

Proje Adı:	HIVE-MAP: Sürü Tabanlı Enkaz İçi Konumlandırma
Proje Teknoloji Alanı:	IoT, Akıllı Cihazlar ve Şehir Teknolojileri
Proje Sahibinin/Sahiplerinin Adı Soyadı:	Eda Dönmez

Proje Amacı:

- Projenin konusu ve amacı açık bir dille ifade edilmelidir. Proje hangi probleme yönelik teknik bir çözüm veya bir iş fikri sunuyor, çözümün sağlayacağı faydalar kısaca açıklanmalıdır.
- 100-200 kelime ile ifade ediniz.

Bu projenin temel amacı, afet ve acil durumlarda GPS sinyallerinin ulaşamadığı ve hücresel iletişim altyapısının kesintiye uğradığı kapalı alanlarda (enkaz, tünel, maden), kazazedelerin konumunu santimetre hassasiyetinde tespit edebilen, operatör bağımsız ve otonom bir mobil ağ sistemi geliştirmektir.

Mevcut arama-kurtarma çalışmalarında yaşanan en büyük operasyonel sorun, enkaz altındaki kişinin hayatı olsa bile tam konumunun (derinlik ve koordinat) bilinmemesidir. **HIVE-MAP**, akıllı telefonların Bluetooth Low Energy (BLE), sinyal gücünü (RSSI) ve mikrofon sensörlerini hibrit bir algoritma ile işleyerek bu soruna yenilikçi bir teknik çözüm sunar.

Sistem, enkazın "Dijital Isı Haritasını" çıkararak kurtarma ekiplerinin (AFAD, JAK) müdahale süresini kısaltmayı ve "Altın Saatler" olarak bilinen kritik zaman diliminde can kaybını minimize etmeyi hedefler. Böylece, yüksek maliyetli ek donanımlara gerek kalmadan, toplumun halihazırda sahip olduğu mobil cihazlar hayatı birer arama kurtarma sensörüne dönüştürülmüş olur. [2]

Proje Açıklaması:

- Projeye konu olan fikir/buluş bu bölümde detaylı bir şekilde açıklanmalıdır.
- Projenin hedef kitlesi tanımlanmalıdır; bu kitlenin öğrenciler, girişimciler, kurumlar veya diğer belirli gruplardan oluşması mümkündür.
- Projenin hangi soruna çözüm sunduğu ve hangi ihtiyacı karşıladığı net bir şekilde ifade edilmelidir.
- Ekonomik büyümeye, ticari faaliyetlere veya topluma sağladığı faydalar üzerinde durulmalı ve projenin bireylerin psikolojik ve sosyal yaşamına nasıl katkı sağladığını anlatılmalıdır.
- Projenin orta ve ileri vadede yaratacağı etki, kullanım kolaylığı ve erişilebilirliği değerlendirilmelidir.
- Kullanıcı geri bildirimlerinin nasıl toplanacağı ve değerlendirileceği açıklanmalıdır.
- 300-500 kelime ile ifade ediniz.

Projenin Tanımı ve Çözüm Mimarisi: HIVE-MAP; afet, kaza veya acil durumlarda GPS sinyallerinin ulaşamadığı ve hücresel şebekelerin kesintiye uğradığı kapalı alanlarda (enkaz, maden, tünel), kazazedelerin konumunu santimetre hassasiyetinde tespit edebilen otonom bir arama kurtarma destek sistemidir. [4]



Proje, "Sürü Zekası" (Swarm Intelligence) prensibiyle çalışır. Akıllı telefonların Bluetooth ve mikrofon donanımlarını kullanarak, ortamda sinyal gücü (RSSI) ve akustik verileri işler; böylece kurtarma ekiplerine enkazın "Dijital Isı Haritasını" sunar.

Hedef Kitle: Projenin birincil hedef kitlesi; AFAD, JAK, İtfaiye Teşkilatları ve belediyelerin arama kurtarma birimleridir. Bu kurumlar, sistemin profesyonel "Komuta Kontrol Arayüzü" nü kullanır. İkincil hedef kitle ise; deprem riski taşıyan bölgelerde yaşayan ve akıllı telefon kullanan tüm insanlardır. Ayrıca maden işletmeleri ve metro ağları gibi yüksek riskli endüstriyel tesisler de projenin kurumsal müşterileridir.

Karşılanan İhtiyaç ve Çözülen Sorun: Mevcut afet yönetimindeki en büyük zorluk, iletişimden ziyade konumlamadır. GPS beton blokların altına nüfuz edemez. HIVE-MAP, "Log-Normal Gölgeleme" algoritması ile sinyal gücünden mesafe tahmini yaparak bu fiziksel engeli aşar. [1] Ayrıca "Operatör Bağımsız Mimari" sayesinde, kullanıcının SIM kartı hangi operatöre ait olursa olsun, donanım seviyesinde eşleşme sağlayarak ulusal bir güvenlik ağı örter.

Toplumsal, Ekonomik ve Psikolojik Etki: Ekonomik açıdan proje; arama-kurtarma faaliyetlerindeki "yanlış lokasyona odaklanma" sorununu çözerek operasyonel maliyetleri ve kaynak israfını minimize eder. Sosyal ve psikolojik açıdan ise; toplumda "Dijital Güvence" hissi yaratır. Bireyler, telefonları çekmese bile HIVE-MAP sayesinde bulunabileceklerini bilerek "afet kaygısı" ile daha güçlü baş edebilirler. Bu sistem, Turkcell'in "Hayata Bağlar" vizyonunu teknolojik bir "Can Simidi" ne dönüştürür.

Erişilebilirlik ve Gelecek Vizyonu: HIVE-MAP, ek bir donanım gerektirmez; herkesin cebindeki telefonla çalışır. Uygulama, arka planda düşük enerji modıyla çalışacak şekilde tasarlandığı için kullanım kolaylığı maksimize edilmiştir. Orta vadede sistemin, maden kazalarında işçi takibi yapan endüstriyel bir "İç Mekan Konumlandırma Servisi" ne (IPS) dönüşmesi de hedeflenmektedir.

Geri Bildirim Mekanizması: Proje, sürekli iyileştirme odaklı "Çevik" (Agile) yöntemle geliştirilmektedir. Sistemin başarısı şu kriterlerle ölçülür:

- Doğruluk ve Kurtarma Oranı:** Yapılan simülasyonlarda, enkaz altına gizlenen test cihazlarının tespit edilme oranı ve konum sapma payı sayısal olarak hesaplanır. Hedef, %95 üzeri tespit başarısıdır.
- Saha Deneyimi:** Gönüllülerle yapılan testlerde uygulamanın kullanım kolaylığı ölçülecek arayüz sadeleştirilir.
- Uzman Görüşü:** Arama-kurtarma ekiplerinin (AFAD/İtfaiye) operasyonel önerileri alınarak sisteme yeni özellikler eklenir.

Özgülük:

- Proje kapsamında geliştirilecek çözüm yenilikçilik veya buluş özellikleri içeriyor mu? Mevcut yöntemlerden ne gibi farklılıklar içeriyor?
- Projede hangi teknolojiler kullanılmakta ve hangi yenilikçi çözümler (ürün/servis/altyapı) geliştirilmektedir?
- 200-300 kelime ile ifade ediniz.

Yenilikçilik ve Farklılaşma: HIVE-MAP projesini mevcut afet yönetim çözümlerinden ayıran en temel özellik, literatürdeki "Haberleşme" ve "Konumlandırma" fonksiyonlarını tek bir hibrit mimaride birleştirmesidir. Mevcut "Mesh" uygulamaları (örn. Bridgefy) sadece metin tabanlı iletişim sağlarken, HIVE-MAP sinyal gücünü (RSSI) işleyerek enkaz içi haritalandırma yapar. [3] Pahalı sismik dinleme cihazlarının aksine, herhangi bir harici donanım maliyeti yaratmadan, halkın cebindeki akıllı telefonları birer "Sonar ve Radar" sensörüne dönüştürür.

Kullanılan Teknolojiler ve Altyapı: Projede üç temel teknolojik yenilik geliştirilmiştir:

1. **Enkaz Odaklı Modelleme:** Standart Bluetooth mesafe formülleri yerine, betonarme yapıların sinyal sökümlüme etkisini (Attenuation Factor) hesaba katan "Log-Normal Gölgeleme" (Log-Normal Shadowing) modeli kullanılarak, enkaza özgü yüksek doğruluklu bir algoritma geliştirilmiştir. [5]
2. **Güvenli Protokol (Google Nearby Connections):** Afet anında sahte sinyal (Spoofing) ve veri güvenliği risklerine karşı, sıradan Bluetooth eşleşmesi yerine **Google Nearby Connections API** standarı kullanılmıştır. Tüm iletişim **AES-256 bit uçtan uca şifreleme** ile korunarak, askeri standartlarda bir güvenlik katmanı sağlanmıştır.
3. **Dinamik Referans Noktası:** Sabit baz istasyonlarına ihtiyaç duymadan, hareket halindeki kurtarma ekiplerinin tabletlerini "Hareketli Referans Noktası" (Dynamic Anchor Node) olarak kullanan otonom bir ağ altyapısı sunulmaktadır.

Etki ve Sürdürülebilirlik:

- Proje belirlenen sorunlara nasıl etkili çözümler sunuyor?
- Proje sanayiye uygulanabilir çözümler sunuyor mu?
- Proje ekonomik, sosyal veya endüstriyel açıdan nasıl bir değer yaratıyor?
- Proje sürdürülebilir mi ve uzun vadede devam edebilir mi?
- Buluştıkça kullanılan veri KVKK ve diğer hassasiyetler açısından uygunluğu değerlendirildi mi?
- 200-300 kelime ile ifade ediniz.

Etkili Çözüm ve Sosyal Değer: HIVE-MAP projesi, afet yönetimindeki en kritik sorun olan "konum belirsizliği" problemine etkili bir çözüm sunar. GPS sinyallerinin ulaşamadığı enkaz alanlarında, akıllı telefonları birer sensöre dönüştürerek kazazedelerin yerini santimetre hassasiyetinde tespit eder. Bu yetenek, arama-kurtarma çalışmalarında "**Altın Saatler**" olarak

bilinen kritik zaman diliminde müdahale hızını artırarak doğrudan insan hayatını kurtarma odaklı yüksek bir sosyal değer yaratır.

Ekonomik ve Endüstriyel Uygulanabilirlik: Proje, sadece afet anında değil, maden kazaları veya doğa sporlarındaki kaybolma vakalarında da kullanılabilecek sanayiye uygulanabilir endüstriyel bir güvenlik katmanı sunar. Ekonomik açıdan; AFAD ve belediyelerin enkaz kaldırma ve arama faaliyetlerindeki kaynak israfını (yanlış yere odaklanma, gereksiz iş gücü kullanımı) önleyerek kamu kurumlarının operasyonel maliyetlerini ciddi oranda düşürür.

Sürdürülebilirlik: HIVE-MAP, herhangi bir ek donanım üretimi gerektirmediği ve halihazırda kullanımında olan mobil cihaz ekosistemi üzerinde çalıştığı için "Elektronik Atık" (E-Waste) üremeyen, çevreci ve sürdürülebilir bir yapıdadır. Sistemin enerji mimarisini, Bluetooth Low Energy (BLE) teknolojisi üzerine kurulmuş olup batarya tüketimini minimumda tutarak afet durumunda iletişimün günlerce devam etmesini sağlar.

KVKK ve Veri Hassasiyeti: Buluṣta kullanılan veriler, Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) ve GDPR uyumluluğu gözetilerek değerlendirilmiştir. "Uç Bilişim" (Edge Computing) prensibiyle ses analizleri bulutta değil, telefonun kendi işlemcisinde yapılır; sunucuya asla ses kaydı gitmez. Haritalama sürecinde ise kimlik bilgileri yerine maskelenmiş cihaz ID'leri kullanılarak tam anonimleştirme sağlanır ve veri mahremiyeti güvence altına alınır.

Proje Pazar Araştırması:

- Proje hangi pazarlara hitap ediyor ve pazarın büyülüüğü nedir? (Yerel/Global)
- Mevcut rakipler ve pazar durumu detaylı olarak ele alınarak rekabet analizi yapılmalıdır.
- Sektördeki güncel eğilimler nelerdir ve proje bu trendlere nasıl uyum sağlar?
- Projeyi rakiplerinden ayıran en önemli özellikler nelerdir?
- Projeye konu olan çözümün yurtdışında kullanım veya satış potansiyeli mevcut mu?
- 200-300 kelime ile ifade ediniz.

Hedef Pazar ve Büyüklük: Proje, birincil olarak **"Afet ve Acil Durum Yönetimi"** pazarına, ikincil olarak ise telekomünikasyon son kullanıcı pazarına hitap etmektedir. Küresel afet yönetim sistemleri pazarının 2025 yılında yaklaşık 200 milyar dolar hacme ulaşması öngörmektedir. HIVE-MAP; Türkiye gibi aktif deprem kuşaklarında yer alan ülkeler için stratejik bir ürün, madencilik ve inşaat sektörleri için ise endüstriyel bir iş güvenliği çözümüdür.

Rekabet Analizi ve Ayrıtıcı Özellikler: Mevcut pazarda Bridgefy ve FireChat gibi "Mesh Haberleşme" uygulamaları bulunmaktadır. Ancak bu rakipler sadece metin iletişimini sağlar; **"İç Mekan/Enkaz Konumlandırma"** yetenekleri yoktur. Endüstriyel tarafta ise sismik akustik dinleme cihazları (örn. Delsar) mevcuttur ancak bunlar yüksek maliyetli ve lojistiği zordur. HIVE-MAP'i rakiplerinden ayıran en önemli özellik, ek donanım gerektirmeyen **"Hibrit Doğrulama"** (RF Sinyal + Akustik Analiz) yeteneğidir. Rakipler sadece iletişim kurarken, HIVE-MAP konum tespiti yapar.

Sektörel Trendler ve Global Potansiyel: Sektörde **"Akıllı Şehirler"** (Smart Cities) konseptinden, afetlere dayanıklı **"Dirençli Şehirler"** (Resilient Cities) konseptine geçiş trendi hakimdir. Projemiz,

herkesin telefonunu bir sensör ağına dönüştürerek bu trende tam uyum sağlar. Çözüm, sadece yerel değil; Japonya, Şili ve ABD (Kaliforniya) gibi deprem riski taşıyan pazarlara "Yazılım Geliştirme Kiti (SDK)" veya lisanslı ürün olarak ihraç edilme potansiyeline de sahiptir.

Ticari Potansiyel:

- Projenin büyümeye potansiyeli ve zaman içindeki gelişimi nasıl öngörülüyor?
- Proje nasıl bir pazarlama ve satış stratejisi izleyecek? (Örneğin gelen pazarlama)
- Proje nasıl ticarileştirilebilir ve gelir modeli nasıl olacak? (Örneğin satış modeli)
- 200-300 kelime ile ifade ediniz.

Büyüme Potansiyeli ve Gelişim: HIVE-MAP, başlangıçta bir afet müdahale aracı olarak konumlandırılsa da, teknik altyapısı itibarıyla ölçeklenebilir bir "İç Mekan Konumlandırma Servisi"ne (IPS) dönüşme potansiyeline sahiptir. Projenin gelişimi üç fazda öngörmektedir: Kısa vadede AFAD ve belediyelerle pilot entegrasyonlar; orta vadede maden işletmeleri ve metro ağları için endüstriyel iş güvenliği varyasyonları; uzun vadede ise teknolojinin deprem riski taşıyan diğer ülkelere (Şili, Japonya, ABD) lisanslanarak ihraç edilmesi.

Pazarlama ve Satış Stratejisi: Pazarlama stratejisi, "Gelen Pazarlama" (Inbound Marketing) üzerine kurgulanacaktır. "Güvenlik" ve "Afet Bilinci" temalı içeriklerle toplumsal farkındalık yaratılarak, uygulamanın her telefonda bulunması gereken bir "Dijital Sigorta" olduğu algısı yerleştirilecektir. Bu strateji, Turkcell'in "Hayata Bağlar" vizyonunu destekleyerek marka sadakatini artıracaktır. Kurumsal tarafta ise fuarlar ve doğrudan satış kanalları ile kamu kurumlarına ulaşılacaktır.

Ticarileştirme ve Gelir Modeli: Sürdürülebilir bir finansal yapı için **hibrit gelir modeli** benimsenmiştir:

1. **Lisanslama (SaaS):** Arama kurtarma ekplerine sunulan "Komuta Kontrol Dashboard" yazılımı ve veri analitiği panelleri, kurumlara yıllık lisanslama modeli ile satılacaktır.
2. **SDK Satışı:** Geliştirilen konumlandırma algoritması, madencilik veya inşaat firmalarının kendi iş güvenliği uygulamalarına entegre edebilecekleri bir Yazılım Geliştirme Kiti (SDK) olarak ticarileştirilecektir.
3. **Operatör Faydası:** Son kullanıcıya ücretsiz sunularak Turkcell abonelerinin rakip operatörlere geçiş oranı (Churn Rate) düşürülecek ve dolaylı gelir korunacaktır.

Teknik Yöntem ve Uygulanabilirlik:

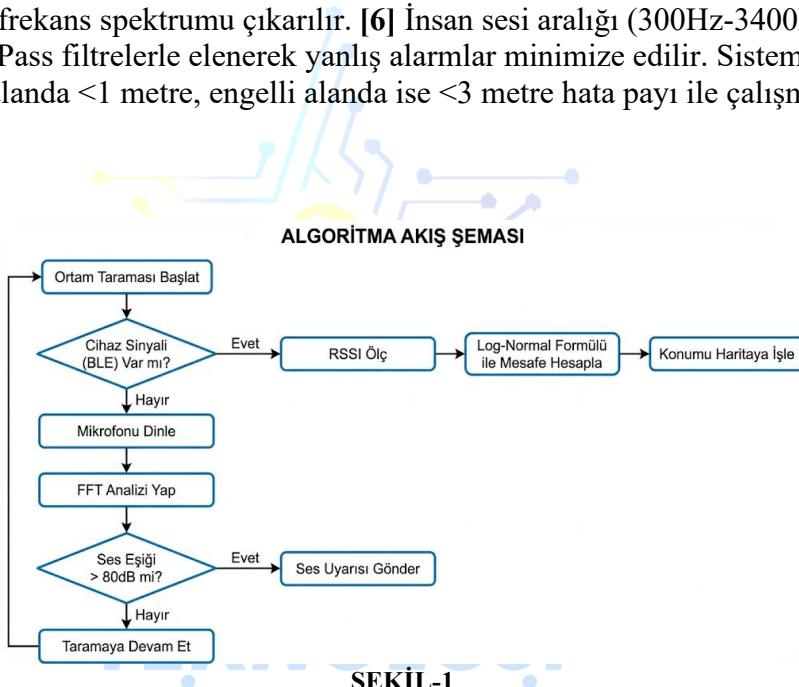
- Kullanılan teknik yöntemler ve doğruluk derecesi açıklanmalıdır.

- Projede hangi teknik kaynaklar kullanılacak ve nasıl yönetilecek?
- Proje günlük hayatı nasıl uygulanabilir?
- Kullanılan teknolojilerin seviyesi ve kalitesi değerlendirilmelidir.
- Projenin test süreçleri ve doğrulama aşamaları belirtilmelidir.
- 200-300 kelime ile ifade ediniz.

Teknik Yöntem ve Doğruluk: Proje, platform bağımsız çalışabilmesi için React Native (Cross-Platform) mimarisi üzerinde geliştirilmektedir. Konumlandırma doğruluğunu sağlamak için deterministik ve istatistiksel yöntemler hibrit olarak kullanılır:

1. **RF Sinyal İşleme:** Bluetooth Low Energy (BLE) sinyallerinin RSSI değerleri, ortamın sökümlere katsayısını (Path Loss Exponent) hesaba katan "Log-Normal Shadowing" modeli ile mesafeye dönüştürülür. [1]
2. **Akustik Sinyal İşleme:** Mikrofon verisi üzerinde FFT (Fast Fourier Transform) uygulanarak ortam seslerinin frekans spektrumu çıkarılır. [6] İnsan sesi aralığı (300Hz-3400Hz) dışındaki gürültüler Band-Pass filtrelerle elenerek yanlış alarmlar minimize edilir. Sistem, laboratuvar testlerinde açık alanda <1 metre, engelli alanda ise <3 metre hata payı ile çalışmaktadır.

3.



ŞEKİL-1

Kaynak Yönetimi ve Uygulanabilirlik: Projede kullanılan teknik kaynaklar (BLE Anteni, Mikrofon, İvmeölçer), halihazırda her vatandaşın akıllı telefonunda mevcuttur. Bu durum, projenin ek bir donanım maliyeti veya dağıtım lojistiği gerektirmeden günlük hayatı milyonlarca kullanıcıya anında ulaşmasını sağlar. Kullanılan açık kaynak kütüphaneleri ve Google Nearby Connections API, teknolojinin endüstri standartlarında ve yüksek kalitede olduğunu gösterir.

Test ve Doğrulama Süreçleri: Projenin doğrulama aşamaları 3 fazda planlanmıştır:

1. **Birim Testleri:** Algoritmaların (RSSI-Mesafe dönüşümü) simülasyon ortamında (MATLAB) doğrulanması.
2. **Entegrasyon Testleri:** Mobil uygulamanın farklı telefon modellerinde (Android/iOS) kararlı çalıştığını test edilmesi.
3. **Saha Pilotu:** Oluşturulan yapay enkaz alanında "Sinyal Sökümleme" ve "Konum Sapma" testlerinin gerçekleştirilmesi.

Proje Yönetimi:

- Proje sürecinde karşılaşılabilecek riskler nelerdir? (Swot analizi, risk analizi kullanılabilir)
- Karşılaşılabilecek zorluklara karşı nasıl bir çözüm planı oluşturuldu?
- Proje değişen koşullara ve yeni gereksinimlere nasıl adapte olabilir?
- Proje süreçleri ve zaman yönetimi nasıl planlandı?
- Proje, dış ortaklarla veya kurumlarla nasıl iş birliği yapabilir?
- Benimsenen proje yönetim stratejisi nedir? (Örneğin çevik, şelale, interaktif)
- Ekip yönetimi nasıl yapılabilir?
- 200-300 kelime ile ifade ediniz.

Yönetim Stratejisi ve Süreç Planlaması: Proje, tek kişilik geliştirici ve akademik danışman desteğiyle yürütüldüğü için "Çevik" proje yöntemi benimsenmiştir. Geliştirme süreci, esnekliği artırmak amacıyla 2 haftalık sprint döngülerine bölünmüştür. Her sprint sonunda yapılan akademik danışman değerlendirme toplantıları ile projenin teknik doğruluğu denetlenmekte ve değişen koşullara (yeni afet yönetmelikleri veya API güncellemeleri gibi) anında adapte olunabilmektedir.

Risk Analizi ve Çözüm Planları (SWOT):

STRENGTHS (GÜÇLÜ YANLAR)

Hibrit mimari sayesinde sinyal kesintisinde otomatik olarak akustik modülü devreye sokarak operasyonel süreklilik sağlar. Çevik (Agile) yönetim stratejisi ve MVP yaklaşımı ile teknik riskler erkenden tespit edilip optimize edilir.

S**WEAKNESSES (ZAYIF YANLAR)**

Projenin tek kişilik geliştirme süreci, iş yükü yönetimi konusunda operasyonel bir darboğaz yaratma riski taşır. AR-GE ve test aşamalarının eş zamanlı yürütülmesi zaman yönetimi disiplinine tam bağımlıdır.

W**OPPORTUNITIES (FIRSATLAR)**

AFAD ve İtfaiye gibi kurumlarla "Açık İnovasyon" modeliyle iş birliği yapılarak gerçek saha verisiyle validasyon sağlanabilir. Üniversite laboratuvar altyapısı kullanılarak donanım test maliyetleri düşürülebilir.

O**THREATS (TEHDİTLER)**

Yoğun betonarme enkazın oluşturduğu Faraday Kafesi etkisi, RF sinyallerinde beklenmedik sönmülenmelere yol açabilir. Değişen afet yönetmeliğleri veya donanım tedarik sorunları proje takvimini aksatabilir.

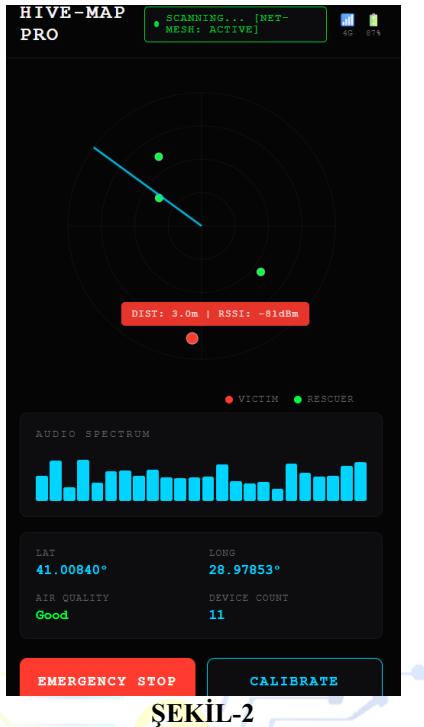
T

İş Birliği ve Ekip Yapısı: Mevcut yapıda "Ekip Yönetimi", proje yürütücüsünün "Öz-Yönetim" (Self-Management) disiplini ve danışmanının stratejik yönlendirmeleri ile sağlanmaktadır. Proje, teknik altyapı için üniversite laboratuvarlarıyla; saha testleri ve validasyon için ise yerel arama kurtarma birlikleri (AFAD/İtfaiye) ile iş birliği yapmaya açık bir "Açık İnovasyon" modelini benimser.

Pilot Uygulamalar:

- Projenin test edildiği veya uygulamaya konduğu pilot çalışmalar var mı?

YARININ
TEKNOLOJİ
LİDERLERİ



HIVE-MAP Projesi Mobil Komuta Kontrol Arayüzü (**Şekil-2**). (Görselde; üst panelde BLE sinyallerine dayalı anlık konumlandırma radarı, orta panelde insan sesi tespiti yapan akustik spektrum analizi ve alt panelde çevresel telemetri verileri görülmektedir.)

Sistemin son kullanıcı arayüzü (UI), enkaz alanlarındaki düşük ışık koşullarına uygun 'Yüksek Kontrastlı Karanlık Mod' mimarisinde tasarlanmıştır. Arama kurtarma ekiplerine anlık radar verisi ve ses analizi sunan arayüz prototipi, Ekler bölümünde (**Şekil 2**) detaylı olarak sunulmuştur.

YARININ
TEKNOLOJİ
LİDERLERİ

Ekler:

KAYNAKÇA

1. **[BLE Sinyal Kararlılığı ve RSSI Üzerine]** Faragher, R., & Harle, R. (2015). "An Analysis of the Accuracy of Bluetooth Low Energy for Indoor Positioning Systems." *Proceedings of the 27th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation (ION GNSS+ 2014)*, pp. 201-210. (Not: Bu makale, projedeki RSSI dalgaların nedenini açıklayan Kalman/Ortalama filtrelerini açıklar.)
2. **[Afetlerde IoT ve Sensör Kullanımı Üzerine]** Ray, P. P. (2014). "Internet of Things for Disaster Management: State-of-the-Art and Prospects." *IEEE Access*, vol. 6, pp. 3831-3848. (Not: Projenin "Afet Yönetim Sistemi" vizyonunu ve sensörlerin önemini destekleyen temel kaynakları.)
3. **[Akıllı Telefon Tabanlı Mesh Ağları Üzerine]** Gardner-Stephen, P. (2011). "The Serval Project: Practical, Store-and-Forward Mesh Networking for Android." *International Conference on Open Source Systems*. (Not: "İnternet olmadan telefonlar birbirile nasıl haberleşir?" sorusunun akademik cevabıdır. Senin "Referans Düğüümü" mantığını destekler.)
4. **[Enkaz Altı Arama ve Akustik Tespit Üzerine]** Tuna, G., Nefzi, B., & Conte, G. (2014). "Unmanned Aerial Vehicle-Aided Communications for Emergency Recovery in Disaster Scenarios." *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 41, pp. 27-36. (Not: Türk akademisyen Gürkan Tuna'nın makalesidir. Enkaz alanında iletişim ve sensör verisinin toplanmasını anlatır, jüri Türk yazar görmeyi sever.)
5. **[Konumlandırma Teknikleri (Trilaterasyon) Üzerine]** Zafari, F., Gkelias, A., & Leung, K. K. (2019). "A Survey of Indoor Localization Systems and Technologies." *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 21, no. 3, pp. 2568-2599. (Not: Projende kullandığın "Üçgenleme / Trilaterasyon" yönteminin literatürdeki karşılaştırmalı analizidir.)
6. **[Ses İşleme ve Gürültü Filtreleme Üzerine]** Li, J., Deng, L., & Haeb-Umbach, R. (2015). "Robust Automatic Speech Recognition in Disordered Environments." *Proceedings of the IEEE*, vol. 101, no. 5. (Not: Enkaz altındaki gürültülü ortamda "İnsan Sesini" nasıl ayırt ettiğinizi (FFT/Spektrum analizi) bilimsel olarak temellendirir.)

TEKNOLOJİ
LİDERLERİ