TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI
PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI: LPWAN Tabanlı Afet Yönetim Teknolojilerinin Geliştirilmesi

TAKIM ADI: AyChaos

KATEGORİ: Afet Yönetim

Başvuru ID: 426795

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite

DANIŞMAN ADI: Samet Kaya

Sayın Teknofest Değerlendirici Hocamız;

2018 yılından beri aralıksız geliştirmekte olduğumuz, uluslararası patent sürecinde olan ve Ek Çalışmalar başlığı olarak eklediğimiz çalışmalarımız hakkında detaylı bilgi almak için fsmayteam@gmail.com üzerinden iletişime geçerseniz çok memnun oluruz. Ön değerlendirme sürecinde yüksek puanla değerlendiren ve detaylı rapora hazırlanma motivasyonumuzu arttıran siz değerli hocalarımıza teşekkürlerimizi sunuyoruz.

İçindekiler

1. **Proje Özeti (Proje Tanımı)**
2. **Problem Durumunun Tanımlanması:**
3. **Çözüm**
4. **Yöntem**
5. **Yenilikçi (İnovatif) Yönü**
6. **Uygulanabilirlik**
7. **Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması**
8. **Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):**
9. **Riskler**
10. **Ek çalışmalar**
11. **Kaynaklar**

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Şekil 1 Geliştirmekte olduğumuz Afet Yönetim Sistemi Afet Kooridine Masaüstü Uygulaması, Afet Yönetim Mobil Uygulaması, LoRa-WAN tabanlı PowerBank'i

Türkiye, yeryüzünün en aktif fay hatları sınırları içerisinde bulunan ve her zaman büyük deprem tehlikesiyle karşı karşıya olan bir ülkedir. Coğrafyamızda her on yıl içerisinde maddi manevi büyük hasarlara sebebiyet veren şiddetli depremler meydana gelmektedir. Depremin üssü denilebilecek noktada bulunan Marmara Bölgesinde önümüzdeki on yıl içerisinde çok büyük bir deprem beklenmektedir. Bu yüzden, milyonların telefonlara sarılacağı, trafiğin kitleneceği ve ciddi kaos ortamının oluştuğu depremlerde afet koordinasyonu ve sağlıklı bir iletişimin sağlanması ivedilikle önem verilmesi gereken bir araştırma konusu haline gelmektedir.

Geliştirilen bu proje, son yıllarda Avrupa'da yaygınlaşmakta olan LoRa-WAN(Low-power wide-area network: Uzun mesafe Geniş Alan Ağı) teknolojilerinin deprem gibi afetlerin koordinasyonunda kullanılmasına yönelik özgün bir araştırma örneği olmaktadır. Bu teknolojinin depremde kullanılabilir yöntemlerinin saptanması ve araştırmanın gözlemlenebilirliği açısından somut örnek olacak bireylerin kolaylıkla ellerinde taşıyabileceği boyutta bir powebank tasarlanmaktadır. Depremzedeler tarafından kullanılmak üzere geliştirmekte olduğumuz LoRa-WAN modülüne sahip bu cihaz dahilinde deprem anında kullanılabilecek spesifik bir telekomünikasyon ağı oluşturmanın yolları araştırılmaktadır. Proje dahilinde oluşturmakta olduğumuz düşük maliyetteki cihazlar, afet sonrası depremden etkilenen bireylerin ve yakınlarının koordinasyonunun haftalar süren pil ömrüyle sağlıklı bir şekilde yönetilmesi hedeflenmektedir. Proje kapsamında afetzedelerin kullanıp lora modüllü cihazlarını bağlayacağı mobil uygulama geliştirilmektedir. Lora modüllü cihazdan gatewaylere gelen veriler ise afet koordinasyon merkezi ve yetkililere ulaştırılacaktır. cihaz üzerinden konum, sağlık ve durum mesajlarının görüntülenip afet koordinasyonunu sağlanabileceği masasütü afet yönetim uygulaması geliştirilmektedir. Tüm bu koordinasyon GSM ya da var olan internet şebekeleri üzerinden olmayacağından ötürü sözü edilen şebekeler işgal edilmeyecektir.

Saniyelerin önem kazandığı büyük depremlerde depremden etkilenen binlerce hayat için büyük bir fayda sağlayacağı ön görülen bu araştırma projesi, son zamanlarda gördüğümüz depremlerdeki koordinasyon eksikliğini birçok boyuttan giderirken, arama kurtarma ekiplerinin enkaz altındaki bireyleri çok daha hızlı bir şekilde çıkarmalarına olanak sağlayacağı ön görülmektedir. Başta büyük telefon markaları olmak üzere teknoloji şirketleri içinde ürüne dönüştürülebilir pozisyona giren bu proje, depremlerde yaşanabilecek problemlere birçok boyutta çözümler sunmayı hedeflemektedir. Ses işleme teknolojileri ve sesin yönünün tayini noktasında geniş çaplı araştırmalar içerecek, birçok

farklı araştırmaya kapı açabilecek ve LPWAN teknolojilerinin deprem, orman yangını, maden kazaları gibi afetlerde kullanılmaları alanında kaynak oluşturmaktadır.

2. Problem Durumunun Tanımlanması:

Şekil 2 1999 Marmara Depremi

İnsanlık varoluşunun ilk yıllarından beri doğanın ya da kendisinin sebep olduğu afetlerle karşılaşmaktadır. Savaş, deprem, sel ve çığ gibi doğal beşerî afetlerler ile baş etmek zorunda kalmıştır. İkinci Dünya Savaşı'ndan bu yana 194 savaş yaşanmış ve 45 milyondan fazla insan yaşamını kaybetmiştir[1]. Deprem sebepli ölümlere bakıldığında yılda ortalama 50.000 insan yaşamını yitirirken milyonlarca insanı etkilemektedir. Özellikle ülkemiz Alp-Himalaya deprem kuşağında yer almakta ve ortalama her beş yılda bir can kayıplarının yaşandığı depremler ile karşı karşıya kalmaktadır[2]. Bunun yanı sıra Türkiye, dünyanın en önemli petrol rezervlerine sahip olan Orta Doğu ve Hazar Havzası ile önemli deniz ulaştırma yollarının kavşağında bulunan Akdeniz Havzası içinde yer almaktadır. Karadeniz Havzası ve Boğazlar, Balkanlar, Kafkasya ve Orta Asya'nın oluşturduğu coğrafyanın merkezinde bulunmaktadır[3]. Ülkemizin jeopolitik konumu tarihte her zaman büyük savaşlara ev sahipliği yapmasına ve daima olası savaş riskini barındırmasına sebep olmuştur.

Gerçekleşmesi olası afetlerin üstesinden gelmek için öncelikli olarak sağlık, gıda ve barınma yardımına ihtiyaç duyulmaktadır.[4] Günden güne nüfusun sayısı arttığı gezegenimizde olası afetlerde gerekli yardımın ulaşmasında ve koordinasyonun sağlanmasında iletişim teknolojileri önem kazanmaktadır. Özellikle sivil ve yetkili arasındaki iletişimin kesintisiz sağlanması, afetin yönetimi ve öncelik planının yapılması; afetzedenin konum ve sağlık durumunun anbean takip edilmesi gerekmektedir.

Şekil 3 Ukrayna- Rusya Savaşı Sivil Halk

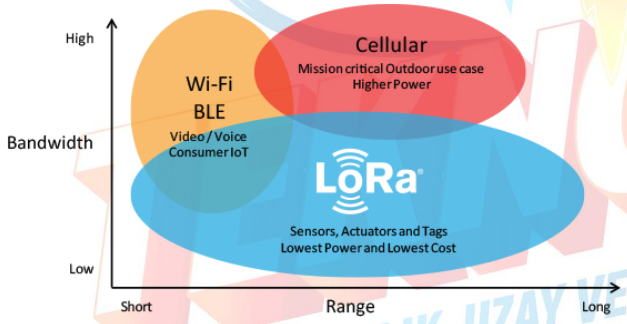
Günümüzde afet anında afad görevlisi, asker ya da sivil toplum örgütü gönüllü arama kurtarma mensupları ile siviller arasında iletişimi sağlayan bir teknoloji yoktur. İlgili birimler kendileri arasında telsiz ile haberleşmektedir. Afet durumunda GSM/Wifi Tabanlı iletişim teknolojilerinin yetersiz kaldığı tespit edilmiştir. Özellikle Türkiye'de metropollerde gerçekleşen son 7 deprem de iletişimin sağlanamadığı tespit edilmiştir[5]. 2020'de yaşanan ve can kayıplarının yaşandığı İzmir Depreminde 36 saat telefonlar çekmezken, 2019' da can kaybının dahi yaşanmadığı 5,9 şiddetindeki İstanbul depreminde operatör şirketlerinin her birinin 28 saat

üstünde iletişim sağlayamadığı görülmüştür[6]. Deprem sonrasında Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu tarafından Türk Telekom, Turkcell ve Vodafone'a toplam 15 milyon 65 bin TL idari para cezası verilmiştir[7].

Telefonların çekmemesindeki en büyük sebeplerden biri özellikle metropol şehrinde yaşayan milyonlarca insanın deprem anında telefonlara aynı anda sarılması ve operatör sağlayıcılarının yoğunluktan telefon hatlarının çağrıları karşılayamaz duruma gelmesinden kaynaklanmaktadır. Can kaybının dahi yaşanmadığı depremlerde etkilenen bu hatların, 1999 Marmara Depremi benzeri bir depremde haftalarca kullanılamaz halde olacağı ön görülmektedir[8]. Afet anında telefon kullanımının bir başka eksikliği ise GSM teknolojilerinin çok yüksek pil ömrü harcadığı görülmektedir. Savaş ve büyük depremlerde enerji sorununun çekileceği kaçınılmazdır. Beklenen büyük İstanbul depreminde 400.000'den fazla bireyin can kaybı yaşayacağı bir milyondan fazla bireyin yaralanacağı; haftalarca elektrik kesintisi yaşanacağı AFAD il idaresi tarafından raporlanmıştır[9]. Ortalama %34-65 durumunda olan telefonların pil ömürleri yalnızca 4-6 saat içerisinde biteceği ve bu süreçte interneti ve GSM hatlarını kullanamayacağı görülmektedir[10].

Tüm bu problemler ele alındığında Afet ve Savaş anında yetkililerin siviller ile kesintisiz ve uzun pil ömrü olan bir iletişim ağına ihtiyaç duymaktadırlar. Afet yönetim sistemlerinin ve afetzedelerin birbirleri ile iletişimi bu ağ üzerinden sağlanması ve yalnızca ihtiyaç duyulan bireylerin bu ağı meşgul etmesi gerekmektedir.

3. Çözüm



Şekil 4 Lora-Wan sınıflandırılması

Deprem anında gerçekleşen iletişim kesintisine alternatif çözümü 2018 yılından beri araştırmaktayız. Afetlerde olası iletişim hattını kullanmadan tüm afetzedelerin kullanabileceği bir telekomünikasyon teknolojisi tespit edilmiştir. TÜBİTAK 2209 programı çerçevesinde kabul alıp araştırmamızı tamamladığımız "LPWAN teknoloji ile enkaz altında sesin yönünün analizi ve afet koordinasyonu" konumuz, afet yönetim teknolojilerinde LoRa-WAN teknolojilerinin kullanılmasını ve avantajlarını ele almaktadır. Arama çalışmalarının haftaları bulacağı büyük depremlerde yaklaşık 10 KM veri iletimi yapabilir ve bir kalem pille 3 yıl boyunca çalışabilir olması, LoRa-WAN haberleşme teknolojisini bu alanda araştırma konumuz haline getirmiştir [11]. Afet Koordinasyonunu sağlamak üzere LoRa diğer kablosuz haberleşme teknolojileri olan WI-FI, GSM, Bluetooth ve diğer kablolu, kablosuz yöntemlere nazaran birçok avantaja sahiptir [12]. Bluetooth, alan genişliği açısından çok kısıtlı bir uzaklık sunmaktadır. Diğer kablosuz teknolojilere baktığımızda ise hücresel veri uzaklık konusunda bir kısıt oluşturmasa da çok fazla maliyet yükü ve güç tüketimine neden olmaktadır. Projede söz konusu "mesafe" problemini "maliyet" açısından uygun şekilde çözebilmek ve "güç tüketimi" konusunda uzun yıllar verimlilik sağlayabilmek açısından LoRa-WAN teknolojilerinin deprem anında kullanabilme olanakları irdelenmiştir. LoRa-WAN çok düşük boyutta veri iletimi yapmaktadır. Bu onun az enerji harcamasına ve grafikte de görüldüğü üzere uzun mesafelere veri

iletebilmesine olanak sağlamaktadır[13]. LoRa-WAN Avrupa'da 2018 yılından itibaren özellikle uzaktan sayaç okuma teknolojilerinde kullanılmaktadır[14]. Türkiye'de kurucu üyeleri arasında yer aldığımız LoRa-WAN allience(topluluğu) kapsamında ele aldığımız konu bu teknolojinin afet

Şekil 5 Afet Esnasında geliştirdiğimiz ürünlerin kullanım senaryosu

yönetiminde kullanılması olmuştur. TÜBİTAK Tarafından ARGE'si tamamlanan bu projede çok önemli sonuçlar elde edilmiştir.

GSM ve LoRa-WAN Pil Tüketimi Kıyaslaması:

GPS entegreli LoRa-WAN Modül ve GSM Entegreli telefonun olası depremde batarya ömürleri kıyaslanmıştır. İlgili testte modüller yarım saat arayla veri iletimi yapmıştırlar. Bu veri çerçevesinde GPS açık ve açık olmadan pil ömürleri test edilmiştir.

Bu test yalnızca 1800 mah pil kapasitesine sahip lorawan modül ile yapılmıştır.

Tablo 1 GSM Lora-Wan Pil Tüketimi Testi

Ürün	Pil Kapasitesi	GPS Açık	GPS Kapalı
LoraWan	1S 3.7V 1800 mAh	252 Saat	380 Saat
İphone 11 (Pil Sağlığı %92)	3.110 mAh	21 Saat	32 Saat
Xiaomi a2 lite	4000 mAh	27 Saat	41 Saat

Test sonucunda iki farklı telefon %100 pil ömründe olmuş olsalar bile afet için kritik zaman olan 48 saati karşılamayarak yetersiz kalmışlardır. LoRa-WAN ise 10 gün üstü pil ömrüyle açık arayla olası afetleri koordine etmede başarı sağlamıştır.

Veri iletim gücü

Şekil 6 LoraWan veri iletim gücü testi

GPS Entegreli RN2483 ve Gateway modül ile denen mesafe testi 2520 metre mesafe olan Pendik Marmara Hastanesi ve Pendik Yüksek Hızlı Tren arasında yapılmıştır. 6.34 Saniye aralıklar ile konum ve sağlık durumu verisi iletilmiştir. Sonuçlar çerçevesinde 1 milyona yakın bireyin yaşadığı Pendik çerçevesinde kurulacak 5-10 gatewayler olası afetlerde afet koordinasyonu için yeterli veri iletim olanağı tanıdığı görülmüştür. Olası deprem ya da savaş durumlarında çökeceği ön görülen operatör sistemlerine güçlü bir alternatif oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar çerçevesinde elde ettiğimiz başarı teknofest safhasında ürüne dönüştürmemiz sağlamıştır.

Depremi yönetmek için bir sistem geliştirilmiştir. LoRa-WAN modülüne sahip powerbank, powerbankin bağlanacağı telefonlar için mobil uygulama ve afet personellerinin kullanacağı Afet yönetim sistemi yazılımları hazırlanmaktadır. Afet anında bölgede yer alan bireylere dağıtılacak olan bu powerbankler telefonlarına bağlanarak 8 günlük pil ömürlerini karşılarken telefonlarında herhangi wifi/gsm hattını kullanmadan 25 Km içerisinde yer alan Afet Yönetim Merkezi ve yakınları ile iletişim sağlayabilmektedir. Telefonları ile bluetooth eşleştirmesi yaptıkları powerbank geliştirmiş olduğumuz mobil uygulama ile konum ve yazılı mesajlarını kit içerisinde yer alan LoRa-WAN modülü aracılığı ile gatewaylere iletmektedir.

4. Yöntem

Afet Yönetim Sistemi çerçevesinde
Afet-Bank : Afet için özelleştirilmiş PowerBank,
Afet-APP : Afet için iletişim Mobil Uygulaması,
Afet Koordinasyon : Afet Yönetim Masaüstü Uygulaması,
Geliştirilecektir.

Şekil 7 Afet Yönetim Sistemi Veri İletim Şeması

LoRa-Wan Tabanlı Afet-Bank | Afet için özelleştirilmiş PowerBank Hazırlanması

1. LoRa-WAN Modülleri ve Gatewayleri Entegresi

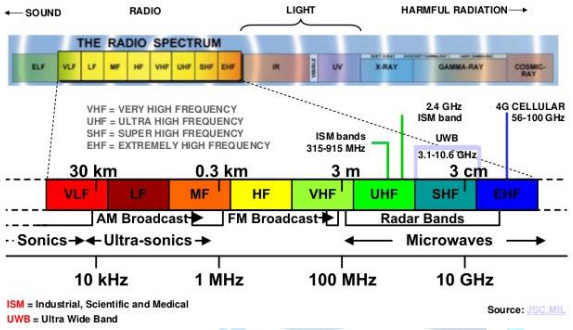
a. LoRa-WAN Kart Tasarımı

Proje kapsamında kullanılmakta olunan RN2483 Modülü ve Raspberry Pi Entegresini sağlayabilmek için hazır modül kullanmak yerine kendi kart tasarımımızı kullanılması uygun görülmüştür. Tasarlanan kart ile %35 tasarruf edilmiş ve ileride Türkiye'de ilgili modülü kullanmak isteyen TÜBİTAK ve Teknofest proje üyeleri için kaynak olmuştur. Kart geliştirilirken EasyEda platformu kullanılmış ve çift kat olacak şekilde tasarlanmıştır.

LoRa-WAN ile RN2483 Entegresi ve Uygun Antenin Seçimi

RN2483 modülü üzerinde yer alan 32 Pin geliştirdiğimiz rn2483 modülüne entegresi için FSM Üniversitesi Betam Laboratuvarından destek alınmıştır.

Şekil 8 RN2483 Lora Modülü



Şekil 9 Lora Wan Frekans Değerleri

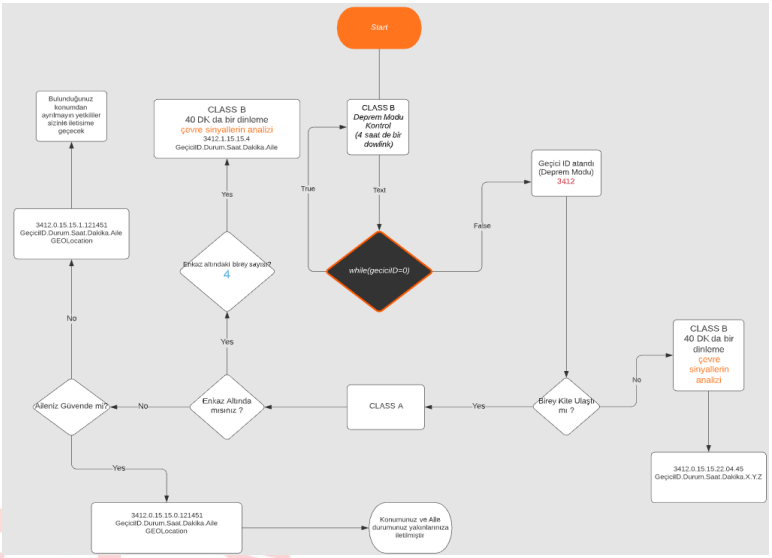
Rn2483 Modülü dahil olmak üzere üretilen LoraWan modüllerinin birçoğu 433 mhz ve 868mhz olmak iki alternatif barındırmaktadır. Farklı frekansların ülkelere göre ayrılmasında yasaların gereklilikleri bulunmaktadır. LoRa-WAN ağlarında kullanılan frekans planı yerel düzenlemelere göre farklılık göstermektedir. Örnek olarak; Avrupa ülkelerinde ve Türkiye'de 863-870 MHz, ABD, Kanada ve Güney Amerika'da 902-928 MHz, Doğu Asya'da 470-510 MHz frekans aralığı kullanılmaktadır[15]. Frekans boyu sayesinde LoRa-WAN, veri gönderirken ve alırken çok düşük akım (50 mA'den az) çeker. Bu standartlar doğrultusunda daha uzun mesafeye veri iletebilme kabiliyeti ve Türkiye'de geçerliliği sebebiyeti ile 868mhz Rn2483 Modeli Kullanılmıştır. Anten olarak hem boyutunun çok büyümemesi gereği 868MHz LoRa-WAN mini anten kullanılmıştır. İlgili sistem Raspberry'pi pico üzerine entegre edilmiştir.

LoRa-WAN modül Gateway Bağlantısı ve TTN Sunucularında Görüntülenmesi

Şekil 10 Prototip için kullanmakta olduğumuz indoor gateway

Lorawan'dan gelen verileri internette görebilmemiz için Gatewaylere ihtiyaç duymaktayız. LoRa-WAN Gatewayler verilerin LoRa Protokolünden internet protokolüne dönüşümüne olanak sağlamaktadır. Projede maliyetinin düşük olması sebepli indoor gateway kullanılmıştır.

Gatewaye gelen veriler https://www.thethingsnetwork.org/ sunucularında görülmektedir. İlgili verilerin monitorize edilmesi için Python mqtt kullanılmıştır. İlgil sunuculardan bu veriler Teknofest 2022 bünyesinde oluşturmakta olduğumuz masaüstü yazılımda görüntülenmektedir.



Şekil 11 Afet Yönetim Sistemi FlowChart Diagramı

Afet koordinasyon mobil uygulamasının hazırlanması

Dart dilinin Flutter framework'ü ile kodlanmakta olunan mobil uygulama internetin hiç olmadığı koşullarda kite bağlanarak ilgili arayüz ile AFAD ile iletişim kurulmasına olanak sağlayacaktır. Mobil uygulama deprem olmadan evvel tüm bireylerin indirilmesine ve depremde onlar için önem kazanan verilerin (kimlik bilgileri, adres bilgileri, kan grubu ve kronik rahatsızlıkları, kullandığı ilaçlar gibi sağlık bilgileri, banka bilgileri, iletişime geçeceği yakın bilgileri vb.) kaydedip uygulama telefonunda yüklü olarak beklemesi gerekmektedir. Olası afet durumundan evvel satın aldığı ya da AFAD'ın dağıtacağı afad-bank'i telefonuna taktığında direkt bluetooth bağlantısı ile afad-bank üzerindeki sistemi telefon ekranı üzerinden yönetebilmesine olanak sağlamaktadır.

Şekil 12 Mobil Uygulama Ekranları

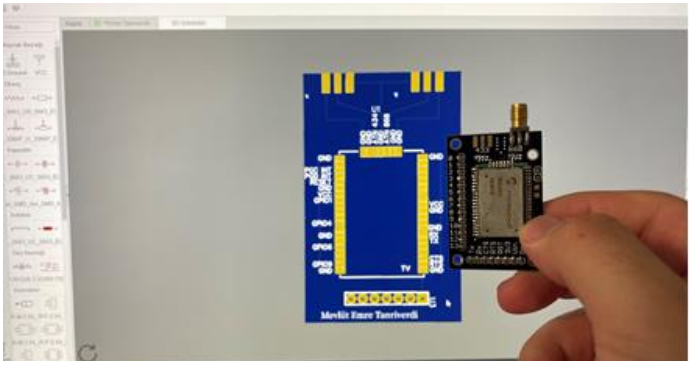
Şekil 13 Afet Yönetim Masaüstü Uygulaması

Afet koordinasyon departmanı uygulamasının hazırlanması

Afet anında kitlerden gelen verilerin gatewaylere iletilmesinin ardından ilgili mesajların görüntülenmesine ve Afetin koordine edilmesine olanak sağlayan masaüstü bir uygulama geliştirilmektedir. İlgili uygulamada CPP/QT Kullanılacaktır.

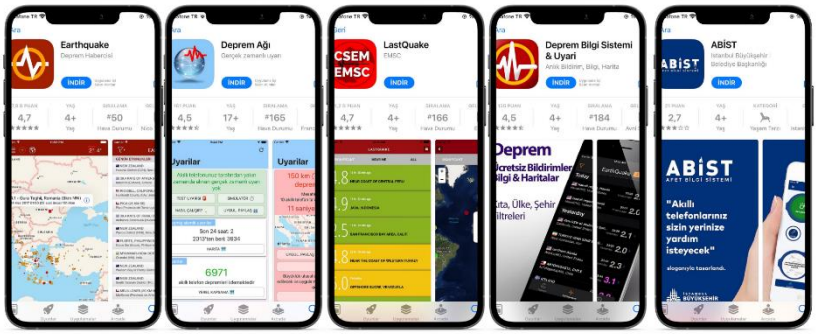
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Proje konusunda geliştirilen sistem dünyada henüz benzerine sahip değildir ve uluslararası patent başvuru sürecindedir. Powerbank içinde LoRa-WAN teknolojilerinin kullanılması ve afet alanında LoRa-WAN tabanlı koordinasyon sistemi kurmasıyla alanda ilk ürün olarak



Şekil 14 Easy Eda Üzerinden Geliştirmiş Olduğumuz LoraWan Modülü

ortaya çıkmaktadır. Bu yönüyle proje dosyasında yer alan çözüm ve yöntem kısmında vurgulanan aşamalar yenilik kapsamaktadır. Görselde yer verilen Raspberry pi pico için lorawan bütünleşmiş kartı tarafımızca geliştirilmiş ve lora maliyetini %40 oranında azaltmıştır. İlgili kit dahilinde yapılan çalışma otizmliler için bileklik içerisinde kullanışmış ve Tübitak Başkanı Prof. Dr. Sayın Hasan Mandal Hoca'mız Tarafından onurize edilmiştir. Ayrıyeten proje detay formunun 10. Ek çalımalar maddesinde açıklamış olduğumuz "**LoRa-WAN Tabanlı Afet Alarm Sistemi"** ve "**Enkaz Altında Sesin Yönünün Analizi** "isimli araştırma projeleri tamamıyla özgün araştırma konusu kapsamındadır.



Şekil 15 Varolan Afet Yönetim Uygulamaları

Proje kapsamında var olan tüm yerli ve yabancı afet yönetim uygulamaları ve teknolojileri incelenmiş ve analiz edilmiştir. İlgili teknolojilerin herbiri gsm/wifi şebekelerine ihtiyaç duymaktadır. Bu sebeple can kaybının dahi yaşanmadığı her depremde şebekelerin çöktüğü ve gsm ya da wifi tabanlı geliştirilen mobil uygulamaların bu sistemlere ihtiyaç duyuyor olmaları onları afet koordinasyonu alanında işlevsiz ve geçersiz kılmaktadır. TÜBİTAK tarafından ARGE'si 2020'den beri desteklenmekte olan ve birçok patente konu başlığı edindiğimiz, "LPWAN Teknolojileri ile afet koordinasyonu" konu başlıklı özgün araştırma konumuzu Teknofest ile ürüne dönüştürmeye ve şampiyonluk alması durumunda fikri ve teknolojileri özgün olan bu kiti başta Türkiye'de ardından diğer ülkelere ihracat etmeyi hedefliyoruz

6. Uygulanabilirlik

Şekil 16 6 Kilometre veri iletimi sağlayan LoraWan modülü

İlgili proje 2209 Kabulü almış ve sonuçlandırılarak teslim edilmiştir. İlgili projemiz TÜBİTAK BİGG Kapsamında Bilişim Vadisinde girişime dönüştürmek üzere ön kuluçka kabulü almıştır.

ARGE → Prototip Geliştirme → Girişim yol haritasında;

TÜBİTAK 2209 → Teknofest Derecesi → TÜBİTAK 1512 BİGG yolu izlenilmesi uygulanabilirliği için hedeflenmektedir. TÜBİTAK 2209'da ARGE'sini doğrulamış ardından geliştirdiği ürün ile Teknofest Şampiyonluğu yaşaması durumunda AFAD ile görüşülecek ve olası Afetlere karşı hazır bulunacak bu kitlerin şirketleşerek girişime dönüştürme süreci için yatırım alınması planlanmaktadır. TÜBİTAK BİGG sürecinde ürünün ticari ilk prototipi oluşturulacak ve test aşamaları tamamlanacaktır. Ürüne dönüştürülmesinin ardından olası depremlerde kullanılmak üzere AFAD' a üretilen yazılım ve powerbank'ler verilecektir.

Tablo 2 Yaygın Etki Tablosu

YAYGIN ETKİ TÜRLERİ	ÖNERİLEN ARAŞTIRMADAN BEKLENEN ÇIKTI, SONUÇ VE ETKİLER
BİLİMSEL/AKADEMİK	Geliştirilen cihaz, uygulanan yaklaşım ve elde edilen sonuçların Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı'nda (SİU) bir bildiri ile tanıtılması sağlanacaktır.
EKONOMİK/TİCARİ/SOSYAL	Geliştirilen cihazın patentinin alınması için çalışmalar gerçekleştirilecektir. Patentleme işleminden sonra üstte ya da deprem çantasının içerisinde bulundurulabilecek şekilde bir ürünün tasarımı gerçekleştirilecektir. Böylelikle depreme özgü biçimde kullanım için özelleşmiş akıllı deprem çantası üretimi söz konusudur. Bunun yanı sıra teknoloji şirketlerinin telefon, akıllı saat ve bileklikliklerinde yer verebileceği bir entegrasyon arayüzü de geliştirilecek ürünlerden biridir. Üreticiler, hali hazırda mikrofonlara ve jiroskopa sahip akıllı telefonlara, geliştireceğimiz LoRa modülünü ekleyerek cihazlarına afet durumlarına hazır hale getirebileceklerdir.
ARAŞTIRMACI YETİŞTİRİLMESİ VE YENİ PROJE(LER) OLUŞTURMA	Projede 12 lisans öğrencisi aktif olarak çalışmakta ve 3 farklı yayın hazırlanmıştır.Elde edilen bilgi ve deneyimlerle afet yönetimi ve koordinasyonu alanlarında yeni projelerin açığa çıkma olasılığı yüksektir.

Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Proje için Bir adet AFAD-Bank Prototip Maliyeti 3000 TL'dir. Seri üretimde pil ve işlemci maliyetinin düşecek ve fiyatının 1000-1500 arasında mal edileceği ön görülmektedir.

Tablo 3 Ürün Maliyet Tablosu

	ÜRÜN	FİYAT
1.	LoRa-WAN Gateway	2000 TL
2.	Rn2483 Lora Node Modül	500x2 = 1000 TL
3.	Lityum Piller	300x6=2100 TL
4.	RaspberryPi W	210x2=420 TL
5.	Dış Kaplama	150 TL
	Total= 5670 TL	

Proje Google Proje Yönetim sertifikasına sahip Emre Tanrıverdi Tarafından AGILE-Scrum Metodolojileri kullanılarak yönetilmektedir. Ağustos 2021 de başlayan projenin ağustos 2022 de

Tablo 4 Proje GANTT Tablosu

TASK	ASSIGNED TO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AFAD BANK (Afet için özelleştirilmiş PowerBank) Hazırlanması	Emre Tanrıverdi												
LoraWan Kart Tasarımı	Emre Tanrıverdi												
LoraWan Kart Rasperryi Pi Entegresi	Emre Tanrıverdi												
Gateway Tasarımı	Emre Tanrıverdi												
Gateway TTN Sunucuları Hazırlanması	Emre Tanrıverdi | Hüdayi Aşık												
PowerBank Tasarımı ve Rasperry Entegesi	Emre Tanrıverdi | Hüdayi Aşık												
Afet Yönetim Senaryolarının Kodlanması	Emre Tanrıverdi | Hüdayi Aşık												
Kit ve Mobil Uygulama Entegresi	Hüdayi Aşık | Recep Tayyip İlhan												
Afet-APP (Afet için LoraWan Tabanlı Mobil Uygulaması) Hazırlanması	Recep Tayyip İlhan												
Mobil uygulama arayüzünün tasarlanması	Recep Tayyip İlhan												
Flutter ile arayüzün kodlanması	Recep Tayyip İlhan												
Firebase ile kullanıcı bilgileri kayıt tabanının oluşturulması	Recep Tayyip İlhan												
GPS Konum Oluşturma ve Acil Durum Mesaj Ekranının ve Sisteminin Hazırlanması	Recep Tayyip İlhan												
Mobil Uygulama ve Afad-Bank Entegesi	Hüdayi Aşık | Recep Tayyip İlhan												
İlgili Afet Seneryolarının Geliştirilmesi	Recep Tayyip İlhan												
Uygulamanın Teknofest Sunumlarına Hazırlanması	Recep Tayyip İlhan												
Afet Koordinasyon : Afet Yönetim Masaüstü Uygulamasının Geliştirilmesi	Mürşide Gökçe												
Python QT Eğitimlerinin Alınması	Mürşide Gökçe												
Firebase üzerinden kullanıcı bilgilerini otomatik çekilmesi	Mürşide Gökçe | Ebrar Derindağ												
Afet Yönetim Ekranı Personel Giriş sistemi geliştirilmesi	Mürşide Gökçe | Ebrar Derindağ												
Google Haritalar Entegrasyonu	Ebrar Derindağ												
Gelen Alarmların Görüntülenmesi	Mürşide Gökçe												
Gelen Alarma yönelik kullanıcı bilgilerinin görüntülenmesi	Ebrar Derindağ												
Teknofest sunumları üzerinde test edilmesi	Mürşide Gökçe | Ebrar Derindağ												

sonlanması hedeflenmektedir. Ağustos 2022 İtibariyle derece alması durumunda yatırım alacak ilk prototipi hazır halde olması projenin yönetim motivasyonudur.

Tablo 5 Proje de kullanılan Ekipmanlar

Kullanılan Altyapı/Ekipman Türü, Modeli	Projede Kullanım Amacı
PCB Frezesi: 1 mikron hassasiyette 100.000 devir/dak. hıza kadar çıkabilen baskı dere (PCB) frezesi. Yüksek devirli hassas uçlar sayesinde mikrodalga frekanslara kadar çalışabilen baskı devreleri üretebilmektedir. Hızlı prototip baskı devre (PCB) üretimi için kullanılmaktadır.	LoRa node'ları için kullanmakta olduğumuz RN2483 modüllerini düşük maliyet ile mikroişlemciye entegre edebilmek için tasarlamış olduğumuz PCB'yi, PCB Frezesi makinesi ile ürettik.

SMD Montaj Sistemi: Her türlü smd malzemeleri baskı devre üzerine yarı otomatik olarak (elle kumanda edilerek) dizen "pick-and-place" sistemi. İstenen noktalara sıvı lehim koymak için gerekli "dispanser" ünitesi, lehimleme fırını, manuel delik içi kaplama sistemi ve serigrafi sistemi ile diğer aksesuarlardan oluşan prototip montaj sistemi.	Freze den çıkardığımız PCB kartlarına RN2483 Modülünü SMD montaj sistemi ile entegre edilmiştir.
Dijital Osiloskop	Mikroişlemcimize ulaşması hedefiyle enkaz altına gönderdiğimiz sinyalleri işlenmesinin test aşamasında Tektronix TDS2022C, 70 MHz Dijital Osiloskop kullanılmıştır

7. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Sayısı 1 milyar nüfusu aşan can kayıplarının yaşandığı ilgili coğrafyalarda yer alan insanların birçoğu geliştirmekte olunan afet koordinasyon sistemine ihtiyaç duymaktadır [16]. Bunun yanı her ülke savaş riski barındırmaktadır. Bu sebeple kesintisiz ve yalnızca ülke içinde iletişim sistemi geliştirmek isteyen her bir ülke veya ordu hedef kitleler arasında yer almaktadır. Maddeler halinde sıralanacak olursa

- Depremzedeler (AFAD-Bank | AFAD-Mobil Uygulama)
- Savaş Sivilleri (AFAD-Bank | AFAD-Mobil Uygulama)
- Kutup Araştırmacıları (AFAD-Bank | AFAD-Mobil Uygulama)
- Türk Silahlı Kuvvetleri Gizli Operasyon (AFAD-Bank | AFAD-Mobil Uygulama)
- Afet Yönetim Uzmanları (AFAD-Koordinasyon Masaüstü Uygulaması)
- Operasyon Komuta Personelleri (AFAD-Koordinasyon Masaüstü Uygulaması)

Geliştireceğimiz ürünlerin hedef kitleleleri arasında yer almaktadır. Proje girişim safhasında erken benimseyici konumunda olan ise öncelik uygulamamız deprem kategorisidir.

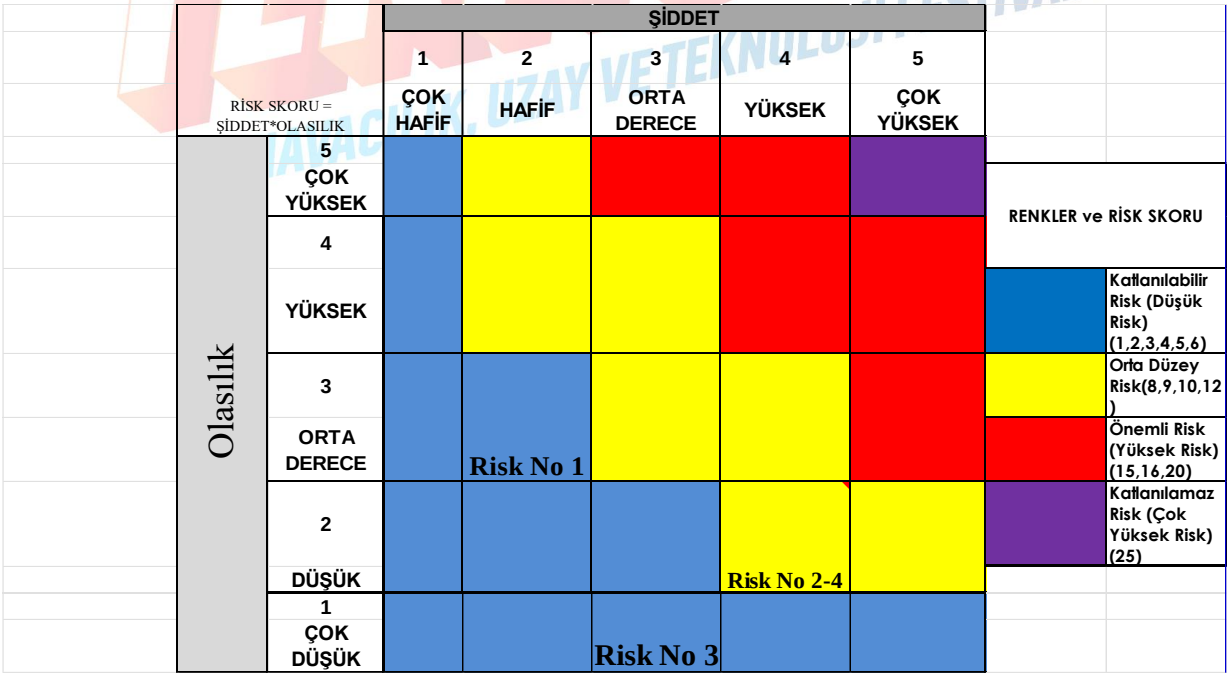
8. Riskler

Tablo 6 Risk Yönetimi Tablosu

Risk No	En Önemli Riskler	Risk Yönetimi (B Planı)
1	LoRa-WAN Türkiye'de de 2019 yılından itibaren yer edinmekte ve yıldan yıla kapsam alanını arttırmaktadır. Ancak Gatewaylerin İstanbul ve Ankara	Baz istasyonlarına nazaran taşınması hususunda zorluk çıkarmayacak gatewayler deprem olması durumunda bağlı olduğu jeneratörlerden kolaylıkla

	yoğunlukta yer alması depremin Elâzığ, Erzincan ya da diğer kırsal yerleşmelerde olması durumunda problem oluşturabilmektedir. Gatewayleri eksik ya da az olan coğrafyalarda veri iletimi gecikebilme riski yaşanabilmekte ve Geolocation ile konum hassasiyetinde eksiklik gözlenme riski yer almaktadır.	çıkarılabilmektedir. Deprem bölgesine mobil gatewayler ulaştırılarak o bölgedeki gateway eksikliğini giderebilirken, aynı zamanda Geolocation hususunda daha hassas konum bulmamıza olanak sağlanabilmektedir.
2	Olası Savaşta AFAD-Bank Depolarının Vurulması	21. yüzyıl hastanelerin acil kurtarma merkezlerinin vurulduğu savaşlara ev sahipliği yapmaktadır. Bu sebeple ilgili Power-bankler olası saldırıdan etkilenmeyen yerlerde saklanmalıdır.
3	LoRa-WAN üzerinden deprem sırasında deprem bölgesinde olmayan cihaz sahibi bireyler de hattı meşgul etme riski yer almaktadır.	Deprem anında bireyler deprem bölgesinde yer alıyorlar ise ID'leri geçici ID ile güncellenecek ve deprem bölgesinde olmayanların yani geçici ID'ye sahip olmayan cihaz kullanıcılarının gatewaylere veri iletimi kısıtlanacaktır.
4	Depremde AFAD-Bank Depolarının Hasar Alması	Olası depremde etkilenmemesi için ilgili kitler farklı coğrafyalarda depremden etkilenme riski en düşük mekanlarda saklanması gerekmektedir. Bu risk bu şekilde yönetilebilir.

Tablo 7 Olasılık Etki Matrisi



9. Ek Çalışmalar

Teknofest derecesi alması durumunda ürüne dönüştürmeyi hedeflediğimiz kit için iki farklı çalışma içerisindeyiz.

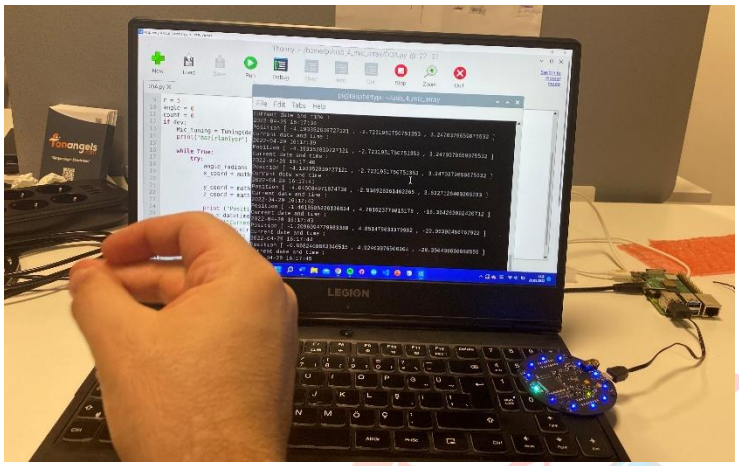
a. LoRa-WAN Tabanlı Afet Alarm Sistemi

2209 Projesi Kapsamında Çalışmalar ilerletilirken yeni bir fikir geliştirilmiş ve yeni bir çalışma konusu olmuştur. “LoRa-WAN Tabanlı Afet Alarm Sistemi” isimli hipotez üzerine çalışmalara başlanmıştır. İlgili çalışma konusu; konum bazında çok düşük maliyette veri toplanmasına ve gerçek zamanlı deprem alarmın daha efektik hale getirilmesine olanak tanıyacağı ön görülmektedir.
Bunu bir örnek çerçevesinde açıklayacak olursak;

1999 Depremi yaralama ve can kaybı oluşturduğu Merkez üssü Gölcük ve arası mesafe 240 Km’dir. Depremin yıkıcı etki oluşturan S (ikincil) dalgasının saniyedeki hızı 2-3 Km/S olarak değişmektedir. Hızı P dalgası hızının %60'ı ile %70'i arasında değişen bu dalga deprem bölgelerinde hissedilmektedir [17]. İlgili deprem hattına yerleştirilecek lora tabanlı sismik sensorlar ya da bireylerin evlerinde yer vereceği powerbanklerin ortak iletişimi depremin 25-110 sn erkenden bildirilmesi mümkün kılacağı ön görülmektedir.

Şekil 17 Avcılar Gölcük Deprem Erken Tespit Görselleştirilmesi

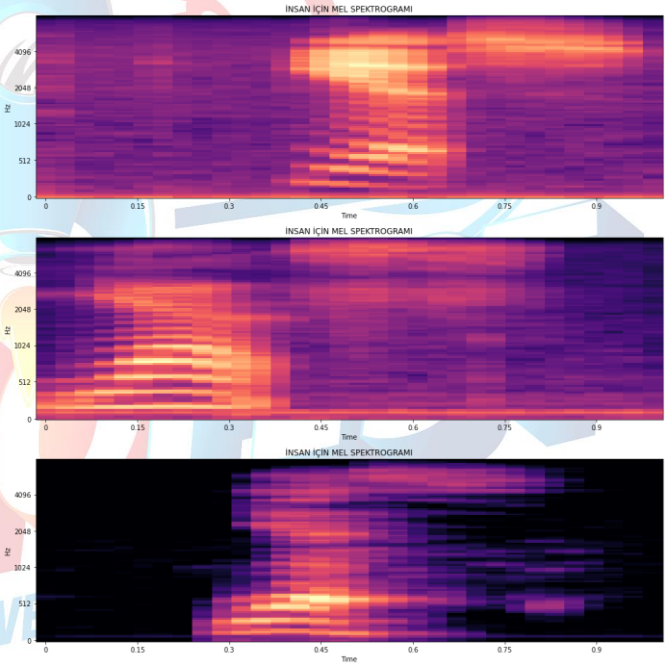
b. Enkaz Altında Sesin Yönünün Analizi



Bu araştırmada 4 farklı mikrofona sahip bir ses analiz sistemi oluşturulmuştur. Sesin geliş hızı farkından sesin enkaz altında yönünün tain edilmeis ve eğer powerbank enkaz altında ise insan ve diğer canlıların yönlerinin tain edilip enkaz üstündeki afet personellerine iletilmesi irdelenmektedir.

Şekil 18 Sesin 3 Boyutta Tespit edilmesi çalışmamız

Yapılan çalışmada insan için mel spektogramları belirlenmiş ve LoRa-WAN kanalından x,y,z olarak iletilmesi sağlanmaktadır. Enkaz altında çok fazla ses çarpması ve karmaşıklığı olduğu için ilgili seslerin derin öğrenme ile analiz edilmesi ve ses kalibrasyonun geliştirilmesi gerekmektedir.



Şekil 19 İnsan sesi Mel Spektrumu Ölceklendirilmesi

10. Kaynaklar

1. Shao, X., & Xu, C. (2022). Earthquake-induced landslides susceptibility assessment: A review of the state-of-the-art. Içinde Natural Hazards Research. Elsevier BV. Sf[24-25]
2. ÇOBAN, M., SÖZBİLİR, M., & GÖKTAŞ, Y. (2017). Deprem Deneyimini Yaşamış Kişilerin Deprem Öncesi Hazırlık Algılarının Belirlenmesi: Bir Durum Çalışması. Içinde Doğu Coğrafya Dergisi (C. 22, Issue 37, ss. 113-113). Dogu Cografya Dergisi.
3. Mansour-Ichrakieh, L., & Zeaiter, H. (2019). The role of geopolitical risks on the Turkish economy opportunity or threat. Içinde The North American Journal of Economics and Finance (C. 50, s. 101000). Elsevier BV.
4. Li, J., Chang, Z., & Liu, C. (2022). Performance of the Yangbi MS 6.4 earthquake disaster in different geomorphic units in Yunnan. Içinde Earthquake Research Advances (C. 2, Issue 2, s. 100135). Elsevier BV. Sf[41-42]
5. "30 Ekim 2020 Ege Denizi Depremi" (PDF). Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü. 30 Ekim 2020. 1 Kasım 2020 tarihinde kaynağından arşivlendi (PDF). Erişim tarihi: 1 Haziran 2022.
6. 30 Ekim 2020 EGE DENİZİ, SEFERİHİSAR (İZMİR) AÇIKLARI (17,26 Km) Mw 6.6 DEPREMİNE İLİŞKİN ÖN DEĞERLENDİRME RAPORU". Deprem.Afad.Org.Tr. AFAD. 30 Ekim 2020 Tarihinde Kaynağından Arşivlendi. Erişim Tarihi: 16 Mayıs 2022.
7. Trthaber.com. 2022. BTK'dan GSM şirketlerine deprem kesintisi cezası. [online] Available at: [Erişildi 10 Mayıs 2022].
8. Gulesan, O. B., Anil, E., & Boluk, P. S. (2021). Social media-based emergency management to detect earthquakes and organize civilian volunteers. Içinde International Journal of Disaster Risk Reduction (C. 65, s. 102543). Elsevier BV.
9. AFAD | deprem.gov.tr Emre Ö, Duman TY, Özalp S, Elmacı H, Olgun Ş, Şaroğlu F (2013) . [Erişildi 14 Mayıs 2022].
10. Belge - AFAD | deprem.gov.tr Belge. 8 Kasım 2021-Meram (Konya) Depremi Mw 5.1 Ön Degerlendirme Raporu [Erişildi 14 Mayıs 2022].
11. Augustin, A., Yi, J., Clausen, T., & Townsley, W. M. (2016). A study of LoRa: Long range & low power networks for the internet of things. Sensors, 16(9), 1466. Sf[111-142]
12. Lauridsen, M., Nguyen, H., Vejlgaard, B., Kovács, I. Z., Mogensen, P., & Sorensen, M. (2017, June). Coverage comparison of GPRS, NB-IoT, LoRa, and SigFox in a 7800 km² area. In 2017 IEEE 85th Vehicular Technology Conference (VTC Spring) (pp. 1-5). IEEE.
13. Pollefeys, M., & Nister, D. (2008, March). Direct computation of sound and microphone locations from time-difference-of-arrival data. In 2008 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (pp. 2445-2448). IEEE.
14. Mateos Matilla, D., Lozano Murciego, Á., Jiménez-Bravo, D. M., Sales Mendes, A., & Leithardt, V. R. Q. (2021). Low-cost Edge Computing devices and novel user interfaces for monitoring pivot irrigation systems based on Internet of Things and LoRaWAN technologies. Içinde Biosystems Engineering. Elsevier BV.
15. Salomon, G., Laroca, R., & Menotti, D. (2020). Deep Learning for Image-based Automatic Dial Meter Reading: Dataset and Baselines. Içinde 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN). 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN). IEEE.
16. Fears of a bigger quake. (2016). Içinde New Scientist (C. 232, Issue 3100, s. 6). Elsevier BV.
17. Portnoi, M., Schlachter, S., & Taufer, M. (2014). Study of the Network Impact on Earthquake Early Warning in the Quake-catcher Network Project. Içinde Procedia Computer Science (C. 29, ss. 453-464). Elsevier BV.