

Düşük Bypass Art Yakıclı Askeri Turbofan Motoru

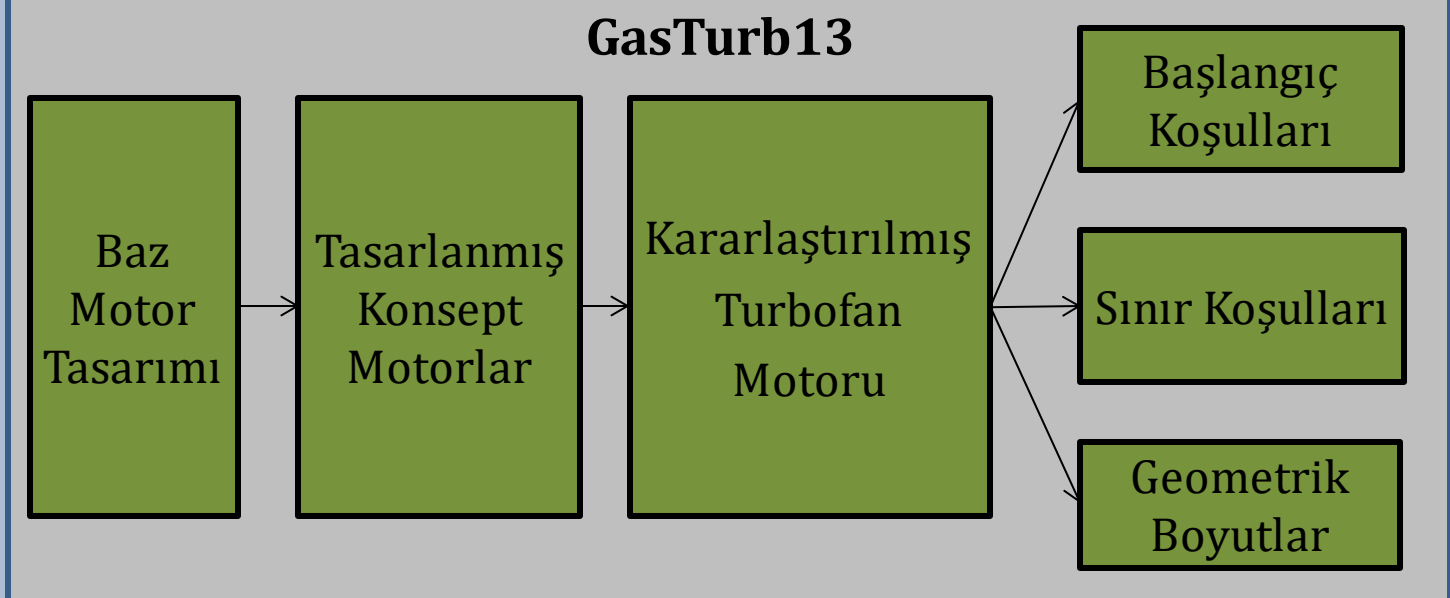
Baran İper, Burak Cenik, Çağdaş Cem Ergin, Tacettin Utku Süer

HEDEF

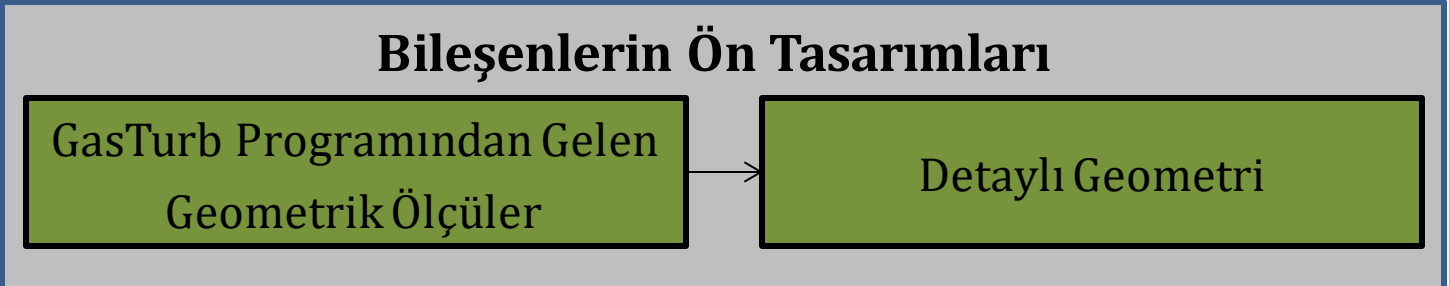
- Düşük Bypass Art Yakıclı Askeri Turbofan Motor Tasarımı
- Mach sayısı: 1.7, İrtifa: 12000 m
- Kalkışta gereken itki: 60 kN (kuru), 90 kN (artyakıclı)
- Motorun özgül yakıt tüketiminin, baz motora göre %15 daha az, itki/ağırlık oranının ise %10 daha fazla olması.
- Yeni turbofan motorun optimum termodinamik özelliklerinin hesaplanması ve HAD (Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği) esaslı olarak eksiksiz bileşen tasarımı.

YÖNTEM

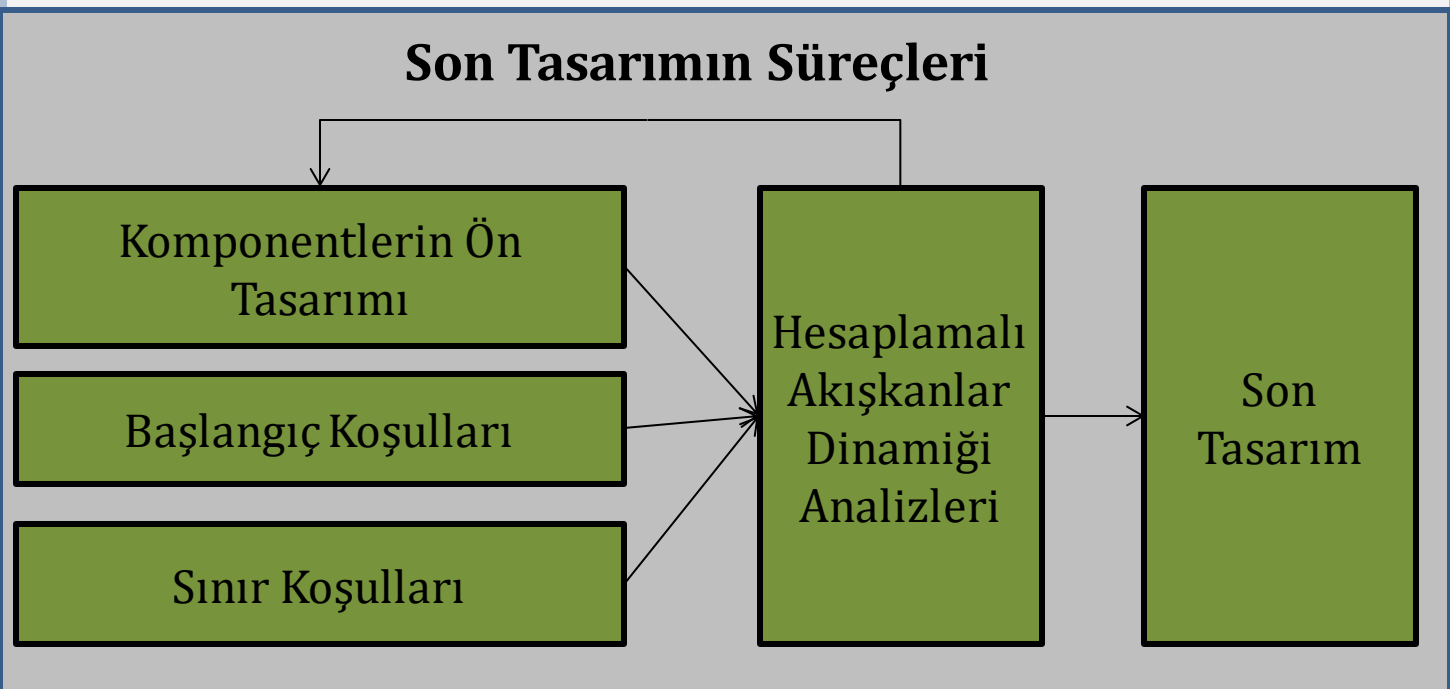
- Temel motorun ön tasarımı GasTurb13'de hazırlandı. Bu yazılım 1D termodinamik hesapları yapar. Temel motorun sonuçları yeni konsept turbofan motorlar için kullanılmış ve değiştirilmiştir. Daha az yakıt tüketen ve daha az ağırlığa sahip konsept motorlardan biri seçilmiştir. Seçilen motor ayrıca bileşen tasarımları için başlangıç ve sınır koşulları haline gelir.



- Komponent tasarımı, eksenel fan, eksenel kompresör, yanma odası, eksenel türbin, mikser, art yakıcı ve yakınsak-ıraksak lüleden oluşur.
- CFD analizlerinden önce her bir bileşen için ön tasarımlar ayrı olarak yapılır. Bu ön hesaplamalarla ayrıntılı geometri parametreleri oluşturulur.



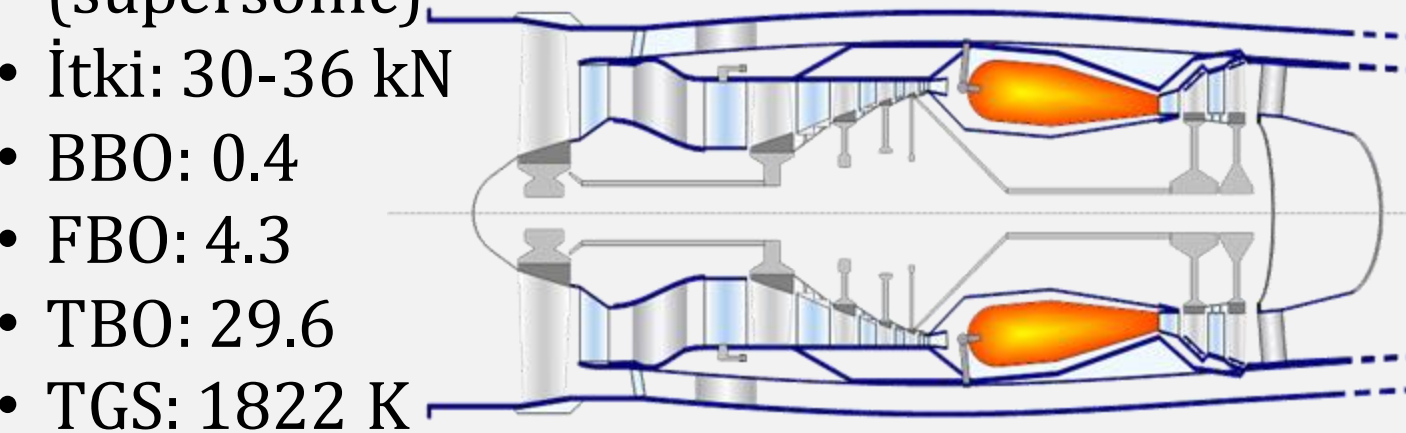
- CFD analizleri, StarCCM+ ve AxSTREAM yazılımları ile başlangıç koşulu, sınır koşulu ve geometrik parametreler kullanılarak gerçekleştirilir.



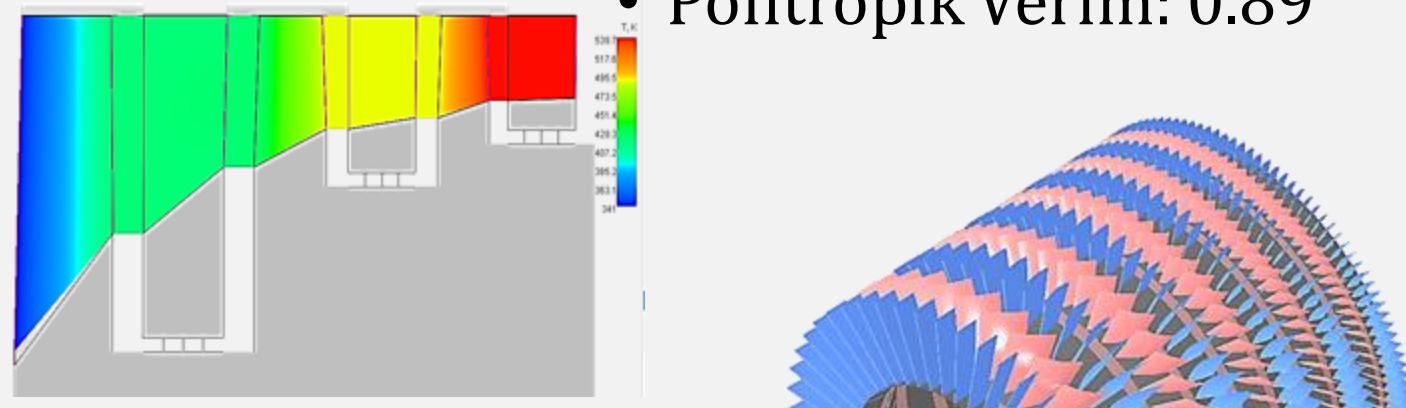
HESAPLAMALAR ve CFD ANALİZLERİ

Çift shaftlı turbofan motoru bileşenlerin HAD analizleri yapılarak tasarlanmıştır.

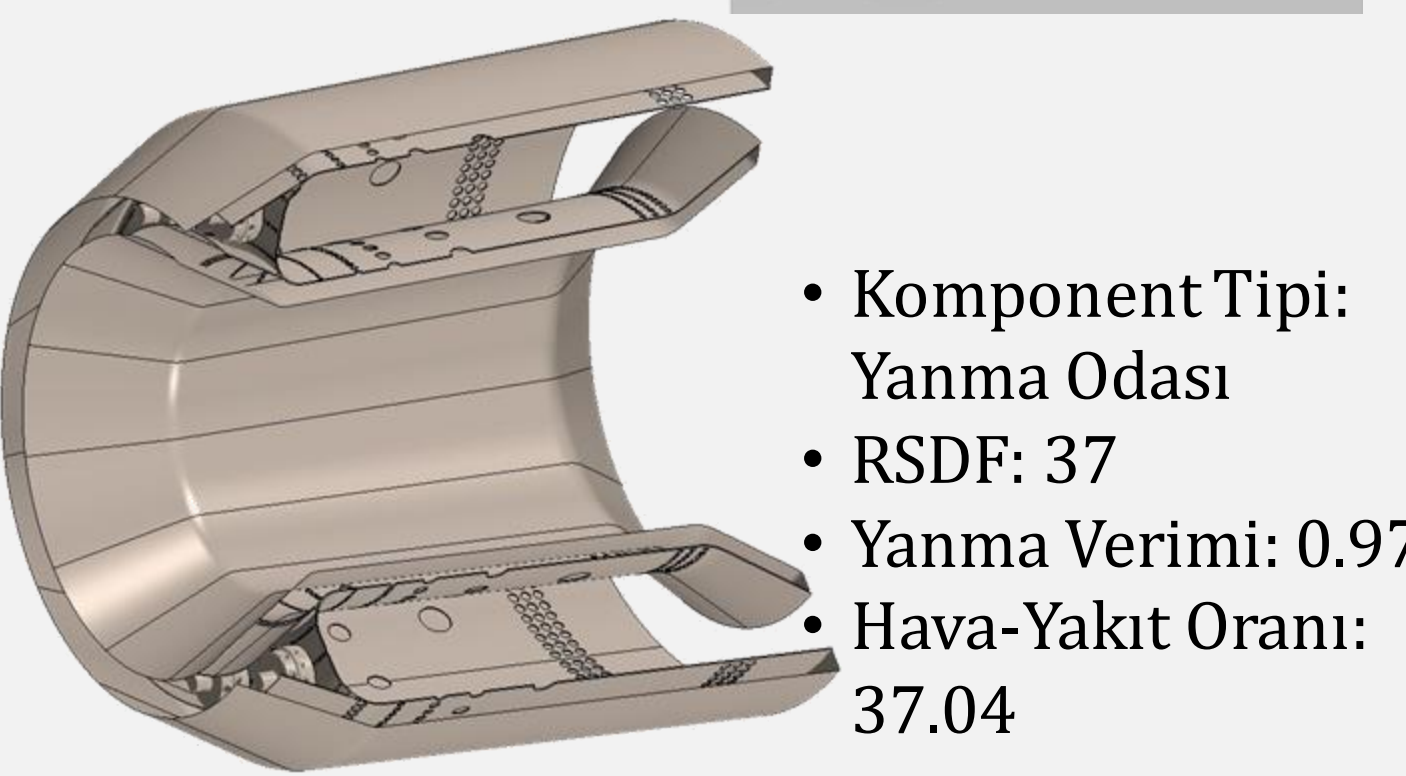
- Durum: Süpersonik (supersonic)
- İtki: 30-36 kN
- BBO: 0.4
- FBO: 4.3
- TBO: 29.6
- TGS: 1822 K
- Ağırlık: 899 kg



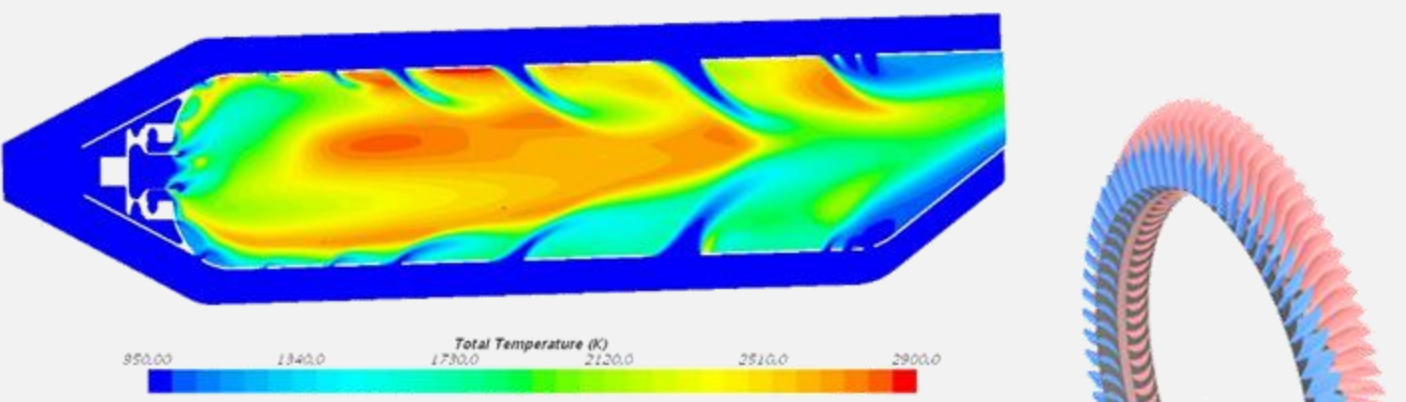
- Komponent Tipi: Eksenel Fan
- Kademe Sayısı: 3
- FBO: 4.3
- En yüksek çap: 0.72 m
- Politropik Verim: 0.89



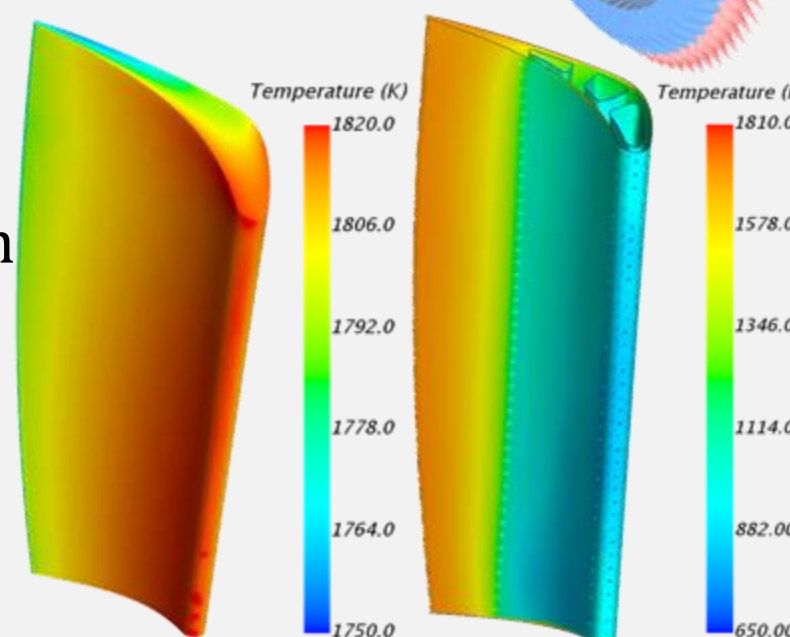
- Komponent tipi: Eksenel Kompresör
- Kademe Sayısı: 5
- Basınç Oranı: 7.06
- Maksimum Çap: 0.34 m
- Politropik Verim: 0.91



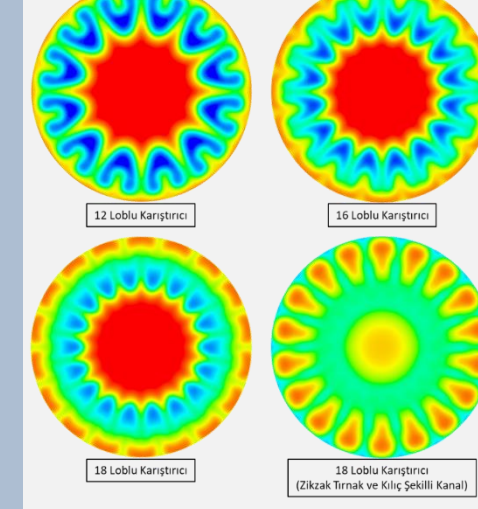
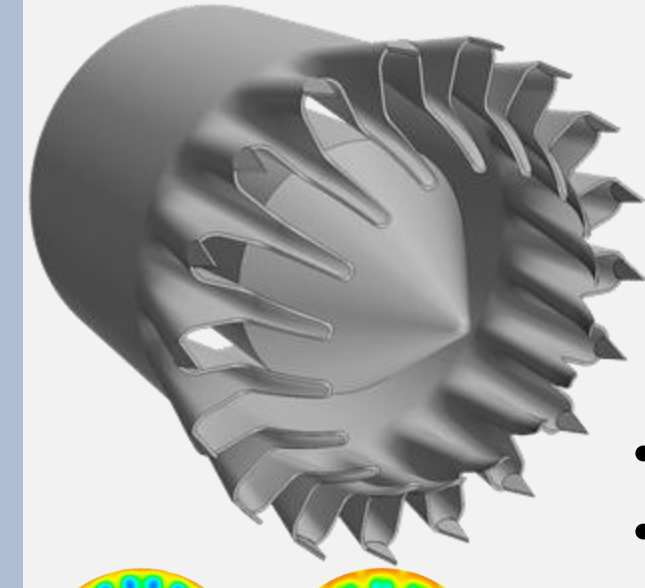
- Komponent Tipi: Yanma Odası
- RSDF: 37
- Yanma Verimi: 0.97
- Hava-Yakıt Oranı: 37.04



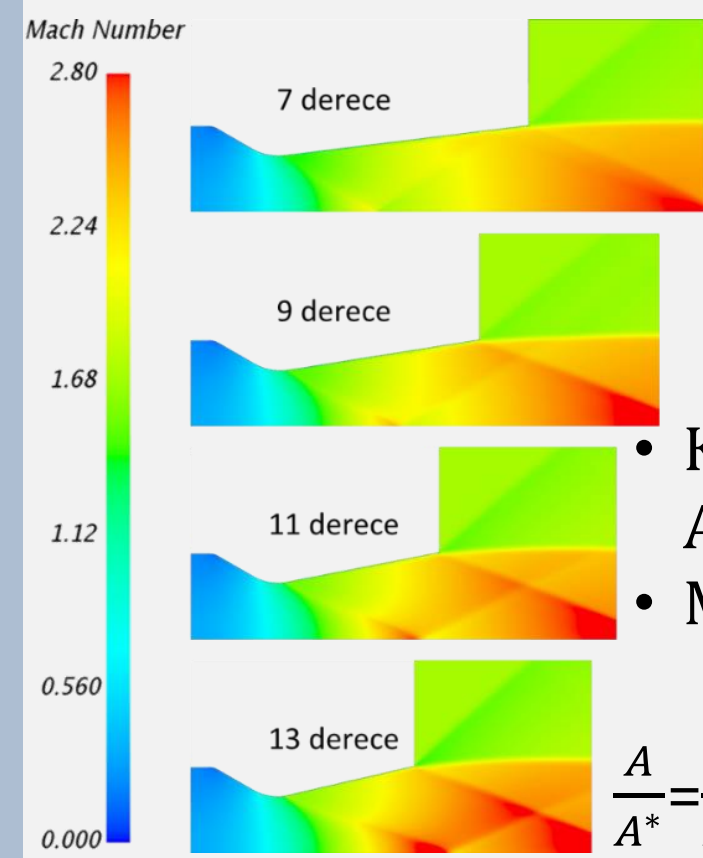
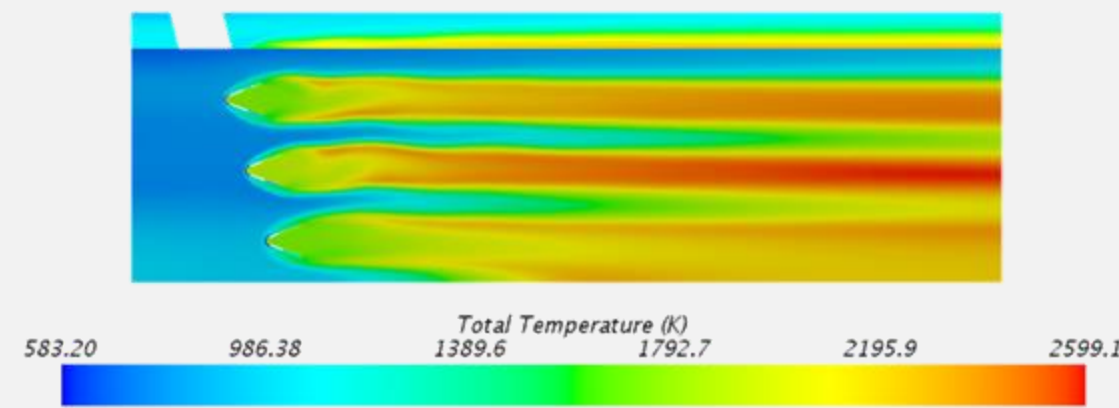
- Komponent Tipi : Yüksek Basınçlı Eksenel Türbin
- Kademe Sayısı: 1
- Ortalama Çap: 0.38 m
- İzantropik Verim: 0.91
- Şaft Hızı: 22800 rpm



- Komponent Tipi : Düşük Basınçlı Eksenel Türbin
- Kademe Sayısı: 1
- Ortalama Çap: 0.42 m
- İzantropik Verim: 0.92
- Şaft Hızı: 14600 rpm



- Komponent Tipi: Art Yakıcı
- Yanma Verimi: 0.94
- İtki: 31.8 kN
- Basınç Düşümü: %9.1



- Komponent Tipi : Değişken Alanlı Yakınsak-İraksak Lüle
- Mach Sayısı: 2.32

$$\frac{A}{A^*} = \frac{1}{M_a} \left(\frac{2}{\gamma+1} \left[1 + \frac{\gamma-1}{2} M_a^2 \right] \right)^{\frac{\gamma+1}{2(\gamma-1)}}$$

SONUÇLAR

- Konsept olarak tasarlanan motorlar arasında istenilen kriterlere göre en iyi olan motor seçilmiştir. Böylelikle tüm komponentler tasarlanıp HAD analizleri gerçekleştirilerek istenilen %15 daha az yakıt tüketimi ve %10 daha fazla itki/ağırlık değerleri sağlandı.
- Her bileşenin Bilgisayar Destekli Çizimleri (CAD) gerçekleştirilerek montajı tamamlanmıştır.

TEŞEKKÜR

Sergilenen HAD analizleri için TOBB ETÜ Yanma Sistemleri Laboratuvarının (Combustion System Laboratory-CSL) bilgisayar gücü kullanılmıştır.