

# TEKNOFEST

## HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

### İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

**PROJE KATEGORİSİ:** Afet Yönetimi

**PROJE ADI:** Enkaz Altındaki Kazazedelerin Mobil Cihazlarının  
Tespiti

**TAKIM ADI:** SPATIUM COMM

**Başvuru ID:** #83463

**TAKIM SEVİYESİ:** Üniversite-Mezun

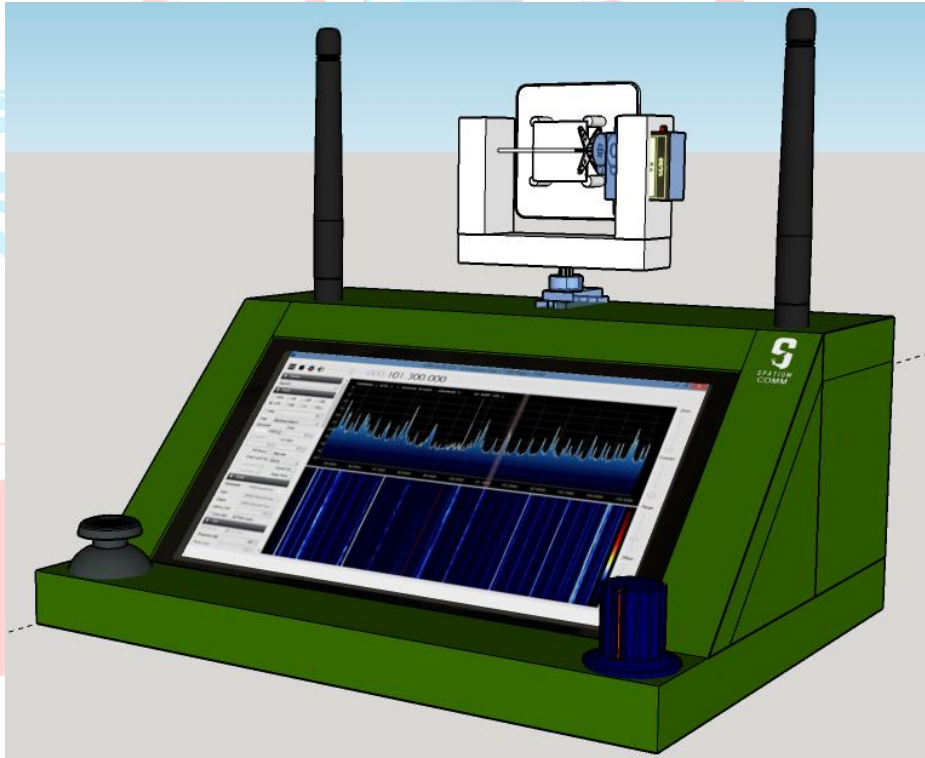
**İçindekiler**

<b>1. Proje Özeti</b>	<b>3</b>
<b>2. Problem/Sorun</b>	<b>3</b>
<b>3. Çözüm</b>	<b>4</b>
<b>4. Yöntem</b>	<b>5</b>
<b>5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü</b>	<b>7</b>
<b>6. Uygulanabilirlik</b>	<b>7</b>
<b>7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması</b>	<b>7</b>
<b>8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi(Kullanıcılar)</b>	<b>8</b>
<b>9. Riskler</b>	<b>8</b>
<b>10. Kaynaklar</b>	<b>10</b>



## 1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Proje enkaz altındaki kazazedelerin mobil cihazlarına, çeşitli sinyal alma yöntemleri ile ulaşılması ve insanların yerlerinin kolayca tespit edilmesi üzerine yapılacaktır. 30 Ekim 2020 İzmir depremi sonrasında fikir oluşmuş denenmiş ancak yeterli olamamıştır. Projede sinyal alımı için SDR (Software Defined Radio), Wi-Fi modülleri, tarama kapasiteli yönlü anten ve yönsüz antenler kullanılacaktır. Bu ekipmanlar sayesinde mobil cihazların yaydığı tüm haberleşme sinyalleri yakalanıp işlenebilmektedir. İşlenen veriler doğrultusunda enkaz altında kazazede olup olmadığı ve kazazedenin konumu tespit edilebilecektir. Raporla projenin analizi, tasarımı, geliştirme süreçleri, proje bütçesi ve proje takvimi hakkında bilgiler verilmiştir. Projenin mekanik tasarımı SketchUp programı kullanılarak modellenmiştir. Mekanik parçalar 3 boyutlu yazıcı aracılığıyla basılacak ardından elektronik bileşenler ile montajı yapılacaktır. Sinyal alma, işleme ve görüntü çıkışı gibi işlemler iki farklı işletim sistemi ve yazılım dili üzerinden hazırlanacaktır. Oluşturulan prototip tasarım aşağıdaki Şekil 1.'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Prototip Tasarım

## 2. Problem/Sorun:

Proje deprem enkazı altında kalan kazazedelerinin bulunabilmesine yöneliktir. Geçtiğimiz yıllarda ülkemizde yaşanan büyük çaplı depremlerin (Gölcük, Van, Elazığ, İzmir vb.) arama kurtarma faaliyetlerinde uzun saatler boyunca çeşitli yöntemler ile kazazedeler tespit edilmeye çalışılmıştır. Kurtarma faaliyetlerinde arama kurtarma köpekleri, akustik algılayıcılar, sismik algılayıcılar, deliciler ve kesiciler kullanılarak kazazedelere ulaşılmaya çalışılmıştır. Sismik ve akustik algılayıcılar insanlar baygın

olduğunda, çevrede ses ve titreşim kirliliği olduğunda veya insanlar çok derinde olduğunda çalışmamaktadır. Kesici ve delici aletlerin kullanımı insanlara zarar vermemesi açısından oldukça dikkatli ve yavaş yapıldığından uzun süreler almaktadır. Bu yöntemler enkaz altındaki insan varlığını, insanların konumunu ve enkaz altında tespit edilen insanın kim olduğunu algılamakta süre ve yöntem olarak yetersiz kalmaktadır. Uygulanacak projede insan varlığının tespiti için kullanılmayan sinyal tespiti yöntemi kullanılarak diğer kurtarma faaliyetlerine öncü veya ek bir kurtarma faaliyeti planlanmıştır. Şekil 2.'de gösterilen İzmir depremindeki gibi veya diğer depremlerdeki enkazların içinde tespit edilemeyen insanlar, kullanılacak yöntemler sayesinde kolayca tespit edilebilecektir.



Şekil 2. 29 Ekim 2020 İzmir Depremi, Yeni Şafak

### 3. Çözüm

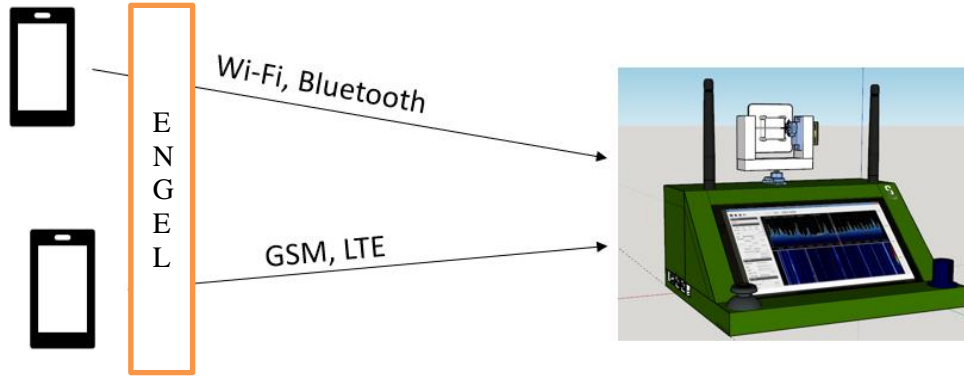
Çözüm, arama kurtarma faaliyetlerini mümkün olduğunca kısa süreye indirerek kazazedelerin hayatlarını kurtarmaktır. Diğer yöntemlerden farklı olarak, proje, bu hedef doğrultusunda mobil cihazların sinyallerinin (WiFi, Bluetooth, GSM, LTE) yönlü olarak tespit edilmesi ve ardından kazazedenin hızlıca ve kolayca kurtarılmasına yardımcı olacaktır.



Şekil 3. Çözüm Algoritması

Wi-Fi sinyallerinin alınması ve alınan sinyalin işlenerek cihaz tipinin ve modelinin tespit edilmesi ESP32 modülü kullanılacaktır. Ancak sadece Wi-Fi sinyallerini işleyen cihaz

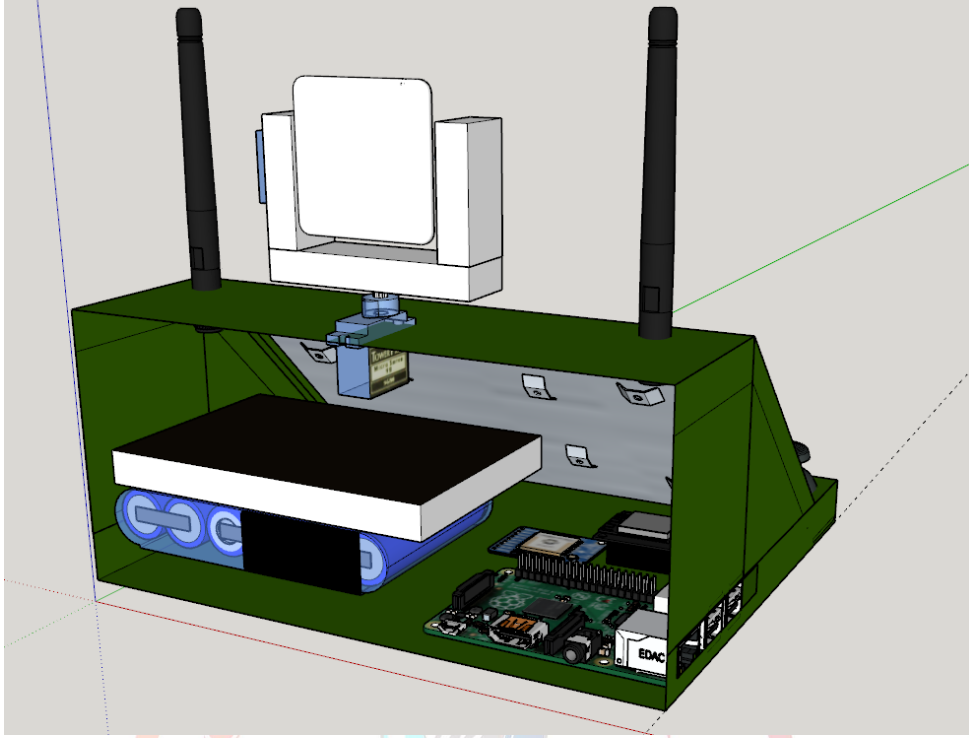
yeterli olmayacağından, 1 MHz- 6 GHz aralığında sinyal tespit edebilen Hackrf-One SDR modülü de kullanılacaktır [1]. SDR modülü ile sinyalin işlenmesine gerek kalmadan yönlü antenler ile anten doğrultusundaki cihazların konumları tespit edilebilecektir. Ayrıca yönlü antenler kontrol edilebilecek veya otomatik olarak bölge taraması yapabilecektir. Tespit ettiği cihaz olduğu durumda cihaz üzerinde bulunan ekrana çıktı olarak gösterecektir.



Şekil 4. Prototip Cihazın Sinyal Alımı

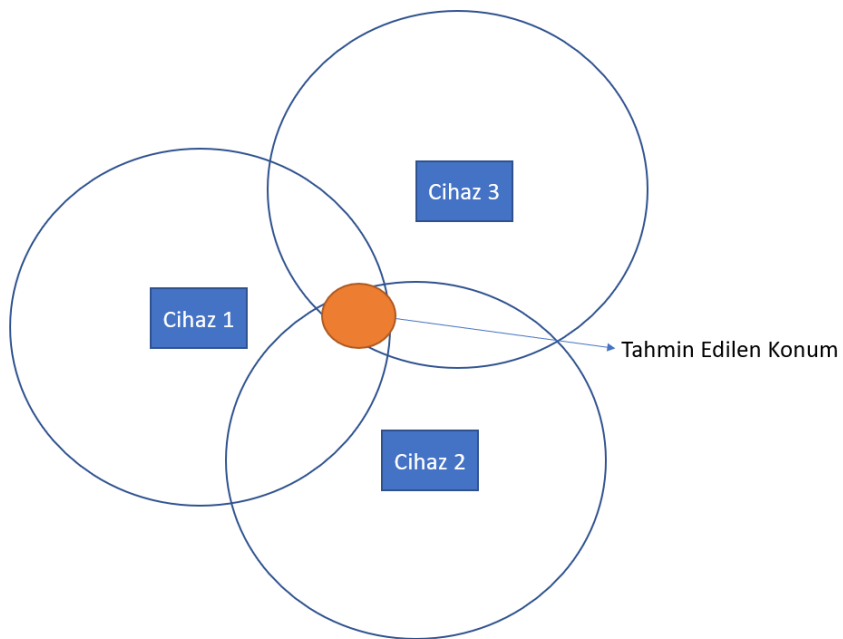
#### 4. Yöntem

Mobil cihazların sinyallerinin tespiti için iki farklı elektronik ekipman kullanılacaktır. İlk olarak 2.4 GHz bandında çalışan, WiFi ve Bluetooth protokolleri üzerinden haberleşen ESP32 modülü kullanılacaktır [2]. İkinci olarak bir yazılım tanımlı radyo (SDR- Software Defined Radio) modülü olan ve 1 MHz-6 GHz arası sinyalleri yakalayıp işleyebilen HackRF One kullanılacaktır. ESP32 modülü ile havadaki paketlerin yakalanması (packet sniffing) metodu kullanılacaktır. Bu metot ile ayrıca yakalanan paketlerin işlenerek yakalanan cihazın türü, markası ve modeli tespit edilebilecektir. Bu doğrultuda yakalanan cihazın kimin tarafından kullanıldığının tespiti de yapılabilecektir. HackRF One modülü ile 1 MHz- 6 GHz arası telefonlar tarafından üretilen tüm sinyaller (WiFi, Bluetooth, GSM, LTE) yakalanabilecektir. Yakalanan sinyallerin yönlerinin belirlenebilmesi için yönlü antenler kullanılacaktır. Radar sistemine benzerlik gösteren ve servo veya stepper motorlar ile hazırlanacak olan tarama sistemi ile yönlü antenler hareket ettirilerek cihazların yönleri tespit edilecektir. Ayrıca birden fazla cihazın kullanılması ile sinyal seviyesi (RSSI) tabanlı konum tespiti de yapılabilecektir. Tüm yapılan konum, cihaz modeli vb. tespitlerin gösterileceği bir ekran bulunacaktır.



Tüm cihazlarının yönetilebileceği ve ekrana görüntü aktarımının yapılabileceği Raspberry Pi cihazı kullanılacaktır [3]. Uygulanacak yöntem diğer kurtarma metotlarının (sismik, akustik) tespit edemeyeceği kazazedeleri de kurtarmayı hızlı ve maliyet etkin şekilde yapacaktır.

Konum tespitinin doğruluğunun artırılması için birden çok cihaz kullanılması gereklidir [4][5]. Konum tespiti için kullanılacak yöntemlerden biri olan RSSI tabanlı konum tespiti aşağıdaki görselde açıklanmıştır.



## 5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Telefon sinyali tespit işlemleri genellikle emniyet güçleri tarafından kullanılmaktadır. Ancak proje de sinyal tespit ve işleme yöntemleri arama faaliyetleri için kullanılacaktır. Ayrıca arama kurtarma faaliyetleri için herhangi benzer bir sinyal tespit cihazı, sinyal tespit yöntemi bulunmamaktadır. On yıl öncesine kadar insanların çoğunluğunun mobil cihaza sahip olmaması nedeniyle uygulanacak projeye tersiz kalabilirdi. Ancak bulunduğumuz dönemde insanların mobil cihazları büyük oranda yanlarında taşıması projeyi çözüme ulaştıracaktır. Piyasada bulunan arama kurtarma cihazları genellikle sismik, akustik, kırıcı veya delicilerdir. Bu cihazlar bazı durumlarda fayda sağlasa da oldukça yavaş ve insanlara zarar verme ihtimali bulunan yöntemlerdir. Proje kapsamında yapılan çalışma herhangi bir zarar verme ihtimali bulundurmaz. Oldukça hızlı çalışır ve sonuca ulaşır. Ayrıca tespit edilen konumların arama kurtarma ekipleriyle paylaşılmasıyla diğer ekipmanların daha doğru ve verimli kullanılmasını sağlar. Projeyi oluşturan mekanik parçalar özgün olarak takım tarafından tasarlanmıştır. 3 boyutlu yazıcı ile ve yerli filament kullanılarak oluşturulacaktır. Donanım seçimleri, birleştirmeleri ve birlikte kullanımlarda özgün olarak yapılmış ve herhangi bir projede benzer seçim ve tasarımlara rastlanmamıştır. Yazılım kısmında ise cihaz bulma, anten ile tarama, frekans taraması algoritmaları özgün olarak geliştirilecektir.

## 6. Uygulanabilirlik

Proje tamamlandığında oldukça düşük maliyeti ile ürüne dönüştürülebilir. Prototip tamamlandığında çeşitli devlet kurumları ile görüşmeler doğrultusunda istenen değişiklikler yapılabilir ve kullanıma hızlı bir şekilde alınabilir. Yaşadığımız deprem felaketlerinin ardından proje fikri oldukça gerekli görülecektir. Proje ayrıca önu açık ve geliştirilebilir şekilde tasarlanacağından müşteri potansiyeli artmaktadır.

## 7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Proje, olabildiğince en düşük maliyet ve yüksek yerlilik oranı ile tasarlanmıştır. Elektronik donanımların maliyeti yaklaşık 7500 Türk lirası, mekanik parçaların maliyeti yaklaşık 150 Türk lirasıdır. Toplam maliyet ise 7650 Türk lirasıdır. İlk olarak ESP32 ve HackRf One modülleri alınarak sinyal tespiti üzerinde çalışılacak, ardından antenler ve mekanik parçalar ve ekran birleştirilerek prototip tamamlanacaktır. Proje kapsamında karşılaştırılacak benzer proje bulunmamaktadır. Ancak farklı sinyal tespit yöntemleri kullanan cihazların oldukça yüksek fiyatlı olduğu bilinmektedir. Proje takvimi aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

	Tasarım	Tasarım	Tasarım	Üretim	Test
İş Paketi / Zaman	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos

Sinyal Tespiti	x	x	x	x	
Cihaz Tespiti		x	x	x	
Otomatik Anten ve Frekans Sistemi			x	x	
Mekanik Yapı				x	x

Ürünlerin birim maliyetleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Malzeme	Fiyat	Zaman
ESP32	100 TL	Tasarım
HackRf One	5000 TL	Tasarım
Raspberry-Pi 4	900 TL	Tasarım
Antenler	500 TL	Tasarım - Üretim
Filament	120 TL	Üretim
Mekanik Parçalar	30 TL	Üretim
Ekran	800 TL	Üretim - Test
Batarya	200 TL	Üretim - Test

## 8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Projenin hedef kitle ilk olarak arama kurtarma faaliyetlerini yürüten arama kurtarma ekipleridir. Ancak çeşitli amaçlar doğrultusunda emniyet, itfaiye, istihbarat vb. için kullanılabilir. Tasarlanacak ürün ekiplerin kolayca uygulayabileceği biçimde olacaktır. Ayrıca kullanım kılavuzu ve eğitim hazırlanması planlanmaktadır. Problemi yaşayanlar ise deprem enkazı, çığ enkazı, maden enkazı gibi yer altı veya engel barındıran alanlardaki kazazedelerdir.

## 9. Riskler

Proje kapsamında birçok problem ve risk tespit edilmiştir. Bu problem ve risklerin çözümleri aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Problem	Çözüm (B-Planı)
---------	-----------------



Kazazedelerin sinyal tespit edilemeyecek derecede derinde olması	Anten kazancının iyileştirilmesi, Cihaz konumunun değiştirilmesi, Cihazın ekip ile derine indirilmesi.
Konum tespitinin enkaz yapısından dolayı doğru yapılamaması	Cihaz sayısının artırılması, Cihaz konumunun değiştirilmesi, Enkaz yapısına göre uyumlu tahminlerin yapılması.
Tespit edilen diğer sinyal yayan cihazların ayrıştırılamaması	MAC adresine göre filtreleme yapılması,
Batarya bitmesi	Yedek batarya kullanılması
Arama Kurtarma Ekipleri ile Kazazede Sinyallerinin Karışması	Arama kurtarma ekiplerinin mobil cihazlarının kapatılması, Yönlü antenlerin sadece enkazı kapsayacak şekilde konumlandırılması, Arama kurtarma ekiplerinin mobil cihazlarının MAC adreslerinin kaydedilmesi ve filtrelenmesi. (Mobil uygulama ile yapılabilir),
Elektronik aksamaların hava koşullarından etkilenmesi	Tasarım ve malzemelerin hava koşullarından etkilenmeyecek şekilde olması.
Otomatik frekans bulma sisteminin çalışmaması	Cihaz üzerinde bulunan düğme ile manuel ayar yapılması.
Cihazın darbe alması	Tasarım ve malzemelerin darbeye dayanıklı olması.
Otomatik tarama sisteminin bozulması	Cihaz üzerinde bulunan kumanda ile manuel tarama yapılması.

Risk ve problemlerin belirlenmesinden sonra olasılık ve etki matrisi aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

OLASILIK		ETKİ		
		3 Ciddi	2 Orta	1 Hafif
3	Orta	Kazazedelerin Sinyal Tespit Edilemeyecek Derecede Derinde Olması	Konum Tespitinin Enkaz Yapısından Dolayı Doğru Yapılamaması	Arama Kurtarma Ekipleri ile Kazazede Sinyallerinin Karışması
2	Küçük	Tespit Edilen Diğer Sinyal Yayan Cihazların Ayrıştırılamaması	Batarya Bitmesi	Otomatik Frekans Bulma Sisteminin Çalışmaması
1	Çok Küçük	Elektronik Aksamaların Hava Koşullarından Etkilenmesi	Cihazın Darbe Alması	Otomatik Tarama Sisteminin Bozulması

Zaman ve bütçe planlamasındaki iş paketleri, iş tanımları, süreçleri, riskleri ve çözümleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

İş paketi	İş tanımı	Süreç	Risk	Çözüm
Sinyal Tespiti	SDR cihazı ile sinyallerin tespit edilip işlenmesi	Projenin ilk aşamasıdır. Proje tamamlanana kadar geliştirilmesi devam eder.	Bütçe yetersizliği	Sadece ESP32 modülü ile sinyal alımının yapılması.
Cihaz Tespiti	ESP32 modülü ile tespit edilen paketlerin işlenmesi ve cihaz tespiti	Projenin ikinci aşamasıdır. Sinyal tespit aşaması ile birlikte yürütülür.	Süre yetersizliği	SDR cihazı ile cihaz tespitinin yapılması.
Otomatik Anten ve Frekans Sistemi	Antenler için otomatik tarama sisteminin geliştirilmesi, otomatik frekans bulma sisteminin geliştirilmesi	Sinyal tespiti ve cihaz tespitinin manuel olarak yapılmasının ardından sistemin otonom olma aşamasıdır.	Süre yetersizliği	Sistemin manuel olarak çalıştırılması.
Mekanik Yapı	Mekanik yapının oluşturulması, tüm aksamaların birleştirilmesi	Tüm elektrik ve elektronik sistemlerin oluşturulup test edilmesinin ardından mekanik yapının oluşturulması ve sistemin tamamlanması aşamasıdır.	Parçalar arası uyumsuzluk. Bütçe yetersizliği.	Mekanik yapının yeniden tasarlanması.

## 10. Kaynaklar

- 1- <https://greatscottgadgets.com/hackrf/>
- 2- <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/index.html>
- 3- <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-4-model-b/>
- 4- X. Ma, Q. Huang and X. Shu, "A New Localization Algorithm of Mobile Phone for Outdoor Emergency Rescue," *2013 Third International Conference on Intelligent System Design and Engineering Applications*, 2013, pp. 124-127, doi: 10.1109/ISDEA.2012.36.
- 5- Ho, Yao-Hua, Yu-Ren Chen and L. Chen. "Krypto: Assisting Search and Rescue Operations using Wi-Fi Signal with UAV." *Proceedings of the First Workshop on Micro Aerial Vehicle Networks, Systems, and Applications for Civilian Use* (2015): n.