



TUSAŞ – TÜRK HAVACILIK VE UZAY SANAYİİ AŞ

TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu

RP.STR.25.003T Rev.1

Revizyon Tarihi: 23.03.2018

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

Form No: FM.STR.0006T Rev.01

İlk Yayın Tarihi: 19.09.2017
Revizyon Tarihi: 19.09.2017

TASNİF DIŞI

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	1/71

DOKÜMAN ONAY SAYFASI

Başlık	İlk Yayım Tarihi	Revizyon No	Revizyon Tarihi
TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	23.03.2018	1	23.03.2018

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	2/71

İÇİNDEKİLER

TABLOLAR LİSTESİ	6
DEĞİŐKİKLİKLER TABLOSU	7
1. AMAÇ	8
2. KAPSAM	8
3. TANIMLAR VE KISALTMALAR	8
3.1. Tanımlar	8
3.2. Kısaltmalar	8
4. REFERANS DOKÜMANLAR	9
5. GENEL	9
5.1. Sertifikasyon Gereksinimleri	9
5.2. İtki Sistemi	11
5.2.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi	11
5.2.2. Teknoloji Tanımı	11
5.2.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı	12
5.2.4. Testler	13
5.3. Yakıt Sistemi	14
5.3.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi	14
5.3.2. Teknoloji Tanımı	14
5.3.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı	17
5.3.4. Testler	18
5.4. İniş Takımı Sistemi	21
5.4.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi	21
5.4.2. Teknoloji Tanımı	21
5.4.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı	22
5.4.4. Testler	23
5.5. Çevresel Kontrol Sistemi	25
5.5.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi	25
5.5.2. Teknoloji Tanımı	25
5.5.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı	29
5.5.4. Testler	30
5.5.5. Gereksinimler	32
5.6. Hidrolik Sistemi	34

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	3/71

5.6.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi	34
5.6.2. Teknoloji Tanımı	34
5.6.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı	35
5.6.4. Testler	36
5.6.5. Gereksinimler	37
5.7. Kanopi / Saydam	38
5.7.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi	38
5.7.2. Teknoloji Tanımı	38
5.7.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı	39
5.7.4. Testler	40
5.8. Pervane.....	41
5.8.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi	41
5.8.2. Teknoloji Tanımı	41
5.8.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı	41
5.8.4. Testler	41
5.9. Rotor	42
5.9.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi	42
5.9.2. Teknoloji Tanımı	42
5.9.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı	43
5.9.4. Testler	43
5.10. Hidrolik Hareketlendiriciler	45
5.10.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi	45
5.10.2. Teknoloji Tanımı	45
5.10.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı	46
5.10.4. Testler	47
5.10.5. Gereksinimler	49
5.11. Elektromekanik Hareketlendiriciler	50
5.11.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi	50
5.11.2. Teknoloji Tanımı	50
5.11.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı	51
5.11.4. Testler	51
5.12. TEST SENSÖRLERİ (VERİ TOPLAMA SİSTEMİ)	54

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	4/71

5.12.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi	54
5.12.2. Teknoloji Tanımı	54
5.12.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı	56
5.12.4. Testler	57
5.12.5. Gereksinimler	58
5.13. Pitot Statik Sistem	59
5.13.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi	59
5.13.2. Teknoloji Tanımı	59
5.13.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı	60
5.13.4. Testler	61
5.13.5. Gereksinimler	61
5.14. SİLAH SİSTEMLERİ.....	63
5.14.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi	63
5.14.2. Teknoloji Tanımı	63
5.14.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı	64
5.14.4. Testler	64
5.15. Ham Malzemeler.....	66
5.15.1. 120°C’de Kürlenebilen Epoksi Prepreg Malzemeler.....	66
5.15.2. Orta Modül Karbon Elyaf ve Prepreg	66
5.15.3. Termoplastik Malzemeler	66
5.15.4. Kızıl Ötesi Düşük Görünür Boya	67
5.15.5. Düşük Görünürlüklü Malzeme Teknolojileri – Kanopi (Şeffaf Yapı) Radar Yansıtıcı/Soğurucu Kaplama.....	67
5.15.6. Radar Soğurucu Yapısal Kompozit Malzeme (Termoset)	67
5.15.7. Metal Olmayan Malzemeler	68
5.15.8. Metalik Yarı Bitmiş Ürünler	68
5.15.9. Yüksek Sıcaklık ve AŐırı Yüklere Maruz Kalan Dişli ve Rulmanlar İçin Özgün Malzemeler	68
5.16. Prosesler	69
5.16.1. Kompozit Katmanlı İmalat.....	69
5.16.2. Termoplastik Malzemeler ile Üretim Teknolojileri	69
5.16.3. Metal Katmanlı İmalat.....	70
5.16.4. Metal Döküm Teknolojileri	70

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi’nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	5/71

5.16.5. Dövme Teknolojileri	70
5.16.6. Süperplastik Şekillendirme Uygulamaları.....	71
6. EK DOKÜMANLAR.....	71

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	6/71

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: Yakıt Sistemlerine Yönelik Standartlar Tablosu	16
Tablo 2: Yerlileştirilmesi Planlanan Yakıt Sistemlerine Yönelik Testler Tablosu	18
Tablo 3: İniş Takımı Sistemlerine Yönelik Standartlar Tablosu	22
Tablo 4: Yerlileştirilmesi Planlanan İniş Takımı Sistemlerine Yönelik Testler Tablosu	23
Tablo 5: Çevresel Kontrol Sistemlerine Yönelik Standartlar Tablosu	27
Tablo 6: Yerlileştirilmesi Planlanan Çevresel Kontrol Sistemlerine Yönelik Testler Tablosu	30
Tablo 7: Hidrolik Sistemlere Yönelik Standartlar Tablosu	35
Tablo 8: Yerlileştirilmesi Planlanan Hidrolik sistemlere Yönelik Testler Tablosu	36
Tablo 9: Kanopi ve Saydamlara Yönelik Standartlar Tablosu.....	39
Tablo 10: Yerlileştirilmesi Planlanan Saydamlara Yönelik Testler Tablosu	40
Tablo 11: Rotor BileŐenlerine Yönelik Standartlar Tablosu	43
Tablo 12: Hidrolik Hareketlendiricilere Yönelik Standartlar Tablosu	46
Tablo 13: Yerlileştirilmesi Planlanan Hidrolik sistemlere Yönelik Testler Tablosu	47
Tablo 14: Yerlileştirilmesi Önerilen Test Sensörlerine Yönelik Testler Tablosu	57
Tablo 15: Pitot Statik Sistemlere Yönelik Standartlar Tablosu	60
Tablo 16: Pitot Statik Sistemlere Yönelik Testler Tablosu	61
Tablo 17: Silah Sistemlerine Yönelik Standartlar Tablosu	63
Tablo 18: Yerlileştirilmesi Planlanan Silah Sistemlerine Yönelik Testler Tablosu	64

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	7/71

DEĐİŐİKLİKLER TABLOSU

Rev. No.	Rev. Tarihi	Açıklamalar
01	23.03.2018	İlk yayım.

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	8/71

1. AMAÇ

Bu doküman TUSAŞ'ın özgün ürünleri kapsamında tedarik edilen ve kısıtlayıcı düzenlemelere tabi olup yerlileştirilmesi planlanan ürün / sistem / bileşen, malzeme ve prosesleri sunmak üzere hazırlanmıŐtır.

2. KAPSAM

TUSAŞ Özgün Ürünlerinde kullanılan ve yerlileştirilmesi hedeflene her bir kalem için savunma sanayi teknoloji taksonomisi ilişkisi, teknoloji tanımı, platformlardaki kullanım durumu, yapılması gereken testler ve özel gereksinimler belirtilmektedir.

- İtki Sistemi
- Yakıt Sistemi
- İniş Takımı Sistemi
- İklimlendirme Sistemi
- Hidrolik Sistemi
- Kanopi / Saydam
- Pervane
- Rotor
- Hidrolik Hareketlendiriciler
- Elektromekanik Hareketlendiriciler
- Test Sensörleri (Veri Toplama Sistemi)
- Pitot Tüp
- Silah Sistemleri
- Ham Malzemeler
- Prosesler

3. TANIMLAR VE KISALTMALAR

3.1. Tanımlar

Bu doküman içerisinde kullanılan tanımlar referans dokümanlar içerisinde yer almaktadır.

3.2. Kısaltmalar

Bu doküman içerisinde kullanılan kısaltmalar referans dokümanlar içerisinde yer almaktadır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	9/71

4. REFERANS DOKÜMANLAR

Referans Dokümanlar:

SSM-TEK-SSTT-D01, Mayıs 2017	Savunma Sanayii MüsteŐarlığı Savunma Sanayi Teknoloji Taksonomisi (http://www.ssm.gov.tr)
EASA CS 23, Amendment 5	Certification Specifications for Normal, Utility, Aerobatic, and Commuter Category Aeroplanes
EASA CS 25, Amendment 20	Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Large Aeroplanes
EASA CS 27, Amendment 4	Certification Specifications for Small Rotorcraft
EASA CS 29, Amendment 4	Large Rotorcraft
DO-160 G, Rev G, 8 Aralık 2010	Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment
MIL-STD-810 E, Rev G, 31 Aralık 2008	Department Of Defense Test Method Standard
FAA TSO	Technical Standard Orders
EASA CS-ETSO, Amendment 3	European Technical Standard Order

Atıf Yapılan Dokümanlar:

Atıf yapılan doküman bulunmamaktadır.

5. GENEL

Bu bölümde yerlileştirilmesi planlanan ürün / sistem / bileşen, malzeme ve prosesler ile bu kalemlere yönelik genel sertifikasyon gereksinimleri belirtilmektedir.

5.1. Sertifikasyon Gereksinimleri

Ekipmanların ve diğer komponentlerin takıldığı platformun dünya çapında geçerliliği olan bir araca dönüşmesi ve daha önemlisi uçağın dünyada uçuş izni alabilmesi ve uçuŐa elverişli olduğunun gösterilmesi amacıyla bağımsız uluslararası sertifikasyon otoriteleri tarafından onaylanması gerekmektedir. Avrupa için EASA (European Aviation Safety Agency), Amerika BirleŐik Devletleri için FAA (Federal Aviation Administration) sertifikasyon otoritesi olarak görev yapmaktadır. Bu otoritelerin, yıllar boyunca edindiği tecrübe ve bilgi birikimi sonucu, ortaya

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	10/71

çıkardıkları kurallara sistem tasarımında uymak; sertifikaya edilecek uçaklar için mecburidir. Bu kurallar, EASA için CS-23 (*Certification Specifications for Normal, Utility, Aerobatic, and Commuter Category Aeroplanes*), CS-25 (*Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Large Aeroplanes*), CS-27 (*Certification Specifications for Small Rotorcraft*) ve CS-29 (*Large Rotorcraft*) dokümanlarında bulunmaktadır. Uyumun sonunda hava aracının tip tasarımına tip sertifikası, üretilen her bir uçağa da Uçuőa Elverişlilik Sertifikası verilir.

Hava aracı ile aynı şekilde, motor ve pervane geliştirirken de tip sertifikasyon sürecine tabi tutulmak zorundadır. Bunlar için geçerli EASA kuralları ise CS-E (Engine) ve CS-P (Propeller)'dir.

Ayrıca çevresel koruma sertifikasyon kurallarına (gürültü, egzoz emisyon, kasıtlı yakıt boşaltma) uymak sivil olarak sertifikaya edilecek uçaklar için mecburidir. Bu kurallar CS 34 (*Certification Specifications for Aircraft Engine Emissions and Fuel Venting*) ve CS 36 (*Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Aircraft Noise*) dokümanlarında bulunmaktadır. CS 36'da hava aracı tiplerine göre Chicago Convention 1, Annex 16 Volume I'nin ilgili kısımlarına, CS 34'te de Annex 16 Volume II'nin ilgili kısımlara referans vermektedir.

Bu kapsamda hava aracında bulunan her sistemin sertifikasyon sürecinden geçmesi gerekmekte ve sistem tasarımı bu kurallar içinde şekillendirilmektedir. Sistem tasarımında bu kurallara uyulduğu ve bu özel gereksinimlerin nasıl sistem tasarımında karşılandığı çeşitli yöntemlerle otoriteye gösterilmek zorundadır. Bu "Doğrulama Yöntemleri" sertifikasyon otoritesine 0'dan 9'a kadar numaralandırılan aşağıdaki metotlarla gösterilmektedir:

- 0. Uyum Beyanı
- 1. Tasarım Gözden Geçirme
- 2. Analiz ve Hesaplama
- 3. Emniyet Değerlendirme Çalışması
- 4. Laboratuvar Testi
- 5. Hava Aracı Üstü Yer Testi
- 6. Uçuş Testi
- 7. Hava Aracı veya Mock-up üzerinde gerçekleştirilecek muayeneler
- 8. Simülasyon
- 9. Ekipman Kalifikasyonu

Bu doğrulama yöntemleri ile uçak üzerinde takılacak ekipmanların ve parçaların tamamının ve böylece sistemin sertifikasyon kuralları çerçevesinde uçuőa elverişli olarak tasarlandığı otoriteye gösterilmiş olmaktadır. Diğer taraftan söz konusu ekipmanlar belirli bir hava aracı sertifikasyonu dışında da sertifikaya edilebilirler. Böyle durumlarda sertifikasyon otoritelerinin yayımladığı ekipmana özgü tasarım kurallarına uyulur. Kurallar FAA için TSO (*Technical Standard Orders*), EASA için ise ETSO (*European Technical Standard Order*) olarak adlandırılmıştır. Bu durumda ekipman üreticileri, ürettikleri ekipmana TSO veya ETSO onayı almakta ve ekipmanları hava araçlarında bu onay ile sertifikasyona uygun bir şekilde kullanılmaktadır.

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	11/71

5.2. İtki Sistemi

5.2.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi

İtki Sistemi, Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi içerisinde “B02 İtki ve Güç Sistemleri” kırılımında ele alınmıştır.

5.2.2. Teknoloji Tanımı

İtki sistemi uçak ve helikopter gibi hava araçlarında itki (güç) sağlamak için kullanılan sistemlerdir. İtki sisteminin esas amacı hava aracına hareket için gerekli itkiyi üretmek olsa da, diğer sistemlere mekanik ve pnömatrik olarak da güç sağlamaktadır. Örneğin, itki sistemi uçak elektriğinin sağlanabilmesi için jeneratöre, uçak hidroliğinin basınçlandırılması için de hidrolik pompaya mekanik güç sağlamaktadır. Bu aktarımları motor üzerinde bulunan dişli kutusu üzerine entegre edilmiş arayüzler (padler) aracılığı ile yapmaktadır. Çevresel kontrol sisteminde ise, kompresörün çeşitli kademelerinden alınan sıcak ve basınçlandırılmıŐ (sıkıŐtırılmıŐ) motor havası ile enerji sağlamaktadır.

Türbin motorların en önemli kısmını kompresör, yanma odası ve türbinden oluşan çekirdek motor oluşturur. Çekirdek bölümün üretiminin yapılabilmesi için tasarım, imalat, malzeme ve kontrol anlamında gelişmiş sistem ve teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır.

Motorda üretilen güç miktarı yanma odasındaki gazın sıcaklığı ile artış göstermektedir. Yanma odası sürekli yüksek sıcaklıklara (800-1000°C) maruz kaldığı için ekipman ömrünün makul seviyelerde tutulması amacı ile sıcaklıklar belli değerlerde limitlenmektedir. Bu limitlerin yükseltilmesi ölçüsünde de motordan elde edilen güç miktarı artmaktadır.

Türbin motorlarda, değişik görevler yapan motorun her bir bölümü için alüminyum, çelik, döküm ya da titanyum gibi parçaların fonksiyonlarına ve çalışma koŐullarına uygun olarak değişik malzeme ve teknolojiler kullanılmaktadır. Örneğin motorun yanma sonrasında güç üretiminin sağlandığı türbin pallerinde yüksek çalışma sıcaklıklarına dayanıklı malzemeler seçilmektedir. Malzemeler üzerine seramik kaplamalar kullanılarak çalışma sıcaklıkları artırılmaya çalıŐılmaktadır. Ayrıca türbinlerin fonksiyonları gereği yüzey pürüzlülük toleransları oldukça daraltılmıŐtır. Bu da türbin üzerindeki pallerin üretimi için gelişmiş teknolojiler gerektirmektedir.

TurboŐaft Helikopter Motoru, helikopterin görevini tanımlı zarf içerisinde yerine getirebilmesi için gereken őaft gücünü üretir. Üretilen őaft gücü, güç aktarım organları (ana dişli kutusu) ile ana rotora ve kuyruk rotoruna ulaŐtırılır. TurboŐaft motorları, diğer türbin motorlarına benzer alt sistemlere sahiptirler:

- **Kompresör:** Havayı atmosferden alan ve sıkıŐtırarak yanma odasına hazır hale getiren bileŐendir. Eksenel, radyal ve eksenel/radyal olmak üzere üç tipte olabilir.
- **Yanma odası:** Hava ile yakıtın yakıldığı bileŐendir. Bu yanma sonucu çıkan basınçlı ve sıcak gaz, motorun güç üretmesini sağlar.
- **Yüksek basınç türbini:** Yanma odasından çıkan sıcak gazlar bu türbinden geçerek dönmesini sağlar. Yüksek basınç türbin, bir őaft ile kompresöre bağlıdır ve kompresörün dönmesini sağlayan bileŐendir.

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	12/71

- **Alçak basınç türbini:** Yüksek basınç türbininden geçen gazlar, alçak basınç türbininden de geçerek dönmesini sağlar. Bu türbin, direkt olarak, bir shaft ile ana dişli kutusuna bağlanır ve türbinin ürettiği tork iletilir.
- **Yakıt sistemi:** Motora gerekli olan yakıtın alınmasını ve dağıtılmasını sağlar. Alt bileşenlerinden en önemlisi HMU (Hydro-mechanical Unit)'dur. HMU, içinde yüksek ve alçak basınç pompalarını barındıran, motorun üreteceği gücü ayarlayan (yakıt miktarını artırıp azaltarak) ekipmandır. Ayrıca, yakıt hatları, enjektörler, yakıt filtresi, yakıt ayar valfi ve diğer valfler bu sistemi oluşturur.
- **Yağlama sistemi:** Motorun yataklarını ve diğer ekipmanları yağlayan sistemdir. Yağ pompası, yağ filtresi, yağlama hatları, yağ soğutucusu, yağ deposu, karter vb. ekipmanlardan oluşur.
- **Ateşleme sistemi:** Motoru başlatma sırasında, yanma odasındaki hava/yakıt karışımı yakmaya yarayan sistemdir. Ateşleme başlatıcı (ing: "ignition exciter") ve bujilerden oluşur.
- **Kontrol sistemi:** Modern motor kontrolleri, FADEC adı verilen, tamamen elektronik kontrolcüler ile kontrol edilir. FADEC, 2 kanallı yapısı sayesinde güvenilir bir mimariye sahiptir. Motorun üretmesi gereken güce göre, motor üzerindeki HMU'na hükmederek yakıt akışını ayarlar. Ayrıca, motorun tüm sensörlerinden gelen sinyaller ile motor sağlığını izler, gerektiği durumda kanallar arası geçiş yaparak motorun sağlıklı kalmasını sağlar ya da uyarıları pilota iletir.

Aynı şekilde, motor yanma havasının sıkıştırıldığı kompresör kısmında da yine türbin bıçaklarının üretimi gibi yüksek teknolojiler gerekmektedir. Pallerin korozyon direncinin yükseltilmesi, ömrünün artırılması için kullanılan malzeme/malzeme alaşımlarının seçimi türbin tasarımında kritiklik oluşturmaktadır.

5.2.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı

Mevcut durumda TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan itki sistemlerinin kapsamı ve statüsü aşağıda belirtilmiştir.

- Sabit Kanatlı Platformlarda itki sistemi kapsamında;
 - Turboprop motor (motorun ürettiği güç pervane aracılığı ile itkiye çevrilmiştir) ve
 - Turbofan motor (motorun ürettiği güç fan ve motor egzozu aracılığı ile itkiye çevrilmiştir) değerlendirilmektedir. İlgili platformlarda bitmiş ürün kullanımı bulunmakla birlikte, devam eden seçim çalışmaları da bulunmaktadır.
 - Konsept tasarım aşamasında yardımcı güç sistemleri (APU) adı altında, uçağın ihtiyaç duyduğu ana güç kaynağının çalıştırılması için, ya da bakım ve uçuş öncesi hazırlıkların yapılabilmesi için gerekli enerjinin üretilmesinde kullanılan küçük çaplı türbin motorların kullanımı ihtiyacı bulunmaktadır. Bu motorlar da, ana motorun çalıştırılabilmesi için motor havası sağlamaktadır. Aynı zamanda diğer uçak sistemlerini beslemek için jeneratör ve hidrolik pompa için enerji üretmektedir.

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	13/71

- Döner Kanatlı Platformlarda itki sistemi kapsamında;
 - TurboŐaft motor değerlendirilmektedir. İlgili platformlarda bitmiş ürün kullanımı bulunmakla birlikte, devam eden yerlileŐtirme çalışmaları bulunmaktadır.

5.2.4. Testler

Hava aracı üzerinde güç kaynağı olarak kullanılan motor, diğer ekipmanlardan farklı olarak ayrı bir ürün gibi değerlendirilerek sertifikasyonu ayrı yapılmaktadır. Tip sertifikasyonuna tabi tutularak, FAA, EASA gibi kurumlar tarafından belirlenmiş standartlara uyum gösterimi motor üreticisi tarafından yapılmaktadır.

Sabit kanatlı platformlarda kullanılan motorlar için, motor üreticisi tarafından CS-E / FAR / DEF gibi sertifikasyon temellerine göre otorite ile anlaŐılan şekilde uyum gösterilerek tip sertifikası alınmaktadır. Sertifikasyon gereksinimleri, fonksiyonel, operasyonel ve çevresel kalifikasyon gereksinimlerinden oluşmaktadır.

Ürün olarak değerlendirilen motorun, hava aracına entegrasyonu sırasında da tabi olunan bir sertifikasyon süreci daha vardır. Bu süreç uçak üreticisi (TUSAŞ) tarafından sürdürülür. Gerektiğinde de motor üreticisi firmadan destek alınır.

Döner kanatlı platformlarda kullanılan turboŐaft motorlarının tasarım ve üretim aşamalarındaki tüm testler, FAA Part 33 ve EASA CS-E tarafından tanımlanmaktadır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	14/71

5.3. Yakıt Sistemi

5.3.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi

Yakıt Sistemi, Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi içerisinde “A12.01 Mekanik/Hidrolik/Pnömatik Teknolojileri ve Cihazları” kırılımında ele alınmıştır. Belirtilen kırılımın açıklaması aşağıda verilmiştir;

Mekanik, turbomekanik, hidrolik ve pnömatik teknolojiler ile bu teknolojilerin savunma sistemlerinde (kara, deniz ve hava) kullanılan cihaz uygulamaları ile ilgili araŐtırmaları kapsar. Yataklar, sızdırmazlık elemanları, kavramalar, hareketlendiriciler, pompalar, yakıt/yağlama borulama ve benzeri cihazların araştırılması, modellenmesi ve değerlendirilmesi çalışmalarını da içerir.

Ayrıca, yakıt sisteminin aşağıda belirtilen taksonomi kırılımları ile de ilişkili olduğu değerlendirilmektedir;

- A06.01 İtke Yakıtları
- B02 İtke ve Güç Sistemleri

5.3.2. Teknoloji Tanımı

Yakıt sistemleri, yakıtın depolanması, dağıtımı ve miktar gösterimi fonksiyonlarını yerine getiren sistemlerdir.

Hava platformunun türüne ve kullanım amacına göre, yakıt kapasitesi, sistem debisi ve basıncı değişiklik göstermektedir. Bazı platformlarda, yakıtın tüketilmesi ya da tanklar arası transferi sonucu oluşan ağırlık merkezi değişiminin kontrol edilmesi gerekmektedir.

Helikopterlerde kullanılan yakıt sistemleri çoğunlukla aşağıda listelenmiş alt bileŐenlerden oluşmaktadır:

- **Yakıt deposu:** Kaza dayanımı yüksek torba tip (ing: “bladder type”) malzemedan oluşan depolardır. Askeri uygulamalarda, herhangi bir kurşun darbesi sonucunda kendi kendini iyileştirebilen tipte (ing: “self-sealing tank”) olanlar kullanılmaktadır. Kaza dayanımı yüksek sivil depolar EASA ETSO (veya FAA TSO) ve helikopter spesifikasyonlarına göre (örnek: CS-29), askeri tipte olanlar ise MIL-DTL-27422 standardına göre tasarlanıp test edilirler.
- **Yakıt Pompası:** Yakıt deposunda bulunan yakıtı, istenen basınç ve debide motora gönderen ekipmanlardır. Helikopterlerde kullanılan yakıt pompaları genellikle dalgıç (Depo içine yerleştirilmiş) ve santrifüj tiptedir. Pompa motoru elektrikle çalışır ve metal bir kap içine muhafaza edilerek yakıttan korunur (kartuş tip). Uzun süreli kuru çalışmaya dayanıklıdır ve bir arıza durumunda bunu hava aracına otomatik olarak bildirebilirler. Hafif olması açısından alüminyum malzemede ile tasarlanırlar, fakat yakıtla temas ettikleri için özel yüzey koruması gereklidir.
- **Yakıt kesme vanası:** Motorlara giden yakıtı, herhangi bir acil durum sırasında kesmeye yarayan, elektro-mekanik tipte vanalardır. Kendi kendine kapandığı anda motorun susmasına sebep vereceği için güvenilirlik seviyeleri çok yüksektir.

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	15/71

- **Yakıt basınç sensörü:** Motora ulaşan yakıtın basıncı ölçen sensördür. Direkt olarak yakıt hattına takılır. Bu sensörden gelen bilgi ile sistemde oluşan bir sıkıntı anlaşılabilir. Diyafram tipte olanlar en sık kullanılanlarıdır.
- **Basıncılı dolun ve boşaltım sistemi:** Yakıt depolarına basıncılı yakıtla dolun yapılabilmesini sağlar. Dolun adaptörü, dolun hattı, yüksek seviye vanası ve yakıt kesme vanasından oluşur. Dolun adaptörü tanker ile deponun arayüzünü oluşturur. Dolun hattından akan yakıt, yakıt kesme vanasının da içinden geçerek depoya dolar. En yüksek seviyeye ulaşmış olan yakıt, bir vanayı tetikler ve bu vananın göndermiş olduğu uyarı sayesinde, dolun adaptörü tankerden gelen yakıtı keser. Aynı adaptörden vakumlu boşaltım da yapılabilir. Artık boşalmış olan deponun büzüşmesini ve zarar görmesini deponun alt kısmında bulunan yakıt kesme vanası engeller.
- **Yakıt dolun kapağı:** Yer çekimi vasıtası ile (ing: "gravity filling") depolara yakıt doldurulmasını sağlar.
- **Tek yönlü akış vanası:** Yakıt hattından ilerleyen yakıtın aynı hattan geri dönmesini engelleyen, tek yönlü akışa izin veren vanalardır. Arızaları durumunda hattaki akışı kestikleri için güvenilirlik seviyeleri çok yüksek olmak zorundadır.
- **Yakıt hortumları:** Sistem içindeki ekipmanlar arasında ve tank ile motor arasında yakıt taşıyan hatlar, esnek, yakıtı dayanıklı ve dış yüzeyleri çoğunlukla yanmaz malzeme ile kaplanmış hortumlardan oluşur. İçlerinden akan yakıtın basıncının çok daha yüksekine dayanım kabiliyetleri vardır.
- **Yakıt bağlantı elemanları:** Havacılık standartlarına uyumlu olarak üretilmiş, çoğunlukla anodize edilmiş alüminyum malzemedir, yangın veya yüksek sıcaklık bölgelerinde ise çelik veya titanyum malzemedir üretilen elemanlardır. Kullanılan ekipman ve hortumların çaplarına göre uygun boyutları mevcuttur.
- **Yakıt seviyesi ölçüm sistemi:** Depo içinde bulunan yakıtın seviyesini ölçerek ilgili hava aracı birimlerine ileten, genellikle kapasitif tipteki ölçüm ekipmanlarıdır. Ölçülen seviyeyi, içlerinde yerleşik işlemci sayesinde, yakıt sıcaklığını da hesaba katarak yakıt miktarına çevirebilen tipleri tercih edilmektedir. Bu sebeple, yazılım (RTCA DO-178) ve donanım (RTCA DO-254) anlamında da sertifikaya edilmeleri gerekmektedir.
- **Yakıt su vanası:** Yakıt deposu alt kısmında biriken suyun atılmasına yarayan vanalardır.
- **Alev tutucu:** Yakıt deposu havalandırma hatları üzerinden, depo içine herhangi bir alevin ulaşmasını engeller.

Yakıtın depolanması, platform üzerinde bulunan yakıt tankları ile sağlanmaktadır. Hava aracının menziline ve havada kalış süresini uzatmak amacıyla, harici yakıt tankları da hava aracına entegre edilebilmektedir. Yine aynı amaçla, bazı hava araçlarında havada yakıt ikmali özelliği bulunmaktadır.

Hava aracında bulunan yakıt tankları arasında ve yakıt tanklarında motora yakıt transferinin sağlanması, yakıt pompaları ve valfleri ile sağlanmaktadır. Bazı hava araçlarında, yakıtın transfer edileceği tankın içerisindeki basıncın düşürülmesi ile de (sifonlama yöntemi) tanklar arası yakıt transferi sağlanabilmektedir. Tüm uçuş koşullarında, motorun ihtiyacı olan debi ve

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	16/71

basınçta yakıtın kesintisiz olarak sağlanabilmesi için güvenilirliği yüksek ve yedekli transfer ekipmanları kullanılmaktadır.

Hava aracı üzerinde bulunan yakıt miktarının pilota sağlanması görevini yakıt seviye sensörleri üstlenir. Yakıt seviyesi kritik seviyeye düştüğünde pilotu uyarmak üzere düşük seviye sensörleri kullanılmaktadır.

Yakıt sistemlerinin temel fonksiyonu, motora ihtiyacı olan yakıtı sağlamak olduğu için, bu kritik fonksiyon yerine getirilirken birçok farklı gereksinime uyum gösterilmektedir. Genel olarak SAE ve MIL standartları ile havacılık otoriteleri olan SHGM, EASA ve FAA'ın belirlemiş olduğu kurallar ve yöntemler bu süreçte tasarımı şekillendirmektedir. Sistem güvenilirliği ve emniyeti ön planda tutularak, yüksek performanslı sistem tasarımı yapılması ve uluslararası standartlarda belirlenen ölçütlere uyma gerekliliği yakıt sistemleri teknolojisini ve tasarım sürecini yönlendirmektedir.

Yakıt sistemi ekipmanlarında alüminyum ve çelik malzemeler kullanılmaktadır. Ek olarak, yakıtı dayanıklı PTFE ürünler sızdırmazlık sağlanması amacıyla birçok yakıt sistemi ekipmanında yer almaktadır.

Günümüzde havacılık yakıt sistemi teknolojisinin gelişiminde ve tasarımında çoğunlukla SAE Aerospace standartları kullanılmakta olup, bunlara ilave olarak kullanılan MIL standartları bulunmaktadır. Tasarım faaliyetleri esnasında sıkça kullanılan standartların bir kısmı örnek olarak Tablo 1 içerisinde verilmiştir.

Tablo 1: Yakıt Sistemlerine Yönelik Standartlar Tablosu

Standart	Başlık
SAE_ARP_492	Aircraft Fuel Pump Cavitation Endurance Test
SAE_AIR_790	Considerations of Ice Formation in Aircraft Fuel Systems
SAE_AIR_1184	Capacitive Fuel Gauging System Accuracies
SAE_AIR_1408	Aerospace Fuel System Specifications and Standards
SAE_AIR_1326	Aircraft Fuel System Vapor-Liquid Ratio Parameter
SAE_AIR_1616	Self-Sealing Breakaway Valves for Crash-Resistant Aircraft Fuel Systems
SAE_AIR_1664	Aircraft Flexible Tanks, General Design and Installation Recommendations
SAE_AIR_1749	Aircraft Engine Fuel Feed and Transfer Component Pressure Definitions
SAE_AIR_4069	Sealing of Integral Fuel Tanks
SAE_AIR_5691	Guidance for the Design and Installation of Fuel Quantity Indicating Systems
SAE_AIR_5774	Composite Fuel Tanks, Fuel System Design Considerations
SAE_ARP_1401	Aircraft Fuel System and Component Icing Test

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	17/71

Standart	Başlık
SAE_ARP_8615	General Specification for Fuel System Components
SAE_AS_568	Aerospace Size Standard for O-rings
SAE_AS_18802	Fuel and Oil Lines, Aircraft, Installation of
SAE_AIR_1615	Thesaurus for Fuel System Components
MIL-A-8591	Airborne Stores General Design Criteria for
MIL-DTL-83133	Turbine Fuels Aviation Kerosene NATO F-34 NATO F-35 And JP8+100
MIL-E-6051	Electromagnetic Compatibility Requirements, Systems
MIL-F-8615	Fuel System Components General Specifications
MIL-F-17874	Installation and Test of Aircraft Fuel Systems
MIL-F-87154	General Specification Fuel Systems
MIL-P-5238	Pump, Centrifugal, Fuel Booster, Aircraft, General Specification for
MIL-S-25980	Switch, Float, Aircraft Fuel Level, General Specification for
MIL-T-5578	Tank, Fuel, Aircraft, Self-Sealing
MIL-T-18847	Tanks Fuel Aircraft Auxiliary External Design and Installation
MIL-V-7899	Valves, Check, Aircraft Fuel System
MIL-V-8608	Valves Fuel Shutoff Electric Motor Operated
MIL-V-81356	Valve Fuel System Pressurization and Vent
MIL-WW-T-700_3	Tube, Aluminum Alloy, Drawn, Seamless, 2024
MIL-WW-T-700_6	Tube, Aluminum Alloy, Drawn, Seamless, 6061
FAA TSO-C53	Fuel and Oil Hose Assemblies
FAA TSO-C80	Flexible Fuel and Oil Cell Material

5.3.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı

Mevcut durumda TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan yakıt sistemlerinin kapsamı ve statüsü aşağıda belirtilmiştir.

- Sabit Kanatlı Platformlarda yakıt sistemi kapsamında;
 - Ana yakıt pompası,
 - Yedek yakıt pompası,

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve YerileŐtirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	18/71

- Pompa manifoldu,
- Havalandırma valfi,
- Yakıt filtresi,
- Basınç anahtarı,
- Jet pompaları,
- Tek yönlü valfler,
- Yakıt kesme valfi,
- Yakıt kontrol ünitesi ve
- Yakıt seviye sensörleri değerlendirilmektedir. İlgili hava araçlarında bitmiş ürün kullanımı bulunmakla birlikte, konsept tasarım süreci devam eden çalışmalar da bulunmaktadır.
- Döner Kanatlı Platformlarda yakıt sistemi kapsamında;
 - Yakıt deposu,
 - Yakıt Pompası,
 - Yakıt kesme vanası,
 - Yakıt basınç sensörü,
 - Basınçlı dolum ve boşaltım sistemi,
 - Yakıt dolum kapağı,
 - Tek yönlü akış vanası,
 - Yakıt hortumları,
 - Yakıt bağlantı elemanları,
 - Yakıt seviyesi ölçüm sistemi,
 - Yakıt su vanası ve
 - Alev tutucu değerlendirilmektedir.

5.3.4. Testler

TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan yakıt sistemi ve ekipmanlarının tabii olduğu testler ve kısa tanımları Tablo 2 içerisinde gösterilmiştir.

Tablo 2: YerileŐtirilmesi Planlanan Yakıt Sistemlerine Yönelik Testler Tablosu

Test	Kısa Tanım	Referans
Fonksiyonellik ve Performans Testi (Functional Performance Test)	Yakıt sisteminin tüm sıcaklık ve irtifa koşullarında fonksiyonlarını sorunsuz Şekilde yerine getirdiğini gösteren testlerdir. Tüm sistem ekipmanlarının uçuş zarfının tamamında minimum performans	

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	19/71

Test	Kısa Tanım	Referans
	ihtiyaçlarının karşılandığı bu testlerle gösterilmektedir.	
Yakıtın İçindeki Suyun Donmasına Yönelik Laboratuvar Testleri (Water-in-Fuel Laboratory Tests)	Belli sıcaklıklarda kristalleşen su molekülleri filtre ve orifis gibi küçük açıklıklara sahip komponentlerin tıkanmasına sebep olmaktadır. Yakıtın içerisinde bulunan suyun düşük sıcaklık koşullarında herhangi bir arızaya yol açmadığının gösterildiği testlerdir. Yakıt sistemi içinde bulunan veya zamanla oluşan suyun, sisteme veya motora zarar vermediğinin gösterildiği testtir.	EASA CS-29 EASA CS-23
Yakıt Sistemi Yer ve Uçuş Testleri (Fuel System Ground and Flight Tests)	Yakıt sistemine ait birçok sertifikasyon gereksinimi için nihai uyum gösterim yöntemi yer ve uçuş testleri olarak belirlenmektedir. İcra edilen yer ve uçuş testlerinde, platformun uçuş zarfı limitlerine kadar ve en zorlu ortam koşullarında halen fonksiyonel olduğu ve minimum performans gereksinimlerini yerine getirdiği gösterilmektedir. Bu testler sonrasında hava platformuna bazı limitasyonlar tanımlanması söz konusudur.	
Yakıt depoları basınç testi	Yakıt depolarının, kritik koşullardaki basınç değişimlerine karşı dayanımı test edilir.	EASA CS-29 EASA CS-23
Yakıt sistemi akış testi	Yakıt sisteminin her koşulda motora yakıtı sağlayabildiğinin gösterimi bu test ile yapılır.	EASA CS-29 EASA CS-23
Yakıt sistemi çalkalanma ve titreşim testi	Hava aracına ait titreşim karakteristiğine göre, tüm manevra koşullarında ekipmanların ve sistemin bu titreşime dayandığının gösterildiği testtir.	EASA CS-29 EASA CS-23
Yakıt deposu düşürme testi	Yakıt depolarının ve sistemin kaza dayanımı test edilir.	EASA CS-29 EASA CS-23 MIL-DTL-27422
Çevresel Testler	Ekipman/sistem kalifikasyonu kapsamında aşağıda listelenen çevresel gereksinimlerin, test, analiz ya da benzerlik ile doğrulanması gerekmektedir. Aşağıda verilen gereksinimlerin tanımı ve doğrulama yöntemleri DO-160 G (Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment) ve MIL-	DO-160 G MIL-STD-810 E

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	20/71

Test	Kısa Tanım	Referans
	<p>STD-810 E (Department Of Defense Test Method Standard) dokümanlarında verilmektedir:</p> <ul style="list-style-type: none">• Sıcaklık/İrtifa• Sıcaklık Değişikliği• Nem• Operasyonel Şok• Çarpışma Emniyeti• Operasyonel Titreşim• Sabit İvmelenme• Su Dayanımı• Sıvı Hassasiyeti• Kum ve Toz Dayanımı• Buzlanma Dayanımı• Yangın ve Tutuşabilirlik• Voltaj Yükselmesi• Patlamaya Karşı Dayanıklılık• EMI/EMC testleri	

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	21/71

5.4. İniş Takımı Sistemi

5.4.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi

İniş Takımı Sistemi, Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi içerisinde ‘‘A12.01 Mekanik/Hidrolik/Pn omatik Teknolojileri ve Cihazları’’ kırılımında ele alınmıştır. Belirtilen kırılımın açıklaması aşağıda verilmiştir;

Mekanik, turbomekanik, hidrolik ve pn omatik teknolojiler ile bu teknolojilerin savunma sistemlerinde (kara, deniz ve hava) kullanılan cihaz uygulamaları ile ilgili araŐtırmaları kapsar. Yataklar, sızdırmazlık elemanları, kavramalar, hareketlendiriciler, pompalar, yakıt/yağlama borulama ve benzeri cihazların araştırılması, modellenmesi ve değerlendirilmesi  alıŐmalarını da i erir.

5.4.2. Teknoloji Tanımı

İniş takımı sisteminin temel fonksiyonları Şunlardır:

- Platform ağırlığını yerde desteklenmesi,
- İniş Őoklarının sönümlenmesi,
- İniş takımı yönlendirme sistemi ile uçağın yerde kontrolünün sağlanması
- Fren sistemi ile platformun yerde hız kontrolünün sağlanması,
- Diferansiyel frenleme kabiliyeti ile platformun yerde dönüş yapmasının sağlanması,
- Park fren kabiliyeti ile platformun yerde stabil kalmasının sağlanması,
- İniş Takımı Dikmelerinin havada açılması-kapatılması,
- İniş Takımı Dikmelerinin pozisyon bilgisinin üretilmesi ve iletilmesi,
- ‘‘Teker Yerde’’ bilgisinin üretilmesi ve iletilmesi ve
- Mooring, jacking ve towing için gerekli arayüzlerin sağlanması.

İniş takımlarında Şok emilim görevi değişik yöntemler ile karŐılanabilmektedir. Başlıca Şok emilim sistemleri yapısal yay, yağlı damper, oleo-pn omatik Şok emicidir.

- **Oleo-Pn omatik İniş Takımı:** Uçaklarda en çok kullanılan iniş takımı tipidir. Bir silindirik t p içerisinde gazın sıkıŐtırılması ve yağın bir orifisten geçmeye zorlanması ile çalıŐmaktadır. Gazın sıkıŐması yay, yağın orifisten geçiŐe zorlanması sönümlenme karakteristiğini belirlemektedir.
- **Yapısal Yaylı İniş Takımı:** Kompozit veya metal dikmelerden oluşmaktadır. İniş Őoku, iniş takımı dikmesi yapısal yayının ve lastiğinin esnemesi sayesinde karŐılanır ve elastik gerinim enerjisi olarak depolanır. Böylece katı-katı çarpıŐmasında oluşacak yüksek yükler, yay ve lastik esnemeleri sayesinde hedeflenen düzeye indirilir. Enerjinin sönümlenmesi ise lastiğinin yere sürtünmesi ve enerjinin ısıya dönüŐümü sayesinde sönümlenir.
- **Yağlı Damper İniş Takımı:** Yağlı damper elemanı iniş takımına entegre edilerek enerji soğurulması sağlanmaktadır. Yapısı hidrolik silindire benzeyen yağlı damperde sıkışma

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	22/71

esnasında damper içindeki yağın orifislerden geçmesiyle oluşan basınç farkı nedeniyle direnç oluşur. Damper kursu boyunca oluşan bu kuvvetin yaptığı iş, iniş yükünün azaltmasıdır. Sıkışma sırasında damperin eski konumuna geri gelmesini damperle birlikte kullanılan helisel yay sağlamaktadır.

Fonksiyonu gereği hava aracı için kritik önem arz eden iniş takımı sistemi birçok alt sistemden oluşmaktadır. Bunlar çok sönümleyiciler, katlama mekanizmaları, jant/lastik/fren sistemleri, dümen (steering) ve hava aracına/pilota bilgi iletmek üzere kullanılan bazı alt sistemlerdir. Dolayısıyla sistem matematik modelleme, hidrolik, yapısal, mekanizma, titreşim, sızdırmazlık gibi çok sayıda disiplinlerde tasarım, üretim ve test altyapısı gerektirmektedir. Tasarım faaliyetleri esnasında sıkça kullanılan standartların bir kısmı örnek olarak Tablo 3 içerisinde verilmiştir.

Tablo 3: İniş Takımı Sistemlerine Yönelik Standartlar Tablosu

Standart	Başlık
SAE AIR 5451	A Guide to Landing Gear System Integration
ETSO-C26c	European Technical Standard Order Subject: AIRCRAFT WHEELS AND WHEEL-BRAKE ASSEMBLIES (CS-23, -27 and -29 aircraft)
SAE ARP 5381	Minimum Performance Recommendations for Part 23, 27, and 29 Aircraft Wheels, Brakes, and Wheel and Brake Assemblies
DO-160G	Minimum Performance Recommendations for Part 23, 27, and 29 Aircraft Wheels, Brakes, and Wheel and Brake Assemblies
SAE AS5440	Hydraulic Systems, Military Aircraft, Design and Installation, Requirements For
MIL-STD-461F	Electromagnetic Interference Characteristics Requirement for Equipment
MIL-B-8584C	Brake Systems, Wheel, Aircraft, Design of
MIL-L-8552C	Landing Gear, Aircraft Shock Absorber (Air-Oil Type)
SAE ARP 1311C	Landing Gear Structures and Mechanisms

5.4.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı

Mevcut durumda TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan iniş takımı sistemlerinin kapsamı ve statüsü aşağıda belirtilmiştir.

- Döner Kanatlı Platformlarda iniş takımı sistemi kapsamında;
 - İniş Takımı Eyleyicileri,
 - İniş Takımı Fren Sistemi,
 - Hidrolik Ekipmanları ve

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	23/71

- Oleo-Pnömatik Ana / Kuyruk iniş takımı sistemi değerlendirilmektedir. İlgili platformlarda bitmiş ürün kullanımı bulunmakla birlikte, tasarım süreci devam eden çalışmalar da bulunmaktadır.
- İnsansız Platformlarda iniş takımı sistemi kapsamında;
 - Yapısal yaylı iniş takımı ve
 - Şok emicili iniş takımı değerlendirilmektedir. İlgili platformlarda bitmiş ürün kullanımı bulunmaktadır.
- Sabit Kanatlı Platformlarda iniş takımı sistemi kapsamında;
 - Oleo-Pnömatik tipte Burun ve Ana iniş takımı sistemleri
 - Elektro-Hidrolik Açma-Kapama Sistemi,
 - Hidro-Mekanik Fren Sistemi,
 - Elektro-Hidromekanik Burun İniş Takımı Yönlendirme Sistemi
 - Kokpit Kontrolleri
 - İlgili platformlarda bitmiş ürün kullanımı bulunmakla birlikte, konsept tasarım süreci devam eden çalışmalar da bulunmaktadır

5.4.4. Testler

TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan iniş takımı sistem ve ekipmanlarının tabii olduğu bazı önemli testler ve kısa tanımları Tablo 4 içerisinde gösterilmiştir.

Tablo 4: Yerlileştirilmesi Planlanan İniş Takımı Sistemlerine Yönelik Testler Tablosu

#	Test	Kısa Tanım	Referans
1	Düşürme Testleri (Drop Test)	İniş takımının performans karakteristiğini belirlemek için icra edilmektedir. Çıktı olarak çeşitli düşürme senaryolarında iniş takımının yük/strok eğrileri elde edilir.	EASA CS-23 CS-29
2	Yapısal Testler (Static & Fatigue Tests)	Sistemin / ekipmanların yapısal dayanım gereksinimlerini karşılayıp/karşılayamadığı değerlendirilmektedir. Yapının statik ve yorulma dayanımları incelenir.	EASA CS-23 CS-29
3	Performans ve Fonksiyonellik Testleri (Performance Tests / Functional Tests)	Ekipmanın gerekli işlevi yerine getirip getirmediği test edilmektedir. Ayrıca ekipmanın performans özellikleri de kayıt altına alınır. Örneğin bir eyleyici için uygulanan hidrolik basıncı ve elde edilen kuvvetler, strok vb. verilebilir. İnsansız platformlarda iniş takımları sisteminin Şok emilim fonksiyonunu sağlaması Stanag 4671 temel	SAE ARP 1311C EASA CS-23 STANAG 4671

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	24/71

		alınarak hazırlanan düşürme testleri ile değerlendirilmiştir.	
4	Basınç Dayanım Testi (Proof Pressure Test)	Test kapsamında, ekipman çalışma basıncının 1,5 katı basınca çıkarılmaktadır. Statik durumda bu basınç belirli bir süre ekipmana uygulanmaktadır.	SAE ARP 1311C SAE AS 5440 SAE AS 8775
5	Kaçak Testleri (Leakage Test)	Test esnasında yer ve uçuş koşullarında ekipman üzerinde kaçak olup olmadığı gözlemlenmektedir. Kısa ve uzun süreli testler icra edilir.	SAE ARP 5381 SAE AS 5440 SAE AS 8775
6	Ömür Testi (Endurance Test)	Ekipman normal çalışma koşulları altında, hesap edilen ömür döngüsünün bir güvenilirlik katsayısı ile çarpılarak hesaplanan döngü sayısı kadar test edilmektedir.	SAE ARP 5381 SAE AS 8775
7	Yük testleri (limit test), yuvarlanma testi (roll test)	Jantların tasarım yükler altında statik test edilmesi ve belirli bir mesafe kullanılması şekilde icra edilmektedir.	TSO/ETSO-C26c
8	Design landing test, structural torque test	Jant ve frenin birlikte kurgulandığı bir testtir. Birbirine entegre edilmiş şekilde dönen jant ve fren kaliperi belirli sayıda duruş yapmalıdır.	TSO/ETSO-C26d SAE ARP 5381
9	Çevresel Testler	Ekipman/sistem kalifikasyonu kapsamında aşağıda listelenen çevresel testlerin yapılması ya da benzerlik ile doğrulanması gerekmektedir: <ul style="list-style-type: none"> • Sıcaklık/İrtifa • Sıcaklık Değişikliği • Nem • Operasyonel Şok • Çarpışma Emniyeti • Operasyonel Titreşim • Sabit İvmelenme • Su Dayanımı • Sıvı Hassasiyeti • Kum ve Toz Dayanımı • Buzlanma Dayanımı • Yangın ve Tutuşabilirlik • Voltaj Yükselmesi • Patlamaya Karşı Dayanıklılık • Elektromanyetik Girişim / Elektromanyetik Uyumluluk 	RTCA DO-160G MIL-STD-461F

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	25/71

5.5. Çevresel Kontrol Sistemi

5.5.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi

İklimlendirme sistemi, Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi içerisinde “B03.11 Çevresel Koruma Tasarımı” kırımında ele alınmıştır. Belirtilen kırımın ilgili bölümü aşağıda verilmiştir;

- *Buzlanmanın, askeri ekipmanların performansı üzerindeki etkilerini azaltmayı hedefleyen tasarımların araştırılması ve geliştirilmesi ile ilgili çalışmalarını içerir. Ayrıca, ekstrem termal şartların, askeri ekipmanların üzerindeki olumsuz etkilerini önlemeye yönelik çalışmalarını da içerir.*
- *MIL-STD-810 ve MIL-STD-461 standartları kapsamında aşağıda belirtilen çevresel şartların etkilerini en aza indirmek için yapılan sistem entegrasyonu tasarımlarına yönelik araştırma ve geliştirme çalışmalarını içerir:*
 - İklimsel çevre (sıcaklık, basınç, nem)

5.5.2. Teknoloji Tanımı

Çevresel Kontrol Sistemi, insansız hava araçlarında belirtilen uçuş zarfı içinde, Faydalı Yük ve Aviyonik ekipmanların ortam çalışma sıcaklığını, elverişli aralıkta tutmayı sağlamaktadır. İnsanlı hava araçlarında ise, her türlü hava şartında pilotlara rahat, emniyetli ve etkin bir uçuş gerçekleŐtirmeleri için uygun kokpit ortamını sağlar.

Sabit Kanatlı platformlarda Çevresel Kontrol Sistemi'nin (ÇKS) başlıca özellikleri aşağıda listelenmiŐtir:

- Otomatik ve manuel sıcaklık kontrolü,
- Ön ve arka kokpitte düzgün hava dağılımı,
- Acil durumda temiz hava ile havalandırma kabiliyeti,
- Yüksek motor havası basıncına ve sıcaklığına karşı koruma,
- YaŐam Destek Sistemine (Oksijen Sistemi & Anti-G) koŐullandırılmıŐ hava sağlama,
- Kabin sıcaklığını yerde ve azami irtifada belirli sınırlar arasında koruyabilme,
- Buhar çevrimli soğutma döngüsü,
- Aviyonik kompartıman soğutması,
- Kokpit basıncını uçulan irtifaya göre belirli sınırlar içinde tutma
- Sistem gösterge ve uyarıları için gereken sinyalleri sağlama

İnsansız platformlarda Çevresel Kontrol Sistemi'nin kapsadığı alt sistem ve elemanlar Şunlardır:

- **Havalandırma Fanları:** Yerde ve uçuŐta sıcak havanın tahliyesini sağlar.

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	26/71

- **Ön Bölme Isıtıcı Fanı:** Aviyonik bölmelerdeki sıcaklığın kritik değerin altına düşmesiyle devreye girerek kompartımanı ısıtır.
- **Sıcaklık Ölçerler:** Ortamdaki sıcaklık bilgisini sağlar ve ÇKS algoritmasının girdisini oluşturur.
- **Hava alıkları ve havalandırma kapakları:** Hava aracına soğutma havası giriŐi buradan sağlanır.
- **Hava çıkıŐları:** Gövde üzerindeki yapısal parçalar olup sıcak havanın tahliyesini sağlarlar
- **Hareketlendiriciler:** Hava alıklarında bulunan kapakçıkların hareketini sağlarlar.

Sabit Kanatlı platformlarda Çevresel Kontrol Sistemi'nde kullanılan başlıca ekipman türleri Şunlardır:

- Basınç regülasyon ve kapama vanası,
- Sıcaklık kontrol vanası,
- Kokpit çıkış vanası,
- Sıcaklık ve basınç algılayıcıları,
- Tek yönlü vanalar,
- Isı deđiŐtiricileri (eŐanjörleri),
- Fanlar,
- Soğutma kompresörü,
- Evaporatör,
- Kondenser,
- Kurutucu filtre,
- Analog ve/veya dijital kontrol üniteleri,
- Kokpit basınç algılayıcısı ve
- Kokpit basınç ayarlama vanaları.

İnsansız platformlarda Çevresel Kontrol Sistemini oluŐturan hava giriŐleri sahip oldukları kapakların hareketlendiriciler yardımı ile konumlandırılmasına olanak sağlamaktadır. Hava aracı yerdeyken ön/arka bölme sıcaklık değeri her hangi birinin en yüksek kritik değeri geçmesi durumunda ön ve arka bölme havalandırma fanları devreye girmektedir. Hava Aracının tırmanıŐı süresince hava giriŐlerinden elde edilen akım ile ön ve arka bölmelerde yeterli hava dolaŐımının sağlanamaması durumunda bahsedilen fanlar çalışmaya devam ederek hava aracından sıcak hava tahliyesini gerçekleŐtirmektedir.

Döner kanatlı platformlarda Çevresel Kontrol Sistemi, helikopterin çalışma zarfı içinde pilot ve yolcuların termal konforunu sağlamak üzere tasarlanmış sistemdir. Termal konfor

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	27/71

kapsamında pilot ve yolculara temel olarak havalandırma, ısıtma ve soğutma fonksiyonları sağlanır. Koşullandırılan havanın kokpit ve kabine taşınmasını sağlayan borulama sistemi de çevresel kontrol sistemi kapsamında ele alınmaktadır. Ek olarak aviyonik ekipmanların havalandırılması da çevresel kontrol sistemi tarafından sağlanmaktadır.

Döner Kanatlı platformlarda Çevresel Kontrol Sistemi'nde kullanılan başlıca ekipman türleri şunlardır:

- Venturi borusu,
- Açma kapama vanası,
- Tek yönlü vana ve jet pompası,
- Fan,
- Karıştırma vanası,
- Kompresör,
- Isı deęiŐtirici,
- Soğutucu tankı ve soğutucu borusu.

Koşullandırılan havanın kabine ulaşımı yüksek basınç hattı ve düşük basınç hattı olarak iki tip borulama sistemi ile sağlanmaktadır. Yüksek basınç hatlarında titanyum, düşük basınç hatlarında ise standart hortum ve kompozit kullanılmaktadır.

Aviyonik bölme havalandırma fonksiyonu ise fan ve filtre kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, çevresel kontrol sisteminin bütün alt fonksiyonlarında çeşitli sensörler ve şalterler de kullanılmaktadır.

Hava Aracının uçuşu boyunca ön/arka bölmelerdeki sıcaklık değerlerinin ulaşacakları minimum ve maksimum değer aralıklarına göre hava giriş kapakları hareketlendirici mekanizması yardımı ile "Kapalı" ve "Açık" konuma getirilmektedir.

Günümüzde hava aracı ÇKS teknolojisinin gelişiminde ve tasarımında çoğunlukla SAE Aerospace standartları kullanılmakta olup, bunlara ilave olarak kullanılan MIL standartları bulunmaktadır. Tasarım faaliyetleri esnasında sıkça kullanılan standartların bir kısmı örnek olarak Tablo 5 içerisinde verilmiştir.

Tablo 5: Çevresel Kontrol Sistemlerine Yönelik Standartlar Tablosu

Standart Numarası	Standart Adı
JSSG 2009	Joint Services Specification Guide Air Vehicle Subsystems
MIL-B-81365	Bleed Air Systems General Specification For

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	28/71

Standart Numarası	Standart Adı
MIL-E-18927	General Requirements for ECS
MIL-E-38453	Environmental Control, Environmental Protection, and Engine Bleed Air Systems, Aircraft, General Specification For
MIL-HDBK 310	Global Climatic Data For Developing Military Products
MIL-HDBK-5400	General Guidelines for Electronic Equipment, Airborne
MIL-R-9345	Regulator, Air Pressures Aircraft Cabin, General Specification For
MIL-S-4040	Solenoid, Electrical, General Specification For
MIL-STD-1472	Human Engineering
MIL-STD-704	Aircraft Electric Power Characteristics
MIL-STD-810	Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests
MIL-V-5379	Valves, Safety, Cabin Air, General Specification For
RTCA-DO-160	Environmental Conditions And Test Procedures for Airborne Equipment
RTCA-DO-178	Software Considerations In Airborne Systems And Equipment Certification
RTCA-DO-254	Design Assurance Guidance for Airborne Electronic Hardware
SAE ARP 292	Environmental Control Systems for Helicopters
SAE-AIR-1277	Cooling of Military Avionic Equipment
SAE-AIR-1957	Heat Sinks for Airborne Vehicles
SAE-ARP-1270	Aircraft Cabin Pressurization Control Criteria
SAE-ARP-147	Environmental Control System Terminology
SAE-ARP-1796	Engine Bleed Air Systems for Aircraft
SAE-ARP-4073	Air Cycle Air Conditioning Systems for Military Air Vehicles

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	29/71

Standart Numarası	Standart Adı
SAE-ARP-699	High Temperature Pneumatic Duct Systems for Aircraft
SAE-ARP-731	General Requirements for Application of Vapor Cycle Refrigeration Systems for Aircraft
SAE-ARP-780	Environmental Systems Schematic Symbols
SAE-ARP-85	Air Conditioning Systems For Subsonic Airplanes
SAE-ARP-89	Aircraft Compartment Automatic Temperature Control Systems
SAE-ARP-986	Guide for Qualification Testing of Aircraft Air Valves
SAE-AS-5379	Valves, Safety, Cabin Air, General Specification
STANAG 2895	Extreme Climatic Conditions and Derived Conditions for Use in Defining Design Test Criteria for NATO Forces Material

5.5.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı

Mevcut durumda TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan çevresel kontrol sistemlerin kapsamı ve statüsü aşağıda belirtilmiştir.

- İnsansız Platformlarda çevresel kontrol sistemi kapsamında;
 - Havalandırma fanları,
 - Isıtıcı fanlar,
 - Sıcaklıkölçerler ve
 - Hareketlendiriciler değerlendirilmektedir. İlgili platformlarda bitmiş ürün kullanımı bulunmakla birlikte, konsept tasarım süreci devam eden çalışmalar da bulunmaktadır.
- Sabit Kanatlı Platformlarda çevresel kontrol sistemi kapsamında;
 - Motor Bleed Havasının kokpit ısıtma ve basınçlandırması amacıyla koşullandırılması,
 - Otomatik ve manuel kontrollü kokpit ısıtma sistemi,
 - Buhar Çevrimli Soğutma Sistemi,
 - Hava Çevrimli Soğutma Sistemleri ve
 - Kabin Basınçlandırma Kontrol Sistemleri değerlendirilmektedir. İlgili platformlarda bitmiş ürün kullanımı bulunmakla birlikte, konsept tasarım süreci devam eden çalışmalar da bulunmaktadır.
- Döner Kanatlı Platformlarda çevresel kontrol sistemi kapsamında;

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	30/71

- o Motor bleed havasının kokpit ve kabin ısıtma amacıyla koşullandırılması,
- o Buhar çevrimli soğutma sistemi,
- o Hava çevrimli soğutma sistemi,
- o Otomatik ve manuel kontrollü ısıtma ve soğutma sistemi,
- o Aviyonik bölme havalandırma sistemi değerlendirilmektedir. İlgili platformlarda bitmiş ürün kullanımı bulunmakla birlikte, konsept tasarım süreci devam eden çalışmalar da bulunmaktadır.

5.5.4. Testler

TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan ÇKS ekipmanlarının tabii olduğu testler ve kısa tanımları Tablo 6 içerisinde gösterilmiştir. Bu şartlar hava aracının uçuş zarfları göz önüne alınarak belirlenmiştir. Bu testlerin geçme kalma kriterlerini sağladığını üretici firma, kalifikasyon testlerini gösterir Uygunluk Belgesi (Certificate of compliance - CoC) ile kanıtlaması beklenir.

Tablo 6: Yerleştirilmesi Planlanan Çevresel Kontrol Sistemlerine Yönelik Testler Tablosu

#	Test	Kısa Tanım	Referans
1	Fonksiyonellik ve Performans Testi (Functional Performance Test)	Ekipmanın gerekli işlevi yerine getirip getirmediği test edilmektedir. Ayrıca ekipmanın fonksiyonunu yerine getirirken, performansı da ölçülmektedir. Bu sayede ekipmanın gereksinimleri karşılayıp/karşılayamadığı değerlendirilmektedir. Fonksiyonel testler her ekipman türü için farklı standartlarla tanımlanmıştır. Örneğin vanalar için iç ve dış kaçak testleri, minimum açılma testi, açılma ve kapanma zaman testleri, zamana bağlı vana performans testleri gibi testler ilgili ekipman standardına uygun olarak gerçekleştirilmelidir.	SAE-ARP-986
2	Basınç Dayanım Testi (Proof Pressure Test)	Test kapsamında, ekipman çalışma basıncının 1,5 katı basınca çıkarılmaktadır. Statik durumda bu basınç belirli bir süre ekipmana uygulanmaktadır. Test statik durumda yapıldığından ve ekipmanın her yerini test etmek gerektiğinden valflerin değişik konumları, eyleyicilerin tüm portları vb. durumlar için bu test ekipman üzerinde birkaç kez tekrarlanabilir. Test esnasında ekipmanda herhangi bir dış kaçak ve ekipman üzerinde çatlak oluşmamalıdır. Test sonrasında ekipmanın normal şekilde çalışması ve istenilen	MIL-B-81365 SAE-ARP-85 EASA CS-23 SAE-ARP-292 SAE-ARP-1796

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	31/71

#	Test	Kısa Tanım	Referans
		performansta işlevini yerine getirmeye devam etmesi beklenmektedir.	
3	Patlama Basınç Testi (Burst Pressure Test)	Test kapsamında, ekipman çalışma basıncının 3,0 katı basınçta çıkarılmaktadır. Statik durumda bu basınç belirli bir süre ekipmana uygulanmaktadır. Test statik durumda yapıldığından, ekipmanın her yerini test etmek gerektiğinden valflerin değişik konumları, eyleyicilerin tüm portları vb. durumlar için bu test ekipman üzerinde birkaç kez tekrarlanabilir. Test esnasında ekipmanda herhangi bir dış kaçak ve ekipman üzerinde çatlak oluşmamalıdır. Bu test ekipmana zarar verebilecek bir test olduğundan dolayı, ekipman üzerinde son test olarak yapılmalıdır.	MIL-B-81365 SAE-ARP-85 EASA CS-23 SAE-ARP-292 SAE-ARP-1796
4	Basınç – Sıcaklık Çevrimi (Pressure – Temperature Cycling) Testi	Isı eşanjörlerinin ömürleri boyunca belli basınç, sıcaklık ve debi aralıklarında maruz kalacağı ısı gerilimlere ve diğer yüklere dayanımını ölçen testlerdir.	SAE-AS-4073 SAE-ARP-85
5	Çevresel Testler	Ekipman/sistem kalifikasyonu kapsamında aşağıda listelenen çevresel testlerin yapılması ya da benzerlik ile doğrulanması gerekmektedir: <ul style="list-style-type: none"> Düşük basınç Yüksek sıcaklık Düşük Sıcaklık Yağmur İvmelenme Titreşim Şok Su Dayanımı Sıvı Hassasiyeti Kum ve Toz Dayanımı Buzlanma Dayanımı Yangın ve Tutuşabilirlik Voltaj Yükselmesi Patlamaya Karşı Dayanıklılık Elektromanyetik Girişim ve Uyumluluk 	RTCA-DO-160 MIL-STD-810

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	32/71

#	Test	Kısa Tanım	Referans
6	Endurance (Dayanım) Testi	Ekipmana göre belirlenmiş sıcaklık, basınç, titreşim gibi yükler altında ekipmanın belli sürede performans kriterlerini sağlayacak şekilde çalıştığıının gösterilmesini amaçlar.	SAE-AS-5379 MIL-R-9345 MIL-E-38453
7	Basınç Tahliye (Pressure Relief) Testleri	Kokpit basınç kontrol vanalarının performans kriterlerine uygun olarak basınç tahliyesi yapabildiklerinin gösterilmesi için gerçekleştirilir.	SAE-AS-5379 MIL-R-9345
8	Kabul Testleri (Acceptance Tests)	Teslim edilecek her ekipman için ayrı ayrı belirlenmesi gerçekleştirilmesi gereken testlerdir. Basınç Dayanım, Kaçak ve Sınırlandırılmış Performans Testleri, Topraklama (Bonding) gibi ekipman için özelleştirilmiş testlerden oluşur. İlgili ekipman standartlarından derlenirler.	
9	Yazılım/Elektronik Donanım Doğrulama Testleri	Yazılım veya kompleks elektronik donanım içeren ekipmanlar için gerçekleştirilirler. Bunlara air süreçler detayları olarak DO-178 ve DO-254 standartlarında tanımlanmıştır. Bu özellikteki ekipmanların uygun olan standarda göre kalifiye edilmiş olması beklenir.	RTCA-DO-178 RTCA-DO-254

5.5.5. Gereksinimler

Platform bazında yukardaki ekipman testlerinin yanı sıra müşterilerce verilen gereksinim setinin sağlanması için sistem doğrulama testlerinin uygulanması gerekmektedir

Bu kapsamda hava aracında bulunan her sistemin olduğu gibi, çevresel kontrol sisteminin de kurum iç süreçlerinden geçmesi gerekmekte ve çevresel kontrol sistemi tasarımı bu kurallar içinde şekillendirilmektedir. ÇKS tasarımında bu kurallara uyulduğu ve bu özel gereksinimlerin nasıl sistem tasarımında karşılandığı çeşitli yöntemlerle otoriteye gösterilmek zorundadır.

Çevresel kontrol sisteminin farklı projelerde sağlaması gereken değerler aşağıda belirtilmiştir.

- İnsansız Platformlarda çevresel kontrol sistemi;
 - En yüksek irtifa aralığı: 23000 feet ile 45000 feet
 - En düşük dış sıcaklık aralığı: -63°C ile -40°C
 - En yüksek dış sıcaklık aralığı: +43°C ile +50°C

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	33/71

- Kabin içi en düşük dış sıcaklık: -40°C
- Kabin içi en yüksek dış sıcaklık: +55°C

İnsansız platformlarda ekipman geliştirme aşamaları ikiye ayrılabilir:

- Aşama: Bitmiş ürünlerin ihtiyaçları gözetilerek 23000 – 25000 feet irtifa ve -40 / +50 °C için ekipman geliştirilmesi.
- Aşama: Tasarım aşamasında olan projede kullanılmak üzere 45000 feet irtifa ve -40 / +50 °C için ekipman geliŐtirmesi.

İnsanlı Platformlarda (Sabit Kanat) Çevresel Kontrol Sistemi:

- Turboprop Eğitim Uçağı:
 - Kabin Sıcaklığı: 18°C - 30°C (Tüm aviyonik cihazlar çalışır durumda, -55°C / +44°C dış ortam sıcaklığı, maksimum 30.000ft irtifa için)
 - Kabin Basıncı: Nominal 3,5 - 4,2 psid basınç farkı.
 - Aviyonik Bölme Sıcaklığı: -55°C / +70°C
- Jet Eğitim Uçağı:
 - Kabin Sıcaklığı: 18°C - 30°C (Tüm aviyonik cihazlar çalışır durumda, TBD°C / +44°C dış ortam sıcaklığı, maksimum 45.000ft irtifa için)
 - Kabin Basıncı: Nominal 5 psid basınç farkıAviyonik Bölme Sıcaklığı: -55°C / +70°C

İnsanlı Platformlarda (Döner Kanat) Çevresel Kontrol Sistemi:

- Özgün Helikopter:
 - Kabin Sıcaklığı: 18°C - 27°C (-40°C / +44°C dış ortam sıcaklığı, maksimum 20.000ft irtifa için)
- Taarruz ve Taktik Keşif Helikopteri:
 - Kabin Sıcaklığı: 19°C - 27°C (-32°C / +44°C dış ortam sıcaklığı, maksimum 20.000ft irtifa için)

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	34/71

5.6. Hidrolik Sistemi

5.6.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi

Hidrolik Sistem, Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi içerisinde ‘‘A12.01 Mekanik/Hidrolik/Pn omatik Teknolojileri ve Cihazları’’ kırılımında ele alınmıştır. Belirtilen kırılımın açıklaması aşağıda verilmiştir;

Mekanik, turbomekanik, hidrolik ve pn omatik teknolojiler ile bu teknolojilerin savunma sistemlerinde (kara, deniz ve hava) kullanılan cihaz uygulamaları ile ilgili araŐtırmaları kapsar. Yataklar, sızdırmazlık elemanları, kavramalar, hareketlendiriciler, pompalar, yakıt/yağlama borulama ve benzeri cihazların araştırılması, modellenmesi ve değerlendirilmesi  alıŐmalarını da i erir.

5.6.2. Teknoloji Tanımı

Hidrolik sistemler uçağın ve helikopterin kullanım amacına göre; iniş takımları, burun tekeri yönlendirme sistemi, uçuş kontrol sistemi, kargo kapakları ve fren gibi sistemlerde tahrik sistemi olarak kullanılmaktadır. Uçak ve helikopterin geliŐmesiyle birlikte, hidrolik sistemlerin önemi zaman içinde artmıŐ ve günümüzde hava araçlarında oldukça karmaşık hidrolik sistemler kullanılmaya baŐlanmıŐtır.

Uçak ve helikopterler için hayati olan fonksiyonlar, hidrolik sistemler tarafından beslendiğinden; hidrolik sistem tasarımı yapılırken bir ok  l t göz önünde bulundurulmaktadır. Sistem güvenirliği ve emniyeti ön planda tutularak, yüksek performanslı sistem tasarımı yapılması ve uluslararası standartlarda belirlenen  l tlere uyma gerekliliği uçak hidrolik sistem teknolojisini ve tasarım sürecini yönlendirmektedir.

Sistem ekipmanlarında alüminyum,  elik ve titanyum gibi malzemeler sistem çalışma basıncına göre kullanılmaktadır. Ekipmanlardaki par alar hassas iŐleme toleransına sahiptir.

Hidrolik sistemin g c sağladığı sistemler arasında aşağıdaki örnekler verilebilir;

- İniş takımı sistemi
- Uçuş kontrol sistemi
- Burun iniş takımı dümeni
- Flap sistemi
- Hava freni
- Teker fren sistemi

Günümüzde havacılık hidrolik sistemi teknolojisinin gelişiminde ve tasarımında çoğunlukla SAE Aerospace standartları kullanılmakta olup, bunlara ilave olarak kullanılan askeri standartlar da bulunmaktadır.

Tablo 7 içerisinde tasarım faaliyetleri esnasında sıkça kullanılan standartların bir kısmı örnek olarak verilmiştir:

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	35/71

Tablo 7: Hidrolik Sistemlere Yönelik Standartlar Tablosu

Kodu	Standart Adı
SAE AS5440	Hydraulic Systems, Military Aircraft, Design and Installation, Requirements For
SAE ARP4752	Aerospace – Design and Installation of Commercial Transport Aircraft Hydraulic Systems
MIL-PRF-5503	Actuators, Aeronautical, Linear Utility Hydraulic
SAE AIR5005	Aerospace - Commercial Aircraft Hydraulic Systems
SAE AS8775	Hydraulic System Components, Aircraft and Missiles, General Specification For
SAE ARP994	Recommended Practice for the Design of Tubing Installations for Aerospace Fluid Power Systems
MIL-STD-5522	Test Requirements and Methods for Aircraft Hydraulic and Emergency Pneumatic Systems
SAE-AS-5594	Pump Units, Hydraulic, Electric Motor Driven, Variable Delivery

5.6.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı

Mevcut durumda TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan hidrolik sistemlerin kapsamı ve statüsü aşağıda belirtilmiştir.

- Sabit Kanatlı Platformlarda hidrolik sistemi kapsamında;
 - Rezervuar,
 - Pompa,
 - Filtre Manifoldu,
 - Akümülatör ve
 - Valfler değerlendirilmektedir. İlgili hava araçlarında bitmiş ürün kullanımı bulunmakla birlikte, konsept tasarım süreci devam eden çalışmalar da bulunmaktadır.
- Döner Kanatlı Platformlarda hidrolik sistemi kapsamında;
 - Rezervuar,
 - Pompa,
 - Filtre Manifoldu,

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	36/71

- Azot tankı ve
- Valfler değerlendirilmektedir. İlgili platformlarda bitmiş ürün kullanımını bulunmakla birlikte, konsept tasarım süreci devam eden çalışmalar da bulunmaktadır.

5.6.4. Testler

TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan hidrolik sistem ve ekipmanlarının tabii olduğu testler ve kısa tanımları Tablo 8 içerisinde gösterilmiştir.

Tablo 8: Yerleştirilmesi Planlanan Hidrolik sistemlere Yönelik Testler Tablosu

#	Test	Kısa Tanım
1	Fonksiyonellik ve Performans Testi (Functional Performance Test)	Ekipmanın gerekli işlevi yerine getirip getirmediği test edilmektedir. Ayrıca ekipmanın fonksiyonunu yerine getirirken, performansı da ölçülmektedir. Bu sayede ekipmanın gereksinimleri karşılayıp/karşılayamadığı değerlendirilmektedir.
2	Basınç Dayanım Testi (Proof Pressure Test)	Test kapsamında, ekipman çalışma basıncının 1,5 katı basınca çıkarılmaktadır. Statik durumda bu basınç belirli bir süre ekipmana uygulanmaktadır. Test statik durumda yapıldığından ve ekipmanın her yerini test etmek gerektiğinden valflerin değişik konumları, eyleyicilerin tüm portları vb. durumlar için bu test ekipman üzerinde birkaç kez tekrarlanabilir. Test esnasında ekipmanda herhangi bir dış kaçak ve ekipman üzerinde çatlak oluşmamalıdır. Test sonrasında ekipmanın normal şekilde çalışması ve istenilen performansta işlevini yerine getirmeye devam etmesi beklenmektedir.
3	Patlama Basınç Testi (Burst Pressure Test)	Test kapsamında, ekipman çalışma basıncının 2,5 katı basınca çıkarılmaktadır. Statik durumda bu basınç belirli bir süre ekipmana uygulanmaktadır. Test statik durumda yapıldığından, ekipmanın her yerini test etmek gerektiğinden valflerin değişik konumları, eyleyicilerin tüm portları vb. durumlar için bu test ekipman üzerinde birkaç kez tekrarlanabilir. Test esnasında ekipmanda herhangi bir dış kaçak ve ekipman üzerinde çatlak oluşmamalıdır. Bu test ekipmana zarar verebilecek bir test olduğundan dolayı, ekipman üzerinde son test olarak yapılmalıdır.
4	Ani Basınç Testi (Impulse Test)	SAE-ARP-1383 standardı kapsamında yapılan testte, 1-4 Hz. arasında test edilen ekipman çalışma basıncının 1,5 katına çıkartılıp, basınçsız duruma getirilerek test edilmektedir. Ekipmanın kullanım yerine göre en az 300,000 defaya kadar bu döngünün yapılması gerekebilmektedir. Test statik durumda yapıldığından ve ekipmanın her yerini test etmek gerektiğinden valflerin değişik konumları, eyleyicilerin tüm portları vb. durumlar için bu test ekipman üzerinde birkaç kez tekrarlanabilir. Test esnasında ekipmanda herhangi bir dış kaçak ve ekipman üzerinde çatlak oluşmamalıdır.

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	37/71

#	Test	Kısa Tanım
5	Ömür Testi (Endurance Test)	Ekipman normal çalışma koşulları altında, hesap edilen ömür döngüsünün bir güvenilirlik katsayısı ile çarpılarak hesaplanan döngü sayısı kadar test edilmektedir. Ömür testi SAE-AS8775 standardına göre, sistem çalışma basıncında ve çalışma konfigürasyonunda yapılmaktadır.
6	İç Kaçak Testi (Internal Leakage Test)	Ekipmanların basınç hatlarından dönüş hatlarına olan iç kaçakları her ekipman için test edilmektedir. Bu sayede ekipmanın karakteristiği ortaya çıkarılmış olmakta ve kullanım yerine göre bu değerler tasarım girdisi olarak kullanılmaktadır. Genellikle 5-8 cc/dakika olan değerler, kritik yerlerde (acil durum ekipmanları) birkaç damla/saat gibi değerlere kadar düşebilmektedir.
7	Çevresel Testler	<p>Ekipman/sistem kalifikasyonu kapsamında aşağıda listelenen çevresel gereksinimlerin test, analiz ya da benzerlik ile doğrulanması gerekmektedir. Aşağıya verilen gereksinimlerin tanımı ve doğrulama yöntemleri D160 G (Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment) ve MIL-STD-810 E (Department of Defense Test Method Standard) dokümanlarında verilmiştir.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sıcaklık/İrtifa • Sıcaklık Değişikliği • Nem • Operasyonel Şok • Çarpışma Emniyeti • Operasyonel Titreşim • Sabit İvmelenme • Su Dayanımı • Sıvı Hassasiyeti • Kum ve Toz Dayanımı • Buzlanma Dayanımı • Yangın ve Tutuşabilirlik • Voltaj Yükselmesi • Patlamaya Karşı Dayanıklılık

5.6.5. Gereksinimler

Hidrolik sistemin takıldığı nihai ürün olan uçağın dünya çapında geçerliliği olan bir araca dönüşmesi ve daha önemlisi uçağın dünyada uçuş izini alabilmesi için bağımsız uluslararası sertifikasyon otoriteleri tarafından onaylanması gerekmektedir.

Aşağıda yer alan TSO/ETSO'lar hidrolik ekipmanlar için oluşturulmuştur:

- TSO-C75 / ETSO-2C75 Hydraulic Hoses Assembly
- TSO-C47 / ETSO-C47 Pressure Instruments

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	38/71

5.7. Kanopi / Saydam

5.7.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi

Saydamlar, Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi içerisinde ‘‘A04.07 Saydam Malzemeler’’ kırılimında ele alınmıştır. Belirtilen kırılimın açıklaması aşağıda verilmiştir;

Uçak kanopileri, füzeler ve sonar kubbeleri gibi uygulamalara yönelik mekanik ve termal yüklerle dayanımlı pencere malzeme ve dalga boyu seçici yüzey alıŐmalarını da kapsar.

Ayrıca, saydamların aşağıda belirtilen taksonomi kırılimı ile de ilişkili olduğu değerlendirilmektedir;

- A02.03 Radar soğurucu malzemeler ve kaplamalar

5.7.2. Teknoloji Tanımı

Kanopi sistemi platforma göre kapsamı deėiŐmekle birlikte; saydamlar, kompozit/ metal ereve, ısıtma sistemi, sızdırmazlık contaları, açma/kapama mekanizmaları ve sürgü/kilit sisteminden oluşmaktadır.

Saydamlar, kuş çarpmasına ve başta basınç olmak üzere operasyonel yüklerle karşı dirençli olacak Şekilde tasarlanır.

Saydam üretiminde farklı malzeme tipi ihtiyaçları (cast akrilik, streç akrilik, polikarbonat, TPU (thermoplastic polyurethane), PVB (Polyvinyl butyral)) söz konusu olabilmektedir. Platform gereksinimlerine bağlı olarak tek parçadan veya ön, arka ve ara bölme gibi bölümlerden oluŐabilir.

Ayrıca birden fazla malzemenin üst üste getirilmesi ile çok katmanlı tasarım çözümleri de bulunmaktadır. Düz ya da eğimli geometrilerin tasarım ve üretim kabiliyeti olmalı ve bu geometrilerde istenen optik gereksinimler de sağlanmalıdır.

Ön saydamların ısıtmasız ve ısıtmalı (anti-ice ve de-fog) opsiyonları vardır. Isıtma sistemi için özel kaplama eŐitleri ya da teller kullanılmaktadır.

AŞağıdaki konularda ek uygulama ihtiyacı da söz konusu olabilmektedir:

- Düşük radar görünürlüğü için kaplama,
- Saydamların evresel etkilerden korunması ve aşınma, çizilme gibi etkilerin azaltılması amacı ile özel kaplamalar,
- UV geçirgenliği düşük saydam kaplaması
- Balistik mukavemet

Kanopi/Saydamlara yönelik uyulması gereken genel standartlar Tablo 9 içerisinde belirtilmiştir.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	39/71

Tablo 9: Kanopi ve Saydamlara Yönelik Standartlar Tablosu

Kodu	Standart Adı
MIL-C-81590	Cockpit Canopy System, Fixed Wing Single And Multi-Place, Fighter, Attack and Trainer Aircraft
MIL-W-81752	Windshield systems, fixed wing aircraft - General Spec
MIL-PRF-25690	Plastic, Sheets and Formed Parts, Modified Acrylic Base, Monolithic, Crack Propagation Resistant
MIL-PRF-8184	Plastic Sheet, Acrylic, Modified
MIL-P-83310	Plastic Sheet, Polycarbonate, Transparent
RTCA/DO-160	Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment
MIL-STD-810	Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests
MIL-I-8500	Interchangeability and Replaceability of Component Parts for Aerospace Vehicles
SAE-ARP-5416	Aircraft Lightning Test Methods
MIL-STD-850	Aircrew Station Mission Requirements for Military Aircrafts
ASTM - F330	Standard Test Method for Bird Impact Testing of Aerospace Transparent Enclosures
ASTM - F320	Standard Test Method for Hail Impact Resistance of Aerospace Transparent Enclosures
ASTM D-1003	Standard Test Method for Haze and Luminous Transmittance of Transparent Plastics
ASTM F-733	Standard Practice for Optical Distortion and Deviation of Transparent Parts Using the Double-Exposure Method
ASTM D-1925	Standard Test Method for Yellowness Index of Plastics

5.7.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı

Mevcut durumda TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan saydamların kapsamı ve statüsü aşağıda belirtilmiştir.

- Sabit kanatlı platformlar bazında;
 - İlgili platformlarda bitmiş ürün kullanımı bulunmakla birlikte, konsept tasarım süreci devam eden çalışmalar da bulunmaktadır.
- Döner kanatlı platformlar bazında;
 - İlgili platformlarda bitmiş ürün kullanımı bulunmakla birlikte, konsept tasarım süreci devam eden çalışmalar da bulunmaktadır.

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	40/71

5.7.4. Testler

TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan saydamların tabii olduğu testler ve kısa tanımları Tablo 10 içerisinde gösterilmiştir.

Tablo 10: Yerleştirilmesi Planlanan Saydamlara Yönelik Testler Tablosu

#	Test	Kısa Tanım
1	Görüş ve Optik Kalite	Pilot Görüş alanında optik uyumsuzluklara dair saydam üretimi sonrası yapılan fotoğrafik ve görsel muayene testleridir.
2	Sızdırmazlık ve Basınç Dayanımı	Yapısal dayanımın ve basınç sızdırmazlığı için yapılan analizlerin kanopi/saydam seviyesi ve uçak üzeri testler ile doğrulanmasıdır.
3	Pilot Kurtarma Sistemi ile Uyumluluk	Fırlatma koltuğu ile uyum kapsamında fırlatma koltuğu firması tesislerinde icra edilmektedir.
4	Kuş Çarpması ve Dolu Dayanımı	Yapılan analizlerin kanopi/saydam seviyesi testler ile doğrulanmasıdır.
5	Fonksiyonellik ve Ömür Testi	Mekanizmaların gerekli işlevi yerine getirip getirmediği test edilmektedir. Ayrıca ekipmanın fonksiyonunu yerine getirirken, performansı da ölçülmektedir. Ek olarak normal çalışma koşulları altında, hesap edilen ömür döngüsünün bir güvenilirlik katsayısı ile çarpılarak hesaplanan döngü sayısı boyunca performans kaybı olmaması da test edilmektedir.
6	Statik ve Yorulma	Yapısal statik dayanımın ve hasara dayanım analizlerin kanopi/saydam seviyesi testler ile doğrulanmasıdır.
7	Çevresel Testler	Ekipman/sistem kalifikasyonu kapsamında aşağıda listelenen çevresel testlerin yapılması ya da benzerlik ile doğrulanması gerekmektedir: <ul style="list-style-type: none"> • Sıcaklık/İrtifa • Sıcaklık Değişikliği • Nem • Operasyonel Şok • Çarpışma Emniyeti • Operasyonel Titreşim • Sabit İvmelenme • Su Dayanımı • Sıvı Hassasiyeti • Kum ve Toz Dayanımı • Buzlanma Dayanımı
8	Yıldırım ve İletkenlik	Kanopi/Saydamların statik elektrik birikmesi ve yıldırım çarpmasına karşı alınan önlemlerin yeterliliğinin doğrulanması için yapılan testlerdir.

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	41/71

#	Test	Kısa Tanım
9	Isıtma sistemi fonksiyon testleri	Kanopi/Saydamların üzerinde yer alan ısıtma sisteminin fonksiyonunu yerine getirdiğine dair yapılan testlerdir.

5.8. Pervane

5.8.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi

Pervane, Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi içerisinde “B02.10 Pervane ve Rotorlar” kırılımında ele alınmıştır. Belirtilen kırılımın açıklaması aşağıda verilmiştir;

Pervane ve rotor tasarımlarının; performans, sağlamlık, ömür konuları ve gürültü etkisi de dahil çalışacağı çevre ile etkileşim açısından araştırılmasını kapsar. Rotor buzlanma etkisini azaltacak çalışmalar da kapsam içerisinde.

5.8.2. Teknoloji Tanımı

Pervane üretiminde motor türbin pallerinde olduğu gibi, gelişmiş tasarım ve imalat teknolojileri gerekmektedir. Pervanenin korozyona karşı dayanımını artırmak için alüminyum alaşım malzemeler kullanılmaktadır. Pervanenin hedeflenen ömür rakamlarını karşılayabilmesinde uygun malzeme seçimi büyük önem taşımaktadır. Pervane bıçakları üzerlerinde akan sürekli bir hava akışına maruz kaldıkları için verimlerinin artırılması oldukça düzgün yüzeyler ve aerodinamik şekiller gerektirmektedir. Bu da hassas bir tasarımı ve teknolojisi yüksek üretim tekniklerini gerekli kılmaktadır.

5.8.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı

Mevcut durumda TUSAŞ Özgün Ürünleri’nde kullanılan pervanelerin kapsamı ve statüsü aşağıda belirtilmiştir.

- Sabit kanatlı platformlar bazında;
 - İlgili platformlarda bitmiş ürün kullanımı bulunmaktadır.

5.8.4. Testler

Pervane de motor gibi sertifikasyon anlamında bir ürün olarak değerlendirildiğinden tip sertifikasına tabi olmaktadır. Üretici firma temel alınan gereksinim paketlerine (CS-P gibi) EASA ya da FAA gibi otoriteler ile anlaştığı şekilde uyum göstererek tip sertifikasyon sürecini tamamlar. Gereksinim paketlerinde, operasyonel, fonksiyonel, güvenlik ve çevresel kalifikasyonlar ile ilgili gereksinimler bulunmaktadır. Diğer ürün ve ekipmanlarda olduğu gibi otorite ile anlaşıldığı şekilde her bir gereksinime, analiz, muayene ya da test yöntemlerinden bir ya da birkaç tanesini kullanarak uyum göstermesi gerekmektedir.

Pervanenin uçak üzerine montajı sırasında montaj ile ilgili uyum gösterimi uçak üreticisi olan TUSAŞ tarafından gerçekleştirilir. Gerektiğinde üretici firmadan destek alınmaktadır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	42/71

5.9. Rotor

5.9.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi

Rotor sistemi, Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi içerisinde “B02.10 Pervane ve Rotorlar” kırılımda ele alınmıştır. Belirtilen kırılımın açıklaması aşağıda verilmiştir;

Pervane ve rotor tasarımlarının; performans, sağlamlık, ömür konuları ve gürültü etkisi de dahil çalışacağı çevre ile etkileşim açısından araştırılmasını kapsar. Rotor buzlanma etkisini azaltacak çalışmalar da kapsam içerisinde.

5.9.2. Teknoloji Tanımı

Helikopterlerde elastomerik küresel rulman, hidrolik ve hidro-elastomerik tipte sönümleyiciler ve kendinden yağlamalı küresel mafsal öne çıkan bileşenler olarak değerlendirilmektedir.

- Elastomerik küresel rulman: Helikopter rotorunda pallerin aşağı-yukarı serbestçe çırpma hareketini (flapping), dönme düzleminde ilerleme-gerileme (lead-lag) hareketini ve pal hatvesinin değişim hareketini (pitching) aynı anda karşılayabilmekte ve oluşan kuvvetlerin pallerden rotor kafasına iletilmesini sağlamaktadır.
 - Eski tasarımlarda bu hareketler metal rulman ve mafsallar ile sağlansa da, bakım zorluğu ve ağırlık gibi kriterlerden dolayı artık elastomerik rulmanlar kullanılmaktadır.
 - İki metal bağlantı plakası arasındaki metal-kauçuk lamine yapı, basma yükü altında istenen hareketleri oluşturmaktadır. Her uygulama için özel tasarım yapılmaktadır.
- Hidrolik ve hidro-elastomerik tipte sönümleyiciler: Helikopterin “Yer Rezonansı”na girmesini önlemek için rotor sistemine pallerin dönüş düzlemi yönünde Hidrolik ve hidro-elastomerik tipte sönümleyiciler kullanılmaktadır.
 - Hidrolik sönümleyici: Bir piston sıvıyı bir bölmeden diğer bölmeye bir delikten itmekte ve gerekli sönümlemeyi yaratmaktadır. Silindir bir gövde ve rotora montajını sağlayan 2 adet küresel mafsaldan oluşmaktadır. Bu pallerin aşağı-yukarı serbestçe çırpma hareketini (flapping), dönme düzleminde ilerleme-gerileme (lead-lag) hareketini ve pal hatvesinin değişim hareketini (pitching) izin vermektedir.
 - Hidro-elastomerik sönümleyici: Hidro-Elastomerik Sönümleyicide, hidrolik sönümleyiciye ek olarak lamine bir elastomerik yapı, sıvı çamberinin sızdırmazlığını ve gerekli elastik katılığı sağlamak için kullanılmaktadır.
- Kendinden yağlamalı küresel mafsal: Helikopter Rotorunda hatve çubuğu, sönümleyici bağlantısı gibi küresel hareketin olduğu yerlerde harekete izin verebilmek için kullanılmaktadır. Bir yatağın içinde hareket eden bir küreden oluşmaktadır. İki parçanın arasında kaymayı dağlamak için teflon, seramik veya benzeri teknolojiler içeren bir liner kullanılmaktadır.

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	43/71

Rotor bileŐenlerine yönelik uyulması gereken genel standartlar Tablo 11 içerisinde belirtilmiştir.

Tablo 11: Rotor BileŐenlerine Yönelik Standartlar Tablosu

Kodu	Standart Adı
MIL-B-85598	General Specification for Elastomeric Bearings
RTCA/DO-160	Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment
MIL-STD-810	Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests
MIL-I-8500	Interchangeability and Replaceability of Component Parts for Aerospace Vehicles
SAE AS 81819	Bearings, Plain, Self-Aligning, Self-Lubricating, High Speed Oscillation -65 to +160 °F General Specification For
SAE AS 81820	Bearings, Plain, Self-Aligning, Self-Lubricating, Low Speed Oscillation

5.9.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı

Mevcut durumda TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan rotor bileŐenlerinin kapsamı ve statüsü aşağıda belirtilmiştir.

- Döner kanatlı platformlarda özgün tasarım ve bitmiş ürün kullanımı bulunmaktadır.

5.9.4. Testler

TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan rotor bileŐenlerinin tabii olduğu testler ve kısa tanımları aşağıda gösterilmiştir;

- **Elastomerik küresel rulman**
 - CS-29 Sertifikasyon gereksinimlerine tabi olan bu paralar için Statik, Yorulma ve Ekipman kalifikasyonu gibi gereksinimleri vardır.
 - Bu gereksinimlere uyum gösteriminde Sonlu Eleman Analizleri, yapısal statik-yorulma testleri, evresel Şartlar testleri, dayanım testleri gibi testlerin icra edilmesi gerekmektedir.
 - Her tasarımın kendine özel test isterleri olsa da "MIL-B-85598 General Specification for Elastomeric Bearings" dokümanı testlerin belirlenmesinde kılavuz olarak kullanılabilir.
 - Çevresel Testler MIL STD 810 ve/veya DO-160 standardına göre icra edilir.
- **Hidrolik ve hidro-elastomerik tipte sönümleyiciler**
 - CS-29 Sertifikasyon gereksinimlerine tabi olan bu paralar için Statik, Yorulma ve Ekipman kalifikasyonu gibi gereksinimleri vardır.

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	44/71

- Bu gereksinimlere uyum gösteriminde Sonlu Eleman Analizleri, yapısal statik-yorulma testleri, çevresel şartlar testleri, dayanım testleri gibi testlerin icra edilmesi gerekmektedir.
- Çevresel Testler MIL STD 810 ve/veya DO-160 standardına göre icra edilir.
- **Kendinden yağlamalı küresel mafsal**
 - Uygulamaya özel tasarım geliştirilmekte olup, SAE AS 81819 ve SAE AS 81820 standartlarına göre testler yapılmaktadır.

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	45/71

5.10. Hidrolik Hareketlendiriciler

5.10.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi

Hidrolik hareketlendiriciler, Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi iÖerisinde “A12.01 Mekanik/Hidrolik/Pnömatik Teknolojileri ve Cihazları” kırımında ele alınmıştır. Belirtilen kırımın ilgili bölümü aşağıda verilmiştir;

Mekanik, turbomekanik, hidrolik ve pnömatik teknolojiler ile bu teknolojilerin savunma sistemlerinde (kara, deniz ve hava) kullanılan cihaz uygulamaları ile ilgili araŐtırmaları kapsar. Yataklar, sızdırmazlık elemanları, kavramalar, hareketlendiriciler, pompalar, yakıt/yağlama borulama ve benzeri cihazların araştırılması, modellenmesi ve değerlendirilmesi ÖalıŐmalarını da iÖerir.

5.10.2. Teknoloji Tanımı

Hidrolik eyleyiciler uçak ve helikopter gibi hava araçlarının uÖuŐ kontrol sistemlerinde birincil ve ikincil uÖuŐ kontrol yüzeylerini hareketlendirmek, iniş takımı, kargo, mühimmat kapağı gibi ÖeŐitli kapakların açma kapama işlevini gerÖekleŐtirmekte kullanılan ekipmanlardır.

Hidrolik eyleyici iÖerdiği hidrolik piston ve silindir yardımıyla hidrolik gücü yararlı mekanik güce Öevirir. Silindir odalarına giren akıŐkan kontrolü valf blokları ile sağlanır. Bu yapılar, entegre edileceği yere göre eyleyici ile birlikte kompakt olarak üretilebileceği gibi, eyleyici ve kontrol modülü Őeklinde iki ayrı ekipman olarak da üretilir.

Silindir odalarına dolan akıŐkan kontrolü kapalı ve açık döngü olarak yapılabilir. Açık döngü sistemlerde pozisyon geri bildirim olmadan eyleyici valf bloğu vasıtasıyla önceden belirlenen sınır değerlerindeki konumlara getirilir. Kapalı döngü sistemlerde ise açık döngüde kullanılanlara nispeten daha karmaşık valf blokları kullanılır. Eyleyici üzerinde bulunan konum ölçerler ile konum bilgisi sürekli olarak kontrolÖüye geri beslenir, böylece istenilen konum geri besleme ile sürekli düzeltilerek sağlanır. Bu kontrol valfleri “electrohydraulic servo valve (EHSV)” ya da “direct drive valve (DDV)” tipinde valfler olabilir.

Uçak ve helikopterler için hayati olan fonksiyonlar (uÖuŐ kontrol yüzeylerinin hareketlendirilmesi gibi), hidrolik eyleyiciler tarafından gerÖekleŐtirildiĐi için eyleyici tasarımı yapılırken birÖok ölçüt göz önünde bulundurulmaktadır. Genel olarak SAE ve MIL standartları ile havacılık otoriteleri olan SHGM, EASA ve FAA’in belirlemiş olduğu kurallar ve yöntemler bu süreçte tasarımı Şekillendirmektedir. Sistem güvenilirliği ve emniyeti ön planda tutularak, yüksek performanslı ekipman tasarımı yapılması ve uluslararası standartlarda belirlenen ölçütlere uyma gerekliliği tasarım sürecini yönlendirmektedir.

Hidrolik eyleyicilerde, hidrolik sistem ÖalıŐma basıncına göre alüminyum, Öelik ve titanyum gibi malzemeler kullanılmaktadır. Ekipmanlardaki parÖalar sızıntı gibi oluşabilecek problemleri önlemek açısından hassas iŐleme toleransına sahiptir.

Tablo 12 iÖerisinde tasarım faaliyetleri esnasında sıkÖa kullanılan standartların bir kısmı örnek olarak verilmiştir:

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	46/71

Tablo 12: Hidrolik Hareketlendiricilere Yönelik Standartlar Tablosu

Kodu	Standart Adı
SAE AS5440	Hydraulic Systems, Military Aircraft, Design and Installation, Requirements For
SAE ARP4752	Aerospace – Design and Installation of Commercial Transport Aircraft Hydraulic Systems
MIL-PRF-5503	Actuators, Aeronautical, Linear Utility Hydraulic
SAE AIR5005	Aerospace - Commercial Aircraft Hydraulic Systems
SAE AS8775	Hydraulic System Components, Aircraft and Missiles, General Specification For
MIL-STD-5522	Test Requirements and Methods for Aircraft Hydraulic and Emergency Pneumatic Systems
SAE ARP5941	Aerospace Fluid Power - Contamination Sensitivity- Considerations for Establishing Test Procedures for Flight Control Actuators
SAE ARP1281	Actuators: Aircraft Flight Controls, Power Operated, Hydraulic, General Specification For
SAE AIR4066	Aerospace Fluid Power- Materials and Characteristics of Flight Control Servoactuators of Various Aircraft
SAE AIR4543	Aerospace Hydraulics and Actuation Lessons Learned
SAE AS4716	Gland Design, O-Ring and Other Elastomeric Seals
SAE AIR4094	Aircraft Flight Control Systems Descriptions

5.10.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı

Mevcut durumda TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan hidrolik hareketlendiricilerin kapsamı ve statüsü aşağıda belirtilmiştir.

- Sabit Kanatlı Platformlarda hidrolik hareketlendiriciler kapsamında;
 - Flap eyleyicisi,
 - Hava freni eyleyicisi ve
 - Birincil uçuş kontrol yüzeyi (aileron, rudder, elevator) eyleyicileri değerlendirilmektedir. İlgili platformlarda bitmiş ürün kullanımı bulunmakla birlikte, konsept tasarım süreci devam eden çalışmalar da bulunmaktadır.
- Döner Kanatlı Platformlarda;
 - İniş takımı açama/kapama hidrolik eyleyicileri,
 - Ana Rotor hidrolik servo eyleyicileri

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	47/71

- Kuyruk Rotoru hidrolik servo eyleyicileri
- Kararlılık Kontrol Artırma Sistemleri eyleyicileri olarak değerlendirilmektedir. İlgili platformlarda bitmiş ürün kullanımı bulunmakla birlikte, konsept tasarım süreci devam eden çalışmalar da bulunmaktadır.

5.10.4. Testler

TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan hidrolik eyleyicilerin tabii olduğu testler ve kısa tanımları Tablo 13 içerisinde gösterilmiştir.

Tablo 13: Yerleştirilmesi Planlanan Hidrolik sistemlere Yönelik Testler Tablosu

Test	Kısa Tanım	Referans
Fonksiyonellik ve Performans Testi (Functional Performance Test)	Ekipmanın gerekli işlevi yerine getirip getirmediği test edilmektedir. Ayrıca ekipmanın fonksiyonunu yerine getirirken, performansı da ölçülmektedir. Bu sayede ekipmanın gereksinimleri karşılayıp/karşılayamadığı değerlendirilmektedir.	SAE-AS5440 SAE-AS8775
Basınç Dayanım Testi (Proof Pressure Test)	Test kapsamında, ekipman çalışma basıncının 1,5 katı basınca çıkarılmaktadır. Statik durumda bu basınç belirli bir süre ekipmana uygulanmaktadır. Test statik durumda yapıldığından ve ekipmanın her yerini test etmek gerektiğinden valflerin değişik konumları, eyleyicilerin tüm portları vb. durumlar için bu test ekipman üzerinde birkaç kez tekrarlanabilir. Test esnasında ekipmanda herhangi bir dış kaçak ve ekipman üzerinde çatlak oluşmamalıdır. Test sonrasında ekipmanın normal şekilde çalışması ve istenilen performansta işlevini yerine getirmeye devam etmesi beklenmektedir.	SAE-AS5440 SAE-AS8775
Patlama Basınç Testi (Burst Pressure Test)	Test kapsamında, ekipman çalışma basıncının 2,5 katı basınca çıkarılmaktadır. Statik durumda bu basınç belirli bir süre ekipmana uygulanmaktadır. Test statik durumda yapıldığından, ekipmanın her yerini test etmek gerektiğinden valflerin değişik konumları, eyleyicilerin tüm portları vb. durumlar için bu test ekipman üzerinde birkaç kez tekrarlanabilir. Test esnasında ekipmanda herhangi bir dış kaçak ve ekipman üzerinde çatlak oluşmamalıdır. Bu test ekipmana zarar verebilecek bir test olduğundan dolayı, ekipman üzerinde son test olarak yapılmalıdır.	SAE-AS5440 SAE-AS8775
Ani Basınç Testi (Impulse Test)	SAE-ARP-1383 standardı kapsamında yapılan testte, 1-4 hz arasında test edilen ekipman çalışma basıncının 1,5 katına çıkartılıp, basınçsız duruma getirilerek test	SAE-ARP-1383

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	48/71

Test	Kısa Tanım	Referans
	edilmektedir. Ekipmanın kullanım yerine göre en az 300,000 defaya kadar bu döngünün yapılması gerekebilmektedir. Test statik durumda yapıldığından ve ekipmanın her yerini test etmek gerektiğinden valflerin değışik konumları, eyleyicilerin tüm portları vb. durumlar için bu test ekipman üzerinde birkaç kez tekrarlanabilir. Test esnasında ekipmanda herhangi bir dış kaçak ve ekipman üzerinde çatlak oluşmamalıdır.	
Ömür Testi (Endurance Test)	Ekipman normal çalışma koşulları altında, hesap edilen ömür döngüsünün bir güvenilirlik katsayısı ile çarpılarak hesaplanan döngü sayısı kadar test edilmektedir. Ömür testi SAE-AS8775 standardına göre, sistem çalışma basıncında ve çalışma konfigürasyonunda yapılmaktadır.	SAE-AS8775
İç Kaçak Testi (Internal Leakage Test)	Eyleyicinin basınç hattından dönüş hattına olan iç kaçakları test edilmektedir. Bu sayede ekipmanın karakteristiğı ortaya çıkarılmış olmakta ve kullanım yerine göre bu değıerler tasarım girdisi olarak kullanılmaktadır.	
Yükleme Testi (Limit/Ultimate Load Test)	Eyleyicinin limit yükleri ile yüklendiğinde bunun herhangi bir iç kaçak ya da kalıcı deformasyona sebep olmadığı gösterilmektedir. Aynı şekilde ultimate yükler ile yüklendiğinde de ekipmanda herhangi bir kopma/kırılma olmadığı gösterilmektedir. Ekipmanın yükleme altındaki karakteristiğı görülmektedir.	
Çevresel Testler	Ekipman kalifikasyonu kapsamında aşağıda listelenen çevresel gereksinimlerin, test, analiz ya da benzerlik ile doğrulanması gerekmektedir. Aşağıda verilen gereksinimlerin tanımı ve doğrulama yöntemleri DO-160 G (Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment) ve MIL-STD-810E (Department Of Defense Test Method Standard) dokümanlarında verilmektedir: <ul style="list-style-type: none"> • Sıcaklık/İrtifa • Sıcaklık Değışikliği • Nem • Operasyonel Şok • Çarpışma Emniyeti • Operasyonel Titreşim • Sabit İvmelenme 	DO-160 G MIL-STD-810E

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	49/71

Test	Kısa Tanım	Referans
	<ul style="list-style-type: none"> Su Dayanımı Sıvı Hassasiyeti Kum ve Toz Dayanımı Buzlanma Dayanımı Yangın ve Tutuşabilirlik Voltaj Yükselmesi Patlamaya Karşı Dayanıklılık 	

5.10.5. Gereksinimler

Sistem tasarlayan ve ekipman üreten firmaların en ufak parçadan, en büyüğüne kadar ilgili standartlara uyumlu sistem ve ekipman geliŐtirmekte olduğu görölmektedir. Eyleyiciler hava aracının hidrolik sisteminden hidrolik güç kullandığı için tasarlanan ve üretilen eyleyiciler hidrolik sistem standartlarına ve hidrolik eyleyici özelinde oluşturulmuş standartlara uygun olmalıdır.

Günümüzde havacılık hidrolik eyleyici teknolojisinin gelişiminde ve tasarımında çoğunlukla SAE Aerospace standartları kullanılmakta olup, bunlara ilave olarak kullanılan MIL standartları bulunmaktadır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	50/71

5.11. Elektromekanik Hareketlendiriciler

5.11.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi

Elektromekanik hareketlendiriciler, Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi içerisinde "A12.01 Mekanik/Hidrolik/Pnömatik Teknolojileri ve Cihazları" kırılımında ele alınmıştır. Belirtilen kırılımın ilgili bölümü aŐaŐıda verilmiştir;

Mekanik, turbomekanik, hidrolik ve pnömatik teknolojiler ile bu teknolojilerin savunma sistemlerinde (kara, deniz ve hava) kullanılan cihaz uygulamaları ile ilgili araŐtırmaları kapsar. Yataklar, sızdırmazlık elemanları, kavramalar, hareketlendiriciler, pompalar, yakıt/yaŐlama borulama ve benzeri cihazların araştırılması, modellenmesi ve deŐerlendirilmesi alıŐmalarını da ierir.

5.11.2. Teknoloji Tanımı

Elektromekanik eyleyiciler uçaklarda aileron, elevator, rudder, ruddervator, flap, spoiler vb. yüzeylerin birincil konum kontrolcü sistemleri veya trim kontrol sistemleri olarak, iniş takımı açma-kapatma, eŐitli kapak açma-kapatma gibi iŐlevlerde tahrik sistemi olarak kullanılmaktadır.

Elektromekanik eyleyiciler farklı fonksiyonelliklerde olabilmektedir. Eyleyicilerin servo kontrollü olması mümkün olduğu gibi yalnızca sınır pozisyonlarının kontrol edildiği açık döngü bir kontrole de sahip olabilirler. Servo kontrolcülü elektromekanik eyleyiciler, çoğunlukla kontrol edilmesi beklenen konum parametresini referans giriş olarak almakta, aldıkları bu konuma ulaşmak için iç yapısında konum ölçmek üzere bulunan bir potansiyometre barındırmakta ve kapalı döngü kontrol Őeklinde bu pozisyonunu kontrol etmeye çalıŐmaktadır. Bunu sağlamak için eyleyici içerisinde veya haricinde bir elektronik kontrol birimi de bulunmak zorundadır. Uçuş kontrol yüzeylerinde referans girişlere karşı sürekli konum kontrolü ihtiyacı olan uçuş kontrol yüzeyleri, servo kontrolcülü elektromekanik eyleyicilerin kullanımına bir örnektir.

Sınır kontrollü elektromekanik servo eyleyicilerde ise sürekli bir pozisyon kontrolü yapılmaz. Eyleyici enerjilendirildiğinde bir yöne hareket eder, bu hareket belirlenen bir konum switch sinyali alınarak sonlandırılabilir. Aynı Şekilde yön deŐiŐtirilerek diğer yönde sınır değerinde durdurulabilir. İniş takımları katlama-açma mekanizmaları, eŐitli kapak açma kapama mekanizmaları, çift konumlu flap veya hava freni gibi yüzeyler bu kullanıma örneklerdir.

Elektromekanik eyleyicilerde fırçasız veya fırçalı tipte ve uçaktan besleneceği güç kaynağına göre DC veya AC besleme ile çalıŐabilecek elektrik motorları kullanılmaktadır. Bu motorlar mekanik bir transmisyon ile (düz / planet sistem dişliler, bilyalı vida, trapez vida vb.) ıkıŐ elemanına aktarılmaktadır. ıkıŐ elemanı istenen harekete göre doğrusal veya döner tip olabilir. Bu transmisyon elemanlarının malzemeleri genellikle dişli üretimlerine ve ısıl iŐleme uygun alaşım çelikler veya paslanmaz çeliklerden seçilmektedir. Üretim hassasiyetleri, eyleyiciden beklenen performans, bu performansın sığdırılması beklenen hacim ve dolayısıyla boyutlandırma ve beklenen ömür / bakım gereksinimlerine göre belirlenmektedir. eŐitli bakım aralıkları tanımlanarak güvenli seviyede olmak koŐulu ile transmisyon elemanlarının hassasiyeti düşürülebileceği gibi, bakım gerektirmeksizin ömrü boyunca görev yapması beklenen sistemler için yüksek hassasiyetli üretimler gerekebilir.

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	51/71

Helikopterlerde kullanılan Trim Eyleyiciler, Rotor Uçuş Kontrol Sisteminin bir parçası olan Otomatik Uçuş Kontrol Sistemi içerisinde yer alan elektromekanik komponentlerdir. 1 adet yunuslama kontrol, 1 adet yalpa kontrol, 1 adet roll kontrol ve 1 adet kollektif kontrol hattında olmak üzere bir helikopterde toplam 4 eyleyici kullanılır. Trim Eyleyiciler pilot ile eş zamanlı olarak çalışacak şekilde pilot kumandalarına paralel olarak bağlıdırlar. Bu nedenle "Paralel Eyleyiciler" olarak da adlandırılırlar. Eyleyiciler, aktif hale getirildiklerinde, pilot kumanda kolu, kollektif lövyve ve pedallar Trim Eyleyiciler tarafından, Otomatik Uçuş Kontrol Sisteminin belirlediği pozisyonlara konumlanırlar. Trim Eyleyiciler ayrıca pilotun komutlarına yapay güç hissi verilmesini sağlarlar. Bu yapay kuvvet istenildiği zaman eyleyicilerin içerisinde yer alan kavrama sayesinde devre dışı bırakılabilir. Trim Eyleyiciler, herhangi bir sıkışma durumunda devre dışı bırakılabilmeleri için tasarlanan güç altında kırılabilen güvenlik mili içerirler.

Helikopter Trim Eyleyicileri DO178 ve DO254 süreçlerine tabi tutulmamak için yazılım bulunduran herhangi bir bileşen içermemekte ve elektriksel olarak da hiçbir "Karmaşık Donanım (Complex Hardware)" ihtiva etmemektedirler. Bu eyleyiciler sivil platformlarda kullanıldıkları için Çevresel Şartlar açısından tüm test kategorilerinde DO160 uyumluluğu aranmaktadır.

5.11.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı

Mevcut durumda TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan elektromekanik hareketlendiricilerin kapsamı ve statüsü aşağıda belirtilmiştir.

- İnsansız Platformlarda elektromekanik hareketlendiriciler kapsamında;
 - Analog Tip Uçuş Kontrol Elektromekanik Eyleyici,
 - Dijital Tip Uçuş Kontrol Elektromekanik Eyleyici,
 - DC Gear Motor,
 - Doğrusal Flap Eyleyicisi,
 - Cowl Flap Servo Eyleyicisi ve
 - ÇKS Kapak Servo Eyleyicisi değerlendirilmektedir. İlgili platformlarda bitmiőt ürün kullanımı bulunmakla birlikte, konsept tasarım süreci devam eden çalışmaları da bulunmaktadır.
- Sabit Kanatlı Platformlarda elektromekanik hareketlendiriciler kapsamında;
 - Trim Yüzeyleri Kontrol Eyleyicisi,
 - Rudder Pedal Adjust Eyleyisi ve
 - Stall Shaker Eyleyicisi değerlendirilmektedir.
- Döner Kanatlı Platformlarda elektromekanik hareketlendiriciler kapsamında trim eyleyicisi değerlendirilmektedir. İlgili platformlarda bitmiőt ürün kullanımı bulunmakla birlikte, konsept tasarım süreci devam eden çalışmaları da bulunmaktadır.

5.11.4. Testler

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	52/71

TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan elektromekanik eyleyicilerin tabii olduğu testler Őu Şekilde listelenebilir;

- Fonksiyonel Testler
- Ömür Testleri
- MIL-STD-810 Çevresel Kalifikasyon Testleri
 - 500.5 Düşük Basınç-İrtifa Depolama ve Fonksiyonellik
 - 501.5 Yüksek Sıcaklık Depolama ve Fonksiyonellik
 - 502.5 Düşük Sıcaklık Depolama ve Fonksiyonellik
 - 504.1 Sıvı Kirlenmesi
 - 506.5 Yağmur
 - 507.5 Nem
 - 509.5 Tuz Sisi
 - 510.5 Toz ve Kum
 - 513.6 İvme
 - 514.6 Titreşim
 - 516.6 Şok
 - 520.3 Sıcaklık-Nem-Titreşim-İrtifa
- MIL-STD-461 EMI EMC Kalifikasyon Testleri
 - CE101 Conducted Emissions
 - CE102 Conducted Emissions
 - CS101 Conducted Susceptibility
 - CS106 Conducted Susceptibility
 - CS114 Conducted Susceptibility
 - CS115 Conducted Susceptibility
 - CS116 Conducted Susceptibility
 - RE101 Radiated Emission
 - RE102 Radiated Emission
 - RS101 Radiated Susceptibility
 - RS103 Radiated Susceptibility
- RTCA/DO-160 Kalifikasyon Testleri
 - Yıldırım – Section 22
 - Elektrostatik BoŐalım Section 25

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	53/71

- MIL-STD 704 Elektriksel Uyum Testleri

Elektromekanik eyleyiciler bu tanımlanan kalifikasyon testlerinin tamamına veya bir kısmına tabii olabilir. Bu durum kullanılacağı platformda ihtiyaç duyulacak koŐullara göre belirlenmelidir. Tüm bunların yanı sıra yazılım barındıran elektromekanik eyleyicilerin DO178 veya DO254 süreçlerine tabii olması, sertifikasyon bakımından önemlidir.

	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	54/71

5.12. TEST SENSÖRLERİ (VERİ TOPLAMA SİSTEMİ)

5.12.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi

Test sensörleri, Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi içerisinde “B06 Algılayıcı Sistemler” kırılımında ele alınmıştır.

5.12.2. Teknoloji Tanımı

Test sensörleri, hava aracında kontrol edilmesi istenilen parametreleri ölçmek ve bu ölçümleri bir veri toplama sistemine iletmek için kullanılır. Havacılığın ve teknolojinin gelişmesi hava araçlarının daha kapsamlı ve fonksiyonel tasarlanmasına yol açmıştır. Bu yeni karmaşık tasarımların doğruluğunun gösterimi için sistemi en küçük bileşeninden en büyük bileşenine kadar çeşitli testlere tabii tutmak zorunluluğu oluşmuştur. Test sensörleri ve veri toplama üniteleri teknolojileri ise bu isteklere cevap vermek için bu süreç boyunca gelişmiştir ve gelişmeye devam etmektedir.

En genel sınıflandırma ile toplanacak hava aracı parametreleri ikiye ayrılır; fiziksel ve sayısal (veya sanal) parametreler. Fiziksel parametreler, hava aracının yapısal parçalarında oluşan etkileri veya sonuçları kapsar. Fiziksel parametrelere örnek olarak ivme, titreşim, sıcaklık, basınç, gerinim, yük, akış, motorun dakikadaki tur sayısı (RPM) ve hız verilebilir. Sayısal parametreler ise aviyonik ekipmanların gerilim ve akım değerleri, ekipmanlar arası haberleşme mesajlarıdır.

Uçak ve helikopterler için hayati olan fonksiyonlar, test sensörleri ve veri toplama sistemleri ile ölçülüp işlendiğinden ve aviyonik kontrol cihazlarına iletiliğinden; test sensörleri ve veri toplama sistemleri tasarımı yapılırken birçok ölçüt göz önünde bulundurulmaktadır. Genel olarak SAE ve MIL standartları ile havacılık otoriteleri olan SHGM, EASA ve FAA’ın belirlemiş olduğu kurallar ve yöntemler bu süreçte tasarımı şekillendirmektedir. Sistem güvenilirliği ve emniyeti ön planda tutularak, yüksek performanslı sistem tasarımı yapılması ve uluslararası standartlarda belirlenen ölçütlere uyma gerekliliği test sensörleri ve veri toplama sistemleri teknolojisini ve tasarım sürecini yönlendirmektedir.

Sensörlerde ve veri toplama sistemlerinde dayanıklılık ile veri ölçümlerinde gürültüyü en aza indirmek için alüminyum ve titanyum gibi malzemeler kullanılmaktadır. Ekipmanların diğer bir tasarım kriteri ise ağırlığın dengeli ve düşük, boyutların ise küçük ve kompakt, gerektiğinde modüler bir yapıda olmasıdır. Bütün ekipmanların, entegrasyon sırasında insan hatasını (fool proofness) en aza düşürecek şekilde tasarlanması da gerekmektedir. Tasarım faaliyetleri esnasında sıkça kullanılan standartlarına örnek olarak “SAE AIR1329 *Electrical Connectors and Wiring, Compatibility of*” verilebilir.

Sensör ve veri toplama sistemlerine aşağıdaki örnekler verilebilir;

- **Yük Hücresi:** Test riglerinde uygulanan yük miktarını ölçmek için kullanılır. Sıcaklıktan çok az (0,0015%/°C) etkilenecek şekilde tasarlanmışlardır. Mevcut durumda kullanımda bulunan ürünlerde; maksimum yüklerinde 2 mV/V civarı doğrusal çıktı verme, 100 milyon yüklemeye dayanıklı ve maksimum %0,03 -%0,05 arasında hata ile çalışma özellikleri bulunmaktadır.

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi’nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	55/71

- **Veri Toplama Sistemi:** Yapısal testlerde daha çok parça üzerine yapıştırılan gerinim ölçerlerden veri toplamak için kullanılır. Bunun yanı sıra hava aracına yerleştirilmiş tüm sensörlerin (deplasman ölçer, açı ölçer, basınç ölçer vb.) verilerini toplamak için kullanılır. Voltaj ve milivolt çıktısı okuyabilir.
- **Servo Valf:** Kontrolcünün verdiği emirleri hidrolik piston üzerinde yağın yönünü kontrol ederek kullanılır. Her piston için en az bir adet gereklidir. Aksi takdirde piston kontrol edilemez.
- **Gerinim Pulu:** Hava aracında taksii ve uçuş sırasında yapısal parçalar üzerinde oluşan gerinimleri (esneme) ölçmek için kullanılır. Wheatstone köprüsü mantığına göre gerinime bağlı direnç değişmesi ve bu direncin okunması mantığına göre çalışır. Yapıştırıldığı yüzeydeki gerinime doğru orantılı olarak analog bir çıkış değeri üretir. Yapıştırıldığı yüzeyel parçalar iniş takımları, kanatlar, kanat kirişleri ve diğer yük binen kısımlardır.
- **Isıl Çift:** İki farklı iletken bir uçta birleştirilip diğer uçta gerilim oluşturulur. Bu gerilim değeri iletkenlerin tipine ve sıcaklık değerine bağlıdır. Uçak üzerinde ortam ve yüzey sıcaklığı ölçümlerinde kullanılmaktadır.
- **Motor RPM Sensörü:** Motorun turboşarjının dakikadaki dönüş sayısını ölçmek için kullanılır. Eddy current loss topolojisine sahip temassız bir yakınlık sensörüdür. Alüminyum veya titanyum materyalinin (turboşarj fan bıçakları) sensörün algılama mesafesine olup olmadığını kontrol ederek çıkış gerilimi sağlar ve dönüş hızını ölçer.
- **RPM Sensör Kontrolcüsü:** RPM sensörünün kontrolcüsü olup farklı tiplerdeki turboşarjların hız ölçümleri için mod ve fan bıçağı sayısı ayarlamasını yapan, veri toplama ünitesine motor hızına bağlı analog, sayısal hız bilgisini ve ortam sıcaklığını ileten modüldür.
- **Sıcaklık Algılayıcısı:** Bulunduğı ortam sıcaklığına bağlı olarak lineer analog çıkış gerilimi üretir.
- **Basınç Sensörü:** Basınç değerlerini gerilim olarak çevirir. Yapısal tasarım gruplarının talep ettikleri yerlerde basınç değerlerini ölçmek için kullanılır. Analog lineer çıkış gerilimi üretir.
- **Titreşim Sensörü:** Hava aracında taksii ve uçuş sırasında yapısal parçalar üzerinde oluşan titreşim değerlerini "g" biriminden ölçmek için kullanılır. Ayrıca aviyonik ekipmanların üstüne de yerleştirilip ekipmanların maruz kaldığı titreşime karşılık fonksiyonel performansı değerlendirmek için de kullanılır.
- **İvme Sensörü:** Hava aracındaki aviyonik ekipmanların veya yapısal parçaların üzerine yerleştirilerek taksii veya uçuş sırasında maruz kalınan ivme değerlerini ölçer.
- **Akım Sensörü:** Hava aracındaki aviyonik ekipmanlara giden veya çıkan, güç dağıtım biriminin ürettiğı akımın anlık, sürekli ve demeraj değerlerini ölçmek için kullanılır. AC ve DC tipi mevcut olup hall effect teknolojisine sahip olduklarından akım ölçülecek kablağa sök-tak gibi bir etki etmeden bağlanıp sağlıklı ölçüm alınmasına olanak verir.
- **Voltaj Sensörü:** Uçak üzerindeki baralardan veya ekipmanlardan voltaj ölçmek amacıyla kullanılır. AC ve DC ölçen tipleri mevcuttur.

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	56/71

- **Dirençsel Sıcaklık Sensörleri:** İletken bir telin direncinin sıcaklığa bağlı olarak değişmesi mantığıyla çalışan bir sıcaklık sensörüdür. Bu tip sensörler sabit akım ile beslenmelidir.
- **Hızlı Kamera:** Çok yüksek hızda kare çekebilen kameralardır. Güvenli ayrılma uygulamalarında kullanılmaktadırlar.
- **Deplasman Sensörü:** Hava aracındaki hareket eden komponentler üzerine yerleştirilip, komponentin lineer hareket miktarını ölçer.
- **Açı Sensörü:** Hava aracındaki döner hareket eden komponentler üzerine yerleştirilip, komponentin açısal hareket miktarını ölçer.

5.12.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı

Mevcut durumda TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan test sensörleri kapsamı ve statüsü aşağıda belirtilmiştir.

- İnsansız Platformlarda test sensörleri kapsamında;
 - Gerinim Ölçer,
 - Yük Hücresi,
 - Motor RPM Sensörü,
 - Sıcaklık Algılayıcı,
 - Basınç Sensörü,
 - Titreşim Sensörü,
 - İvme Sensörü,
 - Akım Sensörü ve
 - Veri Toplama Ünitesi değerlendirilmektedir.
- Döner Kanatlı Platformlarda test sensörleri kapsamında;
 - Yük Hücresi,
 - Servo valf,
 - RPM Sensörü,
 - Sıcaklık Algılayıcı,
 - Basınç Sensörü,
 - Titreşim Sensörü,
 - İvme Sensörü,
 - Deplasman Sensörü
 - Açı Sensörü
 - Akım Sensörü ve

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	57/71

- o Veri Toplama Ünitesi değerlendirilmektedir.

5.12.4. Testler

TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan test sensörleri ve veri toplama sistemlerinin tabii olduğu testler ve kısa tanımları Tablo 14 içerisinde gösterilmiştir.

Tablo 14: Yerlileştirilmesi Önerilen Test Sensörlerine Yönelik Testler Tablosu

Test	Kısa Tanım	Referans
Çevresel Testler	<p>Ekipman/sistem kalifikasyonu kapsamında aşağıda listelenen çevresel gereksinimlerin, test, analiz ya da benzerlik ile doğrulanması gerekmektedir. AŞağıda verilen gereksinimlerin tanımı ve doğrulama yöntemleri DO-160 G (Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment) ve MIL-STD-810 E (Department Of Defense Test Method Standard) dokümanlarında verilmektedir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sıcaklık/İrtifa • Sıcaklık Değişikliği • Nem • Operasyonel Şok • Çarpışma Emniyeti • Operasyonel Titreşim • Sabit İvmelenme • Manyetik Etki • Güç Giriş ve Spike • Elektrostatik DeŐarj • EndüklenmiŐ Yıldırım Kısa Süreli Etkisi • EndüklenmiŐ Sinyal Hassasiyeti • RF Enerji Yayılımı ve Hassasiyeti • Su Dayanımı • Sıvı Hassasiyeti • Mantar Dayanımı • Kum ve Toz Dayanımı • Buzlanma Dayanımı • Yangın ve Tutuşabilirlik • Patlamaya Karşı Dayanıklılık 	DO-160 G MIL-STD-810 E

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	58/71

Test	Kısa Tanım	Referans
Hava Aracı Yer ve Uçuş Testleri	Geliştirme, Kalifikasyon ve Sertifikasyon test planları doğrultusunda icra edilen tüm hava aracı seviyesi yer ve uçuş testleridir.	

5.12.5. Gereksinimler

Test sensörü tasarlayan ve üreten firmaların malzeme seçimi, üretim teknikleri ve çevresel şartlar ile ilgili standartlara uyumlu sistem ve ekipman geliŐtirmekte olduğu görülmektedir. Ayrıca sensör geliŐtiren firmalar, sensörlerinin farklı marka ve modelde veri toplama sistemleri ile sorunsuz bir şekilde kullanımı için standart sinyal arayüzleri (RS232, RS422, CAN, ARINC, MIL-1553, "Single-Ended" ya da "Differential" Sinyaller) kullanmaktadır.

Günümüzde havacılık test sensörleri ve veri toplama sistemleri teknolojisinin gelişiminde ve tasarımında çoğunlukla SAE Aerospace standartları kullanılmakta olup, bunlara ilave olarak kullanılan MIL ve RTCA DO160 çevresel test standartları bulunmaktadır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	59/71

5.13. Pitot Statik Sistem

5.13.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi

Pitot statik sistem, Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi içerisinde ‘‘A12.04 AkıŐkanlar Mekaniği - Deneysel ve Teorik’’ kırılimında ele alınmıştır. Belirtilen kırılimın ilgili bölümü aşağıda verilmiştir;

Aerodinamik ve gaz dinamiğine iliŐkin araştırma  alıŐmalarını ( rneğin; girdap - vorteks- davranıŐı, akış kopması, zamana bağlı akış ve diğer tüm akış çeŐitlerini anlamak ve tespit edebilmek için yapılan araŐtırmalar) kapsar. Deneysel imk nlardaki-rüzgar tünelleri; Şok tüpleri vb. ile yapılan çalışmaları da i erir. AkıŐkanlar dinamiği analizleri ve ilgili test çalıŐmalarına iliŐkin olarak, duvar ve model dikmesi (strut, sting) etkilerinin düzeltmelerini, gerekli ölümleri, balans tasarımı, kalibrasyonu ve basınç ölümlerini kapsayan çalışmaları da i erir. Sabit kanatlı ve döner kanatlı hava araçları parçalarının tüm çeŐitlerinin örneğin hava alıkları, pervaneler, helikopter rotoru, yalıtımlı silahlar, silah taŐıyıcıları ve atıcıları, kanat/gövde konfigürasyonları, boyutlandırma etkisi ve geçiş bağlantılarının test edilmesini destekleyen çalışmaları da i erir.

5.13.2. Teknoloji Tanımı

Pitot statik sistemler uçağın hava verilerinin toplanmasında kullanılan ekipmanlardır. Pitot statik sistemlerin kapsayacağı alt sistem, elemanlar ve görevleri aşağıda belirtilmiştir:

- **Akıllı Sonda:** Yerde ve uçuŐta hava akıŐından statik ve dinamik basınç ölümü yapabilen ekipmandır. Sonda ve ölüm yapan ekipman tek bir ekipmanda toplanmıŐ olup, ekstra pnömatik hat ihtiyacı bulunmamaktadır. Akıllı Sonda ısıtıcıya sahip olup buzlanma koŐullarından etkilenmemektedir.
- **Isıtıcı Sonda:** Isıtıcı Sonda yerleŐtirildiĐi bölgedeki hava akışını pnömatik hat yardımıyla hava veri bilgisayarına ileterek dinamik basınç ölümü yapılmasını sağlayan, ısıtıcısı sayesinde buzlanma koşullarında da görev yapabilen birimdir.
- **Statik Port:** Uçağın bulunduğu irtifaya bağlı olarak dış ortam statik basıncını ölçmek için kullanılan birimdir. Dahili ısıtıcıları sayesinde buzlanma koşullarında da ölüm yapabilmektedir.

Sistem güvenirliği ve emniyeti ön planda tutularak, yüksek performanslı sistem tasarımı yapılması ve uluslararası standartlarda belirlenen  l tlere uyma gerekliliği hava aracı pitot statik sistem teknolojisini ve tasarım sürecini yönlendirmektedir.

Sistem ekipmanları arasında pitot statik probe’lar en önemli ekipman olarak göze çarpmaktadır. Bunun dışında güvenilirlik, güvenlik ve sistem  oklaması amacı ile pitot statik probe ısıtıcıları için akım ölçer ve pitot statik probe üzerindeki statik basınç ölçerler dışında alternatif statik kaynaklara da ihtiyaç duyulmaktadır.

Günümüzde hava aracı pitot-statik sistem teknolojisinin gelişiminde ve tasarımında çoğunlukla SAE Aerospace standartları kullanılmakta olup, bunlara ilave olarak kullanılan MIL standartları bulunmaktadır. Ayrıca, bu standartlara dair güncellemeler teknik standart

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi’nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	60/71

emirleri (TSO, ETSO) vasıtasıyla takip edilmektedir. Tasarım faaliyetleri esnasında sıkça kullanılan standartların bir kısmı örnek olarak Tablo 15 içerisinde verilmiştir.

Tablo 15: Pitot Statik Sistemlere Yönelik Standartlar Tablosu

Standart	Başlık
MIL-T-5420B	Tubes, Pitot Static, Electrically heated
TSO-C16	Technical Standard Order: Electrically Heated Pitot and Pitot Static Tubes
TSO-C16a	Electrically Heated Pitot and Pitot-Static Tubes
SAE AS8006	Minimum Performance Standard for Pitot and Pitot Static Probes
SAE AS5562	Ice and Rain Minimum Qualification Standards for Pitot and Pitot Static Probes
MIL-P-26292	Pitot and Statik Pressure Systems, Installation and Inspection
MIL-I-5072	Instrument Systems; Pitot Statik Tube Operated, Installation
SAE ARP920	Design and Installation of Pitot Static Systems for Transport Aircraft
SAE-AIR975	Maintenance of Pitot Static Systems of Transport Aircraft

5.13.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı

Mevcut durumda TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan pitot sistemlerin kapsamı ve statüsü aşağıda belirtilmiştir.

- İnsansız Platformlarda pitot statik sistemi kapsamında;
 - Isıtıcı sondalar ve
 - Akıllı sonda değerlendirilmektedir. İlgili platformlarda bitmiş ürün kullanımı bulunmakla birlikte, konsept tasarım süreci devam eden çalışmalar da bulunmaktadır.
- Sabit Kanatlı Platformlarda pitot statik sistemi kapsamında;
 - Pitot Probe,
 - Isıtıcı Sonda,
 - Statik Port ve
 - Akım Ölçer değerlendirilmektedir. İlgili platformlarda bitmiş ürün kullanımı bulunmaktadır.
- Döner Kanatlı Platformlarda pitot statik sistemi kapsamında;
 - Pitot Probe,
 - Alternatif Statik Basınç Valfi ve

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	61/71

- o Akım Ölçer değerlendirilmektedir.

5.13.4. Testler

TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan Pitot-statik sistem ekipmanlarının tabii olduğu testler ve kısa tanımları Tablo 16 içerisinde gösterilmiştir. Bu Şartlar hava aracının uçuş zarfları göz önüne alınarak belirlenmiştir. Pitot statik ekipmanlar dış ekipman kategorisinde değerlendirilmektedir.

Bu testlerin geçme kalma kriterlerini sağladığını üretici firma, kalifikasyon testlerini gösterir Uygunluk Belgesi (Certificate of compliance - CoC) ile kanıtlaması beklenir.

Tablo 16: Pitot Statik Sistemlere Yönelik Testler Tablosu

#	Test	Kısa Tanım	Referans
1	Fonksiyonellik ve Performans Testi (Functional Performance Test)	Ekipmanın gerekli işlevi yerine getirip getirmediği test edilmektedir. Ayrıca ekipmanın fonksiyonunu yerine getirirken, performansı da ölçülmektedir. Bu sayede ekipmanın gereksinimleri karŐılıyıp/karşılayamadığı değerlendirilmektedir.	AS5562 AS8006 TSO C16a
2	Çevresel Testler	Ekipman/sistem kalifikasyonu kapsamında aşağıda listelenen çevresel testlerin yapılması ya da benzerlik ile doğrulması gerekmektedir: <ul style="list-style-type: none"> • Düşük basınç • Yüksek sıcaklık • Düşük Sıcaklık • Yağmur • Nem • İvmelenme • Titreşim • Şok • Temperature/Altitude • Temperature Variation • Explosion Proofness • Waterproofness • Fluid Susceptibility (for pitot probe only) • Sand and Dust • Fungus Resistance • Salt Spray • Icing 	MIL-STD-810F RTCA-DO-160G

5.13.5. Gereksinimler

Platform bazında yukardaki ekipman testlerinin yanı sıra müşteriye verilen gereksinin setinin sağlanması için sistem doğrulama testlerinin uygulanması gerekmektedir

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	62/71

Bu kapsamda uçakta bulunan her sistemin olduğu gibi, pitot statik sistem de kurum iç süreçlerinden geçmesi gerekmekte ve pitot statik sistem tasarımı bu kurallar içinde şekillendirilmektedir. Pitot statik sistem tasarımında bu kurallara uyulduğu ve bu özel gereksinimlerin nasıl sistem tasarımında karşılandığı çeşitli yöntemlerle otoriteye gösterilmek zorundadır.

Pitot statik sisteminin farklı projelerde sağlaması gereken değerler aşağıda belirtilmiştir.

- İnsansız Platformlarda pitot statik sistemi;
 - En yüksek irtifa aralığı: 23000 feet ile 45000 feet
 - En düşük dış sıcaklık aralığı: -63°C ile -40°C
 - En yüksek dış sıcaklık aralığı: +43°C ile +50°C
- Sabit Kanatlı Platformlarda pitot statik sistemi;
 - En yüksek irtifa: 30000 feet
 - En düşük dış sıcaklık: -55°C
 - En yüksek dış sıcaklık: +70°C

Sabit kanatlı platformlarda ekipman tasarımında çevresel gereksinimlerin hazırlanmasında MIL-STD-810G ve DO-160G standartlarının referans alınması gerekmektedir. Ekipmanın performans gereksinimleri ise SAE 8006 ve ek olarak TSO C16a standart ve teknik emir dokümanları referans alınarak hazırlanmalıdır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	63/71

5.14. SİLAH SİSTEMLERİ

5.14.1. Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi İlişkisi

Silah sistemleri, Savunma Sanayii Teknoloji Taksonomisi içerisinde “C09.01 Silah Sistemleri - Platforma Monteli (Kara, Deniz, Hava)” kırılımında ele alınmıştır. Belirtilen kırılımın açıklaması aşağıda verilmiştir;

Kara, deniz ve hava platformlarında yer alan silahların yönlendirilmesini, stabilize edilmesini ve ateşleme kontrollerini gerçekleştiren uzaktan komutalı silah sistemlerini içerir. Sisteme ait kullanıcı konsolları platformun korunaklı bir yerinde bulunmakta olup sistem bu konsollar üzerinden kontrol edilmektedir. Sistem üzerinde yer alan elektro optik sensörler kullanılarak hedef tespit ve otomatik hedef takip işlemleri yapabilen ya da platformdaki diğer sensörlerin sağladığı hedef bilgilerini kullanabilen sistemlerdir. Takip edilen hedef için balistik hesaplamalar gerçekleştirilerek silahı hesaplanan konumlara yönlendirebilen ve ateşleme işlemlerini gerçekleştiren sistemlerdir.

5.14.2. Teknoloji Tanımı

Silah sistemleri, platformun icra etmekte olduğu görev profiline göre; düşük kalibreli çok namlulu top sistemi, güdümlü ve güdümsüz roket sistemi, anti-tank sistemi ve hava-hava füzelerden oluşmaktadır. Taarruz helikopterlerinin varlık nedeni olan, hedef tespiti, personel, yer ve hava hedefleri imha görevi, platforma entegre hedef tespit ve silah sistemleri vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir.

Platforma entegre edilecek olan silah sistemleri seçim ve/veya özgün tasarımları, müşteri tarafından tanımlanan görev profilleri, çevre koşulları, hedef ve hedef üzerindeki etkinliğe göre, teknolojik yetkinliklerin yanı sıra uluslararası tasarım ve emniyet standartları göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmektedir.

Yüksek riskli görevleri platformun başarı ile gerçekleştirebilmesi için, entegre edilen silah sistemlerinin platformun görev yaptığı tüm çevre koşullarında verimli kullanılabilmesi, arayüzler ile pilotların verimli kullanımına katkı sağlaması, güvenli taşıma ve ayrılma; balistik ve güdüm olarak hedefe ulaşma ile birlikte hedef tipine göre hedef üzerinde yüksek etkinlik beklenmektedir. Tüm tasarım aşamalarında bu kriterler göz önünde bulundurularak performans optimize edilmektedir. Silah sistemleri ile ilgili sıkça kullanılan standartların bir kısmı örnek olarak Tablo 17 içerisinde verilmiştir.

Tablo 17: Silah Sistemlerine Yönelik Standartlar Tablosu

Standart	Başlık
STANAG 3441	DESIGN OF AIRBORNE STORES
MIL-A-8591	AIRBORNE STORES, SUSPENSION EQUIPMENT AND AIRCRAFT-STORE INTERFACE (CARRIAGE PHASE) GENERAL DESIGN CRITERIA FOR
MIL-STD-1760D	DEPARTMENT OF DEFENSE INTERFACE STANDARD FOR AIRCRAFT/STORE ELECTRICAL INTERCONNECTION SYSTEM

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	64/71

Standart	Başlık
MIL-STD-1553B	AIRCRAFT INTERNAL TIME DIVISION COMMAND/RESPONSE MULTIPLEX DATABUS
STANAG 3733	LASER PULSE REPETITION FREQUENCIES (PRF) USED FOR TARGET DESIGNATION AND WEAPON GUIDANCE
MIL-STD-1289D	AIRBORNE STORES, GROUND FIT AND COMPATIBILITY REQUIREMENTS
MIL-STD-810F/G	ENVIRONMENTAL ENGINEERING CONSIDERATIONS AND LABORATORY TESTS
MIL-HDBK-1763	AIRCRAFT/STORES COMPATIBILITY: SYSTEMS ENGINEERING DATA REQUIREMENTS AND TEST PROCEDURES

5.14.3. TUSAŞ Platformlarındaki Kullanımı

Mevcut durumda TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan silah sistemlerin kapsamı ve statüsü aşağıda belirtilmiştir.

- Döner Kanatlı Platformlarda silah sistemi kapsamında bitmiş ürün kullanımı bulunmakla birlikte konsept tasarım çalışmaları da devam etmektedir.

Konsept tasarım aşamasında olan sistemler aşağıda verilmiştir;

- 20 mm 3 namlulu Gatling Gun
- 70 mm MK66 Motorlu Gdümsüz Roket
- Roket Arayüz Ünitesi
- IR Gdümlü Hava-Hava Füze Lançeri

Tasarımı bitmiş olan sistem aşağıda verilmiştir;

- 70 mm MK40/MK66 Motorlu Gdümsüz Roket Lançeri

5.14.4. Testler

TUSAŞ Özgün Ürünleri'nde kullanılan silah sistemleri ve ekipmanlarının tabii olduğu testler ve kısa tanımları Tablo 18 içerisinde gösterilmiştir.

Tablo 18: Yerleştirilmesi Planlanan Silah Sistemlerine Yönelik Testler Tablosu

Test	Kısa Tanım
Oturma/Fonksiyonellik Testleri	Ekipmanın sökölüp takılarak, dummy mühimmatlar yüklenip gerekli işlevi yerine getirip getirmediği test edilmektedir. Yerde ekipmanın fonksiyonel özellikleri kısmi kontrol edilmektedir.
Bağlı Uçuş Testleri	Dummy mühimmatlar yüklenip ekipmanın havada gerekli işlevi yerine getirip getirmediği test edilmektedir.

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	65/71

Test	Kısa Tanım
Acil Bırakma Testleri	Acil durumlarda kanat yüklerinin güvenli ayrılmasını temin etmek amacıyla zarf oluşturulmaktadır.
Güvenli Ayrılma Testleri	Mühimmatların atış anlarında lançerden güvenli ayrıldıklarını temin etmek amacıyla zarf oluşturulmaktadır.
EMI/EMC Testleri	Eletromanyetik çakışım ve operasyon yapabilme değerlendirilmektedir.
Çevresel Testler	<p>Ekipman/sistem kalifikasyonu kapsamında aşağıda listelenen çevresel gereksinimlerin, test, analiz ya da benzerlik ile doğrulanması gerekmektedir. Aşağıda verilen gereksinimlerin tanımı ve doğrulama yöntemleri MIL-STD-810 F/G dokümanlarında verilmektedir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sıcaklık/İrtifa • Sıcaklık Değişikliği • Nem • Depolama • Operasyonel Şok • Çarpışma Emniyeti • Operasyonel Titreşim • Sabit İvmelenme • Su Dayanımı • Sıvı Hassasiyeti • Kum ve Toz Dayanımı • Buzlanma Dayanımı • Yangın ve Tutuşabilirlik

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	66/71

5.15. Ham Malzemeler

5.15.1. 120°C'de Kürlenebilen Epoksi Prepreg Malzemeler

Havacılık sektöründe büyük ölçüde kullanıma sahip olan ve Őu anda Türkiye'de üretilmeyen yapısal 120 °C'de kürlenebilen prepreg malzemesinin geliştirilmesi, laboratuvar ve pilot ölçekli üretilmesi, doğrulanması ve helikopter pali için yapılan küçük ve tam ölçekli viril kulesi dahil tüm yapısal testlerinin gerçekleştirilmesi döner kanatlı özgün platformların sürdürülebilir geliştirme ve üretim faaliyetleri açısından büyük bir önem arz etmektedir. Bu kapsamda, helikopter pal tasarım ve üretimi için gerekli 120°C kürlenebilen;

- S2 Cam Elyaf/ Epoksi Prepreg
- Karbon Elyaf / Epoksi Prepreg
- E-Cam Elyaf / Epoksi Prepreg
- S2 Cam Elyaf / Epoksi TowPrepreg

malzemelerinin yurtiçi imkanlarla geliştirilmesi ve bu malzemelerin yerlileştirilmesi ile helikopter sistemlerinin sürdürülebilirliği sağlanacaktır.

5.15.2. Orta Modül Karbon Elyaf ve Prepreg

Yeni nesil yolcu ve askeri uçaklarda orta modül karbon elyaf ve epoksi reçineli prepreg malzeme sistemleri kullanılmaktadır. Bu malzemeler standart modül elyaf ve epoksi reçineli malzeme sistemlerine göre daha mukavemetli ve daha hafif yapıların tasarlanmasına olanak sağlamaktadır.

Türkiye'de halen standart modül karbon elyaf üretimi yapılmaktadır. 2017 sonu itibarı ile SSM tarafından desteklenen İPEK projesi kapsamında bu elyaf ile epoksi reçineli prepreg malzemeler geliŐtirilmiŐtir. Orta modül elyaf geliştirme ile ilgili temel fizibilite çalışmaları yapılmıŐ olmakla birlikte bu konuda halen herhangi bir çalışma başlatılmamıŐtır. Ülkemiz havacılık endüstrisinin geliŐimi açısından bu konu büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda elyaf geliştirme sürecinin sonrasında 180°C kür epoksi reçineli karbon elyaf takviyeli prepreg malzemeler geliştirilmesi gerekmektedir.

Karbon Elyaf Takviyeli Prepreg Malzemeler:

- Düz dokuma (Plain weave)
- Tek yönlü - UD (Unidirectional tape)

5.15.3. Termoplastik Malzemeler

Diğer endüstri alanlarında uygulamaları bulunan termoplastik (TP) kompozit yapıların, termoset kompozitlerin yerine kullanımı havacılık endüstrisi için de önemli bir potansiyel haline gelmiŐtir. Termosetlerin aksine, polimer çeŐidine bağlı olarak yeterli sıcaklık Őartları altında kolaylıkla Őekillendirilirler ve bu Őekillerini soğuduktan sonra da korurlar. Ayrıca, ömürlü malzeme olmadıkları ve tekrarlı proses edilebilme özelliklerini korudukları için, tekrar ısıtılıp eritilerek yeniden Őekillendirilebilirler.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerleştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	67/71

Halen, hava aracı ikincil yapılarda çok sayıda uygulamanın yapıldığı bu teknolojinin birincil yapılarda da uygulamasına yönelik geliştirme faaliyetleri tüm dünyada üniversite, araştırma kuruluşları ve büyük havacılık firmaları tarafından yürütülmektedir. Bu bakımdan, Polyetheretherketone (PEEK), Polyetherketoneketone (PEKK), Polyphenylene Sulfide (PPS) gibi TP malzemelerin ülkemizde yerli olanaklar ile geliştirilmesi ve üretilmesi büyük önem taşımaktadır.

5.15.4. Kızıl Ötesi Düşük Görünür Boya

Hava aracının kızıl ötesi takip edilebilirliğinin azaltılması için, Milli Muharip Uçak (MMU) platformuna hizmet etmek üzere LWIR (8µm-12µm) alt bandında belirlenen frekans aralıklarında çalışan, bölgenin ihtiyacına göre belirlenmiş optimum yayılım değerine sahip kaplama/boya geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Geliştirilecek olan kaplama/boyanın, oluşacak aerodinamik ve yapısal yüklerde her hangi bir performans kaybına (çatlama, kopma) sebebiyet vermemesi, uçağa getireceği ağırlığın kontrol altında olması ve herhangi bir bileşen/ham malzemesinin ihracat lisansına tabi olmaması gerekmektedir.

Seçilen teknoloji ile geliştirilen malzemelerin laboratuvar ortamında kavramının kanıtlanması, seçilen malzemenin tüm özelliklerini ortaya koyan fiziksel/kimyasal testlerinin yapılması ve tam ölçekte bir prototip parça üzerinde gösterim yapılması gerekmektedir.

5.15.5. Düşük Görünürlüklü Malzeme Teknolojileri – Kanopi (Şeffaf Yapı) Radar Yansıtıcı/Soğurucu Kaplama

Kanopinin radarlar tarafından görünürlüğünün azaltılabilmesi için, Milli Muharip Uçak (MMU) platformuna hizmet etmek üzere minimum belirlenecek % miktarda optik geçirgenlik ve frekans aralığında radar yansıtma/soğurma özelliğine sahip kanopi kaplaması geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Geliştirilecek olan kaplamanın; pilot görüşünü engel olmayacak şekilde tasarlanması, kanopinin dışına kaplanması durumunda oluşacak aerodinamik ve yapısal yüklerde her hangi bir performans kaybına (çatlama, kopma) sebebiyet vermemesi, pilot kaçış sistemi performansına limit dışı bir etki teşkil etmemesi, uçağa getireceği ağırlığın kontrol altında olması ve herhangi bir bileşen/ham malzemesinin ihracat lisansına tabi olmaması gerekmektedir. Seçilen teknoloji ile geliştirilen malzemelerin laboratuvar ortamında kavramının kanıtlanması, seçilen malzemenin tüm özelliklerini ortaya koyan fiziksel/kimyasal, radar soğurma/yansıtma ve optik geçirgenlik testlerinin yapılması ve bir prototip kanopi üzerinde tam ölçekli gösterim yapılması gerekmektedir. Proje kapsamında kanopi geliştirilmeyecek olup; mevcut bir kanopi üzerinde kaplamanın gösterimi yapılacaktır.

5.15.6. Radar Soğurucu Yapısal Kompozit Malzeme (Termoset)

180°C kür epoksi reçine sistemleri ile, belirlenen frekans aralığında belirli radar soğurma kabiliyetine sahip yapısal nitelikte kompozit malzeme geliştirilecektir. Geliştirilecek prepreg malzemeler TUSAŞ'ın özgün ürünlerinde kullanılacaktır.

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	68/71

5.15.7. Metal Olmayan Malzemeler

Hava Aracının sertifikasyonu için havacılık otoritelerinin (FAA, EASA, SHGM) tanımladığı gereksinimlere uyulduğunun kanıtlanması gerekmektedir. Havacılık Otoritelerin gereksinimlerini karşılamak için Havacılık Sınıfına ait özel olarak tanımlanmış standartların kullanılması gerekmektedir.

Havacılık endüstrisinde yaygın olarak kullanılan yıldırım çarpmayı önleyici reçineli elek/folyo, metal/metal olmayan balpeteği malzemeleri, yapısal köpük malzemeleri, film/köpük/pasta/sıvı yapıştırıcılar, tamir reçineleri, kendinden sönebilir prepreg malzemeleri, tüm fonksiyonel ve genel kullanım astar ve boyalar, sızdırmazlık malzemeleri (sealant), contalar (seal), yağlayıcılar (lubricants/grease), elastomerler, plastik yarı bitmiş malzemeler (teflon, rubber, silicon, vb.) bu çalışmada spesifik olarak tanımlanmamış olup bu malzemeleri ülkemizde havacılık standartlarına uygun şekilde üreten yerli firma bulunmamaktadır.

5.15.8. Metalik Yarı Bitmiş Ürünler

Hava Aracının sertifikasyonu için havacılık otoritelerinin (FAA, EASA, SHGM) tanımladığı gereksinimlere uyulduğunun kanıtlanması gerekmektedir. Havacılık Otoritelerin gereksinimlerini karşılamak için Havacılık Sınıfına ait özel olarak tanımlanmış standartların kullanılması gerekmektedir.

Havacılık endüstrisinde yaygın olarak kullanılan SAE AMS ve DIN WL gibi metalik yarı bitmiş ürün standartları, istatistiksel temellere dayandırılmış ve testler sonucu belirlenmiş mukavemet değerlerini kabul kriteri olarak belirtmektedir. Ayrıca bu standartlar metalik yarı bitmiş ürünlerin mekanik özelliklerine ek olarak dinamik özellikler, mikroyapı, korozyon gibi yine havacılık test standartları ile belirlenen kabul kriterlerini de içermektedir.

5.15.9. Yüksek Sıcaklık ve AŐırı Yüklere Maruz Kalan Dişli ve Rulmanlar İçin Özgün Malzemeler

Güç Aktarma Sistemleri helikopterlerin en önemli bileşenlerinden birisidir. Güncel teknolojik konular takip edilmekte ve gerekli görüldüğü durumlarda yeni çağrı konuları açılması planlanmaktadır.

Dişli ve Rulmanlar için birim ağırlık başına yük taşıma kapasitesi artırımı (power density) hedeflenmiştir. Bu amaç çerçevesinde yapılması planlanan çalışmalarda; helikopter sanayine özel, yüksek toleranslarda üretilebilirlik, ısıl işlem dahil olmak üzere üretim proseslerinde azaltılmış deviasyon, yüzey sertliğinde artış (HRC 70 ve üzeri), diŐ teması kaynaklı yüzey aşınması azaltılması, diŐ kökünde karşılaşılan yükleme durumları için yorulma dayanımı artırımı ve yağsız çalışma durumları için yüksek sıcaklıkta mekanik özellikler ile yüzey kalitesinin negatif etkilenmemesi araştırma konularıdır.

 TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
	Revizyon No	1
	Revizyon Tarihi	23.03.2018
	Sayfa No	69/71

5.16. Prosesler

5.16.1. Kompozit Katmanlı İmalat

Kompozit Katmanlı İmalat teknolojisi havacılık endüstrisinde yüksek performanslı ileri kompozit malzemelerin üretiminde kullanılabilmesi için potansiyel gösteren ve gelişime açık çok yeni bir üretim tekniğidir. Bu üretim tekniğinin tekrarlanabilir ve kontrol edilebilir hale getirilmesi, yüksek performans gerektiren uçak parça tasarımları ve uygulamalarında kullanımı için büyük önem taşımaktadır.

Sürekli ya da kırık karbon fiber takviyeli yapıların katmanlı imalat yöntemi ile geliştirilmesi amacıyla;

- Kompozit yapıların tasarım ve üretimi için katmanlı imalat teknoloji alt yapısının oluşturulması,
- Kompozit Katmanlı İmalat Teknolojisi tasarım ve analiz metot alt yapısının oluşturulması,
- Yerli karbon fiber kullanımı,
- Kompozit uçak yapısal parçalarında termoplastik uygulamalarının KKİ yöntemi ile birlikte kullanımı,
- KKİ yöntemi ile uçak parçası üretim kalıbı tasarım ve üretimi,
- KKİ yöntemi ile kompozit uçak yapısal parça tasarım, üretim ve doğrulanması

konularının çalışılması gerektiği değerlendirilmektedir.

Geliştirilen üretim yöntemlerinin, havacılık teknik ve kalite gereksinimlerini sağlaması için üretim parametrelerinin modellenerek belirlenmesi ve sonrasında da deneysel doğrulanması kritik önem taşımaktadır.

5.16.2. Termoplastik Malzemeler ile Üretim Teknolojileri

Halen, hava aracı ikincil yapılarda çok sayıda uygulamanın yapıldığı bu teknolojinin birincil yapılarda da uygulamasına yönelik geliştirme faaliyetleri tüm dünyada üniversite, araştırma kuruluşları ve büyük havacılık firmaları tarafından yürütülmektedir.

Bu çalışmalar;

- Termoplastik imalat teknikleri: Yerinde (In-situ) Konsolide Otomatik Fiber Serme (AFP), Termoforming, Sürekli Baskı Kalıplama (CCM), vb.
- Termoplastik birleştirme teknikleri: İndüksiyon, Direnç Kaynağı, vb.

alanlarında yürütülerek şirketimiz bünyesinde termoplastik teknoloji alt yapısı ve bilgi birikimi oluşturulmalıdır. Elde edilecek bu kazanım, TUSAŞ Özgün Geliştirme ve OEM Programlarında uygulanarak, küresel rekabet gücümüzü arttıracak; kar ve maliyet avantajı sağlayacaktır.

	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	70/71

5.16.3. Metal Katmanlı İmalat

Metal Katmanlı İmalat teknolojisi başta havacılık endüstrisi olmak üzere dünyadaki farklı endüstri alanlarındaki önemli firmaların çalışmalarını ile hızla büyüyen önemli bir teknoloji alanıdır. Teknolojinin ulaŐtığı günümüz olgunluk seviyesinde hava aracı yapıları için;

- Karmaşık geometrili net Őekilli parçalar
- Parçaya vasıf ekleme
- Tamir

gibi konular için farklı katmanlı imalat teknikleri kullanılarak gerçekteŐirilmektedir. Parça entegrasyonu, düşük alıŐ-uçuş oranı, imalat sürelerinde azalma, takım maliyetlerinde azalma, vb. sağladığı avantajlarla yeni sanayii devriminin en önemli teknolojisidir.

Metal katmanlı imalat teknikleri malzeme, ısı kaynağı ve malzeme besleme çeŐitlerine göre sınıflandırılmakta olup hava aracı yapılarında istenilen parça özelliklerine göre (mekanik özellikler, yorulma özellikleri, ikincil yapılar, yüzey kalitesi, vb.) uygun teknikler kullanılmaktadır. Bu sınıflandırmada:

- Malzeme: Toz / Tel (Ti, Al, Inconel, vb.)
- Isı Kaynağı: Laser, Elektron IŐını, Ark (TIG, MIG, Plasma)
- Malzeme Besleme: Toz Yatağı, Toz Üfleme, Malzeme Yığma

5.16.4. Metal Döküm Teknolojileri

Metal döküm teknolojileri, geleneksel imalat teknolojisi olarak sınıflandırılmakla birlikte, belli başlı yapısal havacılık parçaları için gerek geometrik gerekse maliyet kriterlerinden dolayı alternatifsiz konumdadır. Döküm teknolojileri ile üretilen yapısal havacılık parçalarının hava aracı platformlarında kullanılabilmesi, fonksiyonel ve operasyonel gereksinimleri karŐılamaya yönelik tanımlanan kalite gereksinimlerinin sağlanmasına bağlıdır.

Hafif alaşım olarak geçen, Alüminum ve Titanium alaşımlarının düşük basınçla kum kalıba döküm veya hassas döküm gibi tekniklerle helikopter ve muharip uçak yapılarında kullanılması kompleks geometri, titreşim ve maliyet etken sebeplerden dolayı kaçınılmazdır.

5.16.5. Dövme Teknolojileri

Metal döküm teknolojileri, geleneksel imalat teknolojisi olarak sınıflandırılmakla birlikte, belli başlı yapısal havacılık parçaları için gerek geometrik gerekse maliyet kriterlerinden dolayı alternatifsiz konumdadır. Döküm teknolojileri ile üretilen yapısal havacılık parçalarının hava aracı platformlarında kullanılabilmesi, fonksiyonel ve operasyonel gereksinimleri karŐılamaya yönelik tanımlanan kalite gereksinimlerinin sağlanmasına bağlıdır.

Dövme üretim yöntemi havacılık endüstrisinde sağladığı önemli avantajlardan dolayı tercih edilmektedir. Dövme üretim yöntemi ile üretilen parçalar özellikle yorulma özellikleri açısından işlenmiş parçalara kıyasla oldukça üstündür. Bu nedenle sabit kanat ve döner kanat hava araçlarında yapısal kritik parçalarda kullanılmaktadır. Hava araçlarında bulkhead, beam, shaft, iniş takımı pistonları, rotor hub, fitting vb. gibi oldukça kritik parçalar dövme

Not: Bu dokümanın basılı kopyası güncel olmayabilir, daima Kurumsal Doküman Yönetim Sistemi'nden (KDYS) kontrol ediniz. Kontrollü dokümanlara KDYS üzerinden ulaşılır. KDYS dışındaki basılı ve elektronik tüm dokümanlar kontrolsüz dokümandır.

TAI	TUSAŞ Özgün Ürünlerinde Kullanılan ve Yerlileştirilmesi Planlanan Ürünler Raporu	Doküman No	RP.STR.25.003T
		Revizyon No	1
		Revizyon Tarihi	23.03.2018
		Sayfa No	71/71

yöntemiyle üretilmektedir. Dövme üretim yöntemi ile titanyum, paslanmaz çelik ve alüminyum malzemeler üretilmektedir.

Mevcut durumda tasarım ihtiyaçları nedeniyle yurtdışında üretilen dövme parçalara yönelik bilgiler aşağıdaki gibidir;

- Sabit Kanatlı Platformlar;
 - Inboard/Outboard Aileron Actuator Fittings - Ti6Al4V
- Döner Kanatlı Platformlar Projesi Rotor Grubu;
 - Main&Tail Rotor Hub, Scissor Attachment Flange - Ti6Al4V
 - Main Rotor Pitch Control Lever, Rotating Swash Plate, Tail Rotor Cross Head, Tail Rotor Pitch Lever, Sleeve, Tail Rotor&Main Rotor Scissor Upper&Lower Arm, Fixed Swash Plate, Fixed Scissor Upper&Lower Arm, Tail Rotor Scissor Attachment - AA7050 T7452
- Döner Kanatlı Platformlar Güç Aktarma Sistemleri Grubu;
 - Main Rotor Shaft, Collector, Sun Gear Shaft, Tail Rotor Shaft and Ring Gear - AISI 9310 & 32CDV13
 - Gimbal Cross Head, Gimbal Engine Side, Gimbal MGB Side Head – Ti6Al4V

5.16.6. Süperplastik Şekillendirme Uygulamaları

Süperplastik şekillendirme(SPF) prosesi yüksek sıcaklıktaki gaz basıncı altında, düşük gerinim hızları kullanarak yüksek mertebelerde uzamaya izin veren bir şekillendirme yöntemidir. Bu yöntem ile karmaşık geometri parçaların montaj sayısını azaltmak ve montaj süresini kısaltmak mümkün olabilmektedir. Bu sayede de ağırlık kazanımı ve montaj süresinde iyileştirme yapılabilmektedir. Bu proses mevcut projelerimizde kullanılmamakla birlikte, MMU gibi platformlarda kullanımı tercih edilebilir.

Süperplastik şekillendirme prosesi Difüzyon Kaynağı (DB) ile birlikte kullanıldığında ise daha da kompleks yapılar üretilmektedir. SPF-DB üretim alt yapısına ait bir şirket ülkemizde bulunmamaktadır.

6. EK DOKÜMANLAR

Bu raporun eki bulunmamaktadır.