



ÜSİMP ULUSAL Kongresi - Fuarı - Sempozyumu

Değişen Küreselleşmede Sürdürülebilir Üretim için ÜSİ

Titreşim Sönümleyici Burçlarda Tasarım Parametrelerinin Optimizasyonuna Yönelik FEM ve Makine Öğrenmesi Tabanlı Metodoloji

M. Emre Dari, Semih Koçak

Yamas Yaşar Makine Kalıp Oto Yedek Parça San. Tic. A.Ş., Bursa, Türkiye

M.Emre DARI

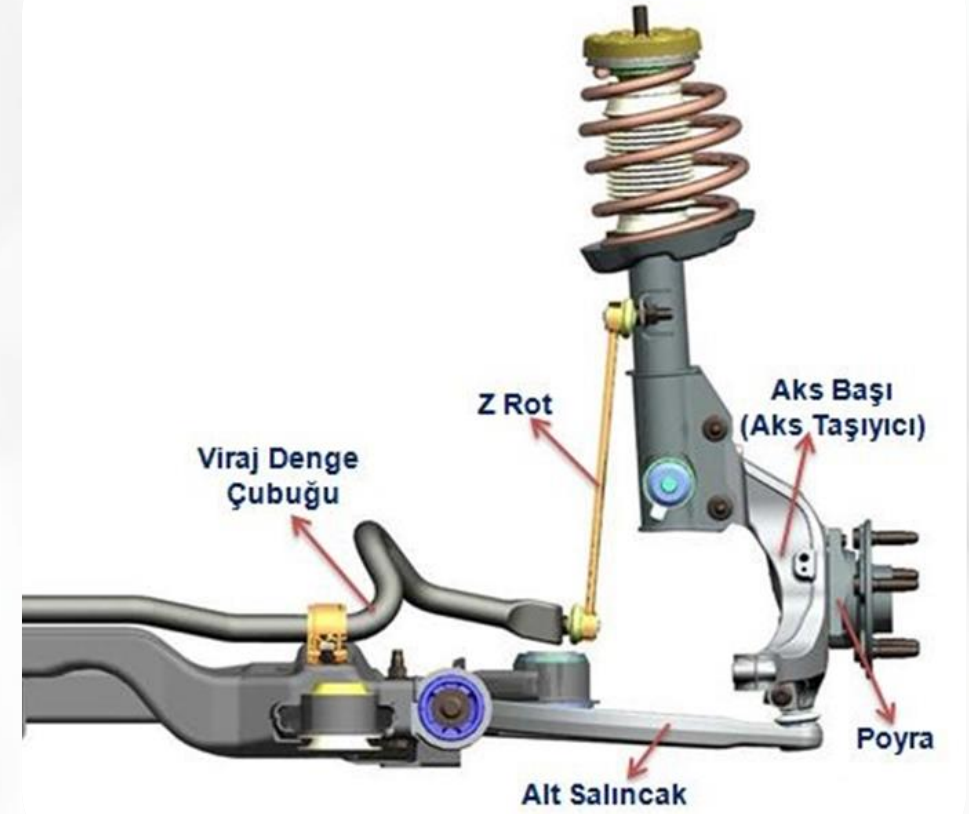
**Ür-Ge Yöneticisi / Otomotiv Müh.
emre.dari@yamas.com.tr**

27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

www.usimppatentfuari.org.tr | usimp@usimp.org.tr | [in usimpmerkez](https://www.instagram.com/usimpmerkez) | [f usimp.platformu](https://www.facebook.com/usimp.platformu) | [t usimpplatformu](https://www.twitter.com/usimpplatformu) | [i usimpmerkez](https://www.instagram.com/usimpmerkez)

➤ İÇERİK

- Hakkımızda
- Titreşim Sönümleyici Burç Tipleri
- Çalışmanın Amacı
- Proje İş Akış Kurgusu
- Tasarım Değişkenlerinin ve Varyasyonların Belirlenmesi
- Sonlu Eleman Analizleri ve Sonuçları
- Fiziksel Testler ve SEA Sonuçları ile Karşılaştırma
- Makine Öğrenme Tabanlı Metodoloji Adımları
- Endüstriyelendirme
- Çıktılar&Kazanımlar



27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara



ÜSİMP ULUSAL Kongresi - Fuarı - Sempozyumu

Değişen Küreselleşmede Sürdürülebilir Üretim için Üsi



Total Area: 3.500m²

Total Area: 6.000m²



Total Area: 8.750m²



First Nominaton From Porsche
9J1.199.145

ESTABLISHED

MOVED to
NEW PLANT
INDUSTRIAL ZONE

PLANT ENLARGED



NEW PLANT
«Metal Forming & Welding»

1996

2011

2015

2018

2019

2021 July

2002

2012

2017

2021 May

08/05/2023

STARTED ANTI-
VIBRATION PARTS

JOINT VENTURE
YAMAS &
MEYLE

R&D CENTER

POT Audit from VW
Group

MOVE to NEW PLANT

Total Area: 25.000m²



2016



VOLKSWAGEN
GROUP



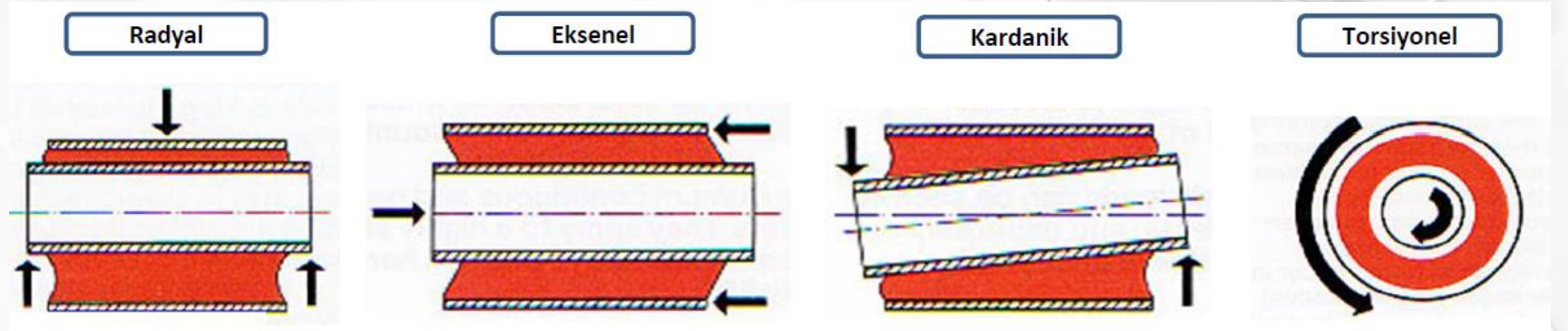
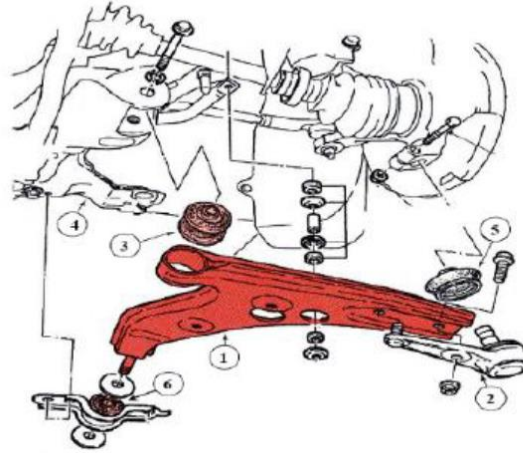
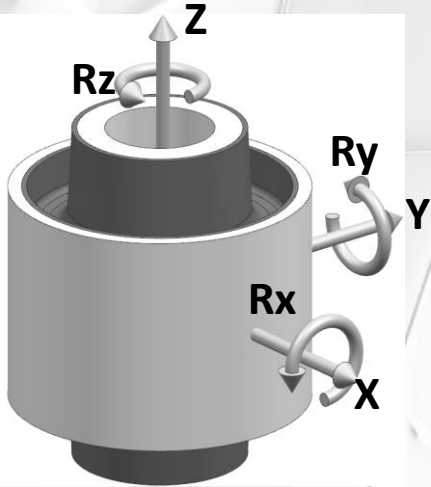
27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

www.usimppatentfuari.org.tr | usimp@usimp.org.tr | [in usimpplatformu](https://www.instagram.com/usimpmerkez) | [f usimp.platformu](https://www.facebook.com/usimp.platformu) | [t usimpplatformu](https://www.linkedin.com/company/usimpplatformu) | [@ usimpmerkez](https://www.youtube.com/channel/UCusimpmerkez)

➤ TİTREŞİM SÖNÜMLEYİCİ BURÇLARIN ÇALIŞMA PRENSİBİ

Bir araç sert ya da engebeli yüzeylerde hareket ederken, bu hareket süspansiyon parçalarının kolayca hareket etmesini sağlar. Doğası gereği esnek bir yapıya sahip olan kauçuk, gürültü ve titreşimlerin aracın şasisine iletiminin en aza indirgenmesini sağlar.

Burçlarının çalışma yönleri;



27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

➤ TİTREŞİM SÖNÜMLEYİCİ BURÇ TIPLERİ

Konvansiyonel Burçlar



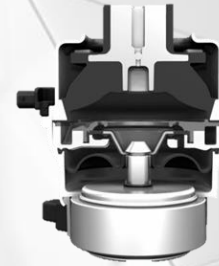
Hidroburçlar



Aktif Titreşim Takozları



Pnömatik



Elektronik



ÜSİMP ULUSAL Kongresi - Fuarı - Sempozyumu

Değişen Küreselleşmede Sürdürülebilir Üretim için ÜSİ

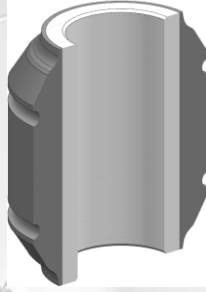
➤ ÇALIŞMAYA NEDEN İHTİYAÇ VAR?

- ✓ Firma bünyesindeki 1000'den fazla parçanın tasarım verilerini kullanarak, yeni geliştirilecek parçaların makine öğrenme ve yapay zeka yöntemleriyle daha hızlı ve verimli bir şekilde tasarlanmasını sağlamak
- ✓ Tasarım ve geliştirme maliyetlerini minimize ederek sektöre hızlı cevap verebilmek

Tasarım ve test verileri elde edilmeden önce burç tasarım tiplerine göre kategorize edilmiştir.



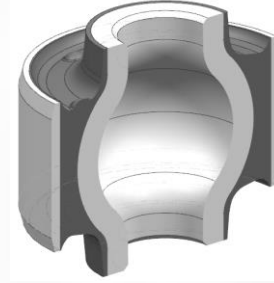
Maçalı (boşluklu)
burçlar



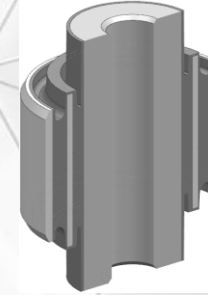
Dışi Kauçuk Burçlar



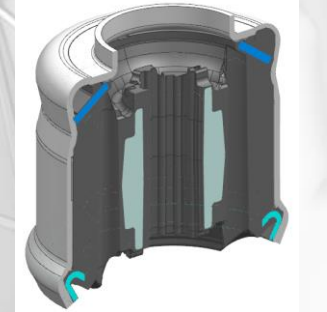
İç ve dış borusu
düz burçlar



İç borusu formulu
burçlar



Üç borulu burçlar

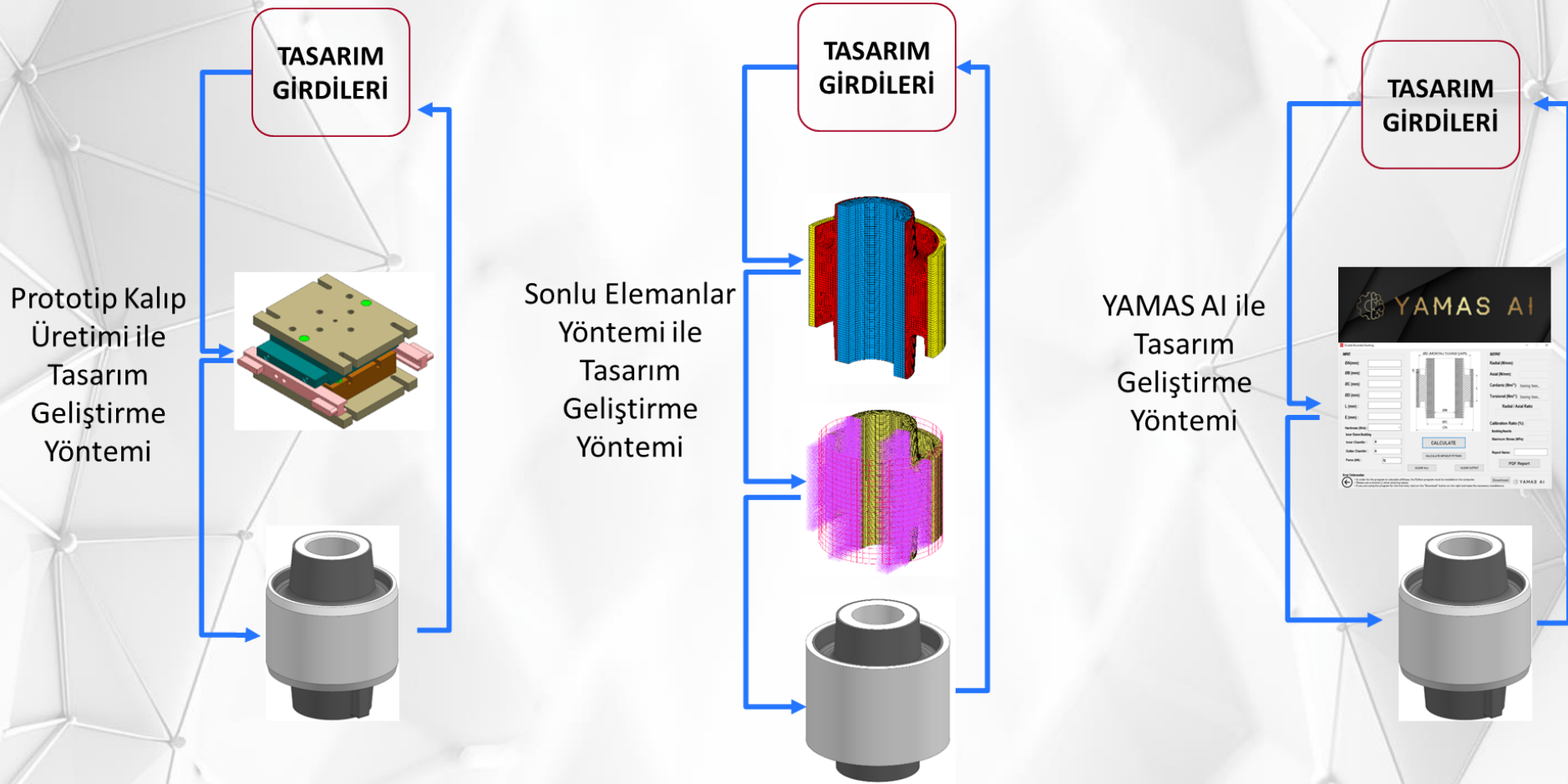


Hidro burçlar

27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

www.usimppatentfuari.org.tr | usimp@usimp.org.tr | [in usimpplatformu](https://www.linkedin.com/company/usimp) | [f usimp.platformu](https://www.facebook.com/usimp.platformu) | [t usimpplatformu](https://www.twitter.com/usimpplatformu) | [@ usimpmerkez](https://www.instagram.com/usimpmerkez)

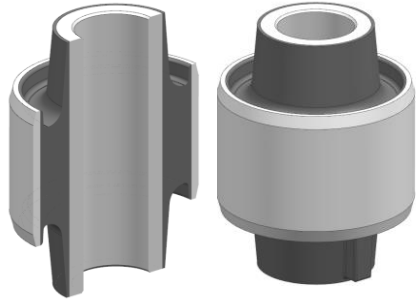
➤ ÇALIŞMAYA NEDEN İHTİYAÇ VAR?



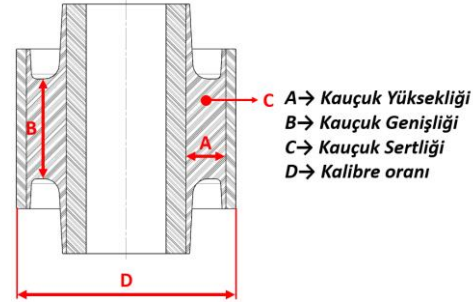
27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

➤ PROJE İŞ AKIŞI

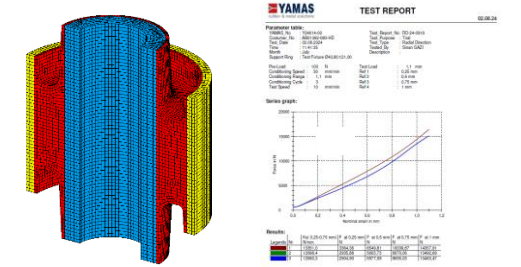
BURÇ TİPİNİN VE SINIR KOŞULLARIN BELİRLENMESİ



TASARIM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ



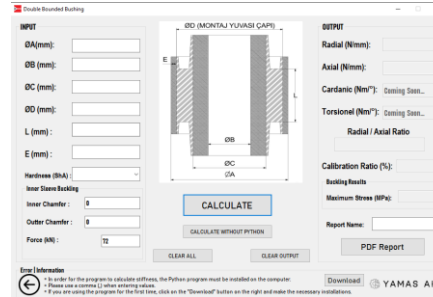
BELİRLENEN BURÇ TİPİNE AİT STATİK VERİLERİN TOPLANMASI



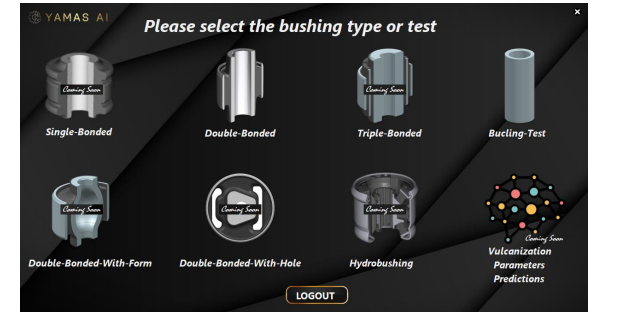
SONUÇLAR VE YORUMLAMA



YAMAS AI UYGULAMASI İLE SONUÇLARIN ELDESİ

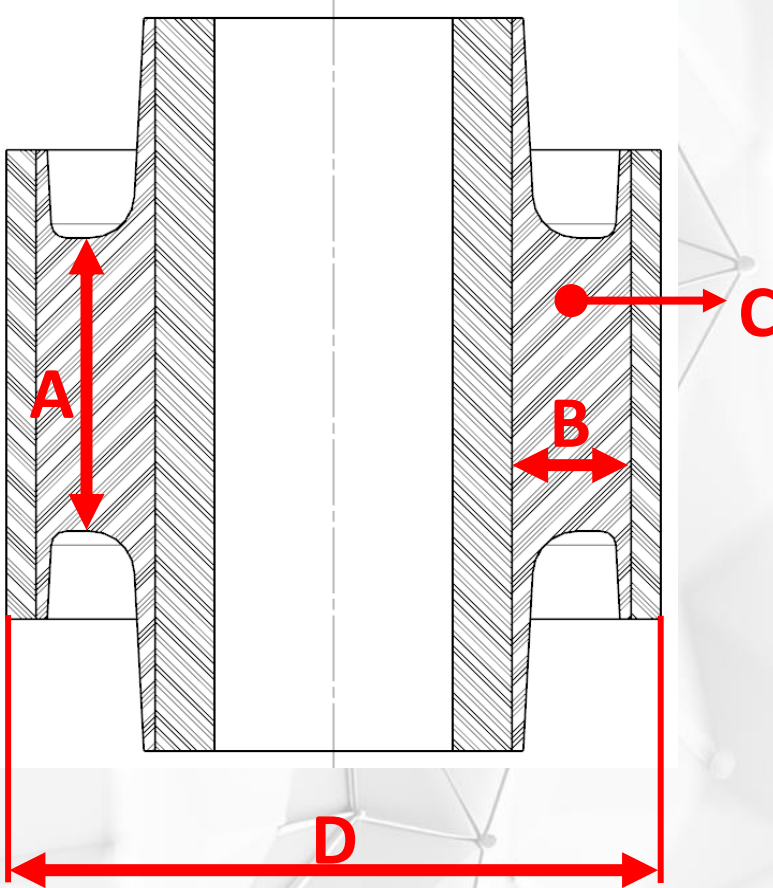


ARAYÜZ VE KODLAMANIN GERÇEKLEŐTİRİLMESİ



27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kùltür ve Kongre Merkezi, Ankara

➤ TASARIM DEĞİŞKENLERİNİN BELİRLENMESİ



- Radyal ve eksenel yönde bir kuvvet uygulandığında, kauçuk deforme olabilen bir eleman olarak tanımlanır. Dış boru ve iç boru ise rijit elemanlar olduğundan deformasyona uğramazlar. Titreşim sönümleyici burcun statik yay katsayısını etkileyen ana faktör, radyal ve eksenel kuvvetin etkisiyle hacimsel olarak sıkışmaya maruz kalmasıdır. Yay katsayısını etkileyen faktörler ise kauçuk yüksekliği, kauçuk genişliği, kauçuk sertliği ve kalibre oranı olarak belirlenmiştir.

A → Kauçuk Yüksekliği

B → Kauçuk Genişliği

C → Kauçuk Sertliği

D → Kalibre oranı

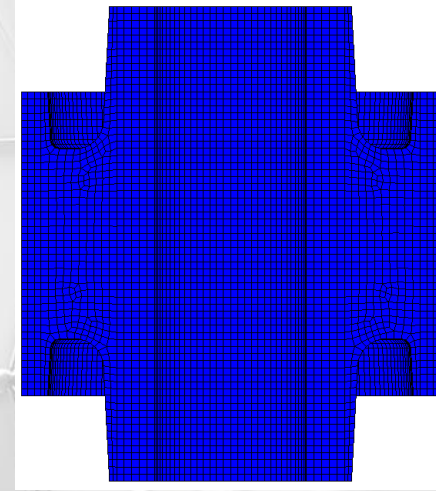
Tasarım Değişkenlerinin Sınır Aralıkları

A ≤ Dış Boru Uzunluğu

3 mm ≤ **B** ≤ 15 mm

45 ShA ≤ **C** ≤ 75 ShA

%0 ≤ **D** ≤ %15



➤ TASARIM VARYASYONLARININ BELİRLENMESİ

Deneme	Kauçuk Yüksekliği	Kauçuk Genişliği	Kauçuk Sertliği	Kalibre Oranı
1	21	8	60	0
2	19	8	60	0
3	22	8	60	0
4	18	8	60	0
5	20	9	60	0
6	20	7	60	0
7	20	10	60	0
8	20	6	60	0
9	20	8	45	0
10	20	8	50	0
11	20	8	55	0
12	20	8	60	0
13	20	8	65	0
14	20	8	70	0
15	20	8	75	0
16	20	8	60	4
17	20	8	60	6
18	20	8	60	8
19	20	8	60	10
20	20	9	60	4
21	20	9	60	6
22	20	9	60	8
23	20	9	60	10
24	20	7	60	4
25	20	7	60	6
26	20	7	60	8
27	20	7	60	10

Kauçuk Yüksekliği, 20 mm nominal ölçü tutularak 18-22 mm aralıklarında analizler gerçekleştirilmiştir. Diğer parametreler sabit tutulmuştur.

Kauçuk Genişliği, 8 mm nominal ölçü tutularak 18-22 mm aralıklarında analizler gerçekleştirilmiştir. Diğer parametreler sabit tutulmuştur.

Kauçuk Sertliği, firmada tüm kauçuk sertliklerinin analizleri gerçekleştirilmiştir. Diğer parametreler sabit tutulmuştur.

Kalibre oranı, nominal ölçüler sabit tutularak analizler gerçekleştirilmiştir.

Kalibre oranı, kauçuk genişliği arttırılarak analizler gerçekleştirilmiştir.

Kalibre oranı, kauçuk genişliği azaltılarak analizler gerçekleştirilmiştir.

27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

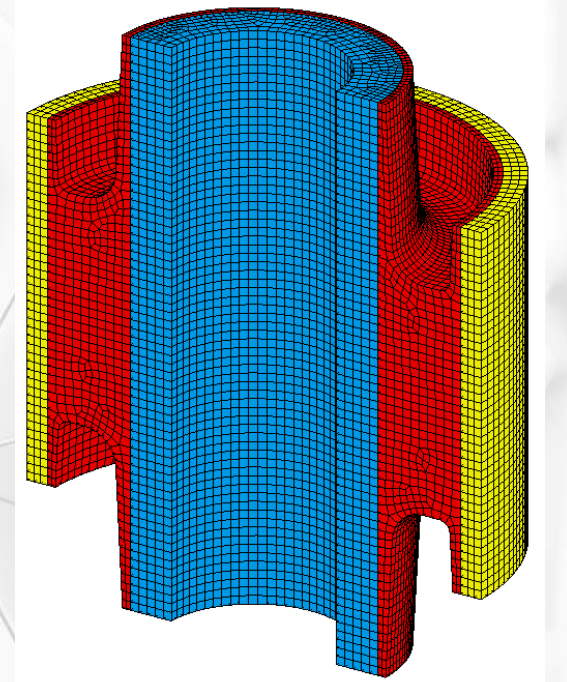


ÜSİMP ULUSAL Kongresi - Fuarı - Sempozyumu

Değişen Küreselleşmede Sürdürülebilir Üretim için ÜSİ

➤ SONLU ELEMENLAR ANALİZLERİ / ÖN İŞLEME ADIMI

Eleman sayısı : 59707
Node sayısı : 75009
Eleman tipi : Hex8
Mesh Boyutu : 0,75 mm
Analiz Türü : 3D Model



- Kauçuk için YAMAS'ta bulunan tüm kauçuk malzeme verileri ile Mooney-Rivlin2 malzeme modeli kullanılmıştır.
- Mesh yapısı  **Apex'de** hazırlanmış çözücü olan  **MSC Marc** kullanılmıştır.
- Kauçuk elemanlar Herrmann (Reduced Integration) tanımlanmıştır.
- Radyal ve Eksenel yönde yapısal analizler için yarım model kullanılmıştır.

27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

www.usimppatentfuari.org.tr | usimp@usimp.org.tr | [in usimpplatformu](https://www.instagram.com/usimpmerkez) | [f usimp.platformu](https://www.facebook.com/usimp.platformu) | [t usimpplatformu](https://www.twitter.com/usimpplatformu) | [@ usimpmerkez](https://www.instagram.com/usimpmerkez)

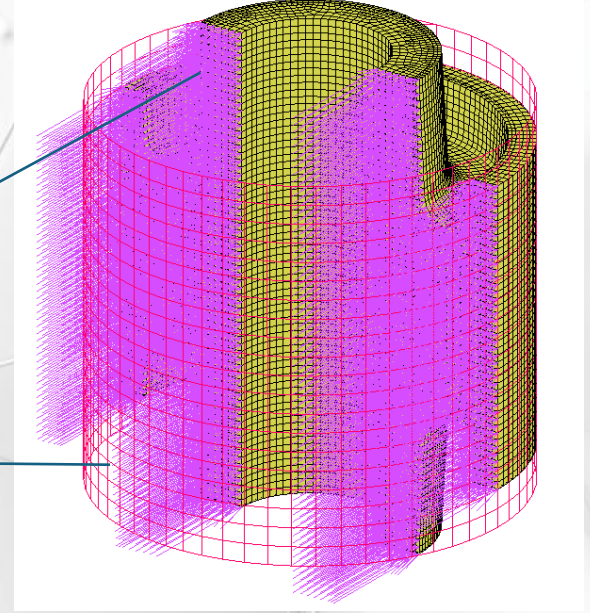
➤ SONLU ELEMENLAR ANALİZLERİ / ÖN İŞLEME ADIMI

Analiz Adımları

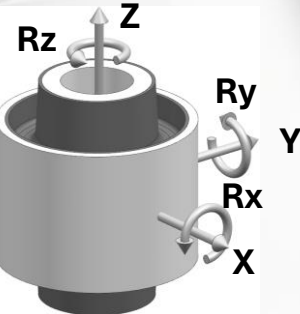
1. *Termal Analiz* : Vulkanizasyondan sonra parçanın soğumasını simüle eder.
2. *Çaplama* : Parçaya yapılan ön sıkıştırma işlemini simüle eder.
3. *İlgili Yön Hareketi* : Parçaya uygulanan statik yapısal testleri simüle eder.

Y Eksenini Sabit

Çaplama için
tanımlanan yüzey

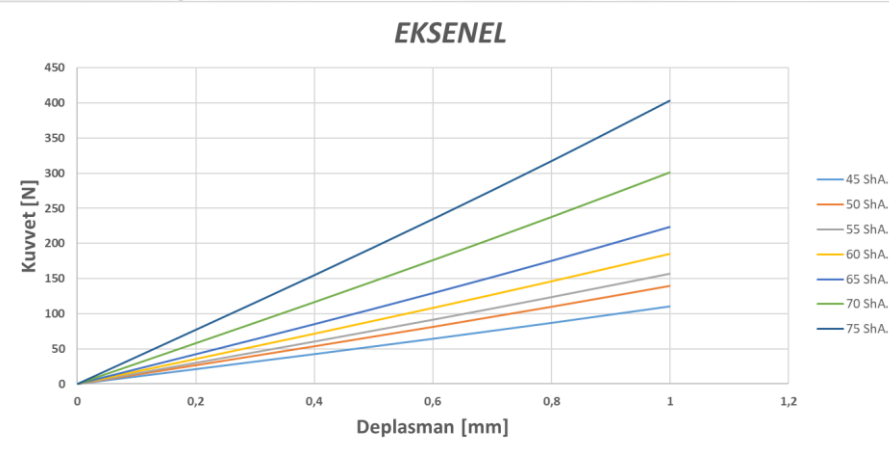
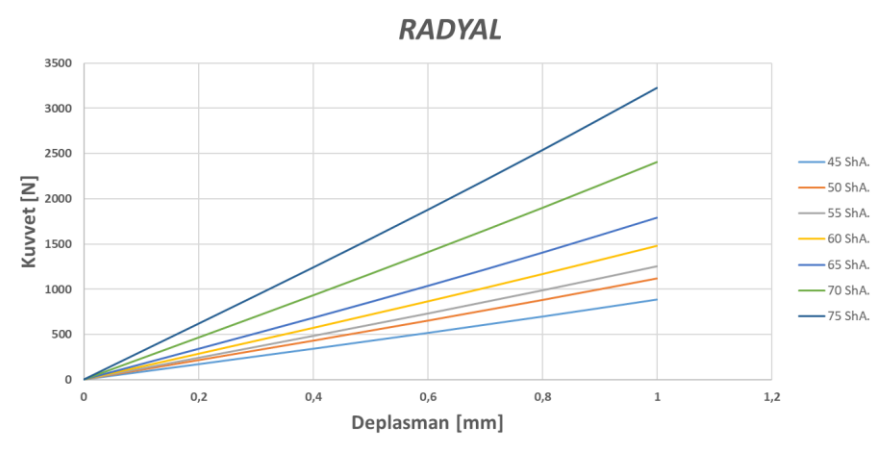
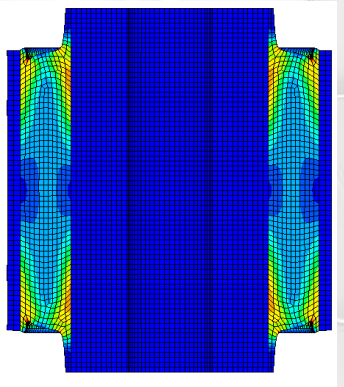
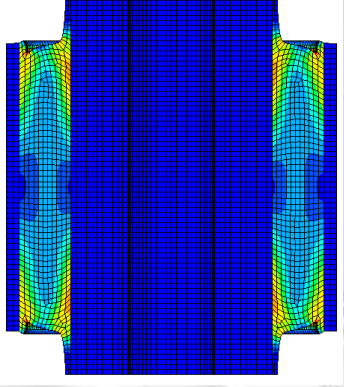


- Parçanın dış yüzeyine atanan yüzey çaplama (kalibre) prosesini gerçekleştirmek için tanımlanmıştır.
- Parça dış yüzeyden (x-y-z) ekseninde sabitlenmiş, iç boruya radyal yönde ($\pm X$ veya $\pm Y$) aksinel yönde ($\pm Z$) hareket verilmiştir.



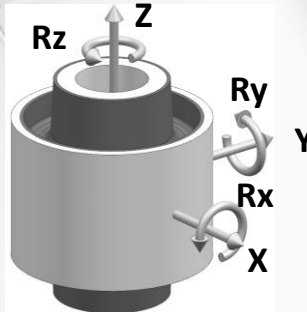
27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

➤ SONLU ELEMENLAR ANALİZLERİ / YAPISAL ANALİZLER



✓ Radyal yönde ($\pm X$, $\pm Y$) iç boru 1 mm hareket ettirilerek kauçuğun verdiği tepki hesaplanarak kuvvet-deplasman eğrileri oluşturulur.

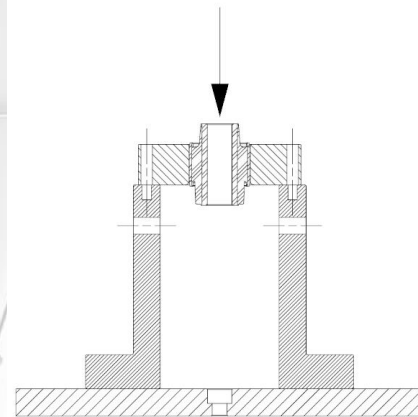
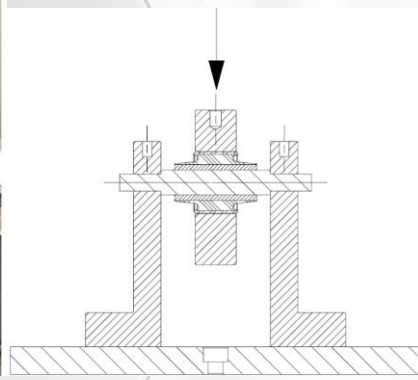
✓ Eksenel yönde ($\pm Z$) iç boru 1 mm hareket ettirilerek kauçuğun verdiği tepki hesaplanarak kuvvet-deplasman eğrileri oluşturulur.



27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

➤ FİZİKSEL TESTLER

- Konvansiyonel burç tipi olan, iç ve dış boruları düz forma sahip burç tipinin statik olarak radyal ve eksenel yönlerde burç verileri toplanmıştır.



YAMAS
rubber & metal solutions

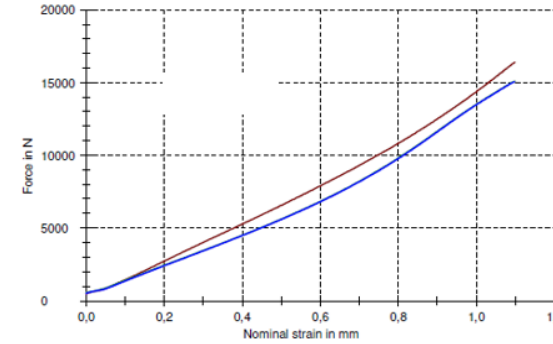
TEST REPORT

02.08.24

Parameter table:

YAMAS_No	:	Test_Report_No	:
Costumer_No	:	Test_Purpose	:
Test_Date	:	Test_Type	: Radial Direction
Time	: 11:41:35	Tested_By	: Sinan GAZI
Month	: July	Description	:
Support Ring	: Test Fixture Ø43,80 t:21,00		
Pre-Load	: 100 N	Test Load	: 1,1 mm
Conditioning Speed	: 30 mm/min	Ref 1	: 0,25 mm
Conditioning Range	: 1,1 mm	Ref 2	: 0,5 mm
Conditioning Cycle	: 3	Ref 3	: 0,75 mm
Test Speed	: 10 mm/min	Ref 4	: 1 mm

Series graph:



Results:

Legends	Nr	Ks(0,25-0,75 mm) N/mm	F at 0,25 mm N	F at 0,5 mm N	F at 0,75 mm N	F at 1 mm N
1	13351,0	3364,36	6549,81	10039,87	14357,91	
2	12068,4	2935,88	5603,73	8970,06	13492,69	
3	12060,3	2904,90	5577,09	8935,03	13463,47	

TEST VERİLERİ

NO	Parça Kodu	Radyal Direngenliği	Eksenel Direngenliği
1	20178	3220,00	355,00
2	21001	8450,00	790,00
3	21002	10160,00	560,00
4	20003	2517,00	371,00
5	19096	9875,00	630,00
6	20020	14829,00	898,00
7	20011	2200,00	332,00
8	13040	8300,00	830,00
9	14032	1875,00	412,00
10	16042	2653,00	923,00
11	21067	7300,00	460,00
12	21067	9600,00	640,00
13	21067	13910,00	1121,00
14	23050	2272,00	230,00
15	23050	2735,00	275,00
16	23050	3114,00	330,00
17	24006	7815,00	1055,00
18	21056	2350,00	221,00
19	21017	25000,00	1300,00
20	21012	2030,00	311,00
21	21008	2500,00	292,00
22	21008	3430,00	420,00
23	21001	8450,00	790,00
24	20105	6350,00	388,00
25	19069	4800,00	535,00
26	YFT4004	2452,00	574,00
27	Y08096	8693,80	970,40
29	Y10079	5066,00	697,40
30	Y12152	6409,00	811,00
31	13024	12924,00	779,7
32	13544	3568,00	872,5
33	13587	13536,00	880
37	19030	11193,00	660
38	19030	14723,00	883
39	19017	7210,00	755
40	19017	9784,00	974
41	18031	5700,00	540
42	18041	7323,00	392

27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

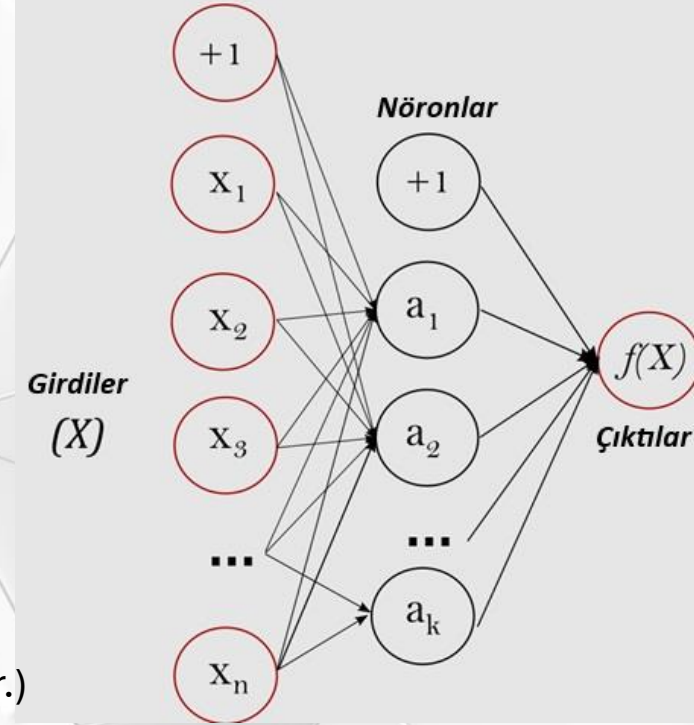
➤ MAKİNE ÖĞRENME (ML) METODOLOJİSİ

Makine öğrenmesi türü ve yöntemi olarak **Sinir Ağı (Neural Network)** belirlenmiştir.

- Giriş Katmanı (Input Layer): Modelin veriyi aldığı ilk katmandır. Her bir nöron bir özelliği temsil eder.
- Gizli Katmanlar (Hidden Layers): Giriş ve çıkış katmanları arasında yer alan katmanlardır. Gizli katmanlar, veriyi işleyerek özellik çıkarımı yapar ve öğrenme sürecini gerçekleştirir.
- Çıkış Katmanı (Output Layer): Modelin tahminlerini veya çıktıları verdiği son katmandır.
- Sinir ağı tanımlamaları;
 - 4 giriş katmanı
 - 50 gizli katman
 - 1 çıkış katmanı (Radyal Direngenlik ve Eksenel Direngenlik için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.)

Giriş katmanı için belirlediğimiz parametreler **kauçuk yüksekliği, genişliği, sertliği ve kalibre oranıdır**.

Çıkış katmanımız ise **radyal direngenlik veya eksenel direngenliktir**. Sinir ağı tabanlı yapıda iki çıkış katmanı olamaz bu sebeple radyal ve eksenel için ayrı iki ağ kurulmuştur.



27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

➤ MAKİNE ÖĞRENME (ML) METODOLOJİSİ

```
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.metrics import mean_squared_error
from sklearn.neural_network import MLPRegressor

# Veri setini yükleme
X = pd.read_csv("X.csv")
y = pd.read_csv("Y.csv")

# Veri setini eğitim ve doğrulama kümelerine bölme
X_train, X_validation, y_train, y_validation = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

# Yapay sinir ağı (ANN) regresyon modelini oluşturma ve eğitme
model = MLPRegressor(hidden_layer_sizes=(50,), activation='relu', solver='adam', max_iter=1000, random_state=42)
model.fit(X_train, y_train) # y'yi düzeltme işlemi

# Eğitim ve doğrulama hatasını hesaplama
train_error = mean_squared_error(y_train, model.predict(X_train))
validation_error = mean_squared_error(y_validation, model.predict(X_validation))

print("Eğitim hatası:", train_error)
print("Doğrulama hatası:", validation_error)

# Tahmin yapmak için kullanıcıdan radyal veri girişi alma
print("\nRadyal sertlik tahmini için lütfen aşağıdaki bilgileri girin:")
height_radial = 1
width_radial = 2
hardness_radial = 3
caliber_radial = 4

# Kullanıcı girdilerini bir diziye dönüştür (radyal için)
user_input_radial = np.array([[height_radial, width_radial, hardness_radial, caliber_radial]])

# Radyal sertlik tahmini
prediction_radial = model.predict(user_input_radial.reshape(1, -1))[0] # İlk değer radyal sertlik
print("Tahmin edilen radyal stiffness:", prediction_radial)

# Tahmin edilen radyal ve eksenel sertlik değerlerini ayrı değişkenlere atama
prediction_radial = prediction[0]

# Tahmin sonuçlarını output.txt dosyasına yazma
with open("output.txt", "w") as f:
    f.write(f"Tahmin edilen radyal stiffness: {prediction_radial}\n")
```

Kütüphanelerin yüklenmesi

Veri setinin yüklenmesi

Veri setini eğitim ve doğrulama kümelerine bölme

Yapay sinir ağı modelini oluşturma ve eğitme
Hidden layer, solver, iteration vb. tanımlamalar

Kullanıcı girdilerini program arayüzünden alarak tahmin yapma

Yapılan tahminin programa gönderilmesi

27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

www.usimppatentfuari.org.tr | usimp@usimp.org.tr | [in usimpmerkez](https://www.instagram.com/usimpmerkez) | [f usimpplatformu](https://www.facebook.com/usimpplatformu) | [t usimpplatformu](https://www.twitter.com/usimpplatformu) | [i usimpmerkez](https://www.instagram.com/usimpmerkez)

➤ MAKİNE ÖĞRENME (ML) METODOLOJİSİ

```
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.metrics import mean_squared_error
from sklearn.neural_network import MLPRegressor

# Veri setini yükleme
X = pd.read_csv("X.csv")
y = pd.read_csv("Y.csv")

# Veri setini eğitim ve doğrulama kümelerine bölme
X_train, X_validation, y_train, y_validation = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

# Yapay sinir ağı (ANN) regresyon modelini oluşturma ve eğitme
model = MLPRegressor(hidden_layer_sizes=(50,), activation='relu', solver='adam', max_iter=1000, random_state=42)
model.fit(X_train, y_train) # y'yi düzeltme işlemi

# Eğitim ve doğrulama hatasını hesaplama
train_error = mean_squared_error(y_train, model.predict(X_train))
validation_error = mean_squared_error(y_validation, model.predict(X_validation))

print("Eğitim hatası:", train_error)
print("Doğrulama hatası:", validation_error)

# Tahmin yapmak için kullanıcıdan radyal veri girişi alma
print("\nRadyal sertlik tahmini için lütfen aşağıdaki bilgileri girin:")
height_radial = 1
width_radial = 2
hardness_radial = 3
caliber_radial = 4

# Kullanıcı girdilerini bir diziye dönüştür (radyal için)
user_input_radial = np.array([[height_radial, width_radial, hardness_radial, caliber_radial]])

# Radyal sertlik tahmini
prediction_radial = model.predict(user_input_radial.reshape(1, -1))[0] # İlk değer radyal sertlik
print("Tahmin edilen radyal stiffness:", prediction_radial)

# Tahmin edilen radyal ve eksenel sertlik değerlerini ayrı değişkenlere atama
prediction_radial = prediction[0]

# Tahmin sonuçlarını output.txt dosyasına yazma
with open("output.txt", "w") as f:
    f.write(f"Tahmin edilen radyal stiffness: {prediction_radial}\n")
```

➔ Kütüphanelerin yüklenmesi

- **Pandas** ve **NumPy** veri işleme için kullanılıyor.
- **train_test_split** veri setini eğitim ve doğrulama kümelerine ayırmak için.
- **mean_squared_error** eğitim ve doğrulama hatalarını hesaplamak için.
- **MLPRegressor** bir yapay sinir ağı regresyon modeli oluşturmak için kullanılıyor.

27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

www.usimppatentfuari.org.tr | usimp@usimp.org.tr | [in usimpplatform](https://www.instagram.com/usimpmerkez) | [f usimp.platformu](https://www.facebook.com/usimp.platformu) | [t usimpplatformu](https://www.twitter.com/usimpplatformu) | [i usimpmerkez](https://www.instagram.com/usimpmerkez)

➤ MAKİNE ÖĞRENME (ML) METODOLOJİSİ

```
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.metrics import mean_squared_error
from sklearn.neural_network import MLPRegressor

# Veri setini yükleme
X = pd.read_csv("X.csv")
y = pd.read_csv("Y.csv")

# Veri setini eğitime ve doğrulama kümelerine bölme
X_train, X_validation, y_train, y_validation = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

# Yapay sinir ağı (ANN) regresyon modelini oluşturma ve eğitime
model = MLPRegressor(hidden_layer_sizes=(50,), activation='relu', solver='adam', max_iter=1000, random_state=42)
model.fit(X_train, y_train) # y'yi düzeltme işlemi

# Eğitim ve doğrulama hatasını hesaplama
train_error = mean_squared_error(y_train, model.predict(X_train))
validation_error = mean_squared_error(y_validation, model.predict(X_validation))

print("Eğitim hatası:", train_error)
print("Doğrulama hatası:", validation_error)

# Tahmin yapmak için kullanıcıdan radyal veri girişi alma
print("\nRadyal sertlik tahmini için lütfen aşağıdaki bilgileri girin:")
height_radial = 1
width_radial = 2
hardness_radial = 3
caliber_radial = 4

# Kullanıcı girdilerini bir diziye dönüştür (radyal için)
user_input_radial = np.array([[height_radial, width_radial, hardness_radial, caliber_radial]])

# Radyal sertlik tahmini
prediction_radial = model.predict(user_input_radial.reshape(1, -1))[0] # İlk değer radyal sertlik
print("Tahmin edilen radyal stiffness:", prediction_radial)

# Tahmin edilen radyal ve eksensel sertlik değerlerini ayrı değişkenlere atama
prediction_radial = prediction[0]

# Tahmin sonuçlarını output.txt dosyasına yazma
with open("output.txt", "w") as f:
    f.write(f"Tahmin edilen radyal stiffness: {prediction_radial}\n")
```

Veri setinin yüklenmesi

Veri setini eğitime ve doğrulama kümelerine bölme

Kaucuk Yüksekliği	Kaucuk Genisliği	Kaucuk Sertliği	Kalibre Oranı	Radyal Stiffness	Eksenel Stiffness
41,20	9,85	50,00	6,09	3220,00	355,00
19,50	4,75	75,00	7,60	8450,00	790,00
27,00	6,00	65,00	10,00	10160,00	560,00
50,00	11,10	50,00	5,40	2517,00	371,00
24,00	3,60	65,00	6,90	9875,00	630,00
45,50	4,20	60,00	7,10	14829,00	898,00
21,30	9,00	70,00	6,10	2200,00	332,00
45,50	6,65	65,00	0,00	8300,00	830,00
37,50	18,75	65,00	6,00	1875,00	412,00
43,50	14,10	60,00	7,80	2653,00	923,00
17,50	5,60	60,00	15,17	7300,00	460,00
17,50	5,60	65,00	15,17	9600,00	640,00
17,50	5,60	70,00	15,17	13910,00	1121,00
23,00	8,20	50,00	8,58	2272,00	230,00
23,00	8,20	55,00	8,58	2735,00	275,00
23,00	8,20	60,00	8,58	3114,00	330,00
22,00	9,00	75,00	11,60	7815,00	1055,00
10,50	5,00	70,00	10,00	2350,00	221,00
30,90	5,10	70,00	12,50	25000,00	1300,00
18,50	7,50	70,00	8,00	2030,00	311,00
17,60	5,20	70,00	14,28	2500,00	292,00
17,60	5,20	75,00	14,28	3430,00	420,00
25,00	4,80	75,00	2,10	8450,00	790,00
19,30	5,50	60,00	10,90	6350,00	388,00
38,50	10,00	60,00	5,50	4800,00	535,00
29,20	19,70	75,00	9,00	2452,00	574,00
26,20	8,40	75,00	5,58	8693,80	970,40
37,50	7,50	70,00	4,11	5066,00	697,40
38,00	8,20	70,00	6,97	6409,00	811,00
21,00	5,00	65,00	17,82	12924,00	779,7
76,80	20,50	75,00	4,15	3568,00	872,5
67,50	7,60	65,00	6,54	13536,00	880
33,30	5,00	65,00	10,00	11193,00	660
33,30	5,00	70,00	10,00	14723,00	883
16,10	6,20	75,00	12,00	7210,00	755
16,10	6,20	80,00	12,00	9784,00	974
29,70	7,20	70,00	2,82	5700,00	540
19,00	5,00	65,00	12,00	7323,00	392

27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

www.usimppatentfuari.org.tr | usimp@usimp.org.tr | [in usimplatformu](https://www.instagram.com/usimplatformu) | [f usimplatformu](https://www.facebook.com/usimplatformu) | [t usimplatformu](https://www.twitter.com/usimplatformu) | [@ usimpmerkez](https://www.instagram.com/usimpmerkez)

➤ MAKİNE ÖĞRENME (ML) METODOLOJİSİ

```
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.metrics import mean_squared_error
from sklearn.neural_network import MLPRegressor

# Veri setini yükleme
X = pd.read_csv("X.csv")
y = pd.read_csv("Y.csv")

# Veri setini eğitim ve doğrulama kümelerine bölme
X_train, X_validation, y_train, y_validation = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

# Yapay sinir ağı (ANN) regresyon modelini oluşturma ve eğitme
model = MLPRegressor(hidden_layer_sizes=(50,), activation='relu', solver='adam', max_iter=1000, random_state=42)
model.fit(X_train, y_train) # y'yi düzeltme işlemi

# Eğitim ve doğrulama hatasını hesaplama
train_error = mean_squared_error(y_train, model.predict(X_train))
validation_error = mean_squared_error(y_validation, model.predict(X_validation))

print("Eğitim hatası:", train_error)
print("Doğrulama hatası:", validation_error)

# Tahmin yapmak için kullanıcıdan radyal veri girişi alma
print("\nRadyal sertlik tahmini için lütfen aşağıdaki bilgileri girin:")
height_radial = 1
width_radial = 2
hardness_radial = 3
caliber_radial = 4

# Kullanıcı girdilerini bir diziye dönüştür (radyal için)
user_input_radial = np.array([[height_radial, width_radial, hardness_radial, caliber_radial]])

# Radyal sertlik tahmini
prediction_radial = model.predict(user_input_radial.reshape(1, -1))[0] # İlk değer radyal sertlik
print("Tahmin edilen radyal stiffness:", prediction_radial)

# Tahmin edilen radyal ve eksensel sertlik değerlerini ayrı değişkenlere atama
prediction_radial = prediction[0]

# Tahmin sonuçlarını output.txt dosyasına yazma
with open("output.txt", "w") as f:
    f.write(f"Tahmin edilen radyal stiffness: {prediction_radial}\n")
```

Yapay sinir ağı modelini oluşturma ve eğitme

Hidden layer, solver, iteration vb. tanımlamalar

- hidden_layer_sizes=(50,):** Model, 50 nöronlu bir gizli katmana sahip.

- activation='relu':** Amaç fonksiyonu olarak ReLU kullanılıyor.

- solver='adam':** Adam optimizasyon algoritmasıyla model eğitiliyor.

- max_iter=1000:** Model, 1000 iterasyon boyunca eğitiliyor.

- random_state=42:** Rastgelelik kontrol ediliyor, böylece modelin tekrar çalıştırıldığında aynı sonuçları vermesi sağlanıyor.

➤ MAKİNE ÖĞRENME (ML) METODOLOJİSİ

```
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.metrics import mean_squared_error
from sklearn.neural_network import MLPRegressor

# Veri setini yükleme
X = pd.read_csv("X.csv")
y = pd.read_csv("Y.csv")

# Veri setini eğitime ve doğrulama kümelerine bölme
X_train, X_validation, y_train, y_validation = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

# Yapay sinir ağı (ANN) regresyon modelini oluşturma ve eğitime
model = MLPRegressor(hidden_layer_sizes=(50,), activation='relu', solver='adam', max_iter=1000, random_state=42)
model.fit(X_train, y_train) # y'yi düzeltme işlemi

# Eğitim ve doğrulama hatasını hesaplama
train_error = mean_squared_error(y_train, model.predict(X_train))
validation_error = mean_squared_error(y_validation, model.predict(X_validation))

print("Eğitim hatası:", train_error)
print("Doğrulama hatası:", validation_error)

# Tahmin yapmak için kullanıcıdan radyal veri girişi alma
print("\nRadyal sertlik tahmini için lütfen aşağıdaki bilgileri girin:")
height_radial = 1
width_radial = 2
hardness_radial = 3
caliber_radial = 4

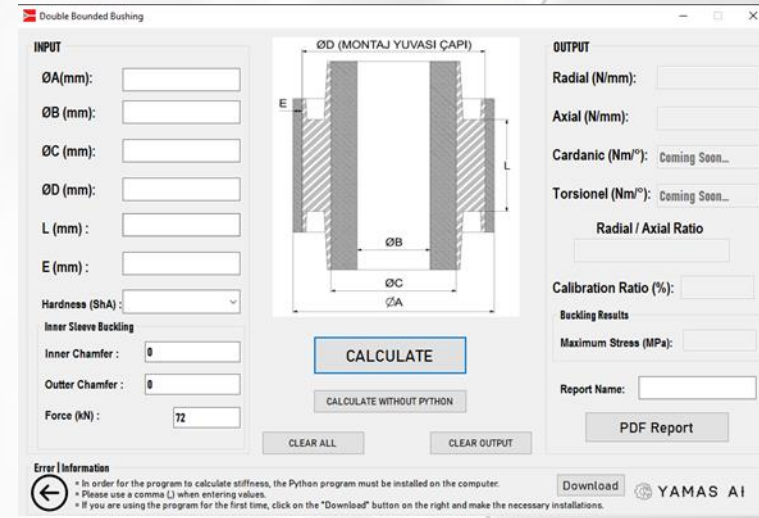
# Kullanıcı girdilerini bir diziye dönüştür (radyal için)
user_input_radial = np.array([[height_radial, width_radial, hardness_radial, caliber_radial]])

# Radyal sertlik tahmini
prediction_radial = model.predict(user_input_radial.reshape(1, -1))[0] # İlk değer radyal sertlik
print("Tahmin edilen radyal stiffness:", prediction_radial)

# Tahmin edilen radyal ve eksenel sertlik değerlerini ayrı değişkenlere atama
prediction_radial = prediction[0]

# Tahmin sonuçlarını output.txt dosyasına yazma
with open("output.txt", "w") as f:
    f.write(f"Tahmin edilen radyal stiffness: {prediction_radial}\n")
```

Kullanıcı girdilerini program arayüzünden alarak tahmin yapma



A→ Kauçuk Yüksekliği
B→ Kauçuk Genişliği
C→ Kauçuk Sertliği
D→ Kalibre oranı

➤ MAKİNE ÖĞRENME (ML) METODOLOJİSİ

```
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.metrics import mean_squared_error
from sklearn.neural_network import MLPRegressor

# Veri setini yükleme
X = pd.read_csv("X.csv")
y = pd.read_csv("Y.csv")

# Veri setini eğitime ve doğrulama kümelerine bölme
X_train, X_validation, y_train, y_validation = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

# Yapay sinir ağı (ANN) regresyon modelini oluşturma ve eğitime
model = MLPRegressor(hidden_layer_sizes=(50,), activation='relu', solver='adam', max_iter=1000, random_state=42)
model.fit(X_train, y_train) # y'yi düzeltme işlemi

# Eğitim ve doğrulama hatasını hesaplama
train_error = mean_squared_error(y_train, model.predict(X_train))
validation_error = mean_squared_error(y_validation, model.predict(X_validation))

print("Eğitim hatası:", train_error)
print("Doğrulama hatası:", validation_error)

# Tahmin yapmak için kullanıcıdan radyal veri girişi alma
print("\nRadyal sertlik tahmini için lütfen aşağıdaki bilgileri girin:")
height_radial = 1
width_radial = 2
hardness_radial = 3
caliber_radial = 4

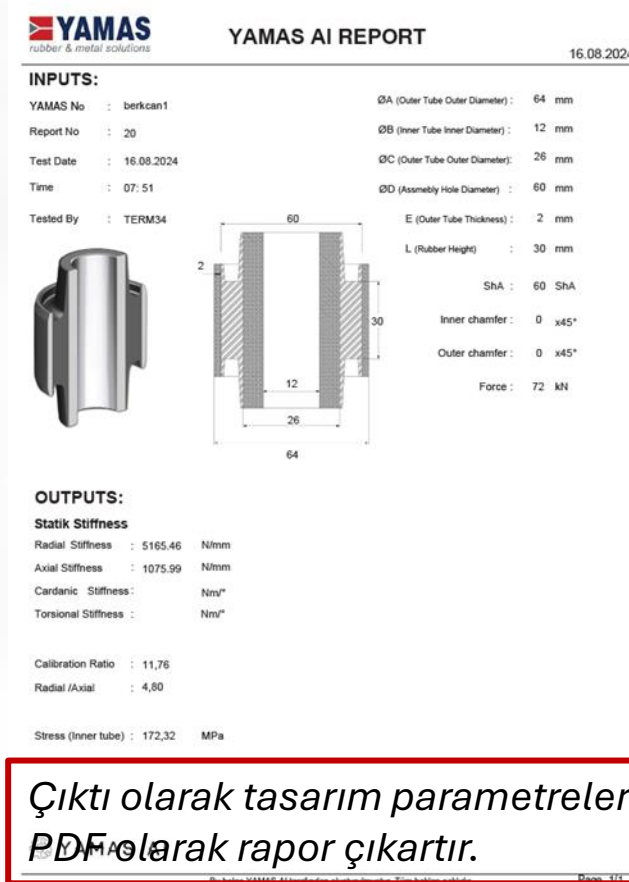
# Kullanıcı girdilerini bir diziye dönüştür (radyal için)
user_input_radial = np.array([[height_radial, width_radial, hardness_radial, caliber_radial]])

# Radyal sertlik tahmini
prediction_radial = model.predict(user_input_radial.reshape(1, -1))[0] # İlk değer radyal sertlik
print("Tahmin edilen radyal stiffness:", prediction_radial)

# Tahmin edilen radyal ve eksenel sertlik değerlerini ayrı değişkenlere atama
prediction_radial = prediction[0]

# Tahmin sonuçlarını output.txt dosyasına yazma
with open("output.txt", "w") as f:
    f.write(f"Tahmin edilen radyal stiffness: {prediction_radial}\n")
```

Yapılan tahminin programa gönderilmesi



27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

www.usimppatentfuari.org.tr | usimp@usimp.org.tr | [in usimpmerkez](https://www.instagram.com/usimpmerkez) | [f usimpplatformu](https://www.facebook.com/usimpplatformu) | [t usimpplatformu](https://www.twitter.com/usimpplatformu) | [i usimpmerkez](https://www.instagram.com/usimpmerkez)

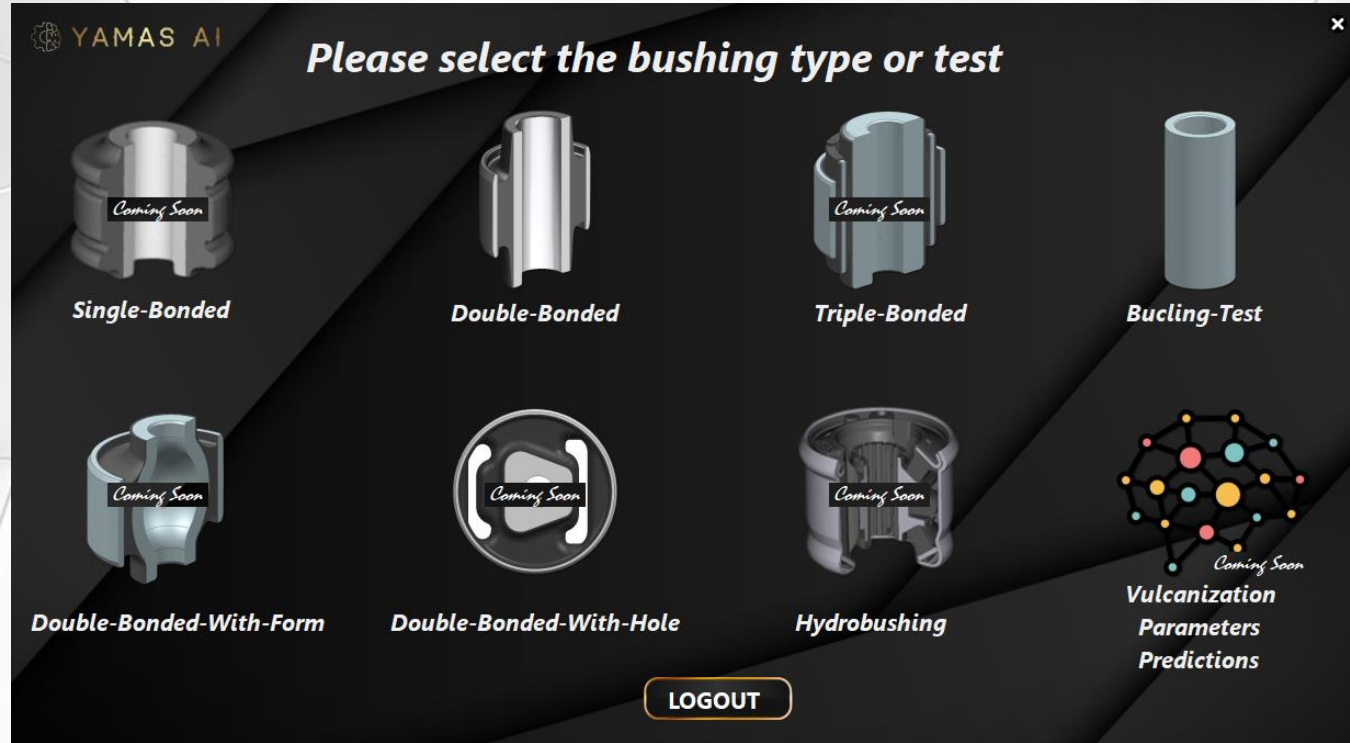


ÜSİMP ULUSAL Kongresi - Fuarı - Sempozyumu

Değişen Küreselleşmede Sürdürülebilir Üretim için ÜSİ

➤ ENDÜSTRİYELLEŞTİRME FAZI / MAKİNE ÖĞRENME (ML) TABANLI PROGRAM

Visual Studio programında arayüz tasarlanmıştır. Tasarlanan arayüzün arka planında C# programlama dili kullanılarak kullanıcı girdileri eklenir ve çıktılar raporlanır.



27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

www.usimppatentfuari.org.tr | usimp@usimp.org.tr | [in usimpplatformu](https://www.instagram.com/usimpmerkez) | [f usimp.platformu](https://www.facebook.com/usimp.platformu) | [t usimpplatformu](https://www.twitter.com/usimpplatformu) | [i usimpmerkez](https://www.instagram.com/usimpmerkez)



ÜSİMP ULUSAL Kongresi - Fuarı - Sempozyumu

Değişen Küreselleşmede Sürdürülebilir Üretim için ÜSİ

➤ ENDÜSTRİYELLEŞTİRME FAZİ / MAKİNE ÖĞRENME (ML) TABANLI PROGRAM

GİRDİLERİN KOLAYLIĞI İÇİN GÖRSEL

KULLANICI GİRDİLERİ

DOUBLE-BOUNDED BUSHING

INPUT

ØA(mm):

ØB (mm):

ØC (mm):

ØD (mm):

L (mm):

E (mm):

Hardness (ShA):

Inner Sleeve Buckling:

Inner Chamfer:

Outer Chamfer:

Force (kN):

OUTPUT

Radial (N/mm):

Axial (N/mm):

Cardanic (Nm/°):

Torsional (Nm/°):

Radial / Axial Ratio:

Calibration Ratio (%):

Buckling Results

Maximum Stress (MPa):

ÇIKTILAR

HESAPLAMALAR [Python]

Bilgi Ekranı

Error / Information

= In order for the program to calculate stiffness, the Python program must be installed on the computer.

YAMAS

27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

www.usimppatentfuari.org.tr | usimp@usimp.org.tr | [in usimpplatform](https://www.linkedin.com/company/usimp) | [f usimp.platformu](https://www.facebook.com/usimpplatform) | [usimpplatformu](https://www.instagram.com/usimpplatform) | [usimpmerkez](https://www.instagram.com/usimpmerkez)



ÜSİMP ULUSAL Kongresi - Fuarı - Sempozyumu

Değişen Küreselleşmede Sürdürülebilir Üretim için Üsi

➤ VERİ DOĞRULAMA

VARYASYON		TASARIM PARAMETRELERİ-GİRDİLER				SONUÇLAR-ÇIKTILAR	
		KAUÇUK YÜKSEKLİĞİ [mm]	KAUÇUK GENİŞLİĞİ [mm]	KAUÇUK SERTLİĞİ [shA.]	KALİBRE ORANI [%]	RADYAL DİRENGENLİK [N/mm]	EKSENEL DİRENGENLİK [N/mm]
V1	TEST SONUÇLARI	41,20	9,85	50	5,80	3220,0	355,0
	ANALİZ SONUÇLARI					3381,0	311,5
	MAKİNE ÖĞRENME SONUÇLARI					3444,2	322,4
V2	TEST SONUÇLARI	19,50	4,75	75	7,60	8450,0	790,0
	ANALİZ SONUÇLARI					8255,0	677,4
	MAKİNE ÖĞRENME SONUÇLARI					8402,8	703,0
V3	TEST SONUÇLARI	22,40	6,00	65	10,00	10180,0	560,0
	ANALİZ SONUÇLARI					8679,0	455,3
	MAKİNE ÖĞRENME SONUÇLARI					8813,3	467,8
V4	TEST SONUÇLARI	18,50	7,50	70	6,00	2032,0	305,0
	ANALİZ SONUÇLARI					1986,0	278,3
	MAKİNE ÖĞRENME SONUÇLARI					2021,5	286,8
V5	TEST SONUÇLARI	16,00	5,25	70	3,60	4924,0	410,0
	ANALİZ SONUÇLARI					4937,0	370,3
	MAKİNE ÖĞRENME SONUÇLARI					5007,7	382,3
V6	TEST SONUÇLARI	23,00	8,20	50	8,58	2272,0	230,0
	ANALİZ SONUÇLARI					2129,0	246,1
	MAKİNE ÖĞRENME SONUÇLARI					2170,4	254,9
V7	TEST SONUÇLARI	23,00	8,20	55	8,58	2735,0	275,0
	ANALİZ SONUÇLARI					2802,0	240,5
	MAKİNE ÖĞRENME SONUÇLARI					2832,2	248,4
V8	TEST SONUÇLARI	23,00	8,20	60	8,58	3114,0	330,0
	ANALİZ SONUÇLARI					3001,0	287,5
	MAKİNE ÖĞRENME SONUÇLARI					3045,4	297,0

Tüm veriler toplandıktan sonra 8 referans burç için korelasyon yapılmıştır. Bu burçlara ait test sonuçları, analiz sonuçları ve YAMAS AI yazılımı sonuçları tabloda belirtilmiştir.

SONUÇLAR

DOĞRULUK ORANI

Test Sonuçları-SEA

%92

Test Sonuçları-YAMAS AI

%94

27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

www.usimppatentfuari.org.tr | usimp@usimp.org.tr | [in usimpmerkez](https://www.instagram.com/usimpmerkez) | [f usimpplatformu](https://www.facebook.com/usimpplatformu) | [t usimpplatformu](https://www.twitter.com/usimpplatformu) | [@ usimpmerkez](https://www.instagram.com/usimpmerkez)



ÜSİMP ULUSAL Kongresi - Fuarı - Sempozyumu

Değişen Küreselleşmede Sürdürülebilir Üretim için ÜSİ

➤ ÇIKTILAR&KAZANIMLAR

- Test sonuçları ile YAMAS AI karşılaştırmasında **%94 doğrulukta** istenen sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür.(İç ve dış borusu düz burç tipinde)
- Sonlu elamanlar analizi ile YAMAS AI sonuçları karşılaştırıldığında ise doğruluk oranlarında **%2'lik bir sapma** kauçuk gibi non-lineer özellikte malzemeler için kabul edilebilir seviyededir.
- Yine sonlu elemanlar ile doğrulama metodu ile makine öğrenimi tabanlı program ile çıktıların elde edilmesi için gerekli sürede parça başına **ort. 2 saatlik** bir süre kazanımı elde edilmiştir.

METOD	SÜRE (SANİYE)
YAMAS AI YAZILIMI İLE SÜRE	60
SONLU ELEMANLAR ANALİZ SÜRESİ	7200

27-28 Kasım 2025 | ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara

www.usimppatentfuari.org.tr | usimp@usimp.org.tr | [in usimpplatformu](https://www.instagram.com/usimpmerkez) | [f usimp.platformu](https://www.facebook.com/usimp.platformu) | [t usimpplatformu](https://www.twitter.com/usimpplatformu) | [@ usimpmerkez](https://www.instagram.com/usimpmerkez)

➤ GELECEK ÇALIŞMALAR

- Makine öğrenme tabanlı bu metoda kardanik ve torsiyonel test verileri entegre edilerek bir burç için istenen tüm statik karakterizasyonların makine öğrenimi ile yapılması
- Belirtilen diğer burç tipleri için sınır koşullarının belirlenerek veri besleme için veri toplanması ve programa entegre edilmesi
- Dinamik test verilerinin entegre dinamik karakterizasyon çıktılarının elde edilmesi
- Kauçuk-metal bileşenli burçların ömür yaklaşımında etkili olan kauçuk geometrileri için veriler entegre edilerek parça özelinde dayanımı arttıracak şekilde tasarım optimizasyonlarının yapılması
- Kauçuk pişirme(kürleme) prosesi için aynı yaklaşımla yeni tasarımlar için proses parametre tahminlerinin yapılması

