**2. TÜBİTAK LİSELER ARASI İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI YARIŞMASI**

**KAVRAMSAL TASARIM RAPORU**

**TAKIM ADI:** Hür-Kanat

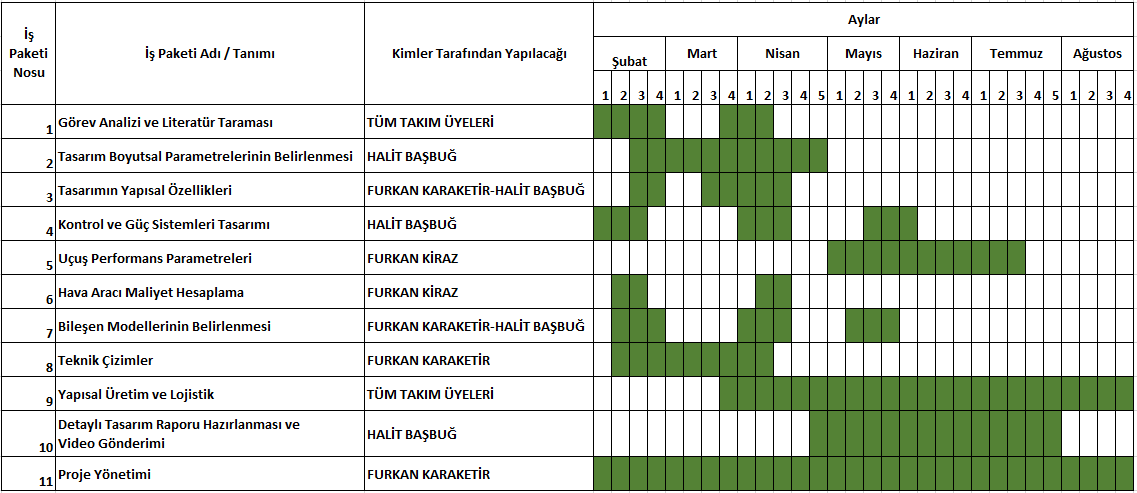
**KATEGORİ:** DÖNER KANAT

**KURUM ADI:** Recep Tayyip Erdoğan Anadolu İmam Hatip Lisesi

**DANIŞMAN ÖĞRETMEN:** Fatih TAŞPINAR

1. **ORGANİZASYON ÖZETİ:**
   1.  **Takım Organizasyonu:**



* 1.  **İş Akış Çizelgesi:**

Tablo 1: İş Akış Çizelgesi

1. **KAVRAMSAL TASARIM:**
   1. **Görevler İçin İHA Konfigürasyonu:**

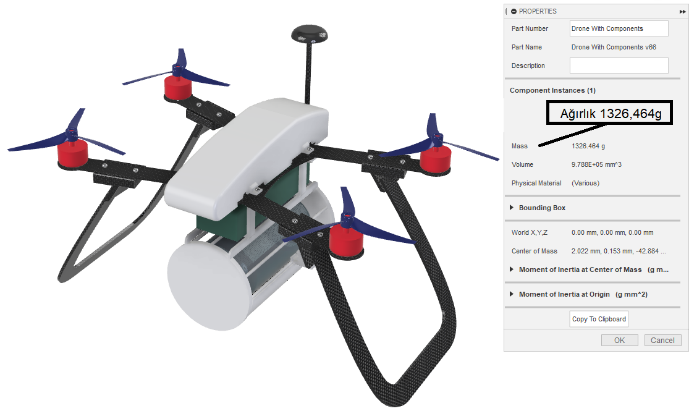
Döner kanat insansız hava aracının tasarlama aşamasında,

* Otonom kontrol özelliği ile atanan görevleri gerçekleştirmek suretiyle belirlenen alana yük bırakabilmesi,
* Yük bırakma sistemi stabilizasyon ve ağırlık merkezi göz önünde bulundurularak İHA üzerinde uygun konumlandırılması ve otonom çalışmasının sağlanması,
* Görev süresince yeterli enerjiyi ve itkiyi temin edebilecek pil seçimi,
* Aerodinamik tasarım ile uçuş kalitesinin istenilen düzeyde sağlanması,
* GPS sayesinde konum verilerinin alınması amaçlanmıştır.

Verilen görevlerin gerçekleştirilmesi için tahmini parametreler Tablo 2’de gösterilmiştir.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Uçuş Parametreleri | 1. Görev | 2.Görev |
| Kalkış Ağırlığı | 1000 gram | 1350 gram |
| Uçuş Hızı | 70 Km/Saat | 60 Km/Saat |
| Yük Ağırlığı | 0 gram | 330 gram |
| Uçuş Tipi | Otonom | Otonom |
| Uçuş Süresi | 1,5 Dakika | 2 Dakika |

Tablo 2: Tahmini Uçuş Parametreleri

Kalkış ağırlığının 3B yazıcı ile alınan ABS baskılar, karbon fiber şase, iniş sistemi ve görev yükü ile birlikte sınır şartlarına uyacak şekilde 1,4 kg olması tahmin edilmektedir (Şekil 1).

Şekil 1: İHA'nın Tahmini Ağırlığı

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Parça Adı | Birim Ağırlık (gr) | Adet | Toplam Ağırlık (gr) |
| 1 | Şase | 74,9 | 1 | 74,9 |
| 2 | Koruma Kapağı | 60 | 1 | 60 |
| 3 | İniş Ayakları | 60,8 | 2 | 121,6 |
| 3 | Fırçasız Motor (Emax RS2205) | 29 | 4 | 116 |
| 4 | Omnibus F4 Pro V2 Uçuş Kontrolcü | 18 | 1 | 18 |
| 5 | 4 in 1 ESC (Racerstar REV35) | 13 | 1 | 13 |
| 6 | RF Alıcı (FlySky FS-I6AB) | 14,9 | 1 | 14,9 |
| 7 | Buzzer | 0,65 | 1 | 0,65 |
| 8 | Sigorta | 3 | 1 | 3 |
| 9 | Lityum Polimer Batarya (Profuse) | 291,5 | 1 | 291,5 |
| 10 | Telemetri (Xbee) | 10 | 1 | 10 |
| 11 | GPS Modülü (M8N) | 5 | 1 | 5 |
| 12 | Görev Mekanizması Motor (MG90S) | 12,1 | 1 | 12,1 |

Tablo 3: İHA Üzerindeki Bileşenlerin Ağırlık Tablosu

**Olası Tipler:**

İHA’nın ağırlığa etkisi, stabilizasyonu, göreve uygunluğu, üretim kolaylığı açısından karşılaştırılarak 4 kanatlı şase yapısı tercih edildi. Puanlama Tablo 3’de gösterildi.

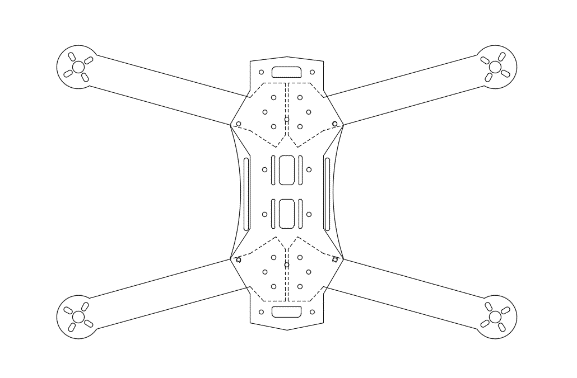
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Uçuş Konfigürasyonu | Puanlama (Her Bir Kriter 5 Puan Üzerinden Değerlendirilmiştir) | | |
| 4 Kanatlı | 3 Kanatlı | 6 Kanatlı |
| İHA Tipleri |  |  |  |
| Ağırlığa Olumlu Etkisi | 3 | 3 | 2 |
| Stabilizasyon | 4 | 3 | 5 |
| Görevlere Uygunluk | 5 | 2 | 4 |
| Üretim Kolaylığı | 5 | 3 | 3 |
| Toplam Skor | 17 | 11 | 14 |

Tablo 4: İHA Şase Yapılarının Karşılaştırma Tablosu

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Uçuş Konfigürasyonu | Puanlama (Her Bir Kriter 5 Puan Üzerinden Değerlendirilmiştir) | |
| Tip 1 | Tip 2 |
| İHA Tipleri |  |  |
| Dayanıklılık | 4 | 3 |
| Hız | 5 | 5 |
| Stabilizasyon | 5 | 5 |
| Üretim Kolaylığı | 5 | 5 |
| Toplam Skor | 19 | 18 |

İHA tipleri dayanıklılık, hız, stabilizasyon ve üretim kolaylığı açısından puanlandırılıp (Tablo 4) belirlenen farklara göre İHA konfigürasyonu, Tip 1 olarak seçildi. Tasarlanan İHA şasesi Şekil 2’de gösterildi.

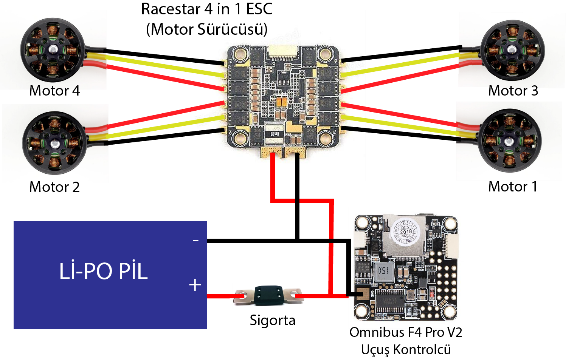
Tablo 5: İHA Şase Tiplerinin Karşılaştırılması

****

Şekil 2: Tasarlanan İHA Şasesi

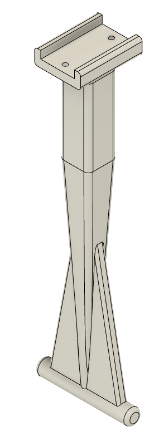
**Tasarım optimizasyonları:**

* Dört ayrı motor sürücüsü yerine tek bir motor sürücüsünden tüm motorlar kontrol edilerek hem daha az yer kaplaması hem de diğer donanımlarla birlikte daha hafif olması düşünüldü (Şekil 3).



Şekil 3: Motor Sürücüsü Bağlantı Şeması

* Daha ince fakat yeterli mukavemeti temin edebilecek uygun iniş sistemi tasarımı yük dağılımı gözetilerek ABS malzeme yerine karbon fiber malzeme kullanılarak optimize edildi.

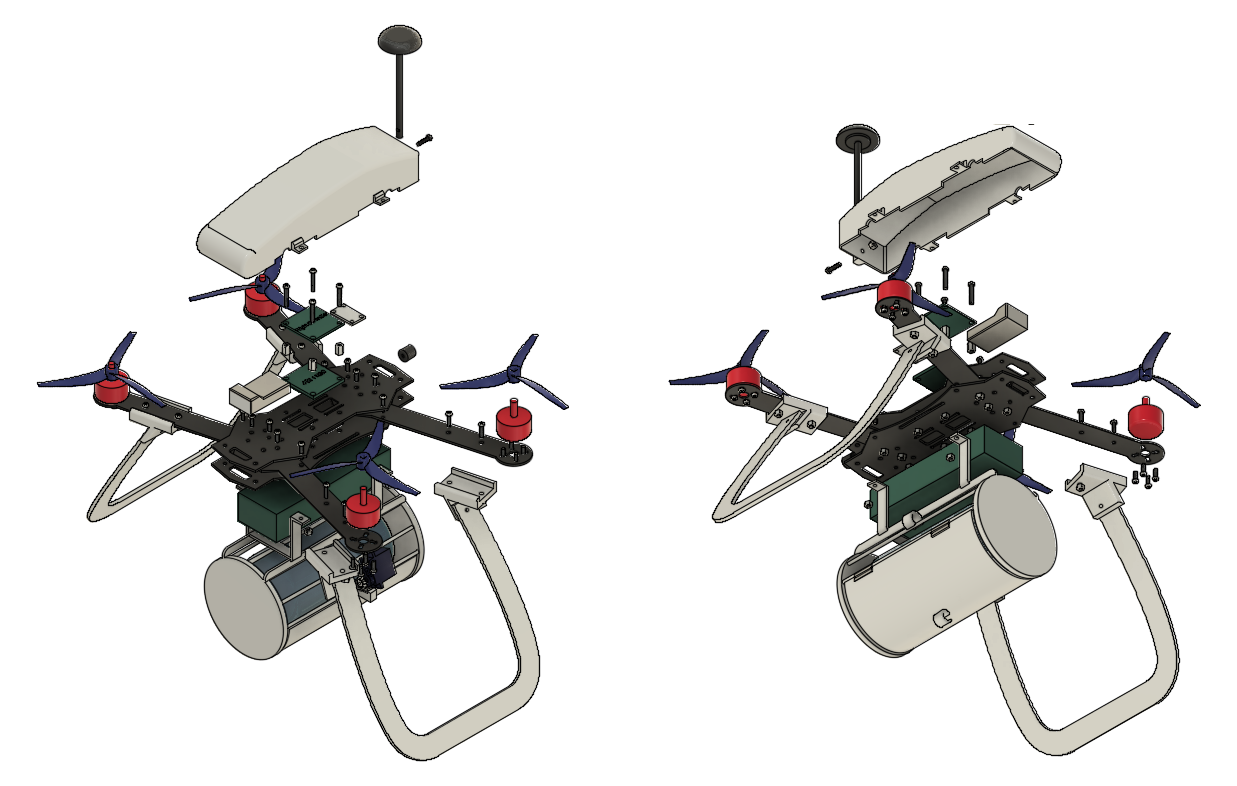


Şekil 5: Karbon Fiber ile Tasarlanan İniş Sistemi’nin Son Hali

Şekil 4: ABS ile Önceden Tasarlanmış İniş Sistemi

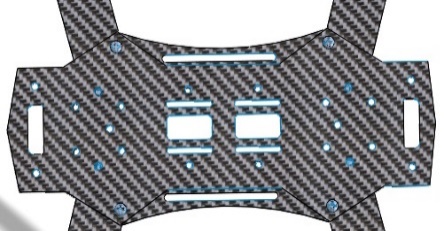
**Mekanik Kurgu:**

İHA üzerindeki bağlantılar krom M3 vida, karbon fiber ayaklar şase üzerine Epoksi yapıştırıcı ve M3 vidalar kullanılarak birleştirilecek şekilde tasarlandı. Parçalarına ayrıştırılmış görünümü Şekil 6’da gösterilmiştir.



Şekil 6: Parçalarına Ayrıştırılmış Görünüm

* 1. **Gövde ve Mekanik Sistemler:**



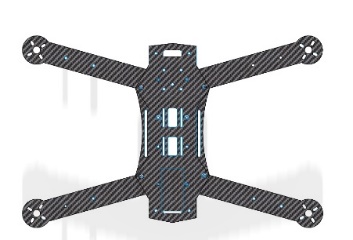
* Batarya şasenin üzerinde dış etkenlere karşı muhafaza edilmek üzere koruma kapağının altına yerleştirildi fakat kapalı alanda ısınmasının önüne geçmek için şase ürerine havalandırma delikleri tasarlandı.

Şekil 7: Gövde Şase Tasarımı



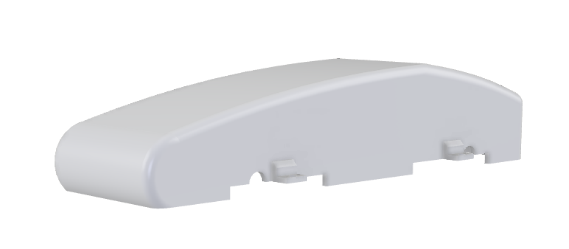
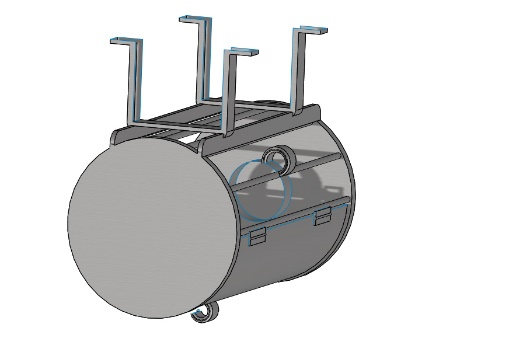
* Kontrol ünitesinin muhafazası aerodinamik bir tasarımla hava direnci oluşturması engellendi.

Şekil 8: Kontrol Ünitesinin Muhafazası



* Şase ve iniş sistemi hafif ve mukavemetli olması için karbon fiber malzemeden 2B işleme ile üretilebilecek şekilde tasarlandı.

Şekil 9: Karbon Fiber Bileşenler



* Kontrol ünitesi muhafazası ve yük taşıma ekipmanı ABS malzeme olarak belirlendi.

Şekil 10: ABS Bileşenler

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| İHA Olası Şase Malzemeleri | Puanlama (Her Bir Kriter 5 Puan Üzerinden Değerlendirilmiştir) | | | | | |
| Değerlendirme Kriterleri | Sağlamlık | Kolay Tamir Edilebilir Olmak | Hafiflik | Üretim Kolaylığı | Fiyat Uygunluğu | Toplam Puan |
| ABS | 2 | 4 | 2 | 4 | 5 | 17 |
| Karbon Fiber | 5 | 2 | 5 | 5 | 2 | 19 |

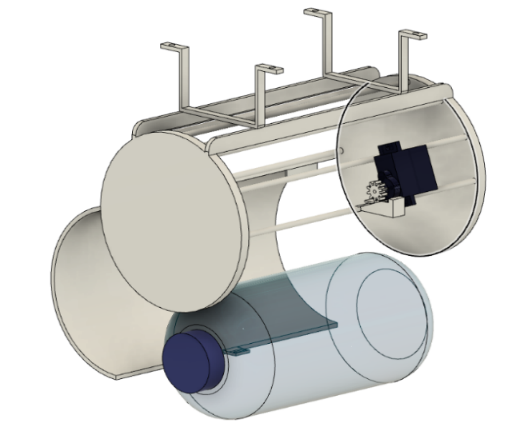
Tablo 6: ABS ve Karbon Fiber Malzeme Karşılaştırması

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parça | Üretim Yöntemi | Üretim Materyali |
| Şase | Lazer Kesim | Karbon Fiber |
| Koruma Kapağı | 3B Baskı | ABS |

Tablo 7: ABS ve Karbon Fiber Bileşenlerin Üretim Yöntemleri

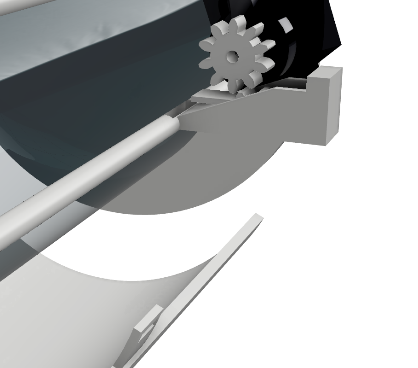
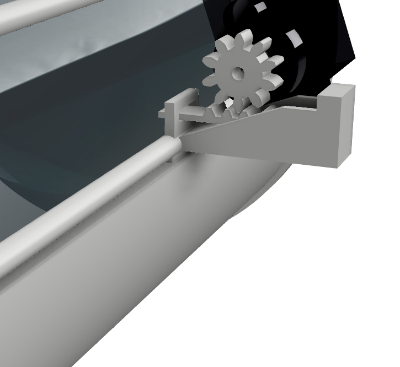
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| İniş Sistemi | Lazer Kesim | Karbon Fiber |

* 1. **Görev Mekanizması Sistemi:**

Faydalı yük mekanizması yatay silindir kafes şeklinde ana gövdenin alt kısmına ağırlık merkezini yatay konumda değiştirmeyecek şekilde montajlanmıştır. 180 derece açılabilir menteşe ile tasarlanan kafes kapağı pinyon dişli çark sistemi aracılığıyla açılabilecektir.

Şekil 11: Görev Yükünün Bırakılması

Şekil 12: Görev Mekanizması Pinyon Dişli Çark Yapısının Kapalı ve Açık Hali



Pinyon dişli çark sistemi karbon fiberden üretilerek daha rijit bir hareket elde edilecektir ve aerodinamik kuvvetlerden etkilenmesi ve açılmama riski düşürülmüş olacaktır.

* 1. **Elektrik-Elektronik ve Uçuş Kontrol Sistemi:**

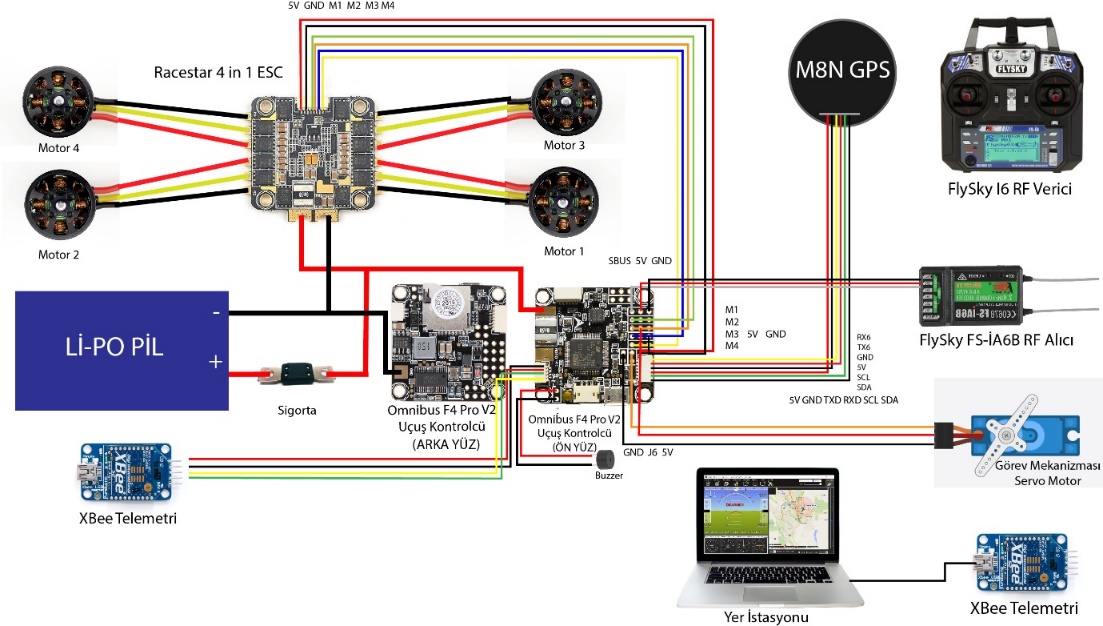
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Motor Marka ve Modelleri | Ağırlık | KV | Boşta Amper | En Yüksek Güç |
| **Emax RS2205** | **30gr** | **2300** | **0.9A** | **811.44W** |
| T-MOTOR BLACK BIRD 2207 V2 | 33.4gr | 2800 | 1.8A | 610W |
| GRATT ML 3508 | 105gr | 700 | 0.5A | 460w |
| SunnySky X3108S | 81gr | 900 | 0.6A | 325W |

İHA tasarlanırken ergonomik boyutu, güç dağıtıcı gerektirmemesi ve yazılım kolaylığı sebebiyle uçuş kontrolcü olarak *Omnibus F4 Pro V2* tercih edildi. Bu uçuş kontrolcüye uyumlu olarak *Racerstar 35A ESC 4 in 1* model bir motor sürücüseçilmiştir. Yer istasyonu yazılımı olarak otonom uçuş hazırlama kolaylığı sebebiyle *Mission Planner* tercih edildi. Yüksek konum hassasiyeti ve pusula özelliklerini bulundurması sebebiyle konum bulma işlemleri için *M8N GPS Modülü* tercih edildi. Programlama kolaylığı ve fiyatının uygun olması sebebiyle RF Verici olarak *FlySky FS-I6* modeli seçildi. Vericiyle uygun olmasından dolayı alıcı olarak *FlySky FS-IA6B* tercih edildi. İhtiyacımızı karşılayacak kadar yüksek torklu olduğu için görev mekanizmasında *MG90S Servo Motor* tercih edildi. Genelde İHA yarışlarında kullanılan hızlara ulaşabildiği için motor olarak *Emax RS2205S* modeli tercih edildi (Tablo 5). Görevler boyunca tüm elektronik sistemin enerjisini sağlayabilmek için *Profuse 4000mAh 35C 3S Lityum Polimer Batarya* tercih edildi (Tablo 6). Güvenli şifreleme teknikleri kullandığı için telemetri olarak *Xbee* marka telemetri sistemi tercih edildi. Elektrik-Elektronik ve uçuş kontrol sisteminin bağlantı şeması şekilde gösterilmiştir (Şekil 13).

Tablo 8: Motor Modellerinin Karşılaştırması

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Batarya | Ağırlık | Kapasite (mAh) | Voltaj | Deşarj |
| **Profuse – 3S** | **355,6gr** | **4000** | **11,1V** | **35C** |
| Leopard-Power-3S | 570gr | 8000 | 11.1V | 40C |
| TATTU-3S | 455gr | 6000 | 11.1V | 70C |
| Giant Power – 3S | 105gr | 1300 | 11.1v | 65C |

Tablo 9: Batarya Modellerinin Karşılaştırması



Şekil 13: Elektrik-Elektronik ve Uçuş Kontrolü Bağlantı Şeması

* 1. **İtki ve Taşıma Hesapları:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Parça Adı | Birim Ağırlık (gr) | Adet | Toplam Ağırlık (gr) |
| 1 | Şase | 74,9 | 1 | 74,9 |
| 2 | Koruma Kapağı | 60 | 1 | 60 |
| 3 | İniş Ayakları | 60,8 | 2 | 121,6 |
| 3 | Fırçasız Motor (Emax RS2205) | 29 | 4 | 116 |
| 4 | Omnibus F4 Pro V2 Uçuş Kontrolcü | 18 | 1 | 18 |
| 5 | 4 in 1 ESC (Racerstar REV35) | 13 | 1 | 13 |
| 6 | RF Alıcı (FlySky FS-I6AB) | 14,9 | 1 | 14,9 |
| 7 | Buzzer | 0,65 | 1 | 0,65 |
| 8 | Sigorta | 3 | 1 | 3 |
| 9 | Lityum Polimer Batarya (Profuse) | 291,5 | 1 | 291,5 |
| 10 | Telemetri (Xbee) | 10 | 1 | 10 |
| 11 | GPS Modülü (M8N) | 5 | 1 | 5 |
| 12 | Görev Mekanizması Motor (MG90S) | 12,1 | 1 | 12,1 |

İHA bileşenlerinin adet, birim ağırlıkları ve toplam ağırlık Tablo 7’de gösterilmiştir İHA tasarlanırken dengeye önem verilmiş ve ağırlık merkezinin İHA’nın merkezine olabildiğince yakın olması hedeflenmiştir. İHA’da kullanılan bileşenlerin ağırlıkları ve ağırlık merkezine olan uzaklıkları Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 10: Bileşenlerin Adet ve Ağırlıkları

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Parça Adı | Birim Ağırlık (gr) | X uzaklığı (mm) | Y uzaklığı (mm) | Z uzaklığı (mm) |
| 1 | Sağ Ön Motor (Emax RS2205) | 29 | 143 | 86 | 13,5 |
| 2 | Sağ Arka Motor (Emax RS2205) | 29 | 143 | 86 | 13,5 |
| 3 | Sol Ön Motor (Emax RS2205) | 29 | 143 | 86 | 13,5 |
| 3 | Sol Arka Motor (Emax RS2205) | 29 | 143 | 86 | 13,5 |
| 4 | Omnibus F4 Pro V2 Uçuş Kontrolcü | 18 | 0 | 0 | 18 |
| 5 | 4 in 1 ESC (Racerstar REV35) | 13 | 0 | 0 | 12 |
| 6 | RF Alıcı (FlySky FS-I6AB) | 14,9 | 0 | 63,5 | 16,5 |
| 7 | Buzzer | 0,65 | 0 | 61,7 | 11,8 |
| 8 | Sigorta | 3 | 19,4 | 44 | 12 |
| 9 | Lityum Polimer Batarya (Profuse) | 291,5 | 1,8 | 0 | 24 |
| 10 | Telemetri (Xbee) | 10 | 0 | 40 | 8 |
| 11 | GPS Modülü (M8N) | 5 | 0 | 99,6 | 99,8 |
| 12 | Görev Mekanizması Motor (MG90S) | 12,1 | 50,8 | 22,1 | 72,3 |
| 13 | Şase | 74,9 | 0 | 0 | 2,8 |
| 14 | Koruma Kapağı | 60 | 0 | 9,5 | 24,6 |
| 15 | İniş Ayağı (Sağ) | 60,8 | 136,2 | 1,5 | 64 |
| 16 | İniş Ayağı (Sol) | 60,8 | 136,2 | 1,5 | 64 |

Tablo 11: Bileşenlerin Ağırlıkları ve Ağırlık Merkezine Olan Uzaklıkları

İHA’da kullanılması planlanan pervanelerin özellikleri Tablo 9’da verilmiştir.

Şekil 14: Pervane Modeli (5045)

|  |  |
| --- | --- |
| Pervane Özellikleri | |
| Model | 5045 |
| Çap | 5" |
| Adım | 4,5" |
| Göbek Çapı | 5mm |
| Göbek Kalınlığı | 7,8mm |
| Bıçak Sayısı | 3 |

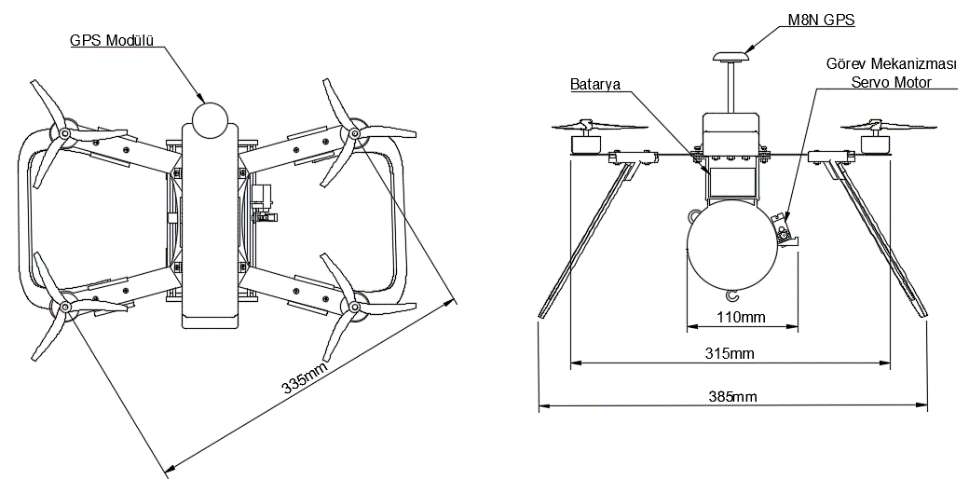
Tablo 12: Pervane Özellikleri

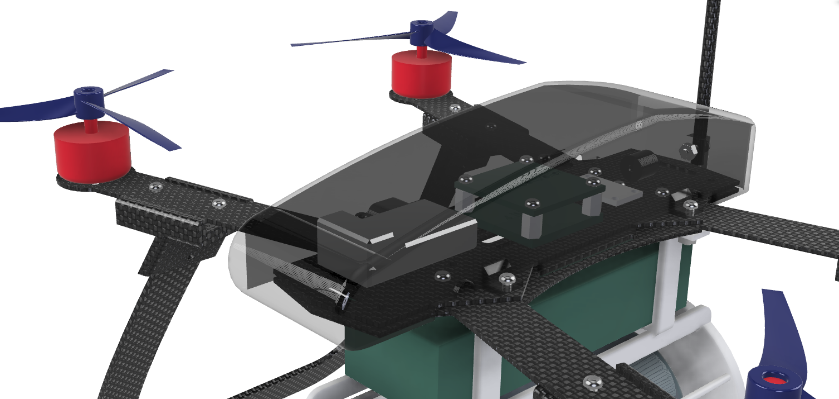
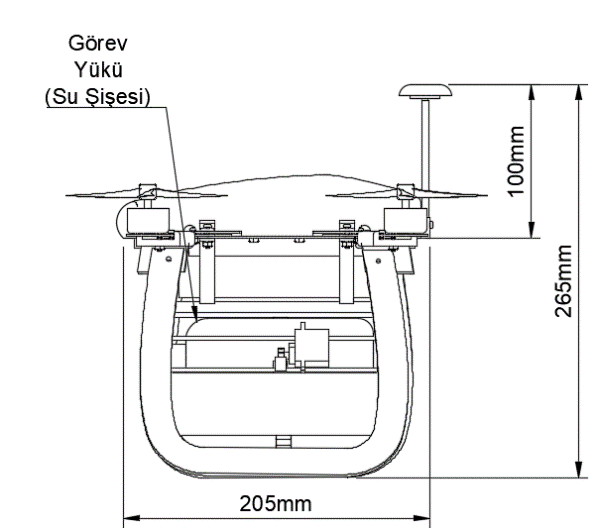
İHA’nın planlanan detaylı itki, taşıma ve güç hesapları Tablo 10’da gösterilmiştir.

|  |  |
| --- | --- |
| İHA'nın Beklenen Uçuş Parametreleri | |
| Yükle Beraber Güç | 17,8C |
| Uçuş Süresi | 5 Dakika |
| Elektrik Gücü | 182 Watt |
| İtki-Ağırlık | 1,4 |
| İtki | 3,41 g/W |

Tablo 13: İHA’nın itki, taşıma ve güç hesapları

* 1. **Görsel Tasarım Konfigürasyonu:** 

****

** **