



NUMESYS - ANSYS Otomotiv Kullanıcılar Konferansı

Otomotiv Farında Ansys LS-Dyna ile Yaya çarpma (Ped-Pro) Simülasyonları

04.10.2023

Bursa - TÜRKİYE

SAĞLAM UZATICI Ezgi

ALTR-BU/EEV

01

OTOMOTİV FARI İÇİN KOMPONENT SEVİYESİNDE
YAYA GÜVENLİĞİ ÇARPMA TEST TİPLERİ

Otomotiv Farında Ansys LS-Dyna ile Yaya çarpma (Ped-Pro) Simülasyonları

1. KAFA FORMU ÇARPMA TESTİ

A. KAFA ÇARPMA BÖLGESİ 1

B. KAFA ÇARPMA BÖLGESİ 2

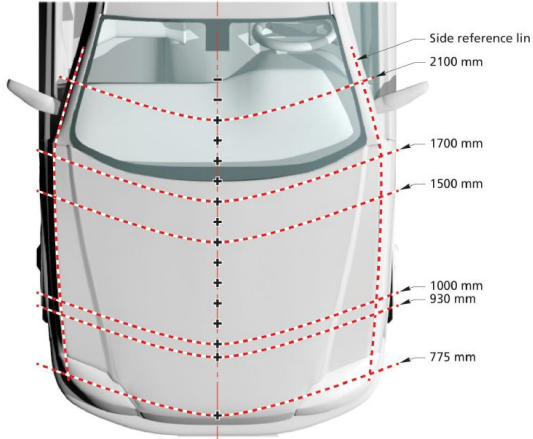
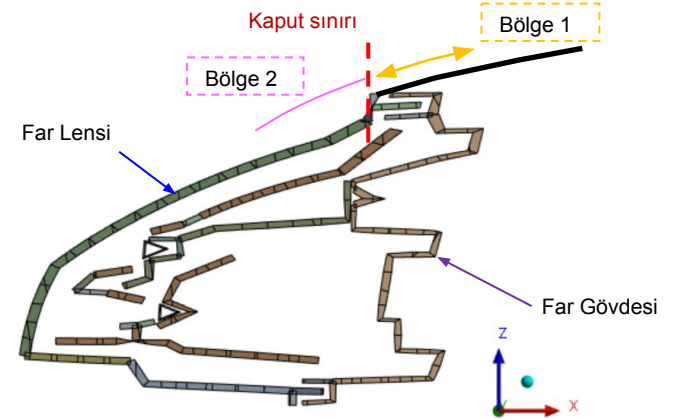
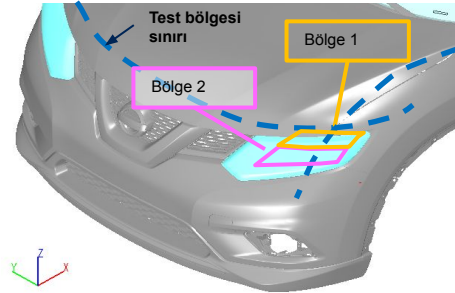


Figure 10: Headform test area



Otomotiv Farında Ansys LS-Dyna ile Yaya çarpma (Ped-Pro) Simülasyonları

A. KAFA ÇARPMA BÖLGESİ 1

- Sınır Şartları

Çarpma Noktaları		Yh_1	Yh_2	...
Çarpma noktası koordinatları	X			
	Y			
	Z			

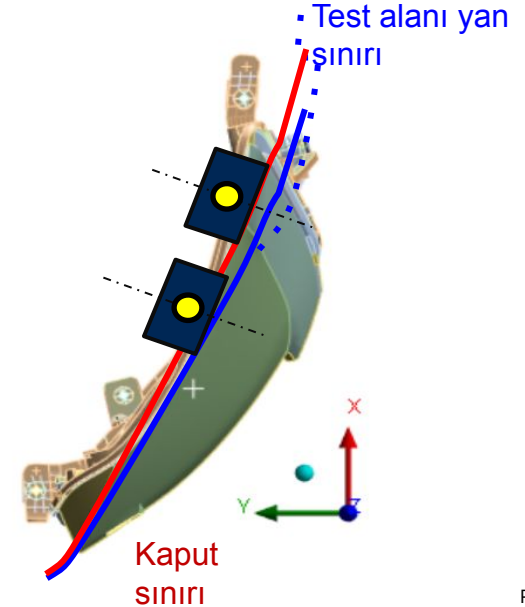
Çarpma noktası koordinatları, plaka ölçüleri, hız ve kütle müşteri tarafından verilmektedir.

90°
İmpaktör Kütle=M
İmpaktör Hız=V

• Rigit plaka X*Y mm,
Dikey Z yönünde serbest



Rijit Bağlantı Noktaları

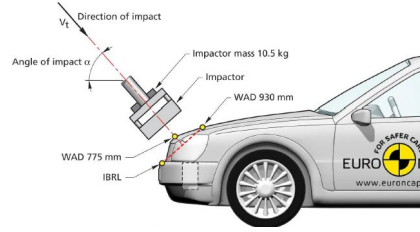
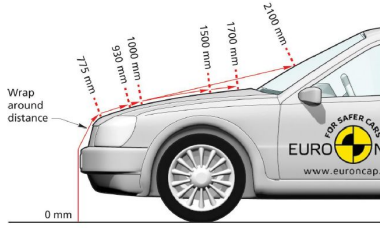


Test alan sınırı

Kapot sınırı

Otomotiv Farında Ansys LS-Dyna ile Yaya çarpma (Ped-Pro) Simülasyonları

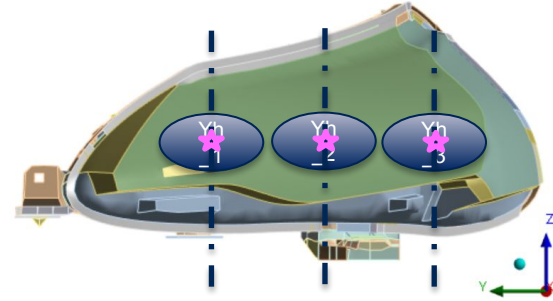
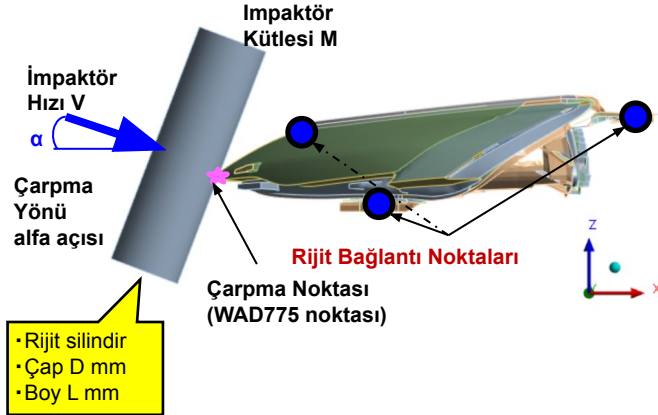
2. ÜST AYAK FORMU ÇARPMA TESTİ



Aiming points	Yh_1	Yh_2	...
X			
Y			
Z			
Alpha angle [°]			
İmpaktör hızı (m/s)			

Çarpma noktaları WAD 775 noktalarıdır. (Euro-NCAP çarpma pozisyonları)

Çarpma noktası koordinatları, silindir ölçüleri, hız, açı ve kütle müşteri tarafından verilmektedir.



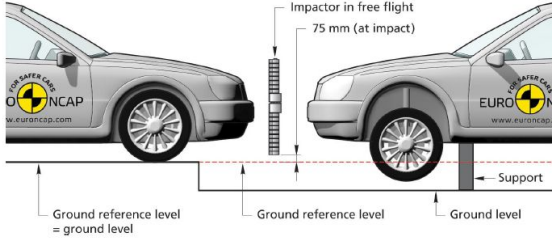
Otomotiv Farında Ansys LS-Dyna ile Yaya çarpma (Ped-Pro) Simülasyonları

3. ALT AYAK FORMU ÇARPMA TESTİ

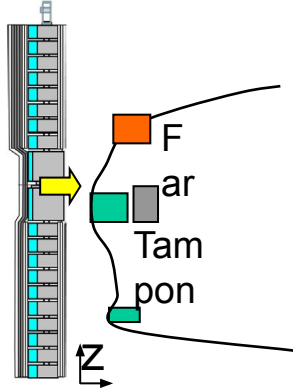
İmpaktör Far'a temas ediyorsa test yapılması gereklidir

Çarpma Noktaları	Yh_1	Yh_2	...
Çarpma noktası koordinatları	X		
	Y		
	Z		

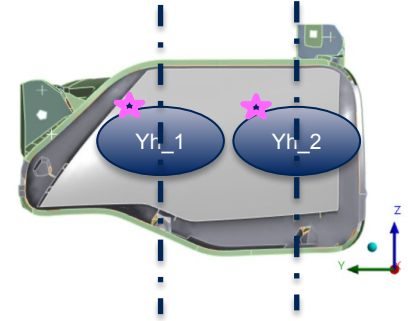
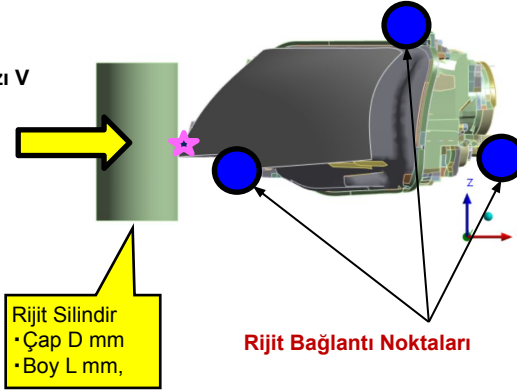
Çarpma noktası koordinatları, silindir ölçüleri, hız ve kütle müşteri tarafından verilmektedir.



İmpaktör Kütleli M



İmpaktör Hızı V
X yönünde



02

ÇARPMA TESTİ GEREKLİLİKLERİ

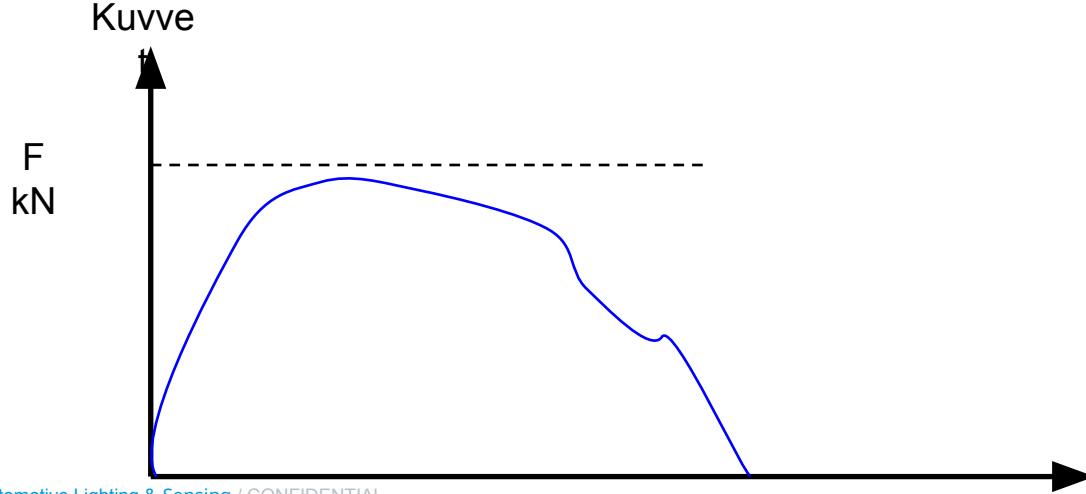
Otomotiv Farında Ansys LS-Dyna ile Yaya çarpma (Ped-Pro) Simülasyonları



1. SONUÇLAR

3 tip analiz için impaktör maksimum reaksiyon kuvvet hedefleri müşteri tarafından verilmektedir. Hedef değerler aşılmamalıdır.

Değerlendirme	Kuvvet	Hedef
Maksimum Kuvvet (Kırılma Kuvveti)	F	< xxx kN



Otomotiv Farında Ansys LS-Dyna ile Yaya çarpma (Ped-Pro) Simülasyonları



2. ÇIKTILAR

Eğriler :

1. Test yönünde zamana bağlı impaktör ivmesinin eğrisi. (filtre CFC1000 x Zaman)
2. Zaman bağlı İmpaktör hızı
3. Zamana bağlı İmpaktör yer değiştirmesi
4. İmpaktör yer değiştirmesine karşı impaktör ivmesi (filtre CFC 600)
5. İç enerji

Skalar çıktılar :

- Fmax : Maksimum Kuvvet
- Kırılma Zamanı (Eğer kırılma oluyorsa)

Ek bilgiler :

Analizin doğruluğuna kanıtlamak için opsiyonel bilgiler

- Enerji eğrileri (iç - kinetik - hourglass - toplam), zamana bağlı ve maksimum değerler
- Enerji oranları, hourglass enerji / iç enerji, zamana bağlı ve maksimum değerler
- Zamana bağlı zaman adımının değişimi
- Zamana bağlı kütle ekleme + ilk eklenen kütle + maksimum eklenen kütle

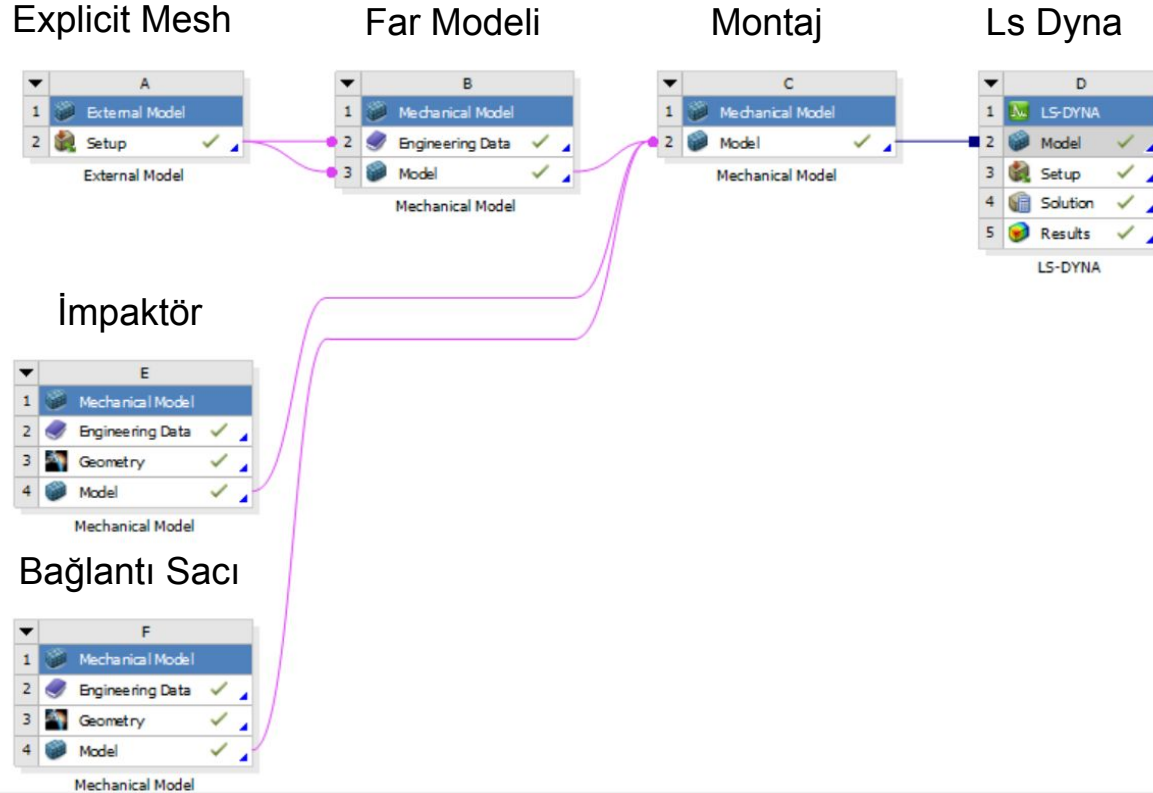
03

ANSYS LS-DYNA İLE YAPILAN ÇALIŞMALAR

A

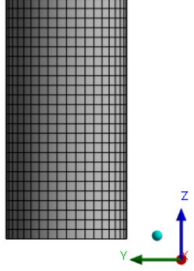
Analiz Set-up'ı ve Gerekli Keyword ve Ls-Dyna
Pre Uygulamaları

Otomotiv Farında Ansys LS-Dyna ile Yaya çarpma (Ped-Pro) Simülasyonları

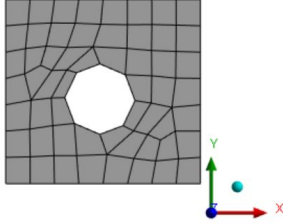


Otomotiv Farında Ansys LS-Dyna ile Yaya çarpma (Ped-Pro) Simülasyonları

İmpaktör

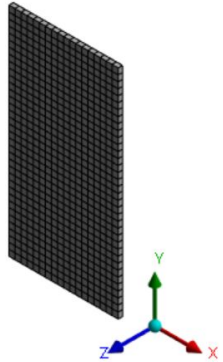


Bağlantı sacı

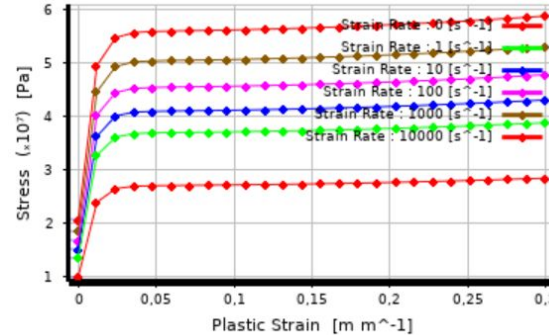


*MAT_PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY

Property	Value	Unit
Density	1200	kg m ⁻³
Isotropic Elasticity		
Derive from	Young's Modu...	
Young's Modulus	2,4E+09	Pa
Poisson's Ratio	0,4	
Bulk Modulus	-4E+09	Pa
Shear Modulus	8,5714E+08	Pa
*MAT_PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY		
Definition		
Formulation for rate effects	Viscoplastic Fo...	
Yield Stress, sigy	0	Pa
Tangent Modulus, Etan	0	Pa
Effective Plastic Strain to Failure, fail	0,75	m m ⁻¹
Minimum Time Step Size for automatic deletion, TDel	1E+21	s



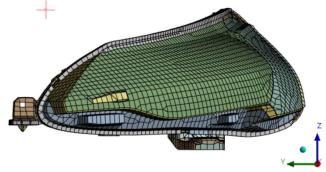
Çekme Hızına Bağlı Stress vs Strain



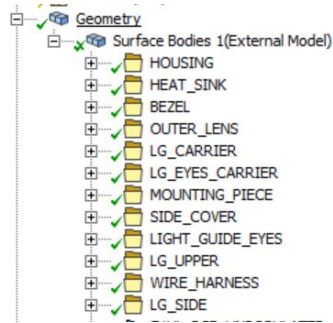
Explicit Linear Mesh

Otomotiv Farında Ansys LS-Dyna ile Yaya çarpma (Ped-Pro) Simülasyonları

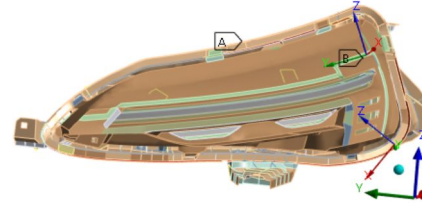
Shell Mesh



Yüzeyler Gruplandırılıp kalınlık ve malzeme atandı

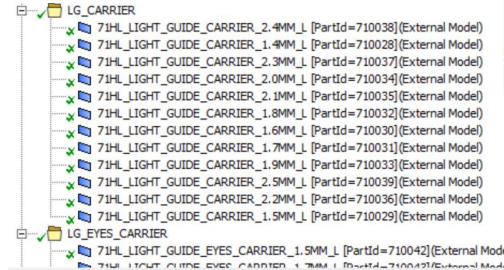
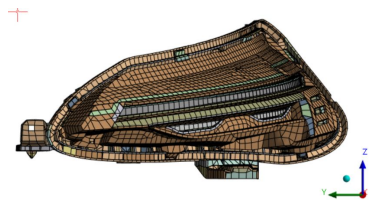


İç parçaların bağlantıları ve arac sacına bağlantı jointler ile yapıldı, ortak yüzey kullanılmadı. **Overconstraint** oluyor. Her iki tarafta deformable tanımlandı.



Lens ribi ile gövde silikon kanalı arasında bonded contact kullanıldı. Joint rijit davranmasına sebep oluyor. İmpaktör reaksiyon kuvveti çok yüksek çıkıyor

Ls-Dyna Pre menüsünden TIED_SHELL_EDGE_TO_SURFACE_BEAM_OFFSET ve TIED_SURFACE_TO_SURFACE_OFFSET formülasyonu uygulandı



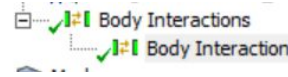
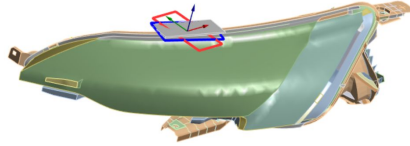
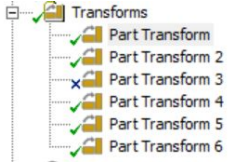
Details of "Contact Properties"	
Definition	
Type	Tied Shell Edge
Formulation	TIED_SHELL_EDGE_TO_SURFACE_BEAM_OFFSET
Common Controls	
Death Time	0 s
Advanced Controls	
Optional Thickness for Contact Surface	-8 mm
Optional Thickness for Target Surface	0 mm
Optional Solid Element Thickness	0 mm

Contact Property	
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Contact	0 Faces
Target	25 Faces
Contact Bodies	Multiple
Target Bodies	Multiple
Contact Shell Face	Program Controlled
Target Shell Face	Program Controlled
Protected	No
Definition	
Type	Bonded
Scope Mode	Manual
Trim Contact	Program Controlled
Maximum Offset	20 mm
Breakable	No
Suppressed	No
Object ID (Beta)	1639
Advanced	
Formulation	Beam



Otomotiv Farında Ansys LS-Dyna ile Yaya çarpma (Ped-Pro) Simülasyonları

İmpaktörler **part transform** ile istenilen koordinatlara taşındı

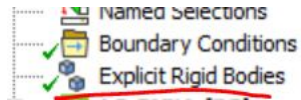


Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Definition	
Type	Frictional
<input type="checkbox"/> Friction Coefficient	.
<input type="checkbox"/> Dynamic Coefficient	.
<input type="checkbox"/> Decay Constant	0.
Suppressed	No

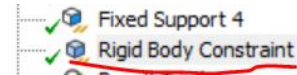
Body interaction ile tüm komponentler arası sürtünmeli tip kontak verildi



İmpaktör **Ls-Dyna pre menüsündeki rigid body tools ile rigid body'ye** çevrildi. Impactor behaviour flexible'dan rigid'e çevrilince ansys ls-dyna rigid olarak görmüyor



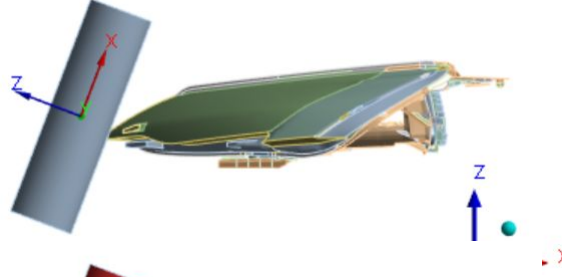
İmpaktöre **Ls-Dyna pre menüsündeki rigid body constraint ile sadece dikey yönde serbestlik** verildi.



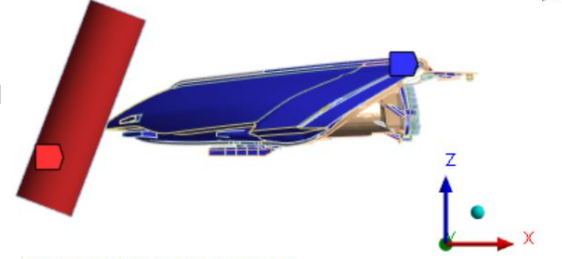
Scoping Method	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Body
Definition	
X Component	Fixed
Y Component	Fixed
Z Component	Free
Rotation X	Fixed
Rotation Y	Fixed
Rotation Z	Fixed

Otomotiv Farında Ansys LS-Dyna ile Yaya çarpma (Ped-Pro) Simülasyonları

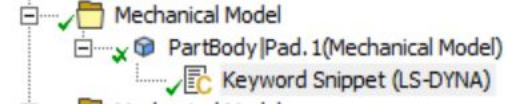
Alfa açısıyla çarpan impaktörlerden **Çarpma yönünde reaksiyon kuvveti okuyabilmek için** lokal koordinat sistemi eklendi.



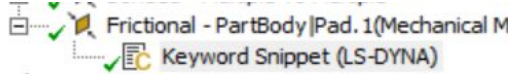
İmpaktör ile lens arasına sürtümlü kontak tanımlandı, **lokal eksen değer okuyabilmek için keyword** eklendi. Lokal koordinat ekseninin id'sini keyword'a yazabilmek için ls-prepost'ta açıp bakmak gerekiyor.



Açılı impaktör part body altına **keyword** eklenerek rigid tanımlandı ve serbestlik **derecesi lokal koordinat sistemine göre sınırlandırıldı**. Ls-pre'deki rigid body constraint ile global eksene göre sınırlama yapılabiliyor



```
*MAT_RIGID
$ ID ro E pr n couple m alias
$ 1 2.316E-09 200000 0.3 0 0 0 0
$ cmo con1 con2 unused1
$ -1 -4 7
$ lco A2 A3 V1 V2 V3 unused2
2070 0 0 0 0 0
```

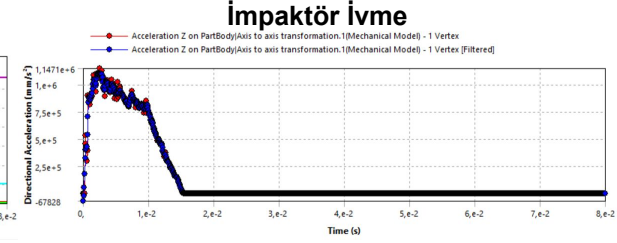
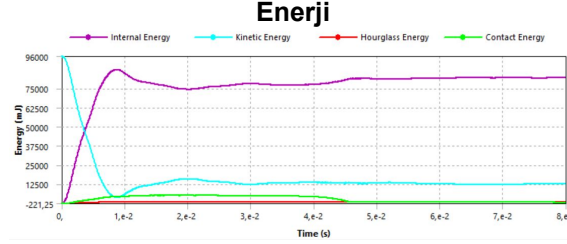
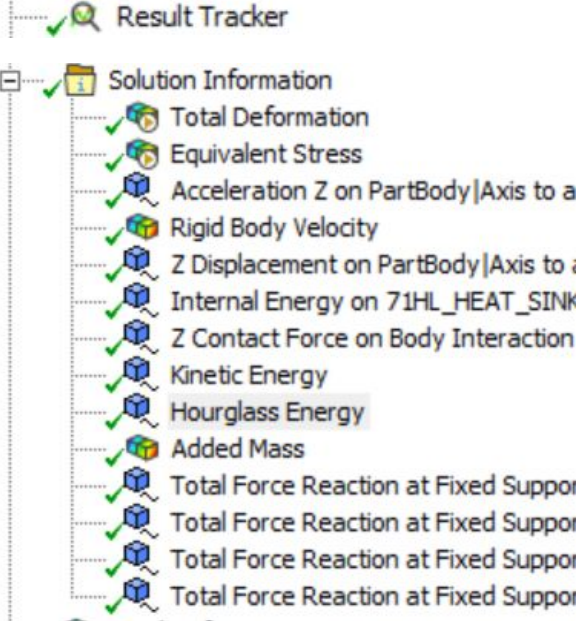


```
*CONTACT_AUTOMATIC_SURFACE_TO_SURFACE_ID
$ ID heading
$ cid title
$ 2066
##
## msid sstyp mstyp sboxid mboxid spr mpr
## 1 2 2 0 0 1 1
## fs fd dc vc vdc penchk bt dt
## 0.0 0.0 0.0 0.0 10.0 0 0.0 0.0
## sfs sfm sst mst sfst sfmt fsf vsf
## 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
## soft sofsocl lcidab maxpar sbopt depth bsort frcfreq
## 2 0.0 0 0.0 3.0 5 0 0
## penmax thkopt shlthk snlog isym i2d3d sldthk sldstf
## 0.0 0 0 0 0 0 0.0 0.0
## igap ignore dprfac dstif unused flangl cid_rcf
## 1 0 0.0 0.0 unused unused flangl cid_rcf 2070
```

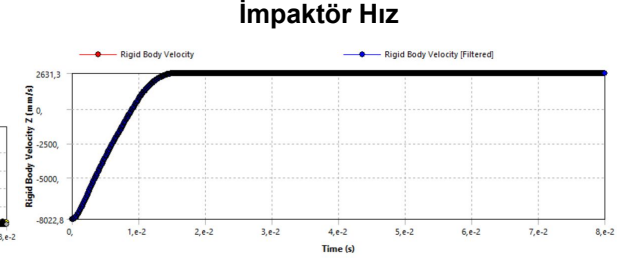
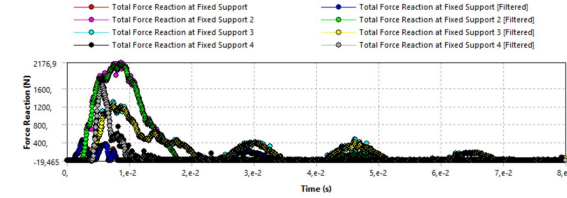

Otomotiv Farında Ansys LS-Dyna ile Yaya çarpma (Ped-Pro) Simülasyonları



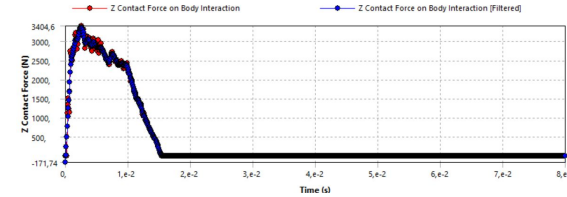
LS-Dyna pre menüsündeki result tracker uygulaması ile istenilen komponent veya tüm komponentler dahil edilerek sonuçlar yazdırıldı ve takip edildi.



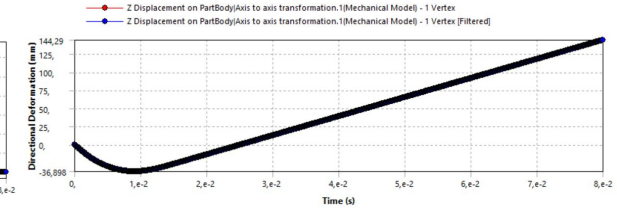
Bağlantı noktaları Kuvvet Reaksiyonları



İmpaktör Kuvvet Reaksiyonu



İmpaktör Yer Değiştirme



B

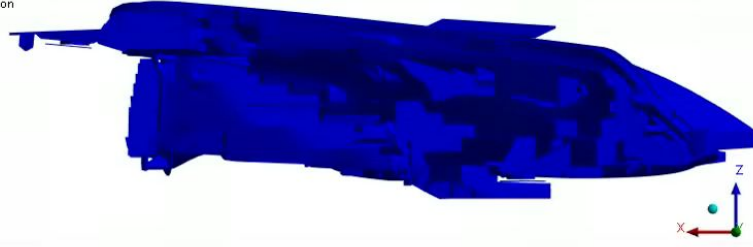
Analiz Sonuçları

Otomotiv Farında Ansys LS-Dyna ile Yaya çarpma (Ped-Pro) Simülasyonları

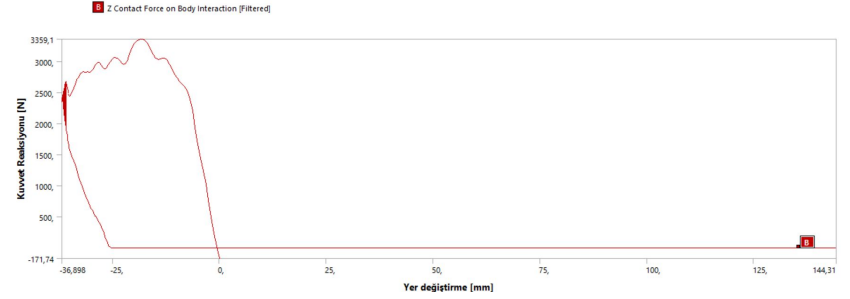
1. KAFA FORMU ÇARPMA TESTİ

D: LS-DYNA
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 0 s
4.10.2023 21:04

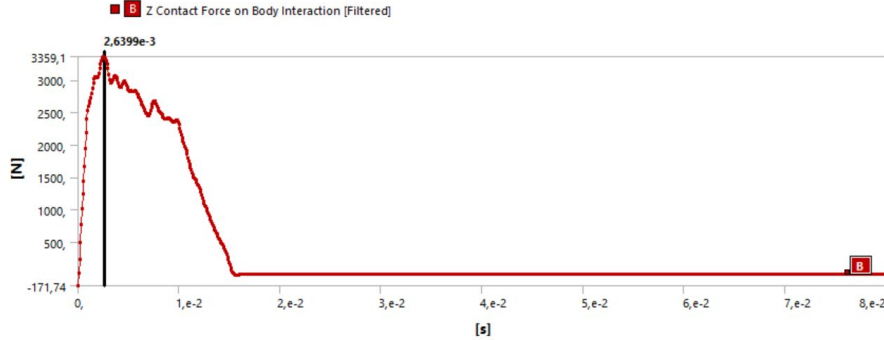
144.3 Max
128,26
112,23
96,197
80,164
64,131
48,099
32,066
16,033
0 Min



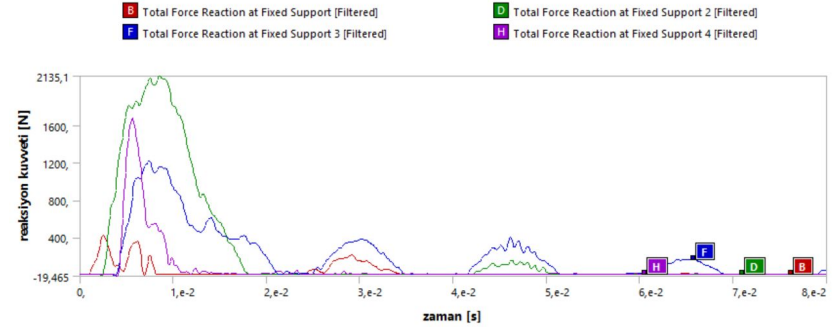
İmpaktör Yer Değiştirmesine Bağlı İmpaktör Kuvvet Reaksiyonu



Zamana Bağlı İmpaktör Kuvvet Reaksiyonu

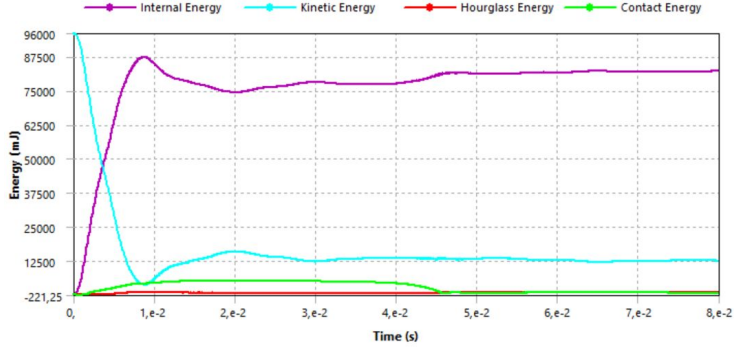


Zamana Bağlı Bağlantı Noktalarındaki Kuvvet Reaksiyonları

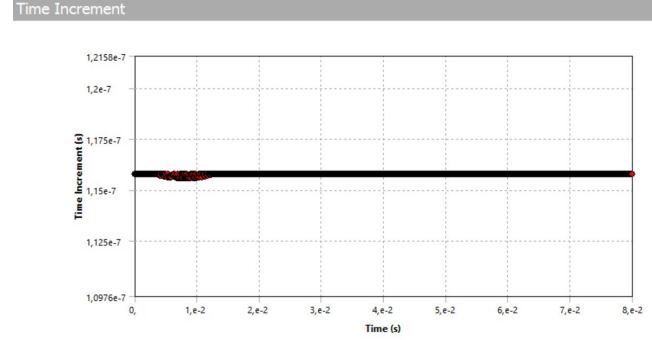


Otomotiv Farında Ansys LS-Dyna ile Yaya çarpma (Ped-Pro) Simülasyonları

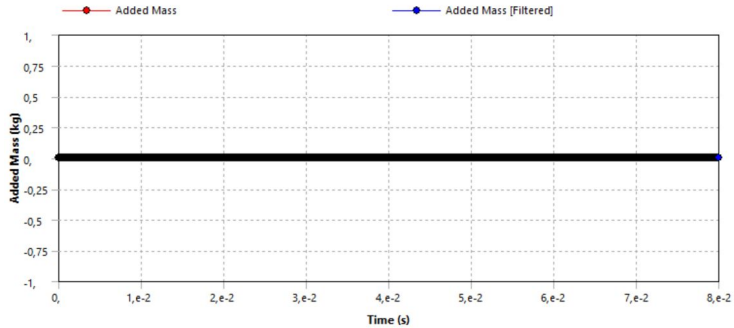
Zamana Bağlı Enerji Değişimi



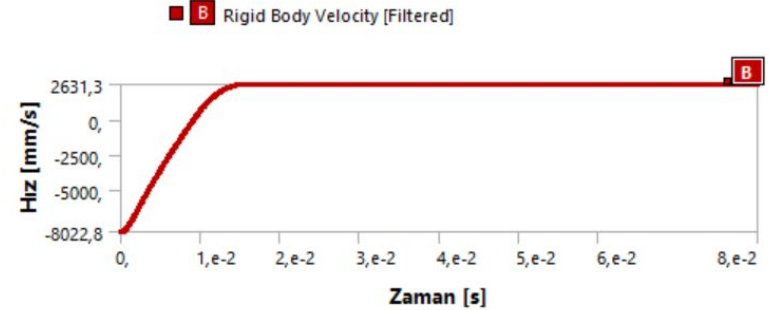
Zaman Adımının Değişimi



Zamana Bağlı Eklenen Kütle Miktarının Değişimi



Zamana Bağlı İmpaktör Hızı

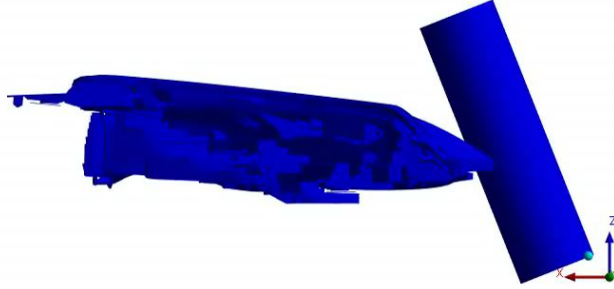


Otomotiv Farında Ansys LS-Dyna ile Yaya çarpma (Ped-Pro) Simülasyonları

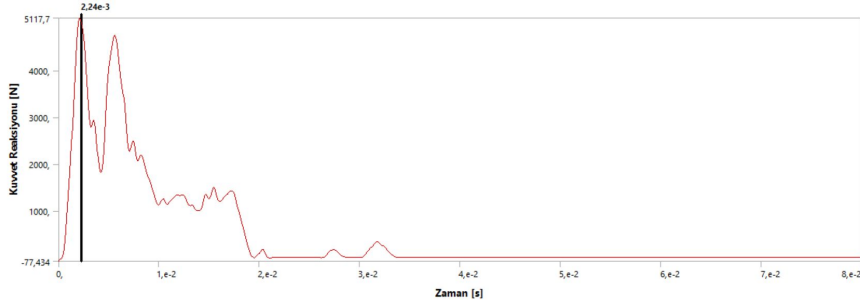
2. ÜST AYAK FORMU ÇARPMA TESTİ

Unit: mm
Time: 0 s
4.10.2023 22:02

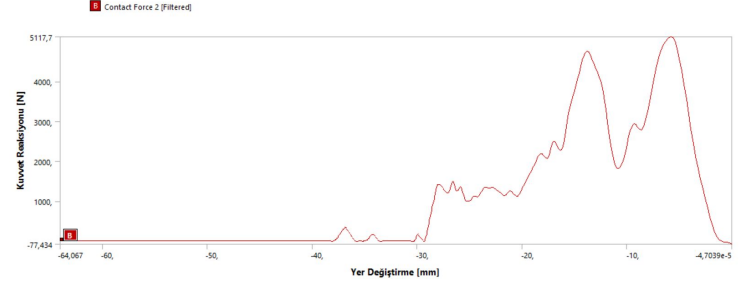
257,33 Max
228,74
200,15
171,56
142,96
114,37
85,778
57,185
28,593
0 Min



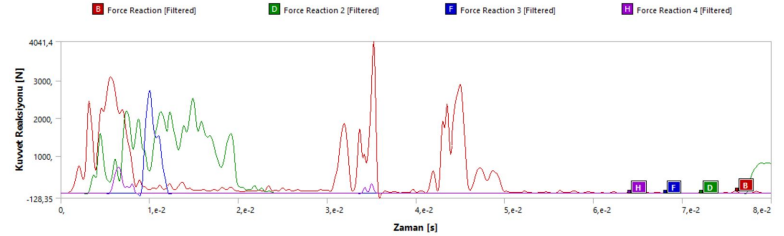
Zamana Bağlı İmpaktör Kuvvet Reaksiyonu



İmpaktör Yer Değiştirmesine Bağlı İmpaktör Kuvvet Reaksiyonu



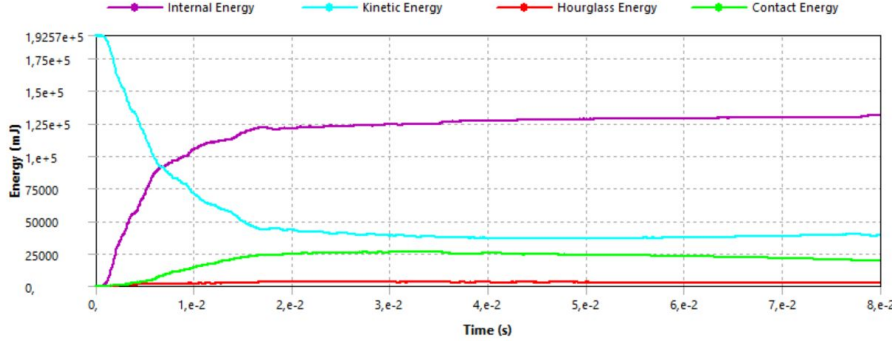
Zamana Bağlı Bağlantı Noktalarındaki Kuvvet Reaksiyonları



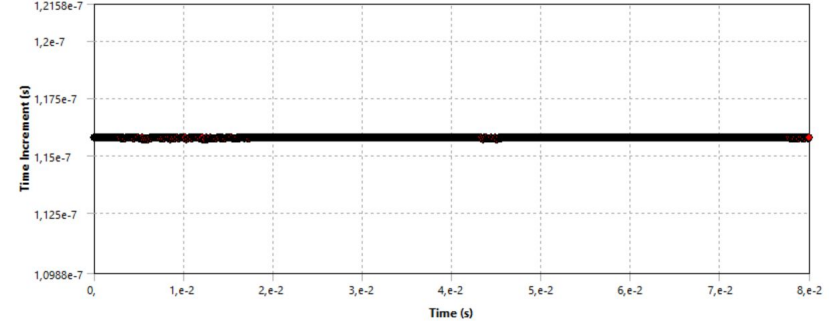
Otomotiv Farında Ansys LS-Dyna ile Yaya çarpma (Ped-Pro) Simülasyonları



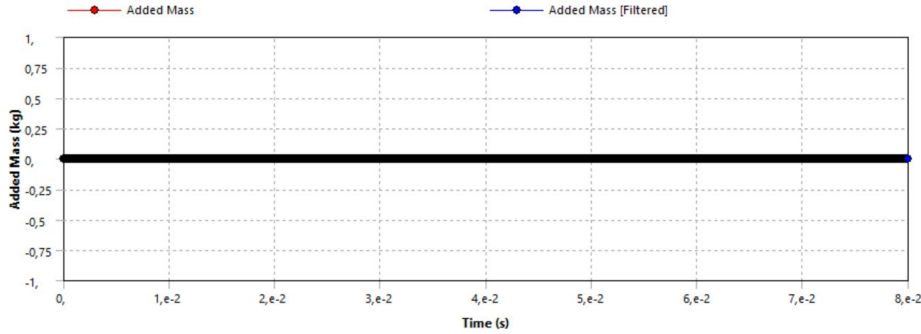
Zamana Bağlı Enerji Değişimi



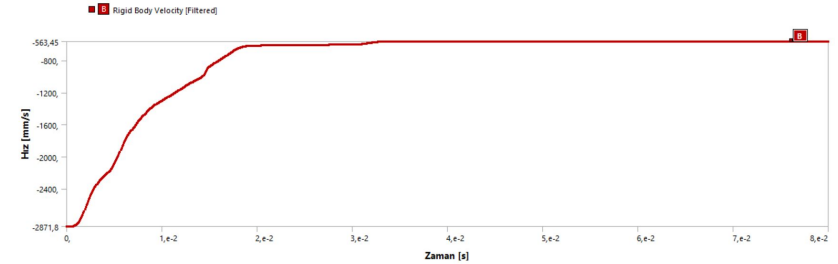
Zaman Adımının Değişimi



Zamana Bağlı Eklenen Kütle Miktarının Değişimi

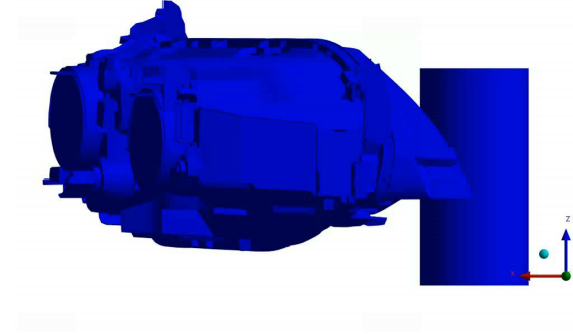


Zamana Bağlı İmpaktör Hızı

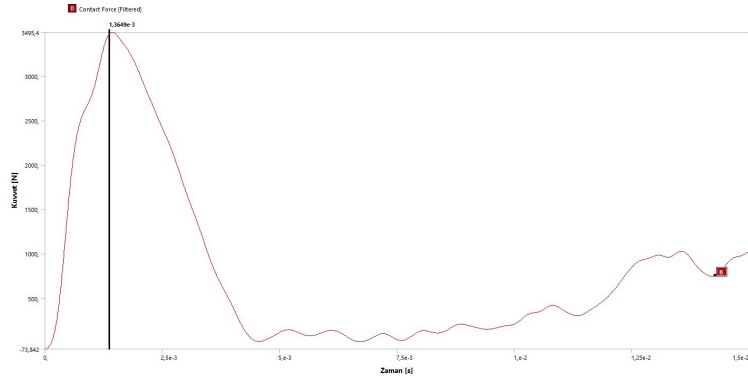


Otomotiv Farında Ansys LS-Dyna ile Yaya çarpma (Ped-Pro) Simülasyonları

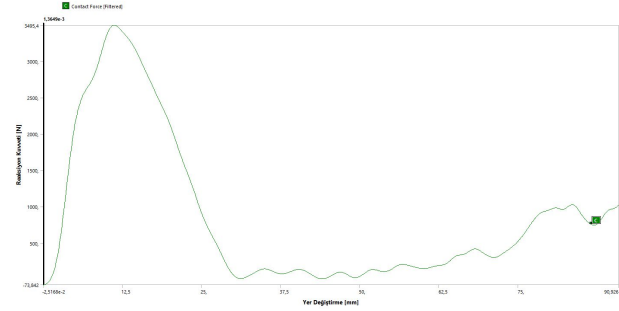
3. ALT AYAK FORMU ÇARPMA TESTİ



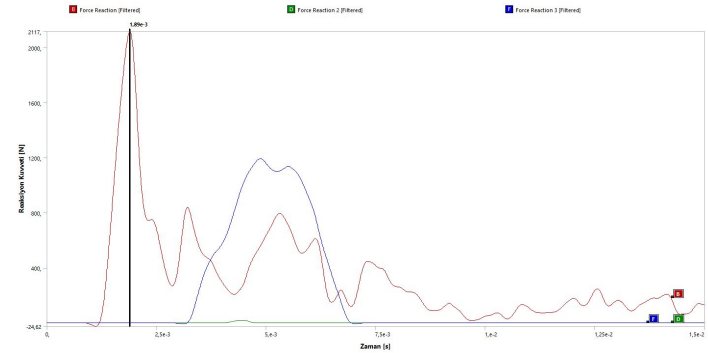
Zamana Bağlı İmpaktör Kuvvet Reaksiyonu



İmpaktör Yer Değiştirmesine Bağlı İmpaktör Kuvvet Reaksiyonu



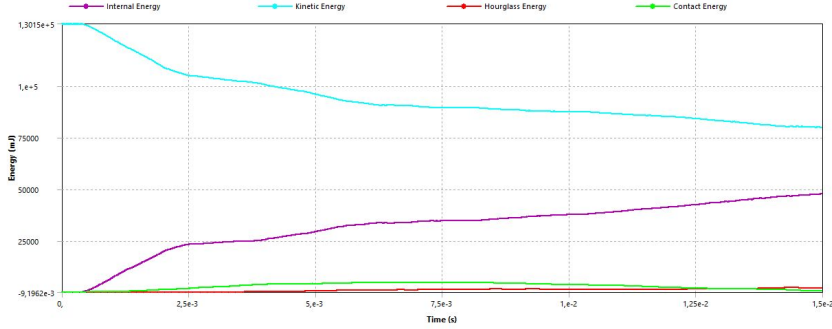
Zamana Bağlı Bağlantı Noktalarındaki Kuvvet Reaksiyonları



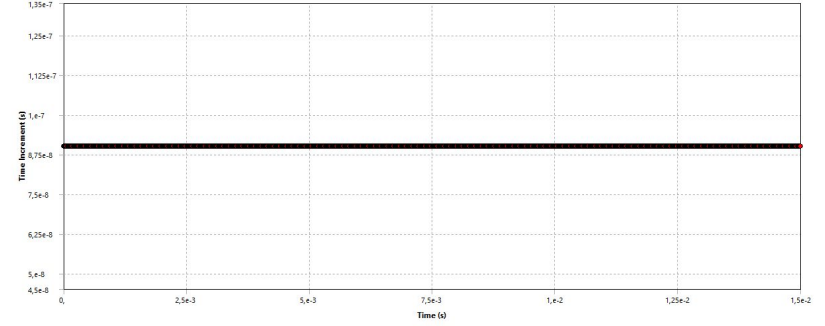
Otomotiv Farında Ansys LS-Dyna ile Yaya çarpma (Ped-Pro) Simülasyonları



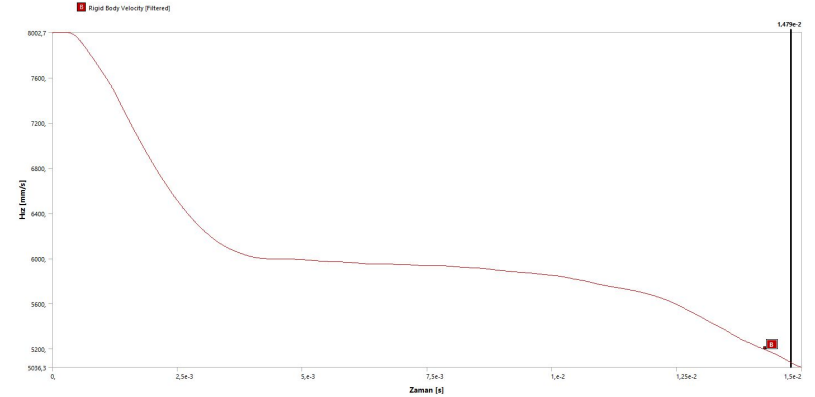
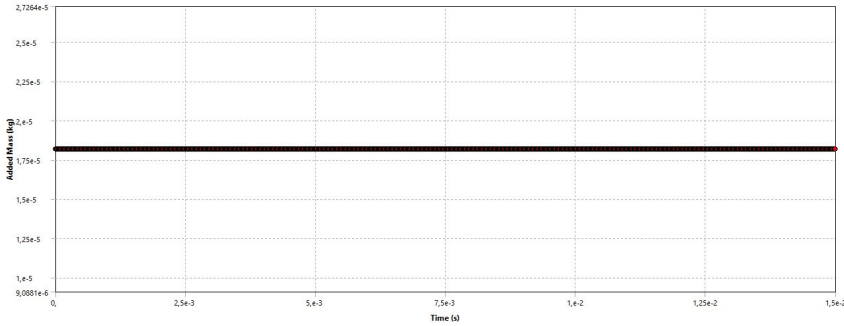
Zamana Bağlı Enerji Değişimi



Zaman Adımının Değişimi



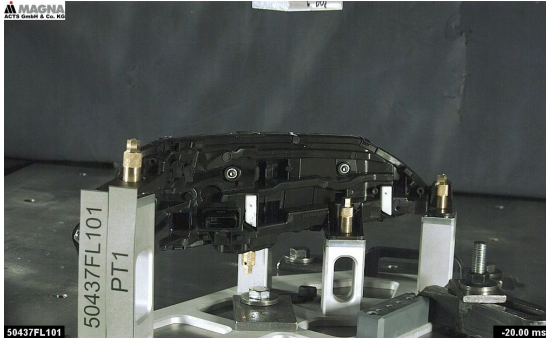
Zamana Bağlı Eklenen Kütle Miktarının Değişimi



04

FAR ÇARPMA TESTLERİ

Otomotiv Farında Ansys LS-Dyna ile Yaya çarpma (Ped-Pro) Simülasyonları



Тест
"Удар макетом головы ребенка"

Масса макета: 3,5 кг
 Скорость: 35 км/ч

NCAP Star-Ranking

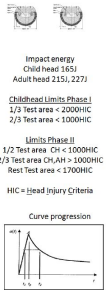
	Regulation (EG) Nr.78/2009	TRIAS 63-2004
Adult Head Mass / Impact angle Impact speed	Phase II* 4.5 kg / 65 ° 35 km/h	4.5 kg / 50 – 90 ° 32 km/h
Child Head Mass / Impact angle Impact speed	Phase I & II* 3.5 kg / 50° 35 km/h	3.5 kg / 25 – 65 ° 32 km/h
Lower Leg Mass / Impact angle Impact speed	Phase I & II* 13.4 kg / 0° 40 km/h	-
Upper Leg Mass / Impact angle Impact speed	Phase I & II* 11 - 18 kg / 10 - 44° 20 – 40 km/h (monitoring)	-

*new Phase II

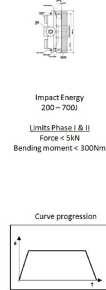
Phase II:
In force at Feb. 2013

- Adult head
- Child head
- Upper leg (monitoring)
- Lower leg

Child and Adult head



Upper Leg



Lower Leg



* For a bumper test width of up to 246mm in front, the acceleration shall not exceed 25g



Thanks!