



TURBOFAN MOTOR TASARIM YARIŞMASI

YARIŞMA ŞARTNAMESİ

İÇİNDEKİLER

1. AMAÇ.....	3
2. YARIŞMAYA KATILIM KOŞULLARI.....	3
3. UÇAK TEKNİK ÖZELLİKLERİ.....	3
4. TASARIM HEDEFLERİ VE GEREKSİNİMLER	4
5. BAZ MOTOR MODELİ	5
6. YARIŞMA KURALLARI	7
7. YARIŞMA TAKVİMİ, PUANLAMA VE DEĞERLENDİRME	8
8. ÖDÜLLER.....	9
9. GENEL KURALLAR	9
9.1. Sorumluluk Beyanı.....	10

1. AMAÇ

Turbofan motor tasarım yarışmasının amacı, havacılık motor alanına olan ilgiyi arttırarak, öğrencileri ülkemiz için son derece kritik olan gaz türbinli motor teknolojileri alanlarında çalışmaya teşvik etmektir. Bu yarışma ile öğrenciler, bir jet uçağının motor geliştirmesi ile ilişkili temel tasarım süreçlerine giriş yapmış olacaklardır. Yarışma, aynı zamanda öğrencilere, gerçek dünyadaki motor gereksinimlerini sağlayacak tasarım çözümleri üzerinde çalışma fırsatı verecektir. Öğrenciler, tüm ön tasarım süreçlerini gerçekleştirerek, şartnamede belirtilen gereksinimleri karşılayacak etkin bir motor çözümü belirleyip, raporlayacaklardır.

Bu yılki yarışma kapsamı, hali hazırda uçan bir jet uçağının, 2029 yılı için, turbofan motorunun yenilenmesi olacaktır. Mevcut turbofan motorunun yakıt tüketimi ve itki/ağırlık oranlarının iyileştirilmesi hedeflenmektedir.

2. YARIŞMAYA KATILIM KOŞULLARI

Yarışmaya üniversite öğrencileri veya mezunları bireysel veya takım halinde katılabilir.

28.02.2019 tarihine kadar başvuru formunun doldurulması gerekmektedir.

Başvurular, TEKNOFEST İSTANBUL Havacılık, Uzay ve Teknoloji Festivali (TEKNOFEST) Teknoloji Yarışmaları resmi web sitesi (www.teknofestistanbul.org) üzerinden alınacaktır.

3. UÇAK TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Uçak temel boyutları Tablo1 de verilmiştir.

Tablo 1: Genel özellikler	
Uzunluk	16 metre
Kanat açıklığı	11 metre
Maks kalkış ağırlığı	21000 kg
Yükseklik	5.3 metre
Motor	Çift turbofan
Performans	
Maksimum hız	2500 km/saat
Seyir hızı	1800 km/saat
Menzil	4000 km
Uçuş tavanı	55000 ft

Motor itki isterleri Tablo 2 de verilmiştir

Tablo 2: Motor itki isterleri		
Maks art yakıcısız	Deniz seviyesi statik, ISA	60 kN
Maks art yakıcılı	Deniz seviyesi statik, ISA	90 kN

4. TASARIM HEDEFLERİ VE GEREKSİNİMLER

Mevcut jet uçağının, 2029 yılında yeni bir motor ile servise girmesi için, yeni bir turbofan motor tasarımına ihtiyaç vardır.

Uçağın havada kalış süresinin, yakıt tüketiminin ve motor ağırlığının azaltılması ile uzatılabilmesi hedeflenmektedir.

Motorun özgül yakıt tüketiminin, baz motora göre %15 daha az, itki/ağırlık oranının ise %10 daha fazla olması beklenmektedir.

Generik baz motor modeli ile başlanarak, fan basınç oranı, bypass oranı, toplam basınç oranı ve türbin giriş sıcaklık kombinasyonları arasında getiri götürü analizleri yapılarak, yeni tasarım, özgül yakıt tüketimi ve ağırlık için optimize edilmelidir. Bu dört ana motor parametresinin olası 2029 yılı teknolojilerine uygun olarak belirlenmesi ve seçilen limitlerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Servise giriş tarihi olan 2029 baz alınarak, yeni malzemelerin geliştirilmesi ve tasarım limitlerinin artırılması farzedilebilir. Yeni malzemelerin seçimi, motorda kullanılacağı yerler ve tasarım limitlerinde sağlayacağı avantajlar, kaynaklardan ilgili alıntılar sunularak, yeterli bir şekilde gerçekleştirilmelidir.

Baz motor boyutları içinde kalmak şartı ile değişik motor mimarileri kullanılabilir.

Final raporda, motor ağırlığı, boyutları, maks kuru (art yakıcısız) ve maks art yakıcılı durumlarındaki itki, özgül yakıt tüketim değerleri, termal komponent verim değerleri verilmelidir.

Ana akış yolunda yer alan, motor giriş, fan, kompresör, yanma odası, yüksek ve düşük basınç türbinleri, art yakıcı, ve yakınsak-ıraksak lüle modüllerinin tasarım detayları verilmelidir.

Ekiplere yol göstermesi açısından, sunulması beklenen çalışmalar aşağıda listelenmiştir:

- Derinlemesine motor çevrim özeti
- Motor tasarım noktası tasarımı
 - o Fan, kompresör, yüksek basınç ve düşük basınç türbinlerinin her kademesinin, kök, akış orta noktası ve kanatçık ucundaki hız üçgenleri
 - o Tüm motorun 2 boyutlu akış yolu
 - o Fan, kompresör, yüksek basınç ve düşük basınç türbinlerinin ilk kademelerinin hız üçgenlerinin el hesapları
 - o Fan, kompresör, yüksek basınç ve düşük basınç türbini komponentlerinden seçilecek bir tanesi ve yanma odası, art yakıcı ve yakınsak-ıraksak lüle

komponentlerinden seçilecek bir tanesi ile ilgili hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) analizleri

- Motor komponentlerinin 3 boyutlu CAD çizimlerinin sunulması mecburi değildir fakat ekstra bonus verilecektir.
- Egzost lülesinin düşük görünürlük tasarımı mecburi değildir fakat bu çalışmayı sunan ekiplere ekstra bonus verilecektir.

5. BAZ MOTOR MODELİ

Baz motor ile ilgili generik bir model, açık kaynak verileri ve GasTurb programı kullanılarak oluşturulmuştur. Bu modelin bazı parametreleri, ekiplerin başlangıç tasarımlarını oluşturabilmelerine yardımcı olması ve tipik tasarım parametreleri hakkında bilgi vermek amacı ile aşağıda verilmiştir.

Tablo 3: Baz motorun ana özellikleri	
Motor tipi	Askeri turbofan
Fan kademesi	3 eksenel
Kompresör kademesi	5 eksenel
Yanma odası	Dairesel düz akış
Yüksek basınç türbin kademesi	1 eksenel
Düşük basınç türbin kademesi	1 eksenel
Maks. İtkisi (Art yakıcısız)	60 kN
Maks. İtkisi (Art yakıcısız)	90 kN
Maks. özgül yakıt tüketimi (art yakıcısız, deniz seviyesi statik, ISA)	21-23 g/kNs
Maks özgül yakıt tüketimi (art yakıcılı, deniz seviyesi statik, ISA)	47-49 g/kNs
Toplam basınç oranı	26:1
Bypass oranı	0.4
Maks. motor çapı	74 cm
Maks. motor uzunluğu	4 metre
Motor ağırlığı	998 kg

Baz motorun maksimum art yakıcı koşulundaki performans değerleri Tablo 4 de verilmiştir.

Station	W kg/s	T K	P kPa	WRstd kg/s	FN	=	90,00 kN
amb		288,15	101,325				
1	74,051	288,15	101,325		TSFC	=	48,3935 g/(kN*s)
2	74,051	288,15	101,325	74,051	WF Burner	=	1,29332 kg/s
13	21,157	446,13	405,300	6,581	s NOX	=	1,1137
21	52,894	475,62	430,631	15,990	BPR	=	0,4000
25	52,894	475,62	426,325	16,151	Core Eff	=	0,4360
3	51,307	833,13	2643,215	3,344	Prop Eff	=	0,0000
31	45,753	833,13	2643,215				
4	47,046	1755,00	2563,918	4,588	P3/P2	=	26,087
41	49,691	1710,37	2563,918	4,784	P16/P6	=	0,98745
43	49,691	1392,67	917,958		A63	=	0,28282 m ²
44	52,336	1366,48	917,958		A163	=	0,07918 m ²
45	52,336	1366,48	899,598	12,837	A64	=	0,36200 m ²
49	52,336	1156,46	406,261		XM63	=	0,25094
5	53,922	1143,87	406,261	26,795	XM163	=	0,20275
6	53,922	1143,87	398,136		XM64	=	0,24700
16	21,157	446,13	393,141		P63/P6	=	0,99000
64	74,022	968,69	392,380		P163/P16	=	0,99000
7	77,084	2070,00	369,274		WF total	=	4,35542 kg/s
8	78,142	2051,83	369,274	57,215	A8	=	0,25274 m ²
Bleed	0,264	833,13	2643,204		CD8	=	0,97368
					Ang8	=	13,16 °
Efficiencies:	isent	polytr	RNI	P/P	P8/Pamb	=	3,64445
Outer LPC	0,8800	0,9006	1,000	4,000	WLkBy/W25	=	0,00000
Inner LPC	0,7800	0,8189	1,000	4,250	W_NGV/W25	=	0,05000
HP Compressor	0,8500	0,8810	2,315	6,200	WHcl/W25	=	0,05000
Burner	0,9995			0,970	Loading	=	100,00 %
HP Turbine	0,9000	0,8889	3,161	2,793	e444 th	=	0,87852
LP Turbine	0,9100	0,9020	1,437	2,214	WLcl/W25	=	0,03000
Mixer	1,0000				WBHD/W21	=	0,00000
Reheat	0,9000			0,941	WF Reheat	=	3,06209 kg/s
					XM64	=	0,24700
					XM7	=	0,44197
					far7	=	0,05989
HP Spool mech Eff	0,9900	Nom Spd	22800 rpm		WBLD/W25	=	0,00500
LP Spool mech Eff	0,9900	Nom Spd	12380 rpm		PWX	=	50,0 kW
					P16/P13	=	0,9700
P2/P1= 1,0000	P25/P21=0,9900	P45/P44=	0,9800		P6/P5	=	0,9800
Con-Di Nozzle:					A9/A8	=	1,35000
A9*(Ps9-Pamb)	-6,442				CFGid	=	0,99632
hum [%]	war0	FHV	Fuel				
0,0	0,00000	43,124	Generic				
Iteration Variables:							
Inlet Corr. Flow	W2Rstd kg/s (50...86)					=	74,0511
Iteration Targets:							
Net Thrust						=	90

Tablo 4 : Baz motor performans parametreleri

6. YARIŞMA KURALLARI

İlk olarak, baz motor için Tablo 4 de verilen değerler kullanılarak, baz motor modeli oluşturulmalıdır. Bu model verilen değerler ile birebir uyuşmayabilir, fakat yeni motor tasarımının ağırlık ve performans değerlendirmesi için geçerli bir kıyaslama sağlayacaktır.

Ekipler, motor çevrim tasarımı ve analizleri için, NPSS, GasTurb veya AxCYCLE gibi herkese açık hazır çevrim programlarını ve yahut bu amaç ile kendi geliştirecekleri kodları kullanabileceklerdir.

Ekipler, akış yolu tasarım ve analizleri için AxSTREAM programını ya da kendi geliştirecekleri kodları kullanabileceklerdir. AxSTREAM in akademik lisansı, yarışmaya katılan ekipler için SoftInWay tarafından ücretsiz olarak verilecektir.

Komponent verimleri baz motora göre iyileştirilebilir fakat yeterli gerekçeler sunulmalıdır.

Tasarım çözümlerinin endüstri standartlarında olması beklenmese bile, çözümlerin gerçek hayatta uygulanabilirliği sorgulanacaktır.

Yarışma raporunda aşağıdaki listelenen konuların yer alması gerekmektedir:

- Yeni motor tasarımının, şartnamede belirtilen gereksinimlerin tamamını karşıladığının gösterilmesi
- Yeni tasarlanan motor çevrimindeki ana motor parametrelerinin nasıl belirlendiğini gösteren getiri götürü analizlerin raporlanması
- Tüm akış yolu ile beraber genel motor mimarisinin 2 boyutlu olarak sunulması
- Tasarım çözümünün fizibilitesinin raporlanması, ilgili tasarım limitlerinin ve ihtiyaç duyulan teknolojilerin belirtilmesi ve gerekçelerinin sunulması
- Komponent performanslarının sunulması, ana motor performansının sağlandığının gösterilmesi
- Seçilen komponentin, ilgili hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) analiz sonuçları
- Motor tasarımı ile uyumlu 3 boyutlu komponent modelleri (hazırlanmış ise, bonus olarak)
- Egzost lülesi düşük görünülülük tasarım çözümleri (çalışılmış ise, bonus olarak)

Ekipler öncelikle, maksimum 30 sayfa olacak Ön Tasarım Raporu sunacaklardır. Bu raporda, HAD analizleri, 3 boyutlu motor modellerinin sunulması beklenmemektedir.

Ön tasarım raporları, komite tarafından değerlendirilecek, uygun görülenler ikinci aşamaya geçebileceklerdir.

Final tasarım raporu maksimum 75 sayfa olacaktır.

Final tasarım raporları, komite tarafından değerlendirilecek, seçilen ekipler, final sunumları yapmak üzere davet edilecektir. Yedinci bölümde belirtilen kriterlerin her birisinden asgari olarak 50 puan alamayan ekipler final sunumuna çağrılmayacaktır. Sunumlar sonrasında 1., 2. ve 3. ekip açıklanacaktır.

7. YARIŞMA TAKVİMİ, PUANLAMA VE DEĞERLENDİRME

Yarışma takvimi	
Tarih	Açıklama
28 Şubat 2019	Yarışma son başvuru tarihi
30 Nisan 2019	Ön tasarım raporu son teslim tarihi
11 Mayıs 2019	Ön tasarım raporuna göre ön elemeyi geçen ekiplerin açıklanması
15 Ağustos 2019	Final tasarım raporu son teslim tarihi
31 Ağustos 2019	Final sunumlarına davet edilecek ekiplerin açıklanması
17-22 Eylül	Final sunumları ve 1.lık, 2.lık ve 3.lüklerin açıklanması

Puanlama ve değerlendirme, havacılık motorları konusunda uzman olan kişilerden oluşacak bir komite tarafından, aşağıda belirtilen kriterler doğrultusunda yapılacaktır:

- Teknik içerik (%35)
Teorinin doğruluğu, kullanılan sebep-sonuç ilişkilerinin geçerliliği, konu üzerindeki teknik hakimiyet, ve benzeri.
- Aktarım (%20)
Tasarımın açık ve anlaşılabilir bir şekilde anlatılması, ilgili bilgilerin, kaynakların ve alıntılarının gerekli yerlerde sunulması,
- Orijinallik (%20)
Sunulan tasarım, standart kitabi bilgi içermemeli, konuya yeni bir bakış açısı ve düşünce ile yaklaşmalıdır.
- Uygulanabilirlik (%25)
Sunulan tasarım çözümü, uygulanabilir olmalı, pratik sonuçlar ve öneriler içermelidir.

Bu dört ana kriterin her birinden asgari olarak 50 puan alamayan ekipler final sunumuna çağrılmayacaktır.

8. ÖDÜLLER

Bu tabloda belirtilen ödüller, ödül almaya hak kazanan takımlara verilecek toplam tutarı göstermektedir, bireysel ödüllendirme yapılmayacaktır. Birincilik, ikincilik ve üçüncülük ödülleri, Takım Üyeleri toplam sayısına göre eşit miktarda bölünerek her şahsın belirteceği banka hesabına yatırılacaktır.

Birinci	50.000 TL
İkinci	25.000 TL
Üçüncü	15.000 TL

9. GENEL KURALLAR

- Her takımın yetkili kişilerinin ilgili hakeme itiraz hakkı vardır. İtirazlar sonradan yazılı olarak verilmek kaydıyla sözlü olarak da yapılabilir. Sözlü olarak yapılan itirazlar en geç 24 saat içerisinde yazılı hale getirilir. Her halükarda yazılı olmayan itirazlar dikkate alınmayacaktır. Yapılan itirazlar hakem heyeti tarafından incelenerek 24 saat içerisinde karara bağlanır.
- Her bir yarışmacı yarışırken gerekli emniyet tedbirlerini almak ve çevresine karşı kendisinden beklenen özeni göstermekle yükümlüdür.
- Türkiye Teknoloji Takımı (T3) Vakfi ve organizasyon komitesi, adil sonuçlar doğurabilmesi açısından yarışmaların objektif kriterler içerisinde gerçekleşmesi, yarışmacıların her türlü ihtiyaçlarının daha iyi karşılanabilmesi, emniyet tedbirlerinin sağlanması ve yarışma şartlarının işlerlik kazanabilmesi için işbu şartnamede her türlü değişiklik yapma hakkını saklı tutar.
- T3 Vakfi ve organizasyon komitesi, yarışmalara başvuru sürecinin ardından gerçekleştirilecek değerlendirmeler sonucunda, yarışmalara katılmak için gerekli teknik bilgi ve becerilere sahip yeterli başvuru olmaması durumunda yarışmaları iptal etme hakkını saklı tutar.
- TEKNOFEST Güvenlik ve Emniyet Şartnamesi tüm yarışmacılara, heyetlerine ve ilgili kişilere tebliğ edilir. Organizasyon kapsamında yarışacak bütün takımlar, TEKNOFEST Güvenlik ve Emniyet Şartnamesi'nde yarıştıkları yarışma özelinde belirtilen güvenlik şartlarını sağlamakla yükümlüdür. Bu bakımdan, söz konusu emniyet talimatında yer alanlar haricinde, kullanılan sistemlerden kaynaklı ilave tedbirlerin alınması yarışmacıların sorumluluğundadır.
- T3 Vakfi ve organizasyon komitesi, TEKNOFEST Güvenlik ve Emniyet Şartnamesi'nde belirtilen koşulları sağlamadığını tespit edilen takımları, organizasyonun güvenli bir ortamda gerçekleşebilmesi adına yarışma dışı bırakma hakkını saklı tutar. Yarışmacıların, heyetlerinin ve ilgili kişilerinin yarışmalar esnasında doğan ihlalleri sonucunda oluşabilecek zararlardan T3 Vakfi ve organizasyon yetkilileri sorumlu değildir.
- Yarışma katılımcıları ve diğer hak sahipleri yarışmaya dahil edilen tüm tasarımların, kodların ve ürünleri fikri haklarından teknolojinin ilerlemesi maksadıyla kamuyla

paylaşılması hususunda feragat ederler, ileriye matuf herhangi fikri ve ticari hak, patent hakkı vb. gibi hiçbir hak ve talepte bulunmayacaklarını bu şartnamenin tarafı olarak kabul ve taahhüt ederler. Bunun yanında yarışmacı, yarışmaya ilişkin tasarımları, kodları ve imalatlarını araştırma ve bilimsel faaliyetlerinde kullanabilir; bildiri, tez, makale olarak sunabilir.

- Yarışmacı, herhangi bir ürünün fikri sınai mülkiyet haklarını ihlal etmesi sebebiyle T3 Vakfı ve TEKNOFEST'in zarara uğraması durumunda söz konusu zararlar ilgili takımdan (danışman dahil) karşılanacaktır.
- Yarışmaya katılma hakkı kazanan tüm takımlara Katılım Sertifikası verilecektir.

9.1. Sorumluluk Beyanı

- T3 Vakfı ve TEKNOFEST, yarışmacıların teslim etmiş olduğu herhangi bir üründen veya yarışmacıdan kaynaklanan herhangi bir yaralanma veya hasardan hiçbir şekilde sorumlu değildir. Yarışmacıların 3. kişilere verdiği zararlardan T3 Vakfı ve organizasyon yetkilileri sorumlu değildir. T3 Vakfı ve TEKNOFEST, takımların kendi sistemlerini Türkiye Cumhuriyeti yasaları çerçevesinde hazırlamalarını ve uygulamalarını sağlamaktan sorumlu değildir.

Türkiye Teknoloji Takımı Vakfı işbu şartnamede her türlü değişiklik yapma hakkını saklı tutar.