**RF Tabanlı Akıllı Gözlük ile Görme Engelliler için Yönlendirme ve Engel Uyarı Sistemi**

***ECHO – Eşlikli Cihazla Hedefe Odaklılık***

***ECHO - Enhanced Cane-free Hearing Orientation***

**Emre Efe Yüksel**

**Baha Demirtaş**

**Mustafa Berk Oğuz**

**Arda Korkmaz**

**………………………….**

**İçindekiler**

| **Bölüm** | **Sayfa No** |
| --- | --- |
| **Proje Özeti** | **3** |
| **Giriş** | **3** |
| **Literatür Araştırması ve Mevcut Sistemler** | **4** |
| **Projenin Kapsamı ve Hedefleri** | **4** |
| **Teknik Yöntem ve Sistem Mimarisi** | **5** |
| **Fizibilite Analizi** | **6** |
| **Gelecek Planlar ve Genişletilebilirlik** | **7** |
| **Sonuç** | **7** |
| **Ekip Görev Dağılımı** | **8** |
| **Takvim** | **9** |

**Proje Özeti**

Bu proje, görme engelli bireylerin açık alanlarda güvenli ve bağımsız şekilde yönlerini bulmalarına yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Geleneksel kaldırım üzerindeki sarı kabartmalı rehber yolların yetersiz kaldığı durumlarda, RF (radyo frekansı) teknolojisi kullanılarak geliştirilen bir yönlendirme sistemiyle alternatif bir çözüm sunulacaktır. Kullanıcılar, akıllı gözlüklerine entegre edilmiş RF alıcıları aracılığıyla çevrelerindeki yön bilgilerini anlık olarak sesli asistan sayesinde alabileceklerdir. Proje, düşük maliyetli ve mevcut şehir altyapısına kolay entegre edilebilen modüler bir sistem olmayı hedeflemektedir. Böylece, görme engellilerin bağımsız hareket kabiliyetinin artırılması ve günlük yaşamda karşılaştıkları zorlukların azaltılması amaçlanmaktadır.

**Giriş**

Günümüzde şehirlerde görme engelliler için geliştirilen yön bulma sistemleri çoğunlukla yetersiz kalmaktadır. Özellikle kaldırım ve yaya yollarında yer alan sarı kabartmalı rehber yolların bulunmaması ya da zamanla zarar görmesi, görme engellilerin bağımsız hareket etmesini zorlaştırmaktadır. Bu durum, sosyal katılımı ve günlük yaşam kalitesini olumsuz etkileyen önemli bir engeldir. Projemiz, bu sorunu çözmek amacıyla radyo frekansı (RF) teknolojisi ile çalışan taşınabilir ve akıllı bir yönlendirme sistemi geliştirmeyi hedeflemektedir. Kullanıcıların akıllı gözlük aracılığıyla aldıkları sesli uyarılar sayesinde çevrelerindeki kritik yön ve engel bilgilerine anlık erişimi sağlanacaktır.

**Literatür Araştırması ve Mevcut Sistemler**

Görme engellilerin şehir içi yön bulma ihtiyaçlarını karşılamak üzere birçok sistem geliştirilmiştir. Bunlardan biri, yaya yollarına yerleştirilen kılavuz taşlar ya da sarı kabartmalı rehber yollardır. Bu sistemler mekanik ve pasif yapıları nedeniyle kalıcı altyapı gerektirmekte ve bakım maliyetleri yüksektir. GPS tabanlı uygulamalar, geniş alanlarda genel yönlendirme sağlamakla birlikte özellikle kapalı alanlarda ya da sokak bazındaki ayrıntılı yönlendirmede yetersiz kalmaktadır. BLE (Bluetooth Low Energy) beacon teknolojisi, alışveriş merkezleri ve kapalı alanlarda kullanılmakla beraber altyapı kurulumu ve maliyeti yüksek olabilir. Öte yandan, RF sistemleri düşük maliyeti, geniş kapsama alanı ve görsel olmayan iletişim özelliğiyle açık alanlarda daha kullanışlı ve ekonomik bir alternatif sunmaktadır. Bu nedenle projemizde RF tabanlı bir yaklaşım tercih edilmiştir.

**Projenin Kapsamı ve Hedefleri**

Projemiz, görme engellilere yönelik RF tabanlı akıllı gözlük sistemi geliştirmeyi hedeflemektedir. Sistem, belirli noktalara yerleştirilen RF vericiler vasıtasıyla kullanıcıya çevresel yön bilgisi aktaracaktır. Bu kapsamda, yaya geçidi, kavşak, merdiven gibi kritik noktalara konumlandırılmış RF vericilerle yön noktaları oluşturulacak, akıllı gözlükte bulunan RF alıcı modülü sayesinde bu sinyaller algılanacaktır. Alınan sinyal yazılım tarafından çözümlenip, anlamlı yön mesajlarına dönüştürülerek, metin-konuşma (TTS) teknolojisiyle kullanıcıya sesli olarak iletilecektir. Sistem modüler yapısıyla kolay yaygınlaştırılabilir olup, hem kullanıcı hem de altyapı açısından ekonomik ve erişilebilir bir çözüm sunmayı amaçlamaktadır.

**Teknik Yöntem ve Sistem Mimarisi**

Projenin donanım tarafında, düşük güç tüketimi, taşınabilirlik ve performans anlamında yeterlilik avantajları nedeniyle **Raspberry Pi Zero 2 W** işlemcisi tercih edilmektedir. Cihazlar arası kablosuz iletişim, 433 MHz frekans bandında çalışan RF alıcı ve verici modülleriyle sağlanmaktadır. RF vericiler, Arduino Nano mikrodenetleyiciler tarafından kontrol edilmekte ve her biri sabit bir kimlik numarası (ID) göndererek konum bilgisi iletmektedir.

Gözlükte yer alan **RF alıcı modül**, çevredeki vericilerden gelen sinyalleri algılar. Python veya C diliyle geliştirilen yazılım, bu sinyalleri çözümler ve her vericinin benzersiz ID'sine karşılık gelen yön bilgilerini tanımlar. Ardından sistem, ilgili yön mesajını metin-konuşma (TTS) motoru aracılığıyla kullanıcıya sesli olarak iletir.

**Sistemin temel işleyişi** şu şekilde özetlenebilir: RF verici sabit kimlik numarasını gönderir, gözlük bu sinyali alır, yazılım sinyali çözümler ve ilgili yön bilgisi TTS motoru aracılığıyla kullanıcıya sesli olarak iletilir. Geliştirilmiş sürümlerde, kullanıcı konumunun harita ile eşleştirilmesi, nesne tanıma ve çevresel tehlike uyarı modüllerinin entegrasyonu ile sistemin işlevselliği daha da artırılabilir.

Sisteme entegre edilmesi planlanan bir diğer özellik ise **nesne algılamadır**. Akıllı gözlükte yer alan kamera modülü sayesinde çevredeki nesneler gerçek zamanlı olarak algılanabilmektedir. Tiny-YOLO gibi hafif nesne tanıma modelleri kullanılarak bu işlem Raspberry Pi üzerinde gerçekleştirilebilir. Tanımlanan nesneler Python tabanlı yazılım tarafından işlenmekte ve kullanıcıya metin-konuşma (TTS) motoru aracılığıyla sesli olarak bildirilmektedir. Bu sayede kullanıcı yalnızca yön değil, aynı zamanda çevresindeki nesneler hakkında da anlık bilgi sahibi olabilmektedir.

**Fizibilite Analizi**

**Ekonomik fizibilite açısından değerlendirildiğinde**, projede kullanılan 433 MHz RF modüllerinin birim maliyeti yaklaşık 30₺, Arduino Nano mikrodenetleyicilerin maliyeti ise 100₺ civarındadır. Raspberry Pi Zero modeli bir işlemcinin ortalama fiyatı 700₺ seviyesindedir. Kullanıcı tarafında kulaklık ve güç sistemi için yaklaşık 300₺’lik ek bir harcama öngörülmektedir. Nesne algılama özelliğinin eklenmesi durumunda sistemde bir kamera modülüne daha ihtiyaç duyulacaktır; bu da kullanıcı başına yaklaşık 250–300₺ ek maliyet oluşturacaktır. Böylece toplam kullanıcı maliyeti 1500–1800₺ aralığına çıkabilir. Altyapı tarafında her bir RF verici noktası için tahmini maliyet 150–200₺ arasında değişmektedir.

**Teknik açıdan,** kullanılan donanım bileşenleri projenin temel gereksinimlerini karşılamaktadır. 433 MHz RF modülleri, açık alan koşullarında 30 ila 50 metre arasında etkili bir kapsama alanı sunmakta ve düşük enerji tüketimi ile avantaj sağlamaktadır. Yazılım geliştirme süreci sistemin modüler yapısı sayesinde uygulanabilir düzeydedir. Nesne algılama özelliği için Tiny-YOLO gibi düşük boyutlu derin öğrenme modelleri kullanılacaktır. Bu modeller, Raspberry Pi Zero gibi işlemcilerde optimize edilerek çalıştırılabilse de, daha yüksek performans gerektiren uygulamalarda Raspberry Pi 4 gibi alternatifler değerlendirilebilir.

**Operasyonel açıdan,** sistemkullanıcıya ek bir işlem veya kurulum yükü getirmemektedir. Akıllı gözlük donanımına entegre edilmesi sayesinde, sistem doğrudan kullanılabilir durumdadır ve takıldığı anda otomatik olarak çalışmaya başlamaktadır. Sesli yönlendirme yöntemi, görme engelli bireyler tarafından yaygın şekilde benimsenmiş ve etkinliği kanıtlanmış bir yaklaşımdır. Nesne algılama özelliğinin entegre edilmesi, kullanıcıya daha fazla çevresel farkındalık sağlayacağı için pratik kullanımı artıracaktır. Ayrıca, sistemin çevresel etkileşimleri anlamlandırması sayesinde bağımsız hareket kabiliyeti desteklenecektir**.**

**Gelecek Planlar ve Genişletilebilirlik**

Projede ilerleyen aşamalarda BLE teknolojisi entegrasyonu ile daha akıllı ve hassas yönlendirme imkanları araştırılacaktır. Harita tabanlı sistemlerle entegre çalışan sesli rehberlik modülleri geliştirilecek, böylece kullanıcıya konuma özgü daha detaylı bilgiler sağlanacaktır. Ayrıca nesne tanıma teknolojisiyle RF sistemi birleştirilerek tam bağımsızlık hedeflenmektedir. İleri aşamalarda yüz tanıma ve çevresel tehlike uyarı modüllerinin eklenmesiyle kullanıcı güvenliği artırılacaktır. Bu modüler genişletilebilirlik, projenin daha fonksiyonel ve kapsamlı hale gelmesini sağlayacaktır. Nesne tanıma sisteminin entegre edilmesi, projenin görsel algı kapasitesini artırarak kullanıcıya daha zengin bir deneyim sunacaktır. Bu özellik ile sistem, yalnızca yönlendirme değil aynı zamanda potansiyel engel ve nesne farkındalığı da sağlayabilecektir. Kamera modülünden alınan görüntülerin YOLO gibi modellerle işlenmesi sayesinde kullanıcıya örneğin “Önünüzde bir sandalye var” gibi uyarılar yapılabilecektir. Bu özellik sistemin tam bağımsızlık yönünde geliştirilmesine olanak tanır.

**Sonuç**

Bu proje, görme engelli bireylerin şehir içi bağımsız hareket kabiliyetini artırmayı amaçlayan yenilikçi bir çözüm sunmaktadır. RF tabanlı, sesli yönlendirme yapan akıllı gözlük sistemi, düşük maliyeti ve modüler yapısıyla mevcut sistemlerin eksikliklerini tamamlayarak daha kapsayıcı bir toplumsal yaşam desteklemektedir. Teknolojik ve ekonomik açıdan uygulanabilirliği yüksek olan bu sistem, engelli bireylerin günlük hayatlarını kolaylaştırarak sosyal katılımlarını artıracaktır.

**Ekip Görev Dağılımı**

**GÖREV PAKETİ 1 – RF Donanım ve Altyapı Kurulumu**

Alan: Donanım – Elektronik  
Kapsam:

* RF verici modüllerinin Arduino Nano ile devre tasarımı ve lehimlenmesi
* 433 MHz RF transmitter devresinin test edilmesi
* Her vericiye sabit ID atanması ve konum bilgisi senaryosunun oluşturulması
* Açık alanda sinyal menzil testlerinin yapılması ve sonuçların belgelenmesi
* Altyapı başı maliyet hesaplarının doğrulanması

**GÖREV PAKETİ 2 – RF Alıcı ve Yazılım Entegrasyonu (Gözlük Tarafı)**

Alan: Gömülü yazılım + Mikrodenetleyici entegrasyonu  
Kapsam:

* Raspberry Pi veya ESP32 üzerinde RF alıcıdan veri okuma yazılımının geliştirilmesi (Python/C)
* RF ID eşleştirme sisteminin kurulması: Hangi ID → Hangi sesli mesaj
* Mesajların TTS (text-to-speech) modülü ile seslendirilmesi
* Gözlük takıldığında sistemin otomatik başlamasını sağlayan yapı
* Yazılım test senaryolarının yazılması ve kayıt altına alınması

**GÖREV PAKETİ 3 – Nesne Algılama Sistemi Geliştirme**

Alan: Görüntü işleme / Yapay Zeka / Python  
Kapsam:

* Kamera modülü kurulumu ve görüntü alma (OpenCV)
* Tiny-YOLO veya benzeri hafif nesne tanıma modelinin Raspberry Pi’ye entegre edilmesi
* Tanınan nesnelerin metne dönüştürülmesi
* TTS entegrasyonu ile kullanıcıya sesli uyarı verilmesi
* İşlemci üzerindeki performans değerlendirmesi ve optimizasyon

**GÖREV PAKETİ 4 – Fizibilite, Literatür ve Raporlama**

Alan: Araştırma + Belgelendirme  
Kapsam:

* Ekonomik, teknik ve operasyonel fizibilite canalizi detaylarının yazılması
* Literatürdeki benzer sistemlerin incelenip kısa karşılaştırmalar yapılması
* Donanım bileşenlerinin güncel fiyat araştırması
* Ekip görev dağılımı, içindekiler ve kaynak düzenlemeleri
* Raporun güncel haliyle düzenli tutulması (MS Word, Google Docs vs.)

**GÖREV PAKETİ 5 – Sistem Testi ve Sunum Hazırlığı**

Alan: Uygulama testi + Görsel sunum  
Kapsam:

* Her modülün çalışırlık testlerinin yapılması ve sonuçların belgelendirilmesi
* Kullanım senaryosu oluşturulması (örn: bir görme engelli bireyin rotasını takip etmesi)
* PowerPoint sunumu, sistem akış şemaları ve kullanım diyagramlarının hazırlanması
* Sistem tanıtımı için kısa demo videosu ya da sesli anlatım eklenmesi
* Geri bildirim formu veya kullanıcı deneyimi planlaması

**Takvim**

| **Dönem** | **Görev Paketi** | **Açıklama** |
| --- | --- | --- |
| **Temmuz 2025** | **Proje Planlama + Paket 1 Başlangıcı** | **Görev dağılımı, ilk malzeme tespiti, RF verici devrelerinin ilk kurulumu** |
| **Ağustos 2025** | **Paket 1 Devamı + Paket 2 Başlangıcı** | **RF menzil testleri, gözlük tarafında RF alıcı yazılımı yazılmaya başlanır** |
| **Eylül 2025** | **Paket 2 Geliştirme + Paket 3 Hazırlığı** | **TTS entegrasyonu + Kamera modülü, nesne tanıma için model denemeleri** |
| **Ekim 2025** | **Paket 3 Yoğun Geliştirme + Paket 4 Literatür Çalışması** | **Tiny-YOLO testleri, görüntü alma, nesne tespiti & seslendirme. Literatür bölümü yazılmaya başlanır** |
| **Kasım 2025** | **Paket 3 Optimizasyon + Paket 4 Fizibilite + Rapor** | **Donanım/yazılım optimizasyonu. Kamera + RF birlikte test edilir. Raporun ilk bölümü yazılır** |
| **Aralık 2025** | **Ara sunum + Sistem birleştirme hazırlığı** | **Tüm modüller (RF, nesne tanıma, TTS) bir araya getirilir. Sistem prototipi şekillenmeye başlar** |
| **Ocak 2026** | **Paket 5 Testler Başlar + Demo senaryoları** | **Kullanım testleri, demo videosu çekimi, kullanıcı geri bildirimi taslağı** |
| **Şubat 2026** | **Raporun ikinci aşaması + Testlerin sürdürülmesi** | **Test sonuçlarının yazılması, sistem zayıf noktalarının belirlenmesi** |
| **Mart 2026** | **Sunum + Sistem İyileştirmeleri + Dokümantasyon** | **PPT hazırlanır, sistemde son düzeltmeler yapılır** |
| **Nisan 2026** | **Final sunumu için prova + Raporun son hali** | **Tüm rapor bölümleri birleştirilir, danışmana sunum yapılır** |
| **Mayıs 2026** | **Final teslim + Sunum günü + Yayın/Video teslimleri** | **Final rapor teslimi ve jüri karşısında sunum yapılır** |