

ROBOTİK VE BENZERİ KRİTİK SEKTÖRLER İÇİN SİKLOİD TİP REDÜKTÖR TASARIMI VE PROTOTİP İMALATI

Design and manufacturing of low backlash cycloidal gearboxes used in critical sectors like robotics, medical devices, defence&security etc

**Anahtar Teknoloji
Tasarım Dan San ve Tic Ltd Şti**

**Gaziantep Üniversitesi
Teknopark Binası
A-blok No: 108**

www.anahtarteknoloji.com.tr
nyildir@gantep.edu.tr
533 745 5900



KOSGEB AR-GE VE İNOVASYON DESTEK PROGRAMI

Tarafından Desteklenen

ROBOTİK VE BENZERİ KRİTİK SEKTÖRLER İÇİN SİKLOİD TİP REDÜKTÖR TASARIMI VE PROTOTİP İMALATI

başlıklı proje kapsamında yapılan AR-GE çalışmaları
desteği için

**GAZİANTEP KOSGEB İL MÜDÜRLÜĞÜNE
TEŞEKKÜR EDERİZ**

www.anahtarteknoloji.com.tr
nyildir@gantep.edu.tr
533 745 5900



Sikloid Redüktörler

Nerelerde Kullanılmaktadır?

Savunma sanayinde

- Hava Araçları sektörü
savaş uçakları,
helikopterler,
İHA lar,
radarlar,
füzeler,
vb
- Deniz Araçları sektörü
muharebe ve sahil
güvenlik
gemileri,
helikopter ve uçak
gemileri,
çeşitli denizaltılar
- Kara Araçları sektörü
tanklar,
zırhlı araçlar,
radarlar,
füzeler,
vb
- Uzay Araçları sektörü
radarlar,
teleskoplar,
uydular,
vb

Robot sanayinde

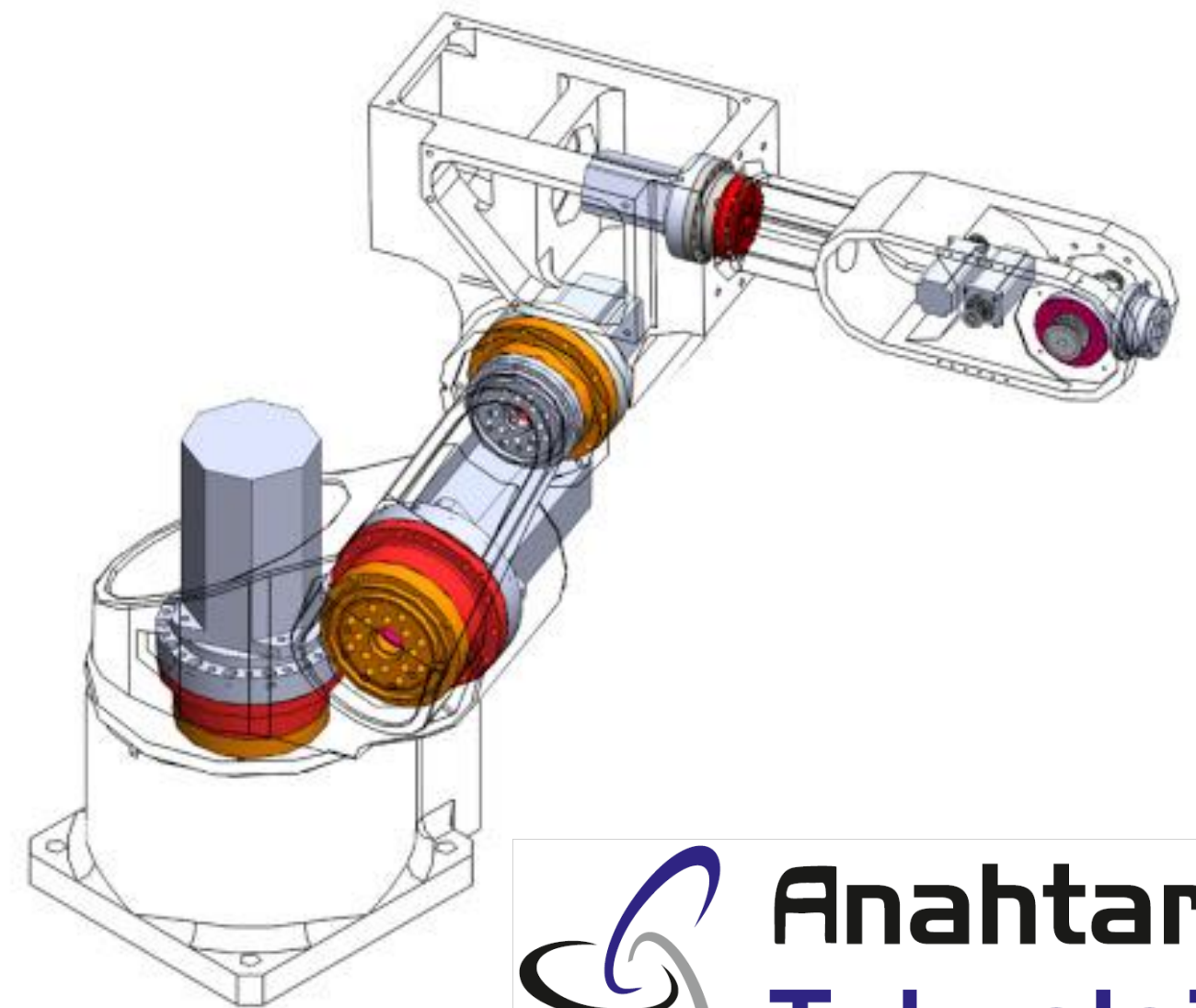
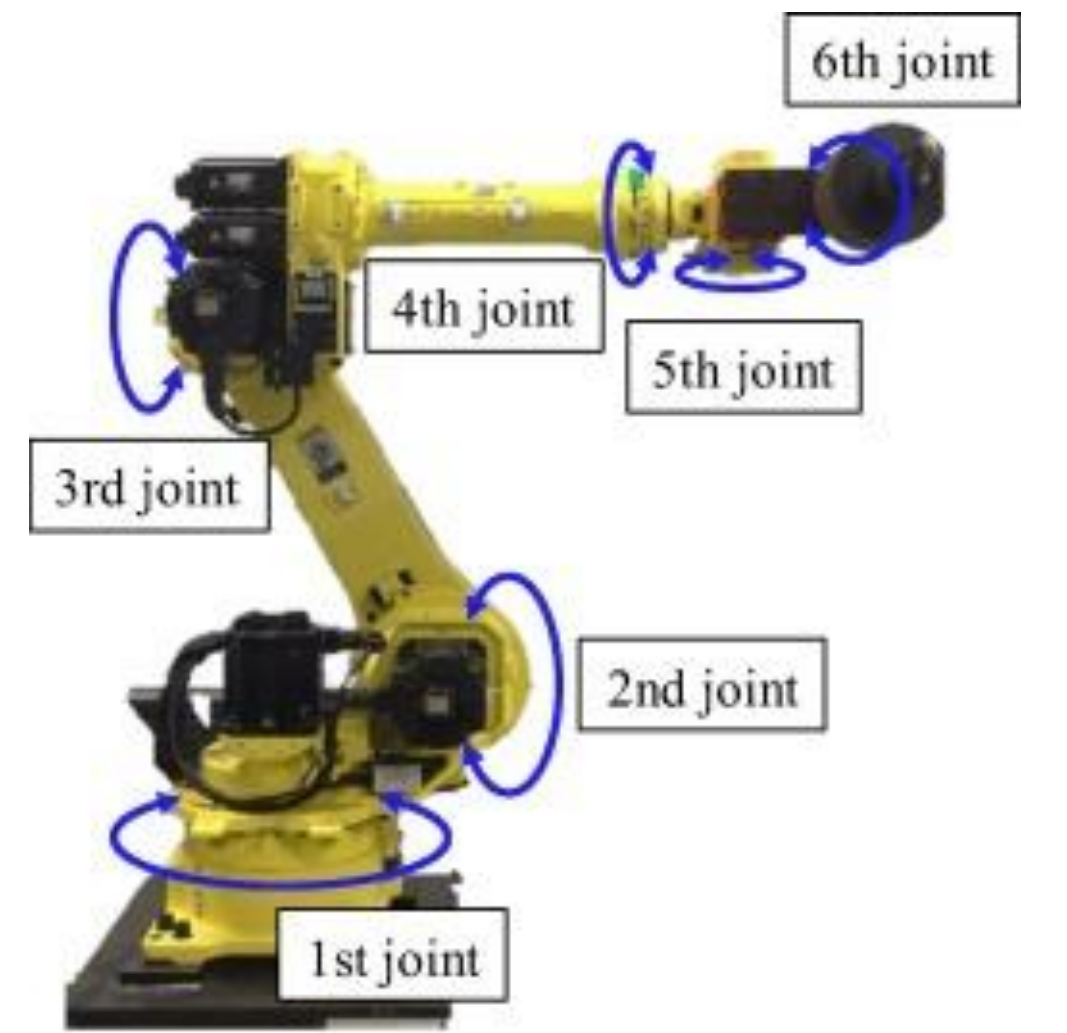
- Endüstriyel Robot sektörü
montaj,
imalat,
taşıma,
nakil vb
uygulamalar
- Mobil Robot sektörü
İnsansı Robotlar
İşbirlikçi
Robotlar
Çoklu ve sürü
robotlar
Biyolojik ilhamlı
robotlar
Mikro Nano
robotlar
- Haptik Sistem robot sektörü
Uzay, tıp, endüst
ri ve askeri
alanlarda
uzaktan
kontrollerde
kullanılır

İmalat sanayinde

- Takım tezgahları sektörü
Her türlü CNC
tezgah eksen
hareketleri
Takım magazin
sürücüler
vb
- Kaynaklı imalat sektörü
Kaynak
robotları
Kaynak
pozisyonerleri
vb

Medikal ve optik sanayinde

- MR tarama cihazları
- Ultrasonik taş kırma cihazları
- Dental tarama ve röntgen cihazları
- Optik (odaklama, takip vb) uygulamalar
- vb



- Mekanik, elektronik, yazılım ve kontrol sistemleri robot sektörünün olmazsa olmaz disiplinleri arasında gelmektedir. Servo motorlar ve redüktörler ise robot sektörünün elektronik ve mekanik bileşenlerinin başında gelen eyleyici sistemleridir.
- Robot eksenlerinin çift yönlü hareketlendirilmesinde kullanılan bu eyleyicilerden beklenen temel performans kriterleri ise başta düşük boşluk gelmek üzere tork kapasitesi, güç yoğunluğu, verim, servis ömrü vb'leridir.
- Planet, sikloid ve harmonik redüktörler çift yönlü hareket, hassas konumlama ve düşük boşluk gerektiren robot, radar, hedef kilitleme, vb uygulamalarda kullanılan 3 değişik redüktör tipidir.
- **Özellikle çok eksenli ve simultane(eşzamanlı) hassas hareket gerektiren robotik uygulamalarda planet redüktörlerin kullanımı giderek azalırken sikloid ve harmonik redüktörlerin kullanımı hızla artmaktadır.** Bunun sebepleri arasında planet redüktörlerin boşluk değerinin belirli sınırların altına düşmemesi veya düşerse de maliyetlerinin çok yükselmesi ile birlikte diğer redüktörlere göre daha düşük tahvil oranı, daha düşük tork kapasitesi ve daha düşük güç yoğunluğu bulunmaktadır.
- Ancak planet redüktörlere göre daha düşük boşluk, daha yüksek tahvil oranı, daha yüksek tork, daha yüksek güç yoğunluğu gibi avantajlara ve bu sebeple de robotik uygulamalarda giderek artan paya sahip olan sikloid ve harmonik redüktörler konusunda henüz olgunlaşmış ulusal tasarım ve imalat kabiliyetimiz bulunmamaktadır.
- Gaziantep Üniversitesi Teknopark bölgesinde yerleşik AR-GE şirketi olarak önümüzdeki yıllarda Endüstri 4.0 ile birlikte fabrika otomasyonlarının, robotik uygulamaların ve dolayısıyla da bu tür hassas redüktör kullanımlarının artacağını dikkate alarak "Düşük boşluklu sikloid redüktör tasarım ve imalatı" konusunda araştırma ve geliştirme çalışmalarına başlamış bulunmaktayız.
- **Firmamız 2020-2021 yıllarında KOSGEB Ar-Ge ve inovasyon destek programı tarafından desteklenen ve tamamlanan proje çalışması kapsamında** tasarım, analiz, simulasyon, imalat ve test çalışmaları yürüterek ilk yerli prototip düşük boşluklu hassas sikloid redüktörü farklı sektörlerdeki ilgililerin dikkatine sunmuştur.

PROBLEM/AMAÇ:

Robotik, medikal, savunma, imalat ve montaj sanayi gibi hassas konumlama gerektiren kritik sektörlerin ihtiyacı olan ve henüz yurtiçinde üretilmeyen düşük boşluklu sikloid redüktörlerin tasarım ve imalatı

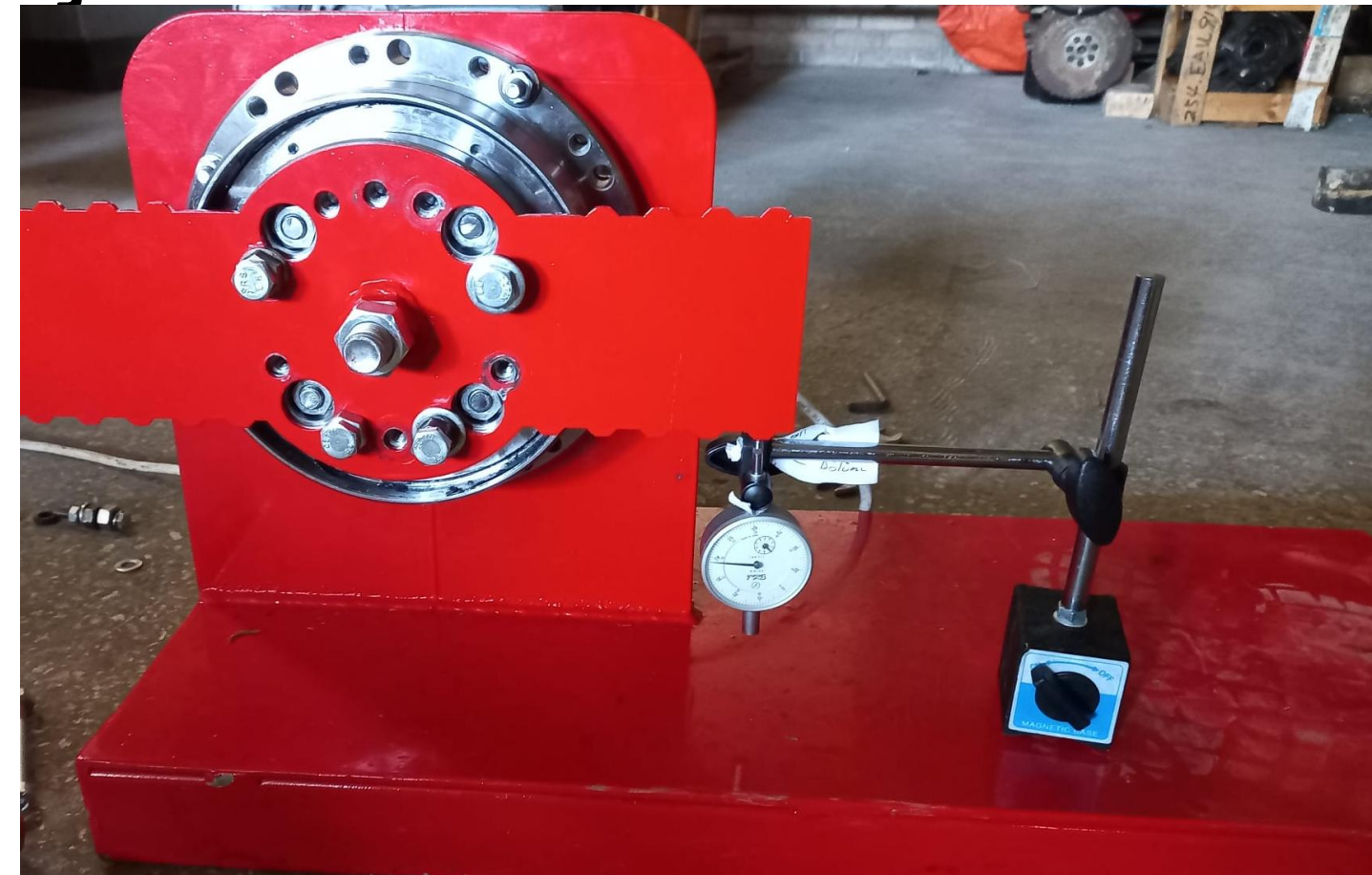
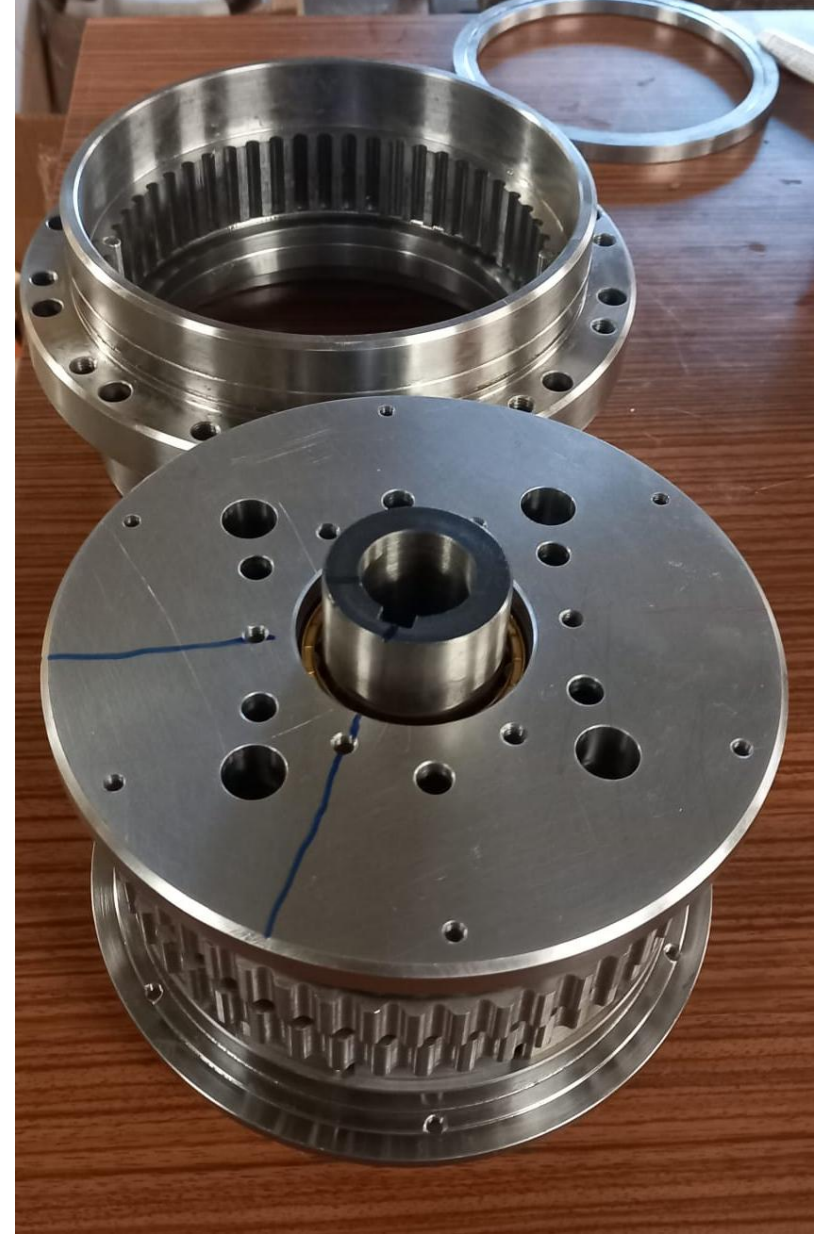
- Son yarım ve çeyrek yüzyılda mekanik, optik, elektronik vb sistemlerin birleştiği elektro-mekanik, mekano-optik vb uygulamaların artmasıyla beraber hassas konumlama ihtiyacı daha da ilerleyerek birkaç mikron seviyelerine ve hatta uygulamaya bağlı olarak mikron altı seviyelere inmeye başlamıştır.
- Dünyada bu tür hassas konumlama gerektiren (robotik, medikal, savunma vb) kritik sektörlerde en çok kullanılan redüktörler sikloid tip redüktörlerdir .
- 6eksenli/eklemlili bir robotun en az 4 ekleminde sikloid redüktör kullanılırken diğer 2 ekleminde ihtiyaca göre harmonik veya sikloid redüktörler kullanılmaktadır.
- Bu tür robotların ve diğer ekipmanların hassas konumlama yapabilmesi için her bir eklemdaki redüktörün boşluğunun minimum olmasının yanında yüksek tork taşıma kapasitesine de sahip olması gerekmektedir.



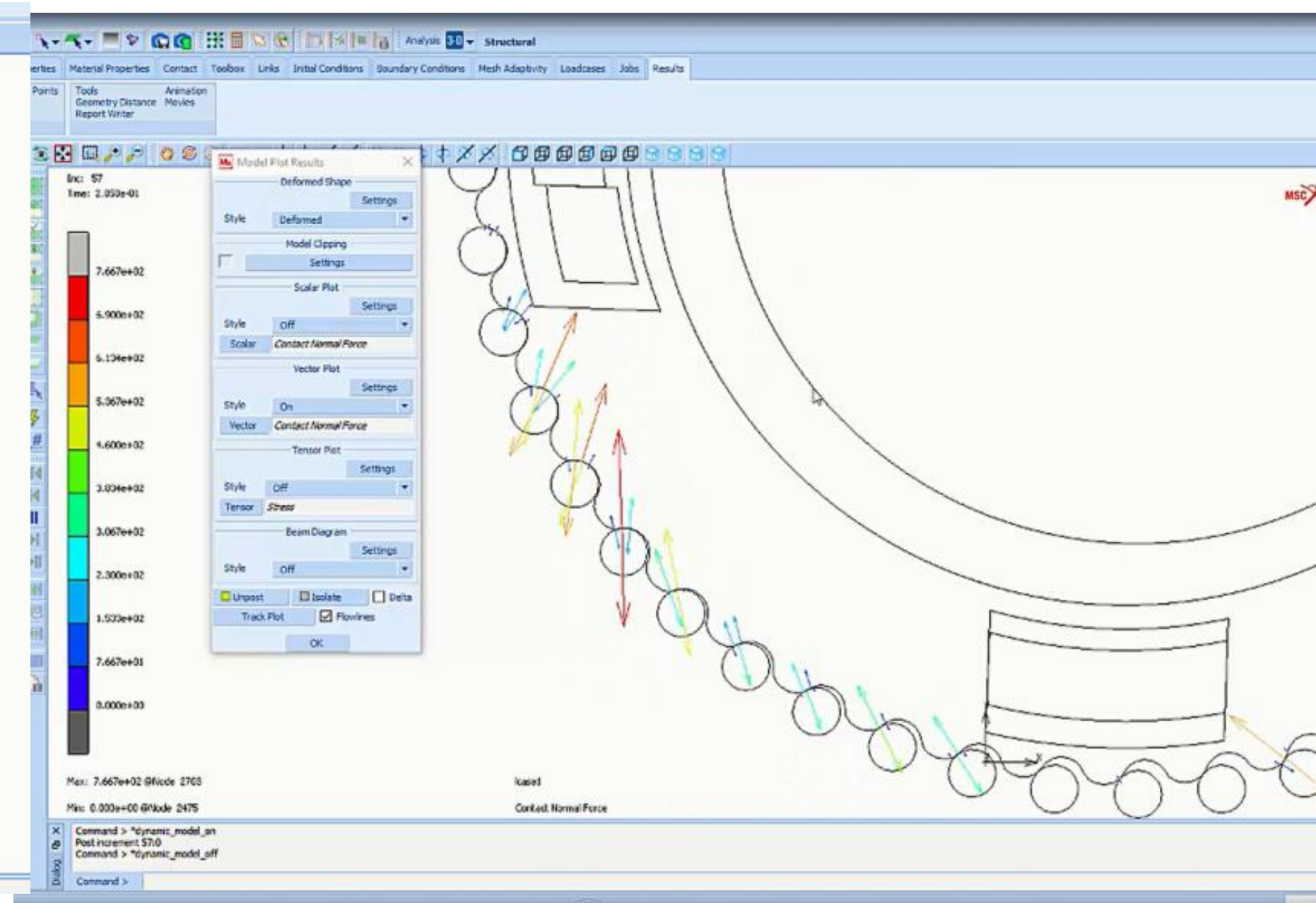
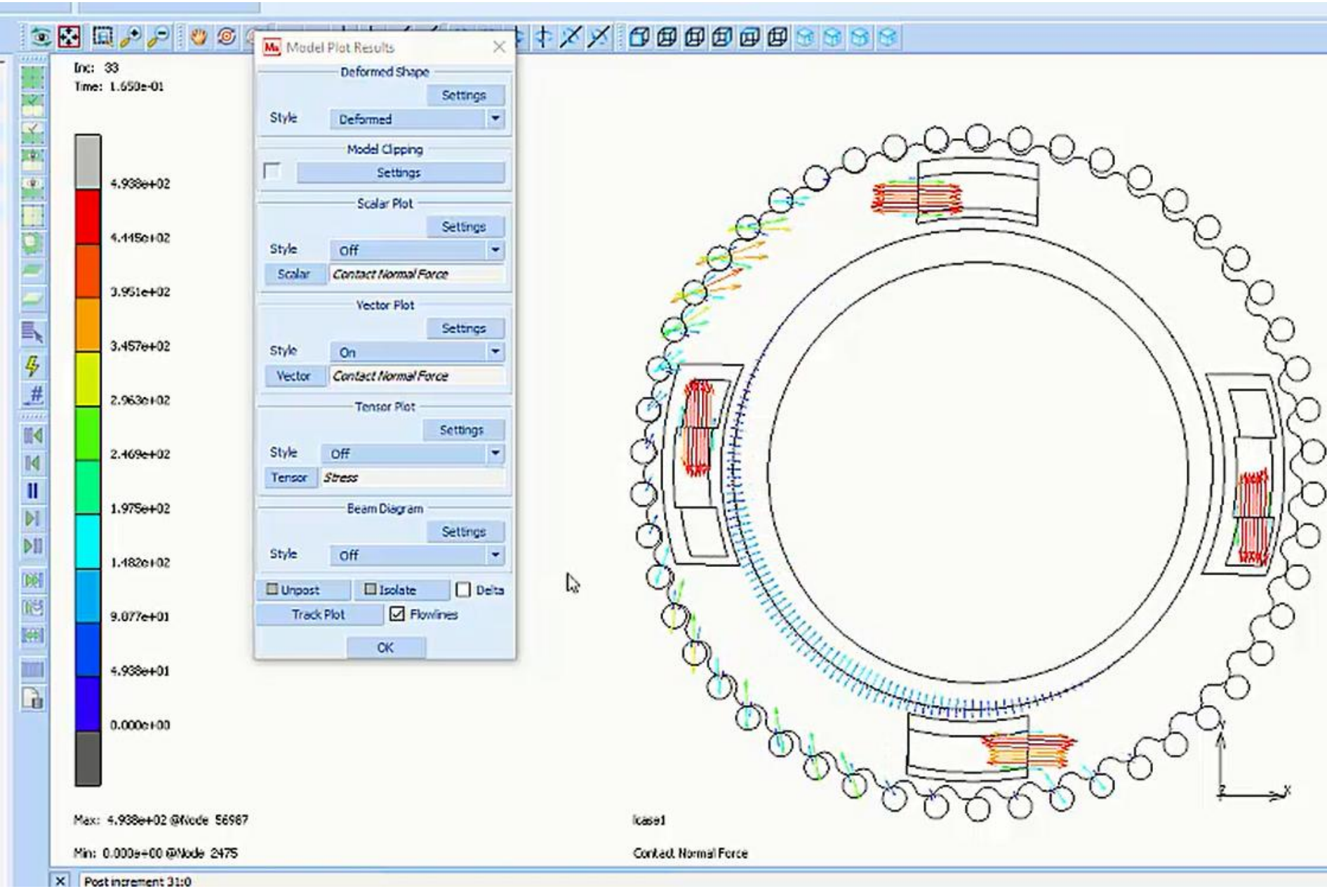
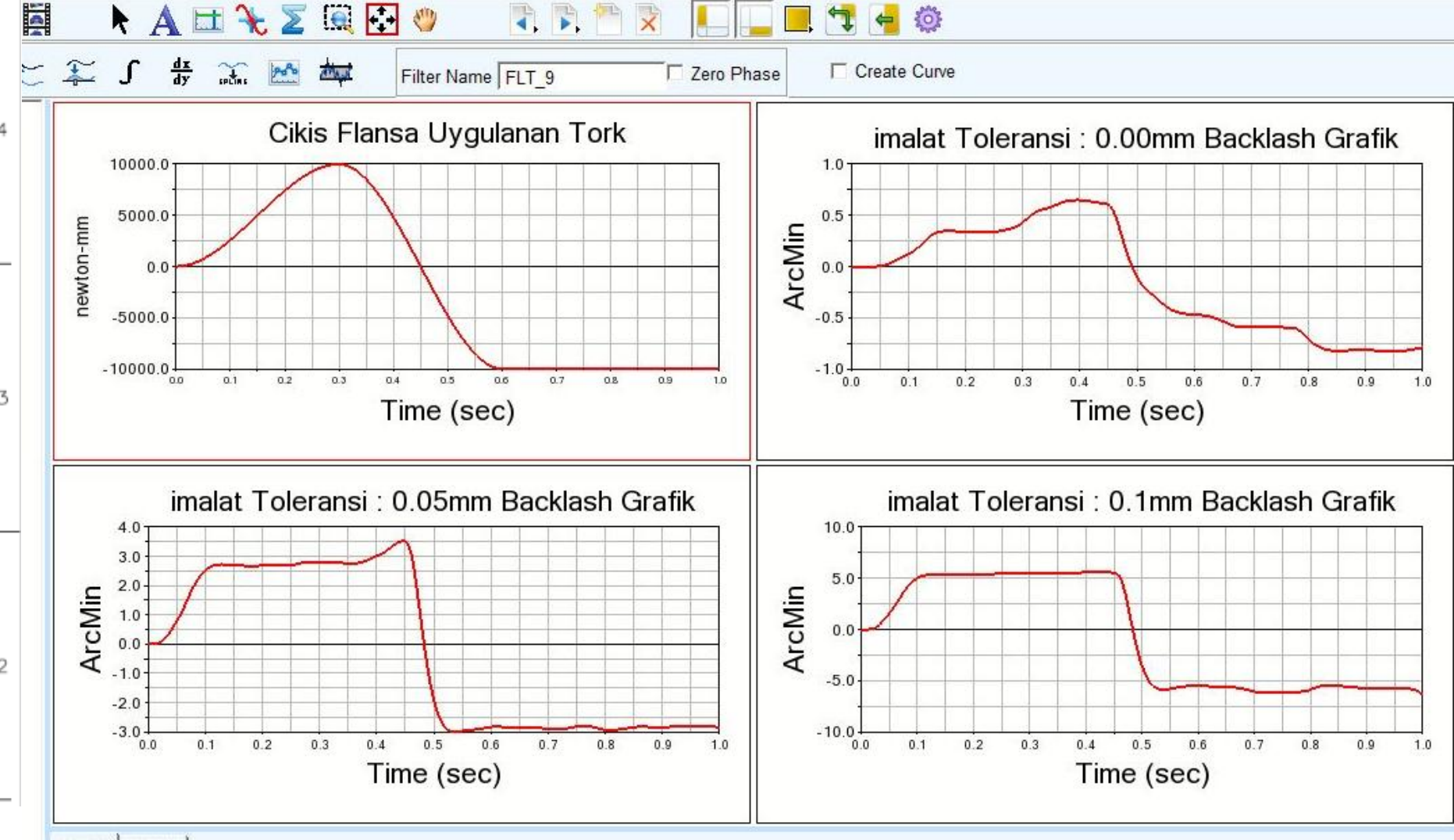
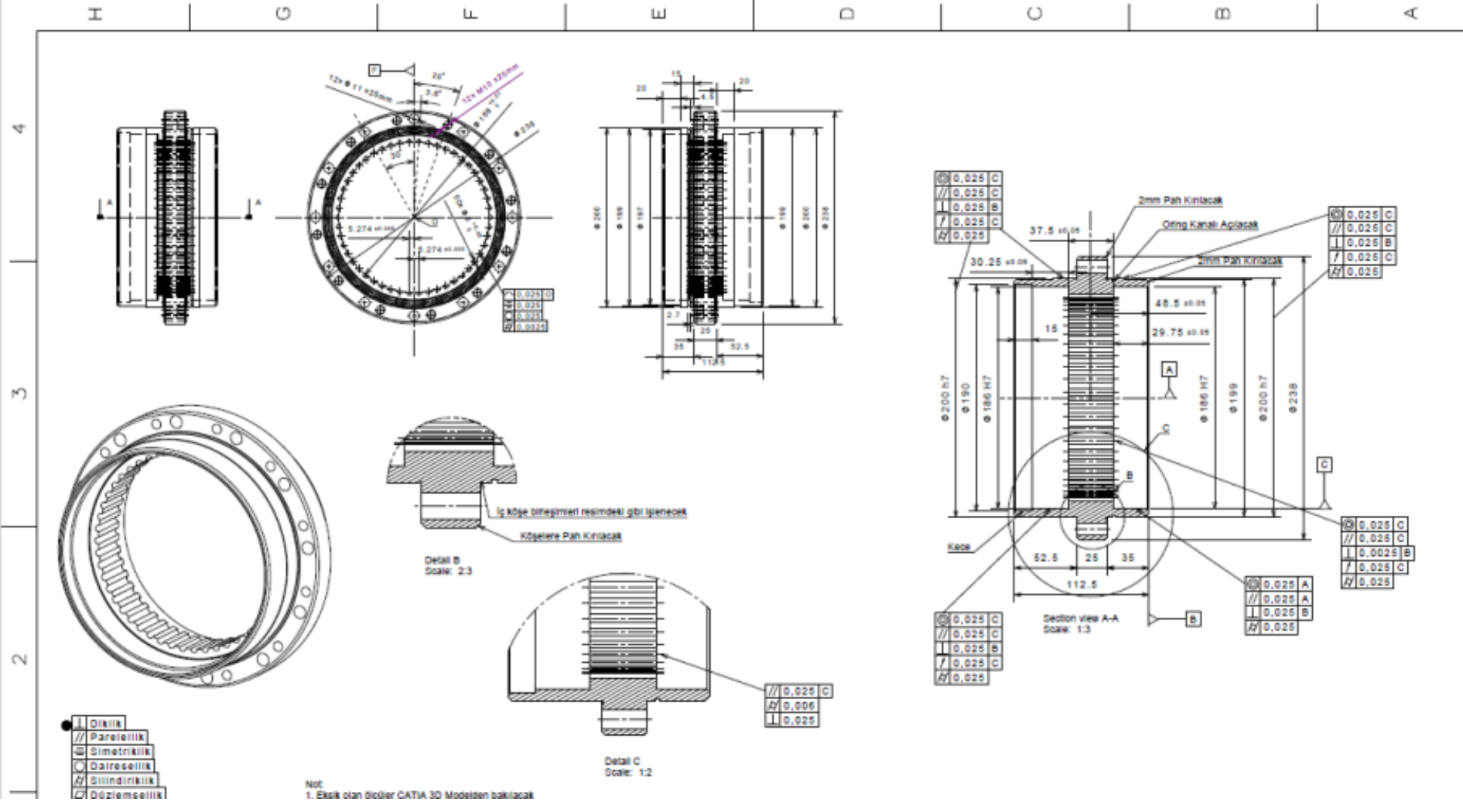
KOSGEB destekli olarak yürütölen AR-GE alışmaları

kapsamında tasarım, analiz ve simulasyon çalışmaları sonucunda ortaya çıkarılan 2 adet prototip üzerinde yapılan performans test çalışmalarında hedeflenen değerler elde edilmiştir.

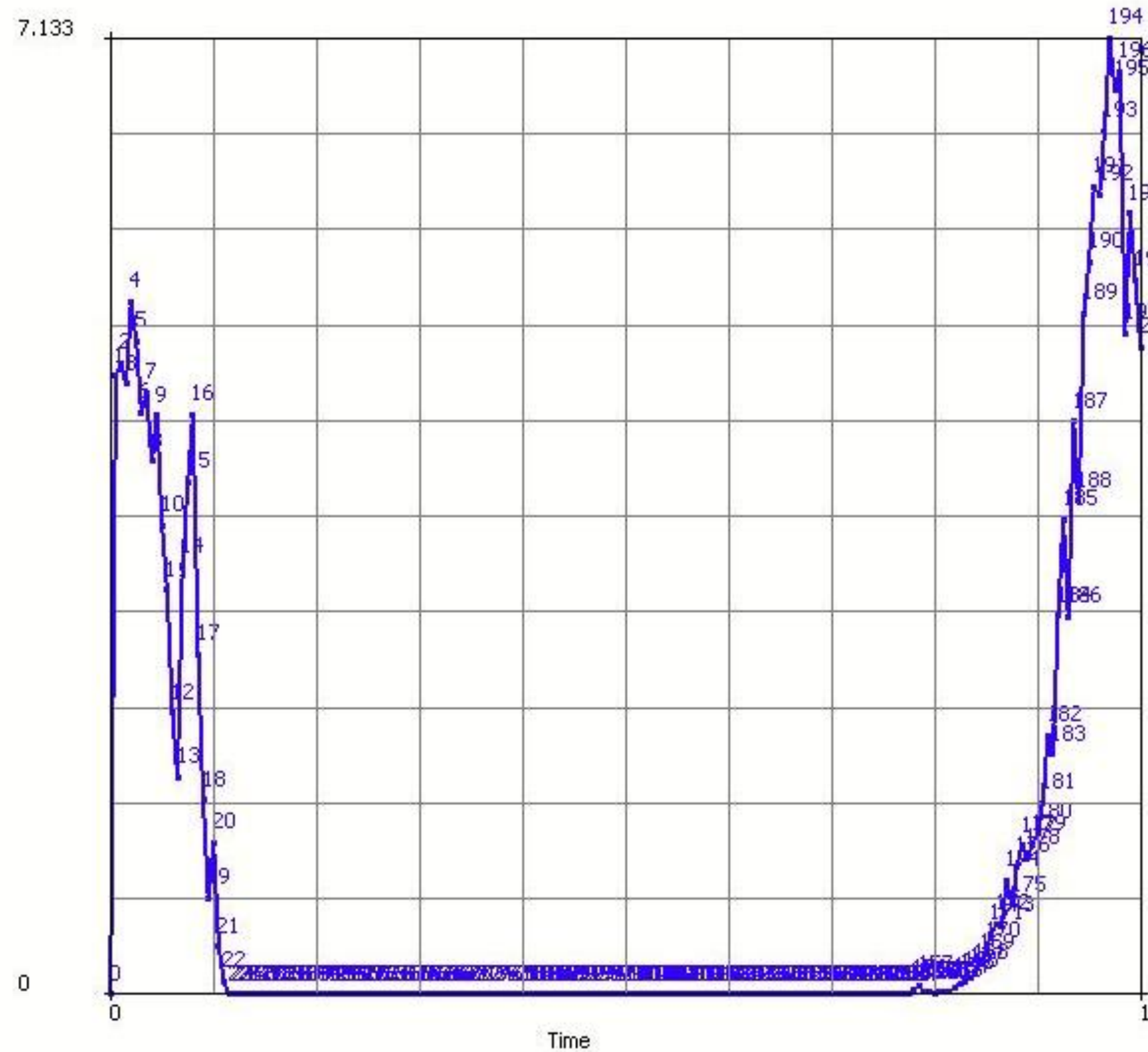
- 1.Hedef: Tek kademedede 1:30-1:60 arasında çevrim oranı elde edilmesi planlanmıştır.
Elde edilen sonuç: Tek kademedede 1:49 çevrim oranı elde edilmiřtir.
- 2. Hedef: 5-15arc-min arasında boşluk değeri hedeflenmiřtir.
Elde edilen sonuç: 2-10arc-min arasında boşluk değeri elde edilmiřtir
- 3.Hedef: 50Nm/arcmin veya üzerinde açısal direngenlik değeri hedeflenmiřtir.
Elde edilen sonuç: 50-51Nm/arcmin civarında açısal direngenlik değeri elde edilmiştir.
- 4.Hedef: Güröltü seviyesi 80dBA dan az hedeflenmiřtir.
Elde edilen sonuç: Tam hızda (1425rpm de) 81.8dBA güröltü seviyesi elde edilmiřtir.



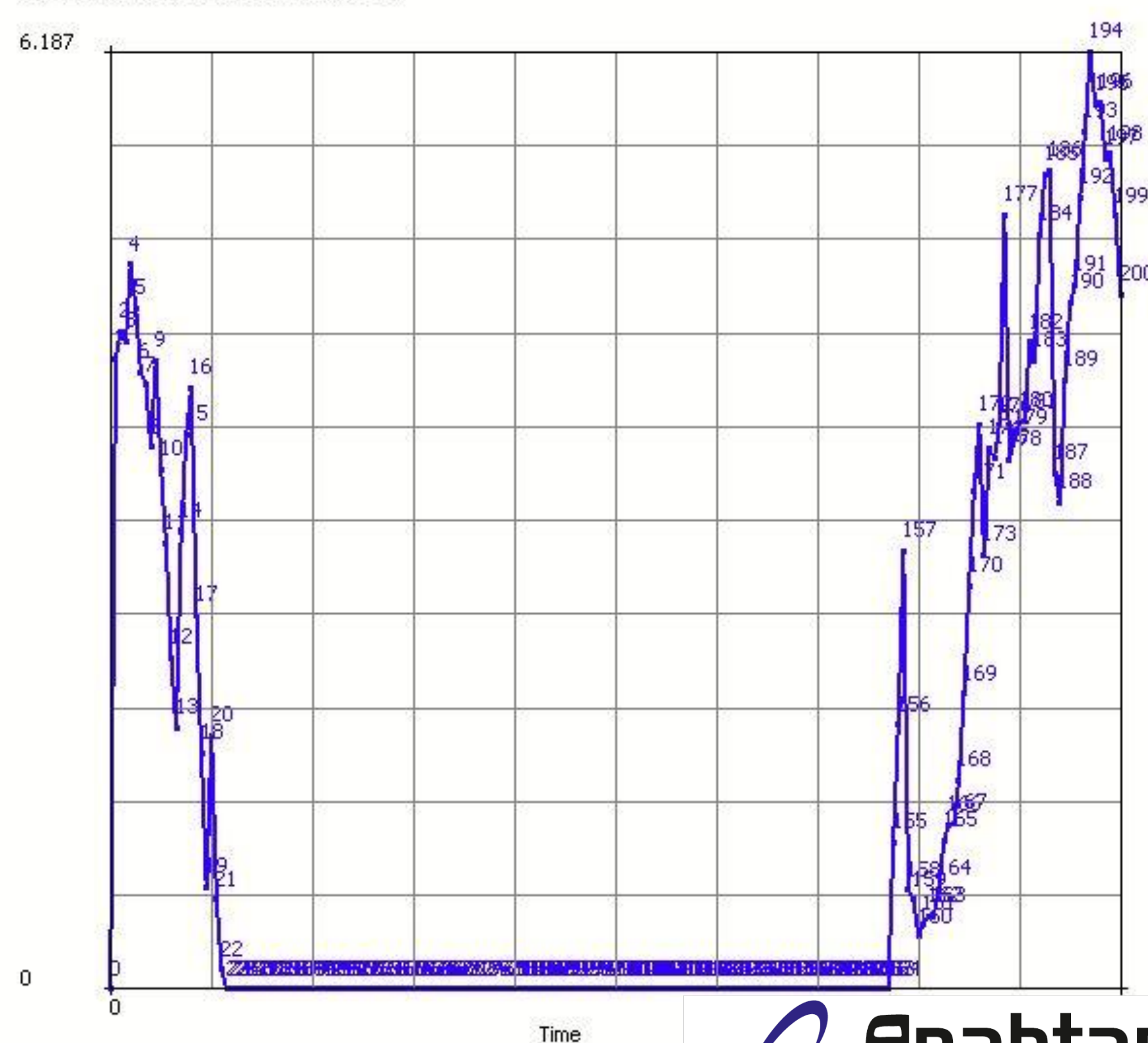
Düşük boşluklu sikloid redüktör tasarım ve analiz çalışmaları



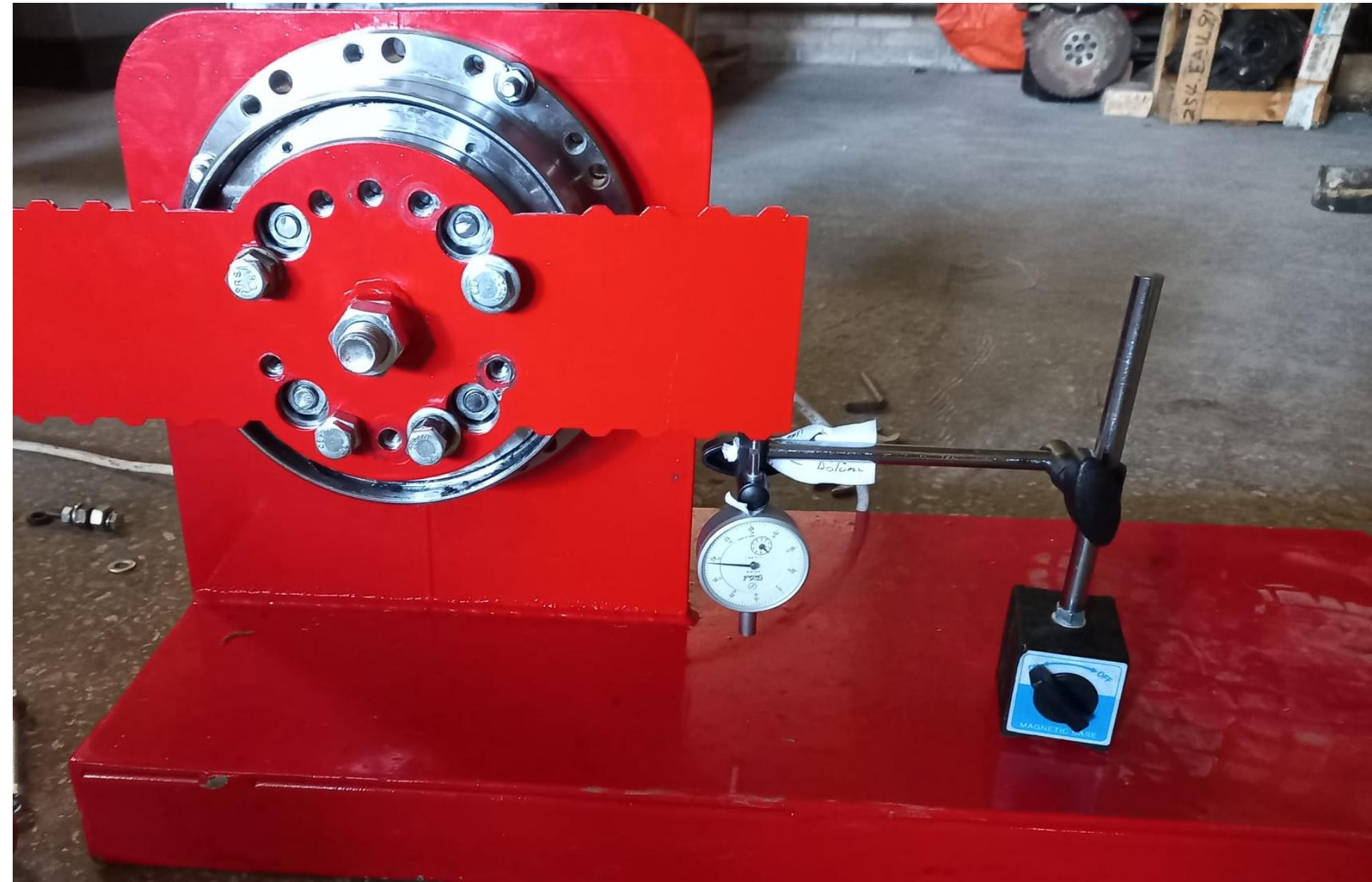
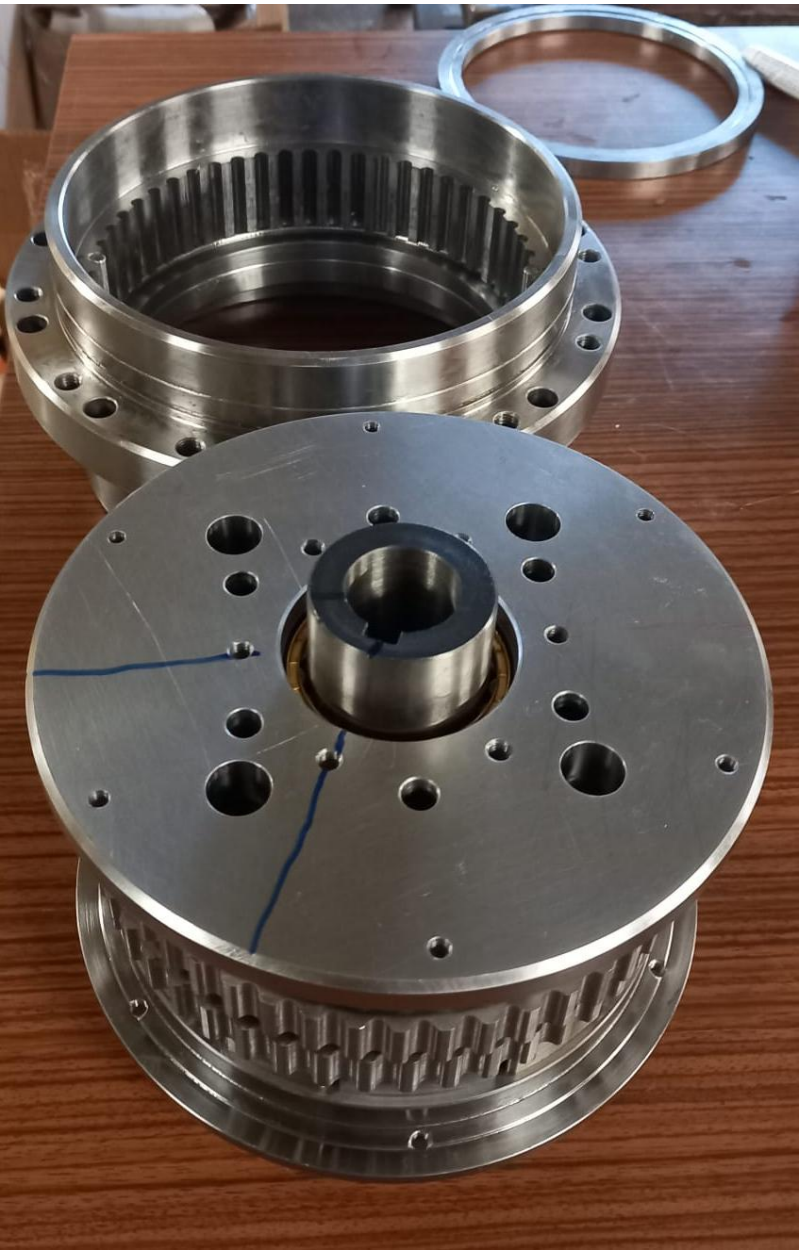
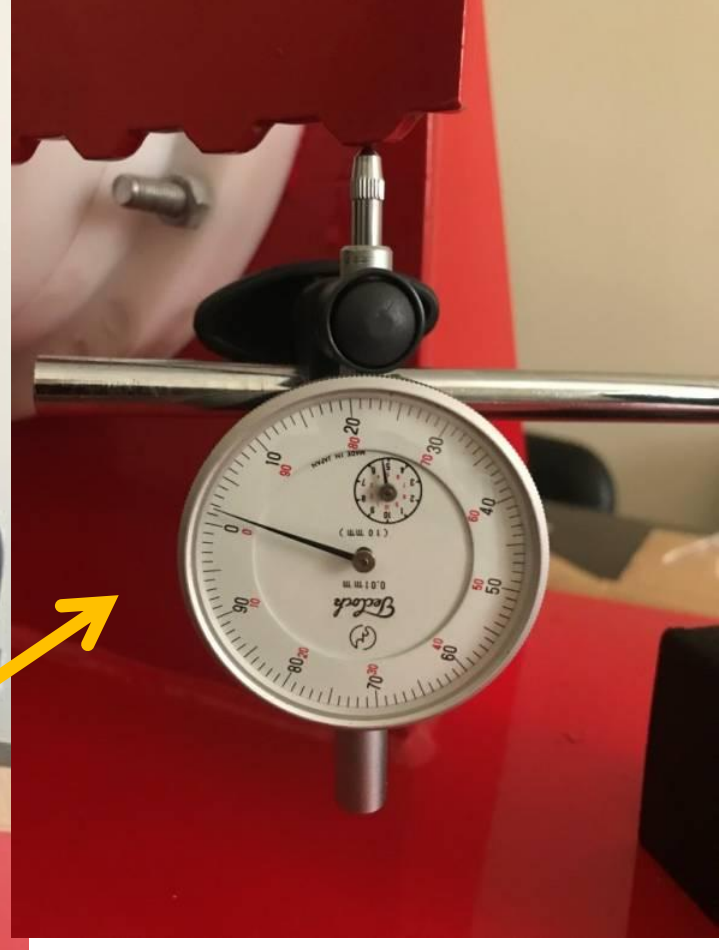
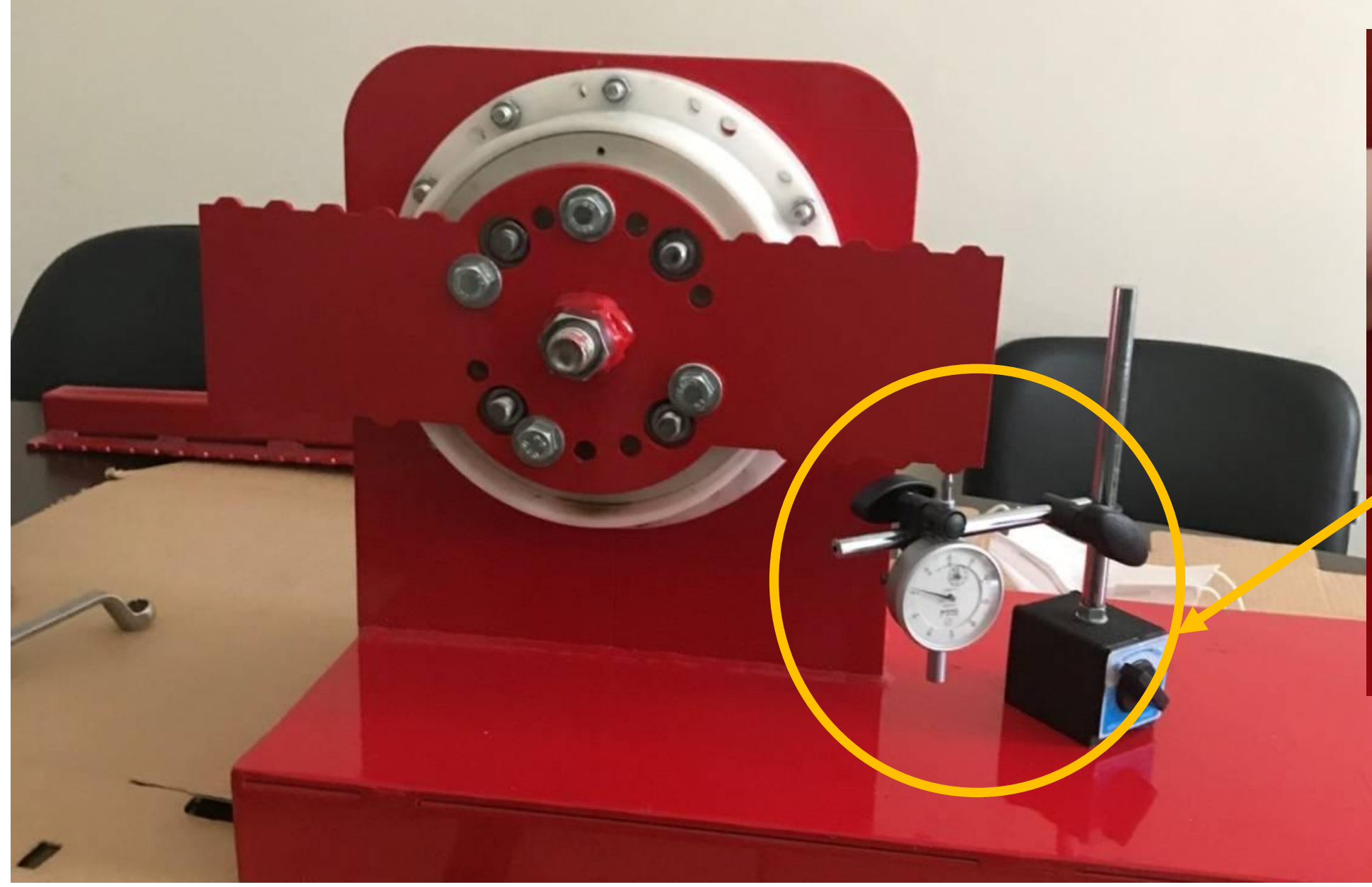
Contact Normal Force Node 2497 (x100)



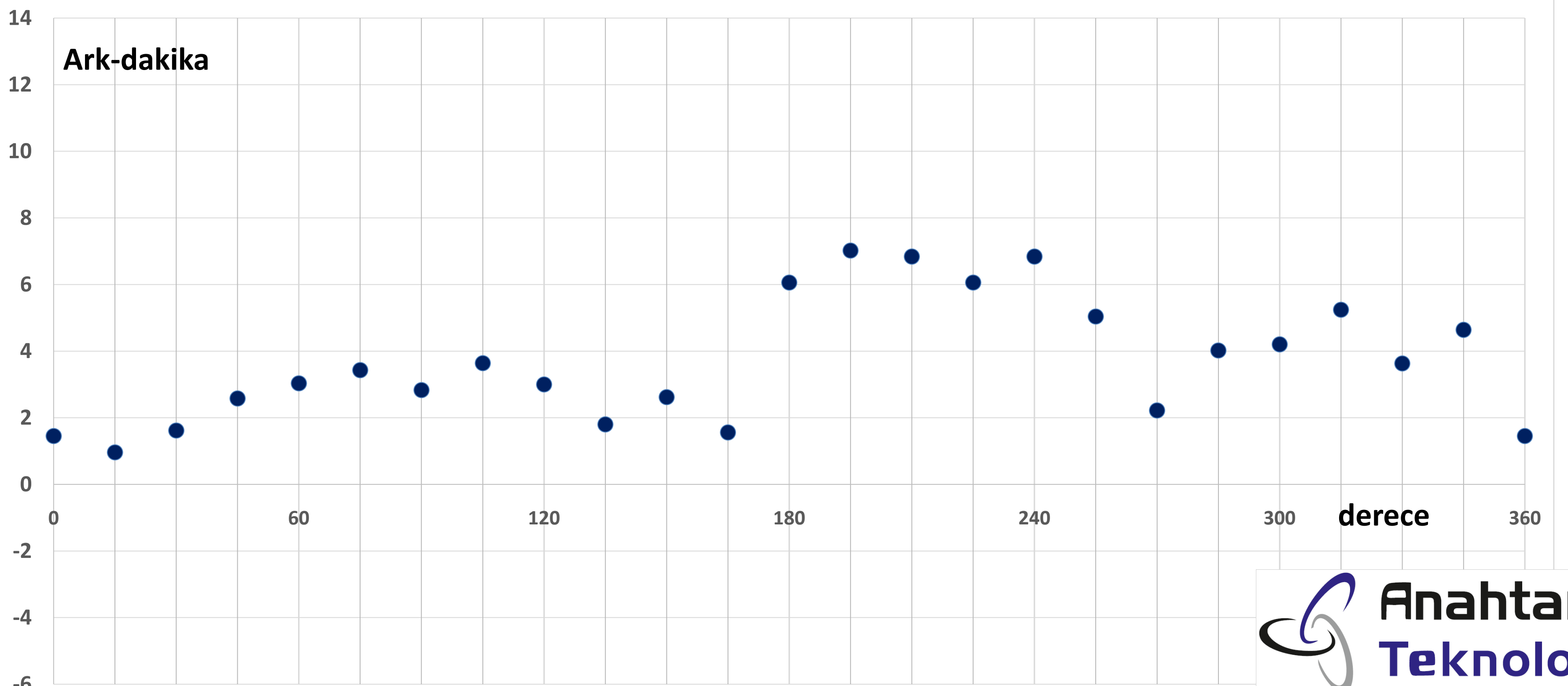
Contact Normal Stress Node 2497 (x100)



Düşük boşluklu sikloid redüktör imalatı ve performans testleri



SİKLOİD REDÜKTÖR DENEYSEL BOŞLUK ÖLÇÜMLERİ
Giriş mili açısıl konumu (derece) - Çıkış mili açısıl boşluk değeri (ark-dakika)



Makina ve Mekanik Güç Mühendislięi Alanlarında

**AR-GE
çalışmaları**

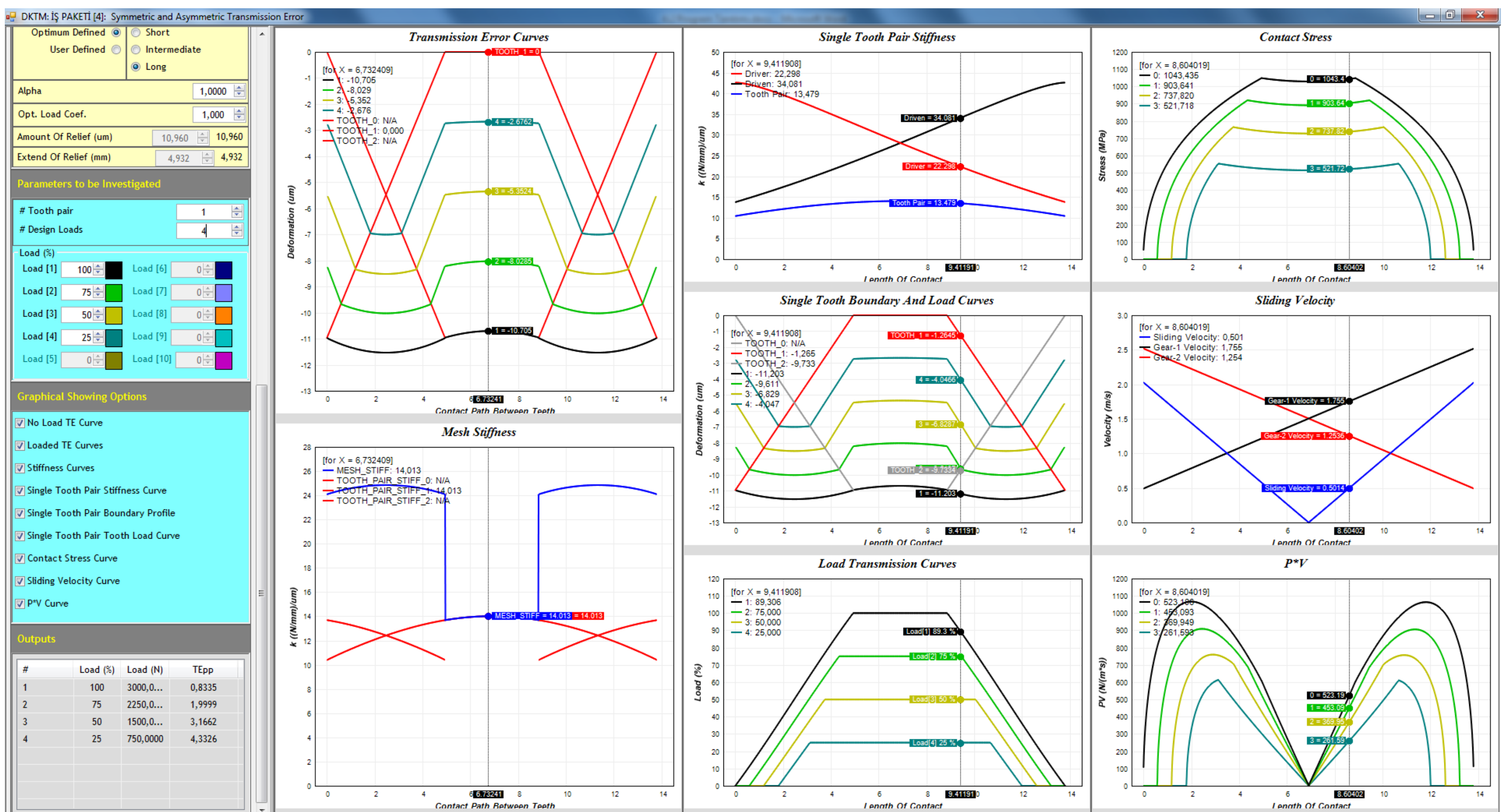
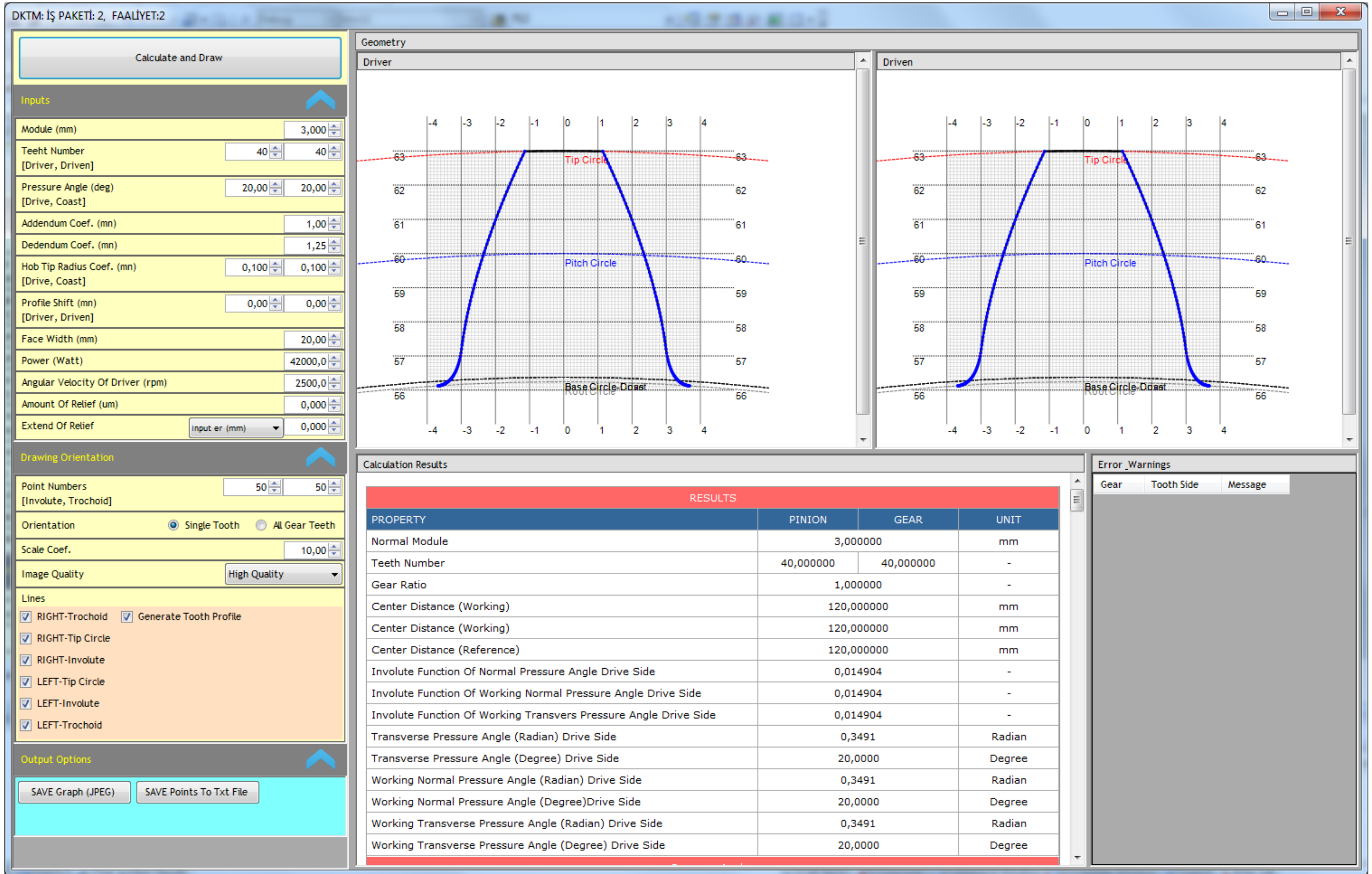
**Yazılım
geliştirme**

**Ürün
tasarımı**

**Daniřmanlık
ve Eęitim**

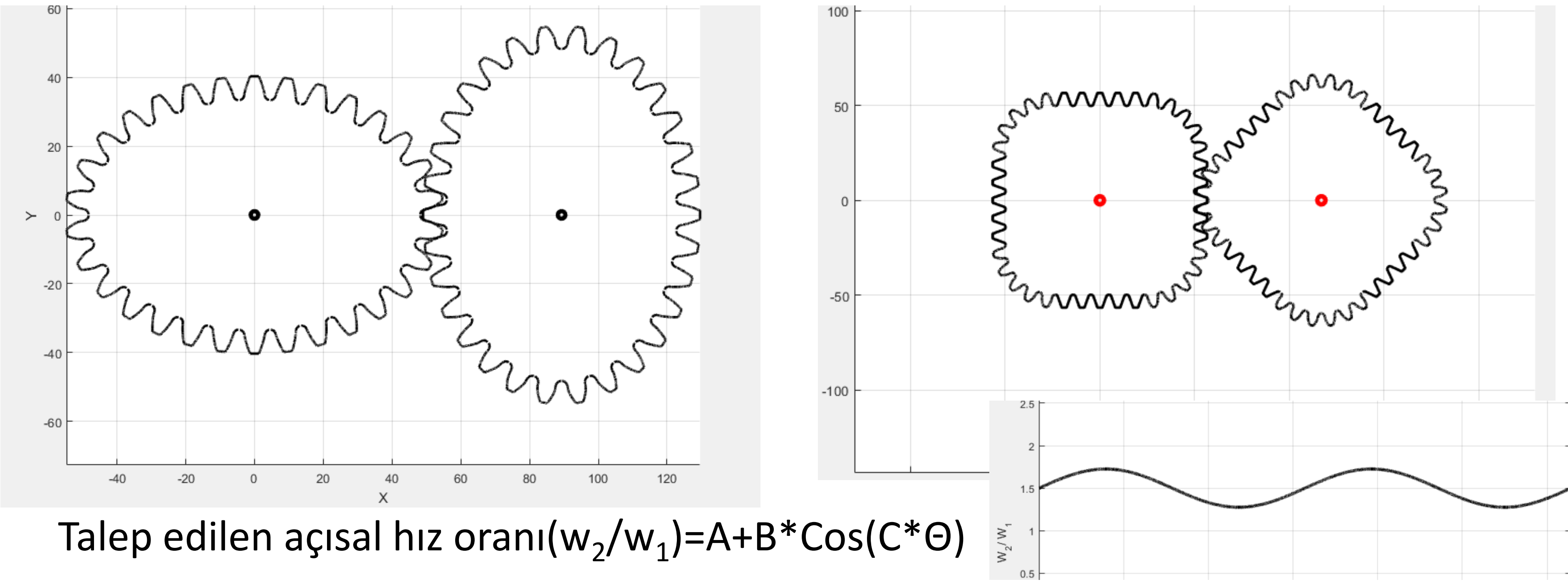
konularında hizmet veren firmamızın diğer proje ve AR-GE çalışmalarından örnekler ekte verilmektedir

ISO, AGMA ve DIN standartları uyumlu transmisyon dişli çark sistemleri için tasarım ve analiz yazılımı geliştirme

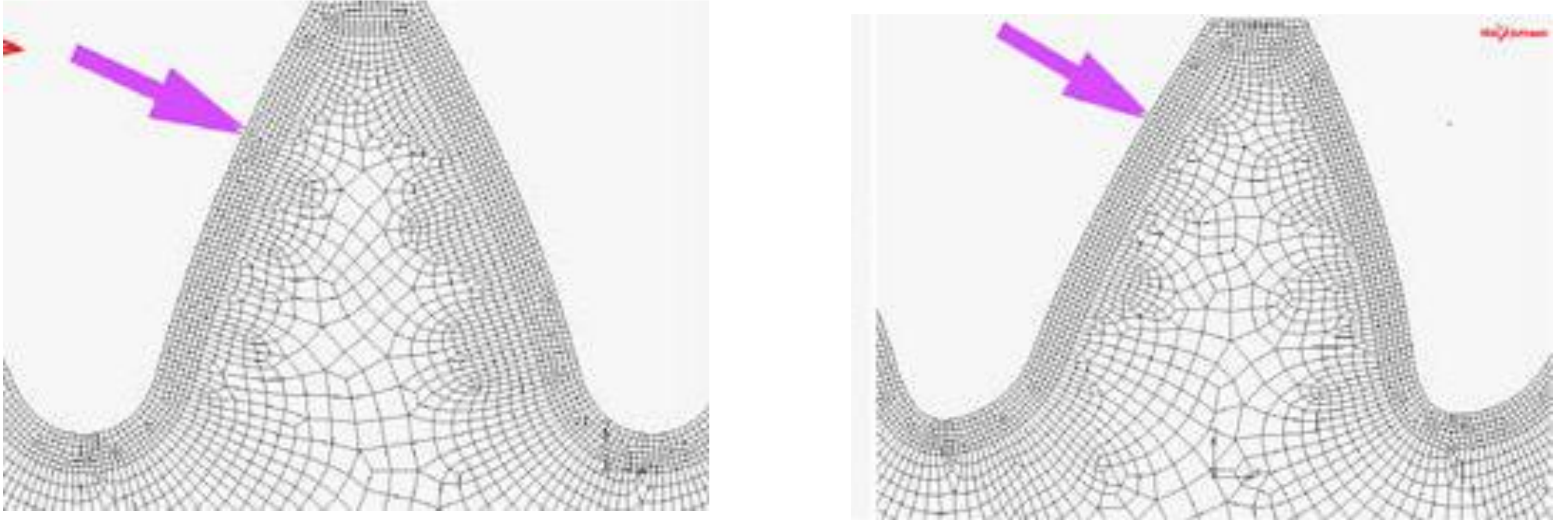


Transmisyon dişlileri için inovatif-yenilikçi-tasarım teknolojileri geliştirme çalışmaları

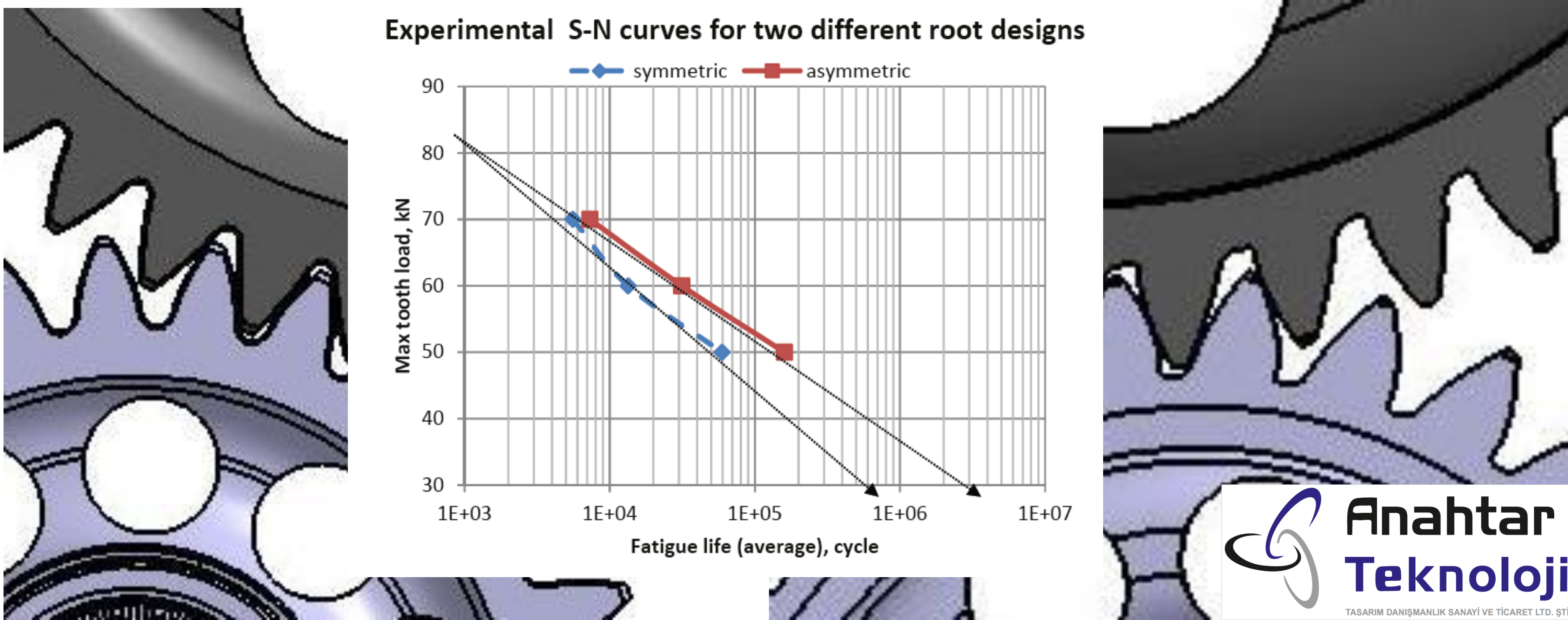
Dairesel olmayan (noncircular) dişli çarklar



Asimetrik diş dibine sahip çarklar



Asimetrik diş yapısına sahip çarklar



Gezegen dişli kutusu boşluk iyileştirmesi için akıllı montaj yazılımı geliştirme

1.5

mn

31

TSun

33

TPlanet

99

TRing

22.5

Normal Pressure angle °

7

Helix angle °

0

xSun

0

xPlanet

0

xRing

Sun Tooth Thickness Method Selection

☒ Span Measurement

☐ Over Two Balls

Planet Tooth Thickness Method Selection

☒ Span Measurement

☐ Over Two Balls

Ring Tooth Thickness Method Selection

☒ Span Measurement

☐ Over Two Balls

Driving Member

☐ Sun

☒ Planet Carrier

Direction of rotation

☐ Clockwise

☒ Counter Clockwise

Run

Best spanned k of GearSun

4.45399

Input Number of Teeth Spanned k of GearSun

5

Theoretical Base Tangent Length of GearSun

20.5355

Maximum Measured WkGearSun

20.51

Max Base Tangent length allowance of GearSun

-0.0255255

Minimum Measured WkGearSun

20.498

Nominal over two balls or pins for tooth thickness

-0.0375255

Best spanned k of GearPlanet

4.70908

Input Number of Teeth Spanned k of GearPlanet

6

Theoretical Base Tangent Length of GearPlanet

24.9501

Maximum Measured WkGearPlanet

24.93

Max Base Tangent length allowance of GearPlanet

-0.0201063

Minimum Measured WkGearPlanet

24.91

Min Base Tangent length allowance of GearPlanet

-0.0401063

Best spanned k of GearInternal

13.1272

Theoretical Base Tangent Length of GearInternal

13

Maximum Measured WkGearPlanet

57.4356

Max Base Tangent length allowance of GearInternal

57.425

Minimum Measured WkGearPlanet

-0.0106

Min Base Tangent length allowance of GearInternal

57.412

Input Number of Teeth Spanned k of GearInternal

-0.0236

Runout Sun (um)

7

Runout Planet (um)

9

Runout Ring (um)

15

Center Distance Tolerance Max/Min (um)

12.5

-12.5

Best Mounting Configuration

Sun-Planet

Planet Starting Tooth

2

Sun Contact Drive Side Tooth

1

Sun Contact Coast Side Tooth

2

1st Configuration Based Smallest Minimum Value

Planet-Ring

Planet Starting Tooth

24

Sun Contact Drive Side Tooth

9

Sun Contact Coast Side Tooth

10

2nd Configuration Based Smallest Maximum Value

Whole System

Planet Starting Tooth

23

Sun Contact Drive Side Tooth

8

Sun Contact Coast Side Tooth

9

3rd Configuration Based Smallest Peak-Peak Value

Planet-Ring

Planet Starting Tooth

33

Ring Contact Drive Side Tooth

16

Ring Contact Coast Side Tooth

17

1st Configuration Based Smallest Minimum Value

Planet-Ring

Planet Starting Tooth

31

Ring Contact Drive Side Tooth

38

Ring Contact Coast Side Tooth

39

2nd Configuration Based Smallest Maximum Value

Whole System

Planet Starting Tooth

19

Ring Contact Drive Side Tooth

5

Ring Contact Coast Side Tooth

6

3rd Configuration Based Smallest Peak-Peak Value

Plot Type

☐ 1st Configuration

☐ 2nd Configuration

☐ 3rd Configuration

☐ 1st Configuration

☐ 2nd Configuration

☐ 3rd Configuration

☒ Entire Smallest Torsional Backlash Based 1st

☐ Entire Smallest Torsional Backlash Based 2nd

☐ Entire Smallest Torsional Backlash Based 3rd

Press! Related Buttons Before Running

Entire Smallest Minimum Value Based Maximum Torsional Backlash

Backlash(arcmin)

7

6

5

4

3

2

1

0

90

180

270

360

Maximum

Minimum

