****



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

**DETAYLI TASARIM RAPORU**

**TAKIM ADI:** Hür-Kanat

**TAKIM ID:** 51647

**KATEGORİ:** Döner Kanat

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

**DANIŞMAN ÖĞRETMEN:** Fatih TAŞPINAR

# 

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

**Sayfa**

[İÇİNDEKİLER DİZİNİ 2](#_Toc71190512)

[1. GENEL ÖZET 3](#_Toc71190513)

[1.1 Tasarım Süreci 3](#_Toc71190514)

[1.2 Temel Görev Gereksinimleri ve Tasarım Özellikleri 3](#_Toc71190515)

[1.3 Sistem Performans Özellikleri 3](#_Toc71190516)

[2. YÖNETİM ÖZETİ 4](#_Toc71190517)

[2.1 Takım Organizasyonu 4](#_Toc71190518)

[2.2 Zaman Akış Çizelgesi 4](#_Toc71190519)

[3. DETAYLI TASARIM 6](#_Toc71190520)

[3.1 Tasarımın Boyutsal Parametreleri 6](#_Toc71190521)

[3.2 Tasarımın Yapısal Özellikleri 6](#_Toc71190522)

[3.2.1 Gövde, Mekanik Sistemler 6](#_Toc71190523)

[3.2.2 Aerodinamik Özellikler 6](#_Toc71190524)

[3.2.3 Görev Mekanizması Sistemi 7](#_Toc71190525)

[3.2.4 Elektrik Elektronik Kontrol ve Güç Sistemleri Entegrasyonu 7](#_Toc71190526)

[3.3 Uçuş Performans Parametreleri 7](#_Toc71190527)

[3.4 Hava Aracı Maliyet Dağılımı 7](#_Toc71190528)

[4. PROTOTİP ÜRETİM SÜRECİ 8](#_Toc71190529)

[4.1 İHA İmalat ve Montaj Süreci 8](#_Toc71190530)

[4.2 İHA Elektrik Elektronik Entegrasyon Süreci 8](#_Toc71190531)

[4.3 İHA Montajı ve Genel Kontroller 8](#_Toc71190532)

[4.4 Üretim İş Zaman Çizelgesi Planlanan ve Gerçekleşen 8](#_Toc71190533)

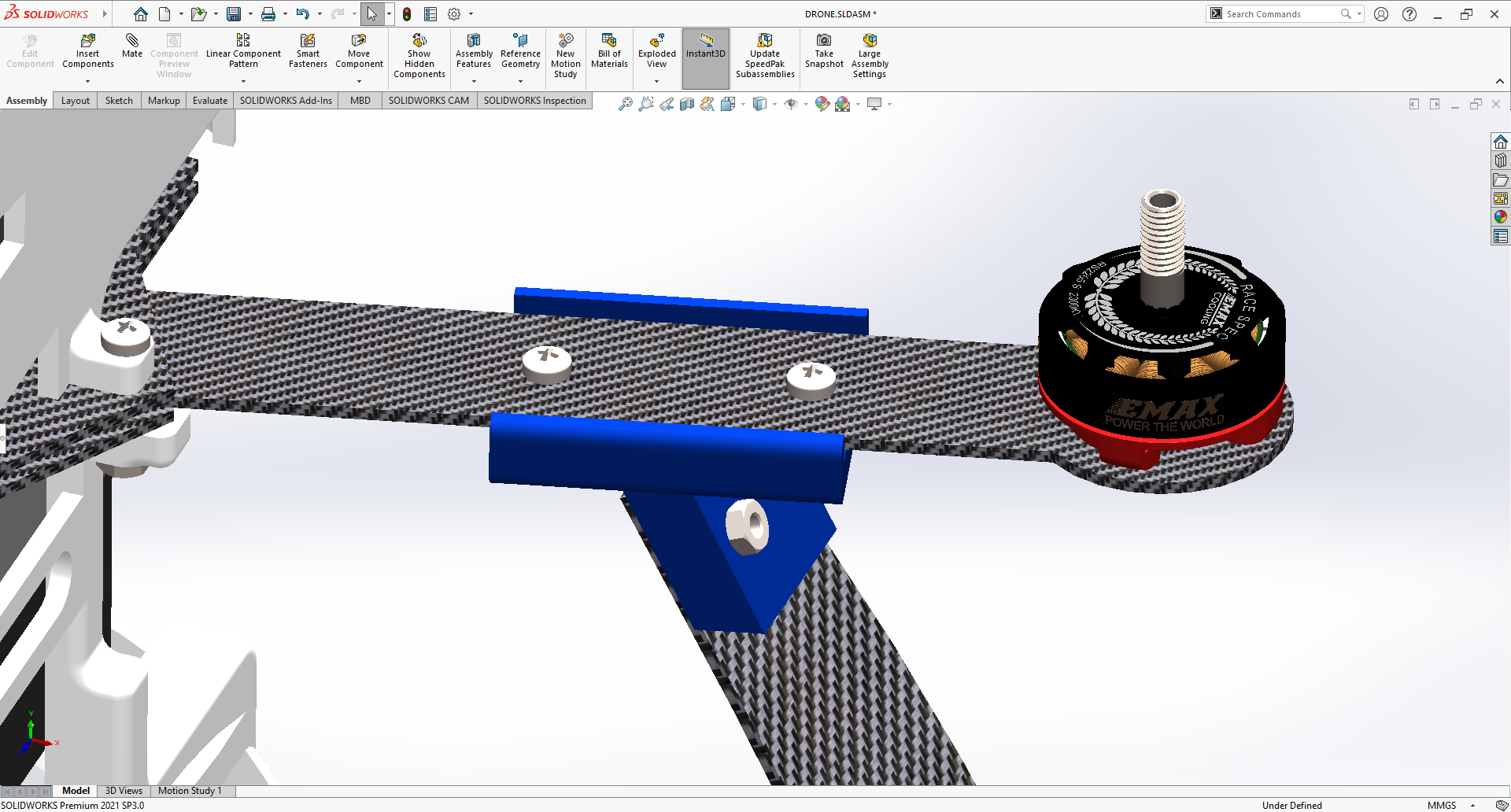
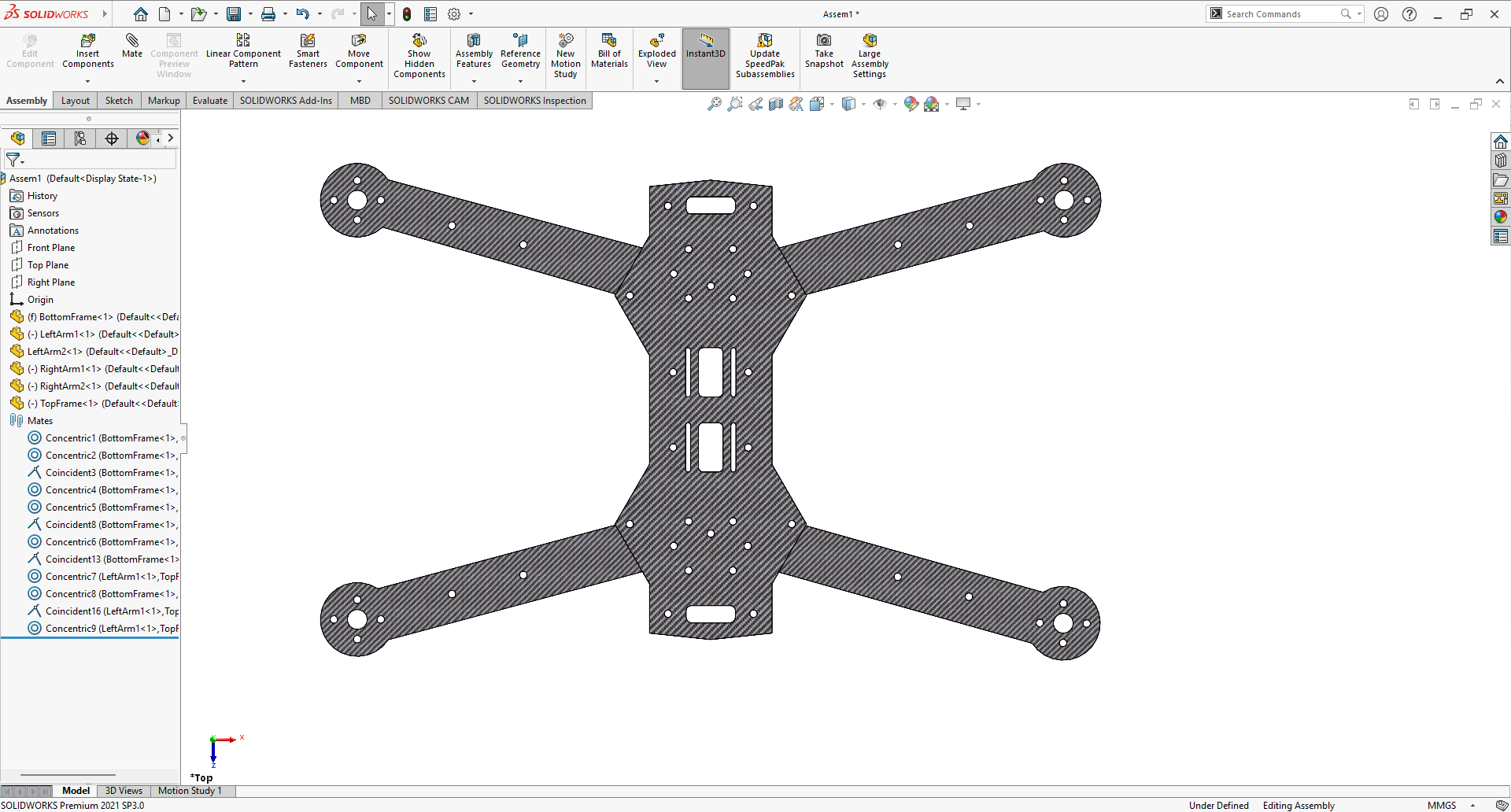
[5. TEKNİK ÇİZİMLER 9](#_Toc71190534)

[6. RAPOR YAZIM KURALLARI 10](#_Toc71190535)

# 1. GENEL ÖZET

## 1.1 Tasarım Süreci

Döner kanatlı İHA’nın tasarım sürecinde verilen görevleri yerine getirmesi, otonom özelliklerin kullanılabilmesi ve hafif olması amaçlanmıştır.

 Verilen görevlerin gerektirdiği özellikler araştırılıp İHA tasarımına eklendikten sonra uluslararası yarışmalarda kullanılan tasarımlar incelendi. Gerekli tasarım kriterleri hazırlandıktan sonra özgün tasarımın çalışmalarına başlandı. Otonom uçuşa elverişli olan elektronik parçaların piyasa araştırması yapıldı. Belirlenen malzemelere göre gövde ve şasi tasarımı hazırlandı ve İHA’nın şasi (Şekil 1) ve dış gövdesi (Şekil 2) özgün olarak dijital ortamda takım üyeleri tarafından 3B tasarımı yapıldı. İHA’nın üretiminde gövdenin 3B baskı yöntemiyle, şasinin ise karbon fiber plakaların kesim yöntemiyle üretilmesi planlandı. İniş ayaklarının şasi ile olan bağlantı noktalarında (Şekil 3) sağlamlık açısından yeterli oldukları için 3B baskı yöntemiyle üretilmiş parçaların kullanılması planlandı.

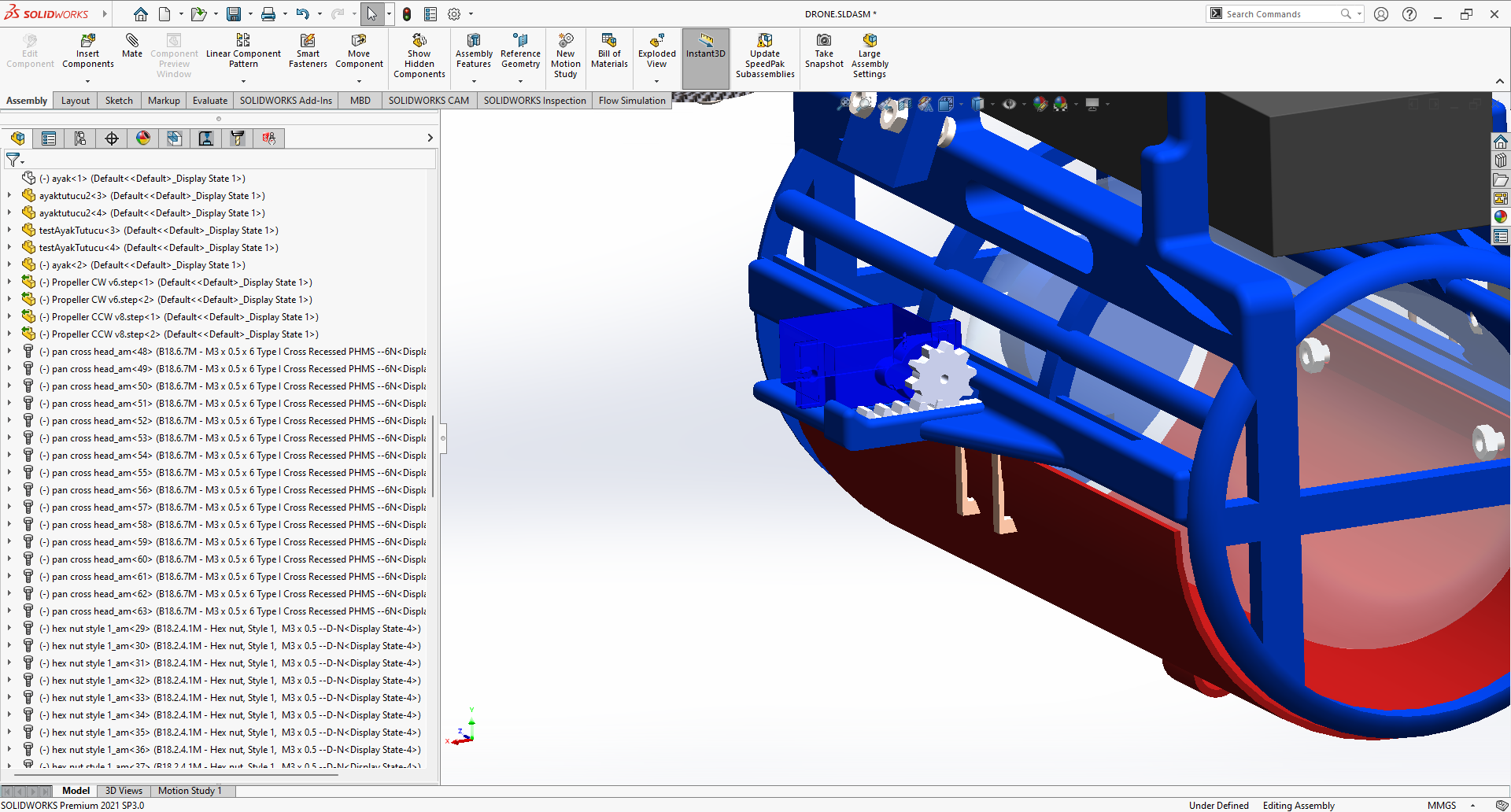
*Şekil 3: İniş Ayakları ve Şasinin Bağlantı Noktası*

*Şekil 2: Gövde Tasarımı*

*Şekil 1: Şasi Tasarımı*

## 1.2 Temel Görev Gereksinimleri ve Tasarım Özellikleri

İHA, döner kanatlı olduğu için 1. ve 2. görevlerdeki güzergahı keskin manevralarla tamamlaması planlandı. Görevleri iniş ve kalkışlar dahil olmak üzere otonom yapması planlandı.

 İHA’nın alt kısmında bulunan görev mekanizması, alt kapağı kapalı tutmak için 1 adet Servo motor, motora bağlı çark ve çarka bağlı bir pim kullanacak şekilde tasarlandı (Şekil 4). Servo motor, kendisine gelen PWM sinyal doğrultusunda belirlenmiş bir açıya dönerek çarkın belirli bir miktar hareket ettirilmesi sağlandı. Çarkın hareket etmesiyle pim yerinden oynaması ve alt kapağın açık hale gelmesi planlandı. Alt kapak tarafından tutulan görev yükü serbest bırakıldığı zaman, bağlı olduğu paraşüt sayesinde hedefe güvenli bir hızda iniş yapması planlandı. Araç, üzerinde bulunan GPS ve pusula modüllerinden aldığı veriler ve görev öncesi araca yüklenen yol bilgisi sayesinde görevleri otonom bir şekilde gerçekleştirebilmektedir. Aracın planlanan uçuş yüksekliği 8 metredir.

*Şekil 4: Görev Mekanizması*

İHA herhangi bir bağlantı problemi olduğu zaman fail-safe durumuna geçip yarı gaz yapacak şekilde tasarlandı. Araçta kullanılan sigorta yarışma kurallarında da belirtildiği gibi bataryanın (+) kutup çıkışında bulunmaktadır. Şekil 5’te gösterilen formül kullanılarak İHA’nın maksimum sigorta amperi hesaplanmış ve çıkan sonuç aralığındaki bir değer olan 150A sigorta kullanılmıştır.

= Maksimum ESC Amperi

= Motor Sayısı

Maksimum Sigorta Amperi:

*Şekil 5: Maksimum Sigorta Amperi Hesabı*

## 1.3 Sistem Performans Özellikleri

İHA’nın planlanan uçuş parametreleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

|  |  |
| --- | --- |
| İHA'nın Planlanan Uçuş Parametreleri | |
| Yüksüz Ağırlığı | 1200 gram |
| Taşıyabileceği Maksimum Yük Ağırlığı | 1000 gram |
| Kalkış Ağırlığı | 1500 gram |
| Uçuş Tipi | Otonom |
| Planlanan Otonom Uçuş Hızı | 8 m/sn |
| Uçuş Süresi | 5 Dakika |

*Tablo 1: İHA'nın Planlanan Uçuş Parametreleri*

# 2. YÖNETİM ÖZETİ

Bu bölümde, başvuran takımların Akademik danışmanı, üyeleri ve takımın yetenekleri hakkında genel tanıtıcı bilgiler verilmelidir.

## 2.1 Takım Organizasyonu

Bu başlık altında, sabit veya döner kanatlı İHA’nın tasarım sürecindeki görev dağılımı bir organizasyon grafiği üzerinde gösterilmeli ve gerekli bilgiler verilmelidir. Ayrıca her takım üyesini tanıtan bilgiler de sunulmalıdır.

## 2.2 Zaman Akış Çizelgesi

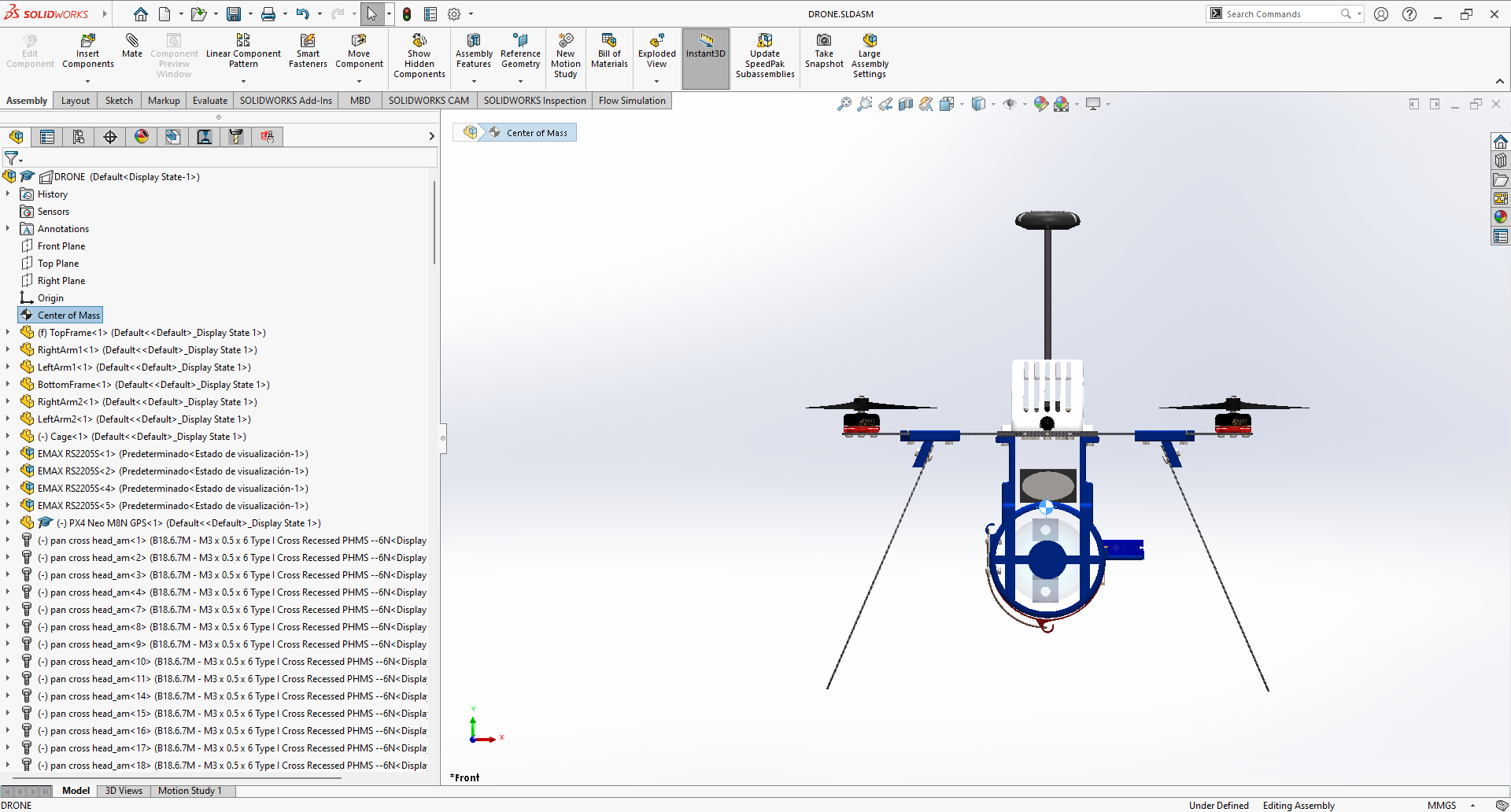
Bu başlık altında, sabit veya döner kanatlı İHA’nın tasarım sürecinde yapılacak iş paketleri bir iş-zaman grafiği üzerinde gösterilmeli ve ana iş paketleri ile ilgili bilgiler verilmelidir. Örnek bir iş-zaman grafiği aşağıda verilmiştir.

**Örnek İş-Zaman Grafiği**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **İP No** | **İP**  **Adı/Tanımı** | **Kimler Tarafından Yapılacağı** | **HAFTALAR** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** | **21** | **22** | **23** | **24** |
| 1 | Görev Analizi ve Literatür Taraması |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | Tasarım Boyutsal Parametrelerinin Belirlenmesi |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | Tasarımın Yapısal Özellikleri |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | Kontrol ve Güç Sistemleri Tasarımı |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | Uçuş Performans Parametreleri |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 | Hava Aracı Maliyet Hesaplama |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 | Teknik Çizimler |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 | Proje Yönetimi |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

# 3. DETAYLI TASARIM

## 3.1 Tasarımın Boyutsal Parametreleri

 İHA tasarlanırken ağırlık merkezinin görev mekanizması üzerinde bulunmasına dikkat edildi (Şekil 5).

*Şekil 5: Ağırlık Merkezinin Önden Görünümü*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Parça Adı | Birim Ağırlık (gr) | Adet | Toplam Ağırlık (gr) |
| 1 | Şasi | 74.9 | 1 | 74.9 |
| 2 | Koruma Kapağı | 34 | 1 | 34 |
| 3 | İniş Ayakları | 60.8 | 2 | 121.6 |
| 3 | Fırçasız Motor (Emax RS2205) | 29 | 4 | 116 |
| 4 | Omnibus F4 Pro V2 Uçuş Kontrolcü | 10 | 1 | 10 |
| 5 | 4 in 1 ESC (Racerstar REV35) | 12 | 1 | 12 |
| 6 | RF Alıcı (FlySky FS-I6AB) | 14.9 | 1 | 14.9 |
| 7 | Buzzer | 0.65 | 1 | 0.65 |
| 8 | Sigorta | 11 | 1 | 11 |
| 9 | Lityum Polimer Batarya (Profuse) | 323 | 1 | 323 |
| 10 | Telemetri (Xbee) | 19 | 1 | 19 |
| 11 | GPS Modülü (M8N) | 5 | 1 | 5 |
| 12 | Görev Mekanizması Motor (SG90) | 10 | 1 | 10 |
| 13 | Pervaneler | 5.5 | 4 | 22 |
| 14 | Görev Mekanizması (SG90 dahil değildir) | 147 | 1 | 147 |
| 15 | Pusula | 2 | 1 | 2 |
| 16 | İniş Ayakları Montaj Parçaları | 9 | 4 | 36 |
| 17 | Montaj Esnasında Kullanılan Birleştiriciler | 100 | 1 | 100 |
| 17 | Toplam |  |  | 1059.05 |

*Tablo 2: İHA Malzemeleri Ağırlık Tablosu*

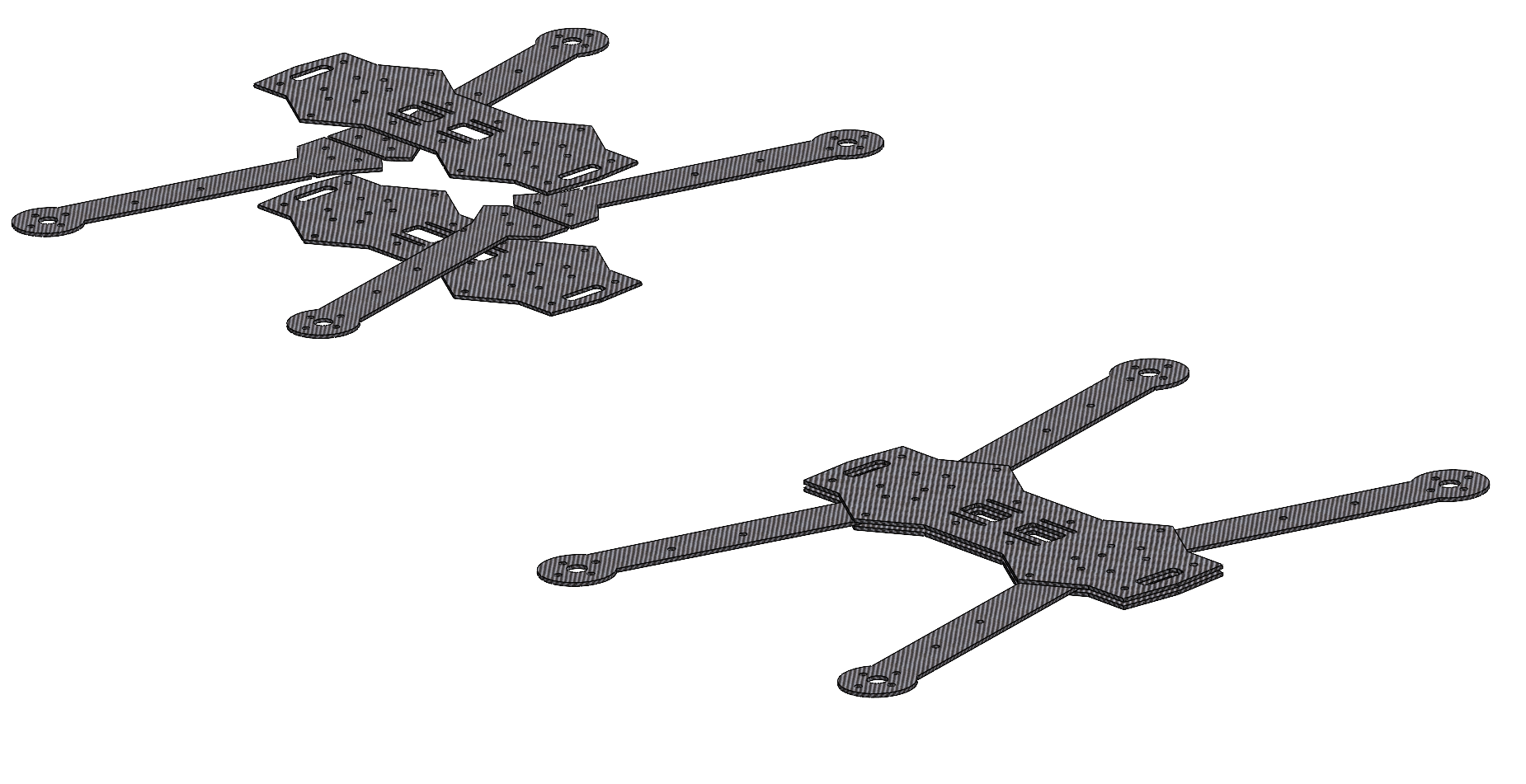
  İHA tasarlanırken kullanılan parçaların İHA’nın ağırlık merkezine olan uzaklıkları Tablo 2’de verilmiştir.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Parça Adı | Birim Ağırlık (gr) | X uzaklığı (mm) | Y uzaklığı (mm) | Z uzaklığı (mm) |
| 1 | Sağ Ön Motor (Emax RS2205) | 29 | 130.35 | 61 | 82.75 |
| 2 | Sağ Arka Motor (Emax RS2205) | 29 | 130.35 | 61 | 82.75 |
| 3 | Sol Ön Motor (Emax RS2205) | 29 | 130.35 | 61 | 82.75 |
| 3 | Sol Arka Motor (Emax RS2205) | 29 | 130.35 | 61 | 82.75 |
| 4 | Omnibus F4 Pro V2 Uçuş Kontrolcü | 10 | 0 | 74.6 | 4 |
| 5 | 4 in 1 ESC (Racerstar REV35) | 12 | 0 | 64.8 | 4 |
| 6 | RF Alıcı (FlySky FS-I6AB) | 14.9 | 0 | 61.2 | 23.5 |
| 7 | Buzzer | 0.65 | 14.8 | 59 | 31.8 |
| 8 | Sigorta | 11 | 0 | 9.3 | 83.5 |
| 9 | Lityum Polimer Batarya (Profuse) | 323 | 0 | 4 | 0 |
| 10 | Telemetri (Xbee) | 19 | 0 | 68 | 70.7 |
| 11 | GPS Modülü (M8N) | 5 | 0 | 214 | 16.3 |
| 12 | Görev Mekanizması Motor (SG90) | 10 | 43 | 25.3 | 22 |
| 13 | Şasi | 74.9 | 0 | 0 | 57.5 |
| 14 | Koruma Kapağı | 34 | 25 | 59 | 33.85 |
| 15 | İniş Ayağı (Sağ) | 60.8 | 88.3 | 47 | 54.5 |
| 16 | İniş Ayağı (Sol) | 60.8 | 88.3 | 47 | 54.5 |
| 17 | Sağ Ön Pervane (5045) | 5.5 | 83.8 | 76.8 | 106.5 |
| 18 | Sağ Arka Pervane (5045) | 5.5 | 83.8 | 76.8 | 106.5 |
| 19 | Sol Ön Pervane (5045) | 5.5 | 83.8 | 76.8 | 106.5 |
| 20 | Sol Arka Pervane (5045) | 5.5 | 83.8 | 76.8 | 106.5 |

*Tablo 3 (Verilen Uzaklıklar İHA'nın Ağırlık Merkezine Göre Hesaplanmıştır)*

## 3.2 Tasarımın Yapısal Özellikleri

## 3.2.1 Gövde, Mekanik Sistemler

 İHA şasisinin esnemeyen ve tamir edilebilir bir yapıya sahip olabilmesi için 3 ayrı katman olarak tasarlandı (Şekil 6).

*Şekil 6: İHA Şasisinin Katmanlı Yapısı*

İHA’nın üzerinde bulunan kapak hafifliği ve sağlamlığı korumak için PLA malzemeden 3B baskı yöntemiyle üretildi. Hafifliğe katkı sağlaması için delikli bir yapıya sahiptir (Şekil 2).

Şasi ve ayakların birleşiminde 3B yazıcıdan çıkan PLA destekler ile birleştirildi (Şekil 3). PLA kullanılmasının sebebi, PLA’nın ABS malzemeden daha esnek ve maliyetinin daha düşük olmasıdır.

### 3.2.2 Aerodinamik Özellikler

İHA üzerindeki motorların ne kadar itki uygulaması gerektiği hesaplandı Tablo(X).

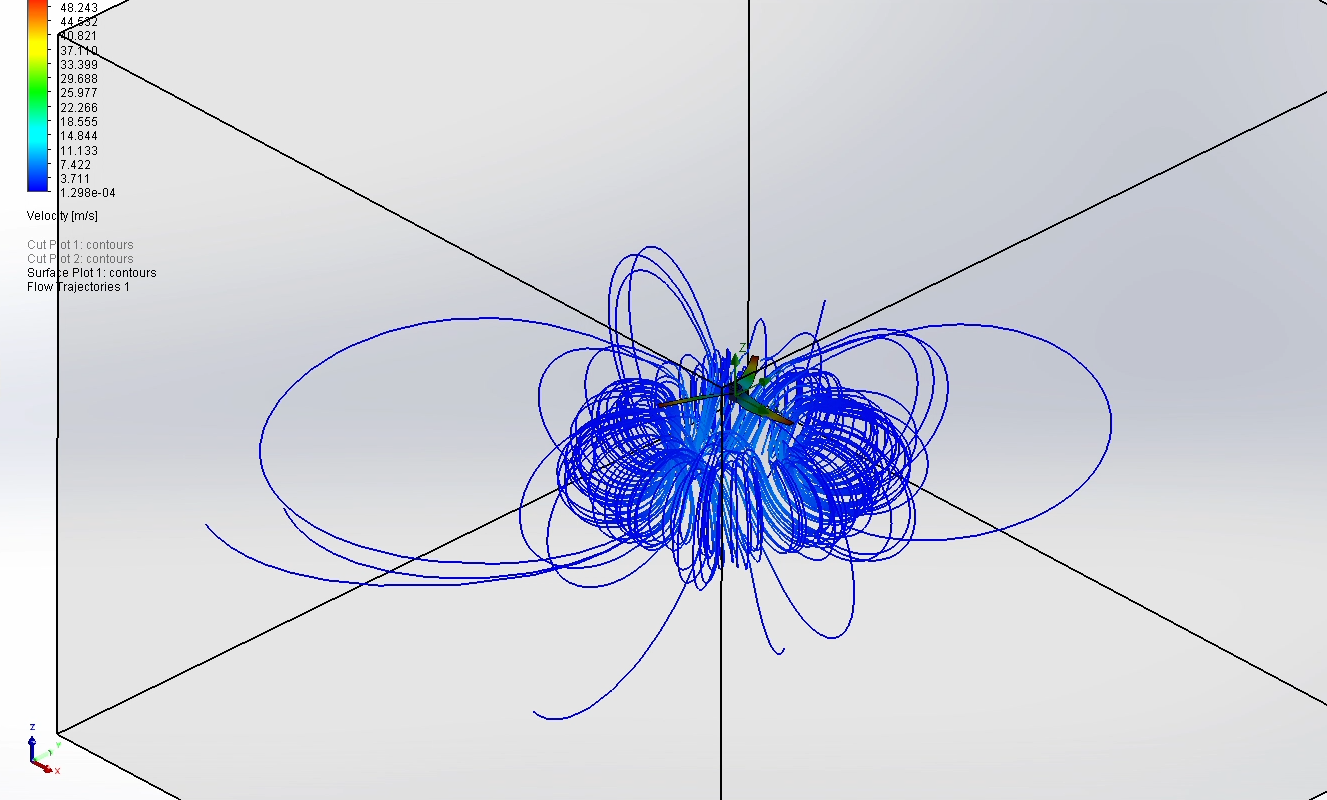
|  |  |
| --- | --- |
| Total Weight | 1500g |
| Number of Motors | 4 |
| Total Thrust | 3000g |
| Thrust per Motor | 750g |

*Tablo 4: Kalkış İçin Gerekli Olan Minimum İtki Tablosu*

İHA üzerindeki motorlara uygun pervane türü Tablo 3’de bulunan bilgiler incelendikten sonra “*5045 3 Bıçaklı Pervane”* olarak belirlenmiştir.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Motor Type | The Voltage | Paddle Size | Current (A) | Thrust (G) | Power (W) | Efficiency (G/W) | Speed (RPM) |
| RS2205-2300KV | 16 | 5045 | 29.9 | 1024 | 478.4 | 2.14 | 24560 |

*Tablo 5: Motor-Pervane-İtki Tablosu*

 Pervane tercih edilirken aerodinamik özelliklere önem verildi (Şekil 8).

*Şekil 8: 5045 Pervanelerin 3B Ortamdaki Simülasyonu*

### 3.2.3 Görev Mekanizması Sistemi

Bu başlık altında, İHA’nın kurallar kitapçığında verilen görevleri yerine getirmesi için gerekli görev mekanizmalarının tasarımı ve çalışma prensibi ile ilgili bilgiler verilmelidir. Yapılan elektronik veya yazılımsal çalışmalardan da bahsedilmesi beklenmektedir. Görev mekanizması elemanlarının gösterimi ve boyutlarının aktarılması teknik kontrol bakımından önem taşımaktadır. Kurallar kitapçığında belirtilen gereksinimleri karşılamayan mekanizmaların teknik kontrolü geçemeyeceği özellikle dikkate alınmalıdır.

### 3.2.4 Elektrik Elektronik Kontrol ve Güç Sistemleri Entegrasyonu (5 puan)

Bu başlık altında, sabit veya döner kanatlı İHA’nın elektrik, elektronik, kontrol ve güç sistemleri ile ilgili detaylı çizim ve bilgiler verilmelidir. Örnek olarak, kontrol ve kablolama şeması, güç ve sigorta bağlantı şeması ile ilgili bilgiler sunulmalıdır. Uçuşun/görevin otonom yapılması planlanıyorsa, ilgili yöntem ve ayrıntıların da verilmesi beklenmektedir.

## 3.3 Uçuş Performans Parametreleri

Bu başlık altında, sabit veya döner kanatlı İHA’nın, farklı görevler için ayrı ayrı performans hesaplamalarının tablo ve grafikler ile aktarılması gerekmektedir. Gerekli güç hesabı, batarya kapasite gereksinim hesabı, batarya kapasitesinin belirlenmesi gibi aşamaların aktarılması beklenmektedir.

## 3.4 Hava Aracı Maliyet Dağılımı

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Malzeme Resmi | Parça Adı | Birim Fiyatı (TL) | Miktar | Toplam Fiyat (TL) |
| 1 |  | Omnibus F4 Pro V2 Uçuş Kontrolcü | 283.91 | 1 | 283.91 |
| 2 |  | Emax RS2205 2300kv Fırçasız Motor | 168.03 | 4 | 672.12 |
| 3 |  | Racerstar REV35 4 in 1 ESC | 736.91 | 1 | 736.91 |
| 4 |  | FlySky FS-i6 Kumanda | 529 | 1 | 529 |
| 5 |  | FlySky FS-I6AB RF Alıcı | 157.53 | 1 | 157.53 |
| 6 |  | Profuse Lityum Polimer Batarya 4200 mAh | 828.68 | 2 | 828.68 |
| 7 |  | M8N GPS Modülü | 293.7 | 1 | 293.7 |
| 8 |  | Telemetri 915mhz 500mW | 519.2 | 1 | 519.2 |
| 9 |  | Sigorta 150A | 31 | 1 | 31 |
| 10 |  | Buzzer | 1.52 | 1 | 1.52 |
| 11 |  | Sg90 Servo Motor | 14.66 | 1 | 14.66 |
| 12 |  | Gy-271 Pusula | 20.28 | 2 | 40.56 |
| 13 |  | Matek FCHUB-6S Güç Dağıtıcı | 139.15 | 1 | 139.15 |
| 14 |  | 5045 3 Bıçak Pervane | 6.08 | 16 | 97.28 |
| 15 |  | CNC Kesim Karbon Fiber Plaka | 1133.67 | 1 | 1133.67 |
| 16 |  | PLA Filament | 109 | 1 | 109 |
| Toplam | | | | | 5587.89 |

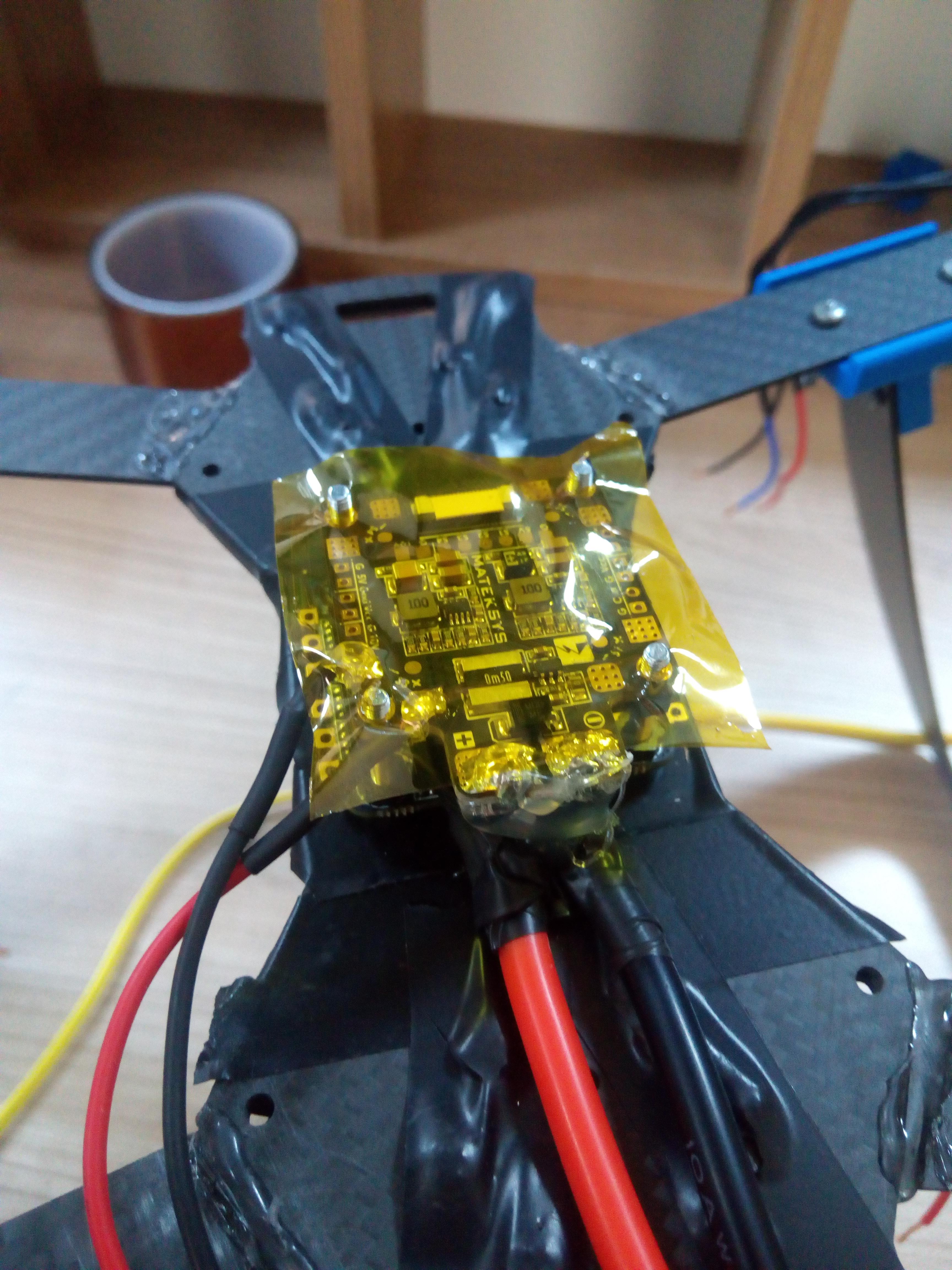
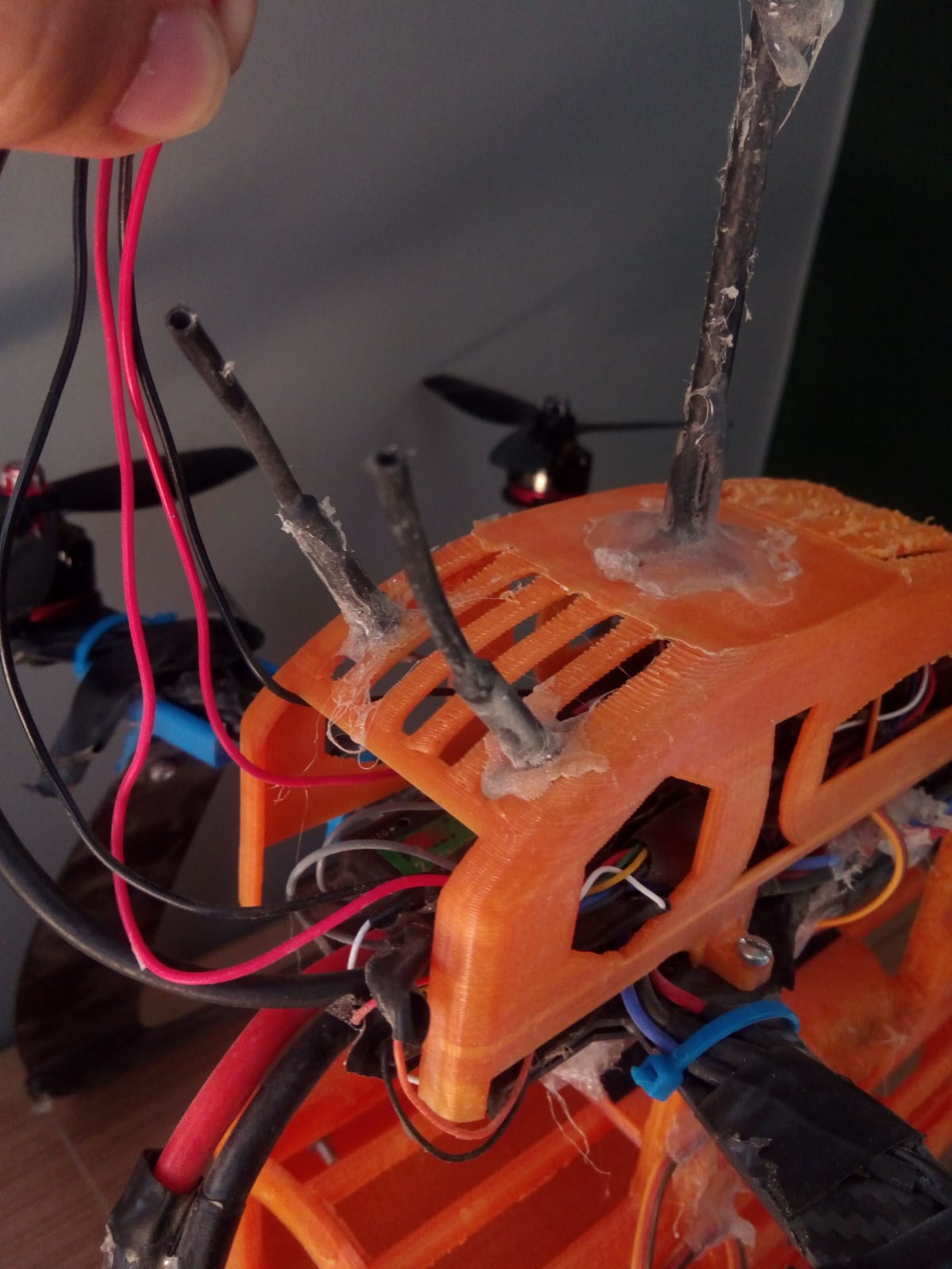
*Tablo 6: İHA Maliyet Dağılımı*

# 4. PROTOTİP ÜRETİM SÜRECİ

## 4.1 İHA İmalat ve Montaj Süreci

Bu başlık altında, sabit veya döner kanatlı İHA’nın imalatı ve montajı ile ilgili bilgiler görseller ile desteklenerek verilmelidir.

## 4.2 İHA Elektrik Elektronik Entegrasyon Süreci

İlk olarak kabloların uygun bağlantı şekilleri ve yerleştirilmesi gereken yerler planlandı ve soketler uygun yerlere yerleştirildi. Bu hazırlıklarda kabloların bağlantıları lehim ile sağlamlaştırıldı ve elektrik bandı ile yalıtıma katkı sağlandı. Yalıtımı arttırmak için termal bant kullanıldı (Şekil 7). Metal somunlar yerine plastik somunlar kullanıldığı için istenmeyen kısa devrelerin önüne geçildi (Şekil 8). Bataryayı sabit tutmak için cırt cırtlı bant ile sabitlendi (Şekil x) ve olası bir kazada zarar görmesini önlemek amacıyla balonlu naylon (Şekil x) yerleştirildi. Kumanda alıcısının antenleri sinyal akışını engellememek için kasanın dışına yerleştirildi (Şekil 9).

*Şekil 9: Alıcı Anteni Konumlandırması*

*Şekil 8: Plastik ve Metal Somunlar*

*Şekil 7: Termal Bandın Kullanımı*

## 4.3 İHA Montajı ve Genel Kontroller

Bu başlık altında, sabit veya döner kanatlı İHA’nın tamamlanan tasarım ve üretim süreci ile ilgili olarak bir kontrol listesinin oluşturulması ve bu kontrol listesinin tamamlandığına ve ilk uçuş için hazır olduğuna dair bilgiler ortaya konulmalıdır. Bu liste; bir İHA’nın uçuşa hazır hale gelebilmesi için tamamlanması gereken tanımlı tüm iş paketlerini içermelidir. Tanımlanan iş paketleri; şasi, gövde, güç, kontrol ve görev mekanizmaları gibi kategorilere ayrılarak da bir liste hazırlanabilir.

## 4.4 Üretim İş Zaman Çizelgesi Planlanan ve Gerçekleşen

Bu başlık altında, sabit veya döner kanatlı İHA’nın üretilmesi için detaylı tasarım sürecinde belirtilen aşamaların hangi ölçüde tamamlandığı bir iş zaman çizelgesi üzerinde planlanan ve gerçekleşen şeklinde karşılaştırmalı olarak verilmelidir.

# 

# 5. TEKNİK ÇİZİMLER

*Şekil 1: İHA Tasarımının Üstten ve Perspektiften Görünümü*

*Şekil 2: İHA Tasarımının Sağdan ve Önden Görünümü*

# 6. RAPOR YAZIM KURALLARI

Hazırlanan raporun aşağıdaki kurallara uyması gerekmektedir.

* Raporun 40 MB dosya boyutundan fazla olmaması,
* Sayfa büyüklüğünün A4 olarak seçilmesi ve yazıların Arial fontunda, 12 punto büyüklüğünde olması,
* Kapak ve ekler dâhil 30 sayfayı geçmemesi,
* Satır aralıklarının 1,5 satır olarak düzenlenmesi,
* Sayfa sağ, sol, alt, üst kenar boşluklarının 2,5 cm (0.984 inç) olarak ayarlanması
* Tablolardaki bilgilerin Times New Roman biçiminde ve 11 punto büyüklüğünde olması
* Şekillerde verilen bilgi ve detayların herhangi bir büyütme işlemine gerek olmadan okunabilir olması,
* Formüllerin 11 punto olması.

**NOT: Raporun 30 sayfadan fazla olması durumunda, fazla olan her bir sayfa başına toplam puan üzerinden %2 puan kırılacaktır.**