

İ.T.Ü.
MAKİNA FAKÜLTESİ BİTİRME TASARIM PROJESİ
SUNUMU

Pompalarda Önçark Tasarımı ve Optimizasyonu



Hazırlayanlar:

Faruk TUNA

Mert NOYA

Danışman:

Prof. Dr. Erkan AYDER

11.06.2019

Pompalarda Önçark Tasarımı ve Optimizasyonu

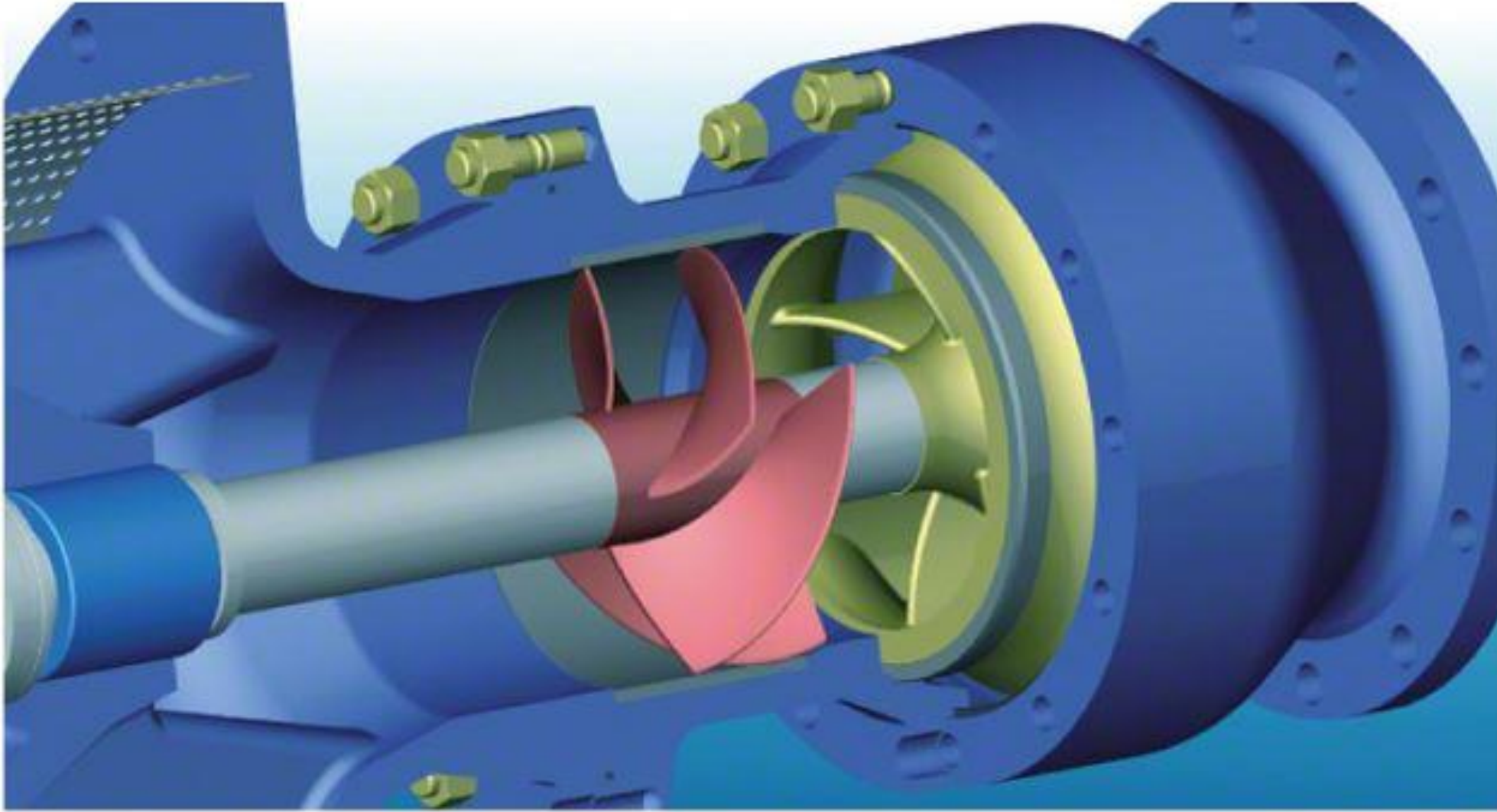
- GİRİŞ
- TASARIM YÖNTEMLERİ
- TASARIM PARAMETRELERİ
- SAYISAL ÇÖZÜMLEME
- MALİYET ANALİZİ
- SONUÇLAR

Kavitasyon Nedir?

Kavitasyon, pompalarda performansı düşüren ve pompa çarkına büyük zararlar veren istenmeyen bir fiziksel olaydır. Kavitasyon, pompanın özellikle emme tarafında basıncın, akışkanın buhar basıncının altına düşmesi sonucunda buhar kabarcıkları oluşması ve oluşan bu kabarcıkların çark tarafında basıncın artması ile çökmesi sonucu çoğunlukla çarka zarar vermesi olayıdır. Bu olayın önüne geçmek adına pompa girişinde basıncı yükseltmek adına önçark uygulaması tercih edilen bir uygulamadır.



Önçark Kullanım Amacı



Tasarım Yöntemleri

3-D Ters
Tasarım

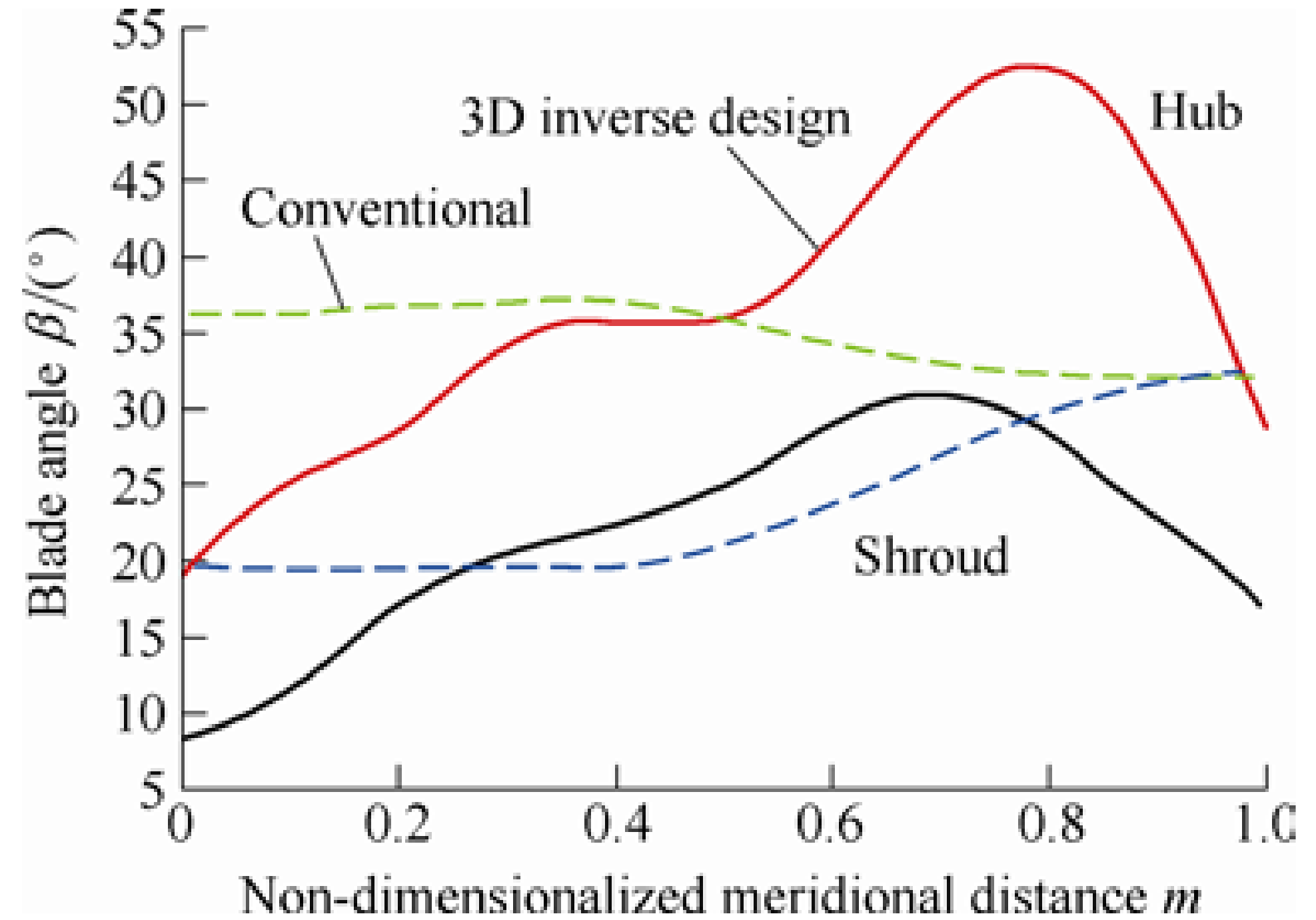
Konvansiyonel
Tasarım



Tasarım Kriterleri

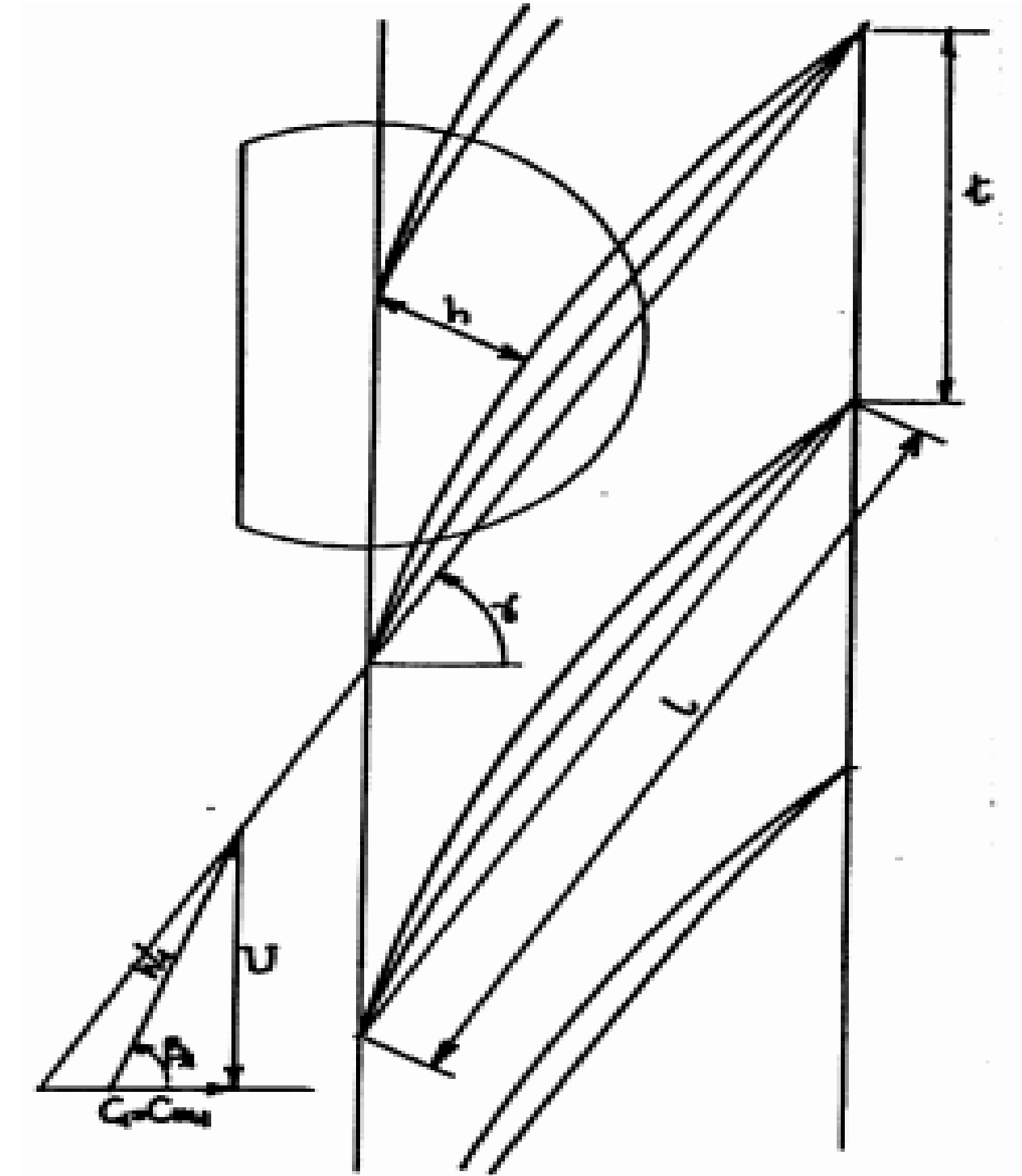
Kanadın şekli ile ilgili olarak, yandaki şekilde gösterildiği gibi büyük farklar ayırt edilebilir.

Konvansiyonel olarak tasarlanmış bir pervanenin kanat açısı dağılımı genellikle çok düzgündür, çünkü 3D geometrisi uygun haritalama yöntemiyle modellenir; 3D ters yöntemle, kanat açısı doğrudan verilen hidrodinamik parametrelerle hesaplanır.



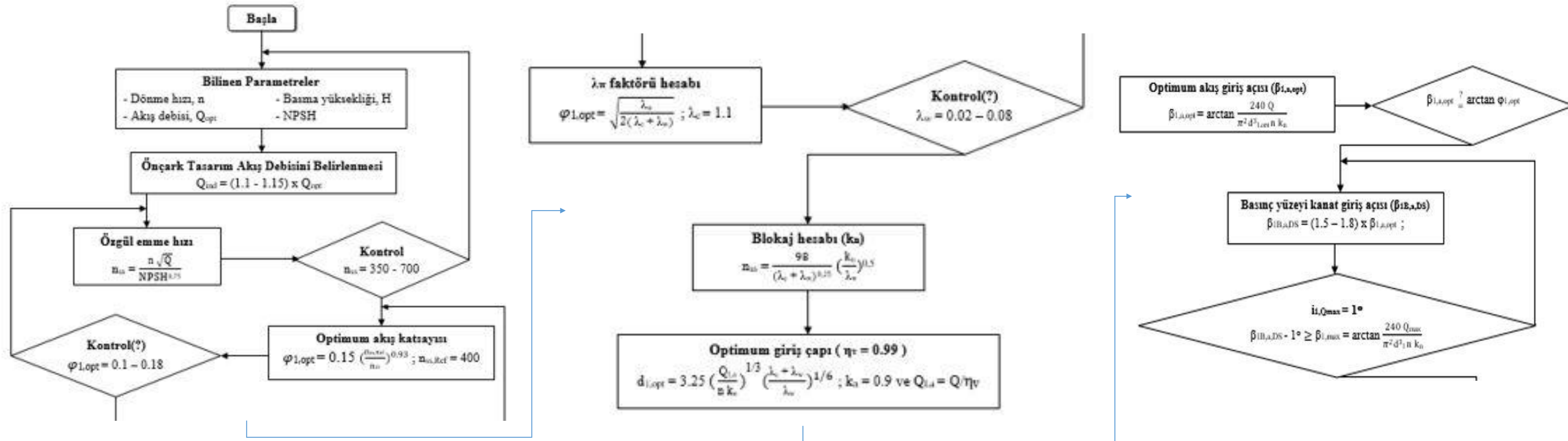
Ana Parametreler

- Operasyonel parametreler: debi Q , basma yüksekliği H , ENPY, dönme hızı N
- Rotor kanat sayısı Z_r
- Rotor kanatlarının aerodinamik kamberi C_{z0}
- Göbek/uç oranı T
- Dış yarıçap R_e
- Ön kenardaki kanat açısı β_{p1}
- Kavitasyon katsayısı σ
- Stagger açısı (Kanatların göbeği sarma açısı) γ



Rotor kanadının kaskat görüntüsü

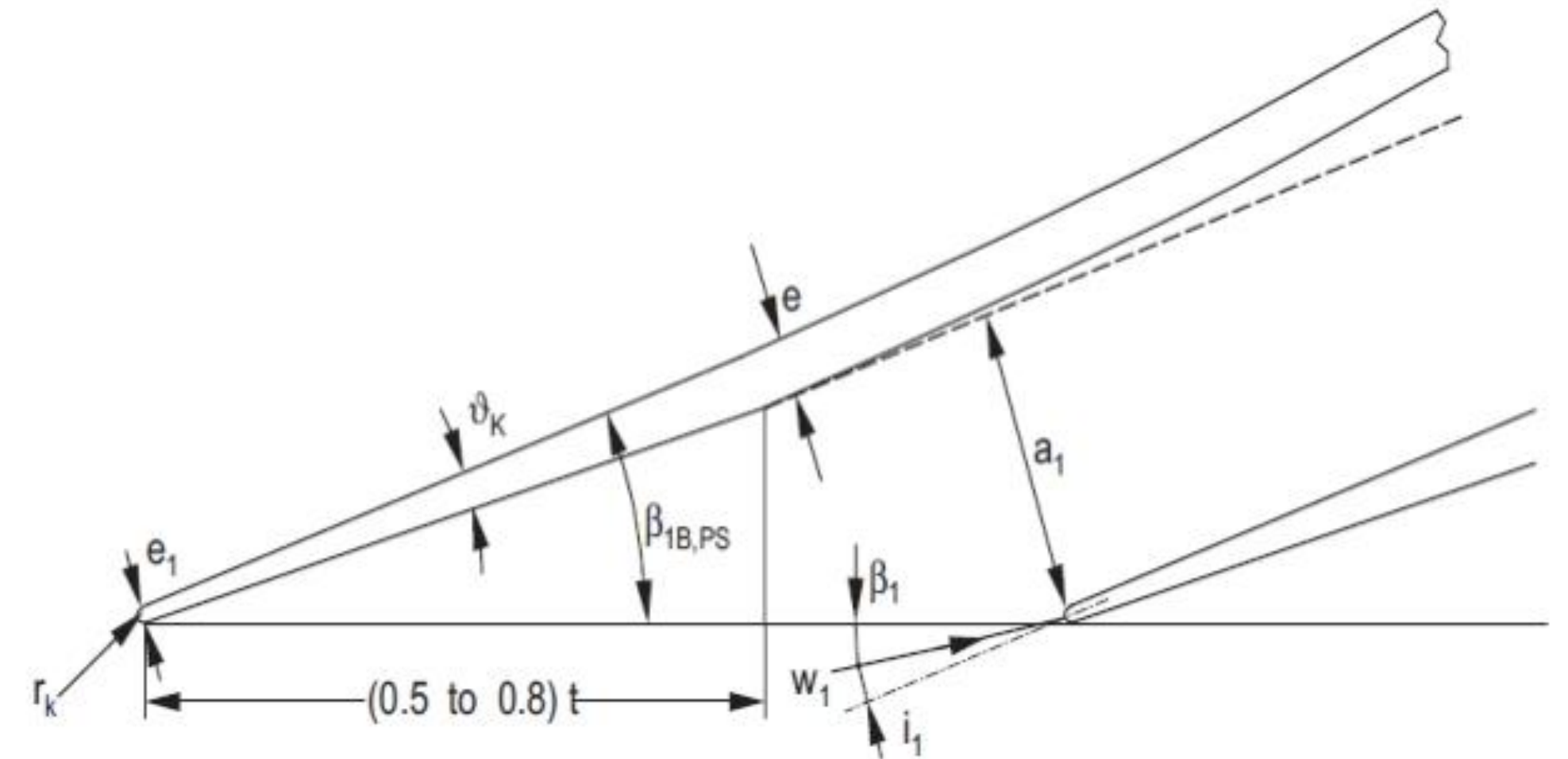
Tasarım Akış Şeması



İstenen Şartlar	
Devir Sayısı(d/d)	3000
$Q_{opt}(m^3/s)$	0,015
H(m)	10
Hesaplamalar	
Hh	0,78
z(kanat sayısı)	3
NPSH	0,52
$\phi_{1,opt}$	0,1
Nss	600
kn(blockage)	0,94
ϕ_1	0,097

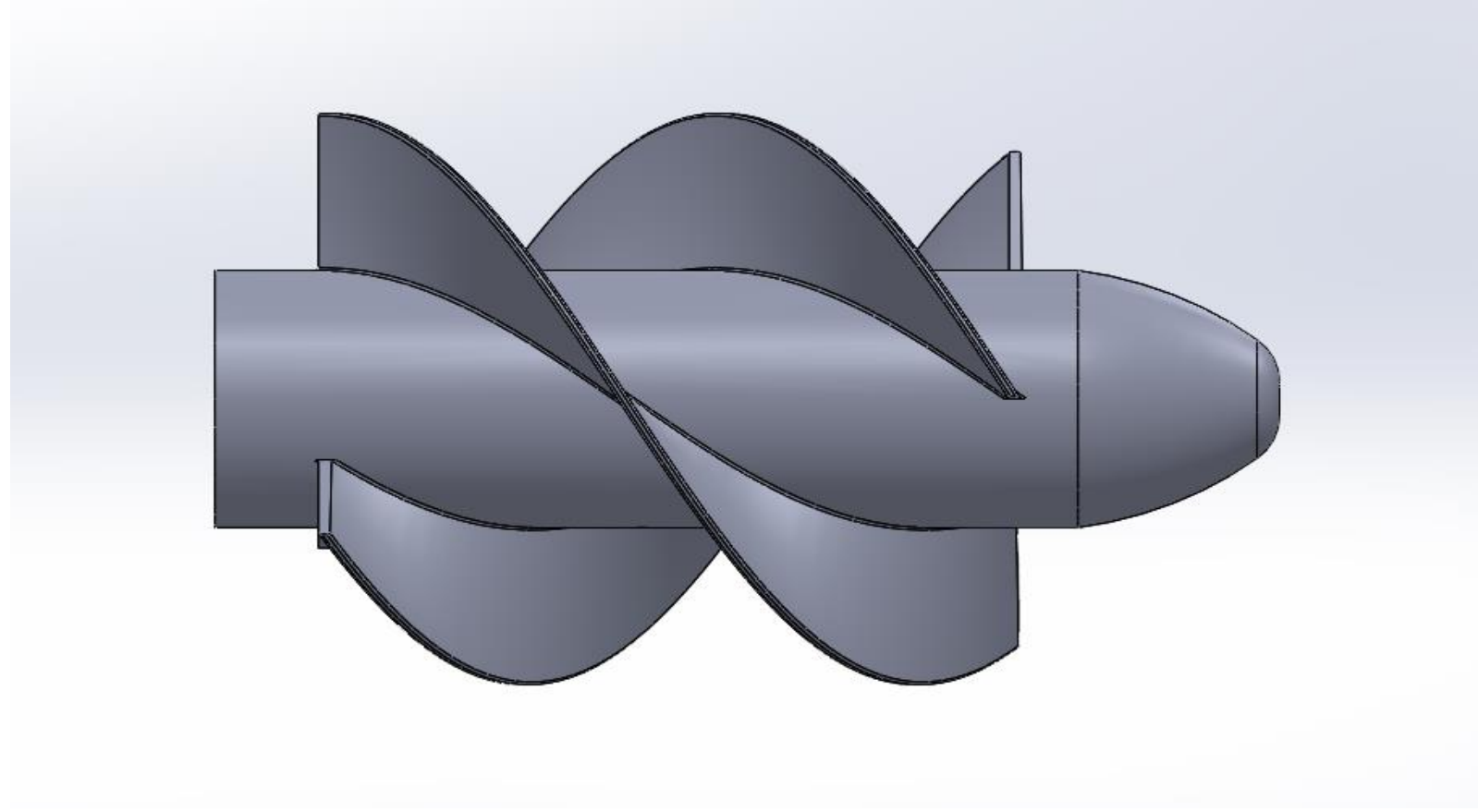
Kanat Profili	
L/t	2
L	0,045
T	0,0225
Vk	4,15
Lk	0,013
Rk	0,00012
E	0,003
e ₁	0,002

Giriş		Çıkış	
d _{1,a} (m)	0,1084	d _{2,a} (m)	0,1084
d _{1,i} (m)	0,016	d _{2,i} (m)	0,048
β_1 (akış açısı)	5,78	β_2	8,4
u ₁ (m/s)	17	u ₂ (m/s)	17
c _{1m} (m/s)	1,66	c _{2m} (m/s)	2,03
c _{1u}	0	c _{2u} (m/s)	16,7
w ₁ (m/s)	17,1	w ₂ (m/s)	2,05
β_{1B}	10,4	β_{2b}	10,4

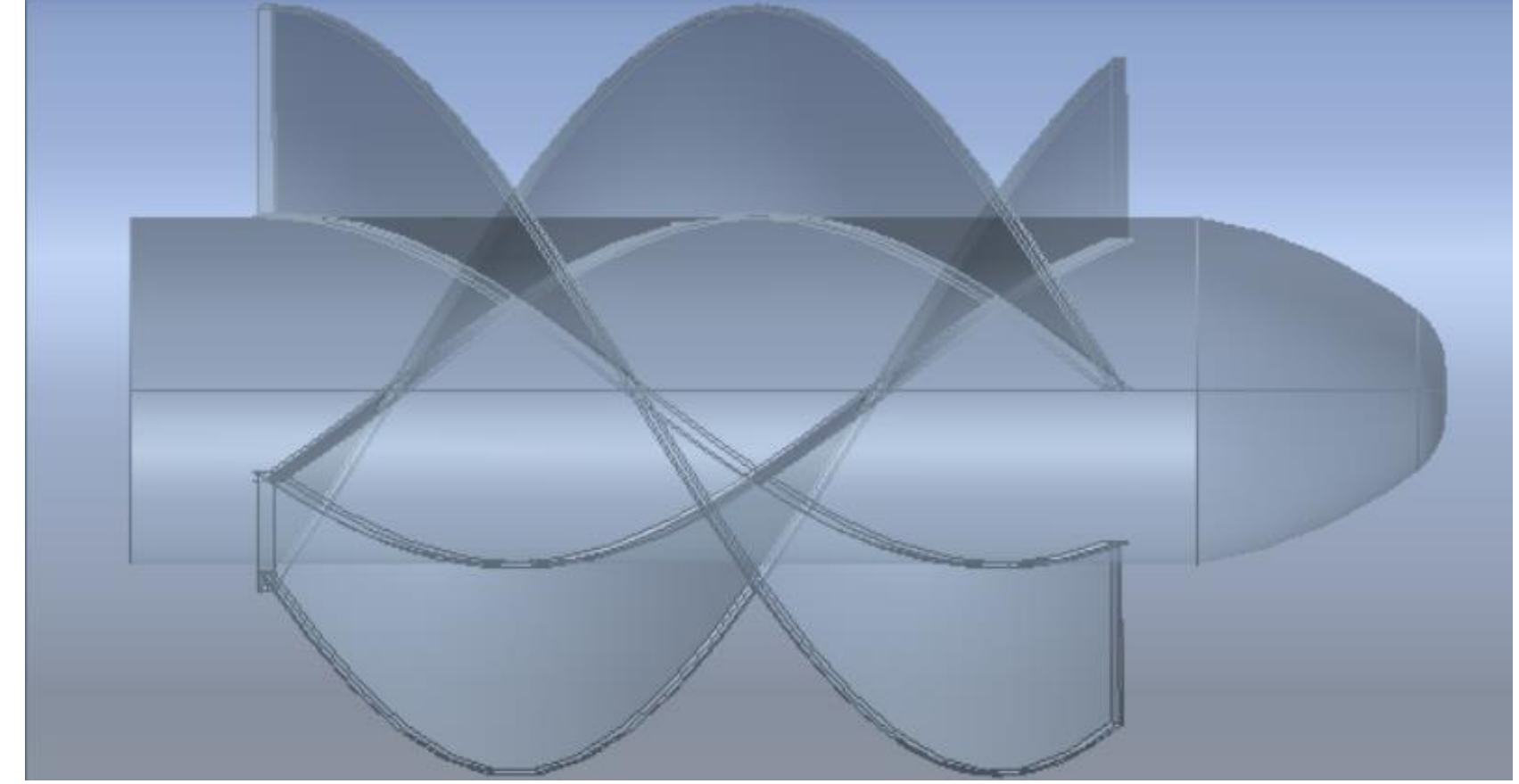


Kanat Profili

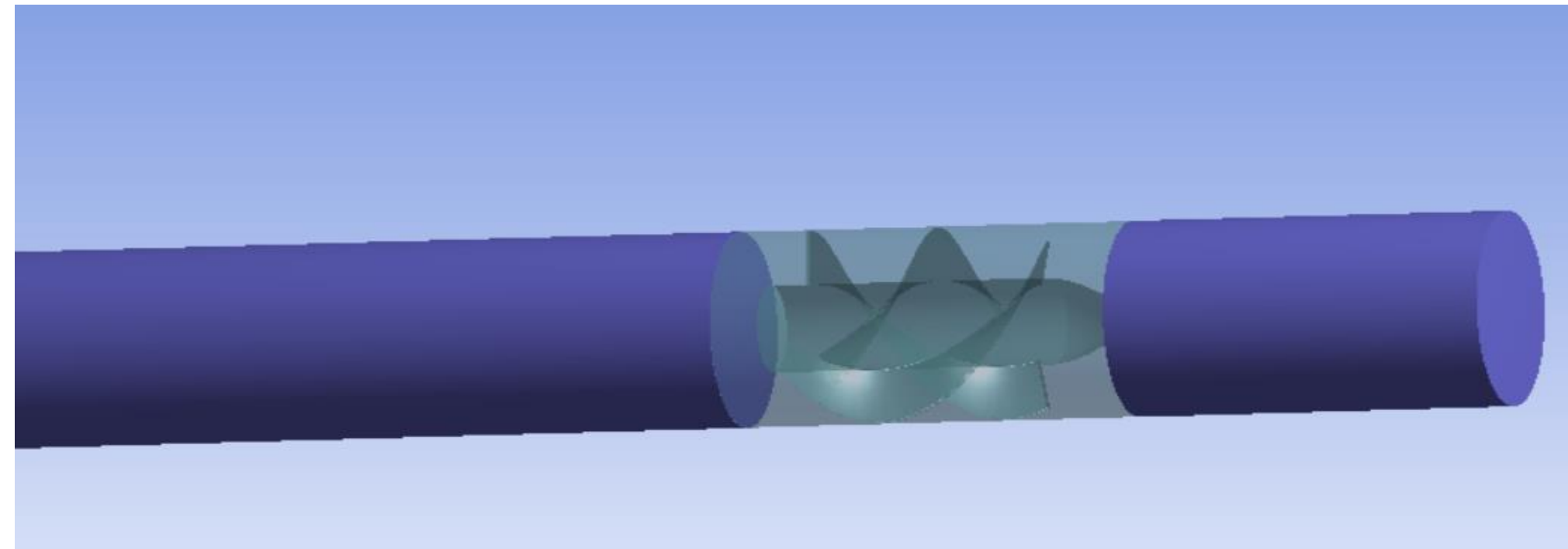
Sayısal Çözümlemede Kullanılan Geometriler



Önçark



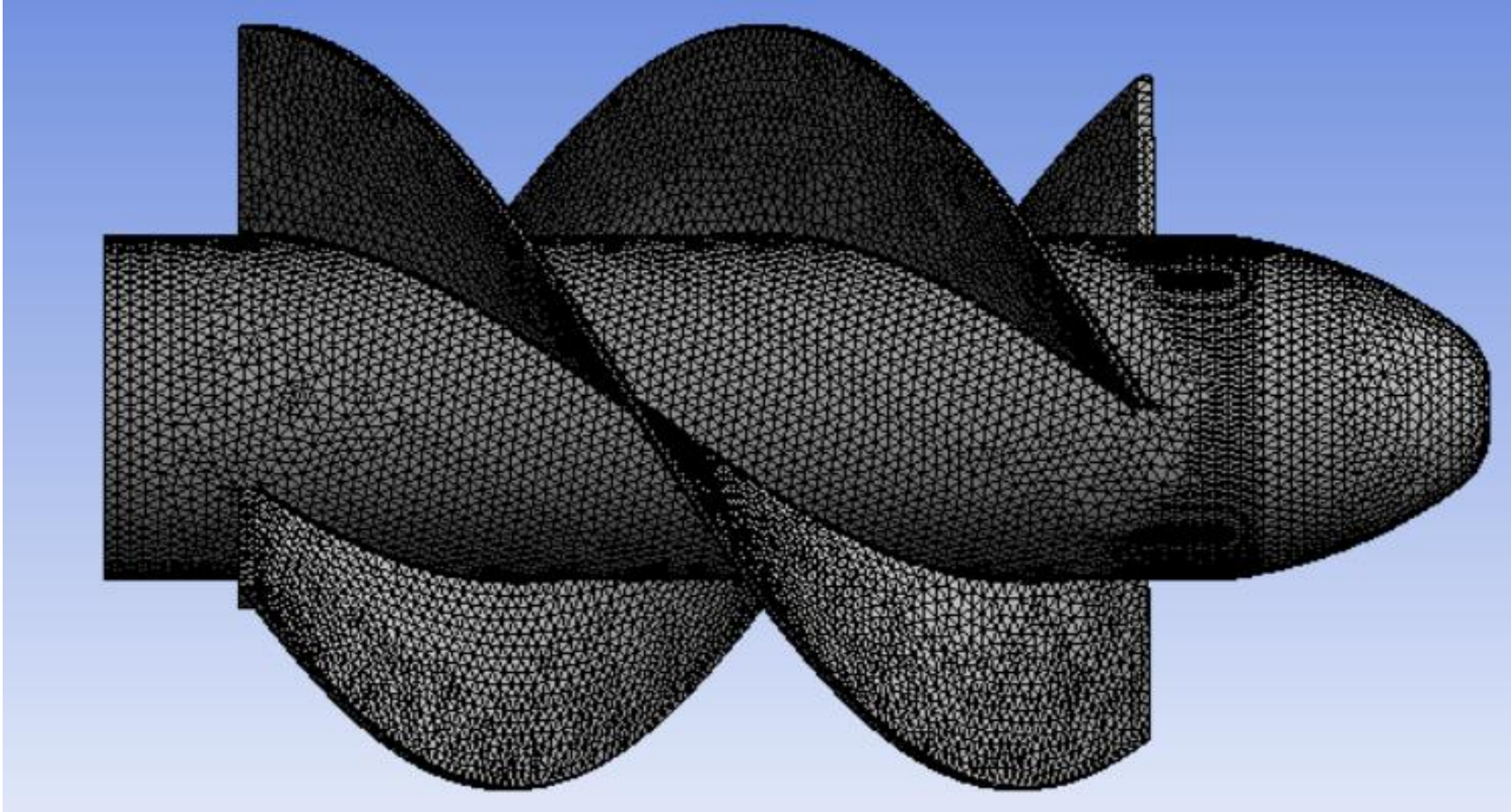
Önçarkın çıkarıldığı akış hacmi



Bütün geometri

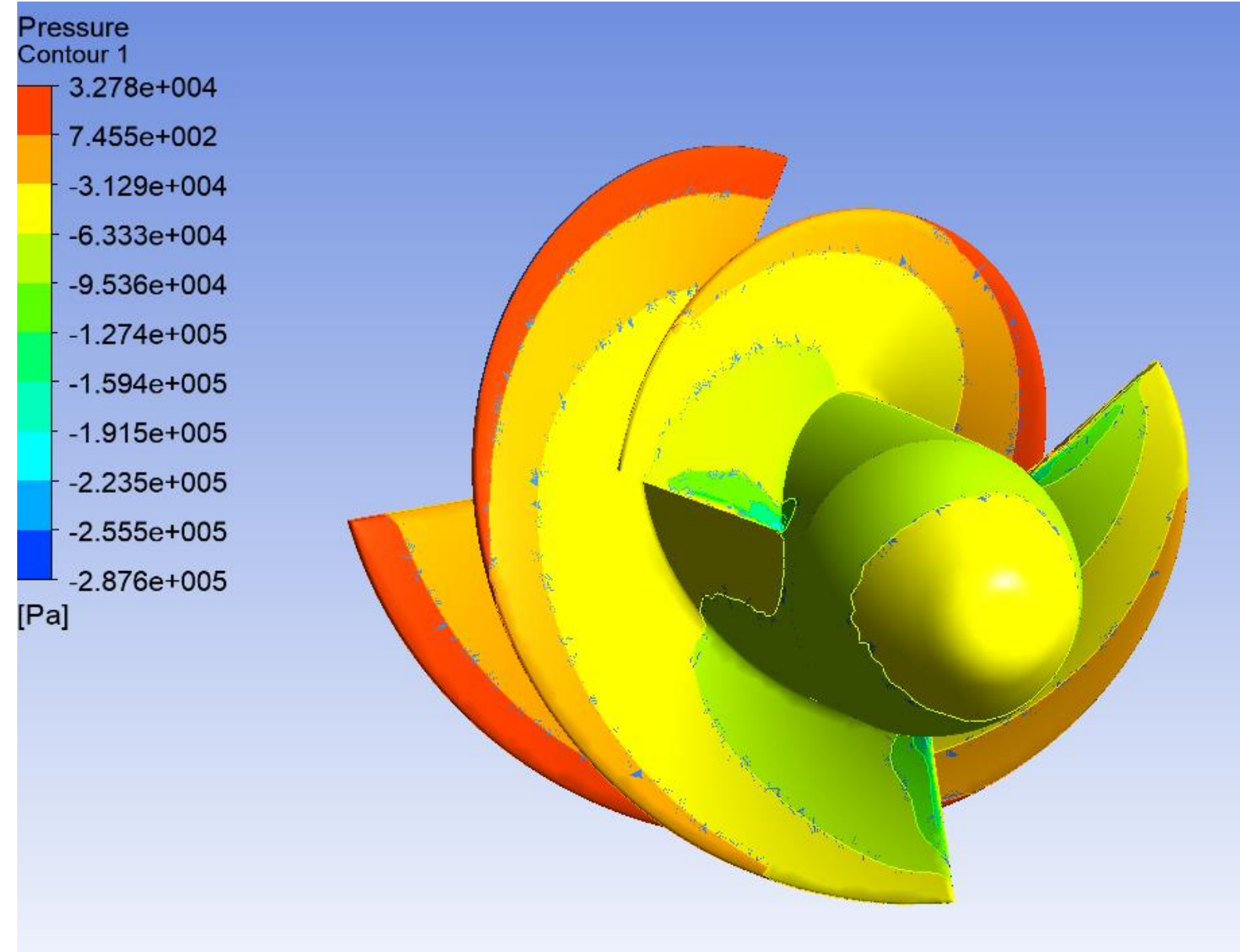
Sayısal Çözümlemede Çözüm Ağı

Ön çark yüzeylerine 2 mm'lik eleman boyutu tanımlanmış olup, yüzeylere atılan mesh büyütülerek bütün geometriye aktarılmıştır. Bütün geometride yaklaşık iki buçuk milyon eleman kullanılmıştır. Kanat uçlarında ve kanat ile göbeğin birleşim noktalarında daha doğru sonuç almak adına mesh boyutları küçük tutulmuş olup, daha fazla mesh atılmıştır.

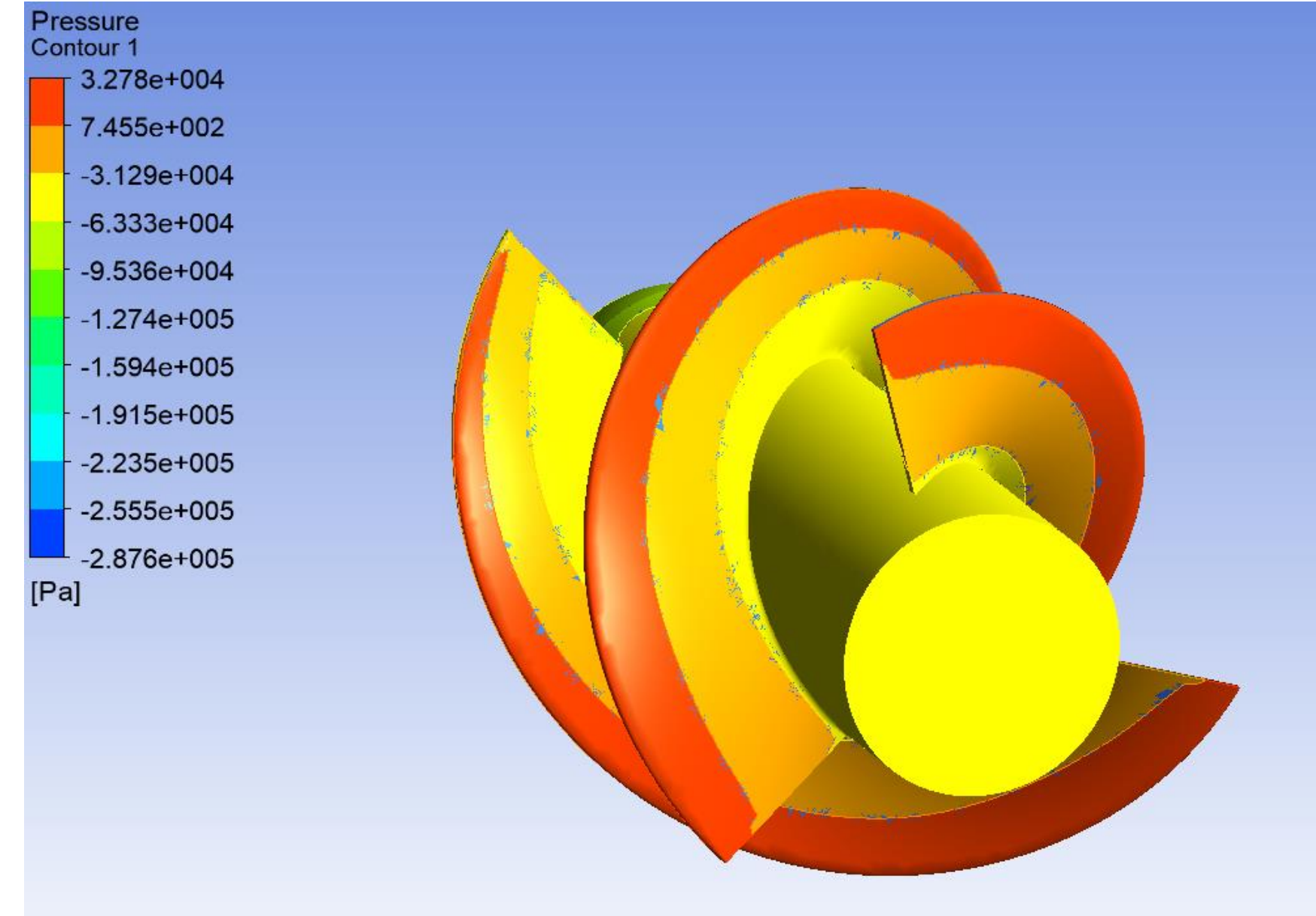


Sayısal Çözümlemede Sınır Şartları

- **Giriş:** Debi, 15 [kg/s]
- **Çıkış:** Basınç=0 Pa, Atmosfer Basıncı (Mutlak 1 atm)
- Ön çarkın içinde bulunduğu hacim: Dönen hacim, 3000 rpm
- Solver: Sürekli rejim, basınç temelli
- Modelde bütün akışlar 25 derecede su (sıvı) seçilmiştir.

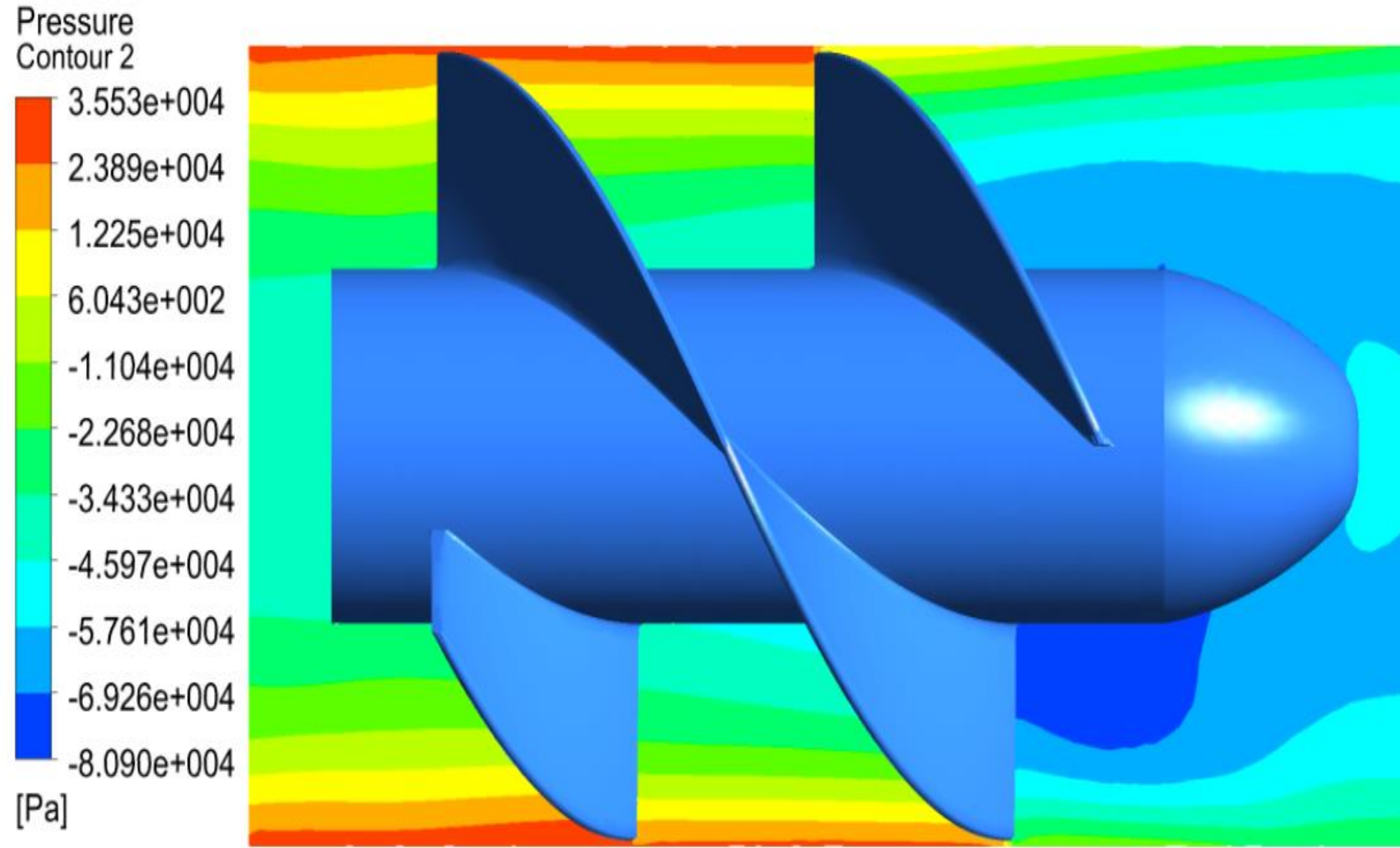


Önçark yüzeyindeki basınç dağılımı (önden)

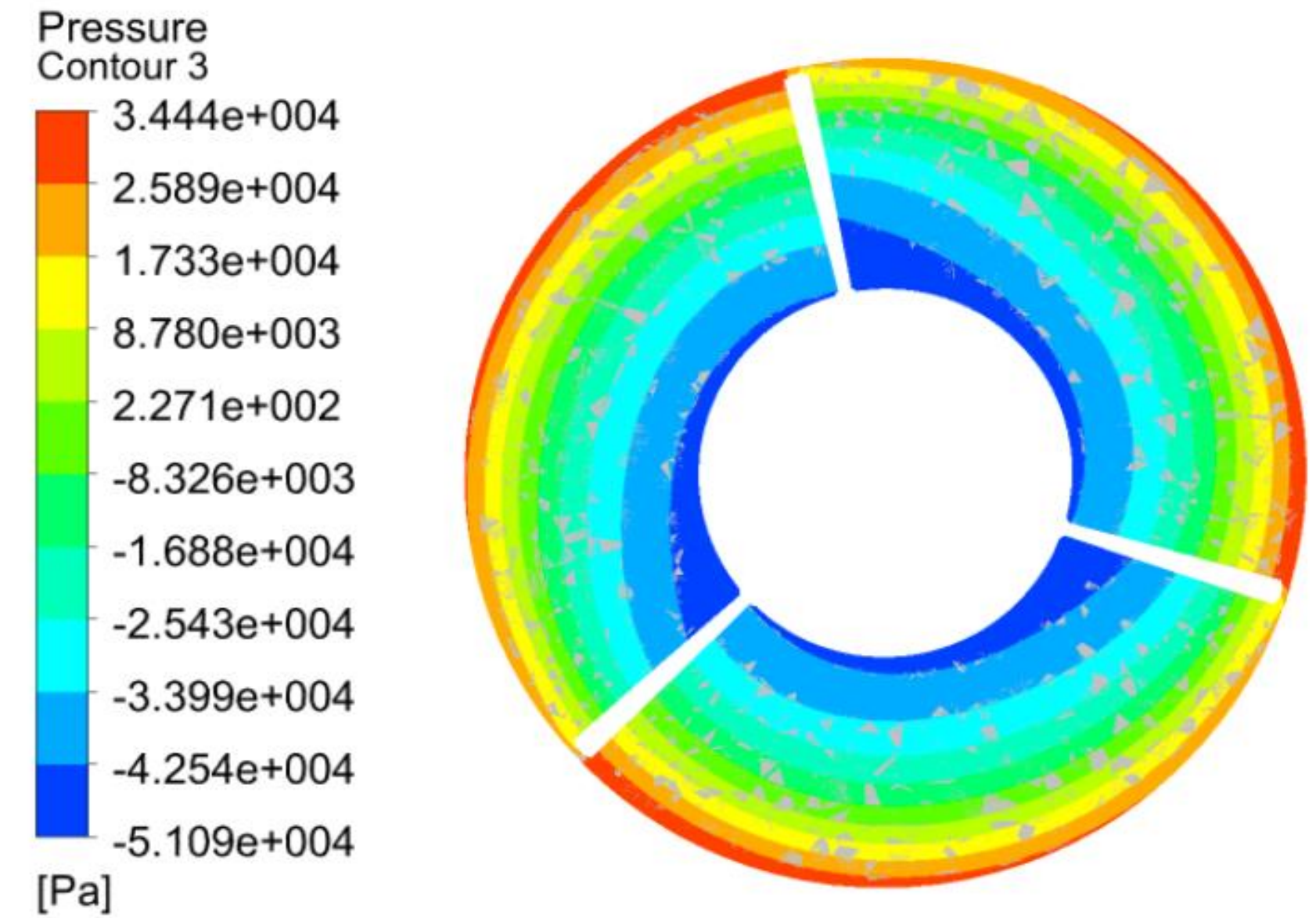


Önçark yüzeyindeki basınç dağılımı (arkadan)

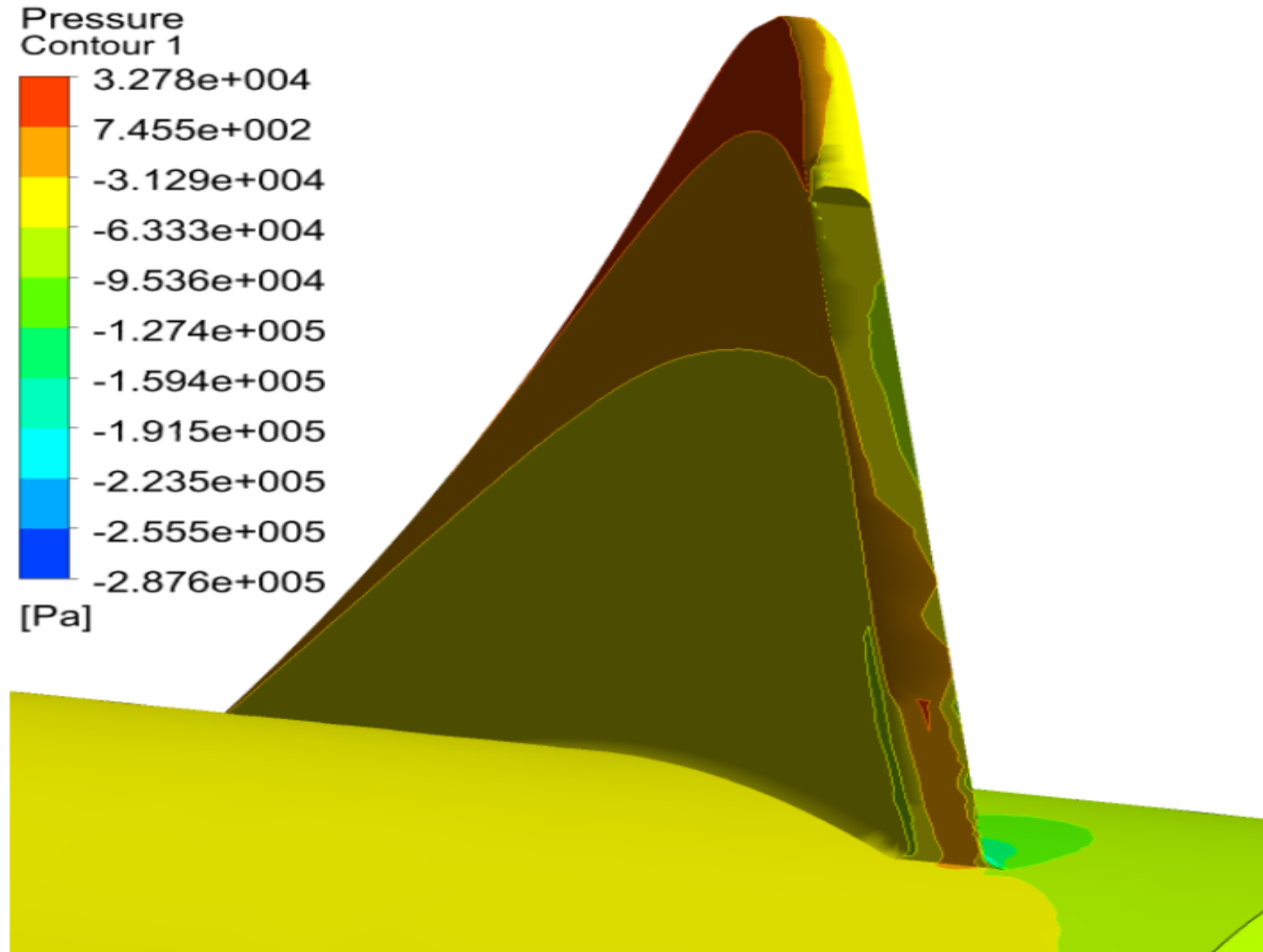
Analiz Sonuçları



Akış yönüne paralel olarak alınan kesitteki basınç dağılımı



Akışa dik yönde alınan kesit üzerinde basınç dağılımı

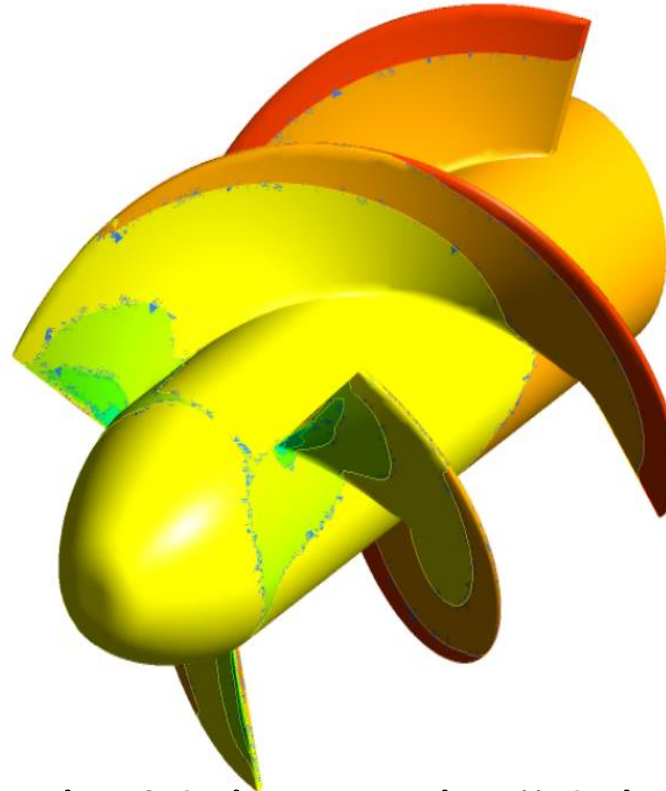


Akış ile ilk temas eden kenar (leading edge) üzerindeki basınç dağılımı

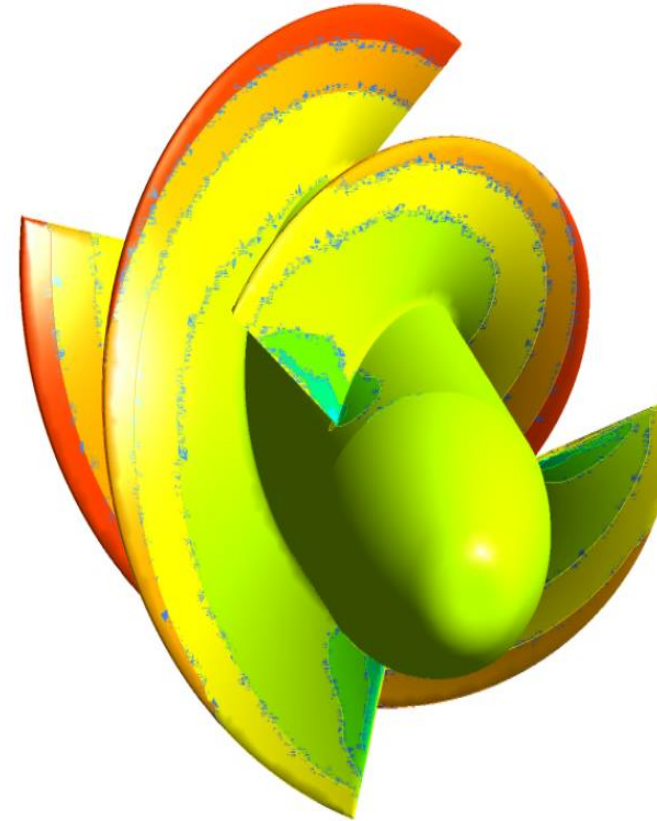
Ön çarklarda akışkan ile ilk temas eden kanat kenarında (leading edge) basınç değişimi diğer kenarlara göre daha fazladır. Kenar üzerinde oluşan sınır tabaka sebebiyle kanadın alt tarafında hız azalıp basınç artarken, üst tarafında hız daha yüksek ve basınç daha düşük olur.

Analiz Sonuçları

Pressure
Contour 1
3.178e+004
-2.550e+003
-3.688e+004
-7.121e+004
-1.055e+005
-1.399e+005
-1.742e+005
-2.085e+005
-2.428e+005
-2.772e+005
-3.115e+005
[Pa]

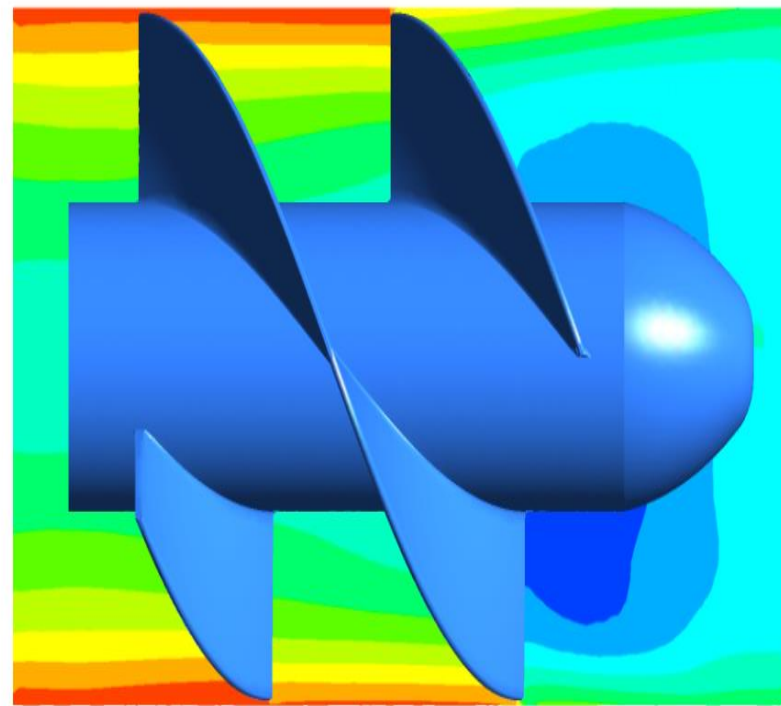


Pressure
Contour 1
3.339e+004
5.530e+003
-2.233e+004
-5.020e+004
-7.806e+004
-1.059e+005
-1.338e+005
-1.617e+005
-1.895e+005
-2.174e+005
-2.452e+005
[Pa]

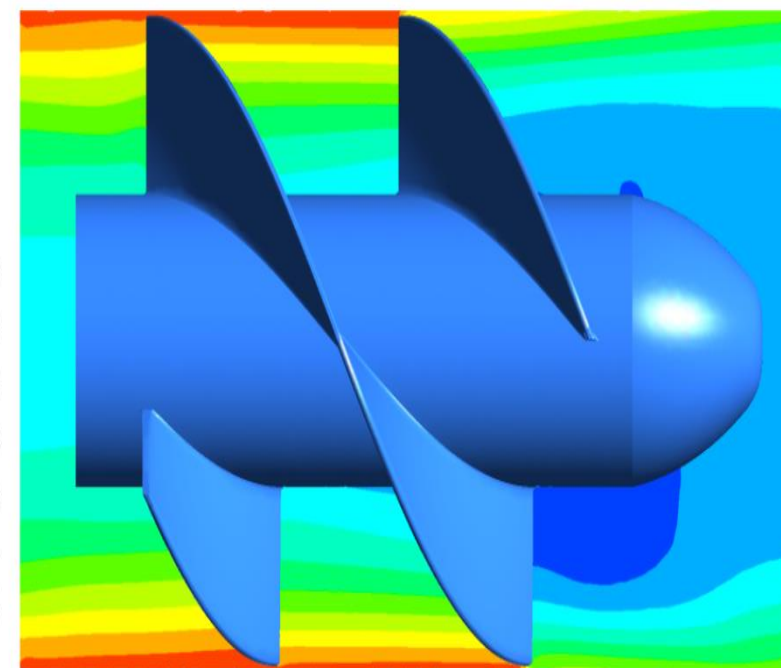


%25 fazla (solda) ve az (sağda) debi değerlerinde basınç dağılımı

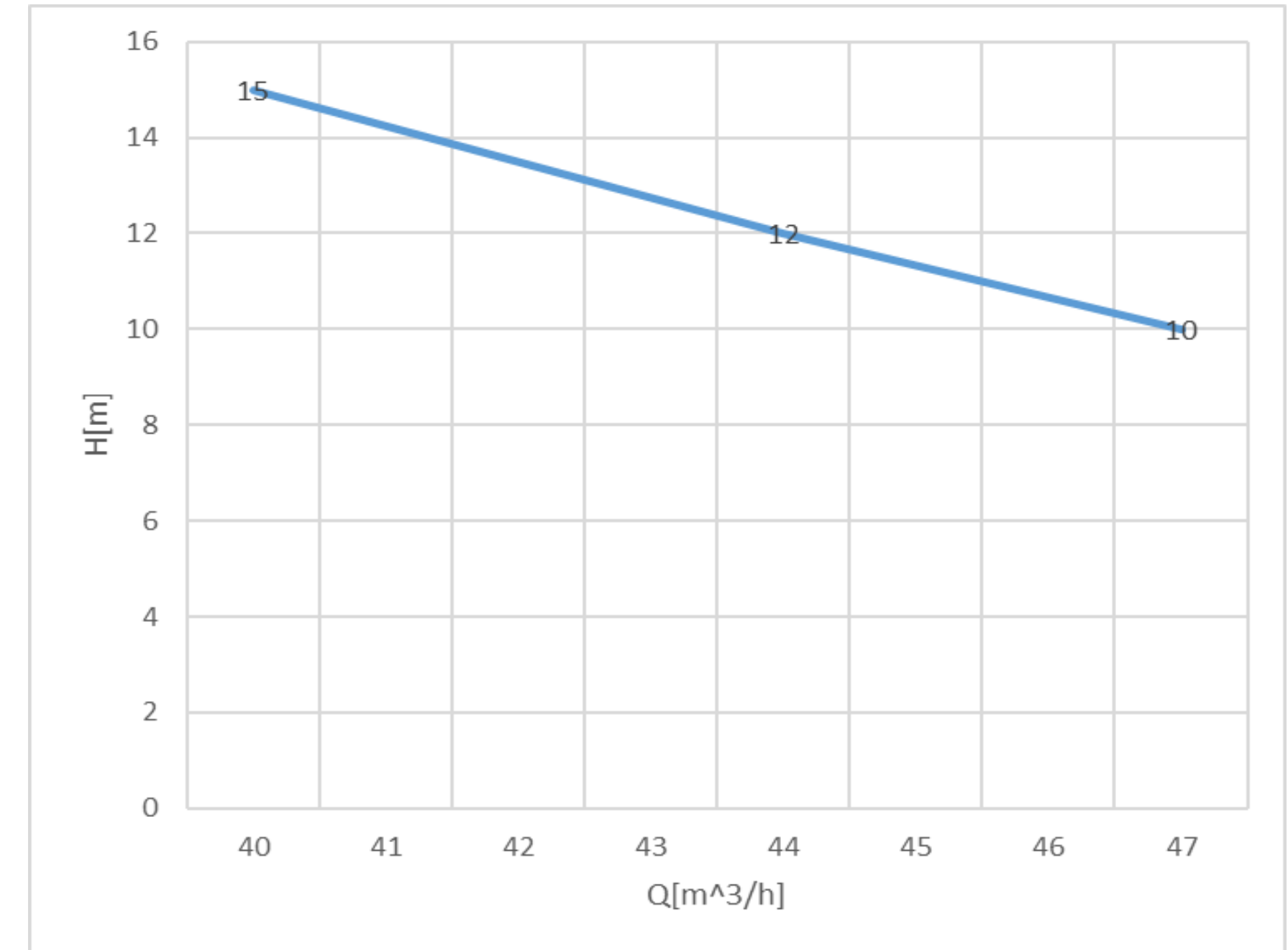
Pressure
Contour 2
3.402e+004
2.242e+004
1.082e+004
-7.760e+002
-1.237e+004
-2.397e+004
-3.557e+004
-4.717e+004
-5.877e+004
-7.037e+004
-8.197e+004
[Pa]



Pressure
Contour 2
3.418e+004
2.293e+004
1.168e+004
4.211e+002
-1.083e+004
-2.209e+004
-3.334e+004
-4.460e+004
-5.585e+004
-6.711e+004
-7.836e+004
[Pa]



%25 fazla (solda) ve az (sağda) debi değerlerinde akışa paralel kesitte



Önçark debi-basma yüksekliği eğrisi

Verim Hesabı

$$\tau \text{ (Tork)} = 7,737 \text{ Nm}$$

$$\omega = \frac{2\pi N}{60} = 314,16 \text{ rad/s}$$

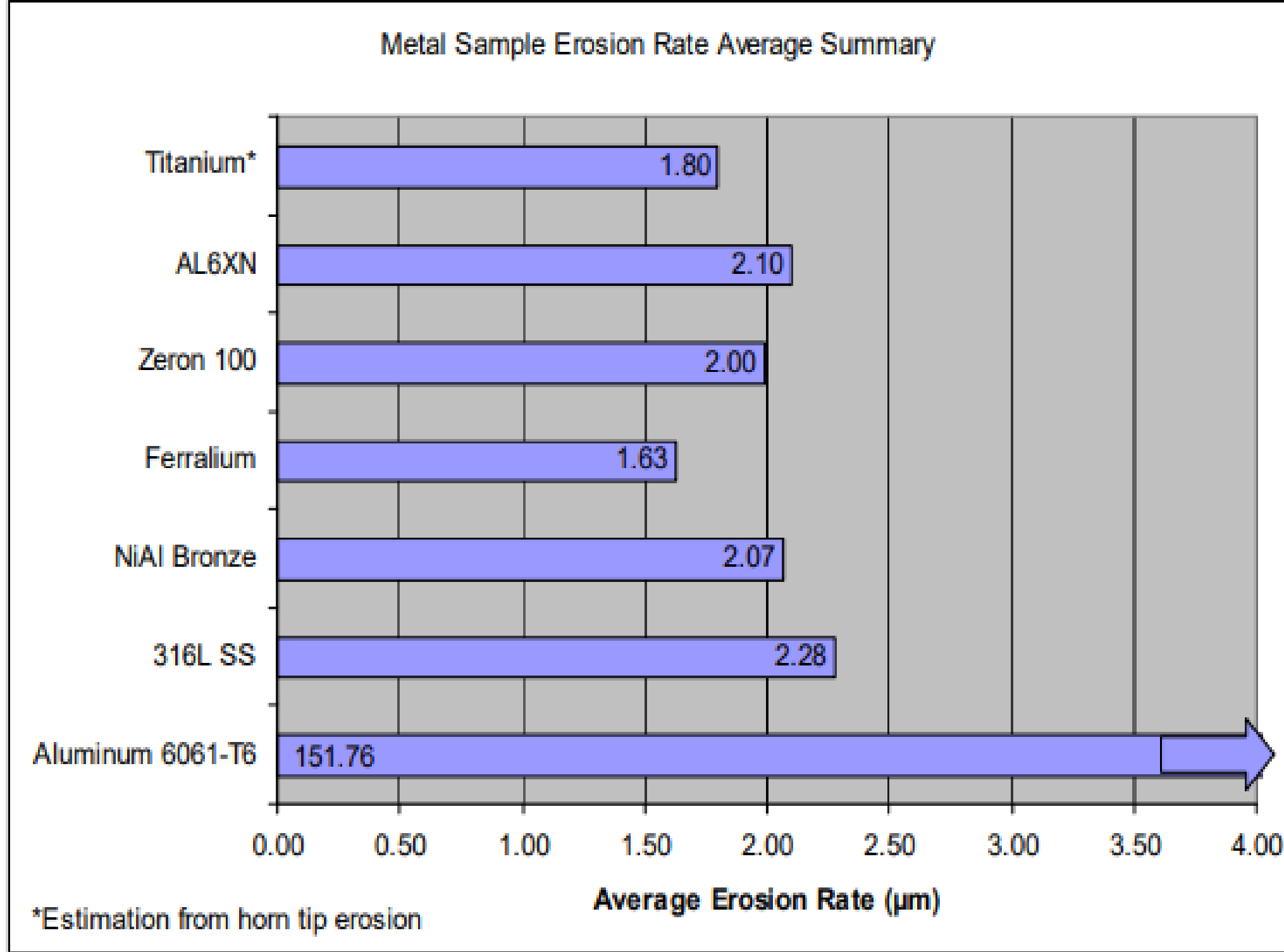
$$P = \tau * \omega = 2430,65 \text{ W}$$

$$P_0 = \rho * Q * g * H$$

$$\text{Çıkış Basıncı} - \text{Giriş Basıncı} = \rho * g * H = 53819 - (-65559) = 119378 \text{ Pa}$$

$$P_0 = 119378 * 0,015 = 1790,67 \text{ W}$$

$$\text{Verim } (\eta) = \frac{P_0}{P} = 0,736$$



Yukarıdaki şekilde, bazı metallerin kavitasyona karşı gösterdikleri dirence bağlı olarak ortalama aşınma oranı değerleri mevcuttur

Fiyat

32,06 ₺ / kg + KDV

Kalite

316 L

Ebat

18,5

cm

Min : 4 Maks : 550

Birim Fiyat

Ağırlık

Tutar

34,47 ₺

16,91 kg

582,89 ₺ +KDV

Harcama Türü	Maliyet (TL)
Malzeme (Paslanmaz Çelik 316)	687,47
Üç Eksenli Tezgahta İşleme	4406,53
Beş Eksenli Tezgahta İşleme	3939,13
Toplam (Beş Eksenli Tezgahta İşleme)	4626.6

Maliyet



**Parça1.SLDPRT** [Delete](#)
108.4 × 185.0 × 108.4 mm
[Manufacturable with Stainless steel 316](#)

Qty: [Show bulk pricing](#) **\$771.69**

Material	Type of Stainless steel
Aluminum	Stainless steel 304 (Standard)
Mild steel	Stainless steel 316
Tool steel	Stainless steel 2205 Duplex
ABS	Stainless steel 303
Polycarbonate	Stainless steel 17-4
POM (Delrin)	
Polyethylene	
PVC	

Stainless steel 316
[Show material description](#)

Surface finish - 5 options

As machined (Ra 3.2µm, 126µin) ▾

