TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI: Balancing Systems

TAKIM ADI: BURUC HAVACILIK

KATEGORİ: Afet Yönetimi

Başvuru ID: 451379

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite

İçindekiler

1. **Proje Özeti (Proje Tanımı)**

   1.1 İHA Konfigürasyonu

      1.1.1 Görsel Tasarım Konfigürasyonu

   1.2 Gövde ve Mekanik Sistemler

   1.3 Elektrik-Elektronik ve Uçuş Kontrol Sistemi

2. **Problem Durumunun Tanımlanması:**

3. **Çözüm**

4. **Yöntem**

5. **Yenilikçi (İnovatif) Yönü**

6. **Uygulanabilirlik**

7. **Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması**

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İçindekiler

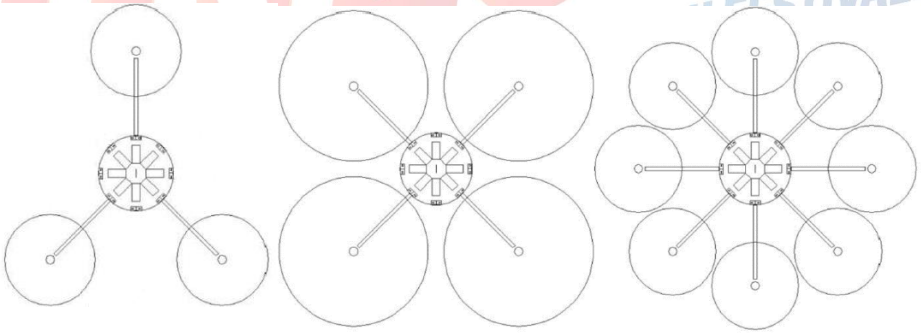
1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Projemiz bütün afet türlerinde kullanılabilecek şekilde tasarlanmıştır (deprem, yangın, sel vb). Yangınlardan önce sıcaklık ölçümleri yapabildiği gibi yangın esnasında afet bölgesine yangın söndürme topları taşıyabilmektedir. Ayrıca proje, afet sonrasında enkaz altında kalan afetzedelerin konumlarının hızlı ve hatasız tespiti, riskli ve veri toplanmasının zaruri olduğu bölgelerden hızla veri toplanması, uygun faydalı yüklerle teçhiz edilip, gerektiği zaman geçici baz istasyonu olarak kullanılması amacıyla geliştirilmeye son derece müsait bir şekilde tasarlanmıştır. Günümüzde afetlerde oluşan can kayıplarının başlıca nedeninin yeterli hızda ilk yardım ulaştırılamaması olması, projenin tasarlanmasında başlıca etken olmuştur. Bu sorunların çözümü için geliştirilen sistemimiz, gerekli merciler tarafından uygun faydalı yükler ile teçhiz edilip hava araçlarına yerleştirilecek ve yine belirlenen bölgede hava aracından ayrılacaktır. Ayrılma işlemine müteakip sistem Dengeleyici Mekanizma sayesinde düzelip güvenli uçuşa hazır hale gelecek ve belirlenen yere intikalini güvenli bir şekilde sağlayacaktır. Bir görev esnasında 1'den fazla drone müşterek harekât düzenleyip titreşim, ses ve benzeri verileri toplayacak ve merkezdeki personeli veri ile besleyecektir.

Şekil 1 Drone'ların İHA üzerindeki konumu

Şekil 2 Balancing System

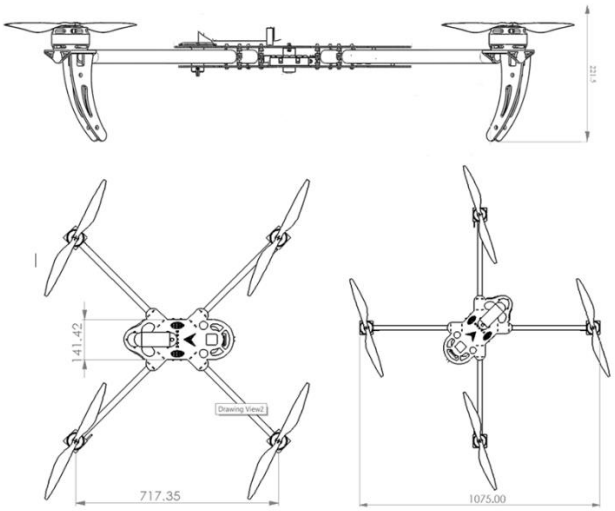
1.1 İHA Konfigürasyonu



Şekil 3 Tricopter, Quadcopter ve Octocopter

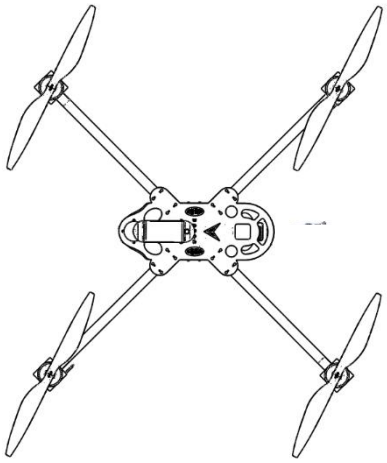
Tricopter daha hafif bir seçenek olmasına rağmen sadece 3 kontrol noktası olması sebebiyle, Octocopter ise 8 kontrol noktasıyla daha dengeli, lakin ağır olması sebebiyle görevimiz için dezavantajlar oluşturabileceği hesap edilmiş ve tercih dışı bırakılmıştır. Enkaz bölgesine sürekli iniş kalkışlar yapacağımız için en uygun dengeyi Quadcopterle sağlayabileceğimizden Quadcopter tipi bir Uçangöz (Drone) tasarlamayı tercih ettik.

1.1.1 Görsel Tasarım Konfigürasyonu



Şekil 4 İHA yan- üst görünüş ve ölçüleri

1.2 Gövde ve Mekanik Sistemler



Şekil 5 Drone üst görünüşü

Tasarladığımız döner kanat İnsansız hava aracının alt ve üst olmak üzere 2 adet şasi (frame), bunların arasında kolları tutan toplam 16 kol tutacakları bulunmaktadır. İki Şasi arasına elektronik malzemelerimiz yerleştirilecek olup, üstteki şasinin üzerindeyse Dengeleyici Mekanizma bulunacaktır. Alttaki şasimizin altında gerekli sensörler ve görev mekanizmaları yer alacaktır. Motorların üstüne monte edileceği motor yatakları altlarındaki iniş takımları içinde sabitlenme alanı görevi görecektir.

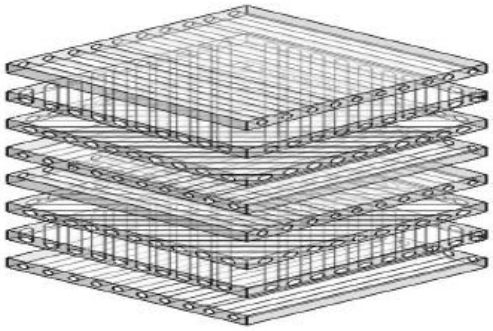
Tasarladığımız Drone için malzeme belirlerken hafiflik ve dayanıklılık olmak üzere iki ana nokta üzerinde durulmuş olup, Karbon fiber ve basım kolaylığından dolayı ABS plastik harici hiçbir malzeme kullanılmamıştır.

Tablo 1 Malzemelerin karşılaştırmaları

MALZEME	YOĞUNLUK (g/cm³)	HACİM (cm³)	KÜTLE (g)	ELASTİSİTE (GPa)	SERTLİK	ÇEKME MUKAVEMETİ (MPa)	AKMA MUKAVEMETİ (MPa)
ALÜMİNYUM	2.7	3817.6	10307.52	67	25	100	50
KARBONFİBER	1.8	3817.6	6871.68	225	88.3	747	285
PVC	1.5	3817.6	5726.40	3.3	82	62	33

Döner kanat insansız hava aracımız uçuş sırasında farklı yönlerde aerodinamik kuvvetlere maruz kalacaktır. Aynı zamanda içerisine konulacak sistemlerin sabitlenmesi için ve bu sistemlerin oluşturacağı gerilmeler ve iç basınç sebebiyle karbon fiberimizin yönlenmesi (+45,0,90,90,0,-45) şeklinde seçilmiştir.

Yapılan literatür taramalarının sonucunda havacılık ve uzay alanında kullanılan malzemeler arasından Tablo 1'de bir kısmı bulunan malzemelerden hafifliği ve yüksek mukavemet özelliklerinden dolayı karbon fiber seçildi. Daha sonra üretim yöntemlerinden elle yatırma (lay-up) ve vakum infüzyon arasından elle yatırma yönteminde malzemede homojensizlikler ve reçine içerisinde gaz boşlukları oluşabileceğinden vakum infüzyon yönteminin uygulanmasına karar verildi.



Şekil 6 Seçilen karbon fiberin yönlenmesi

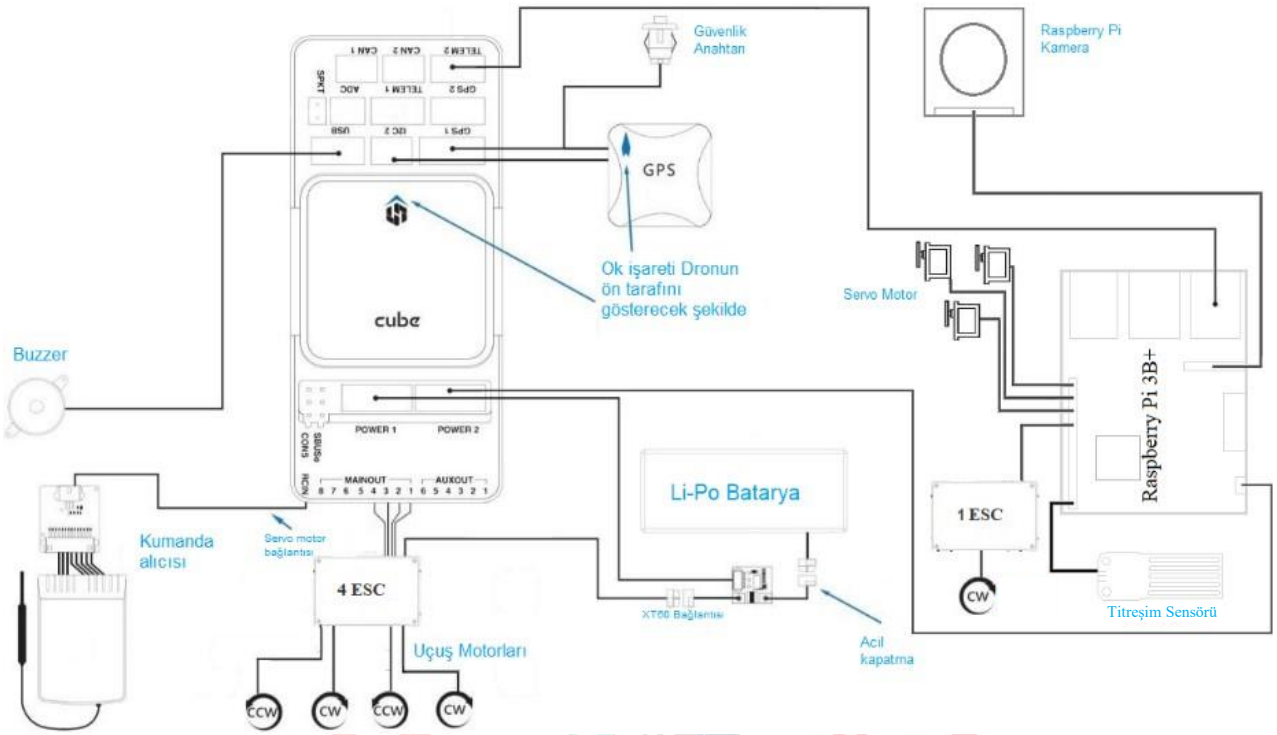
Tablo 2 Polimer Mekanik karşılaştırmaları

REÇİNE	**YOĞUNLUK** (g/cm³)	**ELASTİSİTE** (GPa)	**ÇEKME MUKAVEMETİ** (MPa)
EPOKSİ	1.11	7	79
POLYESTER	1.25	3.4	64
FENOLİK	1.28	4.8	48

Kompozit malzememizde matris fazının izotropik, termal stabilite, kimyasal direnç, düşük yoğunluk özelliklerinden dolayı Polimer Matris kullanılacağına karar verildi. Tablo 2'de bulunan mekanik özellik karşılaştırmaları göz önüne alınarak bağlayıcı matris olarak Epoksi kullanılmasına karar verildi.

1.3 Elektrik-Elektronik ve Uçuş Kontrol Sistemi

Tasarladığımız insansız hava aracında uçuş bilgisayarı olarak Pixhawk cube 2.1 ve görev bilgisayarı olarak Raspberry Pi 3B+ olmak üzere iki bilgisayar kullanmaktayız. Uçuş bilgisayarımıza 4 uçuş motorumuz ve onların elektronik motor sürücüleri (ESC), kumanda alıcısı, GPS, buzzer, güvenlik anahtarı ve görev bilgisayarı bağlanacaktır. Bütün elektronik sistemler 7000mah güç sağlayan bir Li-po batarya ile beslenecek olup, farklı voltaj değer isterleri için bec ünitesinden faydalanılacaktır.



Şekil 7 Elektrik-Elektronik ve Uçuş Kontrol Sistemi

2. Problem Durumunun Tanımlanması:

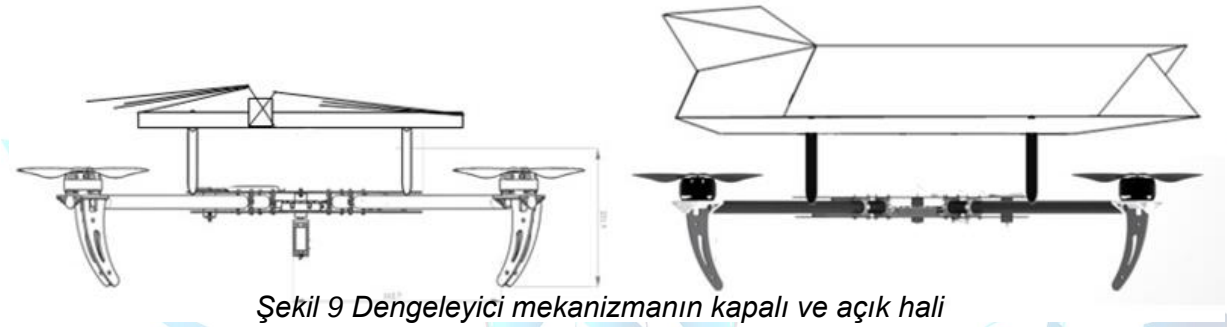
Günümüzde arama kurtarma faaliyetlerinde kullanılmak üzere geliştirilen sistemler, ilk yardımın ulaştırılma süresini yeterli derecede kısaltamamış ve hatta bir nebze uzatmıştır. Yangın türü afetler zamanla büyüdüğü için ilk müdahale hayati önem taşımaktadır. Afet sonrası oluşan ulaşım problemleri ve gerekli mercilerin olay yerinden yeterli bilgi alamaması gibi sebepler ilk yardımın ve müdahalenin intikal süresini arttırmıştır. Günümüzde enkaz alanlarında kullanılmak üzere geliştirilen titreşim algılayıcı cihazlarla arama kurtarma faaliyetleri yürütülmekte olup, kayıpların minimuma çekilmesi için uğraşılmaktadır. Fakat bu sistemlerin enkaz alanına hızlı intikali

Şekil 8 Enkaz bölgesindeki insan yoğunluğu

Cihazların geç intikali sonucu, enkaz alanındaki kalabalık ve gürültülü ortam, toplanan verilerde hatalara sebep olmaktadır. Enkaz altında kalan insanlarımızın başta havasızlık ve kan kaybı gibi erken müdahale gerektiren nedenlerle hayatlarını kaybetmeleri, afet yönetiminde hız kavramının önemini tekrar gün yüzüne çıkarmış ve bu konuda yeni projeler geliştirilmesine ön ayak olmuştur.

3. Çözüm

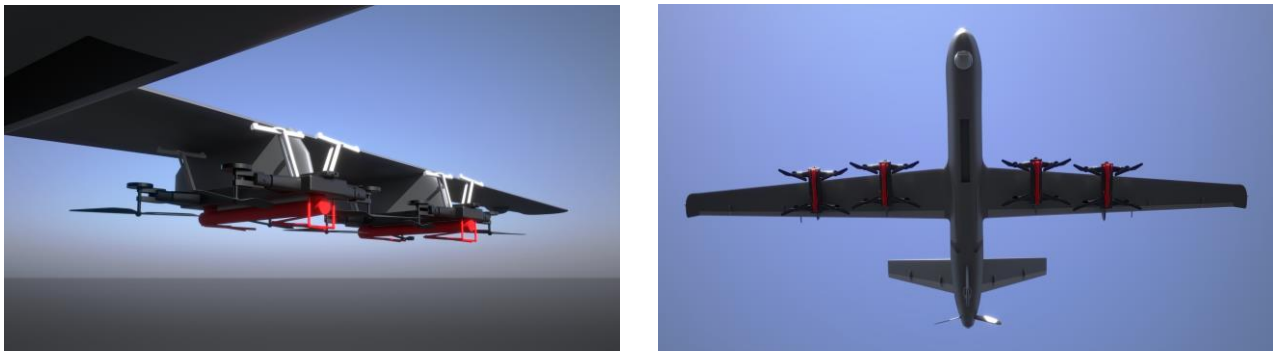
Problem Durumunun Tanımlanması başlığı altında belirtilen durumların optimum ve efektif şekilde çözülebilmesi için, afetler sonrasında, afet bölgelerine insansız hava araçları ile hızlı bir şekilde ulaşılarak drone'lar bırakılması gerekmektedir. Bu drone'lar, üzerindeki titreşim sensörü ve ses algılayıcılar gibi gelişmiş sensörler, kameralar ve kullanan kurumun mevcut afete müdahale için gerekli gördüğü faydalı yükler ile enkaz altındaki kişilerin konumlarının tespit edilmesi, gerekli görülen verilerin toplanması, üzerindeki faydalı yüklerle ilk müdahalenin yapılması ve kullanıcı makama güvenli şekilde iletilmesini sağlayacaktır. Fakat günümüzdeki teknolojiler ile insansız hava araçlarından drone'lar bırakılamamaktadır. Bu problem için özel olarak geliştirdiğimiz Dengeleyici Mekanizma, tasarımsal özellikleri sayesinde maliyet etkin ve güvenli bir şekilde bırakılma işlemini sağlayacak olup drone‘u güvenli uçuşa hazır olana kadar düzgün bir şekilde havada tutacaktır. Uçuşa hazır sistemimiz gerekli bölgeye güvenli bir şekilde intikal edecek ve verilen görevleri eksiksiz gerçekleştirecektir.



Şekil 9 Dengeleyici mekanizmanın kapalı ve açık hali

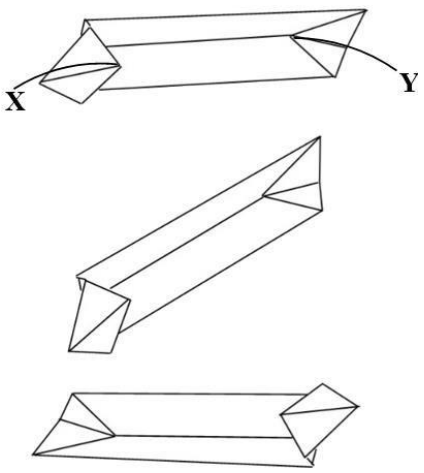
4. Yöntem

Afet bölgeleri, veri toplanması gereken bölgeler ve ilk ve acil müdahale için seçilen bölgeler, gerekli merciler tarafından belirlendikten sonra hava araçları sistemimiz ve diğer gerekli faydalı yüklerle teçhiz edilir ve intikale başlar. Sistemimiz bölgeye intikal süresince kapalı bir vaziyette durmaktadır. Hava aracından ayrılması gereken bölgede düşme işlemine başlayan sistemimiz gerekli ölçümlerine başlar ve en uygun zamanda; tasarladığımız yaylı, metal yapıya sahip ve sürtünme katsayısı düşük ve hava geçirmeyen bir kumaş ile kaplı Dengeleyici Mekanizma’yı aktive edip dengeye gelir. Dengeye gelme prensibi ise ön kısmının açısının arka kısımda bulunan açıdan daha küçük olması ve basınç değişimi sağlayan arka kısmının “v” şeklinde tasarlanmasıdır. Sistemin dengesinin bozulmamasının nedeni ise dengeleyici mekanizmanın açısı küçük olan ön kısmının yüzey alanının, açısı büyük olan arka kısmının yüzey alanından küçük olmasından kaynaklanmaktadır.



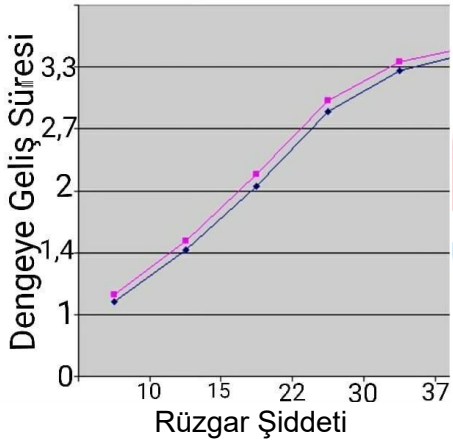
Şekil 10 Drone’ların İHA üzerindeki konumları

Drone'un, bırakıldığı hava aracının oluşturduğu hava akımının etkisinden çıkmasına müteakip dengeleyici mekanizma açıldığında, drone'un ters olması veya istenilen pozisyonda olmaması halinde sistemin tasarımsal özellikleri ve yapısı sayesinde yüzeye paralel olarak istenilen hale gelme işlemi kısa süre içinde gerçekleşir. Drone ters bir şekilde düşüşe başlar ise düzelme işlemini takla atarak gerçekleştirir. Bu durum, dengeleyici mekanizmanın ön kısmının açısının (X) arka kısımdan (Y) küçük olması ve arka kısmın "v" şeklindeki tasarımı ile hava akımını iki koldan iletip ters haldeyken iç kısımda düşük basınç oluşturup sistemi 90 derecelik pozisyona getirmesi ile olur. 180 derecelik hareketini tamamlaması, dengeleyici mekanizmanın ön kısmının altındaki yüzey alanı geniş bölüm sayesinde havada tutunurken; arka "v" şeklindeki kısmın hava akımını tek koldan ileterek dengeye getirmesi sayesinde olur.



Şekil 11 Denge Sağlayıcının Aşamaları

Drone'un dengeye gelmesine müteakip motorlar çalıştırılır ve uçuşa hazırlık evresi başlar. Drone uçuşa hazır olduğunda Dengeleyici Mekanizma drone'dan ayrılır ve drone'un güvenli bir uçuş yapması sağlanır. Duruma göre havada görev icra eden cihazımız gerektiği takdirde; hasarsız bir şekilde belirlenen yere inen drone, üzerindeki, görev için seçilen faydalı yükler sayesinde önceden belirlenen verileri toplamaya ve merkeze iletmeye başlar.



Şekil 12 Rüzgara bağlı dengeye geliş süresi grafiği

Şekil 13 Test Edilen Prototip

Sistemin dengeye geliş süresi rüzgar şiddetiyle doğru orantılı olarak artmaktadır. Ağırlık artışı rüzgarın sistem üzerindeki etkisini azaltmaktadır. Buna bağlı olarak dengeye geliş süresi azalmaktadır. Ancak dengeye gelene kadar yaşanan irtifa kaybı, hafif sistemden daha fazla olacağından; daha yüksekten bırakılmalıdır.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Projemiz, diğer rakiplerine nazaran daha gelişmiş sensör sistemleri kullanabilme, diğer hava araçlarından istenilen bölgeye hasarsız ve hızlı bir şekilde intikal edebilme, geniş faydalı yük kapasitesi ve gerektiği yerde baz istasyonu olabilecek şekilde kullanılabilme ve geliştirilmeye son derece açık tasarım ve diğer unsurlarla müşterek harekât düzenleyebilme özelliklerine sahiptir. Normal şartlarda insansız hava araçlarından drone'lar bırakılamamaktadır. Tasarlamış olduğumuz Dengeleyici Mekanizma sayesinde bu işlev kolaylıkla yerine getirilebilmektedir. Sistemin patent başvurusu tarafımızca yapılmıştır.

6. Uygulanabilirlik

Doğal afetler geçtiğimiz bin yıllar boyunca gerçekleşti, günümüzde gerçekleşiyor ve daha uzun bir süre gerçekleşecek. Projemiz, diğer afet sistemleri gibi gelecekte de büyük bir müşteri potansiyeline sahip olabilecektir. Projemizin gelişmiş özellikleri ve uygun maliyeti, projemizi diğer rakiplerinden öne çıkarmakta ve kamu kurum/kuruluşları, sivil toplum örgütleri gibi gerekli merciler tarafından tercih edilmesine olanak sağlamaktadır. Projemizin geliştirmeye açık tasarımı sayesinde ileriki süreçlerde isterlere uygun üretimler ve optimizasyonlar kolaylıkla uygulanabilecektir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

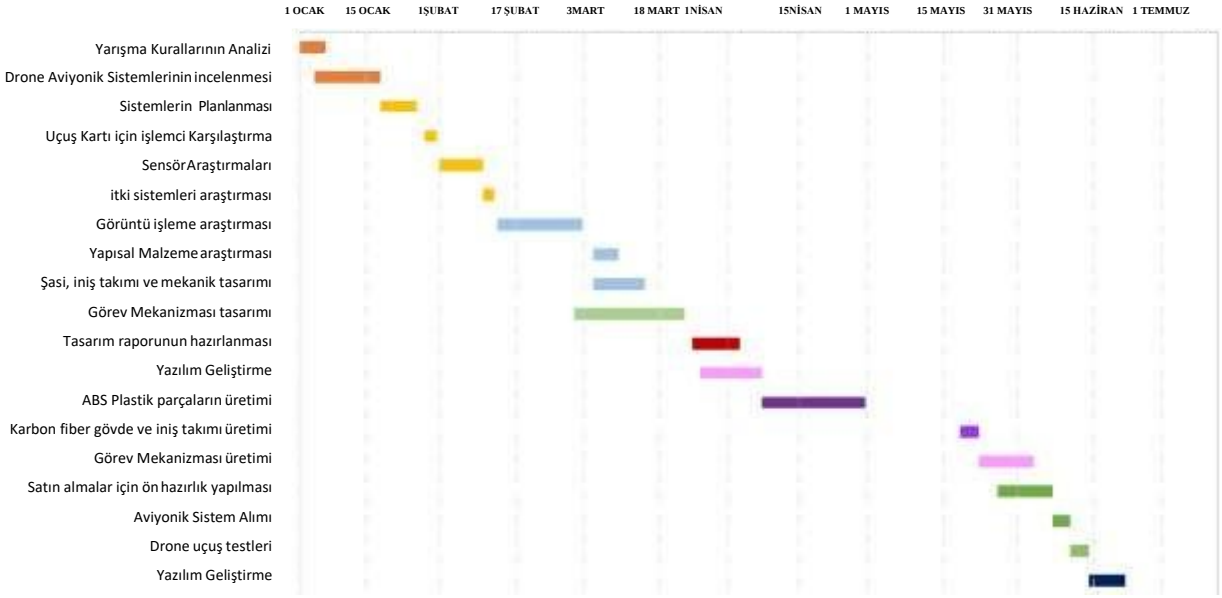
Elektronik Malzeme Listesi

Malzeme Adı	Birim Fiyatı	Adet	Ağırlık(gr)	Malzeme Adı	Birim Fiyatı	Adet	Ağırlık(gr)
U7 420KV T-Motor	2.874,70	4	255	12 A ESC - Fırçasız Motor Sürücü Modülü	223,81	1	9
80A ESC T-Motor	1682,45	4	62	22.2 V 6S Lipo Batarya	3.149,31	1	895
Raspberry Pi 3	920,05	1	155	Buzzer	7,53	1	13,6
X2204 2300KV Fırçasız MotorCW	377,13	1	25	GPS	352,63	1	13
TS351	760,99	1	217,5	Raspberry Pi Kızıl Ötesi	330,22	1	1
Piezo Titreşim Sensörü	93,28	8	14	FPV çift kameralı set	1.299,90	1	48

Mekanik Malzeme Listesi

Malzeme Adı	Birim Fiyatı	Adet	Ağırlık(gr)	Malzeme Adı	Birim Fiyatı	Adet	Ağırlık(gr)
ABS Plastik Motor yatağı	32,39	4	15	Drone Alt Frame Karbonfiber	1302,35	1	144,11
Kol Kıskacı ABS Plastik	225,44	16	1,01	Drone Üst Frame Karbon fiber	1.256,75	1	159,74
ABS Plastik Gimbal	407,26	1	10,51	Dengeleyici Mekanizma	120	1	752,61
Minyatür Rulman 5X14X5	12,99	3	2,4	Karbon Fiber Boru 25/22	943,16	4	124
Karbon Fiber Malzeme İniş Takımı	285,53	4	34,48	T-Motor 18x6.1 KarbonPervane	1.775,17	4	16

ZAMAN ÇİZELGESİ



“Balancing Systems” projesi, farklı isterlere cevap verebilecek şekilde farklı tasarımların uygulanabileceği, geliştirilmeye müsait donanım ve tasarım bulundurmaktadır. Drone'ları taşıyacak olan sabit kanatlı insansız hava araçlarına göre çeşitli kombinasyonlarda üretilip; uygulanabilmektedir. Minimum uygulanabilirlik durumu 11 bin ₺ olup; Yüksek doluluktaki modelleri ise 44 bin ₺ tutmaktadır. Balancing Systems projesinin benzer bir muadili olmadığı için fiyat karşılaştırması yapılamamaktadır.

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Yaşadığımız şu günlerde, doğal afetler ve sebep oldukları kayıplar nazari dikkatleri celbedecek, görmezden gelinemeyecek, seviyelere yükselmiştir. Bu kayıpları önlemek için 2 aşamalı planlamalar yapılmaktadır. Bunlar sırası ile afet öncesi tedbirsel planlamalar ve afet sonrası uygulanacak eylem planlamalardır. "Balancing Systems" projesi 2 aşama için de kullanılabilecek seviyede tasarlanmıştır. Afet öncesi aşama için gerekli mercilerin uygun gördüğü yerlerden droneler ile veri toplanması ve analizinin yapılması, Afet aşamasında ise ilk yardımın gecikmesini minimalize etmesi ve gerekli mercilerle veri alışverişi içinde bulunması, projemizin en önemli ve diğer rakiplerinden ayıran özellikleridir. İlk aşamada kamu kurum ve kuruluşları, sivil toplum örgütleri ve uzmanlık alanı afet yönetimi olan birimlere verilmesi, sonraki aşamada bireysel kullanıcılara açılması planlanmıştır. Diğer yandan uygun fiyatı ve kolay üretimi sayesinde efektif bir çözüm olan "Balancing Systems" projesi, kolay kullanımı ve gerekli kurumları hızlı ve güvenli bir şekilde veri ile beslemesi sayesinde afetlerin seyrini değiştirebilecektir.

9. Riskler

Proje, sistemin ağırlığına orantılı olarak tasarlanacağından dolayı zorlayıcı ve farklı hava koşullarında minimum sorun ile çalışacaktır. Olağanüstü hava koşulları sonrası kontrol kayıpları yaşanabileceğinden; B Planı olarak kontrolden çıkan drone'lar için paraşüt sistemi bulundurulacak olup; istenen açı değerlerinin üzerindeki durumlarda paraşüt açılacaktır. Serbest düşüş durumlarında sensörler işe yaramayabileceğinden accelerometre, manyetometre ve gyro sensörleri kullanılarak ivme ölçümü yapılarak; drone, düştüğünü anlayıp paraşütü fırlatacaktır. Drone, şu an üretim aşamasında olup; tasarım ve yazılım işlemleri son hız devam etmektedir. İlerleyen süreçlerde farklı isterlere cevap verebilecek niteliktedir.

RİSK ANALİZİ

R = Olasılık*Şiddet			ŞİDDET=DENGEYE GELİŞ SÜRESİNİN ARTTIRAN SARSINTI				
			Çok Ciddi	Ciddi	Orta	Hafif	Çok Hafif
			5	4	3	2	1
OLASILIK	Çok Yüksek	5	25	20	15	10	5
	Yüksek	4	20	16	12	8	4
FIRTINA	Orta	3	15	12	9	6	3
	Küçük	2	10	8	6	4	2
	Çok Küçük	1	5	4	3	2	1

Drone Standart Yükseklikten Bırakılabilir

Drone Standart Seviyenin Üzerindeki Yüksekliklerden Bırakılabilir

Drone'un Oldukça Yüksekten Bırakılması Gerekmektedir, Drone paraşütü açılabilir

10. Kaynaklar

US 4,108,402 A (BOWEN) 22 August 1978 (22.08.1978) (Belgenin tamamı)

WO 2007/066895 A1 (KIM) 14 June 2007 (14.06.2007) (Belgenin tamamı)

US 3,381,919 A (GIRARD) 07 May 1968 (07.05.1968) (Belgenin tamamı)

US 1,796,838 A (FONTANAROSA et al) 17 March 1931 (17.03.1931) (Belgenin tamamı)

US 2006/0063529 A1 (SELIGSOHN et al) 23 March 2006 (23.03.2006) (Belgenin tamamı)

US 2,362,488 A (JAHN) 14 November 1944 (14.11.1944) (Belgenin tamamı)

US 3,104,857 A (KNACKE et al) 24 September 1963 (24.09.1963) (Belgenin tamamı)

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ