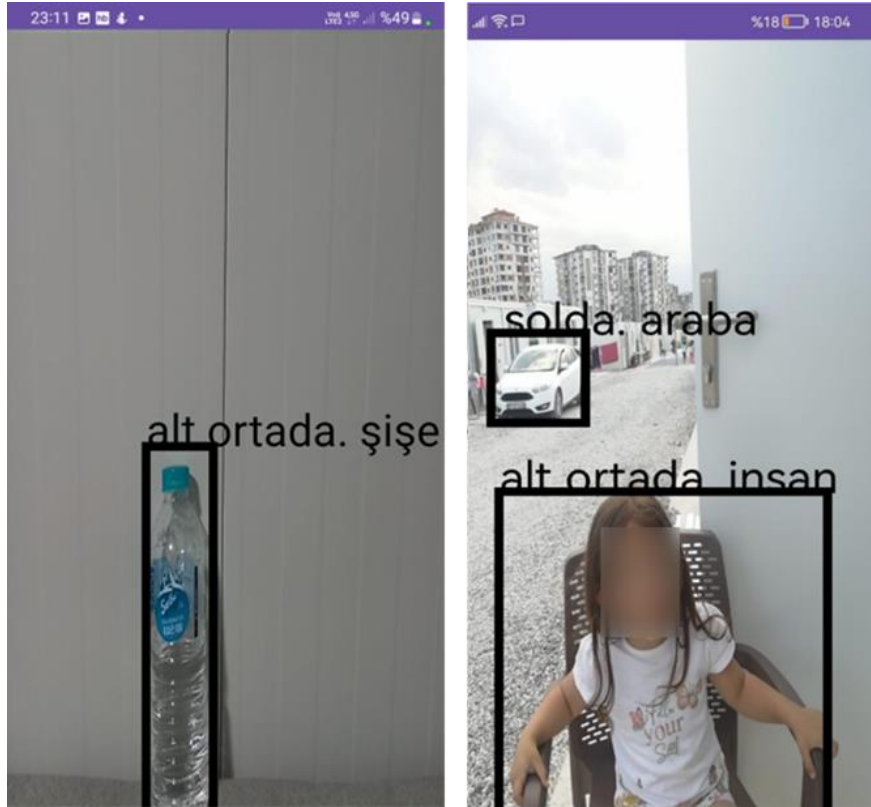


```

val labelIndex = classes[index].toInt()
canvas.drawRect(
    RectF(
        locations[x + 1] * w,
        locations[x] * h,
        locations[x + 3] * w,
        locations[x + 2] * h
    ), paint
)
paint.style = Paint.Style.FILL
val centerX = (locations[x + 1] + locations[x + 3]) * w / 2
val centerY = (locations[x] + locations[x + 2]) * h / 2
// Genişlik(yatay) belirlenir
val W_pos = when {
    centerX <= w / 3 -> "solda"
    centerX <= w / 3 * 2 -> "ortada"
    else -> "sağda"
}
// Yükseklik(dikey) belirlenir
val H_pos = when {
    centerY <= h / 3 -> "üst"
    centerY <= h / 3 * 2 -> ""
    else -> "alt"
}
val label = labels[labelIndex]
val positionText = "$H_pos $W_pos. $label"
canvas.drawText(positionText, locations[x + 1] * w, locations[x] * h, paint)
speechTexts.add("$H_pos $W_pos. $label") // Metni listeye ekle
}
}

```

Şekil 6. Nesne Tanıma Modülü- Tespit Edilen Nesnenin Konumunun belirlenmesi

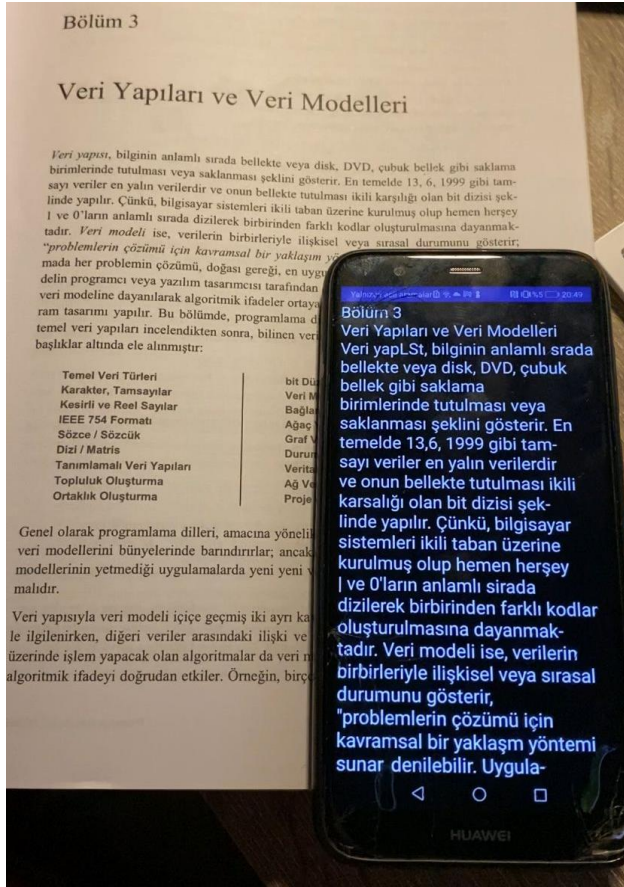


Şekil 7. Nesne Tanıma Modülü ile Ortamdaki Nesnelerin ve Konumlarının Tespiti

Geliştirilen uygulamanın görme engelli bireyler için sunduğu hizmetlerden biri de telefon kamerası aracılığı ile tespit ettiği metinleri otomatik olarak tanınması ve sesli olarak okumasıdır.

Metin okuma modülü, telefon kamerası aracılığı ile tespit edilen metni TextToSpeech özelliğini kullanarak kullanıcıya sesli olarak okumaktadır. Kullanıcının ana ekranda iken "yazıyı oku" ya da "metni oku" şeklinde sesli olarak direktif vermesi, söz konusu modülün çalışması için yeterlidir. Modül çalışmaya başladığında ilk olarak telefon kamerası açılacak ve ortamdaki metinler taranmaya başlanacaktır. Kameranın görüş alanı içerisinde bir metin tespit edildiğinde, Google TextRecognizer API' ı tarafından tespit edilecek, karakterler tanınacak ve metin haline dönüştürülecektir. Elde edilen metin, bu kez Android tarafından geliştirilen texttoSpeech özelliği sayesinde sesli olarak kullanıcıya okunmaya başlanacaktır.

Geliştirilen bu modül sayesinde görme engelli bireylerin çevrelerindeki metinleri hızlı bir şekilde anlamaları ve bilgiye kolaylıkla erişmelerini amaçlanmıştır. Örnek vermek gerekirse, görme engelli bireyler markette iken ürünlerin üzerindeki etiketleri okuyarak alışveriş yapabilir veya restoranda menüyü sesli olarak dinleyerek seçim yapabileceklerdir. Bu modül ile, kullanıcıların bağımsızlık seviyelerini arttırmaları ve kendi ihtiyaçlarını karşılama becerilerini güçlendirmeleri amaçlanmıştır. Şekil 8' de metin okuma modülü kullanılarak, ortam içerisinde yer alan metinlerin telefon kamerası aracılığı ile tespit edilmesi ve daha sonra kullanıcıya okunması gösterilmektedir.



## Şekil 8. Metin Okuma Modülü ile Ortamdaki Metinlerin Tanınması

Bu çalışma kapsamında geliştirilen mobil uygulama, belirtilen başlıca özelliklerinin yanında, hava durumu sorgulama ve navigasyon modüllerine de sahiptir. Hava durumu sorgulama modülünde kullanıcı, "hava durumu" ya da hava durumunu söyle" gibi komutlar ile ilgili modülü aktifleştirmektedir. Söz konusu modül daha sonra kullanıcının konumunu belirledikten sonra, ilgili konuma ait hava durumu bilgisini kullanıcıya sesli olarak iletmektedir. Navigasyon modülünde ise, kullanıcı gitmek istediği konumu sesli olarak bildirmekte, daha sonra ilgili konuma en kısa yürüyüş yolu belirlenmekte ve yol tarifi sesli olarak kullanıcıya sunulmaktadır. Özetlenecek olursa bu bölüm altında sunulan uygulama; nesne tanıma, metin okuma, hava durumu sorgulama ve navigasyon olmak üzere 4 temel modüle ayrılabilir. Her bir modül, kullanıcının sesli direktifleri doğrultusunda çalıştırılmakta, sunulan tüm bilgiler kullanıcıya yine sesli olarak iletilmektedir. Geliştirilen mobil uygulama sahip olduğu kullanıcı dostu ara yüz ve farklı amaçlar için geliştirilmiş modülleri sayesinde görme engelli bireylerin yaşamlarını kolaylaştırmayı amaçlamaktadır.

## Tartışma

Bu çalışma kapsamında geliştirilen mobil uygulama, nesne tanıma, metin okuma, sesli navigasyon ve konum tabanlı hava durumu hizmetlerinde yüksek doğruluk oranları ve kullanıcı dostu arayüzü ile başarılı sonuçlar elde etmiştir. MobileNetV2 modelinin entegre edilmesi sayesinde uygulama, hızlı ve enerji verimli bir şekilde çalışarak görme engelli bireylerin günlük yaşamını önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır. Geliştirilmiş mobil uygulama, görme engelli bireyler için geliştirilen derin öğrenme tabanlı akıllı asistan uygulamasıyla literatürdeki benzer çalışmalardan ayrılmaktadır. Literatürdeki mevcut çalışmalar genellikle tek bir işlevi yerine getirirken, bu çalışma nesne tanıma, metin okuma, sesli navigasyon ve konum tabanlı hava durumu hizmetlerini entegre eden kapsamlı bir çözüm sunmaktadır. Ouali ve arkadaşlarının çalışması [2], görme engelli bireyler için metin okuma deneyimini artırmayı amaçlamaktadır. Bu çalışmada artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisi kullanılarak metinlerin daha erişilebilir hale getirilmesi sağlanmıştır. Yazarların sundukları yöntemde görme engelli bireyler, AR ile tespit edilen metinleri sadece dinlemekle kalmamakta aynı zamanda konumlarını da öğrenebilmektedirler. Bu makale çalışmasında geliştirilen mobil uygulama ise kamera açısı içerisinde tespit edilen metinleri engelli birey için seslendirmesinin yanında, nesne tanıma gibi çeşitli modülleri de barındırmaktadır. Nasser ve arkadaşlarının çalışması [3], görme engelli bireylerin mobilite ihtiyaçlarını karşılamak için yapay zekâ ve IoT teknolojilerini kullanan bir mobil uygulamanın geliştirmişlerdir. Geliştirilen uygulamanın işlevi örneklenecek olursa; bir kullanıcı yürürken önünde bir engel ile karşılaştığında, sensörler ve yapay zeka tarafından işlenen bilgiler doğrultusunda engel tanınmakta ve kullanıcıya sesli bir uyarı gönderilmektedir. Bizim çalışmamız da benzer şekilde yapay zekâ ve görüntü işleme teknolojilerini entegre

ederek görme engelli bireylerin bağımsız hareket kabiliyetlerini artırmayı hedeflemektedir, ancak söz konusu çalışmadan farklı olarak çoklu modüller içermektedir. Medronha ve arkadaşları [4], işaret dili tanıma konusunda makine öğrenmesi ve yapay zekâ tekniklerini kullanan LERMO isminde bir web oyunu geliştirmişlerdir. LERMO, işaret dili hareketlerini tanımlamak ve analiz etmek için derin öğrenme algoritmalarını kullanır. Kullanıcılar, oyunu oynarken çeşitli işaret dili hareketlerini yapar ve bu hareketler, web kamerası aracılığıyla algılanır ve analiz edilir. Oyun, kullanıcının doğru hareketler yapmasını teşvik eden geri bildirimler sağlar ve doğru yapılan hareketler puanlanır. Bu sayede, kullanıcılar eğlenceli bir şekilde işaret dili becerilerini geliştirebilirler. Bizim çalışmamız ise söz konusu çalışmadan farklı olarak doğrudan görme engelli bireylerin günlük yaşamlarını iyileştirmeye odaklanmakta ve çeşitli fonksiyonlar sunmaktadır. Lima ve arkadaşlarının çalışması [5], görme engelli bireylerin konumlarını ve çevrelerindeki yer işaretlerini tanımlamalarına yardımcı olmak için yapay zekâ kullanan bir mobil uygulama geliştirmiştir. Söz konusu çalışmada yapay zekâ algoritması olarak ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF) kullanılmıştır. Geliştirilen sistem, kullanıcının telefon kamerası aracılığıyla çevresindeki yer işaretlerini algılamakta ve analiz etmektedir. Chinchole ve Patel'in çalışması [6], görme engelliler için düşük maliyetli bir yardımcı sistem geliştirmeyi amaçlamaktadır. Geliştirilen sistem, yapay zekâ ve çeşitli sensörler kullanarak görme engelli bireylerin çevrelerinde bağımsız bir şekilde gezinmelerine yardımcı olmaktadır. Gerçek zamanlı görüntü tanıma, çarpışma tespiti ve engel algılama gibi görevleri yerine getiren bu sistem, akıllı telefon uygulamaları ve sensör entegrasyonu ile desteklenmektedir. Sistem, kullanıcının çevresindeki nesnelere ve engelleri algılayarak bunlar hakkında anında geri bildirim sağlar. Örneğin, bir engel algılandığında, kullanıcıya sesli bir uyarı gönderilir ve engelin konumu hakkında bilgi verilir. Yukarıda bahsedilen iki çalışmadan farklı olarak, tarafımızda geliştirilmiş uygulama görme engelli bireylerin buldukları ortamda yer alan nesnelere tespit edilmesi ve bireylerin bu nesnelere yönlendirilmesini hedef almaktadır. Naqvi ve arkadaşları [7] Raspberry Pi üzerinde MobilenetV2 tabanlı bir nesne tanıma sistemi geliştirmişlerdir. Söz konusu sistemde bir nesne tespit edildiğinde görme engelli bireye sesli olarak bildirim sağlanmaktadır. Bu çalışma kapsamında geliştirilen mobil uygulamada ise, bir nesne tespit edildiğinde, görme engelli bireye söz konusu nesnenin konumu da bildirilmektedir. Won ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmada MobileNet V1 ve Faster R-CNN modellerinin nesne tanıma işlevi üzerindeki performansları karşılaştırılmıştır. Gerçekleştirilen çalışmada MobileNet V1 'in daha hızlı, Faster R-CNN modelinin ise daha başarılı sonuçlar verdiğine değinilmiştir. Bu çalışmada ise MobileNet V2 modeli bir mobil uygulama içerisine dahil edilmiş ve bu sayede görme engelli bireyler için nesne tanıma ve konum belirleme tabanlı bir çözüm sunulmuştur.

Sonuç olarak, literatürdeki diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında bu çalışma, geliştirilen mobil

uygulama sayesinde; nesne tanıma, nesne konumu belirleme, metin tanıma ve okuma, hava durumu bilgisi sunma gibi birçok modülü tek çatı altında toplamayı başarmıştır. Bu yönü ile geliştirilen uygulama, görme engelli bireylerin çevreleriyle daha etkili bir şekilde etkileşim kurmalarını sağlayarak günlük yaşamlarını önemli ölçüde iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda, sunulan çalışmanın, görme engellilere yönelik gelecekteki teknolojik çözümler için önemli bir referans noktası oluşturacağı düşünülmektedir.

## Sonuçlar

Bu çalışmada, görme engelli bireylerin günlük yaşamını kolaylaştırmak amacıyla geliştirilen kapsamlı bir mobil uygulama incelenmiştir. Uygulama, sahip olduğu çoklu işlevselliği ile öne çıkmaktadır. Nesne tanıma, nesnelere konumlandırılması, metin okuma, hava durumu bilgisi ve navigasyon özelliklerini tek bir platformda birleştirmektedir. Literatürde bu alanda yapılan çalışmalar incelendiğinde, görme engelli bireylere yönelik olarak geliştirilmiş, söz konusu 4 modülü içeren kapsamlı bir uygulama ile karşılaşmamıştır. Bu durum söz konusu çalışmanın özgün yanlarından birini oluşturmaktadır. Geliştirilen uygulamanın sahip olduğu modüller, kullanıcıların çevreleriyle daha etkili bir şekilde etkileşim kurmalarını sağlayarak, günlük yaşamlarını önemli ölçüde iyileştirmeyi amaçlamaktadır.

Uygulamanın merkezinde yer alan MobileNet nesne tanıma modeli, literatürdeki diğer nesne tanıma modelleriyle karşılaştırılarak seçilmiştir. Bu model, genişletilmiş Pascal VOC veri seti üzerinde, V1 ve V2 sürümleriyle test edilmiştir. Gerçekleştirilen testler sonrasında elde edilen doğruluk oranları ve metrik değerler ışığında MobileNetV2' nin geliştirilen uygulama içerisinde kullanılmasına karar verilmiştir. MobileNet V2' nin tercih edilmesi, uygulamanın hızını ve enerji verimliliğini optimize ederken aynı zamanda yüksek doğrulukla nesne tanıma yeteneğine sahip olmasını sağlamıştır.

Sonuç olarak, geliştirilen bu mobil uygulama, görme engelli kullanıcıların sosyal ve çevresel engelleri aşmalarına yardımcı olacak teknolojik bir köprü görevi görmektedir. Uygulama ile, kullanıcıların günlük faaliyetlerde daha bağımsız hareket etmelerine olanak tanıyarak, yaşam kalitelerini arttırmak amaçlanmıştır. Ayrıca bu çalışma ile, görme engelli bireyler için yenilikçi ve fonksiyonel çözümler sunarak, teknolojinin sosyal entegrasyonu ve erişilebilirlik alanlarında nasıl bir fark yaratabileceğini göstermek amaçlanmıştır.

## KAYNAKLAR

- [1] World Health Organization. World Report On Vision. <https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-vision>, January 10, 2024.
- [2] Ouali, I., Ben Halima, M., Masmoudi, N., Ayadi, M., Almuqren, L., & Wali, A. Text recuperated using ontology with stable marriage optimization technique and text visualization using AR. *Multimedia Tools and Applications*, 1-28. 2024.

- [3] Nasser, N., Ali, A. E., Karim, L., & Al-Helali, A. (2024). Enhancing Mobility for the Visually Impaired with AI and IoT-Enabled Mobile Applications. *ScienceOpen Preprints*. 2024.
- [4] Medronha, A., Lima, L., Claudio, J., & Kupssinskü, L. LERMO: A Novel Web Game for AI-Enhanced Sign Language Recognition. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*. 2024.
- [5] Lima, R., Barreto, L., Amaral, A., & Paiva, S. Visually impaired people positioning assistance system using artificial intelligence. *IEEE Sensors Journal*, 23(7), 7758-7765. 2023.
- [6] Chinchole, S., & Patel, S. . Artificial Intelligence and Sensors Based Assistive System for the Visually Impaired People. *Proceedings of the International Conference on Intelligent Sustainable Systems*. 2017.
- [7] Naqvi, K., Hazela, B., Mishra, S., & Asthana, P. (2021). Employing real-time object detection for visually impaired people. In *Data Analytics and Management: Proceedings of ICDAM* (pp. 285-299). Springer Singapore.
- [8] Won, W. C., Yong, Y. L., & Khor, K. C. (2021, September). Object Detection and Recognition for Visually Impaired Users: A Transfer Learning Approach. In *2021 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Data Sciences (AiDAS)* (pp. 1-6). IEEE.
- [9] Bianco, S., Cadene, R., Celona, L., & Napoletano, P. (2018). Benchmark analysis of representative deep neural network architectures. *IEEE access*, 6, 64270-64277.
- [10] Howard, A. G., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., ... & Adam, H. MobileNets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications. *arXiv preprint arXiv:1704.04861*. 2017.
- [11] Liu, Y., & Zhang, W. Design and simulation of precision marketing recommendation system based on the NSSVD++ algorithm. *Neural Computing and Applications*, 1-14. 2023.
- [12] Rahmat, D. P. (2024). Perbandingan Algoritma Human Detection pada Google Coral Dev Board Mini menggunakan Dataset MS COCO (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [13] Fikri, F. I., Setianingsih, C., Saputra, R. E., Hidayat, F. P., Alfiansyah, L. Y., & Amelia, N. (Aerial Insights: Precision Cattle Monitoring Using UAV Imagery and Single Shot Detection. In *2023 6th International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)* (pp. 445-450). IEEE. 2023
- [14] Salim, R., Wulandari, M., & Calvinus, Y. Weapon detection using SSD MobileNet V2 and SSD resnet 50. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2680, No. 1). AIP Publishing. 2023.
- [15] Ramos, J. P. M., & Magwili, G. V. Development of a Remotely Operated Underwater Drone for Crown-of-Thorns (COTS) Starfish Detection using Simple Convolutional Neural Network. In *2023 7th International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering (ELTICOM)* (pp. 84-88). IEEE. 2023.
- [16] Everingham, M., Eslami, S. M. A., Van Gool, L., Williams, C. K. I., Winn, J., & Zisserman, A. (2015). The Pascal Visual Object Classes Challenge: A Retrospective. *International Journal of Computer Vision*, 111(1), 98-136. <https://doi.org/10.1007/s11263-014-0733-5>
- [17] Google. (2021). Mobile Vision API. Retrieved from <https://developers.google.com/vision>
- [18] Zhang, Y., & Ismail, M. (2019). Real-time text recognition using deep learning for mobile applications. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 65(3), 328-335.
- [19] Patel, S., & Jain, R. (2020). Advances in text-to-speech synthesis technology. *Journal of Computer Speech & Language*, 64, 24-49. <https://doi.org/10.1016/j.csl.2020.101026>