



**T.C.  
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AFET DURUMLARI İÇİN DRONE DESTEKLİ ERİŞİM  
NOKTASININ BAŞARIM ANALİZİ**

**NOYAN TANRIVER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ELEKTRİK-ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM  
DALI**

**DANIŞMAN  
DOÇ. DR. ALİ ÇALHAN**

**DÜZCE, 2020**

**T.C.**  
**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AFET DURUMLARI İÇİN DRONE DESTEKLİ ERİŞİM**  
**NOKTASININ BAŞARIM ANALİZİ**

Noyan TANRIVER tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir

**Tez Danışmanı**

Doç. Dr. Ali ÇALHAN  
Düzce Üniversitesi

**Jüri Üyeleri**

Doç. Dr. Ali ÇALHAN  
Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Serdar BİROĞUL  
Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Hikmet Bilgehan UÇAR  
Kocaeli Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 16/09/2020

## BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

16 Eylül 2020

(İmza)

Noyan Tanrıver

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Doç. Dr. Ali ÇALHAN'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, Düzce Üniversitesi BAP-2019-07-02-918 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir.

**Eylül 2020**

**Noyan Tanrıver**

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR.....	ix
ÖZET .....	x
ABSTRACT .....	xi
1. GİRİŞ .....	1
2. DRONE VE UYGULAMA ALANLARI .....	2
2.1. HAREKET SİSTEMİ .....	3
2.2. ELEKTRONİK KONTROL VE HABERLEŞME SİSTEMİ.....	7
2.3. ASKERİ VE SİVİL DRONELARIN SEÇİLMİŞ ÖRNEKLERLE KARŞILAŞTIRILMASI.....	8
2.4. DRONE KULLANMA ALANLARI.....	9
3. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI.....	12
4. MATERYAL VE METOD .....	22
5. BULGULAR.....	27
5.1. DRONE UÇURULMADAN ÖNCE ÖLÇÜLEN SİNYAL GÜÇLERİ .....	36
5.1.1 Telefon ile Yapılan Ölçüm Değerleri.....	36
5.1.2. Bilgisayar ile Yapılan Ölçüm Değerleri .....	37
5.2. DRONE UÇURULDUKTAN SONRA ÖLÇÜLEN SİNYAL GÜÇLERİ. ....	38
5.2.1. Telefon ile Yapılan Ölçüm Değerleri.....	38
5.2.2. Bilgisayar ile Yapılan Ölçüm Değerleri .....	40

5.3. ÇALIŞMA İÇİN HAZIRLANAN DRONE.....	41
6. TARTIŞMA .....	44
7. SONUÇ.....	46
8. KAYNAKLAR .....	48
ÖZGEÇMİŞ.....	52



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa No

Şekil 2.1. 6 pervaneli drone .....	3
Şekil 2.2. Şarj edilebilir bir Lityum-Polimer batarya bloğu .....	6
Şekil 2.3. Bir elektronik hız kontrolü ünitesi.....	8
Şekil 4.1. F330 gövde .....	22
Şekil 4.2. Fırçasız motor .....	22
Şekil 4.3. Pervane .....	23
Şekil 4.4. Elektronik hız kontrol kartı (ESC) .....	23
Şekil 4.5. Betaflight Kontrol Kartı.....	23
Şekil 4.6. Küresel Konumlama Sistemi (GPS).....	24
Şekil 4.7. Fpv anten .....	24
Şekil 4.8. Flysky uzaktan kumanda .....	24
Şekil 4.9. WiFi çoğaltıcı adaptör .....	25
Şekil 4.10. Fpv gözlük .....	25
Şekil 4.11. Kamera.....	25
Şekil 4.12. Şarj edilebilir bir Lityum-Polimer batarya bloğu .....	26
Şekil 4.13. Lipo pil şarj cihazı .....	26
Şekil 5.1. WiFi çoğaltıcı adaptör .....	27
Şekil 5.2. Afet durumları için drone destekli erişim noktası devre şeması .....	28
Şekil 5.3. BLHeliSuite motor güç ayar ekranı .....	29
Şekil 5.4. BLHeliSuite motor dönüş yön ayar ekranı .....	29
Şekil 5.5. BLHeliSuite 1.motor dönüş yön ayar ekranı .....	30
Şekil 5.6. dBm sinyal gücü haritası .....	30
Şekil 5.7. dBm sinyal gücü haritası .....	31
Şekil 5.8. WiFi çoğaltıcı entegreli drone çalıştırıldıktan sonra ortamda oluşan sinyal güçlerinin modellenmesi.....	32
Şekil 5.9. dBm sinyal gücü haritası .....	32
Şekil 5.10. Yangın senaryosu modellenmesi .....	33
Şekil 5.11. Sel senaryosu modellenmesi.....	34
Şekil 5.12. Deprem senaryosu modellenmesi .....	35
Şekil 5.13. WiFi çoğaltıcı açık değil iken ölçülen mobil sinyal gücü .....	36
Şekil 5.14. WiFi çoğaltıcı açık değil iken ölçülen mobil internet gücü.....	36
Şekil 5.15. WiFi çoğaltıcı açık değil iken ölçülen bilgisayar sinyal gücü.....	37
Şekil 5.16. WiFi çoğaltıcı açık değil iken ölçülen bilgisayar internet gücü .....	37
Şekil 5.17. WiFi çoğaltıcı açık iken ölçülen mobil sinyal gücü .....	39
Şekil 5.18. WiFi çoğaltıcı açık iken ölçülen mobil internet gücü.....	39
Şekil 5.19. WiFi çoğaltıcı açık iken ölçülen bilgisayar sinyal gücü.....	40
Şekil 5.20. WiFi çoğaltıcı açık iken ölçülen bilgisayar internet gücü .....	40
Şekil 5.21. WiFi çoğaltıcı entegreli drone .....	42
Şekil 5.22. WiFi çoğaltıcı entegreli drone (8) .....	42
Şekil 5.23. WiFi çoğaltıcı entegreli drone kamerası.....	43

## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa No

Çizelge 5.1. Ortam parametre değerleri.....	38
Çizelge 5.2. Drone çalıştırıldıktan sonra ortam parametre değerleri.....	41



## KISALTMALAR

Afad	Afet ve acil durum yönetimi
AHP	Analitik hiyerarşi süreci
BS	Hava baz istasyonu
CBL	Zincir-Şube-Yaprak
CCD	Yük bağımlı aygıt
dBm	Ses şiddeti
ESC	Elektronik hız kontrol kartı
FPV	Birinci şahıs görüşü
GHz	Frekans birimi
GPS	Küresel konumlama sistemi
GSM	Mobil iletişim için küresel sistem
IEEE	Elektrik ve elektronik mühendisleri enstitüsü
INS	Ataletsel seyir sistemi
IoT	Nesnelerin İnterneti
IPE	Birlikte çalışan proxy varlığı
IPS	Düzlem içi geçiş
İHA	İhlas hava aracı
Li-ion	Yeniden doldurulabilir pil
M	Metre
MBS	Makro baz istasyonu
NDC	Nano veri merkezi
NOMA	Ortogonal olmayan çoklu erişim
OCEAN	İot standartlarına yönelik açık uyum
OneM2M	M2M ve nesnelerin interneti standartları
RIC	Sağlam dahili döngü kompansatörü
RSS	Uzak uydu sistemi
RSSI	Alınan sinyal gücü göstergesi
RC	Radyo kontrol
Sn	Saniye
VANET	Araç ad hoc ağları
VTOL	Dikey kalkış ve iniş
WiFi	Kablosuz bağlantı alanı

## ÖZET

### AFET DURUMLARI İÇİN DRONE DESTEKLİ ERİŞİM NOKTASININ BAŞARIM ANALİZİ

Noyan TANRIVER

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Ali ÇALHAN

Eylül 2020, 51 sayfa

Bu araştırma herhangi bir ortamda bulunan WiFi sinyal güçlerinin artırılması amacıyla gerçekleştirilmiş ve bu ortama, drone'a entegreli hareketli bir WiFi çoğaltıcı konumlandırması yaparak afet olayları gibi riskli durumlarda iletişimin daha hızlı ve daha kolay nasıl gerçekleştirilebileceğini göstermeyi hedeflemiştir. Örnek olay yöntemiyle yürütülen bu çalışmada öncelikle WiFi çoğaltıcı drone'a entegre edilmiş ve sahaya çıkabilir hale getirilmiştir. Drone, belirlenen ortamda uçurulmadan önce gerekli ölçümler yapılmış ve ortam parametre değerleri elde edilmiştir. Kaynaktan gelen WiFi sinyallerini çoğaltmak ve geniş bir alana yayılmasını sağlamak için WiFi çoğaltıcı adaptör kullanılmıştır. Bunun yanı sıra drone'a yerleştirilen kamera sayesinde, etrafın eş zamanlı olarak izlenmesine olanak tanıyan bir gözlük kullanılmıştır. Lityum-polimer bataryaya sahip olan drone'un üzerine GPS modülü bağlanmıştır. Daha sonra WiFi çoğaltıcı entegreli drone uçurulmuş, parametre değerleri yeniden kayıt altına alınmıştır. Çalışmada kullanılan INAV programı ile drone'a harita üzerinden belirli bölgeler atanmıştır ve GPS modülü sayesinde drone bu bölgelerde otonom şekilde uçmuştur. Parametre sonuçları değerlendirildiğinde; drone uçurulan bölgelerde bilgisayar internet gücünde yaklaşık 2 kat, telefon internet gücünde ise yaklaşık olarak 23 kat sinyal artışı gözlenmiştir. Sonuç olarak afet yardım personellerinin, afet bölgesinde fiilen bulunmadan, INAV ve benzeri uygulamaları yöneterek drone ile arama yapabilecekleri, o bölgenin fotoğraflarını çekebilecekleri ve bölge hakkındaki bilgileri elde ederek afetzedelere hızlıca yardım edebilecekleri kanısına varılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Afet durumları, Drone, Haberleşme, Hareketli erişim noktası.

## **ABSTRACT**

### **PERFORMANCE ANALYSIS OF DRONE ASSISTED ACCESS POINT FOR DISASTER SITUATIONS**

Noyan TANRIVER

Düzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Electrical-Electronics  
and Computer Engineering

Master of Science Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Ali ÇALHAN

September 2020, 51 pages

This research was conducted to increase the WiFi signal strength that is present in any area and aimed to demonstrate how communication can be performed faster and easier in risky conditions such as disasters by placing a mobile WiFi extender in this setting which is integrated to a drone. In the study conducted by the case method, firstly, the WiFi extender was integrated into the drone and become suitable for the field. Required measurements were applied and environmental parameters were obtained in the specified environment before start flying the drone. To multiply the WiFi signals originating from the source and to distribute them across a large region, a WiFi extender adapter has been used. Besides this, glasses that allow simultaneous tracking of the surrounding are used thanks to the camera mounted on the drone. The drone, which has a lithium-polymer battery, has a GPS module attached to it. Then, the drone with the WiFi extender mounted was flown and the parameter values were documented again. Certain areas were allocated to the drone on the map with the INAV software used in the study, and thanks to the GPS module, the drone flew in these areas autonomously. Based on the obtained parameter results, 2 times increase in computer internet power and 23 times increase in telephone internet power were observed in the areas where the drone was flown. Consequently, it was concluded that by managing INAV or similar applications, disaster relief personnel may search the disaster field with a drone, take photos of the area, gather information, and quickly aid the victims without physically being there.

**Keywords:** Communication, Disaster situations, Drone, Mobile access point.

# 1. GİRİŞ

Drone genellikle insansız hava aracı olan bir vasıta olarak bilinmektedir. Aynı zamanda uçan robot olarak da adlandırılır. Drone, uçaklar gibi pilota ihtiyaç olmadan bir teknisyen tarafından uçurulabilmektedir. Drone uzaktan kontrol edilebilir veya yazılım aracılığıyla bağımsız olarak uçabilmekte ve GPS ile birlikte kontrol edilebilmektedir. Dronelar bu zamana kadar çoğunlukla orduyla ilişkili olmakla birlikte ama aynı zamanda arama ve kurtarma, gözetleme ve trafik izleme gibi uygulamalarda da kullanılmaktadırlar (Eu vd., 2013; Eu, Yap ve Tee, 2014).

Drone uygulamalarında birtakım zorluklarda yer almaktadır. Kapalı ortamlarda otonom dronelarda konumlandırma sistemi yoktur. Bu nedenle uydu sinyalleri olarak kullanılabilen küresel konumlama sistemi çatısı inşa etmek gerekmektedir. Ancak, WiFi, RSSI ve IPS'ye sahip olabilen dronelar arasında kablosuz ağ girişim sorunları olabilmektedir. Bunlar ayrıca drone'un kontrol edilebilirlik performansını etkileyen ve azaltan sebeplerdir.

Dronelar temelde RC, WiFi ağı veya Bluetooth ile kontrol edilmektedir. En yaygın kontrol yöntemi RC kontrolleridir. Bu sadece çok basit bir uzaktan kumanda ile yön kontrolü yöntemidir. RC vericiler, droneları kontrol edebilmektedir. Diğer kablosuz ortamlardan daha uzun mesafeye ulaşabilmelerini WiFi veya Bluetooth bağlantıları sağlamaktadır. RC daha uzun iletişim aralığı sağlar ancak daha yavaş bir veri hızı sunmaktadır (Akbulut, Ilgin ve Efe, 2010). Afet durumlarında çöken baz istasyonları telefonların arama özelliklerinin kullanılamaz hale gelmelerine sebep olmaktadır. Arama özelliğini kaybeden telefonlar afet durumunda paniğe sebep olabilmekte ve felaket boyutunu arttırabilmektedir.

Projede WiFi çoğaltıcıyı drone'a entegre ederek ulaşılamayan noktalara ulaşarak WiFi sinyallerinin çoğaltılması amaçlanmıştır. Drone ile kapsama alanı genişletme çalışması yapılarak WiFi sinyallerinin ulaşmadığı bölgelere internet hizmeti verilme testleri yapılmıştır. Tasarlanan sistem sayesinde 2.4 GHz bandında bilgisayarda yaklaşık olarak 2 kat sinyal artışı, telefonda ise yaklaşık olarak 23 kat sinyal artışı sağlanmıştır.

## 2. DRONE VE UYGULAMA ALANLARI

Dronelar veya insansız hava araçları (İHA), pilot ve yolcu olmadan uçabilen uçaklardır. Drone kontrolü, radyo dalgaları ile veya bağımsız olarak önceden belirlenmiş bir rota ile gerçekleştirilir ve dronelar genellikle gözetim ve izleme için kullanılan optoelektronik sistemler ile donatılmıştır. Droneların en önemli özelliği, belirlenen bir alanı veya nesneyi hızlı bir şekilde kaydetmek ve izlemek için herhangi bir ek altyapıya ihtiyaç duymamalarıdır. Çok önemli bir özelliği de ünitenin işletmeye alınması ve bir uçuş için hazırlanması söz konusu olduğunda son derece kısa olan reaksiyon süresidir.

Droneların öncüleri, öncelikle üniformalı hizmetlerde yani ordu ve polis kontrolünde kullanılan uçaklardı. Bu teknolojiyi araştırmaya başlayan ilk ülkeler ABD, İngiltere, Rusya, Almanya ve İsrail'dir. İnsansız olarak uçabilen ilk araç 1849 Ağustos ayında Avusturya tarafından kullanılmıştır. 1915 yılında ise droneların ilk yaratıcılarından biri olarak kabul edilebilecek olan Elmer Sperry, Orville Wright ve Robert Milikanem ile iş birliği yaparak "Kettering Bug" adlı uçağı var eden Charles Kettering idi. Bu uçağın temel teknolojisi sensörler temelinde yüksekliğini (barometre kullanarak), kat edilen mesafeyi (motor dönüş miktarına göre) ve pozisyonu tanımlayan ilkel bir sistematiğe dayanmaktadır. Bununla beraber, ilk sivil insansız uçak Japonya Tarım, Orman ve Balıkçılık Bakanlığı'nın talebi üzerine 1980'li yıllarda üretilmiştir (Keane ve Carr, 2013).

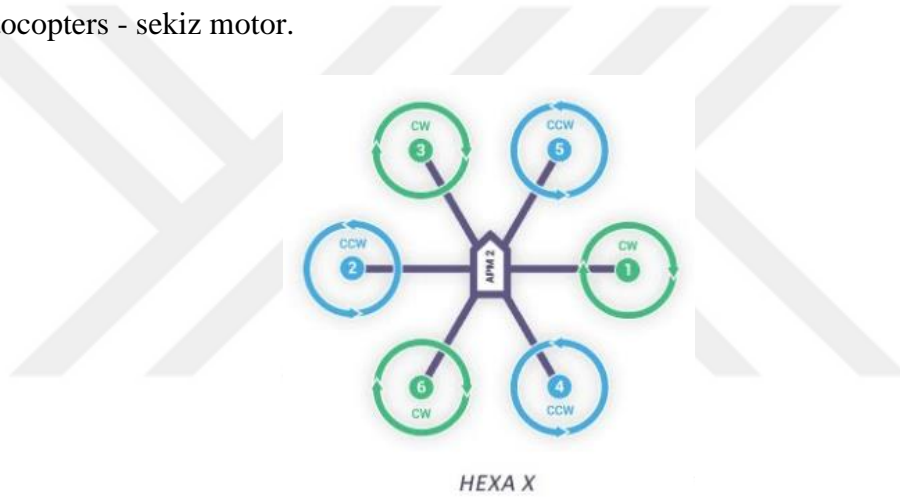
Kamusal dronelar, büyüklük ve sürüş bakımından askeri türden olanlardan epeyce farklıdır. Daha küçüktürler ve bir elektrik motoru ile tahrik edilirler ki askeri tipte olanlar bir içten yanmalı motor tarafından tahrik edilir. Genellikle bir alanın fotoğrafını çekmek ve görüntüsünü almak için kullanılırlar. Bir drone iki ana sistemden oluşur:

1. Hareket sistemi
2. Elektronik Kontrol ve Haberleşme Sistemi.

## 2.1. HAREKET SİSTEMİ

**Çerçeve:** Bir drone'un temel unsuru, maksimum güneş ışığı alabilecek yapıda olması gereken bir çerçevedir. Çerçeve konstrüksiyonunun sınıflandırılması esas olarak askeri alanda silah sayısına, sivil alanda ise uçuş kabiliyeti, süresi ve hızına dayanmaktadır. Kullanılan kol sayısı ve motorlar açısından incelendiğinde dronelar 5'e ayrılabilir:

1. Bicopters - iki motor,
2. Tricopters - üç motor,
3. Quadcopters - dört motor,
4. Hexacopters - altı motor,
5. Octocopters - sekiz motor.



Şekil 2.1. 6 pervaneli drone (Oscarliang, 2020).

Genel olarak, daha fazla kollu çerçevenin daha istikrarlı bir uçuşa izin verdiği kabul edilmektedir.

**Pervaneler ve motor:** Bir drone'un hareket sistemine ait bir diğer bileşeni motor ve pervanelerdir. Bu bileşenler bir drone'un ana tahrik sistemini oluşturur ve en yüksek yüklere maruz kalır ki bu nedenle dayanıklılıkları çok önemlidir. Pervaneler, aracı havaya kaldırmak için motorda üretilen torkun yönünü değiştirir. Pervane sistemi uçuş yönüne göre aşağıdaki tiplere ayrılabilir:

1. +: Biri ana pervane olmak üzere en az dört pervane içerir,
2. X: İki pervanenin yönlendirildiği en yaygın yapıdır,
3. Y: Y'de istiflenmiş bir veya iki kolun öne gelebileceği üç kol kol vardır,

4. V: İki pervanenin uzanmış kollara yöneldiği bir düzenlemedir,

5. H: Yapının iki pervane önde H şeklinde olduğu çok nadir bir düzenlemedir.

Yukarıda belirtilen yapıların her birine, drone'un gücünü önemli ölçüde artıran ve başka bir kol eklemeyi gerektirmeyen çift pervane (üstte ve altta) monte edilebilir. Daha az sayıda kol üzerine monte edilen çift pervane, daha fazla kaldırma kapasitesi sağlayan ve bir arıza durumunda sistemin çalışmasını sigortalayan bir yapı halini alır ve ayrıca drone'un gücü artmış olur. Çift pervaneler, atalet kuvvetini dengeleyerek zıt yönde döner. Bu durumda, drone'un kendi ağırlığı azalır, malzeme maliyetleri düşer ve daha ağır bir yük taşınabilir. Drone kanatları rotasyon bakımından da sınıflandırılabilir:

1. Saat Yönünde

2. Ters Saat Yönünde

Kanatlar karbon fiber, plastik veya alüminyumdan yapılmıştır ve tüm konstrüksiyonun ağırlığı ile mekanik dayanıklılık arasında optimum performans sağlayan laminasyon ile birbirine tutturulmuştur. Motor ve pervanelerin belli aralıklarla değiştirilmesi gerektiğinden, periyodik olarak önleyici denetimler gerçekleştirilir.

Kanatların boyutu çok önemlidir. Kanat büyüklüğü arttıkça, üretilen aerodinamik kaldırma kuvveti de artar, ayrıca pervane göbeğine uygulanan basınç da artar. Bu durumda pervaneleri deforme eden kuvvetler büyür. Pervane kanatları büyüdükçe, pervaneleri harekete geçirmek için gereken torku kontrol etmek için motor daha güçlü olmalıdır. Ek olarak, sistemin eşit olmayan çalışması sonucu üretilen titreşimleri en aza indirmek için her pervaneyi kullanmadan önce dengelemek önemlidir.

Motoru ve pervaneleri, drone'a ait belirli bir yükü kaldırmak için ve mümkün olduğunca uzun süre havada kalabilmek için çok dikkatlice tasarlamak ve seçmek gereklidir. Fırçalı motorlar insansız uçak yapımında çok sık kullanılır. Fakat geçmiş deneyimler, fırçasız motorların kullanılmasının dayanıklılığı, verimliliği artırdığını ve hareketli parçaların değişim maliyetlerini azalttığını göstermiştir. Bu, motorların daha uzun ve daha az maliyetle çalışmasına izin vermektedir.

**Batarya:** Havada uçan bir nesnenin havada kalma süresi hem motor tipine hem de güç kaynağının tipine bağlıdır. Bir drone, pil gücüyle çalışır, bu da en büyük dezavantajdır. Çünkü 15-20 dakikalık uçuştan sonra tükenir ve drone mutlaka zemine geri inmek durumunda kalır. Genel olarak piller, tek bir hücreden ziyade daha güçlü bir akım

sağlayan, aynı tipteki iki veya daha fazla voltaik hücre setleri olarak kullanılır. Bunlar birçok kez şarj edilebilen pillerden oluşmaktadır. Piller ve akümülatörlerde, pil tipine bağlı olarak birçok kimyasal elementin katıldığı karmaşık kimyasal reaksiyonlar meydana gelir. Kimyasal reaksiyonlar sonucunda aktif maddelerde bulunan kimyasal enerji elektrik enerjisine dönüştürülmektedir.

Piller kimyasal akım kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Aktif maddeler ve elektrolit seti, kimyasal akım kaynaklarının ürettiği etkinin temelidir. Piller ve akümülatörler; ayrı ayrı kapalı muhafaza içinde pozitif ve negatif elektrotlar ve bir elektrolit içeren hücre şeklinde işlev görür. Batarya hücreleri kimyasal reaksiyon türüne bağlı olarak aşağıdakilere ayrılabilir:

1. Elektrik üretiminin ardından geri dönüşümsüz bir kimyasal reaksiyonun meydana geldiği birincil hücreler. Bunlar başka herhangi bir elektrik kaynağı tarafından şarj edilmek üzere tasarlanmamıştır.

2. Elektrik üretiminin tersinir kimyasal reaksiyonla meydana geldiği ve diğer elektrik kaynakları tarafından şarj edilmek üzere tasarlandığı ikincil hücreler.

Günümüzde çeşitli pil teknolojileri halı hazırda kullanılmaktadır ve aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler:

1. Çinko-Karbon (klorür elektrolitli çinko-manganez),
2. Çinko Cıva,
3. Gümüş-Çinko,
4. Alkalin (alkalin elektrolitli manganez-çinko),
5. Lityum.

Lityum pillerde, lityum veya bileşiklerinin anot olarak kullanımını birleştiren birçok alt tip bulunur. Katot üzerinde kullanılan bileşikler arasında manganez oksit (IV), tanyonil klorür, sülfür oksit (IV), iyot, kromat (VI), gümüş ve diğerleri bulunur. Akümülatörler ise şu şekilde sınıflandırılabilir:

1. Kurşun-Asit,
2. Lityum-İyon,
3. Nikel-Demir,

4. Nikel-Kadmiyum,
5. Nikel-Çinko,
6. Nikel-Metal-Hibrit,
7. Gümüş-Çinko,
8. Çinko-Hava,
9. Lityum-Polimer.



Şekil 2.2. Şarj edilebilir bir lityum polimer batarya bloğu (Roboshop, 2020a).

Lityum polimer pillerden drone sistemlerinde oldukça yoğun bir şekilde faydalanılmaktadır. Temel çalışma prensibi ve hücrede meydana gelen kimyasal reaksiyonlar Lityum-iyon hücrelerdeki ile aynıdır. Li-ion hücrelerde elektrotlardan biri gözenekli karbondan ve ikincisi metal oksitlerden yapılıdır. Şekil 2.2’de örnek bir Lityum polimer batarya bloğu verilmiştir.

Bu tip akümülatörler, nikel kullanan cihazlardan daha düşük bir hızda boşalır ve ayrıca daha hafiftir. Onlardan elde edilen voltaj daha yüksektir. Lityum iyon akümülatörler sık sık ve boşaltıldıktan hemen sonra (nikel akümülatörlerin aksine) şarj edilmelidir. Bunları serin bir yerde tutmak gerekir, çünkü yüksek sıcaklıklar canlılıklarının azalmasına ve aşırı durumlarda pilin patlamasına neden olabilmektedir.

Lityum iyon hücreler, nominal voltajları 3.6Volt iken 4.1-4.5Volt aralığında nispeten yüksek bir çalışma voltajına sahiptir. Ticari olarak satılan Lityum iyon pillerin uygun enerjisi 150Wh/kg'dan fazladır. Maksimum deşarj akımları 5C'ye kadar çıkabilir, ancak çoğu durumda yüklerin 1-2C'yi aşması önerilmez. Kullanıcının bakış açısından, kullanılmış elektrokimyasal akümülatörler aşağıdakilerle karakterize edilmelidir:

1. Boyutlar,

2. Kütle,
3. Şarj süresi,
4. Yüksek güvenlikli kullanım,
5. Yüksek dayanıklılık,
6. Kendi kendine deşarj oranı,
7. Düşük fiyat.

## **2.2. ELEKTRONİK KONTROL VE HABERLEŞME SİSTEMİ**

Kontrol sistemi drone'u yukarı ve aŐađı uurmaktan ve yn vermekten sorumludur. Kontrol sistemlerinin çoğu, hesaplamaların hızı ve kullanılan algoritmalar farklı olabilmekle beraber aynı sensör setiyle donatılmıştır. Kontrol sistemi 5 ayrı birimden oluşur:

1. Drone kontrol yeteneklerinden sorumlu olan uçuş kontrolörü,
2. ESC (Elektronik Hız Kontrolü) motordan sorumlu nite,
3. Telemetri verilerinin iletimini sağlayan Sim modülü,
4. Yakınlık kamerası: Bir anti-çarpıŐma sistemi elemanı,
5. Müşteri PIN kodlarını girmek için sayısal tuŐ takımı.

Kontrolör, motorları maksimum performans ve en yüksek arıza güvenliği sağlamak amacıyla idare eder. Parametreleri, sürücülerin maksimum parametrelerini sağlayacak olan motorun maksimum akım tüketime karşılık gelecek Şekilde kontroller seçilmelidir. Bazı kontrolörlerde ek çıkıŐ tipi akü Şarj kontrol devreleri vardır, bu nedenle kontrol sistemine 5V gerilim ve 2A akım sağlamak mümkündür. Bu, kontrol sisteminin iyi çalışma koŐullarını sağlar. Denetleyici ayrıca pilin durumunu da kontrol eder. Ak voltajı düşük seviyelere indiğinde, motor devrinde bir azalmaya zorlayarak akünün zarar görmesini önler. Kontrol nitesi çalıŐmadıđında ek güvenlik sağlar.

Kontrolörlerin programlanması, cihazların parametrelerini bir elektrik kesintisinin yaratacağı voltaj seviyesi deđiŐikliklerinden etkilenmeye ve motorun nasıl çalıŐtırılacađını belirleyen bir programlama kartı kullanılarak gerçekleştirilir. Kontrol sisteminin tasarım sürecinde önce kontrolörü doğru güce ulaŐtırmak önemlidir ve

sonrasında programcı tarafından iki yönlü haberleşmenin sağlıklı şekilde kurulmasına dikkat edilmelidir. Bir sonraki adımda, gerekli filtrasyon gücünü (kapasitörler ve jikle) ve analog-dijital dönüştürücünün korumasını sağlamak gerekir. Analog-dijital dönüştürücü, bir voltaj ölçer olarak işlev görür ve okunan gerilim dijital forma dönüştürülür, kontrolör için anlaşılabilir olan bu gerilim kullanıcıya yansıtılır. Her hücredeki voltajı ölçerek pil şarjı hakkında da bilgi elde edilebilir.

Uçuşları başlatmak için kontrol ünitesi, I<sup>2</sup>C veri yolu üzerinden kontrolörle iletişim kuran jiroskop ve ivmeölçer içeren ölçüm modülüne izin veren uzayda drone'un yerini tespit etmektedir. Jiroskop, nesnenin uçuşunu izlemeye izin verir ve ivmeölçer modülünün çalışmasına izin verir ve mutlak referans noktasını belirler. Drone kontrolü, ilgili motorların hızını değiştirerek yapılır. Makineyi havada stabilize etmek için kontrol algoritması gereklidir. Şekil 2.3'de bir elektronik hız kontrol ünitesi gösterilmektedir.



Şekil 2.3. Bir elektronik hız kontrol ünitesi (Roboshop, 2020b).

### 2.3. ASKERİ VE SİVİL DRONELARIN SEÇİLMİŞ ÖRNEKLERLE KARŞILAŞTIRILMASI

Askeri dronelar sivil amaçlarla kullanılmak üzere tasarlanmış olanlardan boyut, yeteneği ve ekipman açısından farklıdır. Askeri dronelar fiziksel olarak daha büyüktür ve içten yanmalı motorlarla çalışırlar. Sivil uçaklar elektrik motorları tarafından tahrik edilmektedir.

**Sivil dronelar:** Bu tür dronelara verilebilecek uygun örneklerden bir tanesi DJI Phantom 2'dir. Uçak aküsünün kütlesi 1160 gramdır. Dört rotoru sürmek için 5200 mAh kapasiteli bir lityum-polimer bataryaya sahiptir ve 25 dakika boyunca havada sürekli kalarak kayıt imkânı sağlar. Kontrol, uzaktan kumanda kullanılarak 5,8 GHz

frekansında radyo dalgaları üzerinden gerçekleştirilir. Etkili kontrol aralığı 2000 metre ve sinyal amplifikatörleri 5000 metre menzilde bile kullanılabilirler. WiFi modülü sayesinde, cihazın bir telefon veya tablet ile senkronizasyonu mümkündür ki bu da uçuşta drone için kayıt multimedyaasının manevra boyutu veya çözünürlüğü, makinenin durumu hakkında bilgiler toplanabilir (pil durumu, GPS bağlantısı vb.). Ayrıca uçuş sırasında video ve fotoğrafların kaydedilmesi ve indirilmesi, kamera görüntüsünün “canlı” ön izlemesi de mümkündür.

Yazılım tabanlı GPS alıcısı, kontrol cihazıyla bağlantıyı kaybetmesi durumunda başlangıç noktasına bağımsız bir dönüş sağlar. Drone ayrıca uçuşların yasak olduğu alanları (havaalanı, askeri bölgeler vb.) tanır ve denetleyiciyi bu konuda bilgilendirir.

Drone'un kalbi, 14 megapiksel fotoğraf çözünürlüğü, 1080p çekim ve 110°/85° görüş alanına sahip bir kameradır. Fotoğraflar, JPEG ve RAW formatlarında kaydedilir. Drone'u farklı tipte bir kamera ve uygun yazılımla donattıktan sonra, kamera erişilmesi zor alanları haritalamak için kullanılabilir.

**Askeri dronelar:** Askeri insansız hava araçlarına bir örnek MQ-1 Predator'dur. Bu cihazda çok yüksek çözünürlüklü, termal görüntüleme ve kızılötesi teknolojilerine sahip kameralar kullanılmıştır. Drone bileşenleri aşağıdaki gibidir:

1. 115 beygir gücüne sahip dört silindirli motor,
2. Haberleşme anteni (Ku-band),
3. İki dahili GPS anteni ve GPS navigasyon sistemi,
4. Yakıt hücresi setleri,
5. Kameralar ve kodlayıcılar,
6. Verici, alıcı ve radar anteni,

Yer kontrol istasyonu genellikle yerleştirilmiş bir kamyonu yerleştirilir. Burada uzaktan drone'u kontrol eden operatör veya operatörler 3 metre ve üzeri çapta bir anten yardımıyla kilometrelerce uzaktan drone üzerinde tam hakimiyet sağlarlar.

#### **2.4. DRONE KULLANMA ALANLARI**

İnsansız uçan birimler geniş alanları devriye gezmek için ideal cihazlardır. Bu nedenle özel mülkiyeti veya devlet sınırlarını korumak için kullanılabilirler. Ayrıca jeodezi,

arkeoloji, reklam vb. alanlarda hava fotoğrafı desteği de sunabilirler. Küçük boyutları ve yüksek manevra kabiliyeti ile engeller, binalar arasındaki uçuşları gerçekleştirebilir ve hatta açık kapılar ve pencereler aracılığıyla istenilen her mekna uçabilirler. Termal ve gece görüş kameraları ile donatılmış modeller (kızılötesi aktif veya güçlendirici yıldız ışığı kullanılarak) kurtarma operasyonlarında, seçilen alanın günlük devriyesi ile arama maksatlı olarak kullanılabilir ve günün her saatinde çalışabilirler. Acil bir durum, bir kaza veya müdahale gerektiren bir kriz durumunda, ilgili hizmetlerin anında reaksiyona girmesini sağlayan gerçek zamanlı görüntü iletirler. Aşağıda kamu ve özel sektörün drone teknolojisini kullanabileceği bazı alanlar maddeler halinde verilmiştir.

### **İtfaiye:**

1. Orman yangınları, sel, karayolu, demiryolu ve hava felaketleriyle mücadelede görüntüleme desteği,
2. Termal görüntüleme ile yangınların yayılım yönlerinin tespiti,
3. Yangın kaynaklarının termal tespiti,
4. Kirlilik kaynaklarının izlenmesi,
5. Hareketli alışma genel desteği.

### **Polis:**

1. Haberleşme hizmetleri,
2. Belirlenmiş bir alanda devriye gezmek,
3. Trafik sıkışıklığı izleme,
4. Kitle olaylarının izlenmesi,
5. Takip, arama ve diğer güvenlik eylemleri için destek,
6. Kanıt elde etme.

### **Sınır koruma:**

1. Sınır bölgelerinin izlenmesi,
2. Kontrol sınırının havadan gözetleme ile desteklenmesi,
3. Alanın hızlı görselleştirilmesi ve haritalanması,
4. Kirlilik kaynaklarının toprak ve su sınırlarının tespiti ve izlenmesi,

5. Hareketli hedefleri izleme.

**Ordu faaliyetleri:**

1. Keşif ve gözetleme,
2. Eğitim görevleri için doğrudan destek,
3. İstihbarat paylaşımlarını yürütmek,
4. Hareketli bir hedefi izlemek,
5. Terörizmle mücadele.

**Enerji ve kimya endüstrisi:**

1. Gaz emisyonu, duman ve diğer zararlı veya istenmeyen maddelerin izlenmesi, teşhisi ve analizi,
2. Yangın kaynaklarının termal tespiti,
3. Üretim ve lojistik süreçlerinin izlenmesi,
4. Belirlenen alanın altyapısının kontrolü.

**Jeodezi faaliyetleri:**

1. Hızlı görüntüleme ve alan kontrolü,
2. Haritalama.

**Diğer Faaliyetler:**

1. Fotoğraflama,
2. Reklam ve sinema filmleri,
3. Promosyon ve tanıtım hizmetleri,
4. Sipariş teslimatı.

### 3. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

Bu bölümde insansız hava araçları destekli çalışmaların literatür araştırmasına yer verilmiştir. Bu çalışmalar afet yönetimini desteklemek için insansız hava aracı uygulamaları, gerçek dünya ortamlarında engelden kaçınmak için otonom insansız hava araçlarının gelişimi ve insansız hava araçlarıyla ağ kapasitesinin artırılması hakkındadır.

Değirmen, Çavdur ve Sebatlı (2018) çalışmalarında, yer araçlarıyla afet bölgesine girilemediği durumlarda, insansız hava araçlarının nasıl kullanılabilceğini tartışmışlardır. İnsansız hava araçlarının afet durumlarında rota planlamaları son derece önemlidir. Araştırmacılar çalışmalarında, kümeleme ve matematiksel programlamayla rota planlaması üzerine bazı yaklaşımlar önermişlerdir. Önerilen yaklaşım için öncelikle üç adımlı bir plan çizilmiştir. Bu planın adımları; (1) afet sonrası durum tespiti yapılacak alanın belirlenmesi, (2) İnsansız hava araçlarının gözetleme yapacağı bölgelerde kalkış ve iniş yer istasyonlarının belirlenmesi ve (3) İnsansız hava araçlarının rota planlamasının yapılması şeklindedir. İkinci adımda yer alan kalkış ve iniş yer istasyonlarının belirlenmesinde, afet bölgesine ait kümeler oluşturulmalıdır. Bunun için  $p$ -merkez problemi ve  $k$ -ortalamalar algoritması da dahil çeşitli modellerden faydalanılmıştır. Araştırmada gerçek bir problem üzerinden uygulama da yapılmıştır. Cavdur ve diğerleri (2016) tarafından daha önce önerilmiş olan yerleşim problemi atama sonuçları, bu araştırmada gerçekleştirilen uygulamada ele alınmıştır. 3. Adımda yer alan rota planlamasında ise GSP modeli kullanılmıştır. Araştırma kapsamında toplanan veriler analiz sonuçlarıyla birlikte sunulmuştur. Toplamda 12 insansız hava aracının kullanıldığı çalışmanın sonucunda, GAM tesisleri yerleşim problemiyle oluşturulan rotaların, daha fazla küme ve daha fazla insansız hava aracının da uygulamaya konulmasına bağlı olarak, diğer yöntemlerden daha kısa olduğu anlaşılmıştır.

Vinogradov, Sallouha, De Bast, Azari ve Pollin (2019) çalışmalarında, çeşitli potansiyel uygulamaları dikkate alarak insansız hava araçlarıyla kablosuz iletişim hakkında bir eğitim sunmuşlardır. Çalışmanın temel amacı; ana senaryolara, kanal ve performans modellerine genel bir bakış sağlamak, bunları karşılaştırmak ve araştırma noktalarını

tartışmaktır. Bu çalışma, bugüne kadar yapılan araştırmalara kapsamlı bir genel bakış sunarken, yeni fikir ve çözümler geliştirmek için, insansız hava araçlarıyla kablosuz iletişime, öğretici olarak hizmet etmede, kapsamlı bir çerçeve çizmektir. Çalışmaya insan hava araçlarıyla kablosuz iletişimin zorlukları tartışılarak başlanmıştır. Bunun yanı sıra sorulan sorulara cevap vermek için, temel olarak gerekli kanal modelleri sunulmuş ve çeşitli kanal modellerinin nasıl kullanılması gerektiğine dair yönergeler verilerek İHA ile iletişim temellerine odaklanılmıştır. Daha sonra, hava kullanıcı ekipmanlarının kullanımında temel zorlukları ele almak için teorik, simülasyon ve ölçüm tabanlı yaklaşımlar sunulmuştur. Bunun yanı sıra çalışmada İHA'ya monte edilmiş ekipmanların iletişim ağının bir parçası olarak nasıl kullanılabilceğine dair kapsamlı bir genel bakış sunmak amaçlanmış ve ayrıca teorik analize dayanarak, çeşitli ağ parametrelerinin nasıl optimize edilebileceği gösterilmiştir. Araştırmacılar makalelerinde eğitim verme amacıyla İHA kullanımı hakkındaki; İHA iletişim araştırma konularının sınıflandırılması, sistemdeki İHA rolünü takip eden ve ayrıca performans gereksinimlerine göre önemli kullanım durumlarının haritalanması, İHA performans analizine uygun kanal modelleme çabalarına kapsamlı bir bakış, müdahalenin önemli etkisini vurgulayarak İHA'nın senaryosu olarak analitik, simülasyon ve deneysel değerlendirilmesi, kullanım örneği için yüksek potansiyel gösteren ve burada simülasyonlar ve deneyler açısından daha fazla araştırmayı motive eden BS olarak İHA'nın performans analizi, kanal modellerini ve performans analizini makalede tartışılan metriklerin ötesinde geliştirmeye yönelik ana talimatların özetini sunarak katkıda bulduklarını ifade etmişlerdir.

Choi, Sung, Park, Ahn ve Kim (2017) çalışmalarında dronelar için Arayüz Proksi Varlığına (Interworking Proxy Entity - IPE) dayanan oneM2M global standart platform tabanlı İHA/drone yönetim sistemini sunmuşlardır. Araştırmacılar ayrıca, oneM2M tabanlı İHA/drone yönetim sistemi için bir uygulama gerçekleştirmiş ve tanıtımını da göstermişlerdir. IPE'nin Raspberry Pi 3 üzerinde çalıştığı, drone merkez kartına kurulduğu ve oneM2M tabanlı drone yönetim sistemi arasında oneM2M tabanlı drone kontrol ve yönetim sistemi ile birlikte çalışan IPE, araştırmada uygulanmıştır. Araştırmada gösterilen drone'un özellikleri quadcopter tipindedir. Pixhawk 2, Autopilot olarak kullanılır ve pervane boyutu 10 inç çapındadır. OneM2M platformu için, OCEAN (IoT standartlarına yönelik açık uyum) tarafından sağlanan bir oneM2M uyumlu IoT sunucu platformu olan 'Mobius' kullanılmıştır. IPE için, Pixhawk 2 verileri

ve oneM2M verileri arasında mesaj çevirisi ve Pixhawk 2 tarafından oluşturulan veri modeli ile oneM2M kaynak türü arasında kaynak eşlemesi sağlayan Node.js uygulama olarak uygulanmıştır. Çalışmada bir oneM2M platformuna uygun olarak, Kullanıcı arayüzleri aracılığıyla dronelerin izlenmesini ve kontrol edilmesini sağlayan bir drone yönetim sistemi uygulaması geliştirilmiştir. Drone yönetim sistemi uygulaması, haritadaki her drone için harita ve durum bilgilerini görüntüler. Bu uygulamayla drone hakkında ayrıntılı bilgi almak için, haritada bir drone seçilebilir ve drone modu, enlem, boylam, yükseklik, hız ve yön gibi ayrıntılı bilgiler öğrenilebilir. Bunun yanı sıra drone yönetim sistemi uygulaması ‘Yol Noktası Hareketi’ veya ‘Eve Dönüş’ gibi drone kontrol görevlerini de desteklemektedir. Ayrıca, oneM2M platformu Abonelik ve Bildirim prosedürü sağladığından, tek drone kontrolü oneM2M platformunda oneM2M kaynakları altında yeni bir veri oluşturulduğunda, yeni oluşturulan veriler hedef IPE'ye iletmekte ve daha sonra kontrol mesajı göndermektedir.

Abedin, Alam, Bairagi, Talukder ve Hong (2016) doğal felaket sırasında, statik ağ altyapısının olası tahribatı, etkilenen alan ve mağdurları yerleştirmek için duyuşal gözlem verisi desteğinin olmaması nedeniyle arama ve kurtarma operasyonunu koordine etmenin zorluğunu ifade etmiş ve buna bağılı olarak araştırmalarında, acil kurtarma operasyonunu gerçekleştirmek için insansız hava araçları aracılığıyla afet zamanı akıllı kitle kaynaklarının verimli bir şekilde çözülmesi üzerinde durmuşlardır. Araştırmacılar Q-öğrenme yoluyla enerji verimli kitle kaynak kullanımı modelini oluşturmuş ve simülasyon sonucu önerilen enerji tasarruflu akıllı kitle kaynak kullanımı modeli için modellenen algoritmanın verimliliğini ve yakınsamasını göstermişlerdir. Araştırmada, insansız hava araçları ve nano veri merkezi (NDC) kullanarak doğal felakete hızlı tepki sağlamak için akıllı kitle kaynaklarında enerji verimliliğinin çözümüne odaklanılmıştır. Otonom kitle kaynak kullanımı senaryosu Q-öğrenme algoritması ile modellenmiştir ve simülasyon önerilen modelin verimliliğini göstermektedir. Nano veri merkezleri (NDC), NDC'lerin genellikle sensör düğümlerini mobil düğümlerden topladığı tüm gözlem alanını kapsayacak şekilde stratejik olarak yerleştirilir. Mobil düğümler, kalabalık verilerini üreten müşteri tesis ekipmanları olarak kabul edilir. NDC'ler, toplanan verileri belirli bir süre sonra veya depolama alanı kullanımı belirli bir eşiğe ulaştığında bulut veri merkezlerine göndermek için baz istasyonunu kullanır. Baz istasyonu kullanılamaz hale gelirse insansız hava araçları, hızlı yanıt için yerel iletişim verilerini uydu iletişim aracı ve yer istasyonu aracılığıyla

da iletebilir. Çalışmada önerilen veri toplama çerçevesinde, herhangi bir doğal felaket sırasında olabilecek birkaç senaryo ele alınmıştır.

Liu ve diğ. (2015) çalışmalarında felaket kurtarma müdahale yeteneğini geliştirmek için, gelişmekte olan bir hava-uzay bütünleştirici sistemini sunmaktadır. Bu sistem diğer sistemlerin aksine, bilgi toplama ve analiz görevini gerçekleştirmek için hem Uzak Uydu Sistemi'ni (RSS) hem de İnsansız Hava Aracı'nı (İHA) kullanır. Bu sistemin üç yeni işlevi vurgulanmaktadır: arama ve konumlandırmada bulunan kişiler, hat devriyesi ve kontrolü ve İHA kullanılarak kurtarma malzemelerinin teslimi. Çalışmada hem görüntü analizi hem de İHA kontrol teknikleri kullanılmıştır. Bu kapsamda afet bölgelerindeki mağdurları tespit etmek için kızılötesi ve görünür ışık füzyon algoritması, hat devriyesi ve kontrolünü gerçekleştirmek için uydu seyrüsefer ve görüntü analiz teknikleri, mağdurlara gerekli kurtarma malzemelerini teslim etmek için ise kamera tabanlı navigasyon ve kontrol yöntemleri kullanılmıştır. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi, veritabanına göre, arama kurtarmanın kararlaştırılmasına yardımcı olmak için önerilmiştir. Bu sistemin avantajları arasında güçlü bilgi toplama ve analiz fonksiyonları ile akıllı karar verme yeteneği varken; dezavantajları arasında yüksek maliyet ve uzun vadeli kalkınma düşüncesi bulunmaktadır. Sistemin gelecekte deprem, sel, tayfun, orman yangını vb. gibi farklı felaket kurtarma görevleri için kullanılacağı düşünülmektedir. Bu sistem hala araştırmacılar tarafından geliştirilme aşamasındadır ve gelecekte Çin'in afet durumunda kurtarma yeteneğini geliştireceği umulmaktadır.

Kang, Park, Lee, Won ve Kim (2005) iç mekan yangın noktaları gibi felaket ortamı altında durumların hızlı bir şekilde tespit edilmesi ve gözlemlenmesi için bir QRT (Dörtlü Rotor Tipi) uçan robot sistemi geliştirmişlerdir. Tasarladıkları insansız hava aracında, her bir elektrik motoru tarafından kontrol edilen dört pervane, DSP kullanan bir dahili kontrolör, 3 eksenli jiroskoplar kullanan INS (Ataletsel Seyir Sistemi), gözlem için kablosuz iletişim vericisine sahip bir CCD kamera ve yükseklik kontrol için ultrasonik mesafe sensörü bulunmaktadır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen gezinme robotu, RIC (Sağlam Dahili Döngü Kompansatörü) tabanlı bozulmaya duyarlı ve vizyon tabanlı yerleştirme yönteminin benimsenmesi altında istikrarlı uçuş performansları göstermektedir. İHA ayrıca sekiz IR ve dört ultrasonik menzil sensörü kullanarak engellerden kaçınmaktadır. VTOL (Dikey Kalkış ve İniş) uçan cisim, iç mekân yangın noktalarına uçabilmekte ve CCD kamera tarafından yakalanan görüntülerini operatöre

göndermektedir. Geliştirilen gezinme robotu, deney ortamında kullanılmış ve istikrarlı uçuş performansları göstermiştir. İnsansız hava aracı ayrıca dört ultrasonik menzil sensörü kullanarak engellerden kaçabilmiştir. Geliştirilen bu insansız hava aracının en temel özelliği, riskli ortamlar altında insanların tehlikeye girmeden, çeşitli felaket gözlem alanlarında yaygın olarak kullanılabilmesidir.

Luo ve diğ. (2019) insansız hava aracıyla afet yönetim sistemlerine katkıda bulunan iletişim ve ağ teknolojilerini çalışmalarında vurgulamış, erken uyarı sistemi, arama ve kurtarma, veri toplama, acil durum iletişimi ve lojistik dâhil insansız hava aracı destekli afet yönetimi uygulamalarının en son gelişimini incelemişlerdir. Araştırmacılar, acil durumlarda iletişim için insansız hava aracı sistemlerinin yararlarını ve zorluklarını göstermeye çalışmışlardır. Son olarak ise insansız hava haracı afet yönetimi sistemlerinin özelliklerini ve tasarım zorluklarını tartışmışlardır. Bunun yanı sıra çalışmada insansız hava araçları yoluyla iletişim kurabilmek için geliştirilen bazı temel algoritmalar araştırılmıştır. Ayrıca, afet yönetimi durumlarında iletişim olanakları sağlayarak yardımcı olabilecek gerçek zamanlı insansız hava aracı dağıtım senaryoları da ele alınmıştır. Son olarak, kurtarma operasyonları ve felaket olayları bağlamında, yer istasyonları ile insansız hava araçları arasında iletişim kurulabilmesi açısından araştırmacıların kendilerinin gerçekleştirmiş oldukları çalışmalardan elde edilen deneysel sonuçlar sunulmuştur.

Bangalkar ve Kharad (2015) makalelerinde, kurtarma robotlarının bugün nerede durduğuna ve onlar için geleceğin ne olabileceğine dair genel bir bakış sunmuşlardır. Ayrıca kurtarma robotu kavramına ve onunla çalışırken düşünülmesi gerekenlere kısaca bir giriş yapmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarında tüm olası engelleri yönetebilmek ve dinamik olabilmek için robotların hangi çevre koşullarında yönetilmesi gerektiğinin bilinmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Kurtarma robotları için yapılan araştırmaların mevcut toplum için büyük önem taşıdığı ifade edildiği çalışmada, doğal veya insan kaynaklı felaketlerin sık görülmeye başladığını vurgulamışlardır. Bu nedenle insani yardımın çok hızlı bir şekilde ulaşmasının son derece elzem olduğunu söylemişlerdir. Çalışmada insansız hava aracının donanımı dışında, akıllı kurtarma robotlarından oluşan bir ekibin, insan kurtarma ekibinin büyük bir uzantısı olacağı düşünülmüştür. Kurtarma robotları, motive edici bir fikirden, kriz müdahalesinde kullanılan bir terime geçiş yapmaktadır. Bunun nedeni, bugünün teknolojisinin hayatın tüm alanlarına entegrasyonu, robot inşası ve geliştirilmesinin hiçbir zaman sonunun olmayacak

oluşudur. Tüm bunlar birlikte değerlendirildiğinde sonuç olarak bu çalışmada, kurtarma robotlarının daha iyi performans için gelişiminin artacağı düşünülüyor vurgulanmıştır.

Restas (2015) makalesinde insansız hava araçlarıyla ilgili bir takım deneyimleri değerlendirmekte ve afet yönetimini desteklemek için insansız hava araçlarını kullanan bazı girişimleri açıklamaktadır. Çalışma temel olarak afet yönetiminde; afet öncesi faaliyet, bir felaketin gerçekleşmesinden hemen sonraki etkinlik ve afet ortadan kaldırılmasından sonraki etkinlik gibi afet yönetiminde operasyonel ve taktik drone uygulamasına odaklanmaktadır. Dünya Nükleer kazalar, tehlikeli madde salınımları, seller, depremler ve orman yangınları gibi 5 felaketle karşı karşıyadır. Bu nedenle yazar, konuyla alakalı uluslararası örnekler toplamış ve bu alanda kendi deneyimlerini kullanmıştır. Sonuç olarak yazar depremin, hızla artan bir felaket olduğunu, hızlı bir hasar değerlendirmesi için hava keşiflerinden başka bir yol olmadığı vurgulanmıştır. Araştırmacı çalışmasının sonunda şu önerilerde bulunmuştur: (1) Özel kurtarma ekipleri için drone uygulaması, mağdurların hayatta kalmaları ve yaşam için güvenli yerlerin seçimini hızlı bir şekilde bulmaya yardımcı olabilir. (2) Su taşkınları yavaş başlayan felaket için tipik bir durumdur. Buna karşılık, taşkınların yönetimi çok karmaşık ve zor bir iştir. Su basmış ve tehdit altındaki alanların sürekli izlenmesi gerekir. Drone, yöneticilerin bir alanı gözlem altında tutmasına yardımcı olabilir. (3) Orman yangınları, drone'un taktik uygulamasının zaten gelişmiş olduğu felaketlerdir. Drone, yangın algılama, müdahale izleme ve ayrıca yangın sonrası izleme için kullanılabilir. (4) Nükleer kaza veya tehlikeli madde kaçağı durumunda drone çok etkilidir veya afet yönetimini destekleyen bir araç olabilir.

Restas (2018) bir başka çalışmada drone uygulamalarının hayatın her alanına girdiğinden bahsetmiş, buna bağlı olarak su ile ilgili felaketlerde riskleri ortadan kaldırmak için örnekler toplamak ve olasılıklar bulmanın önemine değinmiştir. Yazar çalışmada kendi drone uygulamaları ve deneyimlerine odaklanmakla birlikte, başkaları tarafından yapılan uygulamalar ve deneyimleri de literatür desteğiyle tartışmıştır. Çalışmanın sonucuna göre suyla ilgili afet yönetimini desteklemede drone kullanmak için üç farklı seçenek vardır. Taşkınlardan önce drone, bir tür önleyici uygulama olarak nehir yatağı hakkında bilgi toplayabilir. Sel sırasında drone, nesnel ve ilgili bilgiler sağlayan sel bölgesinin “kartal gözü” özelliğiyle karar vericileri destekleyebilir. Afet sonrası uzmanlar, selden kaynaklanan hasarlar hakkında hızlı

değerlendirme yapmak için etkilenen bölgeyi haritalamak veya yeniden inşa etmek için insansız hava araçlarını kullanabilirler. Orman yangını durumunda da bu yaklaşım kullanılabilir. Ancak bu makalede drone uygulamalarının sel felaketi örnekleri sunulmuştur. Bununla birlikte yazar çalışmanın sonunda, sel felaketlerinde drone'un uzman kişilerin elinde etkili bir araç olarak kullanılabileceğini savunmuştur.

Tuna, Nefzi ve Conte (2014) doğal afetler gibi öngörülemeyen olaylar sırasında acil durum iletişim sistemi kurmak için insansız hava araçlarının kullanılmasını önerdikleri araştırmalarında, bu sistemin belirlenen sorun için bir çözüm olduğunu savunmuşlardır. Bu sistem gerektiğinde ve her yerde kullanılabilir. Acil durumlara karşı oluşturulan bu sistem içerisindeki her insansız hava aracının uçtan uca iletişim, oluşum kontrolü ve otonom navigasyondan sorumlu üç ana alt sistemi çalıştıran bir yerleşik bilgisayarı vardır. Araç bilgisayarı ve insansız hava aracının düşük seviyeli kontrolörü, yerel iletişim altyapısı sağlama hedefini gerçekleştirmek için işbirliği yapmaktadır. Bu çalışmada, her insansız hava aracı üzerinde çalışan alt sistemler, özerk bir helikopter kullanılarak simülasyon çalışmaları ve saha testleri ile açıklanmış ve değerlendirilmiştir. Simülasyon çalışmaları uçtan uca iletişim alt sisteminin verimliliğini ele alırken, saha testleri navigasyon alt sisteminin doğruluğunu değerlendirmektedir. Önerilen sistemin pratikliği ve performansı, bir dizi simülasyon çalışmasından toplanan deneysel veriler ve otonom bir helikopterin yerleşik bilgisayarından gerçek uçuş verileri ile incelenmiştir. Simülasyon ve deneysel testler, önerilen sistemin acil durum iletişimi için uygun bir çözüm sunduğunu göstermiştir.

Sohail, Leow ve Won (2018) çalışmalarında ortogonal olmayan çoklu erişim (NOMA) örneğini hava baz istasyonu (BS) için incelemiştirler. NOMA'nın geçerliliği, güç tahsisi ve insansız hava aracı rakımının bir fonksiyonunu oluşturan toplam oran problemini formüle ederek belirlenir. Optimizasyon sorunu, ortogonal çoklu erişim tarafından ortaya çıkan bireysel kullanıcı oranlarını NOMA ile eşit hale getirmek için kısıtlanmıştır. Enerji verimliliği ve insansız hava aracının yüksekliği arasındaki ilişki, iki durum göz önünde bulundurularak yukarıda belirtilen soruna çözüm getirmektedir. İkincisi, spektral verimliliği ve enerji verimliliğini arttırmak için İHA-BS hareketliliğinin ekstra serbestlik derecelerinden yararlanılmasını sağlar. Böylece, insansız hava aracının işletme maliyetine jul kazandırır. Son olarak, NOMA kullanıcı oranı kazancı ile kolaylaştırılan kısıtlı bir kapsam genişletme metodolojisi de önerilmektedir. NOMA'nın toplam oran, kapsama alanı ve enerji verimliliği açısından

daha iyi performans sergilediği sonucuna varmada çeşitli ortam ayarları için sonuçlar sunulmaktadır. Çalışmada NOMA'nın İHA destekli iletişim sistemlerine uygulanabilirliği açıklanmıştır. Jul başına daha fazla bit iletme ihtiyacı, azaltılmış enerji tüketimi ile toplam hız maksimizasyonu için önerilen şemaya ilham verilmiştir. Birlikte ele alındığında, sunulan sonuçlar NOMA'nın daha iyi performans gösterdiğini ve her iki kullanıcı için de bireysel kullanıcı hızı kısıtlamasını karşıladığı tespit edilmiştir.

Murthy'nin (2015) yürütmüş olduğu proje çalışmasının amacı, deprem, sel, toprak kayması, tsunami gibi felaketlerde, arama ve kurtarma çalışmalarının, kişinin belirli bir mesafeden görüntü işlemlerini ve algılamayı bir quadcopter kullanılarak yapılmasını sağlamaktır. Tasarlanan quadcopteri, kullanışlı hale getirmek için doğru kişiye doğru yerde ve doğru zamanda ulaşmalıdır. Zamanlamada hafif bir senkronizasyon olmaması bile kişinin ölümüne yol açabilir. Araştırmada bir quadcopter hazırlamak için tasarlanan yöntem ve aynı zamanda sürecin sonuna doğru tamamen el yapımı bir quadcopter sunulmuştur. Çalışmanın ikinci amacı, görüntü işleme yoluyla nesne algılama ve izleme alanına bir çözüm sunmaktır. Nesne izleme ile tespit edilen sorunlar arasında, izleme algoritmaları geliştirme, yeteneklerini kontrol etme ve bunların görüntü analizi çerçevesi üzerindeki etkilerini anlama yer alır. Nesne izlemedeki en büyük zorluklardan biri gürültü, karmaşık nesne şekli / hareketi, kısmi ve tam nesne tıkanıklıkları, sahne aydınlatma değişiklikleri, sürekli işleme gereksinimleridir. Projede, renk özelliği kullanılarak nesne algılama ve izlemenin geliştirilmesi de sağlanmıştır. Çalışmanın sonucunda her ne kadar amaca uygun bir sistem geliştirilse de bir takım önerilerin yerine getirilmesiyle daha etkili sistemlerin geliştirileceği iddia edilmiştir. Bu öneriler; eyalet sayısı arttığında arama algoritmalarının büyük ölçeğe göre nasıl çalıştığının araştırılmasını, sistemde kullanılan kameranın hassasiyetinin artırılmasını, çekilen kodun algılanmasının duyarlılığının iyileştirilmesini içermektedir.

Yeni nesil mobil iletişim sistemleri, özellikle 5G şebekeleri için yüksek performans gerektiren gereksinimlerle, kapsama alanı ve servis sağlayıcılar tarafından daha fazla istasyonun dağıtılmasını gerektiren önemli bir sorun haline gelmiştir. Sharma ve diğerleri (2016) çalışmalarında bu yeni istasyonların konuşlandırılmasının maliyetli olduğu ve ağına yeniden planlaması gerektiğine değinmişlerdir. Araştırmacılar bu sorun, İnsansız Hava Araçları kullanılarak mevcut iletişim sisteminde kolayca çözülebileceğini savunmuşlardır. Bu nedenle yazarlar, insansız hava araçlarının talep alanlarına doğru ve verimli bir şekilde yerleştirilmesi için, kablosuz ağların kapasitesinin ve kapsamının

artması sağlayan akıllı bir çözümler sunmuşlardır. Bu yaklaşım, makro baz istasyonu (MBS) karar problemi ve kooperatif insansız hava aracı tahsisi problemine çözümler getirmektedir. İnsansız hava araçlarının hava baz istasyonu olarak da kullanılabilceğinin savunulduğu çalışmada önerilen yaklaşım, insansız hava aracı denetleyicisini seçmek için entropi tabanlı ağ oluşumu kullanılmış ve ağ verimi iyileştirilmeye çalışılmıştır. Araştırmada önerilen yaklaşımın performansı, kullanıcı sayısında ve insansız hava araçlarının rakımlarında değışiklikle birlikte, bu parametrelerdeki önemli iyileşmeler açısından sunulmuştur.

Rivoirard, Whal, Sonli, Berbineau ve Gruyder (2018) de benzer olarak çalışmalarında, araç ağına benzer bir yapı oluşturmak için yol konfigürasyonu, araç hareketliliğı ve bağlantı kalitesi ile ilgili bilgileri birleştiren bir kümeleme şeması önermektedir. Bu kümeleme şeması, mesajların taşınmasını optimize etmek ve yönlendirme işlemlerini basitleştirmek için herhangi bir reaktif, proaktif veya coğrafi geçici yönlendirme protokolüne entegre edilebilir. Simülasyon yoluyla gerçekleştirilen değerlendirmeler, önerilen kümeleme şemasının önemli bir süre boyunca kararlı bir çerçeve oluşturulmasına ve korunmasına izin verdiğini göstermektedir. Ayrıca simülasyon sonuçlarına göre, önerilen kümeleme şemasının, çok noktalı röle gibi köklü tekniklere kıyasla yayın trafiğinin fazla etkisini önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu çalışmada sunulan Zincir-Şube-Yaprak (CBL) kümeleme şeması sezgisel olarak basit bir fikre dayanmaktadır. Aynı trafik yönünde daha düşük hızda hareket eden araçlar, zincir denilen dal düğümlerinin sabit bir omurgasını oluşturmak için iyi bir alandır. Araç sayısı arttıkça, zincir uzar ve daha hızlı hareket eden her araç, tüm VANET ile iletişim kapasitesini korumak için mevcut konumunu kapsayan farklı bir dal düğümlüne bağlanabilen bir yapraktır. Üç farklı yol konfigürasyonuna sahip otoyol senaryoları üzerinde simülasyonla yapılan değerlendirmeler, CBL'nin çeşitli ölçümlerle ilgili VANET performansını artırabilecek bir yapıya yol açtığını göstermektedir.

Kapsamlı literatür taraması neticesinde, afet durumları için drone desteğıyle belirlenen noktaya erişim konusunda çalışmalara rastlansa da Türkiye'de bu türden bir çalışmanın olmadığı görülmüştür. Diğer çalışmalarda dronelar ile görüntü işleme, yer tayini, iletişim sistemi oluşturma ve kablosuz ağların kapasitesini ve kapsamını arttırmaya yönelik farklı senaryolar üretilerek çalışmalarda yapılmıştır. Bu çalışmada ise otonom şekilde çalışan bir hareketli sinyal güçlendirici amaçlanmış ve afet durumları için

kullanılabilir hale getirilmiştir. Böylelikle anlaşılmaktadır ki WiFi çoğaltıcı entegreli drone çalışması ülkemizde bir ilktir.



#### 4. MATERYAL VE METOD

Proje kapsamında yapılması planlanan drone tamamen iskelet üzerine inşa edilmiştir. Bunun için standart 4 eksenli gövde kullanılmıştır. F330 gövde kullanılmasına karar verilmiştir.

4 eksenli gövde proje için yeterli olmaktadır. Projenin ana hatları ve detayları ele alındığında taşınacak yük ağırlığı ve denge göze alındığında 4 eksenli gövde kullanılmasına karar verilmiştir. Şekil 4.1’de örnek bir F330 gövde gösterilmiştir.



Şekil 4.1. F330 gövde (F1Depo, 2020).

Gövdeye karar verildikten sonra bu gövdeyi havada taşıyabilecek motorlara karar verilmiştir. 4 eksenli bir gövde için 4 adet motor seçilmiştir. Taşınacak yük miktarı göze alınarak motor gücü ve hızına karar verilerek marka ve model seçimine geçilmiştir. Şekil 4.2’de örnek bir fırçasız motor gösterilmektedir.



Şekil 4.2. Fırçasız motor (Banggood, 2020a).

Boyut ve dönüş hızına bağlı olarak çift taraflı pervane kullanılmıştır. Şekil 4.3’de örnek bir pervane gösterilmektedir.



Şekil 4.3. Pervane (n11, 2020).

Elektronik hız kontrol kartı sayesinde kontrol kartı ile motorlar arasındaki veri iletişimi sağlanmaktadır. Bataryadan alınan güç elektronik hız kontrol kartı ile motorlara gönderilmektedir. Şekil 4.4’de örnek bir Elektronik hız kontrol kartı (ESC) gösterilmektedir.



Şekil 4.4. Elektronik hız kontrol kartı (Banggood, 2020b).

Betaflight kontrol kartı tüm sistemi kontrol etmeye yarayan bir karttır. Yapılan programlamalar ve ayarlamalar kontrol kartına aktarılarak tüm sisteme dağıtılır. Şekil 4.5’de örnek bir kontrol kartı gösterilmektedir.



Şekil 4.5. Betaflight kontrol kartı (Banggood, 2020c).

Drone çalıştırıldıktan sonra üretilen bütün verilerin dağıtılmasını küresel konumlama sistemi (GPS) sağlar. Bu verici sayesinde kumanda drone ile iletişim kurarak üretilen verilere erişim sağlayabilmektedir. Şekil 4.6’da örnek bir küresel konumlama sistemi gösterilmektedir.



Şekil 4.6. Küresel konumlama sistemi (Banggood, 2020d).

Kumandadan üretilen verilerin de drone'a iletilmesini sağlamak için bir alıcı kullanılmıştır. Bu sayede kumanda da yapılan komutlar drone'a iletilerek dengede kalma ve hareket etme gibi imkânlarla olanak sağlamıştır. Şekil 4.7'de örnek bir FPV anten gösterilmektedir.



Şekil 4.7. FPV anten (Amazon, 2020).

Gerekli hareketleri sağlamak için de bir kumanda belirlenmiştir. Kumanda gerekli tüm hareketleri sağlamaktadır. Seçilen kumanda yapılacak drone ile iletişim kurabilecek tarzdadır. Şekil 4.8'de örnek bir uzaktan kumanda gösterilmektedir.



Şekil 4.8. Flysky uzaktan kumanda (Banggood, 2020e).

Kaynaktan gelen WiFi sinyallerini çoğaltmak ve geniş bir alana yayılmasını sağlamak için WiFi çoğaltıcı adaptör kullanılmıştır. WiFi çoğaltıcı adaptörün temel amacı kablosuz modemden yetersiz kaldığı durumlarda, bağlantının zayıf olduğu ya da kapsama

alanı dışında kalan bölgeler için bir frekans çoğaltıcıdır. Şekil 4.9’da örnek bir WiFi çoğaltıcı adaptör gösterilmektedir.



Şekil 4.9. WiFi çoğaltıcı adaptör (Akakçe, 2020).

Sonrasında da drone’daki kamera sayesinde etrafı eş zamanlı görüntüleyip izleyebileceğimiz bir gözlük kullanılmıştır. Bu gözlük uzaktaki kamera ile iletişim kurabilen ve iletişim kurduğu kameradaki görüntüleri alabilme özelliğine sahiptir. Şekil 4.10’da örnek bir FPV gözlük gösterilmektedir.



Şekil 4.10. FPV gözlük (Banggood, 2020f).

Drone da eş zamanlı görüntü aktarımı sağlamak için kamera kullanılmıştır. Kameradaki alıcı ve verici aparat sayesinde eş zamanlı görüntü aktarımı sağlanmıştır. Bu sayede gözlük ile iletişim kurabildiği için o anki görüntüler gözlüğü takan kişi tarafından gözlemlenmektedir. Şekil 4.11’de örnek bir kamera gösterilmektedir.



Şekil 4.11. Kamera (Banggood, 2020g).

Lityum-polimer pillerden drone sistemlerinde oldukça yoğun bir şekilde faydalanılır. Temel çalışma prensibi ve hücrede meydana gelen kimyasal reaksiyonlar lityum-iyon hücrelerdeki ile aynıdır. Li-ion hücrelerde elektrotlardan biri gözenekli karbondan ve ikincisi metal oksitlerden yapılır. Şekil 4.12’de örnek bir Lityum-polimer batarya bloğu gösterilmektedir.



Şekil 4.12. Şarj edilebilir bir lityum polimer batarya bloğu (Oyuncakhobi, 2020).

Drone’a güç veren lipo pil için özel üretilmiş şarj cihazı da projede yer almaktadır. Lipo pilin enerjisi düşük seviyelere geldiğinde şarj cihazı ile şarj edilebilmektedir. Şekil 4.13’de örnek bir lipo pil şarj cihazı gösterilmektedir.

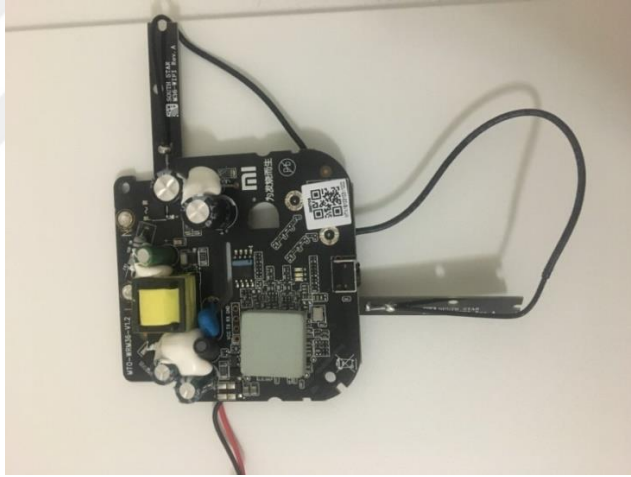


Şekil 4.13. Lipo pil şarj cihazı (Banggood, 2020h).

## 5. BULGULAR

Sistemimizde drone'a entegre edilecek WiFi çoğaltıcı olarak Xiaomi WiFi 2 seçilmiştir. WiFi çoğaltıcı adaptörün temel amacı kablosuz modeminizin yetersiz kaldığı durumlarda, bağlantının zayıf olduğu ya da kapsama alanı dışında kalan bölgeler için bir yükselticidir.

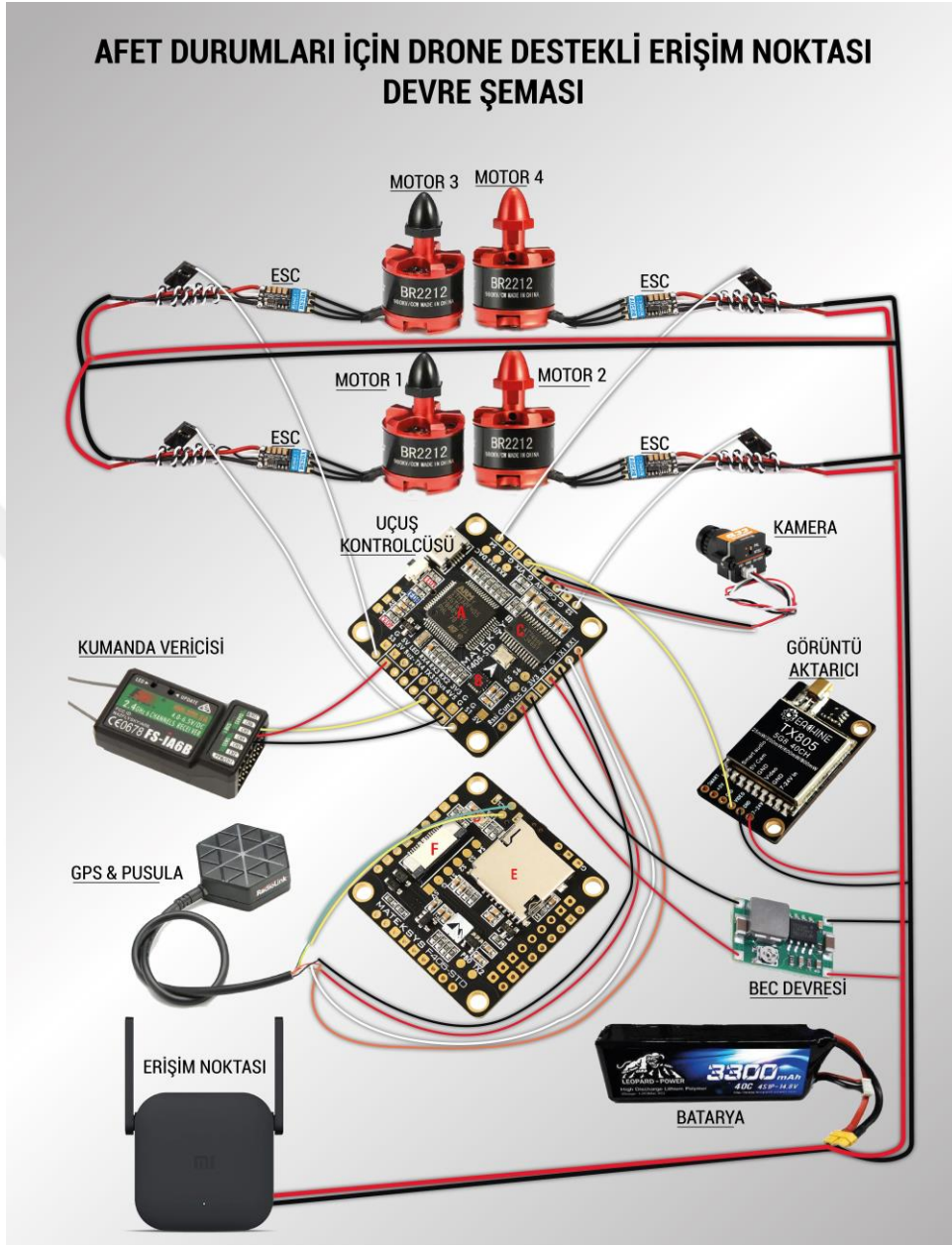
WiFi çoğaltıcı adaptör bu çalışmada güç ünitesi drone'un bataryası ile beslenme yapılacak şekilde yeniden düzenlenmiştir. Drone üzerine küresel konumlama sistemi modülü bağlanmıştır. Bu sayede drone belirlenen bölgede pilotsuz bir şekilde uçuş yaparak o bölgedeki sinyal güçlerini arttıracaktır. Ağırlığı 30 gramdır. WiFi çoğaltıcı adaptörün aktarım hızı 300 Mbps, frekansı ise 2.4 GHz dir. WiFi çoğaltıcı adaptör şekil 5.1'de gösterilmektedir.



Şekil 5.1. WiFi çoğaltıcı adaptör.

WiFi çoğaltıcı entegrasyonu bittikten sonra yazılımda düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. Bu düzenlemeler sayesinde küresel konumlama sistemi ile gerçek zamanlı konumlama yapılarak drone otonom şekilde uçurulabilir hale getirilmiştir. Belirlenen rotalara ayarlanan ölçülerde hız uygulanarak otonom uçuşlar gerçekleştirilmiştir. Bu sayede belirlenen bölgelerde sinyal seviyelerinde artış sağlanmıştır. Yazılımda gerçekleştirilen düzenlemeler sayesinde küresel konumlama sistemi bazlı rota belirlenerek yapılan ve insan müdahalesi gerektirmeden uçurulan bir otonom drone elde edilmiştir.

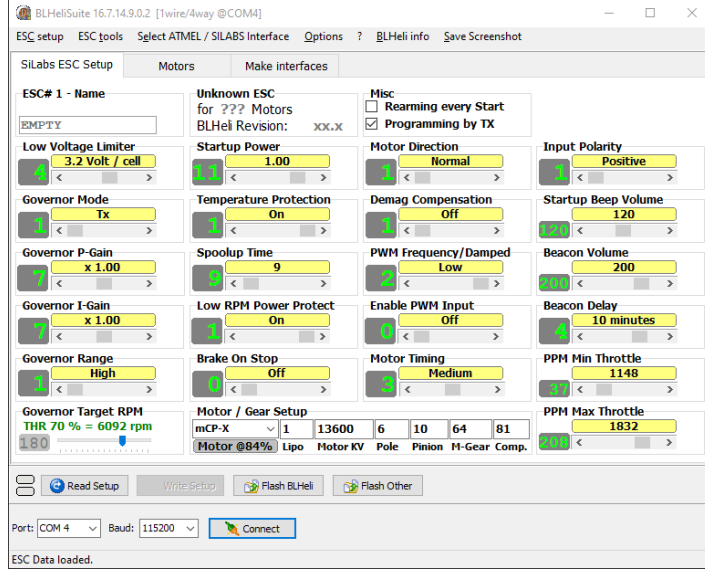
Afet durumları için drone destekli erişim noktası çalışmasında kullanılan drone devre şeması Şekil 5.2’de gösterilmektedir.



Şekil 5.2. Afet durumları için drone destekli erişim noktası devre şeması.

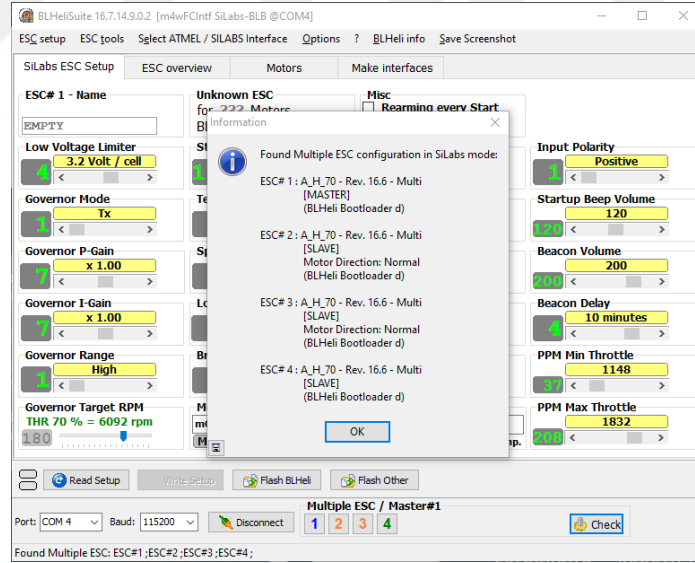
BLHeliSuite programı bu çalışmada motorlara entegreli elektronik hız kontrol kartlarının güç, konum ve yön ayarlarının yapılabilmesi için kullanılmaktadır.

Şekil 5.3’de BLHeliSuite programı ile elektronik hız kartları üzerinden motorların güçleri ayarlanabilmektedir. Bu sayede istenildiği zaman bir motora ne kadar güç verilmeli program üzerinden manuel olarak değiştirilebilmektedir.



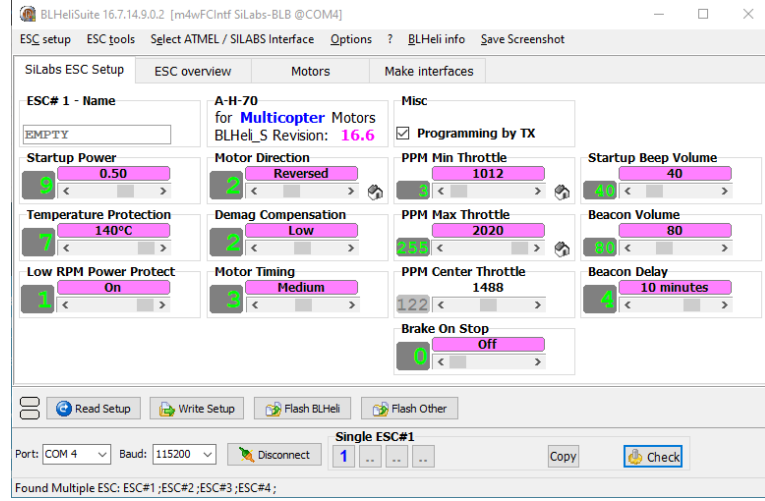
Şekil 5.3. BLHeliSuite motor güç ayar ekranı (Github, 2020a).

Şekil 5.4’de BLHeliSuite programı ile elektronik hız kartları üzerinden motorların dönüş yönleri ayarlandı. Bu sayede istenildiği zaman herhangi bir motorun dönüş yönü ayarlanabilir hale getirilmiştir.



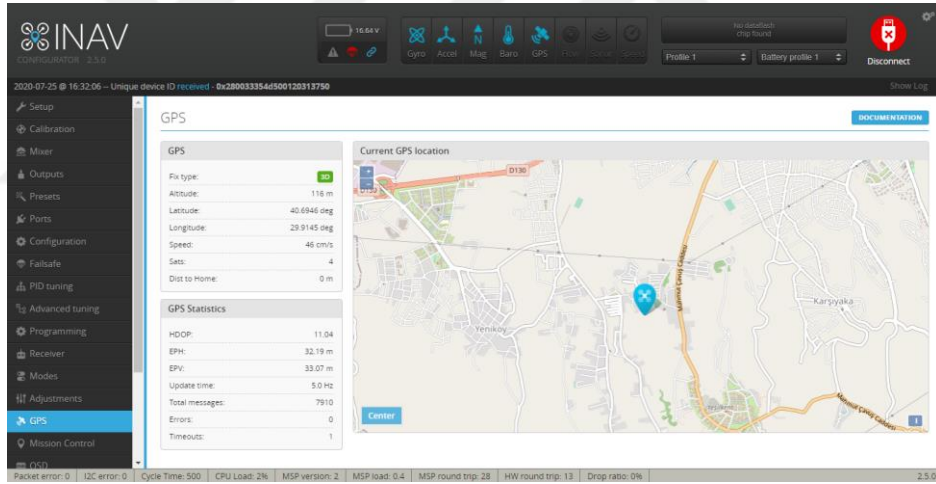
Şekil 5.4. BLHeliSuite motor dönüş yön ayar ekranı (Github, 2020a).

Şekil 5.5’de BLHeliSuite programı ile elektronik hız kartları üzerinden 1.motorun dönüş yönü ayarlanabilmektedir. Bu işlem ile ters duran motorun yönü değiştirilerek olması gereken yöne dönmesi sağlanmıştır.



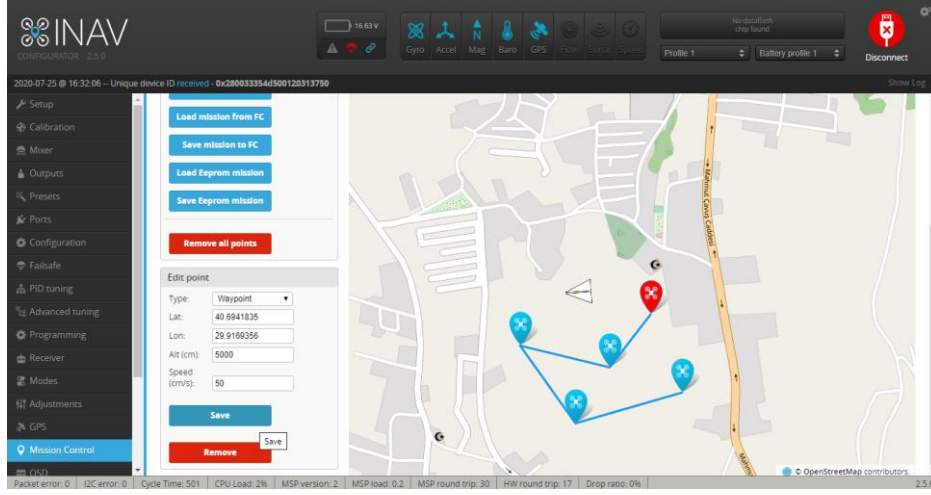
Şekil 5.5. BLHeliSuite motor yön ayar ekranı (Github, 2020a).

Bu çalışmada İnav programı ile gerçekleştirilen düzenlemeler sayesinde GPS üzerinden rota belirlenerek yapılan ve insan müdahalesi gerektirmeden uçurulan bir otonom drone elde edilmiştir.



Şekil 5.6. İnav yazılımı küresel konumlama sistemi bölümü (Chrome, 2020b).

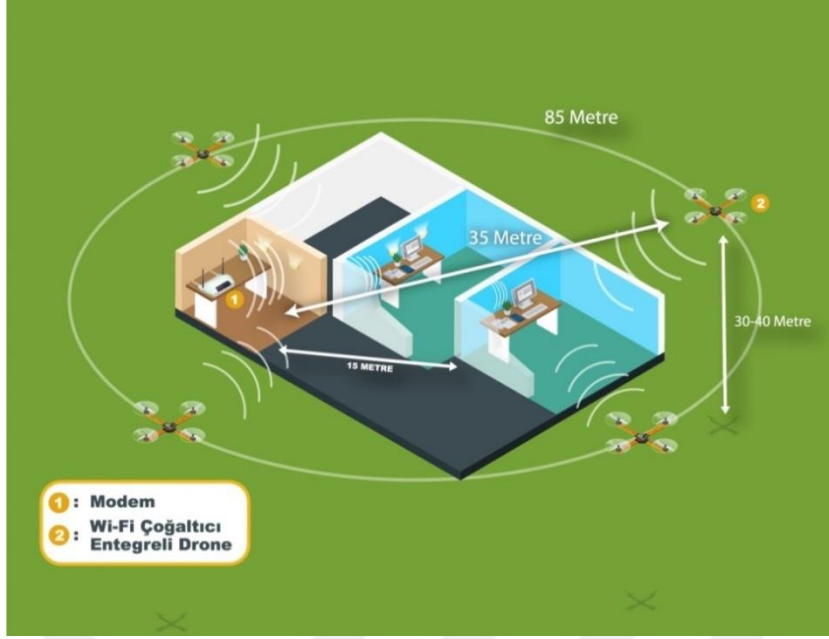
İnav programının kurulumu tamamlandıktan sonra drone'da kullanılan anakart bilgisayara bağlanarak inav programında küresel konumlama sistemi bölümü seçildikten sonra drone'un konumu otomatik olarak belirlenmiştir. Şekil 5.6'da drone'un yeri gösterilmektedir. Yer belirlenmesinin ardından görev kontrol bölümünün küresel konumlama sistemi üzerinden görev yerleri atanmıştır. Şekil 5.7'de görev yerleri gösterilmektedir.



Şekil 5.7. İnav yazılımı görev kontrol bölümü (Chrome, 2020b).

Görev yerleri drone'un ilk etapta ana konumuna yakın yerler olarak belirlenmiştir. Yükseklik alt limiti 50 metre ve saniyede yarım metre olarak belirlenmiştir. Sonrasında eve dön konumu belirlenmiş ve uçuş bittiğinde başlangıç noktasına dönebilir hale getirilmiştir. Böylelikle afet durumlarında hızlı bir şekilde drone'a görev yerleri atanabilir ve otonom uçuş yaptırılabilir.

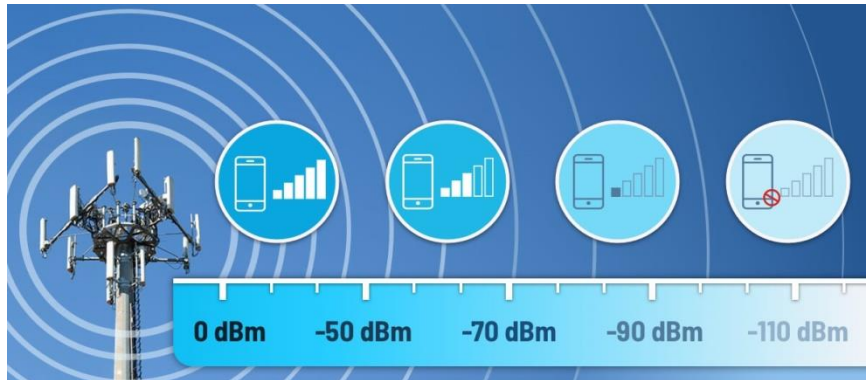
WiFi çoğaltıcı entegreli drone test aşamasında dış ortamda bina etrafında kaynak modeme bağlı olarak uçurulmuştur. Test yapılırken hava şartları güneşli ve açık, hafif rüzgarlıydı. Test ortamı ve ortamda oluşan sinyal güçleri şekil 5.8'de gösterilmektedir. WiFi çoğaltıcı entegreli drone kaynak modem ile bağlanmış ve bina etrafında dolaştırılarak test edilmiştir. Test süresi boyunca drone toplamda 20 dakika uçurulmuştur. Ortalama uzaklık hesaplandığında drone'un modeme uzaklığı 35 metre olarak ölçülmüştür. Yerden yüksekliği engellere bağlı olarak 30-40 metre arasında, dolaşım mesafesi ise 85 metre olarak ölçülmüştür. 35 metre uzaklıkta WiFi çoğaltıcı entegreli drone çalıştırdıktan sonra ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümler drone çalıştırılmadan önceki ölçümler ile karşılaştırıldığında bilgisayarda yaklaşık olarak 2 kat sinyal artışı, telefonda ise yaklaşık olarak 23 kat sinyal artışı sağlandığı görülmüştür. Drone aktif edildikten sonraki sonuç verileri şekil 5.18 ile 5.20'da gösterilmektedir.



Şekil 5.8. WiFi çoğaltıcı entegreli drone çalıştırıldıktan sonra ortamdaki sinyal güçlerinin modellenmesi.

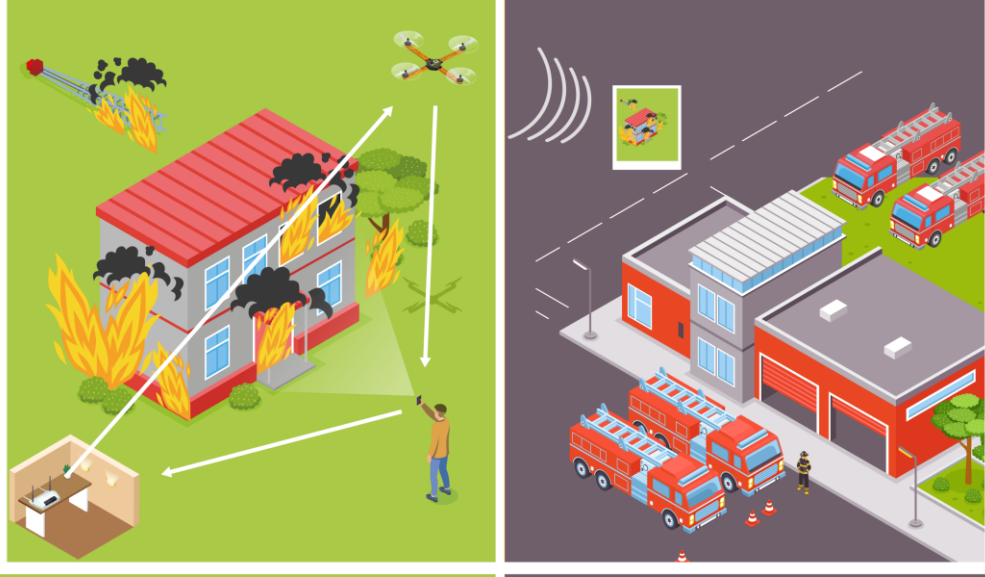
Telefona uygulama mağazasından WiFi Meter uygulaması indirilmiştir ve bu uygulama ile gerçekleştirilen ölçüm sonuçları aşağıda sırası ile verilmiştir. -72 dBm sinyalin kuvvetini 2417 MHz değeri WiFi'nın 2.4 GHz bandında yayın yaptığını göstermektedir.

Sinyal gücü cihaz etkinleştirilmeden önce -72 dBm olarak ölçülmüştür. Cihazımız etkinleştirildikten sonra bu değer -34 dBm olarak ölçülmüştür. dBm sinyal gücü haritası Şekil 5.9'da gösterilmektedir. dBm sinyal gücü haritasından da anlaşılabilir ki cihaz etkinleştirildikten sonra sinyal gücünde artış sağlanmıştır. Bu sayede cihazımızın yer aldığı bölgede aktif hale getirilmesi sinyal güçlerinin artışı sağlayarak daha verimli hale getireceğini göstermektedir.



Şekil 5.9. dBm sinyal gücü haritası (WilsonAmplifiers, 2019).

Test aşamalarından sonra afet durumları ele alınarak senaryolar üretilmiştir. İlk senaryoda yangın durumu ele alınmıştır. Yangın senaryosu modellemesi şekil 5.10'da gösterilmektedir.



Şekil 5.10. Yangın senaryosu modellemesi.

Yangın durumu ele alındığında modellemedeki gibi büyük bir yerleşim alanında yangın çıkmış ve baz istasyonunun çökmüş olduğu bir senaryoda baz istasyonu çöktüğü için herhangi bir arama yapılamaz ve yardım istenilemez duruma gelinmiştir. Büyük yerleşim alanlarında yangın hızla büyümekte ve GSM cihazlarında aramalar iptal olmuşken WiFi çoğaltıcı drone ile müdahale edilebilir ve ana kaynak modemden alınan sinyaller belirli aralıklarla konulacak dronelar sayesinde yükseltilecek o anda orada olan yardım ekibi personellerine güçlü sinyaller verilebilecektir. Bu güçlü sinyaller sayesinde telefon veya tablette var olan diğer uygulamalardan istenildiği zaman arama yapılabilir istenildiği zaman da yangın çıkan yerleşim alanlarında insan yaşam alanları ya da yeşil alanların fotoğrafları çekilerek yardım ekibi personelleri bu fotoğrafları birbirlerine ya da ana merkeze gönderilebileceklerdir. Bu sayede drone aktif edildikten sonra yangın ortamının fotoğraflanması ile yangın boyutunun ne kadar büyük olduğu ne kadarlık bir alana etki ettiğinin tespiti yapılabilecek ve ona göre müdahale edecek kurum ya da kuruluşun araç sayısı ile çalışan sayısının belirlenmesi sağlanabilecektir. Senaryoda drone rolü düşünüldüğünde yangın gibi bir afet durumunda çok sayıda can ve mal kurtarabilecek bir rol üstlendiği görülebilmektedir.

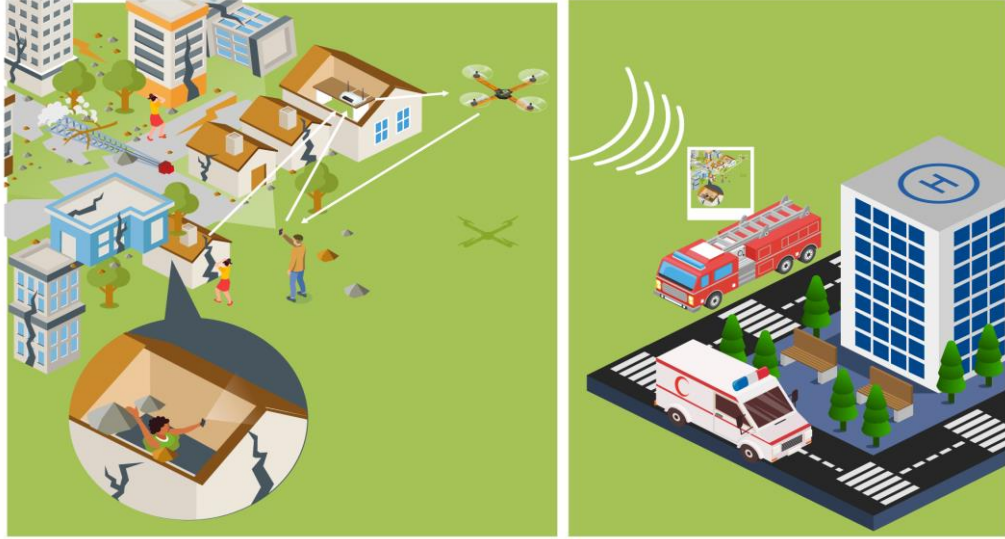
İkinci senaryoda sel durumu ele alınmıştır. Sel senaryosu modellemesi şekil 5.11’de gösterilmektedir.



Şekil 5.11. Sel senaryosu modellemesi.

Sel durumu ele alındığında modellemedeki gibi sel durumu yaşanmış ve baz istasyonunun çökmüş olduğu bir senaryoda baz istasyonu çöktüğü için herhangi bir arama yapılamaz ve yardım istenilemez duruma gelinmiştir. Böyle bir senaryoda arama yapılamaz bir hale gelinmiş iken WiFi çoğaltıcı drone ile müdahale edilebilir ve çevredeki herhangi bir ana kaynak modemden alınan sinyaller belirli aralıklarla konulacak dronelar sayesinde yükseltilecek o anda orada olan yardım ekibi personellerine güçlü sinyaller verilebilecektir. Güçlü sinyaller sayesinde telefon veya tablette yer alan diğer uygulamalardan ihtiyaç durumunda arama yapılabilir veya sel durumu yaşanmış bölgenin fotoğrafları çekilerek yardım ekibi personelleri bu fotoğrafları birbirlerine ya da ana merkeze gönderilebileceklerdir. Bu sayede drone aktif edildikten sonra sel ortamının fotoğraflanması ile sel boyutunun ne kadar büyük olduğu ne kadarlık bir alana etki ettiğinin tespiti yapılabilecek ve ona göre yardım edecek kurum ya da kuruluşun araç sayısı ve çalışan sayısı belirlenmesi sağlanabilecektir. Bu senaryoda drone rolü düşünüldüğünde sel gibi bir afet durumunda ilk yardım sağlanabilir. Bu ilk yardım sayesinde çok sayıda can ve mal kurtarabilecek bir rol üstlendiği görülebilmektedir.

Üçüncü senaryoda deprem durumu ele alınmıştır. Deprem senaryosu modellemesi şekil 5.12’de gösterilmektedir.



Şekil 5.12. Deprem senaryosu modellemesi.

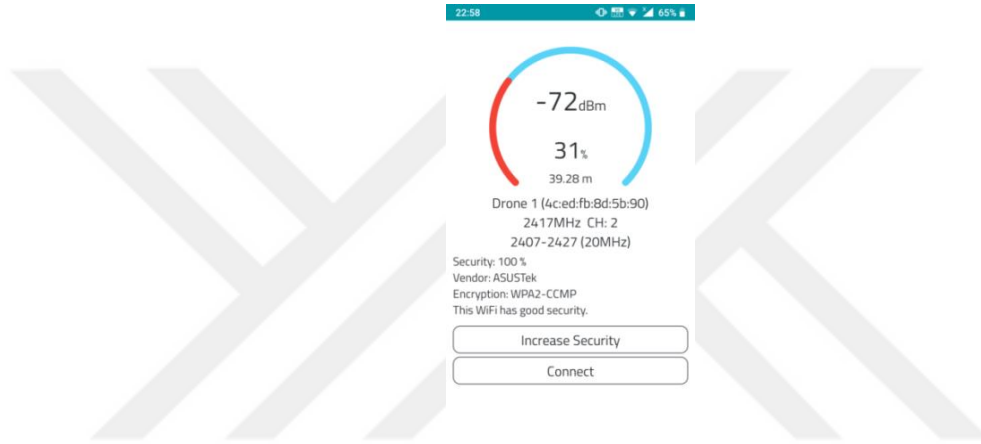
Deprem durumunu ele alındığında modellemedeki gibi deprem yaşanmış ve baz istasyonunun çökmüş olduğu bir senaryoda baz istasyonu çöktüğü için istenildiğinde arama yapılamaz ve yardım istenilemez duruma gelinmiştir. Böyle bir senaryoda aramalar iptal olmuşken WiFi çoğaltıcı drone ile müdahale edilebilir ve çevredeki ana kaynak modemlerden alınan sinyaller belirli aralıklarla konulacak dronelar sayesinde yükseltilecek o anda orada olan yardım ekibi personellerine güçlü sinyaller verilebilecektir. Güçlü sinyaller sayesinde telefon veya tablette yer alan diğer uygulamalardan ihtiyaç durumunda arama yapılabilir veya deprem yaşanmış bölgenin fotoğrafları çekilerek yardım ekibi personelleri bu fotoğrafları birbirlerine ya da ana merkeze gönderilebileceklerdir. Drone aktif edildikten sonra deprem ortamının fotoğraflanması sağlanabilecek hatta enkaz altında kalan kişi hareket edebiliyor ise göçük altındaki ortamın fotoğraflarını çekerek yardım isteyebilecektir. Bu sayede deprem boyutunun ne kadar büyük olduğu ne kadarlık bir alana etki ettiğinin tespiti yapılabilir ve ona göre yardım edecek kurum ya da kuruluşun araç sayısı ve çalışan sayısı belirlenmesi sağlanabilecektir. Bu senaryoda drone rolü düşünüldüğünde sel gibi bir afet durumunda ilk yardım sağlanabilir. Bu ilk yardım sayesinde çok sayıda can ve mal kurtarabilecek bir rol üstlendiği görülebilmektedir.

## 5.1. DRONE UÇURULMADAN ÖNCE ÖLÇÜLEN SİNYAL GÜÇLERİ

Drone aktif edildikten sonra belirlenen bölgede uçurulmuştur. Uçuş sırasında elde edilen verilere bu bölümde yer verilmiştir.

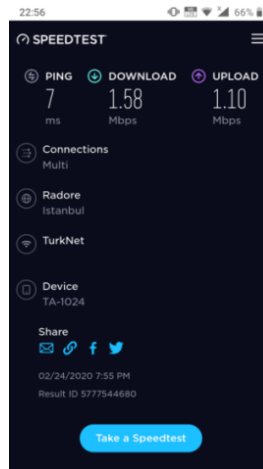
### 5.1.1 Telefon ile Yapılan Ölçüm Değerleri

Sinyal gücü cihazımız etkinleştirilmeden önce -72 dBm olarak ölçülmüştür. Ölçüm telefonumuza indirilen WiFi Meter uygulaması ile ölçülmüştür. Şekil 5.13'de elde edilen ölçümler yer almaktadır.



Şekil 5.13. WiFi çoğaltıcı açık değilken ölçülen mobil sinyal gücü.

İnternet download hızı 1.58 Mbps upload hızı ise 1.10 Mbps olarak ölçülmüştür. İnternet hızı telefonumuzdaki internet tarayıcısı ile speedtest'e bağlanılarak ölçülmüştür. Şekil 5.14'de elde edilen hız değerleri yer almaktadır.



Şekil 5.14. WiFi çoğaltıcı açık değilken ölçülen mobil internet gücü.

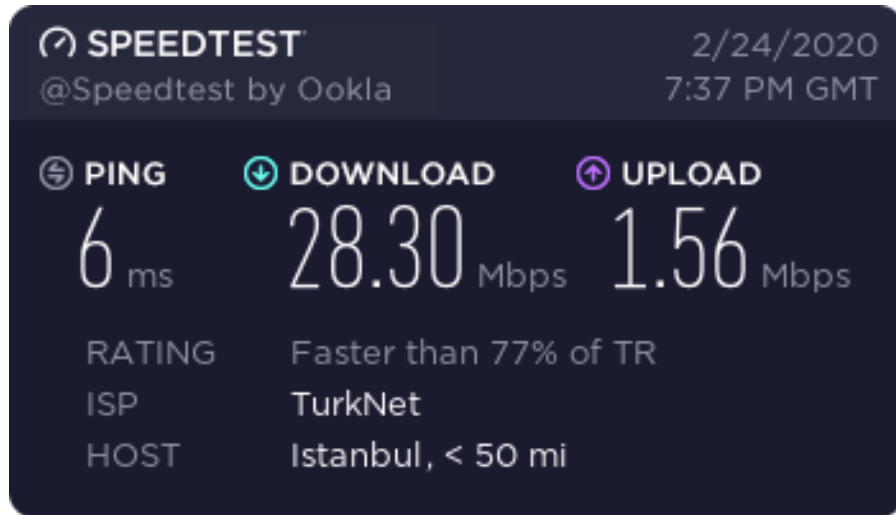
### 5.1.2. Bilgisayar ile Yapılan Ölçüm Değerleri

Bilgisayarda ölçülen sinyal gücü ise internetten indirilen WiFi Meter uygulaması ile ölçülmüştür. Ölçüm grafiği şekil 5.15’de yer almaktadır.



Şekil 5.15. WiFi çoğaltıcı açık değilken ölçülen bilgisayar sinyal gücü.

İnternet download hızı 28.30 Mbps upload hızı ise 1.56 Mbps olarak ölçülmüştür. İnternet hızı bilgisayarımızdaki internet tarayıcısı ile speedtest’e bağlanılarak ölçülmüştür. Şekil 5.16’da elde edilen hız değerleri yer almaktadır.



Şekil 5.16. WiFi çoğaltıcı açık değilken ölçülen bilgisayar internet gücü.

Ölçüm sonuçları aşağıdaki çizelgede listelenmiştir:

Çizelge 5.1. WiFi çoğaltıcı açık değilken ölçülen ortam parametre değerleri.

Parametre	Değer
Zaman dilimi uzunluğu	300 sn
Sinyal gücü	-72 dBm
Telefon internet download hızı	1.58 Mbps
Telefon internet upload hızı	1.10 Mbps
Telefon alıcı frekansı	2.4 GHz
Telefon verici frekansı	2.4 GHz
Bilgisayar internet download hızı	28.30 Mbps
Bilgisayar internet upload hızı	1.56 Mbps
Bilgisayar alıcı frekansı	2.4 GHz
Bilgisayar verici frekansı	2.4 GHz
Aktarım hızı	300 Mbps
Aktarım standardı	WiFi 802.11g
Uzaklık	35 m
Yükseklik	30-40 m
Dolaşım Mesafesi	85 m

## 5.2. DRONE UÇURULDUKTAN SONRA ÖLÇÜLEN SİNYAL GÜÇLERİ

Drone aktif edildikten sonra belirlenen bölgede uçurulmuştur. Uçuş sırasında elde edilen verilere bu bölümde yer verilmiştir.

### 5.2.1. Telefon ile Yapılan Ölçüm Değerleri

dBm sinyal gücü cihazımız etkinleştirildikten sonra -34 dBm olarak ölçülmüştür. Ölçüm telefonumuza indirilen WiFi Meter uygulaması ile ölçülmüştür. Şekil 5.17’de elde edilen ölçümler yer almaktadır.



Şekil 5.17. WiFi çoğaltıcı açıkken ölçülen mobil sinyal gücü.

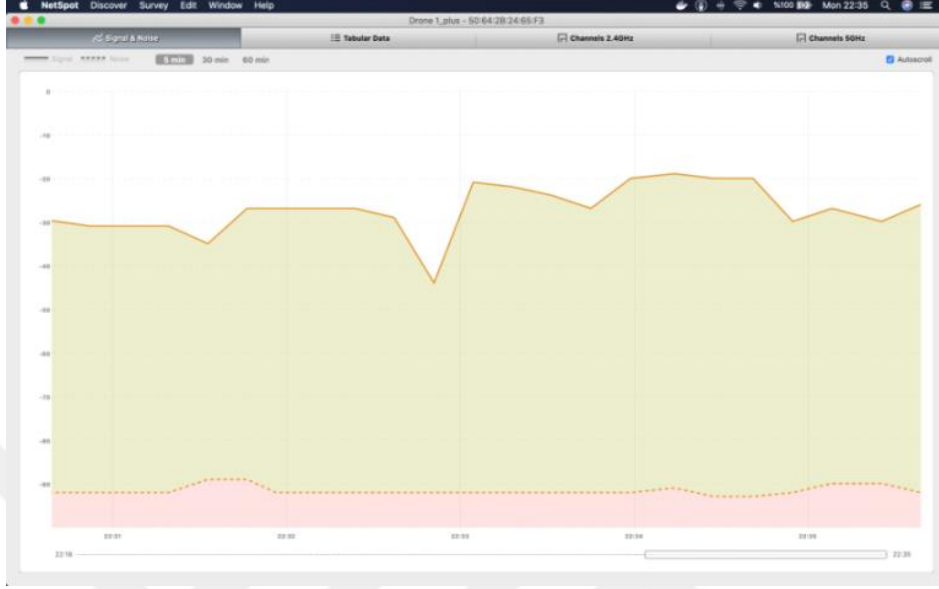
İnternet download hızı 23.13 Mbps upload hızı ise 3.63 Mbps olarak ölçülmüştür. İnternet hızı telefonumuzdaki internet tarayıcısı ile speedtest'e bağlanılarak ölçülmüştür. Şekil 518'de elde edilen hız değerleri yer almaktadır.



Şekil 5.18. WiFi çoğaltıcı açıkken ölçülen mobil internet gücü.

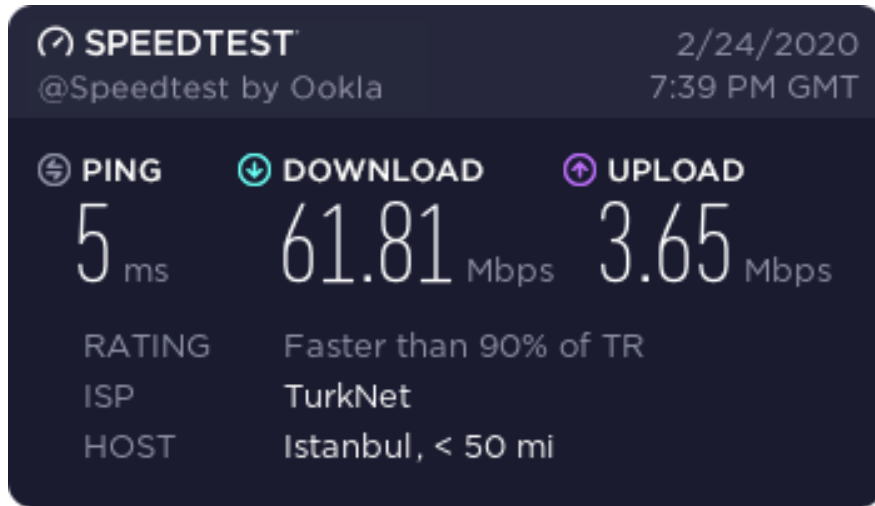
## 5.2.2. Bilgisayar ile Yapılan Ölçüm Değerleri

Bilgisayarda ölçülen sinyal gücü ise internetten indirilen WiFi Meter uygulaması ile ölçülmüştür. Ölçüm grafiği şekil 5.19'da yer almaktadır.



Şekil 5.19. WiFi çoğaltıcı açıkken ölçülen bilgisayar sinyal gücü.

İnternet download hızı 61.81 Mbps upload hızı ise 3.65 Mbps olarak ölçülmüştür. İnternet hızı bilgisayarımızdaki internet tarayıcısı ile speedtest'e bağlanılarak ölçülmüştür. Şekil 5.20'de elde edilen hız değerleri yer almaktadır.



Şekil 5.20. WFi çoğaltıcı açıkken ölçülen bilgisayar internet gücü.

Ölçüm sonuçları aşağıdaki çizelgede listelenmiştir:

Çizelge 5.2. WiFi çoğaltıcı açıkken ölçülen ortam parametre değerleri.

Parametre	Değer
Zaman dilimi uzunluğu	300 sn
Sinyal gücü	-34 dBm
Telefon internet download hızı	23.13 Mbps
Telefon internet upload hızı	3.63 Mbps
Telefon alıcı frekansı	2.4 GHz
Telefon verici frekansı	2.4 GHz
Bilgisayar internet download hızı	61.81 Mbps
Bilgisayar internet upload hızı	3.65 Mbps
Bilgisayar alıcı frekansı	2.4 GHz
Bilgisayar verici frekansı	2.4 GHz
Aktarım hızı	300 Mbps
Aktarım standardı	WiFi 802.11g
Uzaklık	35 m
Yükseklik	30-40 m
Dolaşım Mesafesi	85 m

### 5.3. ÇALIŞMA İÇİN HAZIRLANAN DRONE

Bu çalışmada sinyal gücü artışında daha iyi sonuçlar elde edilmesini sağlayan WiFi çoğaltıcı entegreli drone Şekil 5.21, 5.22 ve 5.23’de detaylı şekilde gösterilmektedir.



Şekil 5.21. WiFi çoğaltıcı entegreli drone.



Şekil 5.22. WiFi çoğaltıcı entegreli drone gözlüğü.



Şekil 5.23. WiFi çoğaltıcı entegreli drone kamerası.

## 6. TARTIŞMA

Bu araştırmada sonuç olarak afet durumları gibi alarm durumlarında oluşabilecek riskleri azaltmak için, drone destekli erişim noktası çalışması ile drone'nun bulunduğu ortamdaki sinyal ağları gclendirilmiştir. Sinyal ağı gücünde mobil cihazlarda 23, bilgisayarlarda ise 2 kat artış yakalanmıştır. Yapılan alışmada WiFi oğaltıcı adaptörün drone ile otonom bir şekilde taşınabildiği ve sinyal gücünün istenilen bölgelerde gclendirilebildiği görülmektedir. Çalışmanın sonuçları birçok literatür çalışmayla desteklenmektedir.

İletişime odaklanan dronelar, farklı eylem alanlarına WiFi ağlarını yerleştirmek için kullanılmıştır ve bu alandaki araştırmalar artmaktadır (Gupta, Jain ve Vaszkun, 2016; Song ve Huang, 2010). Dronelar genellikle ISM, IEEE-S ve IEEE-L bantlarında çalışır. Bu bantlarda da çalışan kablosuz cihazların çoğalması nedeniyle, Saleem, Mubashir ve Sherali (2015) spektrum kıtlığı problemini çözmenin bir yolu olarak Bilişsel Radyo teknolojisini drone iletişiminde kullanmayı önermişlerdir. Biomo, Kunz ve St-Hilaire (2014) araştırmalarında havadan geçici ağlarla yönlendirmeyi ele almışlardır. Yönlendirme nerileri belirlenen ortamda etkili görünmektedir, ancak yazarların da belirttiği gibi, performansı artırmak için iyileştirmelere ihtiyaç vardır. Drone ağları bunların yanı sıra, Gecikmeli Toleranslı Ağlar açısından da ele alınmıştır. Uchida, Kawamura, Ishida ve Shibata (2014) alışmalarında, gecikmeye toleranslı bir yönlendirme yaklaşımı kullanarak, kötü ağ koşulları altında, bir konumdan diğerine veri iletmek için, Otonom Uçuş Kablosuz Düğümünü tanıtmışlar ve bu araştırmanın sonuçlarına benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Diğer araştırma odağı ise uçuş planlamasıdır (Bekhti, Abdennebi, Achir ve Bousetta, 2016). Örneğin, Chi, Ming, Tseng, Kuo ve Liao (2012) drone'a bağlanmak için kamu kablosuz iletişim altyapılarından yararlanmayı önermişlerdir. Bunun yanı sıra çalışmalarında geniş bant bağlantısı sağlamak için drone kullanılarak çeşitli girişimleri de sunmuşlardır. Sae, Yunas ve Lempiainien (2016) de erişim noktası olarak drone kullanılarak tasarlanan geçici WiFi ağlarının kapsamını araştırmalarında incelemişlerdir. Yazarlar, kapsama alanını kuramsal olarak değerlendirmek için bilgisayar simülasyonunu kullanarak Dominant Path Tahmin Modeli adı verilen

deterministik bir radyo yayılım modeli uygulamışlardır. Ancak Sae vd. (2016) çalışmalarındaki deneysel sonuçların eksikliği, muhtemelen gerçek ölçümlerle eşleşmeyeceği için bir eksikliklerdir. Benzer şekilde, Hayat, Yanmaz ve Muzaffar (2016) çalışmalarında, WiFi ağlarında IEEE 802.11n ve 802.11ac standartlarının kullanımı hakkında sonuçlar sunulmuştur. Bu protokoller drone ve yer istasyonu arasındaki iletişim için kullanılmıştır. Çalışmada 50m rakımda uçan drone kullanılmıştır. Çalışmanın test sonuçları, bu araştırmada da olduğu gibi; IEEE 802.11n ile karşılaştırıldığında 802.11ac kullanılarak daha yüksek verim elde edilebileceğini ortaya koymuştur. Ancak kullanılan sürücüye bağlı olarak farklı performanslar elde edildiğinden, daha fazla deneysel araştırmaya ihtiyaç vardır. Literatür çalışmalarına bakıldığında Türkiye’de bu alanda yapılan çalışmaların yetersiz olduğu görülmektedir. Bu nedenle farklı cihazlarla farklı performans ölçümleri yapılması önerilmektedir.

## 7. SONUÇ

Bu çalışmada afet durumları için drone destekli erişim noktası amaçlanmıştır. Hedeflenen çalışma şeklinde ortama hareketli bir WiFi çoğaltıcı konumlandırılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda hareketli cisim olarak drone kullanılmasına karar verilmiştir. Proje kapsamında WiFi çoğaltıcı drone'a entegre edilmiş ve sahaya çıkabilir hale getirilmiştir. Bununla birlikte drone bulunduğu ortamda uçurulmadan önce gerekli ölçümler yapılmıştır. Ölçüm sonuçlarına göre; zaman dilimi uzunluğu 300sn, sinyal gücü -72dBm, telefon internet download hızı 1.58 Mbps, telefon internet upload hızı 1.10 Mbps, telefon alıcı frekansı 2.4 GHz, telefon verici frekansı 2.4 GHz, bilgisayar internet download hızı 28.30 Mbps, bilgisayar internet upload hızı 1.56 Mbps, bilgisayar alıcı frekansı 2.4 GHz, bilgisayar verici frekansı 2.4 GHz, aktarım hızı 300 Mbps, aktarım standardı WiFi 802.11 g, uzaklık 35 m, yükseklik 30-40 m ve dolaşım mesafesi 85 m'dir.

Ortam parametre değerleri elde edildikten sonra WiFi çoğaltıcı entegreli drone ortalama 5 dakika uçurulmuştur. Drone aynı ortamda 30-40 metre yükseklikte ana modeme 35 metre uzaklıkta ortalama 85 metre mesafelik bir alanda tekrar uçurulurken gerekli ölçümler yapılmıştır. Ölçüm sonuçlarına göre; zaman dilimi uzunluğu 300sn, sinyal gücü -34dBm, telefon internet download hızı 23.13 Mbps, telefon internet upload hızı 3.63 Mbps, telefon alıcı frekansı 2.4 GHz, telefon verici frekansı 2.4 GHz, bilgisayar internet download hızı 61.81 Mbps, bilgisayar internet upload hızı 3.65 Mbps, bilgisayar alıcı frekansı 2.4 GHz, bilgisayar verici frekansı 2.4 GHz, aktarım hızı 300 Mbps, aktarım standardı WiFi 802.11 g, uzaklık 35 m, yükseklik 30-40 m ve dolaşım mesafesi 85 m'dir.

Drone ortalama 5 dakika uçurulduktan sonra ölçülen parametre değerleri uçurulmadan önce ölçülen parametre değerleri ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda drone uçurulduktan sonra bilgisayar download hızı 61.81 Mbps'ye yükselerek yaklaşık olarak 2 kat sinyal artışı, telefonda download hızı 23.13 Mbps'ye yükselerek yaklaşık olarak 23 kat sinyal artışı sağlandığı görülmüştür. Önerilen çalışma şekli ele alındığında sabit frekanslarda bir bozulma görülmemiş ve sinyal gücünde artışlar yakalanarak daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Sonuç olarak WiFi çoğaltıcı entegreli drone sayesinde sinyal artışının sağlanmasından, afet durumları gibi acil olaylarda yer-yön ve hasar tespitinin daha etkili ve hızlı bir şekilde yapılabilceği anlaşılmaktadır. Bu çalışma, Türkiye’de gerçekleştirilebilecek farklı drone destekli çalışmalar için fikir oluşturmaı için önayak olacaktır.



## 8. KAYNAKLAR

- Abedin, S. F., Alam, M. G. R., Bairagi, A. K., Talukder, A. & Hong, C. S. (2016). UAV-assisted Intelligent Crowdsourcing in Natural Calamity. *İçinde 2016 International Symposium on Perception, Action, and Cognitive Systems* (ss. 52-53).
- Akakçe 2020, Xiaomi Mi Wifi Pro 300 Mbps Wifi Güçlendirici, 11 Nisan 2020 tarihinde erişildi, <<https://www.akakce.com/wifi-guclendirici/en-ucuz-xiaomi-mi-wifi-pro-300-mbps-fiyati,200620527.html>>
- Akbulut, A., Ilgin, H. A. & Efe, M. (2010). Adaptive bit rate video streaming through an RF/Free space optical laser link. *Radioengineering*, 19 (2), (271–277).
- Amazon 2020, Wishfive DYS FPV 5.8G Antenna 4dBi Mushroom Antenna RHCP TX RX SMA Male, 15 Nisan 2020 tarihinde erişildi, <[www.amazon.co.uk/Wishfive-DYS-5-8G-Antenna-Mushroom/dp/B01M1ERAP1](http://www.amazon.co.uk/Wishfive-DYS-5-8G-Antenna-Mushroom/dp/B01M1ERAP1)>
- Bangalkar, Y. V. & Kharad, S. M. (2015). An overview on search and rescue robots during earthquake and natural calamities. *IJISSET - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, 2(5), 1063-1068.
- Banggood 2020a, Racerstar BR2208 1400KV 2-4S Brushless Motor For RC Models, 15 Nisan 2020 tarihinde erişildi, <[tr.banggood.com/Racerstar-BR2212-1000KV-2-4S-Brushless-Motor-For-RC-Models-p-1083190.html?cur\\_warehouse=CN](http://tr.banggood.com/Racerstar-BR2212-1000KV-2-4S-Brushless-Motor-For-RC-Models-p-1083190.html?cur_warehouse=CN)>
- Banggood 2020b, DYS DS20A 20amp BLHeli\_S 2-4S ESC BB2 supports Dshot600 Dshot300 Dshot150 Oneshot42 for RC Drone FPV Racing, 20 Nisan 2020 tarihinde erişildi, <[tr.banggood.com/DYS-DS20A-20amp-BLHeli\\_S-2-4S-ESC-Supports-Dshot-For-High-KV-Motors-p-1128833.html?cur\\_warehouse=CN](http://tr.banggood.com/DYS-DS20A-20amp-BLHeli_S-2-4S-ESC-Supports-Dshot-For-High-KV-Motors-p-1128833.html?cur_warehouse=CN)>
- Banggood 2020c, Matek F405-STD BetaFlight STM32F405 Flight Controller Built-in OSD Inverter for RC Multirotor FPV Racing Drone, 12 Nisan 2020 tarihinde erişildi, <[https://tr.banggood.com/Matek-F405-STD-BetaFlight-STM32F405-Flight-Controller-Built-in-OSD-Inverter-for-RC-Multirotor-FPV-Racing-Drone-p-1141282.html?rmmds=search&cur\\_warehouse=CN](https://tr.banggood.com/Matek-F405-STD-BetaFlight-STM32F405-Flight-Controller-Built-in-OSD-Inverter-for-RC-Multirotor-FPV-Racing-Drone-p-1141282.html?rmmds=search&cur_warehouse=CN)>
- Banggood 2020d, Eachine TX526 5.8G 40CH 25MW / 200MW / 600MW Switchable AV Wireless FPV Transmitter RP-SMA Female, 13 Nisan 2020 tarihinde erişildi, <[https://tr.banggood.com/Eachine-TX526-5\\_8G-40CH-25MW200MW600MW-Switchable-AV-Wireless-FPV-Transmitter-RP-SMA-Female-p-1083642.html](https://tr.banggood.com/Eachine-TX526-5_8G-40CH-25MW200MW600MW-Switchable-AV-Wireless-FPV-Transmitter-RP-SMA-Female-p-1083642.html)>
- Banggood 2020e, Flysky i6X FS-i6X 2.4GHz 10CH AFHDS 2A RC Transmitter With X6B / IA6B / A8S Receiver for FPV RC Drone - i6X + X6B Mode 2 (Left Hand Throttle), 11 Nisan 2020 tarihinde erişildi, <[https://tr.banggood.com/Flysky-i6X-FS-i6X-2\\_4GHz-10CH-AFHDS-2A-RC-Transmitter-With-X6B-or-IA6B-or-A8S-Receiver-for-FPV-RC-Drone-p-1090406.html?rmmds=search&ID=53081742482&cur\\_warehouse=CN](https://tr.banggood.com/Flysky-i6X-FS-i6X-2_4GHz-10CH-AFHDS-2A-RC-Transmitter-With-X6B-or-IA6B-or-A8S-Receiver-for-FPV-RC-Drone-p-1090406.html?rmmds=search&ID=53081742482&cur_warehouse=CN)>
- Banggood 2020f, Eachine EV800 5 Inch 800x480 FPV Goggles 5.8G 40CH Raceband Auto Search Thing Battery, 16 Nisan 2020 tarihinde erişildi,

- <https://tr.banggood.com/Eachine-EV800-5-Inches-800x480-FPV-Goggles-5-8G-40CH-Raceband-Auto-Searching-Build-In-Battery-p-1053357.html>
- Banggood 2020g, Eachine TX03 NTSC Super Mini 0 / 25mW / 50mW / 200mW Switchable AIO 5.8G 72CH VTX 600TVL 1/3 KOS FPV Camera, 09 Nisan 2020 tarihinde erişildi, [https://tr.banggood.com/Eachine-TX03-NTSC-Super-Mini-0-or-25mW-or-50mW-or-200mW-Switchable-AIO-5-8G-72CH-VTX-600TVL-1-or-3-Cmos-FPV-Camera-p-1104884.html?rmmds=search&cur\\_warehouse=CN](https://tr.banggood.com/Eachine-TX03-NTSC-Super-Mini-0-or-25mW-or-50mW-or-200mW-Switchable-AIO-5-8G-72CH-VTX-600TVL-1-or-3-Cmos-FPV-Camera-p-1104884.html?rmmds=search&cur_warehouse=CN)
- Banggood 2020h, iMAX B6 Digital RC Lipo NiMH Battery Balance Charger, 10 Nisan 2020 tarihinde erişildi, <https://tr.banggood.com/Wholesale-IMAX-B6-Digital-RC-Lipo-NiMH-Battery-Balance-Charger-p-46220.html>
- Bekhti, M., Abdennebi, M., Achir, N. & Boussetta, K. (2016). Path Planning of Unmanned Aerial Vehicles with Terrestrial Wireless Network Planning. İçinde *Proceedings Wireless Days* (ss. 1–6).
- Biomo, J. M. M., Kunz, T. & St-Hilaire, M. (2014). Routing in Unmanned Aerial Ad Hoc Networks: A Recovery Strategy for Greedy Geographic Forwarding Failure. İçinde *Proceedings IEEE WCNC Mobile Wireless Networks* (ss. 2236–2241).
- Cavdur, F., Kose-Kucuk, M. & Sebatli, A. (2016). Allocation of temporary disaster response facilities under demand uncertainty: An earthquake case study. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 19, 159-166.
- Choi, S. C., Sung, N. M., Park, J. H., Ahn, Y. & Kim, J. (2017). Enabling drone as a service: onem2m-based uav/drone management system. *IoT Platform Research Center, Korea Electronics Technology Institute (KETI)*. 18-20.
- Değirmen, S., Çavdur, F. & Sebatlı, A. (2018). Afet Operasyonları Yönetiminde İnsansız Hava Araçlarının Kullanımı: Gözetleme Operasyonları için Planlama. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 23(4), 11-26.
- Eu, K.S., Yap, K. M., Tee, T. H., Lim, S. Y. & Chin, B. Y. (2013). Olfactory sensory system for odour plume sensing process by using quadrotor based flying sniffer robot. İçinde *International Conference on Robotics, Biomimetics, Intelligent Computational Systems*, (ss: 188–193).
- Eu, K. S., Yap, K. M. & Tee, T. H. (2013). An Airflow Analysis Study of Quadrotor Based Flying Sniffer Robot. *Advanced Development in Industry and Applied Mechanics*, 627, 246–250.
- F1Depo 2020, F330 Drone Gövdesi 330mm, 12 Nisan 2020 tarihinde erişildi <https://www.f1depo.com/urun/f330-drone-govdesi-330mm>
- Github, 2020a, BLHeliSuite motor güç ayar ekranı. 17 Nisan 2020 tarihinde erişildi <https://github.com/bitdump/BLHeli>
- Github 2020b, INAV – Yapılandırıcı. 12 Nisan 2020 tarihinde erişildi, <https://github.com/iNavFlight/inav/wiki>
- Gupta, L. Jain, R. & Vaszkun, G. (2016). Survey of important issues in UAV communication Networks. *IEEE Communications Survey Tutorials*, 18(2), 1123-1152.

- Hayat, S., Yanmaz, E. & Muzaffar, R. (2016). Survey on unmanned aerial vehicle networks for civil applications: a communications viewpoint, İçinde *IEEE Communications Survey Tutorials* (ss. 2624-2661).
- Kang, M. S., Park, S., Lee, H. G., Won, D. H. & Kim, T. J. (2005). Development of a Hovering Robot System for Calamity Observation, *KINTEX*, June 2-5.
- Keane, J. F., & Carr, S. S. (2013). A brief history of early unmanned aircraft. *Johns Hopkins APL Technical Digest*, 32(3), 558-571.
- Liu, H., Wang, W., He, Z., Tong, Q., Wang, X., Yu, W. & Lv, M. (2015). The Design of Air-space Integrative Calamity Information Analysis and Rescue System. İçinde *The 5th Annual IEEE International Conference on Cyber Technology in Automation, Control and Intelligent Systems June 8-12*.
- Luo, C., Miao, W., Ullah, H., McClean, S., Parr, G. & Min, G. (2019). Unmanned Aerial Vehicles for Disaster Management. İçinde *T. S. Durrani, W Wang & Forbes, Shelia M Forbes (eds), Geological Disaster Monitoring Based on Sensor Networks*, (ss. 83-107), Springer Natural Hazards.
- Murthy, M. D. P. (2015). 'Design Of A Quadcopter for Search and Rescue Operation in Natural Calamities'. Master Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Bachelor in Technology in Industrial Design.
- n11 2020, A2212 1400KV Fırçasız Motor + 2x Pervane, 17 Nisan 2020 tarihinde erişildi <<https://urun.n11.com/multikopter/a2212-1400kv-fircasiz-motor-2x-pervane-P386529881>>
- Oscarliang 2020, Hexacopter – 6-Motor Multirotor, 17 Nisan 2020 tarihinde erişildi <<https://oscarliang.com/types-of-multicopter/>>
- Oyuncakhobi 2020, Full Power Profuse 11,1V Lipo Batarya 4000mAh 25C Lipo Batarya, 11 Nisan 2020 tarihinde erişildi, <<https://www.oyuncakhobi.com/urun/full-power-profuse-11-1v-lipo-batarya-4000mah-25c-lipo-batarya>>
- Restas, A. (2015). Drone Applications for Supporting Disaster Management. *World Journal of Engineering and Technology*. 3, 316-321.
- Restas, A. (2018). Water Related Disaster Management Supported by Drone Applications. *World Journal of Engineering and Technology*. 6, 116-126.
- Rivoirard, L., Wahl, M., Sondi, P., Berbineau, M. & Gruyer, D. (2018). Chain-Branch-Leaf: A clustering scheme for vehicular networks using only V2V communications. *Ad Hoc Networks*. 68, 70–84.
- Roboshop 2020a, 3s 5200mah 30C Lipo Batarya 11.1V Pil. 09 Nisan 2020 tarihinde erişildi, <<https://www.roboshop.com.tr/3s-5200mah-30c-lipo-batarya-pil>>
- Roboshop 2020b, 40A ESC 2-4S Simonk Brushless (Fırçasız) Motor Sürücü, 12 Nisan 2020 tarihinde erişildi, <<https://www.roboshop.com.tr/40a-brushless-esc>>
- Sae, J., Yunas, S. F. & Lempiainen, J. (2016). Coverage Aspects of Temporary LAP Network. İçinde *Processus 12th Annual Conference Wireless On-demand Network System Servis* (ss. 1-4).

- Saleem, Y., Mubashir, H. R. & Sherali, Z. (2015). Intregation of Cognitive Radio Technology with unmanned aerial vehicles: issues, opportunities, and future research challenges, *Journal of Computer and Applications*. 50, 15–31.
- Sharma, V., Srinivasan, K., Chao, H. C., Hua, K. L. & Cheng, W. H. (2017). Intelligent deployment of UAVs in 5G heterogeneous communication environment for improved coverage. *Journal of Network and Computer Applications*. 85, 94–105.
- Sohail, M. F., Leow, C. Y. & Won, S. H. (2018). Non-Orthogonal multiple access for unmanned aerial vehicle assisted communication. *IEEE Access*. 1-12.
- Song, L. & Huang, T. (2010). A summary of key technologies of ad hoc networks with UAV node. İçinde *International Conference on Intelligent Computing and Integrated Systems* (ss. 944–949).
- Chi, T., Ming, Y. Tseng, A., Kuo, S. ve Liao, C. (2012). Civil UAV Path Planning Algorithm for Considering Connection with Cellular Data Network, İçinde *Processus IEEE 12th International Conference Computer Information Technology* (ss. 327–331).
- Tuna, G., Nefzi, B. & Conte, G. (2014). Unmanned aerial vehicle-aided communications system for disaster recovery. *Journal of Network and Computer Applications*. 41, 27–36.
- Uchida, N., Kawamura, N., Ishida, T. & Shibata, Y. (2014). Proposal of Seeking Wireless Station by Flight Drones base don Delay Tolerant Networks. İçinde *Processus 9th International Conference Broadband Wireless Computer Communication Applications* (ss. 401–405).
- Vinogradov, E., Sallouha, H., De Bast, S. Azari, M. M. & Pollin, S. (2019). Tutorial on UAVs: A Blue Sky View on Wireless Communication. *Tutorial on Uavs: A Blue Sky View On Wireless Communication*. 1-42.
- Wilson Amplifiers, 2019. [What is dBm and How Does it Affect Your Cell Signal?](https://www.wilsonamplifiers.com/blog/what-is-dbm-and-how-does-it-affect-your-cell-signal/) 13 Nisan 2020 tarihinde erişildi <<https://www.wilsonamplifiers.com/blog/what-is-dbm-and-how-does-it-affect-your-cell-signal/>>

# ÖZGEÇMİŞ

## KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Noyan TANRIVER  
Doğum Tarihi ve Yeri : 16.03.1995 / Kocaeli  
Yabancı Dili : İngilizce  
E-posta : noyantanriver@gmail.com

## ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y.Lisans	Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Müh.	Düzce Üniversitesi	2018-2020
Lisans	Bilgisayar Mühendisliği	Düzce Üniversitesi	2014-2018
Lise	Matematik-Fen	Vehbi Koç Vakfı Lisesi	2009-2013