

# TEKNOFEST

## HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

### İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI

#### PROJE DETAY RAPORU

**PROJE KATEGORİSİ:** AFET YÖNETİMİ

**PROJE ADI:** İTFAİYE HAVA ARACI

**TAKIM ADI:** VEFA HAVACILIK

**Başvuru ID:** #62306

**TAKIM SEVİYESİ:** Üniversite-Mezun

## İçindekiler

	Sayfa
1. Proje Özeti (Proje Tanımı)	3
2. Problem/Sorun	3
3. Çözüm	4
4. Yöntem	5
4.1. Aerodinamik - Mekanik ve Yapısal Özellikler ile Üretim	5
4.2. İtki ve Performans Hesapları	6
4.3. Test ve Uçuş Videoları	7
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü	7
6. Uygulanabilirlik	7
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması	8
7.1. Maliyet Planlaması	8
7.2. İş Akış Çizelgesi	9
8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)	9
9. Riskler	9
10. Kaynaklar	10
11. Prototip Görselleri	10

## 1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Günümüzde artan nüfus ve elektronik cihazların kullanımı ile birlikte yangın vakaları da artmaktadır. Buna karşın çarpık kentleşme, dikey mimarileşme ve yönetmeliklere uygun olmayan yapılar yüzünden artan yangın vakalarına müdahaleyi zorlaştırmaktadır. Projemizin amacı günümüz itfaiyesinin en büyük problemlerinden olan yüksek yapılara, itfaiye aracının yaklaşmadığı yapıları ve tehlikeli yangınlara dışarıdan müdahale etme sorununa çözüm üretmektir. Projemiz yangına müdahale etme kabiliyetine sahip olan bir insansız hava aracıdır. Üretimine çoktan başlamış olduğumuz bu İHA'yı itfaiye aracına entegre ederek itfaiye aracındaki yangın köpüğü, araca bağlı olan hortum vasıtasıyla İHA'ya taşıdıktan sonra hava aracımız yangın söndürme görevini yerine getirmesi planlanmaktadır. Hava aracımız görev isterleri bakımından yüksek ağırlıkta faydalı yük kapasitesi ve canlı görüntü aktarımı kabiliyetlerine sahip olmalıdır. Aracımız 18 kg maksimum kalkış ağırlığına sahip olacaktır. Görev icra ederken gerekli analizlerin ve olay yeri incelemesinin yapılması için de canlı görüntü aktarım yeteneğine de sahip olacaktır.

## 2. Problem/Sorun

Yangınlarda can ve mal kayıpları meydana gelmektedir. Yangınların neden olduğu bu kayıplar ülkemizde yüksek sayılarda meydana gelmektedir. Ülkemizdeki yaygın olan çarpık kentleşmeden dolayı çoğu zaman itfaiye araçları yangın bölgesine merdiven uzatamamaktadır. Yüksek katlı binalar için ise itfaiye merdivenin boyu yetersiz kalmaktadır.

Müdahalesi en zor yangın türlerinden olan çatı yangınlarına mevcut sistem ile müdahale güç olmaktadır.

Yangına müdahale sırasında özellikle patlama riskinin olduğu yangınlarda itfaiye erinin can güvenliği tehlikeye girebilmektedir. Bu durumda can kaybı ve yaralanma gibi üzücü hadiseler yaşandığı gibi yangına müdahale edilemediği durumlar da yaşanmaktadır. İtfaiye erinin yangına müdahale etme şartını ortadan kaldıran hava aracı bu sorunlara çözüm üretmektedir.

Yangına müdahale için itfaiye aracına bağlı olan ve hidrolik sistem ile kaldırılan merdiven ile yapıların ancak bir cephesine müdahale mümkündür. Müdahale sırasında da merdivenin konumunun değişimi hantal kalmakta ve zaman kaybına neden olmaktadır. Yaşanan bu zorlukların tam aksine hava aracının müdahale sırasında kolaylıkla cephe değiştirebilmesi ve atik bir şekilde arzu edilen konumdan müdahale gerçekleştirebilmesi hedeflenmektedir.

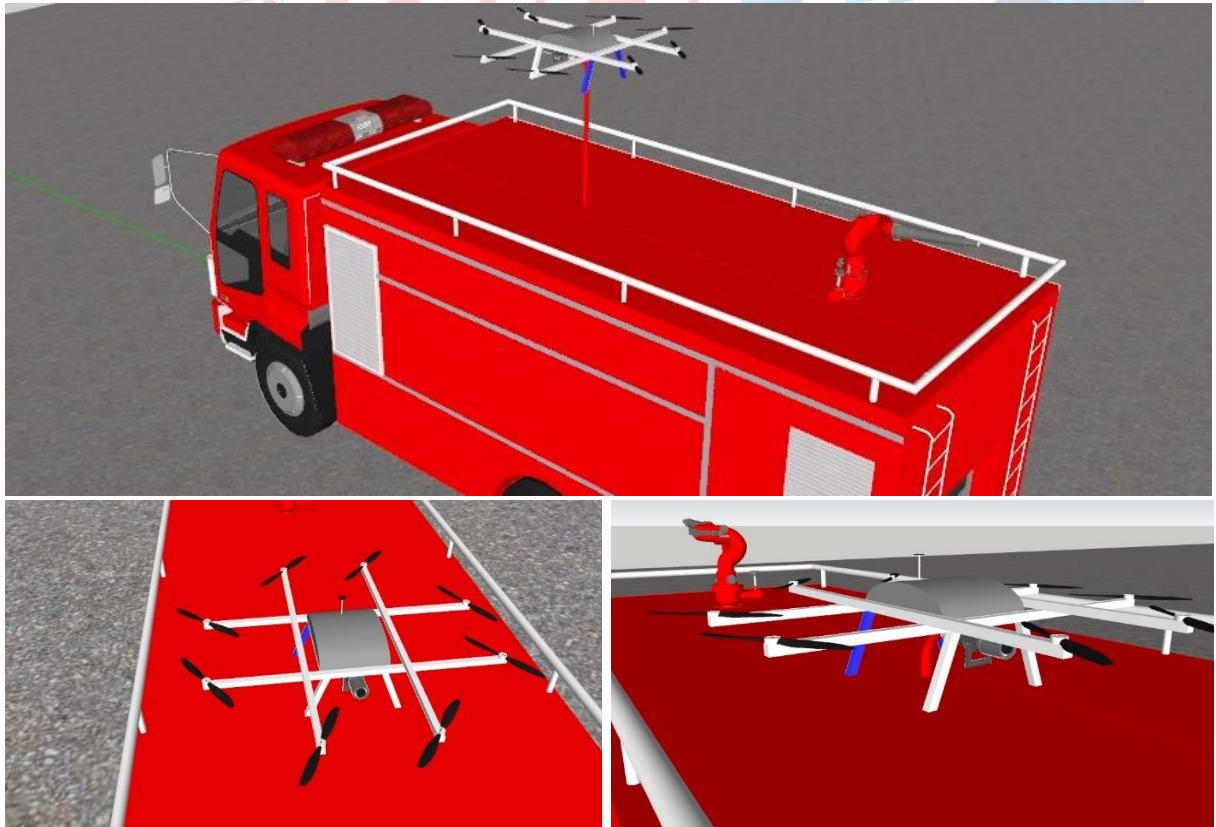






### 3. Çözüm

Yangın anında hızlı bir şekilde yangını önlemek için getirdiğimiz çözüm önerisi itfaiye aracına entegre olmuş ve yangına müdahale edebilen bir insansız hava aracıdır. Bir yangın hortumu vasıtasıyla herhangi bir itfaiye aracına bağlanabilen hava aracımız, itfaiye aracının kompresöründen basınçlı olarak püskürtülen yangın köpüğünü istenilen tarafa püskürtebilecektir. Hava aracımız mobil bir itfaiye aracının boyutlarına göre tasarlanmıştır. Bu sayede İHA, itfaiye aracının üzerinde taşınarak yangın mahaline hızlıca intikal ettirilebilecektir. İtfaiye aracının yaklaştığı, yatay mimariden dolayı itfaiye merdiveninin kullanılmadığı ve itfaiye merdiveninin yetişmediği yüksek yapıların olduğu yangın mahallerinde kurulumu hızlıca yapılan hava aracımız derhal yangına müdahale edebilecektir. Üzerindeki Kameralar ve sıcaklık sensörleri sayesinde hava aracını kullanan itfaiye eri yönlendirilebilecek ve hava aracı daha efektif kullanılacaktır. Hava aracımız güçlü motorları sayesinde yaklaşık 90 metre yüksekliğe kadar çıkarak yangın söndürme görevini icra edebilecektir.





#### 4. Yöntem

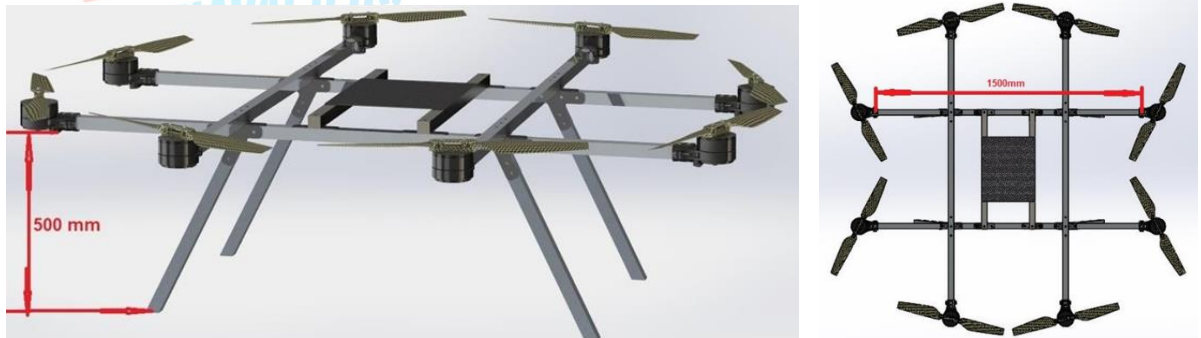
##### 4.1. Aerodinamik - Mekanik ve Yapısal Özellikler ile Üretim

Hava aracımız modüler bir tasarım amacıyla basitlik ilkesi göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır. Kurulum konusunda oldukça basit tasarlanan hava aracımız kısa süre içinde kullanıma hazır olabilecektir.

Aracımızın motor ve motor kolu sayısı seçiminde bazı kıstaslar yapılarak aşağıdaki karşılaştırma tablosu oluşturulmuştur. Bu tabloda stabilite, verim, fiyat, kontrol yeteneği, güvenlik ve hava aracının kapladığı hacim özellikleri karşılaştırılarak bizim için en uygun seçimin 8 kollu oktokopter olacağı saptanmıştır. Yapılan puanlama 1 düşük, 2 iyi, 3 pekiyi temsil edecek şekilde yapılmıştır.

	HEXACOPTER	X8 OCTOCOPTER	OCTOCOPTER
STABİLİTE	2	2	3
VERİM	2	1	3
FİYAT	3	2	1
KONTROL YETENEĞİ	2	3	3
GÜVENLİK	2	1	3
HACİM	2	3	1
<b>TOPLAM</b>	<b><u>13</u></b>	<b><u>12</u></b>	<b><u>14</u></b>

Puanlama sonucunda yapılan 8 kollu oktokopter tasarımında alüminyum kutu profiller kullanılmıştır. Burada kompozit profiller kullanılması mukavemet ve ağırlık açısından daha faydalı olabilirdi lakin maliyet göz önünde bulundurularak alüminyum malzemede karar kılınmıştır. Aşağıda oktokopter ön tasarımı ve geometrik boyutlandırılması verilmiştir.



Hava aracımızın paralel motorlar arası dingil mesafesi 1500 mm, yerden yüksekliği yani iniş takımının yüksekliği ise 500 mm seçilmiştir. Aracın tasarımında Solidworks 3D çizim programı kullanılmış olup aynı programla tasarıma devam edilecektir. Aracımızın gövdesi şuanki haliyle özgün tasarım olarak tasarlanmıştır. Hava aracı tasarımında gövdeye ek olarak motor ve pervanelerde mekanik sistem olarak değerlendirilmektedir. Motor ve pervaneler itki ve performans başlığı altında incelenecektir.

Aracın maruz kaldığı yüklerdeki dayanımını ölçmek için yapısal analizler yapılacaktır. Bu analizlerin Ansys programı üzerinden yapılması planlanmaktadır. Gerek görülmesi halinde akış analizi yapılacak olup bu analiz de Ansys CFD kullanılarak yapılacaktır.

#### 4.2. İtki ve Performans Hesapları

Yapmayı planladığımız İHA'nın ağırlığı, İHA'nın yerden yüksekliğine bağlı olarak değişmektedir. Bunun nedeni İHA'nın yangına müdahale ettiği sırada püskürttüğü köpüğü ve gücünü yerden almasıdır.

İHA'nın yerdeki toplam sabit kalkış ağırlığı: **17,946 kg**

İrtifaya bağlı ağırlıklar:

- Yangın hortumu - 340 gram/metre
- Yangın söndürme köpüğü - 12 gram/metre

İrtifaya bağlı metre başına toplam ağırlık: **0,352 kg/metre**

İHA'ya 10 metrede toplam binen yükün ağırlığı: **21,466 kg**

İHA'ya 25 metrede toplam binen yükün ağırlığı: **24,986 kg**

#### İtki Sistemi:

Yapmayı planladığımız İHA'da kullanacağımız itki sisteminde motor, esc ve pervane üçlüsü hazır halde satılmaktadır. Bu hazır kiti seçmemizin sebepleri şöyledir:

- Motor, esc, pervane aynı üretici tarafından üretilip beraber satıldığı için bu üçlünün fiyatı çok daha ucuza gelmektedir.
- Motor ve esc IPX7 su geçirmezlik sertifikasına sahiptir. İHA'nın görevi gereği sıvı teması ihtimalinin yüksek olduğu düşünülürse bu sertifikanın olmasının önemi büyüktür.
- Esc motorun altında bitişik şekilde üretildiği için şase üzerinde yer kaplamamaktadır.



Hobbywing X6 Pro  
DC motor-esc-pervane seti

Seçmiş olduğumuz motor, üreticinin bizimle paylaştığı verilere göre 48 voltta 23\*8.8 inch pervane ile %100 gazda 56.8 Amper çekmekte ve 11910 gram itki değeri vermektedir. Buna göre 8 motor ile toplamda 95,2 kg itki elde edilebilmektedir. Bu itki değerleri ışığında İtki/ağırlık değerleri şöyledir:

- Kalkışta itki/ağırlık: 5,30
- 10 metrede itki/ağırlık: 4,43
- 25 metrede itki/ağırlık: 3,81

İtki/ağırlık değerleri, tavsiye edilen değer olan 2'nin çok daha üstünde tutulmaya çalışılmıştır. Bunun sebebi şudur: İHA'nın yangın söndürme görevi sırasında püskürteceği köpük, İHA üzerinde tepki kuvveti oluşturacaktır. İHA, hem bu tepki kuvvetini egale edebilmeli hem de olumsuz hava şartlarında dengeli bir uçuş sergileyebilmelidir. İHA'nın bu yüksek performansı gösterebilmesi için itki/ağırlık değeri yüksek olmalıdır.



Tasarlamış olduğumuz İHA'nın seyir hızı, taşıma performansı, sürüklenme gibi diğer uçuş performans parametreleri aşağıdaki görselde ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

<b>Motor @ Maks.</b>		<b>Motor @ Uçuş</b>		<b>Toplam Sürücü</b>		<b>Dikuçar</b>	
Akım:	56.8 A	Akım:	7.38 A	Sürücü Ağırlığı:	8116 g	Toplam Ağırlık:	17946 g
Gerilim:	41.83 V	Gerilim:	46.25 V	İtki-Ağırlık:	5.3 : 1	İlave Faydalı Yük:	633 oz
Devir*:	5800 dev/dak	Devir*:	2662 dev/dak	Akım @ Uçuş:	59.06 A	1333.8 oz	
Elektriksel Güç:	2376.2 W	Hızlanma (logaritmik):	26 %	P(giriş) @ Uçuş:	2779.6 W	Maks. Yatış:	45 °
Mekanik Güç:	2101.5 W	Hızlanma (doğrusal):	40 %	P(çıkış) @ Uçuş:	2307.2 W	Maks. Hız:	66 km/h
Güç-Ağırlık:	1059.3 W/kg	Elektriksel Güç:	341.5 W	verim @ Uçuş:	83.0 %		41 mph
	480.5 W/lb	Mekanik Güç:	288.4 W	Akım @ Maks.:	454.4 A	Tahmini Aralık:	- m
Verim:	88.4 %	Güç-Ağırlık:	154.9 W/kg	P(giriş) @ Maks.:	22090.4 W		- mil
Tahmini Sıcaklık:	60 °C		70.3 W/lb	P(çıkış) @ Maks.:	16899.1 W	Tahmini tırmanma oranı:	12.7 m/s
	140 °F	Verim:	84.5 %	Verim @ Maks.:	76.5 %		2500 ft/min
		Tahmini Sıcaklık:	32 °C			Toplam disk Alanı:	214.44 dm <sup>2</sup>
			90 °F				3323.82 in <sup>2</sup>
<b>Wattmetre</b>		İtki:	6.57 g/W			Rotor başarısızlığı ile:	
Akım:	454.4 A		0.23 oz/W				
Gerilim:	42.04 V						
Güç:	19105.2 W						

### 4.3. Test ve Uçuş Videoları

İlk prototipimiz üretilmiş ve bazı testler yapılmıştır. Motor itki testi ve ilk uçuşumuz kayıt altına alınmış ve youtube platformuna liste dışı olarak yüklenmiştir.

Motor İtki Testi İçin: <https://youtu.be/30zyHMrE6e0>

İlk Prototip İlk Uçuş Videosu İçin: <https://youtu.be/Gm8Wp2G-3go>

## 5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Hali hazırda ülkemizin insansız hava araçları teknolojisinde yangın söndürme gibi operasyonel bir görevde kullanımı henüz mevcut değildir. Mevcut durumda ülkemizde kablolu insansız hava araçlarını gözetleme, kontrol ve kriz yönetimi gibi amaçlarda ile üreten kuruluşlar vardır. Bunun yanı sıra Ar-Ge ve Ür-Ge noktasında da yangın söndürme kabiliyeti kazandırılmış insansız hava aracı için henüz ulusal çapta bir çalışma bulunmamaktadır. Alışılmışın dışında olan bu alanda hava aracı görev icra edecektir.

Projemizin gerçekleştirilmesi durumunda ileriki bir hedefimiz olan diğer yenilik ise güç besleme yöntemidir. Hava aracının güç beslemesini kablo yardımı ile yerden yapmak için çalışmalar devam etmektedir. Bu hedef doğrultusunda DC/DC dönüştürücülerin tasarımı ve gerekli gücün beslenmesi gibi birçok yenilik bu çalışmayı zorlaştırmaktadır. Çalışma başarılı olursa sınırsız uçuş süresi özelliğine sahip olacak hava aracı, yangına müdahale de önemli bir yetkinliğe sahip olacaktır. Hava aracının dışarıdan güç beslenmesinde yaşanacak olumsuzluklar için üzerinde taşıdığı ve anında devriye alacağı yedek batarya da bulunacaktır. Yedek bataryanın kapasitesi güvenli iniş yapılabilecek uçuş süresini sağlayabilecek kapasitede olacaktır.

## 6. Uygulanabilirlik

Projemiz gerekli araştırma ve geliştirme çalışmalarını yapıldıktan sonra seri üretime geçirilebilecek ve ticari bir ürün haline getirilebilecek bir projedir. Bünyesinde İHA kullanmasını bilen veya İHA pilotluğu eğitimi aldırıldığı itfaiye eri barındıran itfaiye şubeleri ticarileşmiş projemizi satın alabilir ve kullanabilirler. Daha yüksek merdiven satın almak için harcanan meblalar ve yukarıda bahsettiğimiz tipik sorunlardan dolayı yaşanan can ve mal kayıpları hesaba katılırsa projemizin piyasasının açık olduğu ve böyle bir projenin uygulanabilirliğinin yüksek olduğu açık bir şekilde görülebilmektedir.

## 7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

### 7.1. Maliyet Planlaması

NO	PARÇA ADI	ADET	BİRİM FİYAT	TOPLAM FİYAT
1	İtki sistemi (motor+esc+pervane)	8	1200 TL	9600 TL
2	12S Lipo batarya 30000mah 25C	1	4500 TL	4500 TL
3	Şase	1	300 TL	300 TL
4	İniş takımı	1	150 TL	150 TL
5	Gövde kapağı	1	20 TL	20 TL
6	Pixhawk	1	1500 TL	1500 TL
7	GPS modülü	1	300 TL	300 TL
8	Yangın Hortumu 50 metre	1	250 TL	250 TL
9	Köpük püskürtme borusu	1	70 TL	70 TL
10	Telemetri	1	400 TL	400 TL
11	Güç dağıtım Kartı	1	260 TL	260 TL
12	Şok emici damper	1	15 TL	15 TL
13	Konnektör ve kablolar	-	-	100 TL
14	Kumanda ve Alıcısı	1	630 TL	630 TL
15	Devre kesici	1	50 TL	50 TL
Projenin toplam tahmini maaliyeti: <b>18145 TL</b>				

Hava aracının tasarımında, donanım ve malzeme seçiminde değerlendirme kriterlerinden bir tanesi de ekonomiktir. Fayda-değer analizi ile yapılacak seçimler ekonomiklik kriterinin etki şiddeti ürüne göre değişiklik gösterse de yüksek değerde alınacaktır. Diğer taraftan özgün tasarım yapılırken basit tasarım yapma kaygısı taşınmaktadır. Hem üretimi hem de toplam maliyeti azaltacak olan basit tasarımlar tercih sebebi olacaktır. Bunun yansısı maliyeti düşürmek adına şu çalışmalar yapılmıştır:

1. İtki sistemi yani motor, esc ve pervane üçlüsü ayrı ayrı satın almak yerine set halinde alınmıştır.
2. Şase ve iniş takımı tasarlanırken ağırlıktan feragat edilerek karbon fiber yerine alüminyum malzeme kullanılmıştır.
3. Gövde kapağı satın almak yerine 3D yazıcıdan çıkartılmıştır.



## 7.2. İş Akış Çizelgesi

	Görev Adı	Süre	Mart			Nisan			Mayıs			Haziran			Temmuz			Ağustos				
			1.Mar	10.Mar	20.Mar	1.Nis	10.Nis	20.Nis	1.May	10.May	20.May	1.Haz	10.Haz	20.Haz	1.Tem	10.Tem	20.Tem	1.Ağu	10.Ağu	20.Ağu		
1	Literatür Araştırması	30g	[Gantt Bar]																			
2	Kavramsal Tasarım	8g		[Gantt Bar]																		Planlanan
3	Ön tasarım Raporu Yazımı	10g		[Gantt Bar]																		Gerçekleşen
4	Mekanik Tasarım Malzeme Seçimi	18g		[Gantt Bar]																		
5	Elektronik Tasarım Malzeme Seçimi	20g		[Gantt Bar]																		
6	Detaylı Tasarım	50g		[Gantt Bar]																		
7	Tasarım Düzeltmeleri	15g							[Gantt Bar]													
8	Gerekli Malzemelerin Tedariki	15g								[Gantt Bar]												
9	Üretim ve Mekanik Entegrasyon	12g									[Gantt Bar]											
10	Yangın Köpüğü Fırlatma Sistemi Tasarımı	5g										[Gantt Bar]										
11	Yangın Köpüğü Fırlatma Sistemi Üretimi	3g											[Gantt Bar]									
12	İlk Prototip Üretimi	16g											[Gantt Bar]									
13	Proje Değerlendirme Raporu Yazımı	10g												[Gantt Bar]								
14	İlki Testleri	2g													[Gantt Bar]							
15	Köpük Fırlatma Sistemi Testleri	1g														[Gantt Bar]						
16	Mekanik Sağlamlık Testleri	1g															[Gantt Bar]					
17	Batarya Testleri	3g																[Gantt Bar]				
18	Uçuş Testleri	3g																	[Gantt Bar]			
19	Tasarım Güncellemeleri	20g																		[Gantt Bar]		
20	Nihai İHA Üretimi	15g																			[Gantt Bar]	
21	Uçuş Testleri	10g																				[Gantt Bar]
22	Yangın Söndürme Testi	15g																				[Gantt Bar]

## 8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar)

Ana hedef kitlemiz itfaiye erleri ve itfaiye şubeleridir. Bunun yanı sıra projemiz, daha önceden bahsettiğimiz sebeplerden ötürü itfaiyenin müdahale etmekte gecikeceği veya zorlanacağı yangınlarda potansiyel zarar görebilecek bütün insanlar için fayda sağlayacak bir projedir.

## 9. Riskler

Dronumuzun çalışma ortamı olan yangın alanlarında oluşabilecek bazı durumlar mevcuttur. Bu durumlar şunlardır;

- Kameranın görüş alanının kapanması/kısıtlanması (kül veya kil yapışması),
- Dronun sıcaklığa yakın çalıştığı için montaj bölgelerinden ısınma olma ihtimali,
- Wi-fi sinyalinin kesilmesi,
- Yüksek sıcaklıktan kaynaklı olarak pilin hızla tükenmesi.
- İtfaiye borusunun kopması/yerinden çıkması,
- Kir ya da yanıcı olmayan toz

Bu problemlere önlem olarak şunlar sıralanabilir;

- Kameranın tasarımsal olarak görüş alanının kısıtlanmayacağı bir yere konumlandırılması,
- Devre elemanları çalışmak için güç çekerken hassas çalışma aralığında bulunan elemanlar akıma ve sıcaklığa bağlı olarak ısınma yaşayacaktır. Bu nedenle dronun çalışma durumunda devre elemanlarının ısınıp ömürlerinin kısılması ve olası patlama durumunun engellenmesi amacıyla kullanılan batarya türü lityum polimer, devre elemanları ise akım değerine uygun olarak seçilmiş ve üstü sıcaklığa dayanıklı olacak şekilde kapalı olması,
- Pil doluluk seviyesinin belli bir seviyeye düşmesinde ve wi-fi bağlantısının kesilmesi durumunda başladığı noktaya geri gelmesi
- Dron kullanılmadan önce bağlantı elemanlarının kontrol edilmesi,
- Kir, toz ve küllerin devre elemanlarına zarar vermesini engellemek için devre elemanlarının üstü kapatılmış olması

		ETKİ →		
		Hafif	Orta Derece	Ciddi
O L A S I L I K ↓	Çok Küçük			Hortum bağlantı aparatının çıkması
	Küçük		Pilin hızlı tükenmesi	Dronun insana teması
	Orta Derece	Kameranın önünün kapanması	Wi-fi sinyalinin kesilmesi	Etkin rüzgarda kontrol kaybı
	Yüksek			

## 10. Kaynaklar

1. Aliverti, P., & Maietta, A. (2015). Make: the maker's manual: a practical guide to the new industrial revolution. Sebastopol, CA: Maker Media, Inc.
2. Make: join the drone revolution. (2016). San Francisco, CA: Maker Media, Inc
3. Fernandez A., (2014). Basic Structural Dynamics in Multicopters. Aerospace Engineer at AIRBUS
4. Platt, Charles. "Encyclopedia of Electronic Components Volume 3: Sensors for Location, Presence, Proximity, Orientation, Oscillation, Force, Load, Human Input, Liquid and Gas Properties, Light, Heat, Sound, and Electricity." Barnes & Noble

## 11. Prototip Görselleri

