



**ÖZGÜN DOLMUŞ UÇAK TASARIMI  
VE  
PROTOTİPİNİN İMALATI İÇİN  
ÖN FİZİBİLİTE ÇALIŞMASI  
2014**

**Bu proje 2014 yılı Doğrudan Faaliyet Mali Destek programı  
kapsamında İpekyolu Kalkınma Ajansı tarafından  
desteklenmektedir.**

**İPEKYOLU KALKINMA AJANSI**

**2014 YILI DOGRUDAN FAALİYET DESTEĞİ**

**REFERANS NUMARASI: TRC1/14/DFD**

**Proje Konusu:** Özgün Dolmuş Uçak Tasarımı ve Prototipinin İmalatı İçin Ön  
Fizibilite Çalışması

**PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ:** Prof. Dr. İbrahim Halil GÜZELBEY

**Hazırlayanlar:** Yrd. Doç. Dr. M. Veysel ÇAKIR

Ayşe Fatma KILILI

Meltem SÖZERİ

## ÖZET

Gaziantep Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi bünyesinde özgün bir dolmuş uçak üretimi yapılması düşünülmüş ve bu düşünce doğrultusunda proje kapsamında bir ön fizibilite çalışması yapılması kararlaştırılmıştır. Özgün Dolmuş Uçak Tasarımı ve Prototipinin üretiminde havacılık sektörünün geliştirilmesi, havacılık sanayisinin bölgeye kazandırılması, üniversite-sanayi işbirliğinin geliştirilmesi, üniversitelerde havacılık konusunda akademik alt yapının oluşturulması ve proje sonucunda bölgeye ilgili yüksek yatırımların çekilmesi dolayısıyla bölgenin istihdam seviyesinin artırılması amaçlanmaktadır.

Özgün Dolmuş Uçak Tasarımı ve Prototipinin İmalatı Ön fizibilite çalışması olarak bu konuda yeterli bilgiye sahip olan uzman kişilerden seminerler vermesi sağlanarak, uçak üretimi konusunda bilgi edinilerek gerekli altyapı oluşturulmaya çalışılmıştır.

## TEŞEKKÜR

Bu projenin yapılmasına her konuda destek veren Sayın Gaziantep Üniversitesi Rektörümüz Prof. Dr. Mehmet Yavuz COŞKUN'a minnet ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bu projede bizimle birlikte olan ve desteklerini esirgemeyen Sayın Hasan Kalyoncu Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Tamer YILMAZ'a çok teşekkür ederim.

Bu projeye verdikleri destekten dolayı İpek Yolu Kalkınma Ajansına teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışma sırasındaki ilgi ve desteklerinden dolayı Gaziantep TEKNOPARK çalışanlarına teşekkür ederim.

Bu çalışma süresince bizi kırmayıp Gaziantep'e gelen ve değerli bilgilerini bizimle paylaşan Sayın; Prof. Dr. M. Adil YÜKSELEN, Kaya ŞAHİN, Serdar ÇORA, Ercan ÇELİK, M.Kürşat ARPACIOĞLU, Gökhan DAİ, Mesut SEVİNÇ, Süha Özgür DİNÇER ve Dilek ERGÜVEN'e sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Özellikle bu projenin başlamasına vesile olan iş adamı Fevzi KALENDER beye ayrıca teşekkür ederim.

Bu proje sırasında yaptıkları çalışmalardan ve katkılarından dolayı değerli Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi akademik personellerimiz; Prof.Dr. Bahattin KANBER, Yrd. Doç. Dr. Mehmet Veysel ÇAKIR, Yrd.Doç.Dr. Ali Ruhşen ÇETE, Yrd.Doç.Dr. İbrahim GÖV, Öğr. Gör. İlyas KARASU, Öğr. Gör. M. Hanifi DOĞRU, Öğr. Gör. Ünal HAYTA, Arş.Gör. İnci POLAT, Arş.Gör. Ahmet ŞUMNU, Arş.Gör. Suna GÜÇYILMAZ, Meltem SÖZERİ ve idari personellerimiz; Nezver ÇELİK, Ayşe Fatma KILILI, Celalettin FİLİZ ve Abdullah KOCAMER'e çok teşekkür ederim.

**Prof. Dr. İbrahim Halil GÜZELBEY**  
**Havacılık ve Uzay Bil. Fak. Dekan**

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	1
1. GİRİŞ.....	1
2. PROJE KAPSAMINDA YAPILAN SEMİNERLER .....	2
2.1. UÇAK SİSTEM TASARIMI VE MOTOR TERCİHLERİ TOPLANTISI.....	2
2.1.1. KATILIMCILARIN LİSTESİ.....	2
2.1.2. KONUŞMACININ ÖZGEÇMİŞİ .....	2
2.1.3. UÇAK SİSEM TASARIMI VE MOTOR TERCİHLERİ TOPLANTISI İÇERİĞİ... 3	
Sertifikasyon.....	3
Uçak Sistem Tasarımı .....	4
Motorlar.....	4
2.1.4. KATILIMCI RAPORLARI ÖZETİ .....	4
2.1.5. TOPLANTI GÖRSELLERİ .....	7
2.2. PİLOT GÖZÜYLE DOLMUŞ UÇAK TASARIMININ GEREKLERİ TOPLANTISI. 8	
2.2.1. KATILIMCILARIN LİSTESİ.....	8
2.2.2. KONUŞMACILARIN ÖZGEÇMİŞİ .....	8
2.2.3. PİLOT GÖZÜYLE DOLMUŞ UÇAK TASARIMININ GEREKLERİ TOPLANTI İÇERİĞİ9	
2.2.4. KATILIMCI RAPORLARI ÖZETİ .....	10
2.2.5. TOPLANTI GÖRSELLERİ .....	13
2.3. UÇAK ÜRETİM METOTLARININ BELİRLENMESİ VE PROTOTİP ÜRETİMİ TOPLANTISI.....	14
2.3.1. KATILIMCILARIN LİSTESİ.....	14
2.3.2. KONUŞMACININ ÖZGEÇMİŞİ .....	14
2.3.3. UÇAK ÜRETİM METOTLARININ BELİRLENMESİ VE PROTOTİP ÜRETİMİ TOPLANTISI İÇERİĞİ .....	15
2.3.4. KATILIMCI RAPORLARI ÖZETİ .....	15
2.3.5. TOPLANTI GÖRSELLERİ .....	16
2.4. UÇAK AERODİNAMİK TASARIM VE ANALİZ METOTLARININ BELİRLENMESİ TOPLANTISI.....	17
2.4.1. KATILIMCILARIN LİSTESİ.....	17
2.4.2. KONUŞMACININ ÖZGEÇMİŞİ .....	17

2.4.3. UÇAK AERODİNAMİK TASARIM VE ANALİZ METODLARININ BELİRLENMESİ TOPLANTISI İÇERİĞİ .....	18
2.4.4. KATILIMCI RAPORLARI ÖZETİ .....	18
2.4.5. TOPLANTI GÖRSELLERİ .....	22
2.5. DOLMUŞ UÇAK ÜRETİMİNİN EKONOMİK VE SOSYAL ÇERÇEVELERİ TOPLANTISI.....	23
2.5.1. KATILIMCILARIN LİSTESİ.....	23
2.5.2. KONUŞMACININ ÖZGEÇMİŞİ .....	23
2.5.3. DOLMUŞ UÇAK ÜRETİMİNİN EKONOMİK VE SOSYAL ÇERÇEVELERİ TOPLANTISI İÇERİĞİ .....	24
2.5.4. KATILIMCI RAPORLARI ÖZETİ .....	24
2.5.5. TOPLANTI GÖRSELLERİ .....	25
2.6. UÇAK YAPISAL TASARIM VE ANALİZ METOTLARININ BELİRLENMESİ TOPLANTISI.....	26
2.6.1. KATILIMCILARIN LİSTESİ.....	26
2.6.2. KONUŞMACININ ÖZGEÇMİŞİ .....	26
2.6.3. UÇAK YAPISAL TASARIM VE ANALİZ METOTLARININ BELİRLENMESİ TOPLANTISININ İÇERİĞİ .....	26
2.6.4. KATILIMCI RAPORLARI ÖZETİ .....	27
2.6.4.1. Fizibilite Çalışması .....	27
2.6.4.2. Kavramsal Dizayn.....	28
2.6.4.3. Ön Dizayn .....	29
2.6.4.4. Detay Dizayn .....	29
2.6.4.5. Sertifikasyon .....	29
2.6.5. TOPLANTI GÖRSELLERİ .....	30
2.7. UÇUŞ KONTROLLERİNİN STANDARDİZASYONU TOPLANTISI.....	31
2.7.1. KATILIMCILARIN LİSTESİ.....	31
2.7.2. KONUŞMACININ ÖZGEÇMİŞİ .....	31
2.7.3. TOPLANTI İÇERİĞİ .....	32
2.7.4. KATILIMCI RAPORLARI ÖZETİ .....	32
2.8. TOPLANTI GÖRSELLERİ.....	36
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME.....	37
3.1. Dolmuş Uçak üretiminin gerekliliği.....	37
3.2. Dolmuş Uçak tasarım aşamaları.....	38
3.2.1. Fizibilite Çalışması .....	39
3.2.2. Kavramsal Dizayn .....	41

3.2.3.	Ön Dizayn.....	42
3.2.4.	Detay Dizayn .....	43
3.2.5.	Sertifikasyon.....	43
3.3.	Testler.....	45

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Uçak sistem tasarımı ve motor tercihleri toplantısı.....	7
Şekil 2. Pilot gözüyle dolmuş uçak tasarımının gerekleri toplantısı .....	13
Şekil 3. Uçak üretim metotlarının belirlenmesi ve prototip üretimi .....	16
Şekil 4. Uçak sistem tasarımı ve motor tercihleri toplantısı.....	20
Şekil 5. Uçak aerodinamik tasarım ve analiz metotlarının belirlenmesi .....	22
Şekil 6. Dolmuş uçak üretiminin ekonomik ve sosyal çerçeveleri toplantısı.....	25
Şekil 7. Uçak yapısal tasarım ve analiz metotlarının belirlenmesi toplantısı .....	30
Şekil 8. Uçuş kontrollerinin standardizasyonu.....	36

# ÖZGÜN DOLMUŞ UÇAK TASARIMI VE PROTOTİPİNİN İMALATI İÇİN ÖN FİZİBİLİTE ÇALIŞMASI

**Proje Yürütücüsü:** Prof. Dr. İbrahim H. Güzelbey

Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi Dekanı, [guzelbeyih@gantep.edu.tr](mailto:guzelbeyih@gantep.edu.tr)

## ÖZET

Gaziantep Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi bünyesinde özgün bir dolmuş uçak üretimi yapılması düşünülmüş ve bu düşünce doğrultusunda proje kapsamında bir ön fizibilite çalışması yapılması kararlaştırılmıştır. Özgün Dolmuş Uçak Tasarımı ve Prototipinin üretiminde havacılık sektörünün geliştirilmesi, havacılık sanayisinin bölgeye kazandırılması, üniversite-sanayi işbirliğinin geliştirilmesi, üniversitelerde havacılık konusunda akademik alt yapının oluşturulması ve proje sonucunda bölgeye ilgili yüksek yatırımların çekilmesi dolayısıyla bölgenin istihdam seviyesinin artırılması amaçlanmaktadır.

Özgün Dolmuş Uçak Tasarımı ve Prototipinin İmalatı Ön fizibilite çalışması olarak bu konuda yeterli bilgiye sahip olan uzman kişilerden seminerler vermesi sağlanarak, uçak üretimi konusunda bilgi edinilerek gerekli altyapı oluşturulmaya çalışılmıştır.

## 1. GİRİŞ

Dolmuş Uçak Üretim Projesi Ön Fizibilite çalışması, projenin ekonomik yapılabilirliğinin belirlenmesi, proje metot ve teknik planlamalarının belirlenmesi, projenin ekonomik, teknik, stratejik bilgi alt yapılarının oluşturulması, tasarım, analiz, test, üretim alt yapılarının ne olacağının belirlenmesi ve bu konularla ilgili ulusal bazda ağların oluşturulması, ilgili uzmanlardan bilgi ve görüş alınmak üzere seminer ve toplantılar düzenlenmesini amaçlamıştır. Dolmuş Uçak Üretim Projesi Ön Fizibilite çalışması 16/04/2014- 16/07/2014 tarihleri arasında *İpek Yolu Kalkınma Ajansı* tarafından sağlanan destek ile Gaziantep Üniversitesi ve Hasan Kalyoncu Üniversiteleri bünyesinde yapılmıştır. Proje ön fizibilite çalışmaları olarak uzman kişilerle toplantılar ve seminerler düzenlemiştir.

## 2. PROJE KAPSAMINDA YAPILAN SEMİNERLER

- Uçak Sistem Tasarımı ve Motor tercihleri
- Pilot Gözüyle Dolmuş Uçak Tasarımının Gereklere
- Uçak Üretim Metotlarının Belirlenmesi ve Prototip Üretimi
- Uçak Aerodinamik Tasarım ve Analiz Metotlarının Belirlenmesi
- Dolmuş Uçak Üretimine Ekonomik ve Sosyal Çerçveleri
- Uçak Yapısal Tasarım ve Analiz Metotlarının Belirlenmesi

### 2.1. UÇAK SİSTEM TASARIMI VE MOTOR TERCİHLERİ TOPLANTISI

<b>Toplantı No</b>	: 1
<b>Toplantı Tarihi</b>	: 13– 18 NİSAN 2014
<b>Toplantı Yeri</b>	: Gaziantep Üniversitesi Teknopark VIP Toplantı Salonu, Fen-Edebiyat Fakültesi Konferans Salonu
<b>Toplantı Saati</b>	: 10.00-17.00 arasında yapıp 1 hafta devam etmiştir.
<b>Konuşmacılar</b>	: Yüksek Makine Mühendisi Kaya ŞAHİN, AIRBUS, FRANSA
<b>Toplantının İçeriği</b>	: Uçak Sistem Tasarımı ve Motor tercihleri

#### 2.1.1. KATILIMCILARIN LİSTESİ

Prof.Dr. İbrahim Halil GÜZELBEY, Prof. Dr. Canan Dülger, Prof. Dr. Bahattin KANBER , Yrd.Doç.Dr. Ali Ruşen ÇETE, Yrd.Doç.Dr.İbrahim GÖV, Fevzi KALENDEROĞLU, Öğr.Gör.İlyas KARASU, Öğr.Gör. Hanifi DOĞRU, Öğr.Gör. Ünal HAYTA, Arş.Gör.İnci POLAT, Arş.Gör.Suna GÜÇYILMAZ, Arş.Gör.Ahmet ŞUMNU, Arş.Gör. Begüm KANLIKAMA, Onur AKAR, Meltem SÖZERİ, Sabiha GÖV, Abdullah KOCAMER, Mühendislik Fakültesi Öğrencileri.

#### 2.1.2. KONUSMACININ ÖZGEÇMİŞİ

1958 doğumlu Kaya ŞAHİN'in havacılığa ve uçaklara ilgisi ilköğretim yıllarında başlamış, lise ve üniversite öğrenimi sırasında THK paraşüt ve planör başlangıç kurslarına katılarak amatör seviyede havacılık ve uçaklarla fiili olarak tanışmıştır.

ODTÜ Gaziantep Makine mühendisliği bölümünden 1983 yılında mezun olmuştur. Afşin Elbistan termik santrali yapımında “yapısal boru sistemleri tasarım sistemleri mühendisi olarak 1,5 yıl görev yaptı. Haziran 1986 da TAI (TUSAŞ Havacılık ve Uzay Sanayi A.Ş.) de F-16 savaş uçağı ortak üretim projesinde montaj ve donanım proje planlamacısı olarak göreve başladı ve konusunda ABD’de General Dynamics tesislerinde eğitim gördü. 1988 yılında montaj ve

donanım imalat planlaması süpervizörlüğü görevine atandı ve 1999 yılına kadar bu görevini sürdürdü. Türk hava kuvvetleri ve Mısır için yapılan F-16 savaş uçağı üretimleri, F-16 elektronik harp ve yapısal tadilatı, Agusta SF-260 eğitim uçağı, CASA Cn-235 hafif nakliye uçağı, Eurocopter Cougar As-532 genel maksat, arama kurtarma helikopterleri ortak öğretim projelerinde görev aldı.

2000 yılı başında tasarım ve geliştirme bölümünde yeni oluşturulan uçak sistemleri şefliğine atanan Kaya Şahin, bu mühendislik disiplinin JAR-21 Part-A'ya göre oluşturulması ve geliştirilmesi için çalışmıştır. Bu göreve eke olarak A400M askeri nakliye uçağı sistem koordinatörlüğü, TAI tasarımı ZIU zirai uçak proje şefliği görevlerini de yürütmüştür. ZIU prototip uçağında test uçuşları yapılması ve uçak üzerinde geliştirilmeler yapılmasına katkıda bulunmuştur. Ayrıca yurt dışında bu projeler ve üstlendiği görevlerle ilgili olarak ABD'de General Dynamics, Lockheed Martin; Fransa'da Eurocopter; İtalya'da Agusta firmalarında ve TAI içinde çeşitli eğitimler aldı ve bazı uçak, helikopter ve ana parçaları, sistemleri, yan sanayi, üretim, bakım, tadilat, araştırma/geliştirme tesislerini de görme ve inceleme fırsatı buldu.

2003 yılı Aralık ayından itibaren mensubu bulunduğu TAI ile AIRBUS arasında yapılan bir anlaşma ile Fransa Toulouse şehrinde AIRBUS SAS firması Mühendislik Bölümüne bağlı olarak, A400m askeri nakliye uçağı Avrupa ortak tasarım ve geliştirme proje teknik yönetiminde mekanik sistemler müdürü ve genel sistemler müdür yardımcısı olarak görevlendirilmiştir.

### **2.1.3. UÇAK SİSEM TASARIMI VE MOTOR TERCİHLERİ TOPLANTISI İÇERİĞİ**

Beş gün süren bu toplantılarda başlıca aşağıda belirtilen üç konu irdelenmiştir.

- 1) Sertifikasyon
- 2) Uçak Sistem Tasarımı
- 3) Motorlar

#### **Sertifikasyon**

Sertifikasyon, havacılık güvenliği konusunda yetkili otorite tarafından (EASA, FAA vb. gibi ) bir uçağın güvenli uçuş için gerekli yeterliliği otorite tarafından kabul edilen veya belirlenen seviyede sağladığının resmi değerlendirilmesi ve onaylanmasıdır. Yapılması düşünülen uçağın tasarımına karar verildikten sonra üretim aşamasında sertifikasyonu alabilmek için standartlara uygun yapılması ve sertifikasyon için uçağın EASA (European Aviation Safety Agency), FAA (Federal Aviation Agency)'nın belirttiği testlerden geçmesi gerekmektedir.

## **Uçak Sistem Tasarımı**

Günümüzde kullanılan uçaklar yapısında birçok sistem bulundurmaktadır. Bunlardan bazıları;

- 1) Aviyonik Sistemler
- 2) Hidrolik Sistemler
- 3) Pnömatik Sistemler
- 4) Yangın Koruma Sistemleri
- 5) Buz Önleme ve Yağmurdan Korunma Sistemleri

## **Motorlar**

Yapılması planlanan uçakta Turboprop motor önerilmiş ve bu tip motorların %20 yakıt tasarrufu sağladığı belirtilmiştir. Ayrıca pist içinde ilerlerken yakıt ve motorun az kullanılması için elektrikli motor kullanılmaktadır. Tasarım aşamasında motorların konumu güvenlik nedeniyle yukarı takıldığında insan güvenliğini tehlikeye atacağı ve gerekli testlerden geçemeyeceği söylenmiştir. Altan motorlu uçaklarda ise iniş takımlarının boyunun daha uzun olacağı belirtilmiştir. Motorun yerleşimi yakıt tankı düşünülerek yerleştirilmelidir. Yakıt tankı yakınlarına motor yerleştirilirse en ufak bir hasarda uçağın patlaması söz konusu olmaktadır.

### **2.1.4. KATILIMCI RAPORLARI ÖZETİ**

- Uçak tasarımında dikkate alınması gereken en önemli husus kullanıcı ihtiyaçlarıdır. İhtiyaçların karşılanabileceği bir kavram düşünülür ve sözleşme imzalanır.
- Kullanıcının ihtiyaçları belirlendikten sonra ön tasarım aşamasına geçilir.
- Uçak tasarımında çalışacak kişilerin işin sadece teorik hesaplamaları bilmesi yeterli değildir. Özellikle imal edilebilir uçak tasarımı için imalatı bilen tasarımcı gerekir.
- Uçak tasarlanırken göze alınacak en önemli husus kullanıcı gereksinimleridir. Kullanıcının ihtiyaçları belirlenerek bu ihtiyaçları gidermek için uçak tasarlanır.
- Uçak tasarımında kullanıcı ihtiyaçları belirlendikten sonra spesifikasyonlar ve kalifikasyonlar belirlenir. spesifikasyon tasarlanan uçağın teknik özelliklerini gösterirken, kalifikasyonlar ise uçağın tasarımında öngörülen özellikleri yapabilmesidir.
- Tasarlanıp imal edilen tüm hava aracı, hava aracı sistemleri, hava aracı parçaları sertifikasyondan geçmiş olmalıdır. Dünyada sertifikasyon işlemlerini yapan iki büyük otorite vardır; Amerika Birleşik Devletleri Federal Havacılık Dairesi (FAA) ve Avrupa Birliği Havacılık Emniyeti Ajansı (EASA). Bu otoriteler koymuş oldukları kurallar ile tasarlanacak olan parça veya sistemin emniyet açısından hangi şartları sağlayacağı

konusunda minimum şartları belirlerler. Üreticinin üretmiş olduğu parça/sistem bu kuralların belirttiği özelliklere sahip olmalıdır. Örneğin acil durumlarda uçağın kabini 9 saniye içerisinde boşaltılabilecek şekilde tasarlanmalıdır. EASA'nın tasarım ile ilgili sertifikasyonlarını CS 23 ve CS 25 ile (Certification Specifications) belirlemiştir. CS 23 daha çok küçük gövdeli uçaklar için (Normal, Utility, Aerobatic, and Commuter Category) CS 25 ise geniş gövdeli uçaklar için belirlenmiş spesifikasyonlardır.

- Sertifikasyonun en önemli amacı emniyettir. Hava aracının ve alt sistemlerinin sertifikasyonu ile otoriteler tarafından belirlenmiş kriterleri yerine getirebileceğini göstermiş olunmaktadır. Günümüz sertifikasyon sadece emniyet faktörünü değil gürültü, emisyon vb. çevresel faktörleri de göz önüne almaktadır.
- Uçaklarda ilk sertifikaya edilmesi gereken parça motorlardır. Motor başka bir uçak üstünde denenerek sertifikasyon işlemi yapılır.
- Motordan sonra diğer sistemlerin sertifikasyon işlemleri yapılır.
- Sistemlerde herhangi bir değişiklik yapılması durumunda sertifikasyonun yenilenmesi gerekir.
- Hava araçlarında hayati olan her sistemin en az bir tane yedeği olacak şekilde tasarım yapılır. Örneğin uçak hız bilgisi en az 2 yerden ölçülüp okunmalıdır.
- Uçuş kumanda sistemleri ironbird denilen özel tasarım test stantlarında yapılır. Bu stantlarda gerçek boyutlarında imal edilmiş kumanda sistemlerinin tüm hareketleri ve üstüne binen yükler test edilir. Böylelikle hem emniyetli hem de ekonomik testler yapılmış olur.
- Hava aracı ve alt sistemlerinin tasarımı ve imalatı bittikten sonra yerde testler yapıldığı gibi uçuş testleri de yapılmalıdır. Hava aracına yerleştirilen sensörler ile yerdeki istasyondan uçuşta anlık olarak binlerce veri alınarak testler gerçekleştirilir.
- Uçuş testleri ekstrem durumlarda da yapılarak uçağın limitleri de belirlenmiş olur.
- Uçuş test aşamasında uçaktan atılan (paraşütçü vs) veya uçaktan düşen parçanın uçağın parçalarına çarpmaması gerekiyor buna göre aerodinamik grubu tasarım yapar ve simülasyonlarla ve gerçek testlerle denemeler yapılır.
- Uçaklarda en önemli parçalardan bir tanesi motordur. Genel havacılıkta kullanılan uçaklarda pistonlu motorlar, yüksek hız ve manevra kabiliyetine sahip savaş jetlerinde turbo jet, askeri kargo sivil dar gövdeli bölgesel uçaklarda turboprop, helikopterlerde ise turboshaft motorlar kullanılmaktadır.

- Turbojet motorlar çok hızlı olmasına karşın yakıt tüketimi çok fazla olmasından dolayı sivil uygulamalarda tercih edilmezler, sivil yolcu taşımacılığında kullanılan turbofan motorlar turbojet kadar hızlı olmasa da yakıt ekonomisi bakımından turbojete göre oldukça iyidir. Turboprop motorlar ise pervaneye sahip olduklarından yüksek hıza ve irtifaya çıkamazlar fakat yakıt ekonomisi en iyi olan turbo motordur, askeri kargo, dar gövdeli bölgesel uçaklarda kullanılırlar.
- Motorlar tasarlanırken türbin ve kompresör kanatçıkları koptuğunda mümkün olduğu kadar uçağın herhangi bir yerine çarpmadan ve motora zarar vermeden dışarı çıkacak şekilde tasarlanmalıdır. Çünkü çok yüksek enerjiye sahip bu kanatçıklar gövdeyi delip geçerler ve ciddi hasarlara sebep olabilirler.
- Uçaklarda motor sadece itki/tahrik sistemi olmayıp uçağın elektrik ihtiyacını, iklimlendirme sisteminin temiz hava (bleedair) ihtiyacını karşılayan bir kaynaktır. Uçaklarda genel olarak elektrik, motor üstüne monte edilmiş bir alt sistem olan IDG (Integrated Drive Gear) tarafından alternatif akım olarak elde edilir ve kablolarla gerekli yerlere dağıtılır. Bleedair ise kompresörün belli kademelerinden alınarak ve bir çeşit finlerden geçirilerek ısıyı ayarlanır ve uçağın iklimlendirme sisteminin temiz havası sağlanmış olur.
- Uçaktaki tüm motorların kullanılamaz olması durumunda ise elektrik kaynağı olarak rüzgar türbinine benzeyen bir parça olan RAT (Ram Air Turbine) aşağı doğru salınarak uçuş için hayati olan sistemlere elektrik sağlanır.
- Uçak için önemli sistemlerden bir tanesi de hidrolik sistemdir. Hidrolik sistemler uçağın aileron, flap gibi kumanda yüzeylerinin hareket ettirilmesi, iniş takımlarının açılıp kapanmasını sağlayan sistemdir. Uçağı insandaki damarlar gibi sarmıştır. Hidrolik sistemler tasarlanırken yüksek basınç ve titreşime dayanabilmelidir. Günümüzde hidrolik sistemlerin ağırlığını azaltmaya yönelik araştırmalar yapıyor. Hidrolik yerine tamamen elektrikli sistem kullanma denemeleri de yapılmaktadır.
- Uçuş kumanda büyük uçaklar için fly-by-wire sistemidir. Bu sistemde pilotun verdiği komuta göre elektrik sinyalleri oluşturur, sinyaller de uçuş bilgisayarına gider ve bilgisayar kumanda yüzeylerindeki elektrik sistemlerinin mekanik ya da hidrolikle kontrol edilen kumanda sisteminin hareketini sağlar. Bu sistem hızlı ve güvenli bir sistem olup özellikle büyük gövdeli uçaklar için oldukça kullanışlıdır. Bu sistem sayesinde bazı uçaklarda pilot istese bile uçağı yanlış manevra yaptıramaz, çünkü bilgisayar devreye girerek sensörlerden aldığı verilere göre pilotun komutlarını devre

dışı bırakabilir. Örneğin pilotun bir uçağın yapısına zarar verecek ani hareket yaptırmasına izin vermez.

### 2.1.5. TOPLANTI GÖRSELLERİ



Şekil 1. Uçak sistem tasarımı ve motor tercihleri toplantısı

## 2.2. PİLOT GÖZÜYLE DOLMUŞ UÇAK TASARIMININ GEREKLERİ TOPLANTISI

<b>Toplantı No</b>	: 2
<b>Toplantı Tarihi</b>	: 09 MAYIS 2014
<b>Toplantı Yeri</b>	: Gaziantep Üniversitesi Teknopark Toplantı Salonu
<b>Toplantı Saati</b>	: 10.00-17.00
<b>Konuşmacılar</b>	: Uçuş Test Mühendisi Serdar Çora, Pilot Ercan Çelik, Telemetri ve Veri Tabanı Mühendisi M.Kürşat Arpacıoğlu ,(Türk Havacılık Ve Uzay Sanayii A.Ş. Uçuş Test Başkanlığı, TAI)
<b>Toplantının İçeriği</b>	: Pilot Gözüyle Dolmuş Uçak Tasarımının Gereklere

### 2.2.1.KATILIMCILARIN LİSTESİ

Prof.Dr. İbrahim Halil GÜZELBEY, Prof.Dr. Bahattin KANBER, Prof.Dr. İlhami YEĞİNGİL, Yrd. Doç.Dr.F.Serdar GÖKHAN, Yrd.Doç.Dr. Ali Ruşen ÇETE, Yrd.Doç.Dr. Tahsin UĞURLU, Dr.M.Fatih HASOĞLU, İş Adamı Fevzi KALENDEROĞLU, Öğr.Gör. Bülent HAZNEDAR, Öğr.Gör. Hanifi DOĞRU, Öğr.Gör. Ünal HAYTA, Arş. Gör. İnci POLAT, Arş. Gör. Suna GÜÇYILMAZ, Arş.Gör.Ahmet ŞUMNU, Proje Uzmanı Mücahit DEMİR, Meltem SÖZERİ

### 2.2.2.KONUŞMACILARIN ÖZGEÇMİŞİ

**SERDAR ÇORA:** ODTÜ Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümünden mezunu olan Serdar ÇORA 2003 yılından beri TUSAŞ'ta çalışmaktadır. 2006 yılında kurulan Uçuş Test Mühendisliği bölümünde Uçuş Test, Telemetri ve Veri Değerlendirme Mühendisliği Şefi olarak görev almaktadır. 2009 yılında Hususi Pilot Lisansı almıştır. 2010 yılında KAI, Güney Kore'de KT-1T uçakları için uçuş test mühendisliği eğitimi almıştır. 2013 yılında International Test Pilot School, Kanada'da Uçuş Test Mühendisliği Diploma kursunu tamamlamıştır.

**MAHMUT KÜRŞAT ARPACIOĞLU:** Erciyes Üniversitesi Elektronik Mühendisliği Bölümünden 2008 yılında mezun olup, 2010 yılında TUSAŞ'ta çalışmaya başlamıştır. 2010-2013 yılları arasında S2E Tracker H/A Uçan Test Platformu, T38 Aviyonik Modernizasyon ve ANKA Özgün H/A Projeleri kapsamında Test Enstrümantasyon Sorumlusu olarak görev yapmıştır. 2012 yılı Kasım ayında, özgün ürün ve geliştirme projeleri, uçuş ve yer testlerinde gerçek zamanlı veri takibi ve kaydı amacı ile Telemetri ve Veri tabanı Mühendisi olarak, HÜRKUŞ ve ATAK projeleri için, biri Sabit, biri Mobil olmak üzere iki telemetri sisteminin tasarım, üretim ve hizmete alınması süreçlerine liderlik

etmiştir.

**ERCAN ÇELİK:** 1970 yılında Bursa’da doğdu. 1988 yılında ilk yalnız uçuşunu yaparak Hava Harp Okuluna girmeye hak kazandı. Hava Harp Okulundan 1992 yılında Teğmen rütbesi ile mezun oldu. Çiğli 2nci Ana Jet Üs Uçuş Eğitim Merkezinden 1994 yılında pilot olarak mezun olduktan sonra, Konya 3. Ana Jet üs Komutanlığında F-5 uçakları ile Harbe Hazırlığa Geçiş eğitimini tamamladı. 1995- 1996 yıllarında Akıncı 143. Öncel Filo Komutanlığında F-16 pilotluğu eğitimini tamamladıktan sonra, 1996- 2008 yılları arasında sırasıyla 141. Kurt Filo, 182. Atmaca Filo ve 143. Öncel Filo Komutanlıkları bünyesinde kol uçucusu, kol lideri ve öğretmen pilot olarak görev yaptı. Hava Kuvvetlerinde görev aldığı süre boyunca İç Güvenlik, Bosna-Hersek, Kosova Harekâtları başta olmak üzere birçok harekâta muharip uçucu olarak iştirak etti. 2008 yılında Hava Kuvvetlerinden ayrılarak TUSAŞ da F-16 Test Pilotu olarak göreve başlayan Ercan ÇELİK, Ürdün, Pakistan ve Türk Hava kuvvetleri F-16 uçaklarının modernizasyon ve üretim projelerinde, Kore yapımı KT-1T eğitim uçağı üretimi projesinde test pilotu olarak görev yapmıştır. 2013 yılında International Test Pilot School, Kanada’da Test Pilotluğu Diploma kursunu tamamlayan Ercan ÇELİK 3300 saati F-16 uçuşu olmak üzere toplam 3800 saat uçuş tecrübesine sahiptir.

### **2.2.3. PİLOT GÖZÜYLE DOLMUŞ UÇAK TASARIMININ GEREKLERİ TOPLANTI İÇERİĞİ**

Yapılan toplantı öncelikle soru-cevap şeklinde başlamış olup ve yapılması düşünülen uçağın genel konsepti belirlenmeye ve bu doğrultuda bilgiler verilmeye çalışılmıştır. Toplantıda yapılan bir uçağın nasıl test edileceğini, servise sunulmadan nasıl özellikleri olması gerektiğini anlatan bir sunum yapıldı.

Toplantının içeriği genel olarak aşağıda belirtilen başlıklar çerçevesinde olmuştur;

- 1) Dolmuş Uçağın yapım amacı nedir?
- 2) Yapılacak olan dolmuş uçak kime ve neye hizmet edecektir?
  - Ticari mi?
  - Askeri mi?
- 3) Uçağın hizmet alanına bağlı olarak tasarımının gerekleri nelerdir?
- 4) Tercih edilecek motor tipleri nelerdir?
  - Tek Motor mu?

- Çift Motor mu?
- 5) Kargo nakliyesi için gerekli olabilir mi?
  - 6) Havaalanı altyapısı yeterli mi?
  - 7) Ülkenin ihtiyacını karşılayabilecek kısa ve orta vadede ne tür uçaklar gerekir?
  - 8) Uçak tasarımında işletme giderleri nelerdir?
  - 9) Dolmuş Uçağın yapım amacı nedir?
  - 10) Yapılacak olan dolmuş uçak kime ve neye hizmet edecektir?
    - Ticari mi?
    - Askeri mi?
  - 11) Uçağın hizmet alanına bağlı olarak tasarımının gerekleri nelerdir?
  - 12) Tercih edilecek motor tipleri nelerdir?
    - Tek Motor mu?
    - Çift Motor mu?
  - 13) Kargo nakliyesi için gerekli olabilir mi?
  - 14) Havaalanı altyapısı yeterli mi?
  - 15) Ülkenin ihtiyacını karşılayabilecek kısa ve orta vadede ne tür uçaklar gerekir?
  - 16) Uçak tasarımında işletme giderleri nelerdir?

#### **2.2.4. KATILIMCI RAPORLARI ÖZETİ**

Bir uçağın üretim sürecine geçilmeden önce, yapılan prototip (ler) üzerinde çeşitli testler gerçekleştirilmektedir. Bunlar;

- Laboratuvar Testleri,
- Yer Testleri,
- Uçuş Testleridir.

Uçakta bulunan tüm parçalar çeşitli testlerden geçirilir ve test sonuçları belirli bir formata göre raporlanır. Lab ve Yer testlerinde uçağın static yapısıyla ilgili testler yapılır. Ayrıca iniş ve kalkış testleri, fren testleri, vs, uçağın çalışan tüm parçaları teker teker test edilir. Tasarım ve geliştirme uçuş testleri ve Operasyon uçuş testleri olmak üzere 2' ye ayrılır.

Tasarım ve Geliştirme Uçuş Testleri;

- Performans testleri
- Kontrol
- Yapısal
- Sistemler.

## Operasyon Uçuş Testler

- Görev Benzetmeleri,
- Pilot-Araç Arayüzü,
- İş Yüğü Analizi.

Uçuş test süreci aşağıdaki gibi ilerlemektedir ;

- Planlama ,Hazırlık
- İcra ,Uygulama,
- Değerlendirme ,Analiz
- Raporlama ,Sonuç

Uçuş test planındaki belirlenen parametreler;

- Amacı ve koşulları,
- Teknikleri,
- Ölçülecek parametreler,
- Başarı kriterleri,
- Emniyet malzemeleri,
- Limitasyonlar,
- Test alanı ve personel.

Uçuş test raporu her testten sonra yapılmaktadır. Testin koşulları, uygunluğu değerlendirilir ve test analizleri yapılır. Ayrıca test sonuçlarına göre önerilerde bulunulur ve testteki herşey belirli bir formata göre rapor edilir.

Test sonuçları uçağın ve insanların zarar göre durumuna göre derecelendirilir;

- Catastropic: Uçak parçalanır veya düşebilir ve insanlar ölür.
- Critical: İnsanların yaralanması ve uçağın zarar görmesi durumudur.
- Marginal: Sadece uçağın hasar görmesidir.
- Negligible: İnsanda ve uçakta herhangi bir hasar olmaması durumudur.

## Test Çeşitleri

- **Taxi Test**: Uçağa hareket verilir ve uçağın hız, ivme değerlerine bakılır. Ayrıca uçaktaki pedallar kontrol edilir, fren testi gerçekleştirilir. Taxi teste gerçekleştirilen testler; Acceleration, Brakes, TrimPosition, Vibration Level, Engine Cooling, A/C Systems, Handling Qualities on Ground.

- **Performance Flight Test:** Performance flight test; air data calibration test, take off ve climb test, etc...
- **Stability control Test:** Stability control testleri; Cooper-Harper, Static Longitudinal Stability, Static Directional and Lateral Stability, Dynamic Stability testleridir. Cooper-Harper, pilotların uçaktaki sistemler puan vermesidir. Static longitudinal stability, uçak düz uçuşta ise pozitif static stability, uçak süratini artırarak uçuyorsa ve tırmanıyorsa negatif static stability.
- Dynamic stability; short period, long period ve spiral mode. Short periodta step input verilir daha sonra long periodta yavaş hareketler verilir ve spiral mode ta belirli bir açı verilip bırakılır ve ne zaman düzeleceğine bakılır.
- **Aeroelasticity Test :** Flutter testleri bu kapsamda gerçekleştirilir. Flutter bir uçaktaki en önemli problemlerden biridir ve çarpıntı gibi olur. Bu engellemek için flutterın başladığı an uçağın hızını düşürmek gerekir çünkü bu uçağın kanadında oluşur ve kanadın kırılmasına sebep olabilir. Aslında uçağın güvenli uçuş sınırları belirlenir.
- **Human Machine Interface (HMI)** : Tüm göstergelerin kontrolleri yapılır, kokpit çevresinde ses olup olmadığı kontrol edilir, titreşim ve sıcaklık ayarları ve aydınlatmalara bakılır. Her anlamda bir ergonomi açısından inceleme yapılır.
- **Cruise-Drag Polar :** Uçağın belli bir mesafeye ne kadar yakıtla gidebilirliğini ölçen testtir. Ayrıca yüksek süratte  $7,5^\circ$  ' de 20 saniye içerisinde uçağın burnu aşağıdayken hızlanmaması gerekmektedir.
- **Descent-Glide** :Acil durumlarda uçak motorunun kapatılması güvenlik açısından gerekebilir ve bu durumda en ekonomik bir biçimde, uçağın ne kadarlık bir mesafede havada süzülerek indirilebilir.
- **Stalls:** Uçak kanadında stall oluşması durumunda kaldırma kuvveti azalır veya ortadan kalkar. Bu durum angle of attack (Hücum açısı) ile ilgilidir ve angle of attack sıfırdan başlayıp artırılarak test edilir. Hücum açısı fazlaşması durumunda stall oluşur.
- **Landing :** Uçağın iniş yaptığında hızı oldukça fazladır ve iyi bir fren sahip olması gerekmektedir. Bunun için uçağın maksimum fren kapasitesi belirlenir.
- **Fuel Dump System** : Yakıt boşaltma durumu olarak tanımlanmaktadır. Burada uçağın kalktığı ağırlıkla inebilmesi gerekmekte ve bu durumda fazla yakıtı boşaltma yapması gerekmektedir.

## 2.2.5. TOPLANTI GÖRSELLERİ



Şekil 2. Pilot gözüyle dolmuş uçak tasarımının gerekleri toplantısı

## **2.3. UÇAK ÜRETİM METOTLARININ BELİRLENMESİ VE PROTOTİP ÜRETİMİ TOPLANTISI**

<b>Toplantı No</b>	: 3
<b>Toplantı Tarihi</b>	: 16 MAYIS 2014
<b>Toplantı Yeri</b>	: Gaziantep Üniversitesi Teknopark VIP Toplantı Salonu
<b>Toplantı Saati</b>	: 10.00-17.00
<b>Konuşmacılar</b>	: Yüksek Makine Mühendisi Gökhan DAİ, HEXAGON Şirketi, KOCAELİ
<b>Toplantının İçeriği</b>	: Uçak Üretim Metotlarının Belirlenmesi ve Prototip Üretimi

### **2.3.1. KATILIMCILARIN LİSTESİ**

Prof.Dr. İbrahim Halil GÜZELBEY, Prof.Dr. Bahattin KANBER , Dr.Kürşat GÖV, Yrd.Doç.Dr. M. Veysel ÇAKIR, Yrd.Doç.Dr. Ali Ruşen ÇETE, Yrd.Doç.Dr.İbrahim GÖV, Fevzi KALENDEROĞLU, Öğr.Gör.İlyas KARASU, Öğr.Gör. Hanifi DOĞRU, Öğr.Gör. Ünal HAYTA, Arş.Gör.İnci POLAT, Arş.Gör.Suna GÜÇYILMAZ, Arş.Gör.Ahmet ŞUMNU, Onur AKAR, Meltem SÖZERİ, Sabiha GÖV, Abdullah KOCAMER, Ayşe KILILI

### **2.3.2. KONUŞMACININ ÖZGEÇMİŞİ**

Gökhan DAİ, 1 Ocak 1958’de Gaziantep’te doğdu. ODTÜ Gaziantep Makine Mühendisliği bölümünde lisansını 1981 yılında ve yüksek lisansını 1985 yılında tamamladı. Ekim 1981’den Temmuz 1985’e kadar ODTÜ Gaziantep Makine Mühendisliği bölümünde araştırma görevlisi olarak çalıştı. Ocak 1987 – Nisan 1990 yıllarında BRİSA (Bridgestone-Sabancı) Lastik Fabrikasında ARGE Mühendisi olarak çalıştı. Nisan 1990’dan Mayıs 2008’e kadar Ford Otomotiv San. A.Ş. (Acıbadem&Kocaeli Fabrikaları) ‘de Takım-Kalıp ve Prototip İmalat Müdürlüğü, Bilgisayar destekli imalat bölümünde Mühendis ve bölüm yöneticisi olarak çalıştı. 27 Mayıs 2008 tarihinden beri Hexagon Studio’da, Model ve Prototip İmalat Müdürü olarak otomotiv, denizcilik ve savunma sanayilerine master model, prototip parça/araç/ekipman üretim ve doğrulama çalışmalarında görev almaktadır. İyi derecede İngilizce bilmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.

### **2.3.3. UÇAK ÜRETİM METOTLARININ BELİRLENMESİ VE PROTOTİP ÜRETİMİ TOPLANTISI İÇERİĞİ**

HEXAGON firmasından GÖKHAN DAİ'nin katılımıyla gerçekleştirilen seminerde genel olarak aşağıdaki konular görüşülmüştür;

- Kompozit Malzemeler ve Teknik Özellikleri
- Kompozit Malzemelerin Uygulama Alanları nerelerdir?
- Örnek Bir Model İmalatı

### **2.3.4. KATILIMCI RAPORLARI ÖZETİ**

Yüksek mukavemet ve dayanama sahip, hafif ve kolay şekil alabilme gibi özelliklere sahip olan kompozitler sanayide birçok alanda kullanılmaktadır. Özellikle uçaklar hem hafif hem de mukavemet açısından avantaj sağlayan kompozit malzemeler kullanılmaktadır.

Kompozitler her geçen gün metal malzemelerin yerini almakta ve malzemelerin yapısal dayanım analizleri, yeni ürün tasarım ve geliştirme sürecinde doğrulama amaçlı yapılan mühendislik benzetimleri kapsamında önemli bir yer almaktadır.

Kompozit malzemeler katman katman lamineler kullanılarak oluşturulmaktadır. Kullanılacak alan ve uygulanacak yüke göre tasarlanırlar. Lamineler arasına fiberler yerleştirilerek kompozitin mukavemetli olması sağlanır. Uygulanacak olan kuvvetlerin doğrultusunda fiberler yerleştirilerek kompozit malzemenin mukavemetli bir hale gelmesi sağlanmaktadır.

Laminasyonlarda kullanılacak olan katmanların mekanik özellikleri belirlenir ve her bir laminasyon oluşturulurken kalınlığına, açısına ve katman sayısı göz önünde bulundurularak oluşturulmaktadır.

Oluşturulan kompozit malzemenin sonlu eleman modeli oluşturulur ve analizleri yapılır. Daha sonra bu malzemenin bir numune alınarak yapılan analizlerin doğruluğunu tespit etmek için çekme, eğme vb. testleri gerçekleştirilmektedir. Ayrıca bu sonuçlara göre malzemenin mekanik özellikleri belirlenir.

Test sonuçlarına göre dayanım ve mekanik açıdan uygun bulunmayan yapıların iterasyonel çalışmalarını yaparak optimal laminasyon planı oluşturulmaktadır.

Sonlu elemanlar metodu kullanılarak yapılan bilgisayar destekli mühendislik benzetimleri kompozit yapıların dayanım özelliklerini belirleyen önemli bir araçtır.

Prototip üretim aşamasına geçmeden önce imal edilecek olan yapının yükleme şartları altındaki davranışını sanal ortamda gözlemleyerek tasarım üzerinde gerekli iyileştirmelerin yapılması mümkün olmaktadır.

Bu sayede tasarım ve geliştirme sürelerinde azalma, prototip ve test maliyetlerinde iyileştirmeler elde edilebilmektedir.

### 2.3.5. TOPLANTI GÖRSELLERİ



Şekil 3. Uçak üretim metotlarının belirlenmesi ve prototip üretimi

## 2.4. UÇAK AERODİNAMİK TASARIM VE ANALİZ METOTLARININ BELİRLENMESİ TOPLANTISI

<b>Toplantı No</b>	: 4
<b>Toplantı Tarihi</b>	: 05 HAZİRAN 2014
<b>Toplantı Yeri</b>	: Gaziantep Üniversitesi Teknopark VIP Toplantı Salonu
<b>Toplantı Saati</b>	: 10.00-17.00
<b>Konuşmacılar</b>	: Prof. Dr. M. Adil YÜKSELEN, Uçak Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi, İstanbul Teknik Üniversitesi
<b>Toplantının İçeriği</b>	: Uçak Aerodinamik Tasarım ve Analiz Metotlarının Belirlenmesi

### 2.4.1. KATILIMCILARIN LİSTESİ

Prof.Dr. İbrahim Halil GÜZELBEY, Prof.Dr. Bahattin KANBER, .Dr.Kürşat GÖV, Yrd.Doç.Dr.Serkan NOHUT, Yrd.Doç.Dr. M. Veysel ÇAKIR, Yrd.Doç.Dr. Ali Ruşen ÇETE , Yrd.Doç.Dr.İbrahim GÖV, İpek Yolu Kalkınma Ajansı Uzman Osman ŞAHİN, Fevzi KALENDEROĞLU, Öğr.Gör.İlyas KARASU, Öğr.Gör. Hanifi DOĞRU, Öğr.Gör. Ünal HAYTA , Arş.Gör.İnci POLAT, Arş.Gör.Suna GÜÇYILMAZ, Arş.Gör.Ahmet ŞUMNU, Arş.Gör.Begüm KANLIKAMA, Onur AKAR, Meltem SÖZERİ, Sabiha GÖV, Abdullah KOCAMER, Ayşe KILILI

### 2.4.2. KONUŞMACININ ÖZGEÇMİŞİ

M. Adil Yükselen 1974 İTÜ Makina Fakültesi Uçak Mühendisliği Bölümü mezunu olup, 1976 da İTÜ' de Havacılık ve Uzay alanında Yüksek Lisans derecesini almıştır. Kısa bir süre Sümerbank'ta mühendis olarak görev yaptıktan sonra Ağustos 1976 'da İTÜ Makina Fakültesi Uçak Elemanları ve Motorları Kürsüsüne asistan olarak atanan M.A. Yükselen 1987 yılında İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü'nden Doktora derecesini, 1988 yılında Aerodinamik alanında doçent ünvanını almış, 1998 yılında İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Uçak Mühendisliği Bölümü'ne Profesör olarak atanmıştır. Halen bu görevine devam etmektedir. M.A. Yükselen ayrıca ENSAE'den (SupAero- Toulouse, Fransa) master derecesi almıştır.M.A. Yükselen, 1987 yılından beri İTÜ Uçak Mühendisliği Bölümünde ve 1989'dan beri de Hava Harp Okulunda çeşitli lisans ve yüksek lisans derslerini vermiştir. İhtisas alanı deneysel ve teorik aerodinamik olup, bu güne kadar çok sayıda bitirme ödevi ve yüksek lisans tezi ve 1 doktora çalışması yönetmiştir. İTÜ 110'80 cm<sup>2</sup> kesitli düşük rüzgar tüneline uzun yıllar deneysel çalışmalar yapmış, Trisonik Rüzgar Tünelinin kuruluş çalışmalarında görev almıştır. Ulusal ve uluslararası kaynaklarda Türkçe ve yabancı dilde birçok makale ve bildiri yayınlamıştır. İngilizce ve Fransızca bilen M.A. Yükselen evli ve iki çocuk babasıdır.

### **2.4.3. UÇAK AERODİNAMİK TASARIM VE ANALİZ METODLARININ BELİRLENMESİ TOPLANTISI İÇERİĞİ**

Bu toplantıda genel olarak kanat profili performansı ve testi üzerinde durulmuştur. Toplantıda öne çıkan ana başlıklar şunlardır;

- Kanat profilinin performansı nasıl belirlenebilir?
- Taşıma ve yunuslama için basınç dağılımı ölçümü,
- Sürüklenme için iz taraması,
- Teorik çalışmalarda,
- Potansiyel akım çözümleri
- Potansiyel akım ve sınır tabaka etkileşimi yöntemleri,
- N/S çözümleri

### **2.4.4. KATILIMCI RAPORLARI ÖZETİ**

Yapılacak uçak projesi kapsamında FAR (Federal Aviation Regulations) da 23,3 komitesi incelenmelidir.

Matematik model için NavierStokes denklemleri kullanılır. Çözüm teknikleri için ise;

1. CFD yöntemleri
2. Potansiyel/viskoz akış birleştirme teknikleri
3. Analitik çözümler kullanılır.

Uçak tasarım çalışmasının başlangıç aşamalarında komple uçağın şekli pek belirgin olmadığından çalışmalar eleman bazında yürütülür.

- a. Kanat tasarım analizi
- b. Kuyruk tasarım analizi
- c. Pervane tasarım analizi
- d. Gövde tasarım analizi
- e. Kanat-kuyruk etkileşimi
- f. Kanat-gövde etkileşimi
- g. Pervane-kanat etkileşimi

Kanat tasarımı analizinde taşıyıcı çizgi modeli (prandtl) kullanılır. 3-boyutlu akımların deneysel/teorik incelenmesi zor-pahalı-zaman alıcıdır. Oysa birçok kanat ve benzeri elemanın açıklık oranı yeterince büyük olup bunlar etrafından geçen akım 2-boyutluya hayli yakındır.

Havacılık vasıtalarının kanatları ve benzeri elemanları etrafındaki akımlar 3-boyutludur. Uçakların kanat ve benzeri elemanları üzerindeki akım gerçekte üç-boyutlu ise de açıklık oranının yeterince büyük olması halinde akım iki-boyutluya hayli yakındır.

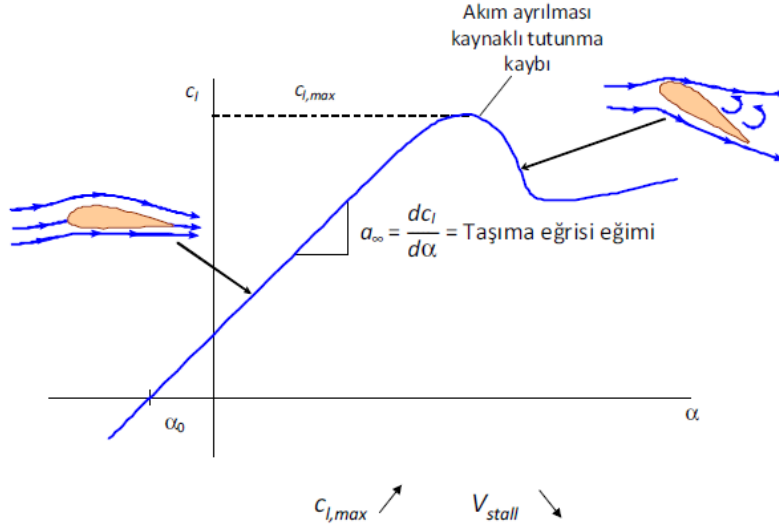
Yüksek hızlı uçaklarda açıklık oranı 1 değerine kadar inebilmektedir. Fakat genel olarak söylemek gerekirse bu oran 7-8 gibi değerlerdedir. Açıklık oranı büyük ise kanadın arkasında kaçma girdabı oluşmuyor. Bu şekilde kanadın üst kısmında daha düşük basınç alt kısmında ise daha yüksek basınç oluşuyor. Ayrıca kanadın ortasında girdap şiddeti fazla kenarlara doğru gidildikçe girdap şiddeti azalmaktadır.

Taşıyıcı çizgi modelinde işlem taşımanın lineer değiştiği bölgede geçerlidir. Uygulanabilmesi için kesit profilinin 2B taşıma eğrisi eğimine ve sıfır taşıma hücum açısına ihtiyaç vardır. Kanadı bir çizgi şeklinde ele aldığı için yunuslama hesabı yapmaz. Bunu 2-boyutlu verilerden ayrıca hesaba katmak gerekir. Çözümde viskoz sürüklenme yer almaz. Bunu 2-boyutlu verilerden ayrıca hesaba katmak gerekir. Sadece gövdeye dik düz kanatlar için geçerlidir. Dihedral açısını ve ok açısını dikkate almaz. Birden fazla kanat içeren taşıyıcı sistemler için uygulanamaz.

Non-lineer iteratif taşıyıcı çizgi yöntemi taşımanın non-lineer değişim gösterdiği tutunma kaybı civarında da geçerlidir. Klasik lineer taşıyıcı çizgi modelinde kanat açıklığı boyunca yük dağılımı bir Fourier serisiyle tanımlanmakta, kanat açıklığı boyunca çeşitli kesitlerde 2B ve 3B taşıma karakteristikleri arasında ilişki kurularak Fourier katsayıları için bir denklem takımı elde edilmektedir.

Kanat profili, bir kanadın kesit şeklinin 2- boyutlu özelliklerini temsil eden bir modeldir. Bütün kesit profilleri aynı olan, dikdörtgensel üst görünümlü, sonsuz açıklıklı bir kanattır. Bu kanat etrafındaki akım 2-boyutludur. Kanat profili geometrisinde veter uzunluğu, kalınlık oranı, kamburluk oranı önemli parametrelerdir. Bir uçak kanadının;

- Sıfır taşıma hücum açısı,
- Taşıma eğrisi eğimi,
- Tutunma kaybı (stall) bölgesindeki tabiatı,
- Aerodinamik merkezi, (ac) etrafındaki yunuslama momenti Parazit sürüklenme vb gibi 3-boyutlu karakteristiklerini, önemli ölçüde kesit profilinin şekli belirler.



**Şekil 4.** Uçak sistem tasarımı ve motor tercihleri toplantısı

Kanat profillerinin performans karakteristikleri üzerinde viskoz etkileri incelenirken prandtl denklemi sadece şekil 1'deki eğrinin lineer olduğu bölgede geçerlidir. Şekil 1' de görülen akım ayrılması kaynaklı tutunma kaybının gösterildiği kısımdan sonra stall başlamaktadır. Kanat profilinin performansı belirlenmesinde

1. Deneysel çalışmalarla:
  - Taşıma ve yunuslama için basınç dağılımı ölçümü
  - Sürükleme için iz taraması
2. Teorik çalışmalarla:
  - - Potansiyel akım çözümleri
  - - Potansiyel akım + sınır tabaka etkileşim yöntemleri
  - - N/S çözümler kullanılır.

Kanat profili için Potansiyel akım / Viskoz akım birleştirme tekniği çözümlerinde XFLR5 (XFOIL – M. Drela) programı kullanılmaktadır. Bu program vasıtasıyla kanat profilleri akımlara göre optimize edilmektedir. Nümerik taşıyıcı çizgi modeli kanadı bir çizgi olarak dikkate aldığından klasik taşıyıcı çizgi modelindeki gibi yunuslamayı hesaplayamaz. Ayrıca viskozite etkilerini hesaba katamaz. Kanat kesitlerinin kamburluk etkisini hesaba katamaz. Kamburluk etkisini de dikkate alacak daha uygun yöntem Girdap Kafes Yöntemidir. Viskozite etkisini de dikkate alacak daha uygun yöntem İteratif non-lineer nümerik taşıyıcı çizgi yöntemidir. Girdap kafes yönteminde kanat açık doğrultusunda olduğu gibi

- Veter doğrultusunda da panellere ayrılır,
- Her bir panel üzerine bir atnalı girdabı yerleştirilir,
- Her bir panel üzerindeki bir kontrol noktasında akımın dikey bileşeni olmayacağına ilişkin yüzey sınır koşulu uygulanarak panel sayısınca denklem elde edilir,
- Denklem takımı çözümlenerek girdap şiddetleri elde edilir,
- Her bir girdaba Joukowski taşıma kanunu uygulanarak aerodinamik kuvvetler ve momentleri hesaplanır.

Gövde tipi cisimlerin aerodinamik analizinde Lers-Smith kaynak panel yöntemi kullanılır. Kanat kesitleri etrafındaki 2 boyutlu akımların deneysel / teorik incelenmesi daha kolay ve ucuzdur. Sınır tabakası hesabı yapmak mümkün ama şu an Türkiye de kanat profili üzerinde coupling (kaplin) yapan bulunmayıp ve bu işlem oldukça zordur. Dünyada az sayıda yapılmaktadır. Bunlar literatür de açık web ortamında sınırlı kişiler tarafından yapılmaktadır. Burada epey tecrübe ve çalışma gerekmektedir. Kanat profili için potansiyel akım / viskoz akım birleştirme tekniği XFLR5(XPOIL-M.DRELA) programı vasıta ile hesap yapmak mümkün olmaktadır.

NACA23015 ve NACA650012 Profili grafikleri ve 6000 Reynold sayısında visual basic programı üzerinde yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığı gösterilmiştir. Ayrıca çalışmalarda hesaplanabilir akışkan dinamikleri(CFD Computational Fluid Dynamics) nın kullanıldığını ve bunun kullanımının artık çok olmadığı belirtilmiştir. Tasarım çalışmalarında analiz programlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Yine visual basic üzerinde yapılan yazılım kullanılarak potansiyel akım dağılımı çalışması Prof. Dr. Adil Yükselen tarafından grafiksel olarak gösterilmiştir. Bu gibi çalışmalar için öncelikle ihtiyaç olması lazım ve bu çalışmayı yürütecek kişiler olması gerekmektedir. Gerçek profesyonel bir uçak yapılmak isteniyorsa deney yapmak gerektiği vurgulanmış ve CFD yapılmak zorundadır.

**Nümerik taşıyıcı çizgi modeli:** Bu model Prandtl taşıyıcı çizgi modeli bu model yardımıyla kanat performansı hesaplanabilmektedir. Kanat boyunca iç içe atmalı girdaplarıyla yer değiştirmiş kanatta bağlı girdaplardan bahsedilmiştir.

İç içe girdaplardan sonra yan yana girdaplar konuşulmuş ve bunların şiddetini ölçebilmek için yüzey üzerindeki sınır koşulundan faydalanmak gerekir. Kanat üzerine kontrol noktaları seçilip yüzey sınır koşulu seçilip kullanılıyor akım düzgün bir şekilde akmalı ve dikey akım sıfır olmalıdır. O halde problem şöyle modellenmeli; uniform paralel akım ve bütün akım

girdapların bir noktada oluşturduğu hızı hesaplıyor ve bu hızın yüzeye dik bileşenini sıfıra eşitleyerek bir denklem elde ediyoruz. Kanat üzerinde ne kadar girdap varsa o kadar kontrol noktası seçiyor ve her bir kontrol noktasında denklem oluşturuluyor. PLL(PRANDTL LIFTING LINE) ve NLL (NUMERIC LIFTING LINE) sonuçları kıyaslanmış, panel sayısının etkisi grafiksel olarak açıklanmıştır. PLL, kanat açıklığı boyunca 15 panelde 10 derece hücum acısında 0.881 dir. Panel sayısı arttıkça sonucun belli bir değere yakınması gerekmektedir. Fakat NLL farklı bir değere yakınsıyor. Bu yöntem profil bilgisine dayanmaktadır. Ayrıca profil performans hesabı için HESS-SMITH kaynak panel yöntemi de anlatılmıştır.

#### 2.4.5. TOPLANTI GÖRSELLERİ



Şekil 5. Uçak aerodinamik tasarım ve analiz metotlarının belirlenmesi

## **2.5. DOLMUŞ UÇAK ÜRETİMİNİN EKONOMİK VE SOSYAL ÇERÇEVELERİ TOPLANTISI**

<b>Toplantı No</b>	: 5
<b>Toplantı Tarihi</b>	: 19 HAZİRAN 2014
<b>Toplantı Yeri</b>	: Gaziantep Üniversitesi Teknopark VIP Toplantı Salonu
<b>Toplantı Saati</b>	: 10.00-17.00
<b>Konuşmacılar</b>	: Mesut SEVİNÇ, ER-AH Uçuş Okulu, ANTALYA
<b>Toplantının İçeriği</b>	: Dolmuş Uçak Üretiminin Ekonomik ve Sosyal Çerçevesi

### **2.5.1. KATILIMCILARIN LİSTESİ**

Prof.Dr. İbrahim Halil GÜZELBEY, Prof. Dr. Bahattin KANBER, Dr.Kürşat GÖV, Yrd.Doç. Dr. M. Veysel ÇAKIR, Yrd. Doç. Dr. Ali Ruşen ÇETE, Yrd. Doç.Dr. İbrahim GÖV, Fevzi KALENDEROĞLU, Öğr.Gör.İlyas KARASU, Öğr.Gör. Hanifi DOĞRU, Öğr.Gör. Ünal HAYTA , Arş.Gör.İnci POLAT, Arş.Gör.Suna GÜÇYILMAZ, Arş.Gör.Ahmet ŞUMNU, Meltem SÖZERİ, Sabiha GÖV, Abdullah KOCAMER, Ayşe KILILI

### **2.5.2. KONUŞMACININ ÖZGEÇMİŞİ**

9 Kasım 1976'da İstanbul'da doğdu. Lise öğrenimini Avcılar Anadolu Meslek Lisesi elektronik bölümünde yaptı. Ön lisans eğitimini Akdeniz üniversitesi endüstriyel elektronik bölümünde tamamladı. Anadolu üniversitesi işletme bölümüne devam etmekte olan Mesut SEVİNÇ'in iş kariyeri; Haziran 1992-Mart 1993'de Olbim Bilgisayar Hizmetleri Ltd. Şti.'de Teknik Eleman, Mart 1993-Eylül 1994'de Bimtes Elektronik Ltd.Şti.'de Teknik Eleman, Eylül 1994-Ağustos 1995'de Gate Elektronik A.Ş.'de Maliyet Analizi Uzmanı , Haziran 1996-Ağustos 1999'da Great Jooy Tur (Oger Tours)'da Proje Bölge Sorumlusu, Eylül 2000 – Ağustos 2001'de SPS Pazarlama Ltd.Şti. (Nokia Adına)'De Bilgi İşlem Ve Kalite Sorumlusu, Eylül 2004-Şubat 2005'de İnter Ekspres Hava Taşımacılık A.Ş. (Inter Havayolları)'da Bilgi İşlem Müdürü, Şubat 2005-Ekim 2007 Turistik Hava Taşımacılık A.Ş. (Corendon Havayolları) 'da Bilgi İşlem Müdürü, Ekim 2007 – Haziran 2009'da Kaza Kırım Ve Uçuş Emniyet Sor., Ekim 2007 – Haziran 2009'da Kalite Müdürü, Ekim 2007'den Bu Yana Er-Ah Havacılık Ticaret Ltd. Şti. 'De Genel Koordinatör, Temmuz 2009-Nisan 2013 Yönetim Danışmanı, Ocak 2010'dan beri Betaz Havacılık Ticaret Ltd. Şti. 'de Kalite ve SMS Müdürü olarak çalışmaya devam etmektedir. İyi derecede İngilizce ve Almanca bilmektedir. Ayrıca aşağıda belirtilen eğitim ve sertifikalarında sahip olan Mesut SEVİNÇ Havacılık sektörünün birçok alanında geniş tecrübeye ve yüksek bir iş kapasitesine sahip bir yöneticidir.

### **2.5.3. DOLMUŞ UÇAK ÜRETİMİNİN EKONOMİK VE SOSYAL ÇERÇEVELERİ TOPLANTISI İÇERİĞİ**

Yukarıda belirtilen toplantı başlığı çerçevesinde pilot olmak, çalışma şartları ve uçuş okulu seçim kriterleri için gerekli yeterlilikler belirtilmiş ve aşağıdaki başlıklar irdelenmiştir.

- Havayolu nakliye pilotluğu için neler gerekir?
- Havayolu nakliye pilotluğu çalışma şartları nedir?
- Havayolu nakliye pilotluğu uçuş okulu seçim kriterleri nelerdir?
- Eğitim kadrosunun tecrübesi ve kalitesi
- Eğitim uçaklarının yaşı ve özellikleri
- Uçuş okulunun yıllık uçuş saati
- Eğitim simülatörlerinin özellikleri
- Mezunlarının işe girme oranları
- Fiziksel şartlar
- Eğitim maliyeti
- Günümüz ile yakın gelecekte pilotların ve uçakların durumu
- Uçak şirketlerinin durumu

### **2.5.4. KATILIMCI RAPORLARI ÖZETİ**

- Havacılık sektöründe son yıllarda özellikle Türkiye’ de çok önemli gelişmeler olmuştur. Buna 3. Havaalanının yapılmasını ve şuan da yurtiçi ve yurtdışı uçuşların artmasını örnek olarak gösterilebilir.
- Havacılık alanındaki bu gelişmeler pilot ihtiyacını da arttırmıştır ve bununla birlikte pilot yetiştiren okullara da talepler artmıştır. Pilot ihtiyacını, uçuş yapmakta olan her uçak için 5 pilot gerektiğini düşünüp, havadaki uçan maksimum uçak sayısı ile çarpabiliriz ve bunu da ayrıca 2 ile çarpıp ihtiyaç duyulan pilot sayısını buluruz.
- Ayrıca bu toplantıda Airbus ve Boeing gibi uçak üretimi yapan, iki büyük firmanın uçaklarının kullanımı arasındaki bazı farklılıklarda konuşulmuştur. Boeing uçaklarında pilotların yeteneklerinden daha fazla faydalanılıyor ve pilotlara daha fazla iş düşüyor, Airbus uçakları ise biraz daha sistematik çalışarak pilotlara kolaylıklar sağlayabiliyor, Airbus firması uçaklarda otomasyona daha çok önem vermektedir.

- Sürekli gelişen havacılık sektörü bazı problemleri de beraberinde getirmektedir. En büyük ve önemli sorunda çevreye ve ekolojik sisteme verilen zararlardır. Üretilen uçak motorları her ne kadar verimli olsa da artan sera gazı çevreye büyük zararlar vermektedir ve ayrıca uçakların havada sürekli uçuşması kuşların yok olmasına sebep olmaktadır. Buna tedbir alınması gereklidir. Bunun ile birlikte extra masraflar ortaya çıkmaktadır. Fakat, küresel ısınma ve çevreye verilen zararlar daha sert biçimde etkisini göstermektedir ve tedbir için harcanan masraflardan daha fazlasını bizden almaktadır.
- Bunlara ek olarak, pilot eğitimi ile ilgili konular da konuşulmuştur. Pilot eğitimi için başvuran öğrenciler öncelikle bazı testlerden geçmektedir ve testlerle o kişinin bazı özel yeteneklerinin bu eğitim için uygun olup olmadığına bakılır. Geliştirilebilen ve geliştirilemeyen yetenekler tespit edilir. Pilot eğitimi için başvuran kişinin bir uçağı kullanmak için yeterli yeteneğe sahip değilse, yani geliştirilemeyen yetenekleri varsa bu kişi pilot olamayacağına ikna edilir. Fakat, pilot olmak için bazı eksiklikleri olduğu halde, bu eksiklikler geliştirilebilecek ise o öğrenci biraz daha fazla uçuş pratiği yaparak eksiklikleri giderilerek yetiştirirler.

### 2.5.5. TOPLANTI GÖRSELLERİ



Şekil 6. Dolmuş uçak üretiminin ekonomik ve sosyal çerçeveleri toplantısı

## **2.6. UÇAK YAPISAL TASARIM VE ANALİZ METOTLARININ BELİRLENMESİ TOPLANTISI**

<b>Toplantı No</b>	: 6
<b>Toplantı Tarihi</b>	: 26 HAZİRAN 2014
<b>Toplantı Yeri</b>	: Gaziantep Üniversitesi Teknopark VIP Toplantı Salonu
<b>Toplantı Saati</b>	: 10.00-17.00
<b>Konuşmacılar</b>	: Süha Özgür DİNÇER, EADS, Almanya
<b>Toplantının İçeriği</b>	: Uçak Yapısal Tasarım ve Analiz Metotlarının Belirlenmesi

### **2.6.1. KATILIMCILARIN LİSTESİ**

Prof.Dr. İbrahim Halil GÜZELBEY, Prof. Dr. Bahattin KANBER, Dr.Kürşat GÖV, Yrd.Doç. Dr. M. Veysel ÇAKIR, Yrd. Doç. Dr. Ali Ruşen ÇETE, Yrd. Doç.Dr. İbrahim GÖV, Fevzi KALENDEROĞLU, • İpek Yolu Kalkınma Ajansı Uzman Osman ŞAHİN, Öğr.Gör.İlyas KARASU, Öğr.Gör. Hanifi DOĞRU, Öğr.Gör. Ünal HAYTA , Arş.Gör.İnci POLAT, Arş.Gör.Suna GÜÇYILMAZ, Arş.Gör.Ahmet ŞUMNU, Meltem SÖZERİ, Onur AKARSabiha GÖV, Abdullah KOCAMER, Ayşe KILILI

### **2.6.2. KONUŞMACININ ÖZGEÇMİŞİ**

Süha Özgür DİNÇER 29 Eylül 1975’de doğdu. Ortadoğu Teknik Üniversitesi Havacılık ve Uzay Mühendisliği bölümünde 1997 yılında lisansını, 2000 yılında da yüksek lisansını bitirdi. İş kariyeri sırasıyla; Ağustos 1997-Eylül 1998 yıllarında R&D Mühendisi olarak Ankara ROKETSAN’da, Eylül 1998-Temmuz 2001 yıllarında gerilim mühendisi olarak Ankara TUSAS Havacılık’ta, Temmuz 2001-Ekim 2002 yıllarında gerilim mühendisi olarak ALMANYA, Fairchild Dornier’de, Ekim 2002-Aralık 2010 yıllarında gerilim mühendisi olarak ALMANYA, EADS/Premium Aerotec’de, Ocak 2011-Nisan 2014 yıllarında yapı analizi mühendisi olarak Freelancer’de, Temmuz 2012 den buyana yapı analizi mühendisi olarak Aeris Ltd’de ve ayrıca Kasım 2013’ten bu yana Baş Mühendis olarak EDAS Electronic Defense & Airborne Systems de çalışmaktadır. İyi derecede İngilizce ve Almanca bilmektedir.

### **2.6.3. UÇAK YAPISAL TASARIM VE ANALİZ METOTLARININ BELİRLENMESİ TOPLANTISININ İÇERİĞİ**

Bu toplantı da yapısal analiz ile ilgili kısımlar ele alınmıştır ve aşağıda belirtilen uçak tasarımı aşamalarından bahsedilmiştir.

#### **1. Fizibilite Çalışması**

2. Kavramsal Dizayn
3. Ön Dizayn
4. Detay Dizayn
5. Sertifikasyon

#### **2.6.4. KATILIMCI RAPORLARI ÖZETİ**

Bu toplantıda uçaklarda yapısal analiz, fizibilite çalışmaları ve sertifikasyon konuları üzerinde durulmuştur.

##### **Uçak Dizaynı Aşamaları**

- Fizibilite Çalışması
- Kavramsal Dizayn
- Ön Dizayn
- Detay Dizayn
- Sertifikasyon

#### **2.6.4.1. Fizibilite Çalışması**

Fizibilite çalışması aşamasında uçak yapımına karar verilmeden önce karşılaşılabilecek sorunlar ile ilgili genel bir araştırma yapılmalıdır;

##### **Pazar Araştırması**

- Üretilen uçak hangi sınıf grubuna ait?
- Bu sınıf grubunun pazar büyüklüğü ne?
- 5-10-15-20 senelik zaman aralıklarında pazar'a ait değişim/gelişim tahminleri neler?
- Hedeflenen pazar iç/dış?
- Bulunduğu sınıf grubundaki rakip uçakların özellikleri neler? Üretim ve sipariş adetleri ne kadar? Rekabet şartları (fiyat, destekler vs.) ve güçleri nasıl?
- Rakip uçaklara üstün olduğu özelliklerin neler olması planlanıyor?

##### **Maliyet Araştırması**

- Seri üretime geçilene kadar öngörülen maliyet nedir?
- Finansman nasıl sağlanacak?

- Dizayn, üretim ve satış aşamalarında alınacak destekler neler olabilir/olmalı?
- Kullanım ile ilgili avantaj sağlayacak yasal düzenlemeler neler olabilir?

### **Teknoloji Araştırması**

- Projeyi gerçekleştirecek şirket/kurumların mühendislik altyapılarının durumu? Mühendis, teknisyen sayıları?
- Projede ihtiyaç duyulacak, farklı disiplinler (Kavramsal Tasarım, Aerodinamik, Uçuş Mekaniği, Yapısal Tasarım, Yapısal Analiz, Test vs .) için, yazılım, donanım ve metotların tartışılması
- Projeyi gerçekleştirecek şirket/kurumların olası iş paylaşımının tartışılması

#### **2.6.4.2. Kavramsal Dizayn**

- o Görev profillerinin belirlenmesi (menzil veya havada kalış süresi, tırmanma oranları, görev irtifası, faydalı yük, hedef ömür vs.)
- o İsterlerin belirlenmesi (perdövites hızı, iniş-kalkış mesafesi, seyir hızı vs.)
- o Görevi belirlenen isterlerle yerine getirecek maksimum kalkış ağırlığının istatistiki metotlarla hesaplanması
- o Hesaplanan kütlelerle belirlenen görev profilleri ve isterleri sağlayacak dış geometrinin belirlenmesi (kanat/yatay kuyruk/dikey kuyruk, profili, açıklığı, açıklık oranı, veteri, ok açısı, dihedral açısı, gövde uzunluğu, kanat/yatay kuyruk/dikey kuyruk yerleşimleri vs.). Flap, yalpa kanatçığı, irtifa ve istikamet kanatçıklarının tip ve geometrilerinin hesaplanması/tespiti)
- o Ağırlık merkezlerinin tespiti
- o İniş takımlarının tiplerinin ve yerleşimlerinin belirlenmesi
- o İlgili isterleri, hesaplanan geometri gözönünde tutularak yerine getirecek gerekli motor gücünün hesaplanması, gerekli pervane boyutlarının hesaplanması
- o Piyasadaki mevcut motorlardan uygun olanların tespiti
- o Tespit edilen motorlardan 2 adetinin seçimi ve tüm hesapların tekrarı
- o Komponent ağırlıklarının istatistiki metodlarla tayini

Bu aşamanın sonunda belli olan parametreler:

- o Maksimum kalkış ağırlığı, yakıt ağırlığı, boş ağırlık
- o Dış geometri
- o Kanat, gövde, kuyruk yerleşimleri. Hareketli yüzeylerin konumları

- İniş takımı tipleri ve yerleşimleri
- Ağırlık merkezleri
- Motor modeli, pervane tipi
- Komponent hedef ağırlıkları

#### **2.6.4.3. Ön Dizayn**

Yapısal malzemelerin seçimi

- Metalik
- Kompozit (Cam elyafı ya da karbon)

Yapısal elemanların yerleşimlerinin ve tiplerinin seçimi

- Kirişler
- Ribler
- Kabuklar
- Takviye çıtaları

Güvenli bir yapı oluşana, ağırlık hedefi tutturulana kadar ana yapısal elemanların boyutlarının ve gerekirse kesit şekillerinin değiştirilerek hesapların tekrar edilmesi.

#### **2.6.4.4. Detay Dizayn**

- Yüklerin güncellenmesi
- Ana yapısal parçaların analizleri
- Detay parçalara ait analizler
- Çizimlerin yayınlanması
- Üretimin kalıp ve tooları hazırlaması
- İlk uçağa ait üretimlerin yapılması
- İlk parça kalifikasyon ve testleri
- Yapısal Analiz Raporlarının Yazılması

#### **2.6.4.5. Sertifikasyon**

- İlk uçağın montajı
- Uçuş test programının planlanması
- Uçuş Testleri
- Komponent ve Tam Ölçek Testleri
- Yüklerin, analiz yaklaşımlarının, sonlu elemanlar modellerinin, analizlerin doğrulanması/güncellenmesi

- o Yapısal Analiz sertifikasyon hesaplarının ve raporlarının tamamlanması

### 2.6.5. TOPLANTI GÖRSELLERİ



Şekil 7. Uçak yapısal tasarım ve analiz metotlarının belirlenmesi toplantısı

## 2.7. UÇUŞ KONTROLLERİNİN STANDARDİZASYONU TOPLANTISI

<b>Toplantı No</b>	: 7
<b>Toplantı Tarihi</b>	: 08 MAYIS 2014
<b>Toplantı Yeri</b>	: Gaziantep Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Konferans Salonu
<b>Toplantı Saati</b>	: 14.00-16.00
<b>Konuşmacılar</b>	: SHGM Kontrol Pilotu Dilek ERGÜVEN
<b>Toplantının İçeriği</b>	: Uçuş Kontrollerinin Standardizasyonu

### 2.7.1. KATILIMCILARIN LİSTESİ

Prof.Dr. İbrahim Halil GÜZELBEY, Prof.Dr. Bahattin KANBER, Prof.Dr. İlhami YEĞİNGİL, Yrd. Doç.Dr. F. Serdar GÖKHAN, Yrd. Doç. Dr. Ali Ruşen ÇETE, Yrd. Doç. Dr. Tahsin UĞURLU, Dr. M. Fatih HASOĞLU, İş Adamı Fevzi KALENDEROĞLU, Öğr. Gör. Bülent HAZNEDAR, Öğr. Gör. Hanifi DOĞRU, Öğr. Gör. Ünal HAYTA, Arş. Gör. İnci POLAT, Arş. Gör. Suna GÜÇYILMAZ, Arş. Gör. Ahmet ŞUMNU, Proje Uzmanı Mücahit DEMİR, Meltem SÖZERİ ve öğrenciler

### 2.7.2. KONUŞMACININ ÖZGEÇMİŞİ

1975 yılında Gaziantep İslahiye ilçesinde doğdu. Asker olan babasının görevi dolayısı ile ilk, orta ve lise öğrenimini sırası ile Antalya, Sivas ve Diyarbakır da tamamladıktan sonra 1993 yılında Kara Harp Okulunu kazanıp eğitime başladı. 1997 yılında Kara Havacı teğmen olarak mezun oldu. 1998 Şubatında Kara Havacılık Okulunda Pilotaj kursuna başlayan ilk iki bayan subaydan biri olarak eğitimi başarı ile tamamladı ve 12 Şubat 1999 da Kara Pilot teğmen olarak İstanbul a tayin oldu. Uçuş okulundaki başarısından dolayı 2001 yılında Uçak Uçuş Öğretmen kursuna çağrılan ilk bayan pilot olarak Kara Havacılık tarihine geçti. Kursu başarı ile bitirmeyi müteakip Kara Havacılık sınıfının ilk bayan öğretmen pilotu oldu. Uçuş öğretmeni olarak 9 yıl görev yaptıktan sonra 2010 yılında Uçuş Kontrol Pilotluğu kursuna çağrılan ilk bayan pilot oldu. Bu kursu da başarı ile tamamladıktan sonra TSK nın ilk bayan kontrol pilotu oldu ve 2012 yılına kadar bu görevi sürdürdü. Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde (Türk Havacılığının Gelişmesinin Etkenleri konulu) yüksek lisans yaptı. 2007 de Selçuk üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde Sosyoloji bölümünde Kadına Yönelik şiddet konulu ikinci yüksek lisansını yaptı. 2012 yılında TSK dan emekli oldu. Şu anda Sivil Havacılık Genel Müdürlüğünde kontrol pilotu olarak görev yapmakta olan Dilek ERGÜVEN aynı zamanda THK üniversitesinde Uçak-Makine bölümünde doktora eğitimine devam etmektedir. Evli ve bir kız bir erkek 2 çocuğu bulunmaktadır.

### 2.7.3. TOPLANTI İÇERİĞİ

- SHGM'nin Tanıtımı
- SHGM'nin Görevleri
- Kontrol Pilotunun Tanımı
- Kontrol Pilotluğu Yetkileri
- Kontrol Pilotu Yetkilendirmesi
- Yapılacak Kontrol Uçuşları için Ön Koşullar
- Test veya kontrolün amacı
- Test veya kontrolün yapılması

### 2.7.4. KATILIMCI RAPORLARI ÖZETİ

- **SHGM (Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü):** Sivil havacılık sektörünün ulusal ve uluslararası mevzuatlar kapsamında düzenlenmesinden sorumlu, özel bütçeli bir kuruluştur.
- **ICAO Şikago Sözleşmesi (7 Aralık 1944):** Devlet hava araçları dışında uluslararası alanda sivil havacılığı, hava sahasını, uçuş emniyetini düzenlemek için ülkemizin de taraf olduğu uluslararası bir sözleşmedir. Bu sözleşmeye bağlı olarak üyelerin oylaması ile çıkarılan ekler sivil havacılığın ana mevzuatıdır. Türkiye 5 Haziran 1945 tarih ve 4749 sayılı Kanun ile anılan anlaşmaya taraf olmuştur. 191 ülke sözleşmeye taraftır.
- Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü görev ve yetkilerini, ICAO Şikago sözleşmesi ve ekleri, 2920 sayılı sivil havacılık kanunu ile 5431 sayılı SHGM kuruluş kanunu ve bu kanunlara bağlı olarak çıkarılan yönetmelik, talimat ve genelgelerden almaktadır.
- **SHGM'nin üyesi olduğu Uluslararası Kuruluşlar ve Görevleri;**
  - **ECAC (European Civil Aviation Conference):** ICAO'nun bölgesel (Avrupa) bir organizasyonu olup, ülkemiz kurucu üyelerindedir. Esas fonksiyonu havacılık güvenliği alanında mevzuat geliştirme ve üye ülkelerde güvenlik denetimleri yapmaktır. 44 üyeli bir organizasyondur. SHGM, ECAC'ta Başkan yardımcılığı görevini üstlenmektedir.
  - **EUROCONTROL (European Organisation for the Safety of Air Navigation):** Uluslararası Avrupa Hava Seyrüsefer Güvenliği Örgütünün öncelikli amacı, Avrupa hava trafik yönetimini ve emniyetini geliştirmektir. Ülkemizin de dahil olduğu 40 ülke üyedir. SHGM, Geçici

Konsey Başkanlığı ve SRC Emniyet Düzenleme Komisyonu - Başkan Yardımcılığı görevini yürütmektedir.

- **D8 Sivil Havacılık Komisyonu** : D8 ülkeleri organizasyonunda havacılık alanında kurulan komisyon olup, son 3 yılda başkanlık; akabinde Başkan yardımcılığına geçilmiştir.
- **JAA –TO (Joint Aviation Authorities – Training Organization)**: JAA-TO, Avrupa havacılık emniyetinin sağlanması için duyulan eğitim ihtiyacını karşılamak için ECAC'ın bir alt organizasyonudur. 44 üye buraya da üyedir. SHGM, Yönetim Kurulu Üyeliği ve Başkan Yardımcılığı görevini üstlenmektedir.
- **EASA (European Aviation Safety Agency-Avrupa Havacılık Emniyeti Ajansı)**: EASA, Avrupa Birliği üye ülkelerinin oluşturduğu sivil havacılık ajansıdır. Amacı, AB içinde, her türlü hava aracı, uçuş, üretim, denetleme ile ilgili mevzuatlarının oluşturulması ve uygulanmasını kontrol edip uçuş ve yer güvenliğini sağlamaktır. EASA ile SHGM arasında protokoller ile ülkemizde standardizasyon denetimleri yapılmaktadır. AB uyum politikası paralelinde sivil havacılık mevzuatında EASA kuralları sıkı şekilde takip edilmektedir. EASA'ya tam uyum açısından Twinning projesi başlatılmış olup, bu proje sonucunda EASA ile tam uyum anlaşması imzalanması planlanmaktadır. EASA ya 2 yıllık süreler ile geçici olarak personel görevlendirmeye başlanılmıştır.
- **IATA (International Air Transport Association-Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği)**: Havayolu ve yer hizmet şirketlerinin üye olabildiği, uluslararası bir ticaret kuruluşudur. IATA, emniyetli, güvenli ve ekonomik hava ulaşımını sağlayabilmek amacıyla kurulmuştur. IATA ile bir mutabakat protokolü imzalanmış olup, Güvenli Kargo projesi başlatılmıştır. Bu proje ile kargoların havayolu ile tekrarlı taramaya tabi olmadan hızlı taşınması mümkün olabilecektir.
- **ACI (Airports Council International-Uluslararası Havalimanları Konseyi)** : ACI, hükümetler ve uluslararası kuruluşlar ile Havalimanlarının çıkarlarını temsil ederek, havalimanlarında standartlar, politikalar ve önerilen uygulamaların geliştirilmesi ve dünyadaki standartlarını

yükseltmek, bilgi ve eğitim olanakları sağlanmasını amaçlamaktadır. SHGM ile ACI arasında işbirliğini geliştirme protokolü imzalanmıştır.

- Toplantıda Türkiye havacılık sektörünün büyüklüğü incelenmiştir. Sektör, 2013 Kasım ayı itibariyle 385 uçak filosuna ulaşmış ve 66.000 koltuk kapasitesini aşmıştır. Türkiye'nin 157 ülke ile Hava Ulaştırma Anlaşması bulunmaktadır. Son 10 yılda Sektör Ciro su 10 kata yakın bir artışla 21 Milyar \$'ı aşmıştır. Sektörde istihdam edilen personel sayısı 167.000'i geçmiştir. Kargo Kapasitesi son on yılda % 456 artışla 1.680.000'i aşmıştır.
- Son 10 Yılda, Hava Taksi İşletmeleri 2, Genel Havacılık İşletmeleri 19, Balon İşletmeleri 16, Bakım ve Eğitim İşletmeleri 43, Yer Hizmet Kuruluşları 10 adet artmıştır. Son 1 yılda ise, Genel Havacılık İşletmeleri 8, Balon İşletmeleri 5, Bakım ve Eğitim İşletmeleri 18 adet artmıştır.
- 2003 yılında iç hat uçuş noktaları 2 Merkez 26 Nokta iken 2013 yılında 6 Havayolu ile 7 Merkez ve 52 Noktaya ulaşmıştır. İç hatlarda Avrupa'nın en hızlı büyüyen ülkesi TÜRKİYE olmuştur.
- Dış hat uçuş noktaları ise 2003 yılında 60 nokta iken 2013 yılında %294 artışla 236 noktaya ulaşmıştır.
- 2003 yılında Hava Ulaştırma Anlaşması olan ülke sayısı 81'den 2013 yılında 157'ye çıkmıştır.
- Toplantıda Havacılıkla ilgili önemli kuruluşlar ve Türkiye havacılık sektörünün büyüklüğü tartışıldıktan sonra konuşmacı, asıl görevi olan kontrol pilotluğu hakkında bilgi verdi.
- **Kontrol Pilotluğu;** Pilot adaylarının, pilotların, uçuş öğretmenlerinin ve diğer kontrol pilotlarının uçuş yeterlilik testlerini yapmak üzere, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından atamaları onaylanmak suretiyle, öğretmen pilotlara verilen yetkidir.
- **Kontrol Pilotluğu Yetkileri;** Uçak Kontrol Pilotu (FE), Helikopter Kontrol Pilotu (FE(H)), Planör Kontrol Pilotu (FE(S)), Uçuş Öğretmenliği Kontrol Pilotu (FIE), Balon Kontrol Pilotu (FE(B)), Tip Yetkisi Kontrol Pilotu (TRE), Sınıf Yetkisi Kontrol Pilotu (CRE), Aletli Uçuş Yetkisi Kontrol Pilotu (IRE), Sentetik Uçuş (simülator) Kontrol Pilotu (SFE), Uçuş Öğretmenliği Kontrol Pilotu (FIE).
- **Kontrol Pilotu Yetkilendirmesi;** Kontrol pilotu adayları, kontrol pilotluğu yapabilme yeteneklerini sahip oldukları bilgi, beceri ve tecrübelerini

özgeçmişleriyle Sivil Havacılık Genel Müdürlüğüne kanıtlamalıdır. Kontrol pilotu adayları son üç yıl içerisinde havacılık kurallarını ihlali sebebiyle şahıslarına tanzim edilmiş herhangi bir lisansın, yetkinin, sertifikanın veya imtiyazın iptal edilmemiş veya askıya alınmamış veya bu doğrultuda herhangi bir kınama cezası almış olmamalıdır. Kontrol pilotu adayları, yetenek testini, yeterlilik kontrolünü veya yetenek değerlendirmesini gerçek uçuş esnasında gerçekleştirecekleri ilgili hava aracında sorumlu pilot olarak uçabilme lisans ve yeterliliğine ve talimatlarda belirtilmiş nitelik ve tecrübeye sahip olmalıdır.

- **Yapılacak Kontrol Uçuşları için Ön Koşullar;** Aday(lar) ile, dil sorunu olmadığından, açık bir şekilde iletişim kurabileceğinden emin olmalıdır. Adayların, ilgili test, kontrol veya değerlendirme sonucunda elde edecekleri lisans, yetki veya ilgili lisans veya yetkinin temdit veya tanzimi için yürürlükte olan mevzuatın öngördüğü, nitelik, eğitim, ve tecrübe ön koşullarını sağladığından emin olmalıdır. Adayların, ilgili test, kontrol veya değerlendirmeye katılabilmek için yürürlükte olana mevzuatın öngördüğü bilgileri eksik veya yetersiz sağladığı durumlardan adayın sorumlu olacağını hatırlatmalıdır.
- **Test veya Kontrolün Amacı;** Pratik uygulama vasıtasıyla adayın istenen bilgi ve beceri seviyesinde olduğunu tespit etmek. Kontrol sonuçlarından ilgili eğitim ve öğretim kurumlarında geri besleme maksadıyla istifade ederek, eğitim-öğretimi özellikle başarısız görülen konularda geliştirmek. Kontroller esnasında, uçuş kontrol pilotlarının iyi bir havacılık ve uçuş disiplini sergilemeleri suretiyle, havacılık emniyet standartlarını muhafaza etmek ve mümkünse geliştirmeye yardımcı olmaktır.
- **Test veya Kontrolün Yapılması;** Kontrol pilotları, adayların girdikleri test veya kontrolleri ilgili mevzuatın ön öngördüğü kurallara uygun gerçekleştirmeli ve adayın belirlenmiş standartlara göre değerlendirilmelerini sağlamalıdır. Test veya kontrol esnasındaki her bir uçuş hareketini içeren madde tam olarak ve ayrı değerlendirilmelidir. Normal durumlarda, kontrol pilotları briefing esnasında adaylara verdikleri programa sadık kalmalı ve değiştirmemelidir. Test veya kontrol esnasında adayın herhangi bir maddeyle ilgili sıra dışı performansı, müteakibindeki maddeler tamamlanırken kontrol pilotunun değerlendirmesine etki yapmamalıdır. Kontrol pilotu, uçuş öncesi briefingde ilgili mevzuat gereği adaydan beklenen performans ve limitleri belirtmelidir. Kontrol tamamlandığında veya yarım

kaldığında kontrol pilotu, adaya başarısız olan kısımlara ait gerekçeleri anlatmalı ve daha sonraki kontrollerde adaya yardımcı olacak tavsiyelerde bulunmalıdır. Uçuş sonu brifingi esnasında, kontrol pilotunun değerlendirmesi hakkındaki herhangi bir yorum veya anlaşmazlık kontrol pilotu tarafından kontrol raporuna kaydedilerek kendisi ve aday tarafından imzalanır.

- Tamamlanan ilgili test veya kontrolün, sonucu açık bir şekilde belirtilmiş olmalıdır. Kontrol pilotları yaptıkları kontrollerde bir pilot adayının yalnızca uçustaki başarısını değil; pilotların sahip olması gereken niteliklere sahip olup olmadığını da değerlendirmelidir.

## 2.8. TOPLANTI GÖRSELLERİ



Şekil 8. Uçuş kontrollerinin standardizasyonu

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Dolmuş Uçak Üretim Projesi Ön Fizibilite çalışması 16.04.2014- 16.07.2014 tarihleri arasında İpek Yolu Kalkınma Ajansı tarafından sağlanan destek ile Gaziantep Üniversitesi ve Hasan Kalyoncu Üniversiteleri bünyesinde yapılmıştır. Bu projede, Özgün Dolmuş Uçak Tasarımı ve Prototipinin İmalatı Ön fizibilite çalışması olarak bu konuda yeterli bilgiye sahip olan uzman kişilerden seminerler vermesi sağlanarak, uçak üretimi konusunda bilgi edinilerek gerekli altyapı oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu proje kapsamında seminerler şunlardır;

- Uçak Sistem Tasarımı ve Motor tercihleri
- Pilot Gözüyle Dolmuş Uçak Tasarımının Gereklileri
- Uçak Üretim Metotlarının Belirlenmesi ve Prototip Üretimi
- Uçak Aerodinamik Tasarım ve Analiz Metotlarının Belirlenmesi
- Dolmuş Uçak Üretiminin Ekonomik ve Sosyal Çerçveleri
- Uçak Yapısal Tasarım ve Analiz Metotlarının Belirlenmesi

Ayrıca proje kapsamında olmayan ancak proje ile ilgili “Uçuş Kontrollerinin Standardizasyonu” konulu Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Kontrol Pilotu Dilek ERGÜVEN’in verdiği bir toplantı daha yapılmıştır.

#### 3.1. Dolmuş Uçak üretiminin gerekliliği

- Ülkemizde hızlı bir şekilde gelişme gösteren havacılık; ileri teknoloji barındıran, ekonomik ve stratejik olarak da kalkınmanın temel taşlarından olan bir sanayi dalıdır.
- Ülkemizde gelişen hava taşımacılığı sektörü beraberinde dolmuş uçak ihtiyacını da ortaya çıkarmış olması,
  - Sektör, 2013 Kasım ayı itibariyle 385 uçak filosuna ulaşmış ve 66.000 koltuk kapasitesini aşmıştır. Türkiye’nin 157 ülke ile Hava Ulaştırma Anlaşması bulunmaktadır. Son 10 yılda Sektör Ciro su 10 kata yakın bir artışla 21 Milyar \$’ı aşmıştır. Sektörde istihdam edilen personel sayısı 167.000’i geçmiştir. Kargo Kapasitesi son on yılda % 456 artışla 1.680.000’i aşmıştır.
  - Son 10 Yılda, Hava Taksi İşletmeleri 2, Genel Havacılık İşletmeleri 19, Balon İşletmeleri 16, Bakım ve Eğitim İşletmeleri 43, Yer Hizmet Kuruluşları 10 adet artmıştır. Son 1 yılda ise, Genel Havacılık İşletmeleri 8, Balon İşletmeleri 5, Bakım ve Eğitim İşletmeleri 18 adet artmıştır.

- 2003 yılında iç hat uçuş noktaları 2 Merkez 26 Nokta iken 2013 yılında 6 Hava yolu ile 7 Merkez ve 52 Noktaya ulaşmıştır. İç hatlarda Avrupa'nın en hızlı büyüyen ülkesi TÜRKİYE olmuştur.
- Dış hat uçuş noktaları ise 2003 yılında 60 nokta iken 2013 yılında %294 artışla ile 236 noktaya ulaşmıştır.
- 2003 yılında Hava Ulaştırma Anlaşması olan ülke sayısı 81'den 2013 yılında 157'ye çıkmıştır.
- Ülkemizde coğrafik açıdan birçok bölgede büyük gövdeli uçakların iniş kalkış yapabileceği pist alanlarının mevcut olmaması. Çünkü Türkiye'nin coğrafi özelliği ve havayollarının uçuşlarında büyük gövdeli jet uçakları kullanması yakın mesafelere uçuşu engelleyerek çapraz uçuş şansını azaltmaktadır. Ayrıca küçük uçakların stol havaalanından konvansiyonel havaalanına yolcu taşınması büyük gövdeli uçaklardaki doluluk oranını artıracaktır.
- Ekonomik açıdan ülkenin birçok yerine büyük uçak seferlerinin olmaması
- Ambulans uçak ihtiyacının yüksek olması dolmuş uçaklarının yapısı gereği rahatlıkla ambulans uçağa dönüştürebilmesi,
- Ambulans uçaklarının yurtdışında yüksek ücretlerle temin edilmesi,
- Bölgemizde bu amaçla üretilen uçak tesisinin hiç olmaması,
- Bölgemizde yapılacak uçak tesisinin ve bu konuda yetişmiş teknik elemanların olmaması nedeni ile projenin yapılması kararlaştırılmıştır.
- Bu bilgiler doğrultusunda projenin temel gerekçesi; bölgeye ve ülkeye katma değeri yüksek havacılık sanayinin kazandırılması ve üniversite-sanayi işbirliğinin artırılmasıdır. Bölgemizde yapılandırılacak bir havacılık sanayisi, bölgenin ekonomisini, istihdam kapasitesini yükseltecektir. 8-19 kişilik dolmuş uçak projesi; toprak pistler dahil olmak üzere birçok Anadolu şehrine yolcu nakliyesinin dışında kargo nakliyesi yapabilmeyi de hedeflemektedir.

### **3.2. Dolmuş Uçak tasarım aşamaları**

Genel olarak bir uçak tasarım aşamaları aşağıda maddeler halinde belirtildiği gibidir.

- Fizibilite Çalışması
- Kavramsal Dizayn
- Ön Dizayn

- Detay Dizayn
- Sertifikasyon

### 3.2.1. Fizibilite Çalışması

#### **Pazar Araştırması**

- Üretilen uçak hangi sınıf grubuna ait olmalıdır?
- Türkiye'de sosyal ekonomik ve coğrafi olarak benzeyen diğer ülkelerde bu ihtiyaç nasıl karşılamakta ve uçak ile karşılanıyor ise hangi modeller kullanılmaktadır?
- Bu sınıf grubunun pazar büyüklüğü ne?
- Sadece belirtilen kategori dışında Türkiye'nin yakın, orta ve uzak vadede ihtiyacı olan başka uçak kategorileri de incelenerek ihtiyaçlar ortaya çıkarılabilir.
- 5-10-15-20 senelik zaman aralıklarında pazar'a ait değişim/gelişim tahminleri neler? Ortadoğu gibi benzer coğrafyalarda satış imkânı incelenmelidir
- Hedeflenen pazar iç/dış?
- Bulunduğu sınıf grubundaki rakip uçakların özellikleri neler? Üretim ve sipariş adetleri ne kadar? Rekabet şartları (fiyat, destekler vs.) ve güçleri nasıl?
- Rakip uçaklara üstün olduğu özelliklerin neler olması planlanıyor?
- Uçak tasarımında dikkate alınması gereken en önemli husus kullanıcı ihtiyaçlarıdır.

#### **Maliyet Araştırması**

- Seri üretime geçilene kadar öngörülen maliyet nedir?
- Finansman nasıl sağlanacak?
- Dizayn, üretim ve satış aşamalarında alınacak destekler neler olabilir/olmalı?
- Kullanım ile ilgili avantaj sağlayacak yasal düzenlemeler neler olabilir?
- Maliyetlerin düşürülmesi için vergi avantajları sağlanmalı bu tip ar-ge faaliyetleri için sağlanan tüm ulusal destekler araştırılmalıdır.

#### **Teknoloji Araştırması**

- Dünyada bu ihtiyacı karşılayan diğer benzer uçaklardan ne tür ilave özellikler tasarlanacak yeni uçağı piyasada ön plana çıkaracaktır?

- Projeyi gerçekleştirecek şirket/kurumların mühendislik altyapılarının durumu? Mühendis, teknisyen sayıları?
- Projede ihtiyaç duyulacak, farklı disiplinler (Kavramsal Tasarım, Aerodinamik, Uçuş Mekaniği, Yapısal Tasarım, Yapısal Analiz, Test vs .) için, yazılım, donanım ve metotların tartışılması
- Projeyi gerçekleştirecek şirket/kurumların olası iş paylaşımlarının tartışılması
- Benzer uçak alınarak tersine mühendislik faaliyetleri yürütülebilir.
- Tek prototip üretmek her zaman risklidir. Bazı yapısal testlerde kanat ve gövde dahil kasti olarak kırılan testler yapılacağı için birden fazla uçak alt sistem üretmek gerekebilir
- Dizayn Wheel denen sistematik ile ihtiyaca en uygun özellikteki uçağın optimizasyonu amaçlanır. Burada en önemli konu benzer uçakların kabiliyetlerinin iyice araştırılarak ön plana çıkarmak istenen özelliğe göre strateji belirlemektir. (rakiplerine oranla kısa iniş kalkış mesafesi yüksek yük kapasitesi ekonomi işletme maliyeti daha uzun menzil gibi)
- Uçaklarda en önemli parçalardan bir tanesi motordur. Genel havacılıkta kullanılan uçaklarda pistonlu motorlar, yüksek hız ve manevra kabiliyetine sahip savaş jetlerinde turbo jet, askeri kargo sivil dar gövdeli bölgesel uçaklarda turboprop, helikopterlerde ise turboshaft motorlar kullanılmaktadır.
- Turbojet motorlar çok hızlı olmasına karşın yakıt tüketimi çok fazla olmasından dolayı sivil uygulamalarda tercih edilmezler, sivil yolcu taşımacılığında kullanılan turbofan motorlar turbojet kadar hızlı olmasa da yakıt ekonomisi bakımından turbojete göre oldukça iyidir. Turboprop motorlar ise pervaneye sahip olduklarından yüksek hıza ve irtifaya çıkamazlar fakat yakıt ekonomisi en iyi olan turbo motordur, askeri kargo, dar gövdeli bölgesel uçaklarda kullanılırlar.
- Motorlar tasarlanırken türbin ve kompresör kanatçıkları koptuğunda mümkün olduğu kadar uçağın herhangi bir yerine çarpmadan ve motora zarar vermeden dışarı çıkacak şekilde tasarlanmalıdır. Çünkü çok yüksek enerjiye sahip bu kanatçıklar gövdeyi delip geçerler ve ciddi hasarlara sebep olabilirler.
- Uçaklarda motor sadece itki/tahrik sistemi olmayıp uçağın elektrik ihtiyacını, iklimlendirme sisteminin temiz hava (bleedair) ihtiyacını karşılayan bir kaynaktır. Uçaklarda genel olarak elektrik, motor üstüne monte edilmiş bir alt

sistem olan IDG (Integrated Drive Gear) tarafından alternatif akım olarak elde edilir ve kablolarla gerekli yerlere dağıtılır. Bleedair ise kompresörün belli kademelerinden alınarak ve bir çeşit finlerden geçirilerek ısısı ayarlanır ve uçağın iklimlendirme sisteminin temiz havası sağlanmış olur.

- Uçaktaki tüm motorların kullanılamaz olması durumunda ise elektrik kaynağı olarak rüzgar türbinine benzeyen bir parça olan RAT (Ram Air Turbine) aşağı doğru salınarak uçuş için hayati olan sistemlere elektrik sağlanır.
- Uçak için önemli sistemlerden bir tanesi de hidrolik sistemdir. Hidrolik sistemler uçağın aileron, flap gibi kumanda yüzeylerinin hareket ettirilmesi, iniş takımlarının açılıp kapanmasını sağlayan sistemdir. Uçağı insandaki damarlar gibi sarmıştır. Hidrolik sistemler tasarlanırken yüksek basınç ve titreşime dayanabilmelidir. Günümüzde hidrolik sistemlerin ağırlığını azaltmaya yönelik araştırmalar yapılıyor. Hidrolik yerine tamamen elektrikli sistem kullanma denemeleri de yapılmaktadır.
- Uçuş kumanda büyük uçaklar için fly-by-wire sistemidir. Bu sistemde pilotun verdiği komuta göre elektrik sinyalleri oluşturur, sinyaller de uçuş bilgisayarına gider ve bilgisayar kumanda yüzeylerindeki elektrik sistemlerinin mekanik ya da hidrolikle kontrol edilen kumanda sisteminin hareketini sağlar. Bu sistem hızlı ve güvenli bir sistem olup özellikle büyük gövdeli uçaklar için oldukça kullanışlıdır. Bu sistem sayesinde bazı uçaklarda pilot istese bile uçağı yanlış manevra yaptıramaz, çünkü bilgisayar devreye girerek sensörlerden aldığı verilere göre pilotun komutlarını devre dışı bırakabilir. Örneğin pilotun bir uçağın yapısına zarar verecek ani hareket yaptırmasına izin vermez.
- Uçak tasarım için birçok ilave tesis (rüzgâr tüneli, yapısal titreşim laboratuvarı çevresel test laboratuvarı gibi.) gerekmektedir. Hangi testlerin yapılacağı belirlenmesi ve bu testlerin takvime oturtulup, ne zaman ve ne kadara yapılacağı planlanmalıdır.

### **3.2.2. Kavramsal Dizayn**

- o Uçak tasarımında çalışacak kişilerin işin sadece teorik hesaplamaları bilmesi yeterli değildir. Özellikle imal edilebilir uçak tasarımı için imalatı bilen tasarımcı gerekir.

- Uçak tasarlanırken göze alınacak en önemli husus kullanıcı gereksinimleridir. (boyut, kişi sayısı, kargo v.b). Kullanıcının ihtiyaçları belirlenerek bu ihtiyaçları gidermek için uçak tasarlanır.
- Görev profillerinin belirlenmesi (menzil veya havada kalış süresi, tırmanma oranları, görev irtifası, faydalı yük, hedef ömür vs.)
- İsterlerin belirlenmesi (perdövites hızı, iniş-kalkış mesafesi, seyir hızı vs.)
- Görevi belirlenen isterlerle yerine getirecek maksimum kalkış ağırlığının istatistiki metotlarla hesaplanması
- Hesaplanan kütlelerle belirlenen görev profilleri ve isterleri sağlayacak dış geometrinin belirlenmesi (kanat/yatay kuyruk/dikey kuyruk, profili, açıklığı, açıklık oranı, veteri, ok açısı, dihedral açısı, gövde uzunluğu, kanat/yatay kuyruk/dikey kuyruk yerleşimleri vs.). Flap, yalpa kanatçığı, irtifa ve istikamet kanatçıklarının tip ve geometrilerinin hesaplanması/tespiti)
- Ağırlık merkezlerinin tespiti
- İniş takımlarının tiplerinin ve yerleşimlerinin belirlenmesi
- İlgili isterleri, hesaplanan geometri gözönünde tutularak yerine getirecek gerekli motor gücünün hesaplanması, gerekli pervane boyutlarının hesaplanması
- Piyasadaki mevcut motorlardan uygun olanların tespiti
- Tespit edilen motorlardan 2 adetinin seçimi ve tüm hesapların tekrarı
- Komponent ağırlıklarının istatistiki metodlarla tayini

Bu aşamanın sonunda belli olacak parametreler:

- Maksimum kalkış ağırlığı, yakıt ağırlığı, boş ağırlık
- Dış geometri
- Kanat, gövde, kuyruk yerleşimleri. Hareketli yüzeylerin konumları
- İniş takımı tipleri ve yerleşimleri
- Ağırlık merkezleri
- Motor modeli, pervane tipi
- Komponent hedef ağırlıkları

### 3.2.3. Ön Dizayn

Yapısal malzemelerin seçimi

- Metalik
- Kompozit (Cam elyafı ya da karbon)

Yapısal elemanların yerleşimlerinin ve tiplerinin seçimi

- Kirişler
- Ribler
- Kabuklar
- Takviye çıtaları

Güvenli bir yapı oluşana, ağırlık hedefi tutturulana kadar ana yapısal elemanların boyutlarının ve gerekirse kesit şekillerinin değiştirilerek hesapların tekrar edilmesi gerekir.

#### **3.2.4. Detay Dizayn**

- Yüklerin güncellenmesi
- Ana yapısal parçaların analizleri
- Detay parçalara ait analizler
  - Kanat tasarım analizi
  - Kuyruk tasarım analizi
  - Pervane tasarım analizi
  - Gövde tasarım analizi
  - Kanat-kuyruk etkileşimi
  - Kanat-gövde etkileşimi
  - Pervane-kanat etkileşimi
- Çizimlerin yayınlanması
- Üretimin kalıp ve tooları hazırlaması
- İlk uçağa ait üretimlerin yapılması
- İlk parça kalifikasyon ve testleri
- Yapısal Analiz Raporlarının Yazılması

#### **3.2.5. Sertifikasyon**

- Uçak tasarımında kullanıcı ihtiyaçları belirlendikten sonra spesifikasyonlar ve kalifikasyonlar belirlenir. Spesifikasyon tasarlanan uçağın teknik özelliklerini gösterirken, kalifikasyonlar ise uçağın tasarımında öngörülen özellikleri yapabilmesidir.
- Sertifikasyon konusunda ilk bakılan konulardan biri bir ticari şirket olması bu şirketin design organization approval (DOA) ve production organization

approval (POA) sahip olması ve EASA tarafından onaylanması gerekmektedir. Üniversite sanayii işbirliği nasıl yürütülecektir?

- Tasarlanıp imal edilen tüm hava aracı, hava aracı sistemleri, hava aracı parçaları sertifikasyondan geçmiş olmalıdır. Dünyada sertifikasyon işlemlerini yapan iki büyük otorite vardır; Amerika Birleşik Devletleri Federal Havacılık Dairesi (FAA) ve Avrupa Birliği Havacılık Emniyeti Ajansı (EASA). Bu otoriteler koymuş oldukları kurallar ile tasarlanacak olan parça veya sistemin emniyet açısından hangi şartları sağlayacağı konusunda minimum şartları belirlerler. Üreticinin ürettiği parça/sistem bu kuralların belirttiği özelliklere sahip olmalıdır. Örneğin acil durumlarda uçağın kabini 9 saniye içerisinde boşaltılabilecek şekilde tasarlanmalıdır. EASA'nın tasarım ile ilgili sertifikasyonlarını CS23 ve CS25 ile (Certification Specifications) belirlemiştir. CS23 daha çok küçük gövdeli uçaklar için (Normal, Utility, Aerobatic, and Commuter Category) CS25 ise geniş gövdeli uçaklar için belirlenmiş spesifikasyonlardır.
- Sertifikasyonun en önemli amacı emniyettir. Hava aracının ve alt sistemlerinin sertifikasyonu ile otoriteler tarafından belirlenmiş kriterleri yerine getirebileceğini göstermiş olmaktadır. Günümüz sertifikasyon sadece emniyet faktörünü değil gürültü, emisyon vb. çevresel faktörleri de göz önüne almaktadır.
- Uçaklarda ilk sertifikaya edilmesi gereken parça motorlardır. Motor başka bir uçak üstünde denenerek sertifikasyon işlemi yapılır.
- Motordan sonra diğer sistemlerin sertifikasyon işlemleri yapılır.
- Sistemlerde herhangi bir değişiklik yapılması durumunda sertifikasyonun yenilenmesi gerekir.
- Hava araçlarında hayati olan her sistemin en az bir tane yedeği olacak şekilde tasarım yapılır. Örneğin uçak hız bilgisi en az 2 yerden ölçülüp okunmalıdır.
- Uçuş kumanda sistemleri ironbird denilen özel tasarım test stantlarında yapılır. Bu stantlarda gerçek boyutlarında imal edilmiş kumanda sistemlerinin tüm hareketleri ve üstüne binen yükler test edilir. Böylelikle hem emniyetli hem de ekonomik testler yapılmış olur.
- Hava aracı ve alt sistemlerinin tasarımı ve imalatı bittikten sonra yerde testler yapıldığı gibi uçuş testleri de yapılmalıdır. Hava aracına yerleştirilen sensörler

ile yerdeki istasyondan uçuşta anlık olarak binlerce veri alınarak testler gerçekleştirilir.

- Uçuş testleri ekstrem durumlarda da yapılarak uçağın limitleri de belirlenmiş olur.
- Uçuş test aşamasında uçaktan atılan (paraşütçü vs) veya uçaktan düşen parçanın uçağın parçalarına çarpıp çarpmaması gerekiyor buna göre aerodinamik grubu tasarım yapar ve simülasyonlarla ve gerçek testlerle denemeler yapılır.

### 3.3. Testler

Bir uçağın üretim sürecine geçilmeden önce, yapılan prototip (ler) üzerinde çeşitli testler gerçekleştirilmektedir. Bunlar;

- Laboratuvar Testleri,
- Yer Testleri,
- Uçuş Testleridir.

Uçakta bulunan tüm parçalar çeşitli testlerden geçirilir ve test sonuçları belirli bir formata göre raporlanır. Laboratuvar ve yer testlerinde uçağın statik yapısıyla ilgili testler yapılır. Ayrıca iniş ve kalkış testleri, fren testleri, vs, uçağın çalışan tüm parçaları teker teker test edilir.

Tasarım ve geliştirme uçuş testleri ve Operasyon uçuş testleri olmak üzere 2' ye ayrılır.

Tasarım ve Geliştirme Uçuş Testleri;

- Performans testleri
- Kontrol
- Yapısal
- Sistemler.

Operasyon uçuş testler

- Görev benzetmeleri
- Pilot-araç arayüzü
- İş yükü analizi

Uçuş test süreci aşağıdaki gibi ilerlemektedir;

- Planlama, hazırlık
- İcra, uygulama,
- Değerlendirme, analiz

- Raporlama,sonuç

Uçuş test planındaki belirlenen parametreler;

- Amacı ve koşulları,
- Teknikleri,
- Ölçülecek parametreler,
- Başarı kriterleri,
- Emniyet malzemeleri,
- Limitasyonlar,
- Test alanı ve personel.

Uçuş test raporu her testten sonra yapılmaktadır. Testin koşulları, uygunluğu değerlendirilir ve test analizleri yapılır. Ayrıca test sonuçlarına göre önerilerde bulunulur ve testteki her şey belirli bir formata göre rapor edilir.

Test sonuçları uçağın ve insanların zarar göre durumuna göre derecelendirilir;

- Catastropic: Uçak parçalanır veya düşebilir ve insanlar ölür.
- Critical: İnsanların yaralanması ve uçağın zarar görmesi durumudur.
- Marginal: Sadece uçağın hasar görmesidir.
- Negligible: İnsanda ve uçakta herhangi bir hasar olmaması durumudur.



**İpekyolu Kalkınma Ajansı 2014 yılı Doğrudan Faaliyet Mali Destek Programı Kapsamında Hazırlanan Bu Yayının İçeriği İle İlgili Tüm Sorumluluk Gaziantep Üniversitesi'ne Aittir.**