

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OTOBÜS AÇILIR TAVAN MEKANİZMASI KONSTRÜKSİYONU



YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ömer YILDIRIM

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Konstrüksiyon Programı

HAZİRAN 2019

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OTOBÜS AÇILIR TAVAN MEKANİZMASI KONSTRÜKSİYONU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Ömer YILDIRIM
(503151212)**

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Konstrüksiyon Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Cemal BAYKARA

HAZİRAN 2019

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 503151212 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Ömer YILDIRIM, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**OTOBÜS AÇILIR TAVAN MEKANİZMASI KONSTRÜKSİYONU**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Cemal BAYKARA**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Cevat Erdem İmrak**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Cüneyt Fetvacı
İstanbul Üniversitesi

Teslim Tarihi : **3 Mayıs 2019**
Savunma Tarihi : **11 Haziran 2019**





Eşime ve çocuğuma,



ÖNSÖZ

Tez çalışmamda beni her zaman pozitif düşünceleriyle ve tecrübesiyle yönlendiren ve her zaman cesaret veren değerli hocam Sn. Prof. Dr. Cemal Baykara'ya, son derece kibar bir şekilde tez ile ilgili fikirleriyle beni yönlendiren Sn. Öğr. Gör. Fırat Mehmet Günkan'a ve Ar-ge Mühendisi olarak çalıştığım süre boyunca bana her türlü desteği veren Anadolu Isuzu ailesine teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezi hazırlarken bana her zaman yardımcı olmaya çalışan sevgili arkadaşlarım Sn. Uğur ŞİMŞEK, Erol ÇİFÇİ ve Ali Osman GÜNEY'e candan teşekkür ederim.

Son olarak yüksek lisans öncesinde ve esnasından bana manevi olarak her zaman destek ve motivasyon kaynağı olan başta sevgili eşim Ceyda'ya ve biricik aileme gönülden teşekkür ediyorum.

Mayıs 2019

Ömer Yıldırım
(Makina Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
SEMBOLLER	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ....	1
1.1 Açılır Tavan Mekanizması	5
1.2 Tezin Amacı	6
1.3 Literatür Araştırması	7
1.4 Hipotez	13
2. TASARIM VE ANALİZLER	15
2.1 Mevcut Tasarım.....	15
2.2 Dinamik Analiz Girdileri	16
2.2.1 Malzeme özellikleri.....	16
2.2.2 İvme değerleri	18
2.3 Analizler	20
2.3.1 İndirgenmiş sistemde temas ve sistem davranışı kontrolü analizi	20
2.3.2 Mevcut tasarımın analizi	25
2.3.3 Birinci tasarım revizyonu analizi	29
2.3.4 İkinci tasarım revizyonu analizi	34
2.3.5 Final tasarım ve analizi	37
3. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	43
KAYNAKLAR	45
EKLER.....	47
ÖZGEÇMİŞ.....	51



KISALTMALAR

Al	: Alüminyum
Ar-Ge	: Araştırma Geliştirme
FRP	: Fibre-reinforced plastic
GmbH	: Gesellschaft mit beschränkter Haftung
Gr	: Gram
Kg	: Kilogram
m	: Metre
mm	: Milimetre
MPa	: Mega Pascal
M6	: Metrik 6
N	: Newton
PA	: Polyamid
R&D	: Research and Development
Sn	: Saniye
3D	: 3Boyutlu



SEMBOLLER

G	: Ağırlık
M1, M2, M3	: Taşıt Kategorisi
T	: Sistem çalışma süresi
x	: Taşıt doğrultusu
y	: Taşıt yan doğrultusu
z	: Düşey doğrultu
μ_k	: Dinamik sürtünme katsayısı
μ_s	: Statik sürtünme katsayısı



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Kullanılan Malzemelerin Mekanik Özellikleri.....	17
Çizelge 2.2 : Analiz İçin İvme Değerleri.....	19
Çizelge 2.3 : Statik ve Dinamik Sürtünme Katsayıları.....	20





ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : M3 Kategorisi Taşıtlar.....	1
Şekil 1.2 : Pop-up Açılır Tavan Mekanizması.	2
Şekil 1.3 : Spoiler Açılır Tavan Mekanizması.	3
Şekil 1.4 : Panoramik Açılır Tavan Mekanizması.	3
Şekil 1.5 : Kayar Ünite Konumu Görünüşü.....	4
Şekil 1.6 : Kayar Ünite Kapalı, İçten Görünüş.....	4
Şekil 1.7 : Kayar Ünite Açık, İçten Görünüş.....	4
Şekil 1.8 : Kayar Ünite Elemanları.....	5
Şekil 1.9 : Kapalı Pozisyon.....	5
Şekil 1.10 : Açık Pozisyon.	6
Şekil 1.11 : Kayar Raylar.....	6
Şekil 1.12 : Wilhelm Baier Sunroof Kesiti.	7
Şekil 1.13 : H. T. Golde G.m.b.H. & Co. K.G. Firması Kayar Mekanizması.	8
Şekil 1.14 : H. T. Golde G.m.b.H. & Co. K.G. Firması Kayar Mekanizması.	8
Şekil 1.15 : Webasto Firması Sunroof Üstten Görünüş.....	9
Şekil 1.16 : Webasto Firması Kayar Ünite Kesit Görünüş.....	9
Şekil 1.17 : Tesla Firması Sunroof Üstten Görünüşü.	10
Şekil 1.18 : Tesla Firması Kayar Ünite Kesit Görünüşü.	10
Şekil 1.19 : Nissan Motor Company Kayar Kapısı.	11
Şekil 1.20 : Nissan Motor Company Kayar Ünite Kesit Görünüşü.	11
Şekil 1.21 : General Motor Company Kayar Kapısı.	12
Şekil 1.22 : General Motor Company Kayar Ünite Kesit Görünüşü.	13
Şekil 2.1 : Kapak Bütünü.....	15
Şekil 2.2 : Teker Ray Çifti Hareket Doğrultusu.	16
Şekil 2.3 : Teker Ray Çifti Kesit Görünüşü.....	16
Şekil 2.4 : Sistem Mekanizmasının Tümü.	17
Şekil 2.5 : Kapağın Tümünün Ağırlığı.	17
Şekil 2.6 : Z Eksen İvme Grafiği.	18
Şekil 2.7 : Y Eksen İvme Grafiği.	18
Şekil 2.8 : Yağlanmış Al Ray ve Tekerlek Görünümü.	19
Şekil 2.9 : İndirgenmiş Sistem Genel Görünüşü.	21
Şekil 2.10 : Temas Çeşitleri.....	21
Şekil 2.11 : İndirgenmiş Sistem Analiz öncesi.....	22
Şekil 2.12 : İndirgenmiş Sistem T = 0 sn.	22
Şekil 2.13 : İndirgenmiş Sistem T = 0,25 sn.	23
Şekil 2.14 : İndirgenmiş Sistem T = 0,50 sn.	23
Şekil 2.15 : İndirgenmiş Sistem Sol Teker Bütünü Temas Durumu.	24
Şekil 2.16 : İndirgenmiş Sistem Sağ Teker Bütünü Temas Durumu.....	24
Şekil 2.17 : İndirgenmiş Sistem Üstten Görünüş.	25
Şekil 2.18 : Mevcut Tasarım Genel Görünüş.	26
Şekil 2.19 : Mevcut Sistem Sol Ön Teker Bütünü Davranışı.....	26

Şekil 2.20 : Mevcut Sistem Sol Arka Teker Bütünü Davranışı.	27
Şekil 2.21 : Mevcut Sistem Sağ Ön Teker Bütünü Davranışı.	27
Şekil 2.22 : Mevcut Sistem Sağ Arka Teker Bütünü Davranışı.	28
Şekil 2.23 : Mevcut Sistem Üstten Görünüş.	28
Şekil 2.24 : Sol ve Sağ Teker Bütünü Hareketi.	29
Şekil 2.25 : Birinci Tasarım Revizyonu.	30
Şekil 2.26 : Al Ray ve PA Tekerlek İzometrik Görünüş.	30
Şekil 2.27 : Birinci Revizyon Sol Ön Teker Bütünü Davranışı.	31
Şekil 2.28 : Birinci Revizyon Sol Arka Teker Bütünü Davranışı.	31
Şekil 2.29 : Birinci Revizyon Sağ Ön Teker Bütünü Davranışı.	32
Şekil 2.30 : Birinci Revizyon Sağ Arka Teker Bütünü Davranışı.	32
Şekil 2.31 : Birinci Revizyon Üstten Görünüş.	33
Şekil 2.32 : Sağ Teker Bütünü Arka Görünüş.	33
Şekil 2.33 : Detay A.	34
Şekil 2.34 : İkinci Tasarım Revizyonu.	34
Şekil 2.35 : İkinci Tasarım Revizyonu Sol Ön Teker Bütünü Davranışı.	35
Şekil 2.36 : İkinci Tasarım Revizyonu Sol Arka Teker Bütünü Davranışı.	35
Şekil 2.37 : İkinci Tasarım Revizyonu Sağ Ön Teker Bütünü Davranışı.	36
Şekil 2.38 : İkinci Tasarım Revizyonu Sağ Arka Teker Bütünü Davranışı.	36
Şekil 2.39 : Final Tasarım Revizyonu.	37
Şekil 2.40 : Final Tasarım Revizyonu Sol Ön Teker Bütünü Davranışı.	38
Şekil 2.41 : Final Tasarım Revizyonu Sol Arka Teker Bütünü Davranışı.	38
Şekil 2.42 : Final Tasarım Revizyonu Sağ Ön Teker Bütünü Davranışı.	39
Şekil 2.43 : Final Tasarım Revizyonu Sağ Arka Teker Bütünü Davranışı.	39
Şekil 2.44 : Sağ Teker Bütünü Arka Görünüş (Final Tasarım).	40
Şekil 2.45 : Detay B.	40
Şekil 2.46 : Al Ray Tasarım Revizyonu Önerisi.	44
Şekil 2.47 : Sistem x Doğrultusu Hareketi.	44

OTOBÜS AÇILIR TAVAN MEKANİZMASI KONSTRÜKSİYONU

ÖZET

Otobüs, içerisinde sürücüsüyle beraber yolcu taşımak için tasarlanmış yol aracıdır. Günümüzde taşımacılıkta otobüslerin yerini alması beklenen raylı sistemler her ne kadar gelişmiş olsa da otobüslere olan talebin bitmeyeceği öngörülmektedir. Yapılan ar-ge çalışmaları, geliştirilen yeni nesil elektrikli otobüsler ve pazar ihtiyaçları bu talepleri destekler niteliktedir. Ancak rekabetin çok yüksek olduğu günümüzde otobüs firmaları da birbirlerinden üstün duruma geçme çabası içerine girmektedirler. Bu üstünlük genellikle performans, yakıt sarfiyatı, güvenlik ve konfor ile sağlanmaktadır.

Projemize konu olan açılır tavan mekanizması da konfor faktörünü etkilemektedir. Otobüslerde özellikle şoför mahallinde kullanılır ve açıldığında aydınlık bir ortam oluşturmaktadır. Ancak her ar-ge çalışmasında olduğu gibi mamul tasarım, analiz, test ve geliştirme safhalarına girmektedir. Tasarımdan sonra çıkan bir takım problemler analiz ve testlerle doğrulandıktan sonra geliştirme safhasında tekrar ele alınır ve gerekli revizyonlarla son ve sorunsuz mamul ortaya çıkarılır. Projemize konu olan açılır tavan konstrüksiyonu ticari taşıt olan otobüste kullanılacağı için binek taşıtlara göre daha büyük tasarlanmıştır ve bu durum da ağırlıktan dolayı bir takım ses ve sıkışma problemlerini ortaya çıkarmıştır. Özellikle sürüş esnasında çıkan bu problemler için, belirli bir yol güzergâhından mekanizmanın olduğu bölgeye yerleştirilen algılayıcılar sayesinde toplanan ivme değerleri ile sistem analiz edilip ortaya yeni bir tasarım çözümü çıkarılması hedeflenmiştir.

Toplanan ivme değerleri x, y ve z yönündedir, ancak yapılacak olan analizde aracın gidiş yönü olan x yönü kullanılmayıp y ve z yönündeki ivme değerleri dikkate alınmıştır. Böylece açılır tavan mekanizmasının y ve z yönündeki davranışı incelenip probleme sebep olup olmadığı irdelenmiştir. Sistem öncelikle kendisinden daha küçük bir alt sisteme indirgenmiş ve problemin gerçekten konstrüksiyonun istenmeyen hareketlerden kaynaklanıp kaynaklanmadığı gözlemlenmiştir. Bunun neticesinde bir sonraki analizde boyutsal olarak gerçek sistem ile aynı olan yapı analiz edilmiş ve sonuçlarına göre yeni tasarım çözümü önerilmiştir. Son olarak önerilen tasarım çözümünün de analizi yapılmış ve mekanizmanın istenen davranışları sergileyip sergilemediği kontrol edilmiştir. Kontrol sonrasında çıkan olumlu sonuca binaen tasarım sonuçlandırılmıştır.



BUS SUNROOF MECHANISM CONSTRUCTION

SUMMARY

The bus is a road vehicle designed to carry passengers with the driver. In general, vehicles are divided into 3 categories M1, M2 and M3. Buses belonging to the M3 category which is motor vehicles with a maximum mass of over five tons, used for passenger transport, with more than eight seats except the driver's seat, can also be found in 3 groups Class 1, Class 2 and Class 3. Class 1 type buses are passenger vehicles with standing passenger transport areas and are used especially in urban transportation where passenger boarding is frequent. Class 2 buses are designed and equipped for inter-urban transport, and has no spaces designed specifically for standing passengers; however, over short distances, the passageway only. Lastly, Class 3 buses are designed to carry all passengers in a sitting position without standing passengers.

Nowadays in transportation, demand for buses will not end although developing rail systems, which are expected to replace the buses in transportation. R & D studies developed new generation electric buses and market needs support these demands. R&D studies, new generation electric buses and market needs support these demands. However, nowadays, when the competition is very high, bus companies enter into an effort to be superior to each other. This superiority is usually achieved by high performance, low fuel consumption, safety and comfort.

First of all, it is necessary to accept that everyone's perception of comfort is different from others. It is difficult to reach a common idea that will satisfy everyone in the perception of comfort that changes according to the needs and expectations. The vehicle may be too comfortable for one and not enough comfort for another. Thus, vehicle manufacturers also work on designs and technical details that will provide major common comfort and satisfy the majority.

The opening roof mechanism, which is the subject of our project, also affects the comfort factor. In buses, they are used especially at the driver's location and when they are opened they provide a bright environment. There are three types of sunroof types in the automotive sector. These are "Pop-up" , "Spoiler" and "Panoramic" sunroof mechanisms. For buses that are larger than the automobile segment, the sunroof model is preferred panoramic model with no air contact. The glass on the sliding structure in the front roof area of the bus provides plenty of light to enter. Furthermore, since the glass is mounted on the bus structure fixedly, there is no air intake when the sliding structure is opened.

The sunroof consists of a cover, a sliding mechanism and an electric motor that acts as a movement. The cover is made of composite materials and supported with aluminum structure. The sliding mechanism includes rails and wheels. Rails are aluminum extrusion and wheels are polyamide. The system operates with the help of a button on the driver's control unit. When the sunroof is operated in the opening direction, the electric motor is activated and the cover is pulled. The wheels attached

to the cover also move on the sliding unit to open the cover. When the sunroof is operated in the closing direction, the electric motor starts in reverse and pushes the cover. The wheels attached to the cover also move on the sliding unit to close the cover.

However, as in every R&D work, a system includes product design, analysis, testing and development stages. A number of problems that appear after design phase are verified by analysis and testing. These problems are improved in development phase and the latest and faultless product is produced with the necessary revisions. The construction of the sunroof, which is the subject of our project, will be used in the commercial vehicle bus, so it is designed larger than the passenger cars, and this situation can cause some noise and stuck problems due to the weight. For these problems, especially when driving, it is aimed to create a new design solution by analyzing the system with the acceleration values collected by the sensors placed in the region where the mechanism is located.

Before starting analysis and design solutions, patent researches were carried out for similar systems. During the patent research, the sunroof mechanisms used in the automotive sector were examined. However, the sunroof mechanisms found in passenger cars are smaller in size and lighter in mass compared to our mechanism used for our bus. For this reason, sliding door mechanisms and sliding units, which are larger in size and larger in vehicles, were examined.

The acceleration values are in the x, y and z directions, but the direction of x values is not used and the acceleration values in the direction of y and z are taken into consideration. Thus, the behavior of the opening roof mechanism in the y and z directions is examined and whether or not it causes problem. The system was first reduced to a smaller sub-system and it was observed whether the problem was actually caused by unexpected movements of the construction. After that, in the next analysis, the structure that is the same as the real system is analyzed. The result of the analysis was similar to the previous result, undesirable movements were encountered. So, the first design solution is proposed according to the results. A protruding path was designed on the lower edge of aluminum rail. The groove was also designed on the wheels. We expected that the wheel would move on the aluminum rail without slipping on the y-axis. But in the first design solution, the same results were found with the current design. So that solution did not work. After that, the second design solution was created and analyzed and it was checked whether the mechanism showed the desired behaviors. In this design solution, the protruding path is designed not only on the lower edge of the aluminum rail but also on the upper edge. This time, it was found that unwanted movements disappeared in the second design solution. The upper edge protruding path was limited the movement of the system on the y-axis and eliminated the sound problem. After the positive result of the second design, we found that some parts on the system could be removed from the design and we decided to cancel these elements. Thus, the final design was created considering all the outputs. The final design was also analyzed under the same boundary conditions. The result was positive. After the control of system design, solution was finalized.

However, with these studies and design changes, system should be verified with road tests and serial production should be started in this way. Moreover, we wanted to give some suggestion and warning for final design solution.

For recommendations; In addition to the canceled parts in the final design, it was found that there is a section on the aluminum rail that can be shortened. Thus, the system will gain weight.

For warnings; Modifications made on Aluminum Rail are thought to cause more friction and slow down the movement of the system in the x direction. For this reason, sound problems should be examined on road tests, but the speed of the system should be examined by opening and closing the sunroof during the journey.

The change in the final design revision of Aluminum rails creates the need for a new extrusion die. Since the wheels are manufactured on the lathe, there is no need to make new dies. After the sub-industry mold manufacturing and final products are revealed, the system assembly will be completed and will be used in the vehicles.





1. GİRİŞ

Yolcu taşımacılığında ilk akla gelen vasitalardan olan otobüs, kendi içinde de kategorilere ayrılmaktadır. Özellikle yolcu ve bagajlarını taşımak için tasarlanmış olan en az dört tekerleğe sahip motorlu taşıtlar Motorlu Araçlar ve Römorkları Tip Onayı Yönetmeliğinde M1, M2 ve M3 kategorisi taşıtlar olarak adlandırılmaktadır. M3 kategorisine dâhil olan otobüsler de kendi içinde 3 gruba ayrılmaktadır, Sınıf 1, Sınıf 2 ve Sınıf 3.(Şekil 1.1)[1][2].

M3 Kategorisi Taşıtlar (Sürücü koltuğu haricinde sekizden fazla oturma yeri olan, yolcu taşıma amacıyla kullanılan ve azami kütlesi 5 tonun üzerinde olan motorlu taşıtlardır.)	
Sınıf 1	 
Sınıf 2	 
Sınıf 3	 

Şekil 1.1 : M3 Kategorisi Taşıtlar.

Sınıf 1 tipi otobüsler, ayakta yolcu taşıma bölgeleri olan, yolcu iniş binişlerinin sık olduğu özellikle şehir içi taşımacılıkta kullanılan taşıtlardır.

Sınıf 2 tipi otobüsler, esasen yolcuları oturarak taşımak üzere imal edilmiş ve ayaktaki yolcuların koridorda ve eğer bulunuyorsa, iki çift oturma yeri için ayrılan boşluğu aşmayacak bir alanda taşınmalarına imkân verecek şekilde tasarlanmış taşıtlardır.

Sınıf 3 tipi otobüsler, ayakta yolcu olmayacak şekilde yolcuların tamamını oturur vaziyette taşımak üzere imal edilmiş taşıtlardır.

Sınıf 3 tipi otobüsler özellikle şehirlerarası yolcu taşımacılığında ve uzun yol seyahatlerinde kullanılmaktadır[3]. Bu sebepler neticesinde şoförler ve yolcuların beklentileri daha çok konfor üzerine olmaktadır. Özellikle otobüs firmaları arasında artan rekabet sebebiyle firmalar birbirlerinin bir adım önüne geçmek için bazı ek özellikleri müşterilerine sunmaktadır. Projeye konu olan “OTOBÜS AÇILIR TAVAN MEKANİZMASI” da bu talepler doğrultusunda ortaya çıkmıştır. Sürücü mahalline ilave aydınlık ve ferahlık veren bu yapının müşteriler tarafından beğenilen ve fark yaratan bir özellik olduğu düşünülmektedir. Otomotiv sektöründe de genel olarak 3 çeşit sunroof tipi göze çarpmaktadır. Bunlar “Pop-up”, “Spoiler” ve “Panoramic” açılır tavan mekanizmalarıdır [6] (Şekil 1.2, Şekil 1.3, Şekil 1.4).



Şekil 1.2 : Pop-up Açılır Tavan Mekanizması.



Şekil 1.3 : Spoiler Açılır Tavan Mekanizması.



Şekil 1.4 : Panaromik Açılır Tavan Mekanizması.

Otomobil segmentine göre daha büyük olan otobüslerde sunroof modeli olarak hava teması olmayan panaromik model tercih edilmiştir. Otobüs ön tavan bölgesinde kayar yapı üzerinde bulunan cam içeriye bol miktarda ışık girmesini sağlamaktadır(Şekil 1.5). Ayrıca cam otobüs yapısı üzerinde sabit montajlı olduğundan, kayar yapı açıldığında içeri hava girişi olmamaktadır. Panaromik cam tavan kapalı hali Şekil 1.6'te ve açık hali ise Şekil 1.7'deki gibidir.



Şekil 1.5 : Kayar Ünite Konumu Görünüşü.



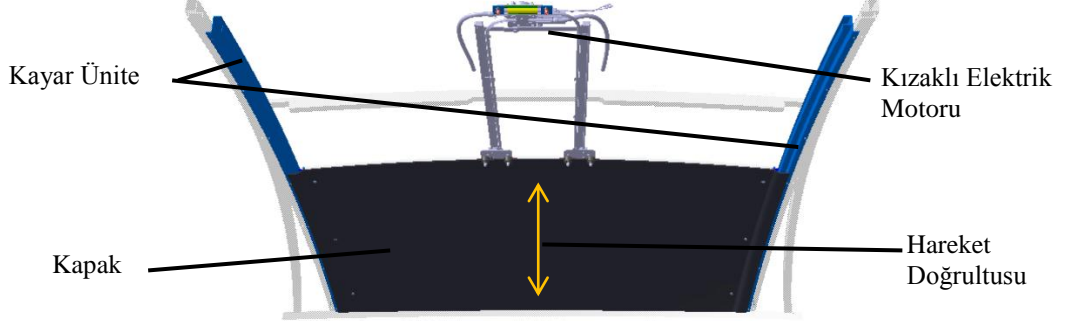
Şekil 1.6 : Kayar Ünite Kapalı, İçten Görünüş.



Şekil 1.7 : Kayar Ünite Açık, İçten Görünüş.

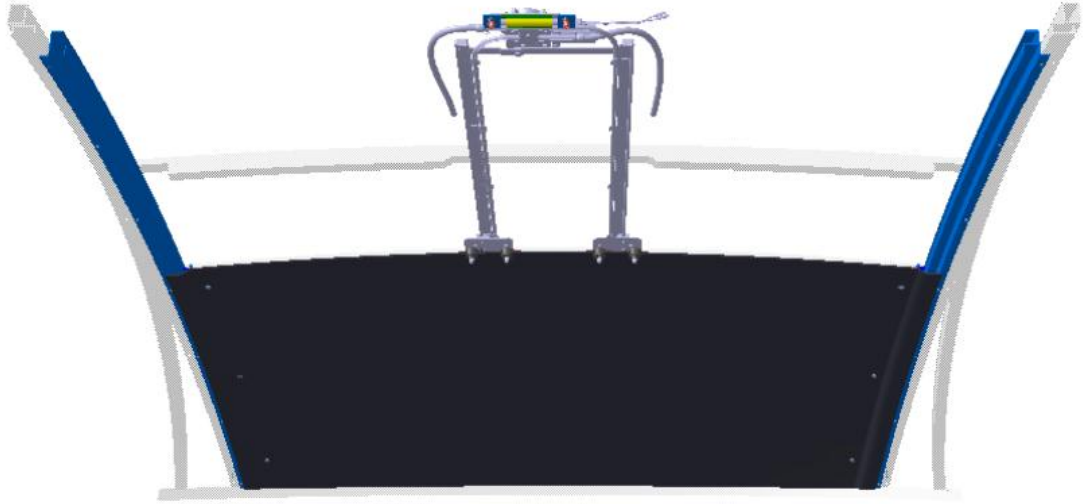
1.1 Açılır Tavan Mekanizması

Sunroof aracın tavan karkasında bulunan, üzerinde gövde (kapak), kayar mekanizma ve çekici görevi gören kızaklı elektrik motorundan oluşmaktadır(Şekil 1.8).



Şekil 1.8 : Kayar Ünite Elemanları.

Sistem, şoför kontrol ünitesindeki bir tuş yardımıyla çalışmaktadır. Sunroof açılma yönünde çalıştırıldığında kızaklı elektrik motoru aktif olur ve kapağı çekmeye başlar. Kapağa bağlı olan tekerlekler de kayar ünite üzerinde ilerleyerek kapağın açılmasını sağlar (Şekil 1.10). Sunroof kapatılma yönünde çalıştırıldığında ise elektrik motoru bu sefer tersine çalışarak kapağı itmeye başlar. Kapağa bağlı olan tekerlekler vasıtasıyla kapak kayar ünite üzerinde ilerler ve kapağın kapanmasını sağlar (Şekil 1.9).



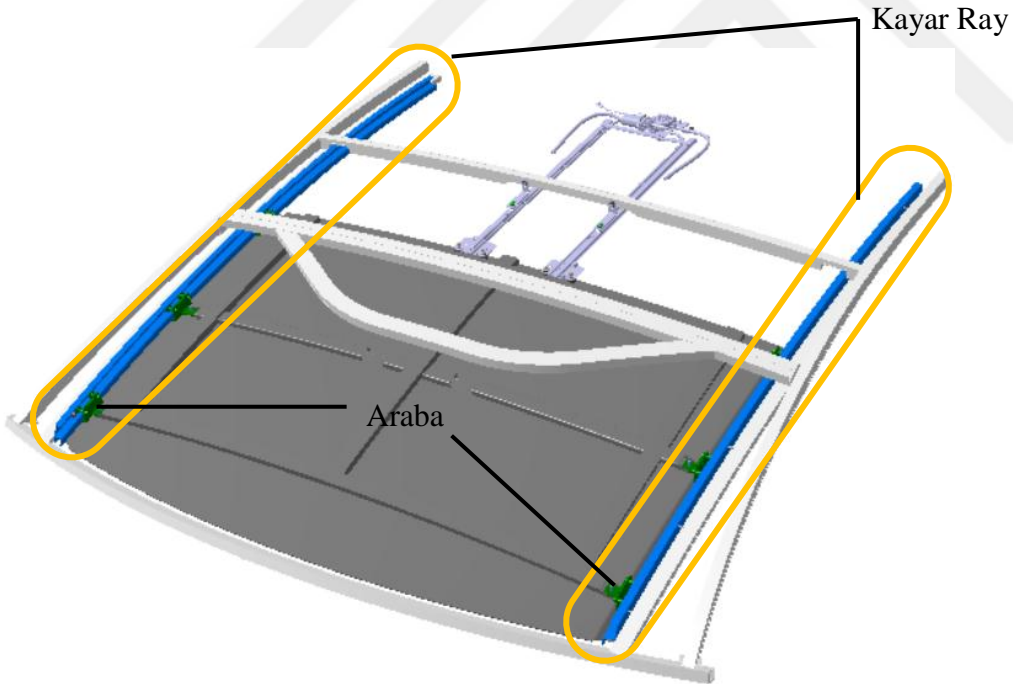
Şekil 1.9 : Kapalı Pozisyon.



Şekil 1.10 : Açık Pozisyon.

1.2 Tezin Amacı

Yolculuk esnasında gerek sistemin boyutları gerekse konstrüksiyonun yapısı itibarıyla kayar ünite bölgelerinden ses geldiği tespit edilmiştir (Şekil 1.11). Sesin kaynağının tespit etmek için sunroof konstrüksiyonu incelendiğinde;



Şekil 1.11 : Kayar Raylar

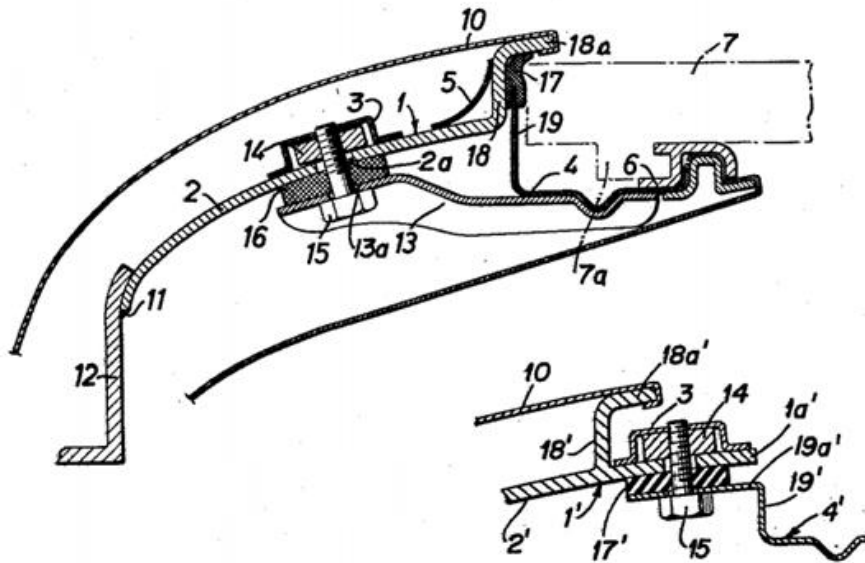
Sunroof kapağına montajlı olan arabalar, alüminyum rayların içine yerleştirilmektedir. Alüminyum içerisinde kayan bu arabalar vasıtasıyla kapak açılma ve kapanma hareketini gerçekleştirmektedir. Sistem hareketsizken sürüş esnasında bu bölgelerden sesler gelmektedir. Problemin çözümü için sunroof bölgelerine

yerleştirilen ivmeölçerler ile yol testine çıkılmış ve yoldan kaynaklı bu bölgelere gelen ivme değerleri toplanmıştır. Sistemin bu ivmeler karşısındaki davranışının gürültüye sebebiyet verip vermediği analiz ortamında incelenecek ve yeni tasarım çözümü ortaya çıkarılıp analiz ile doğrulanacaktır.

1.3 Literatür Araştırması

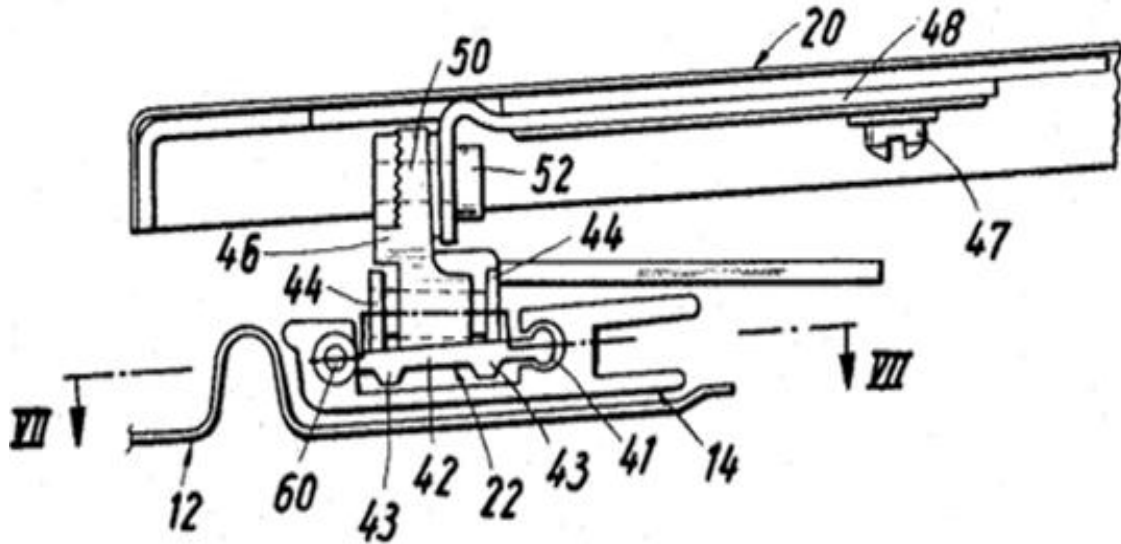
Patent araştırması yapılırken daha çok “United States Patent Office” e kayıtlı patentler incelenmiştir. Patent araştırması yapılırken öncelikle otomotivde kullanılan sunroof mekanizmaları incelenmiştir. Ancak daha çok binek taşıtlarda bulunan sunroof mekanizmaları genellikle projede otobüs için kullandığımızı kıyasla boyutsal olarak daha küçük ve kütleli olarak daha hafiftir. Bu nedenle taşıtlarda bulunan ağırlıkça ve boyutsal olarak daha büyük olan kayar kapı mekanizmaları ve kayar üniteler incelenmiştir.

1. Patent no US3016263 : Wilhelm Baier firması için yapılan bu patentte buluş, yapının daha stabil bir hale getirilmesi ile ilgilidir[5][7]. Yapının dış kısmına koyulan takviye çerçevesi yapıyı daha stabil tutmaktadır. Burada problem ile ilgili olarak ele alınacak kısım Şekil 1.12’de gösterilmiştir. Kesitten de anlaşılacağı gibi, 7 numaralı kayar yapının kendi şeklinin formunda bir yapı içerisinde hareket etmesidir. Böylece sadece açılıp-kapanma yönünde tek eksende hareketini gerçekleştirecektir ve diğer eksenlere kaçması engellenmiş olacaktır.

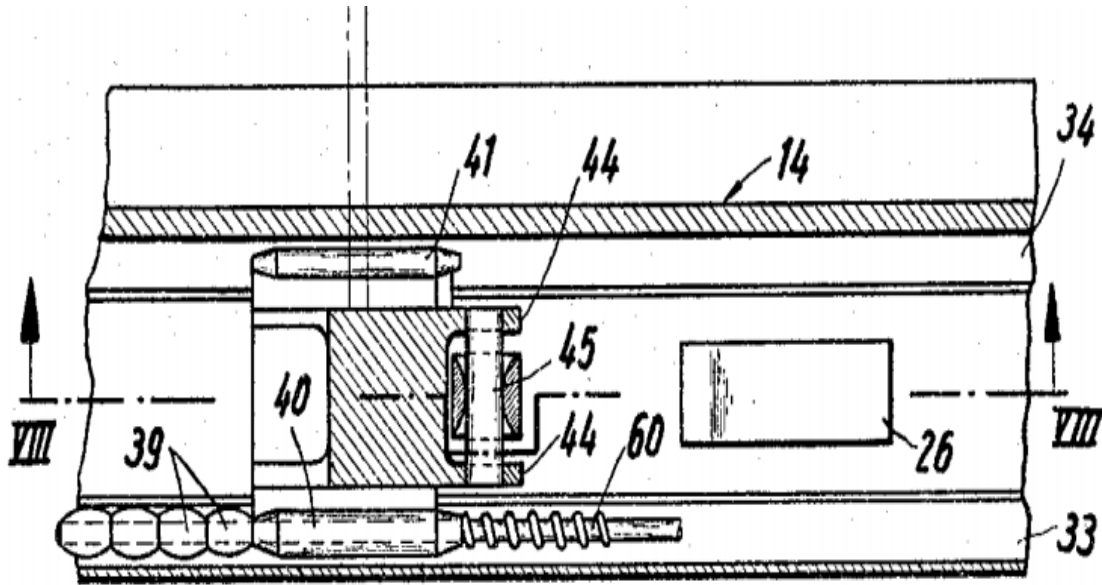


Şekil 1.12 : Wilhelm Baier Sunroof Kesiti.

2. Patent no US3290087: H. T. Golde G.m.b.H. & Co. K.G.firması tarafından taşıtlar için yapılan bu kayar tavan konstrüksiyonunda, sistem ilerleme hareketini 60 numaralı tahrik kablosu ile sağlamaktadır. Yapının sapmasını engellemek için de 41 numaralı ray ve bu parçanın içinde oturduğu 14 numaralı kılavuz raylar kullanılmıştır[5][8] (Şekil 1.13, Şekil 1.14).

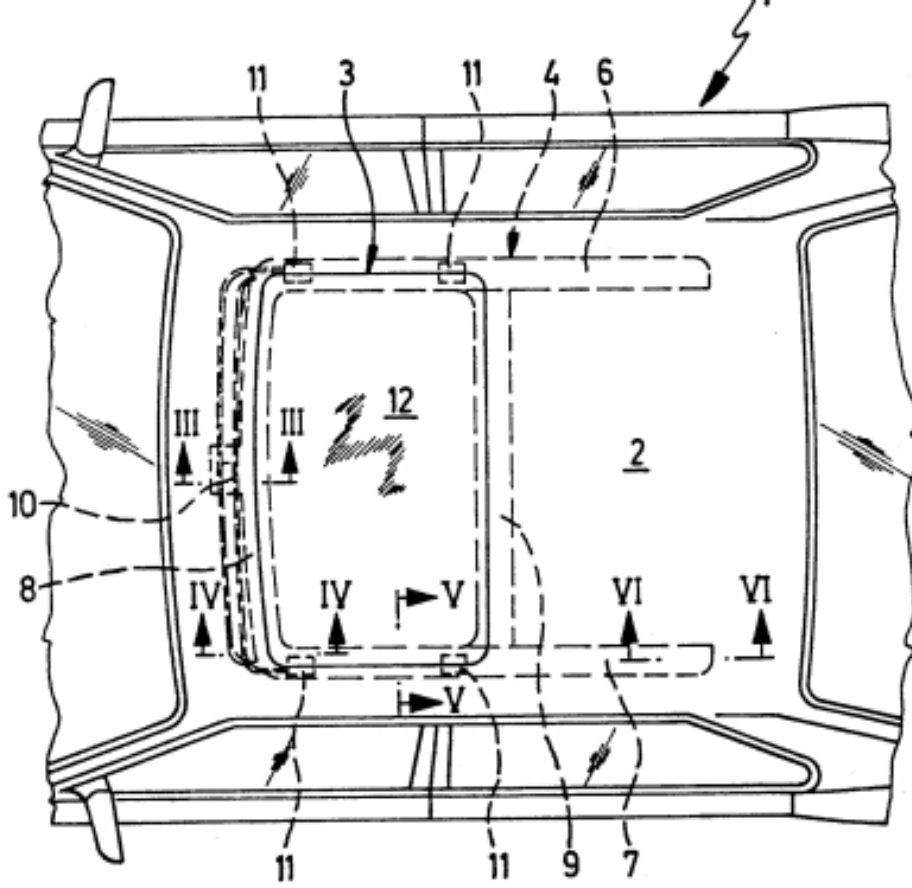


Şekil 1.13 : H. T. Golde G.m.b.H. & Co. K.G. Firması Kayar Mekanizması.

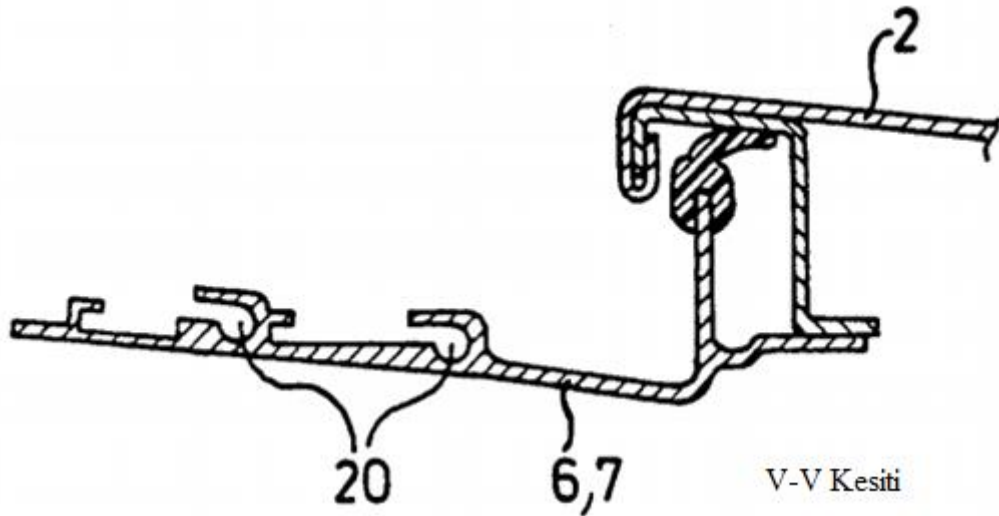


Şekil 1.14 : H. T. Golde G.m.b.H. & Co. K.G. Firması Kayar Mekanizması.

3. Patent no US5104178: Webasto firmasının taşıtlar için yaptığı bu patentte US3290087 nolu patente benzerdir[5][9]. Sistem üzerinde 10 numaralı sürücü motoru yine tahrik kablosuyla çalışmaktadır(Şekil 1.15). Kapağın hareket doğrultusunu 20 numaralı kılavuz raylar ile sağlanmaktadır(Şekil 1.16).

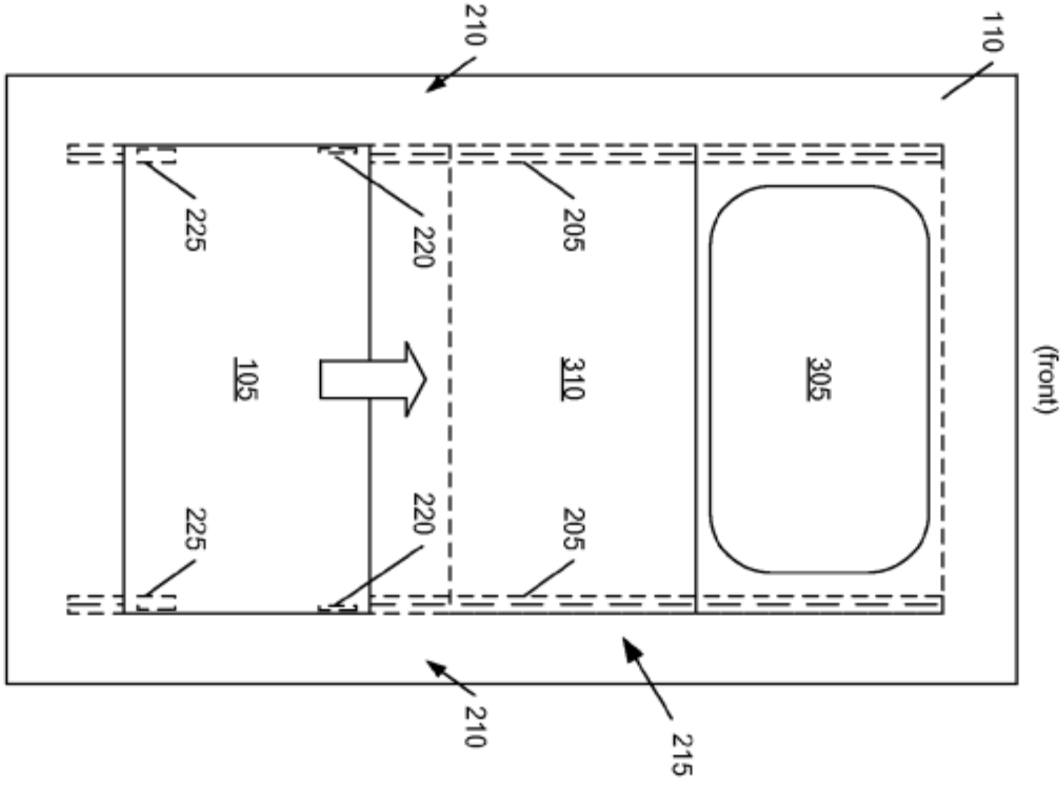


Şekil 1.15 : Webasto Firması Sunroof Üstten Görünüş

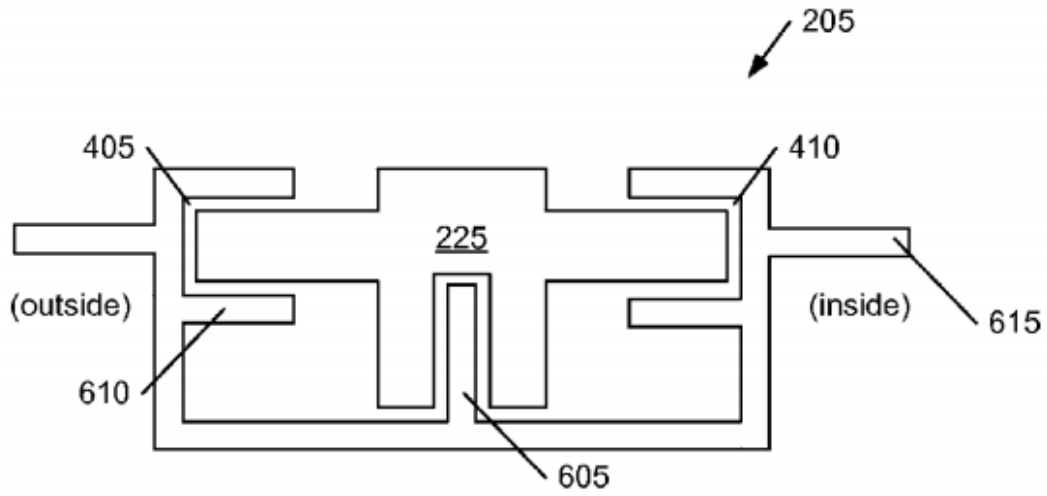


Şekil 1.16 : Webasto Firması Kayar Ünite Kesit Görünüşü.

4. Patent no US 20130082486A1: Tesla firmasının yayınlamış olduğu bu buluşta 225 numaralı kılavuz ray parçası 205 numaralı kanalın içerisinde çalışma doğrultusu yönünde hareket etmektedir [5][10] (Şekil 1.17, Şekil1.18).

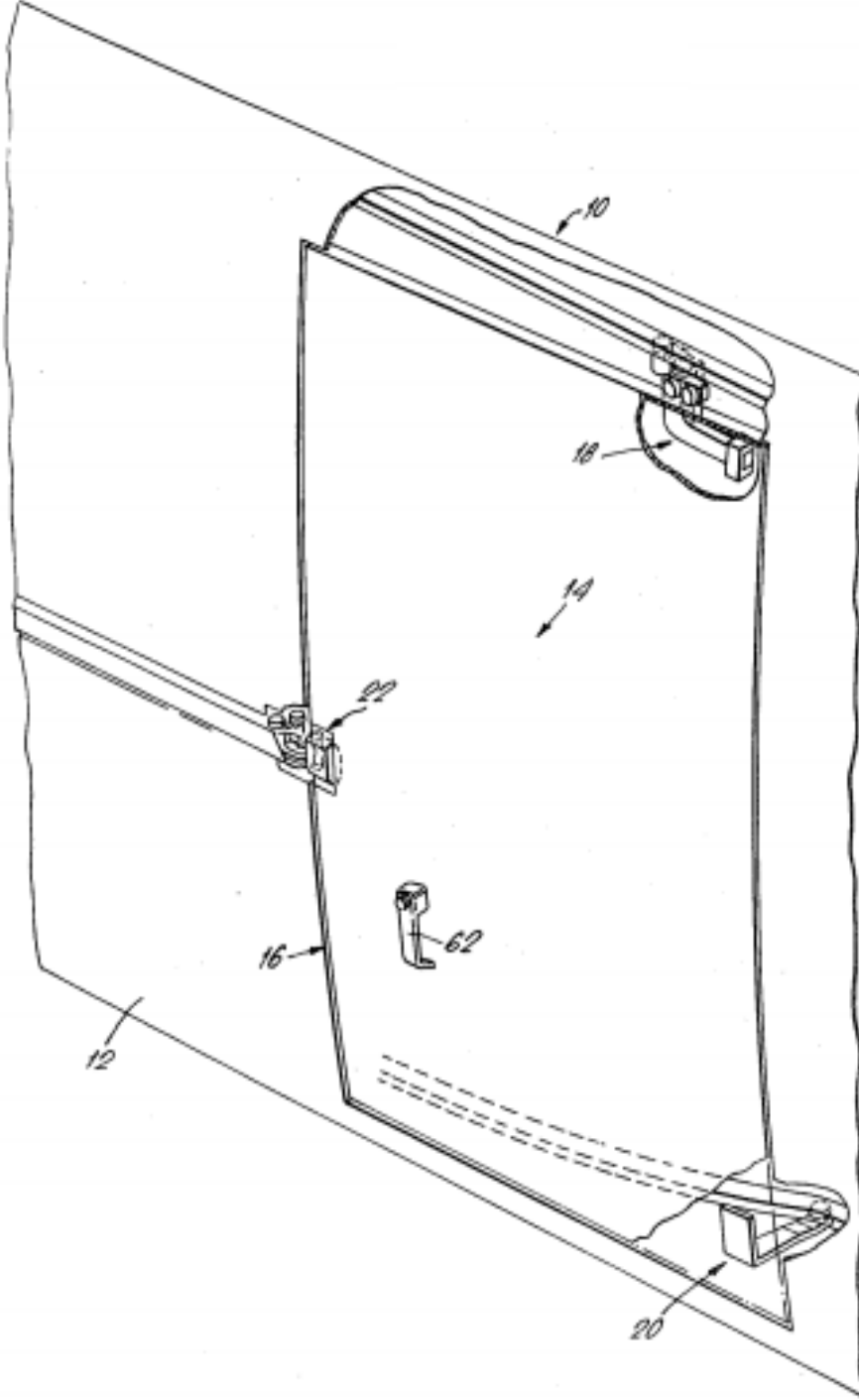


Şekil 1.17 : Tesla Firması Sunroof Üstten Görünüşü.

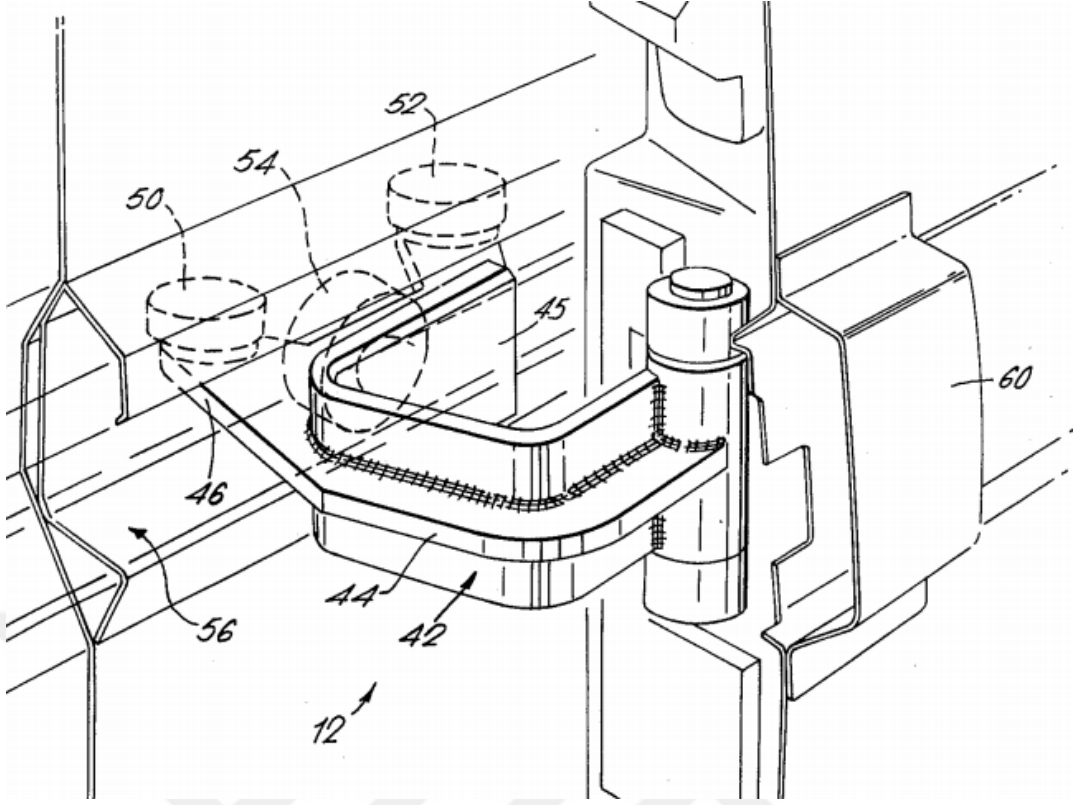


Şekil 1.18 : Tesla Firması Kayar Ünite Kesit Görünüşü.

6. Patent no US4157846: General Motor Şirketi'nin patentinde yine bir kayar kapı ünitesi incelenmiştir [5][12] (Şekil 1.21). 5 numaralı patente benzer olarak bu patentte de kılavuz rayların içinde yatay ve dikey sınırlayıcı tekerlekler kullanılmıştır. 52 ve 50 numaralı tekerlekler yatayda, 54 numaralı tekerlek ise dikeyde sınırlayıcı görevi yerine getirmektedir(Şekil 1.22).



Şekil 1.21 : General Motor Company Kayar Kapısı.



Şekil 1.22 : General Motor Company Kayar Ünite Kesit Görünüşü.

1.4 Hipotez

Bölüm 1.2’de belirtilen ses problemi ile ilgili olarak; otobüsün kayar mekanizmasının bulunduğu kısımlara ivme algılayıcısı yerleştirilmiştir. Test pistinde bir tam tur atıldıktan sonra ivme değerleri toplanmıştır. Toplanan ivme değerlerinin yardımıyla sistem sonlu eleman yöntemi kullanılarak analiz edilmekte ve bu ivmeler karşısındaki yer değiştirme davranışları incelenmektedir. İnceleme sonucunda açılır tavan mekanizması konstrüksiyonunda tasarım değişikliği sonucu sistemin daha stabil bir hal alması beklenmektedir.

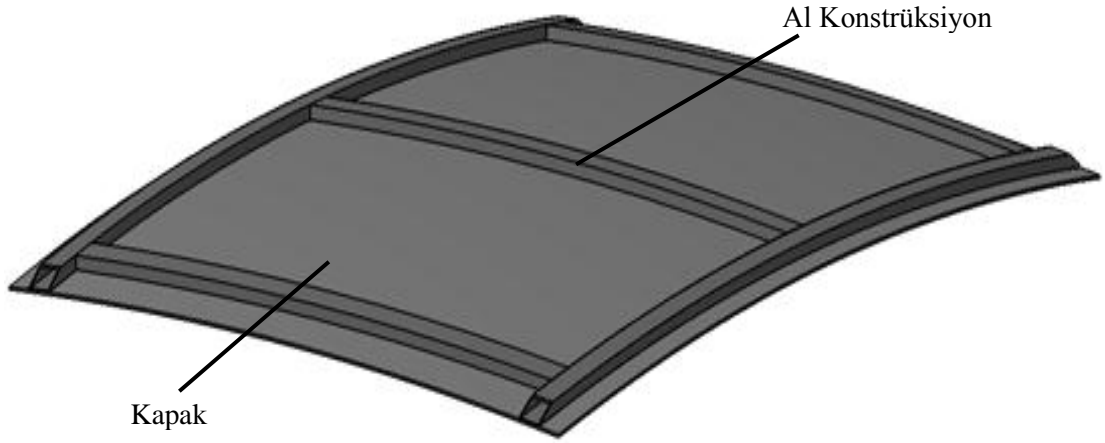


2. TASARIM VE ANALİZLER

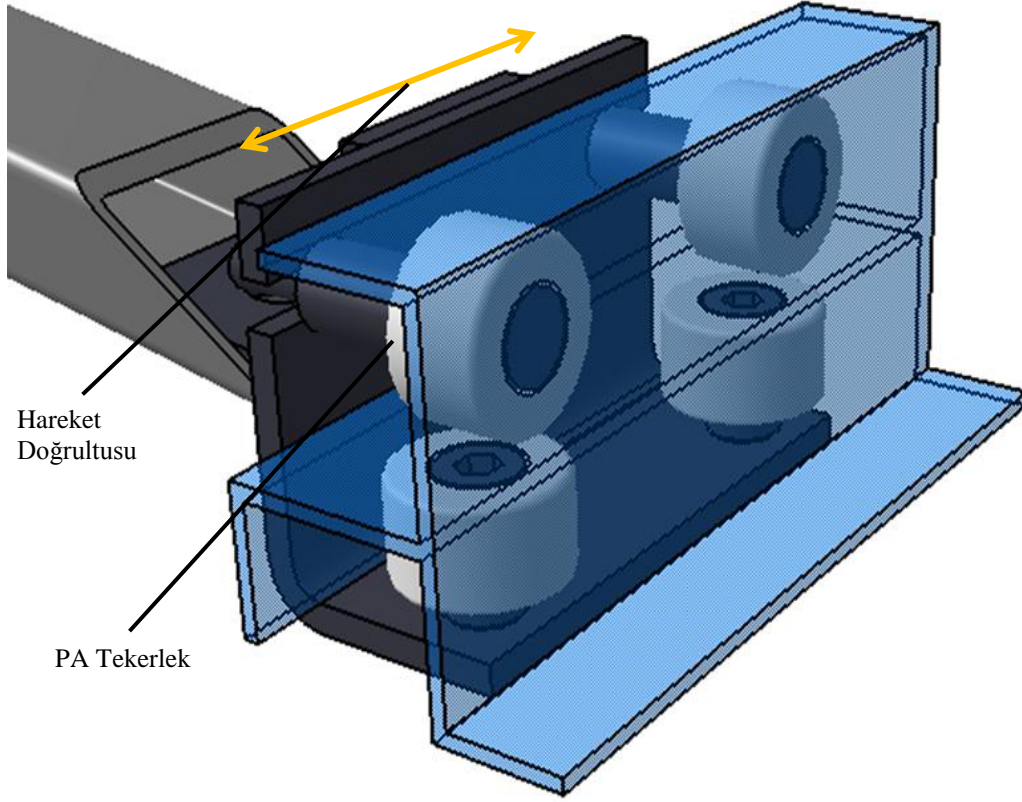
2.1 Mevcut Tasarım

Şekil 1.11’de gösterilen kayar tavan mekanizmasında kullanılan elamanlar; FRP Kapak, Alüminyum Konstrüksiyon, Kayar Mekanizma(Araba) ve Alüminyum Raylardır.

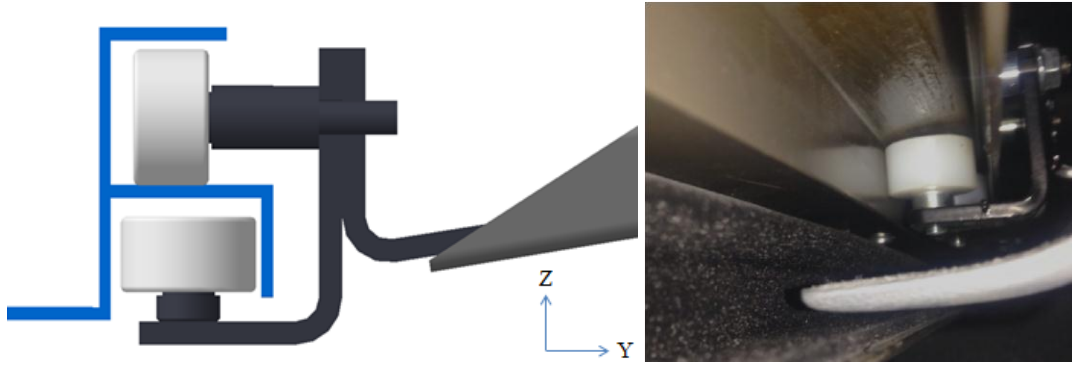
FRP kapak Al Konstrüksiyon ile yapıştırılmıştır(Şekil 2.1). Arabalar da alüminyum konstrüksiyona cıvata somun bağlantısı ile bağlanmaktadır. Arabaların üzerinde hareketi sağlayan PA tekerlekler bulunmaktadır, her birinde ikisi “Z” ekseninde ve ikisi “Y” ekseninde olmak üzere 4 adet tekerlek bulunmaktadır(Şekil 2.2, Şekil 2.3). Bu tekerlekler vasıtasıyla Al Raylar üzerinde hareketi sağlamaktadır.



Şekil 2.1 : Kapak Bütünü.



Şekil 2.2 : Teker Ray Çifti Hareket Doğrultusu.



Şekil 2.3 : Teker Ray Çifti Kesit Görünüşü.

2.2 Dinamik Analiz Girdileri

2.2.1 Malzeme özellikleri

Kullanılan malzemeler Çizelge 2.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 : Kullanılan Malzemelerin Mekanik Özellikleri.

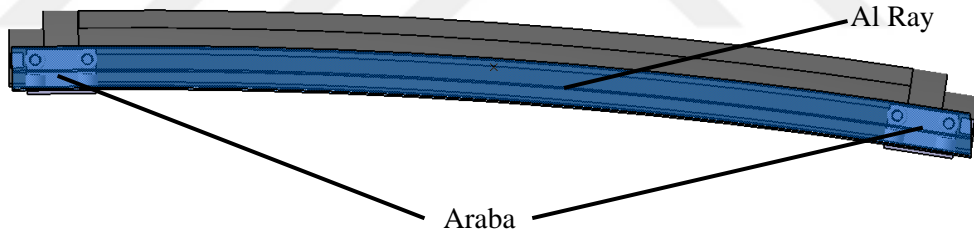
Malzeme Adı	Elastisite Modülü (MPa)	Poisson Oranı	Yoğunluk (kg/m ³)
FRP	7500	0,3	1800
AL	71000	0,33	2770
Steel	210000	0,3	7850
PA	4000	0,39	1150

FRP kapak ve Al konstrüksiyonun toplam ağırlığı 16 kg olarak 4 adet arabaya etki etmektedir (Şekil 2.4). Ağırlık merkezi arabalar arası mesafenin ortasında bulunmaktadır (Şekil 2.5). Ağırlık merkezi koordinatları;

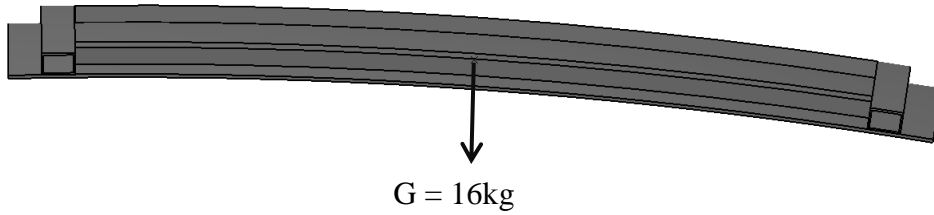
x: +978.063mm

y: 0mm

z: +2742.646mm



Şekil 2.4 : Sistem Mekanizmasının Tümü.

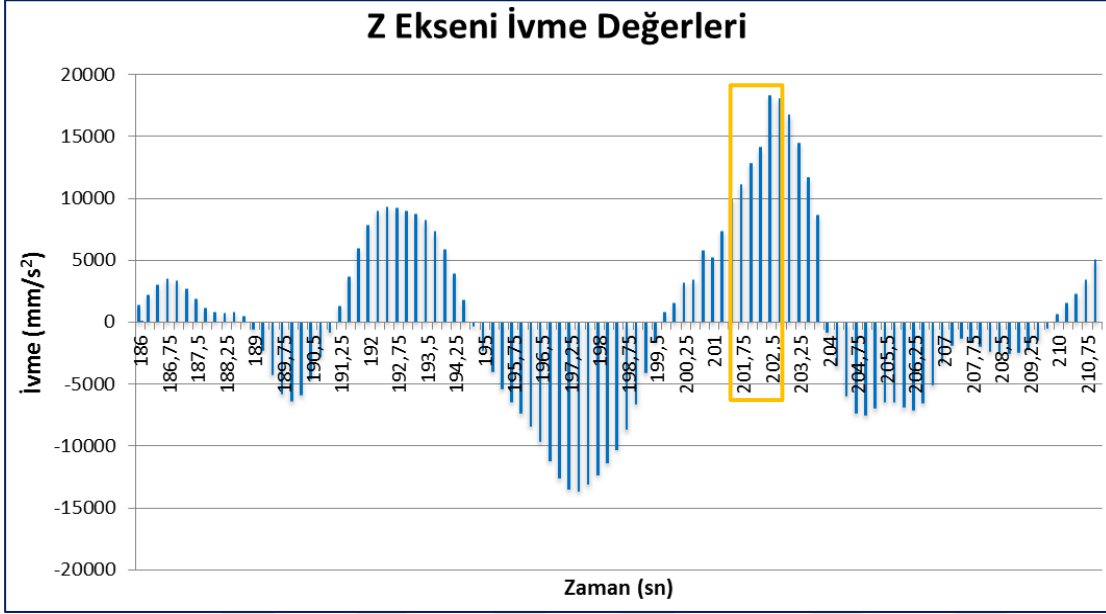


Şekil 2.5 : Kapağın Tümünün Ağırlığı.

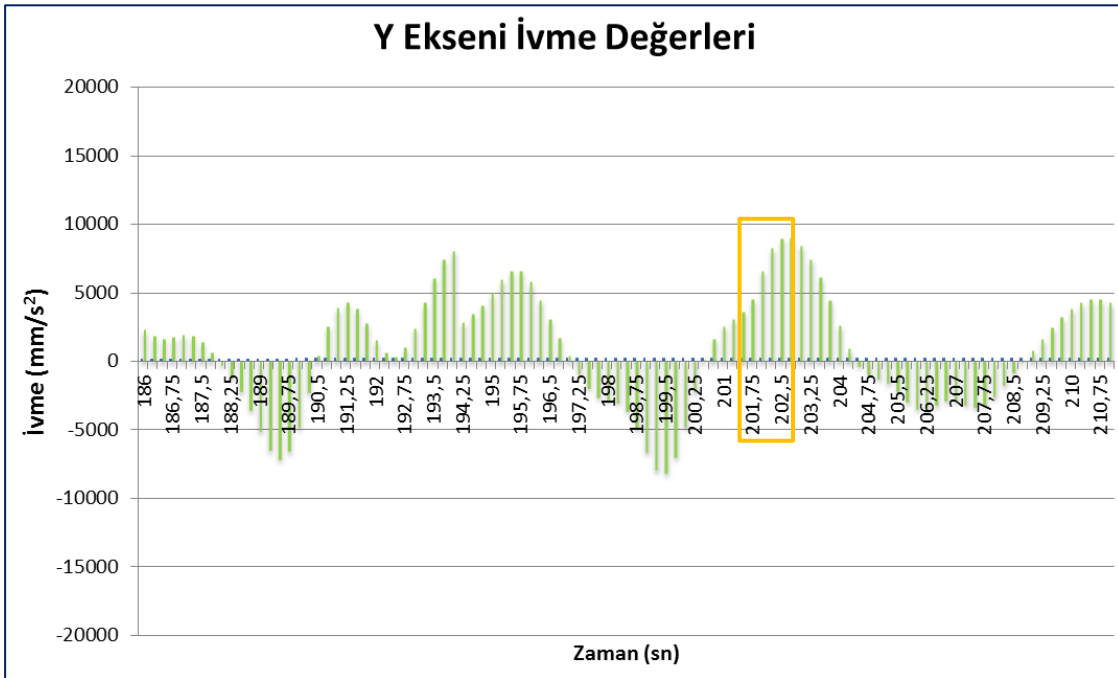
Tasarımda görüleceği üzere sistem hareketsiz halde iken arabada bulunan üst tekerlekler raya temas halindedir. Alt kısımda yatay konumlandırılmış tekerleklerin ise raya teması bulunmamaktadır (Şekil 2.3).

2.2.2 İvme değerleri

Yol testinde alınan ivme değerlerinin tamamı tablolara yansıtılmamaktadır, maksimum ivmelerin olduğu kısımlar 196 ve 211'inci saniyeler arası grafiğe koyulmuştur. Şekil 2.6'da Z ekseninden toplanan ivme verileri ve Şekil 2.7'de Y ekseninden toplanan ivme verileri görülmektedir.



Şekil 2.6 : Z Eksen İvme Grafiği.



Şekil 2.7 : Y Eksen İvme Grafiği.

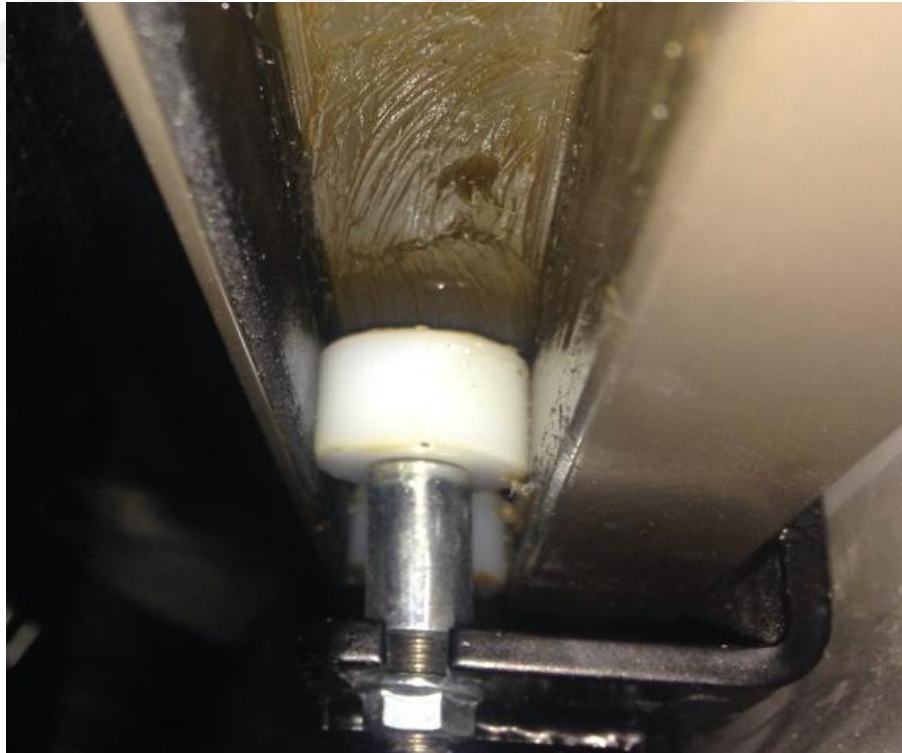
Analizde kullanılan kısım ise 201,75sn ve 202,5sn arası 0,25sn'lik adımlarla ilerlemekte olan 4 adet ivme değerini kapsamaktadır. Çizelge 2.2'de kullanılacak ivme değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 2.2 : Analiz İçin İvme Değerleri

Zaman (sn)	Z (mm/s^2)	Y (mm/s^2)
0	11124	4512,6
0,25	12844	6572,7
0,50	14083	8240,4
0,75	18307	8927,1

Alüminyum ve polyamid arasında literatürde bir sürtünme katsayısı değeri bulunamamıştır. Sistemde raylar ve tekerlekler arası gres yağı ile yağlanmaktadır (Şekil2.8). Çizelge 2.3'ten yararlanarak yağlanmış metal malzemeler arası sürtünme katsayısına yakın bir değer düşünülmüştür, bu nedenle PA tekerlekler ve Al raylar arası sürtünme katsayısı değeri 0.1 olarak kabul edilmiştir. [4] [13] [14].

$$\mu = 0.1$$



Şekil 2.8 : Yağlanmış Al Ray ve Tekerlek Görünümü.

Çizelge 2.3 : Statik ve Dinamik Sürtünme Katsayıları

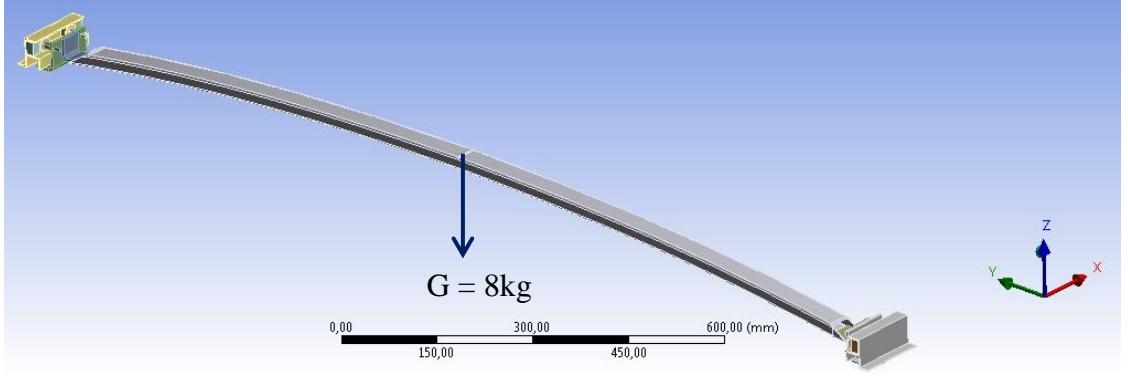
Malzeme Çifti	Sürtünme Katsayısı	
	μ_s	μ_k
Çelik-Çelik	0,74	0,57
Alüminyum-Çelik	0,61	0,47
Bakır-Çelik	0,53	0,36
Kauçuk-Beton	1	0,8
Tahta-Tahta	0,25-0,5	0,2
Cam-Cam	0,94	0,4
Metal-Metal(Yağlanmış)	0,15	0,06
Buz-Buz	0,1	0,03
Teflon-Teflon	0,04	0,04

2.3 Analizler

2.3.1 İndirgenmiş sistemde temas ve sistem davranışı kontrolü analizi

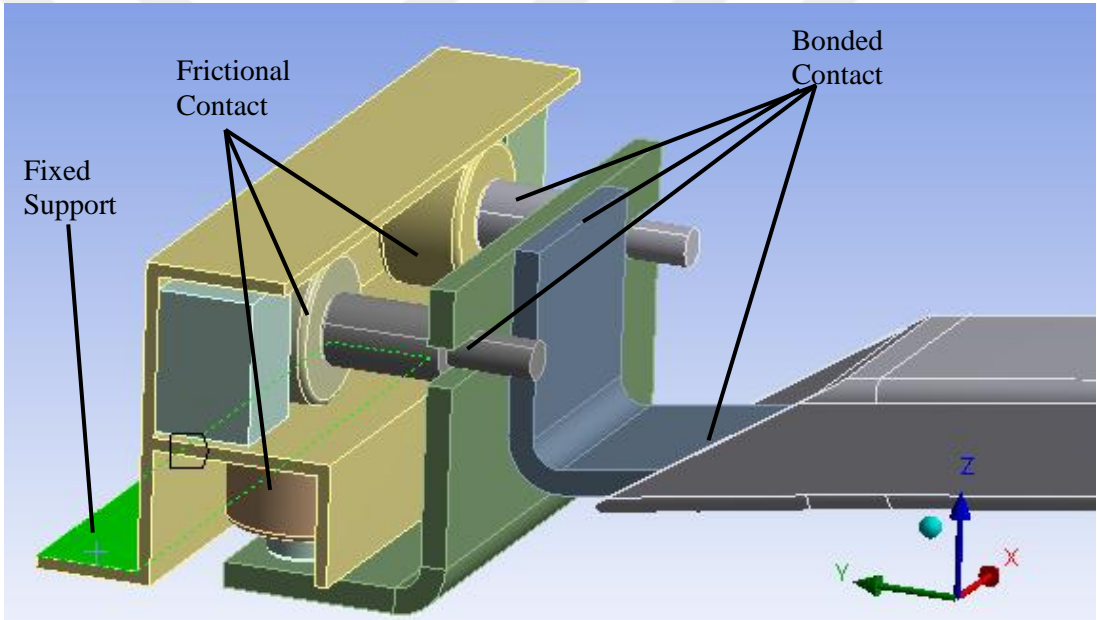
İlk analizde kurulan sistemde temasların ve konstrüksiyonun davranışında anormal durumların ortaya çıkıp çıkmayacağı kontrol edilmektedir. Bu nedenle, sistem y-z düzleminde iki eşit parçaya bölünmüştür (Şekil 2.9). Toplam ağırlığın yarısı ve zamana bağlı ivmeler de analiz ortamına yüklenmiş olup analiz sonuçları incelenmiştir.

- Sistem 3D olarak tanımlanmıştır.
- Birbirleri ile sürtünmeli temasta bulunan elemanlarda tetrahedron mesh tipi seçilmiştir.
- Birbirleri ile sürtünmeli temasta bulunan elemanlarda 3mm'ye küçültülerek temas boyutlandırma işlemi(contact sizing) uygulanmıştır.
- Sistem bütün sistemin yarısı olduğu için bir araba çiftine gelen yük toplam sistemin yarısı 8kg olarak kabul edilmiştir.



Şekil 2.9 : İndirgenmiş Sistem Genel Görünüşü.

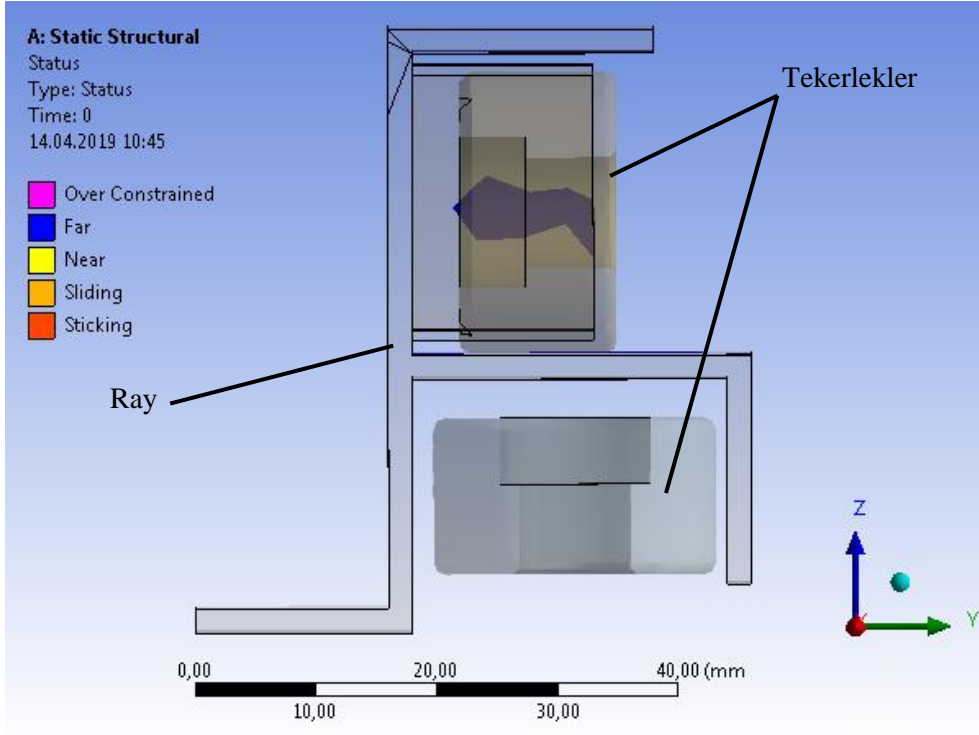
Şekil 2.10’de görüldüğü gibi ray alt eteği otobüs yapısına sabitlenmektedir. Bir arabada bulunan 4 adet tekerlek de Al ray ile sürtünmeli olarak temastadır. Diğer temaslar sabit temas olarak kullanılmıştır.



Şekil 2.10 : Temas Çeşitleri.

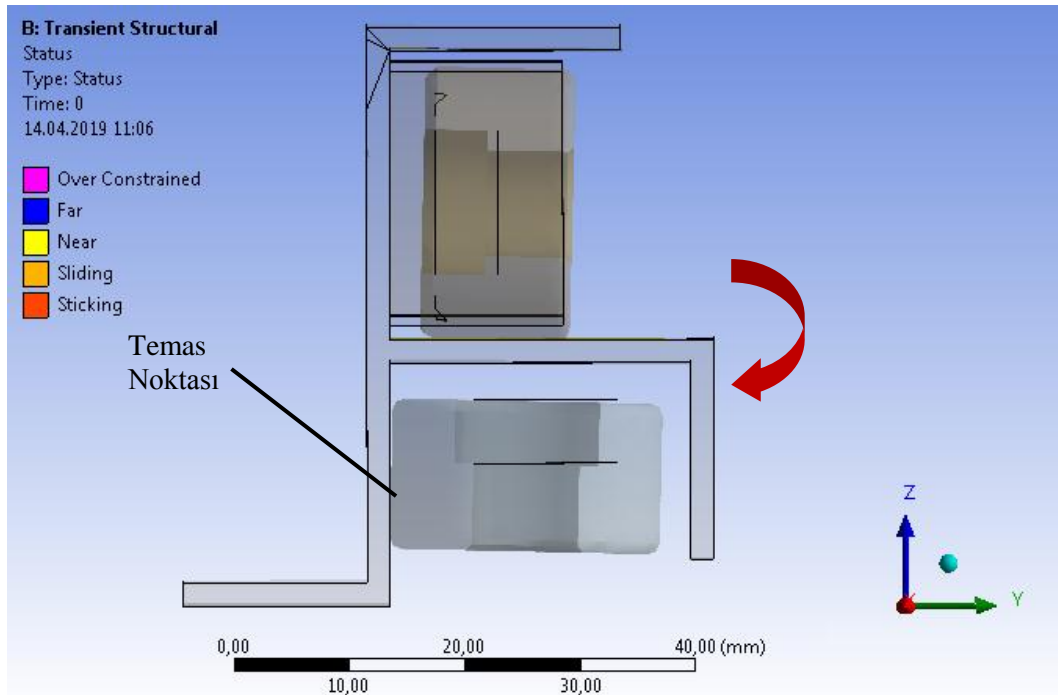
İndirgenmiş sisteme girilen ivme değerleri ve kurulan temasların sonrasında aşağıdaki davranışlar gözlemlenmiştir.

Analiz öncesi üst tekerleklerin zemine teması dışında alt tekerleklerin herhangi bir teması bulunmamaktadır(Şekil 2.11).



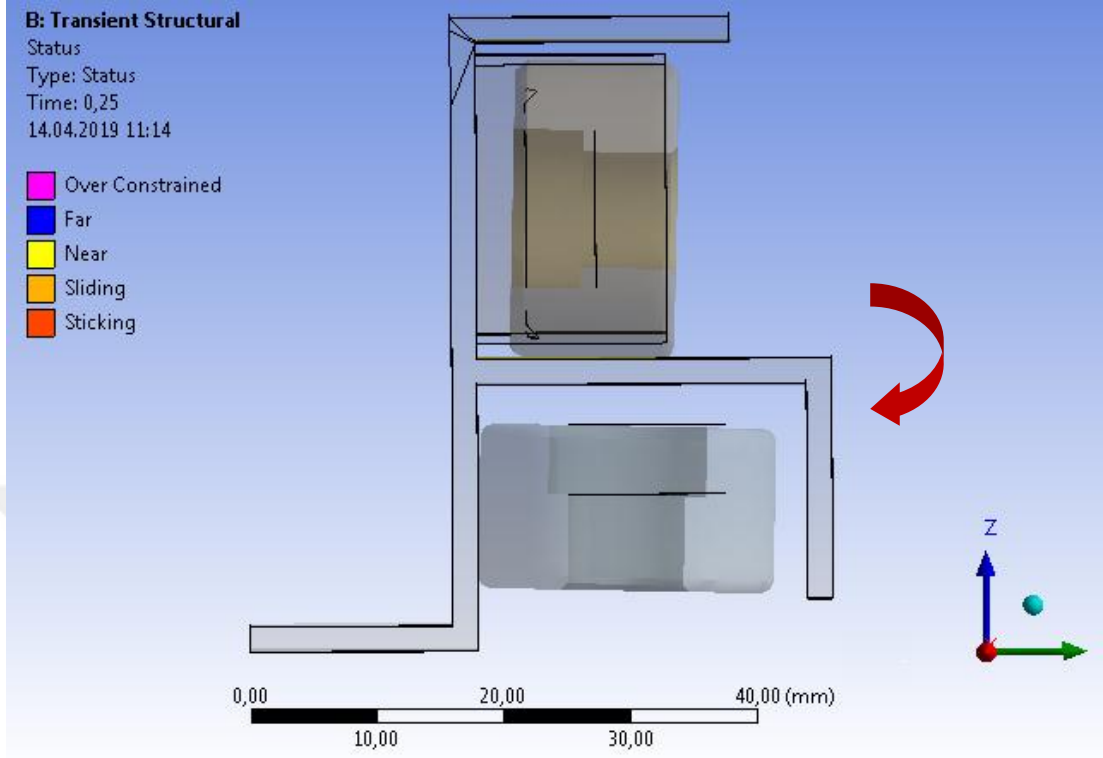
Şekil 2.11 : İndirgenmiş Sistem Analiz öncesi.

T = 0sn anında sistem ağırlığı ve ivme yükleri ile birlikte harekete başlamış Al rayın yan duvarına temas etmiştir. Taşıyıcı araba yüklerin etkisi ile x eksenini etrafında dönmeye zorlanmaktadır (Şekil 2.12).



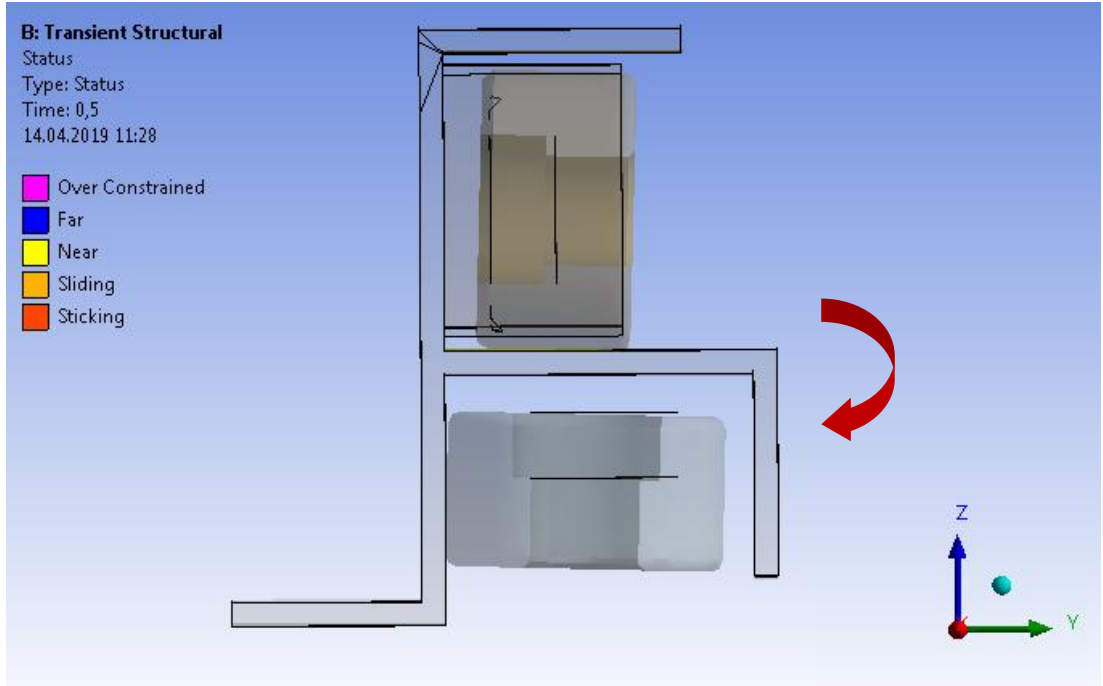
Şekil 2.12 : İndirgenmiş Sistem T = 0 sn.

T = 0,25 sn anında ivme değeri arttığı için bir miktar daha dönmeye devam etmektedir (Şekil 2.13).



Şekil 2.13 : İndirgenmiş Sistem T = 0,25 sn.

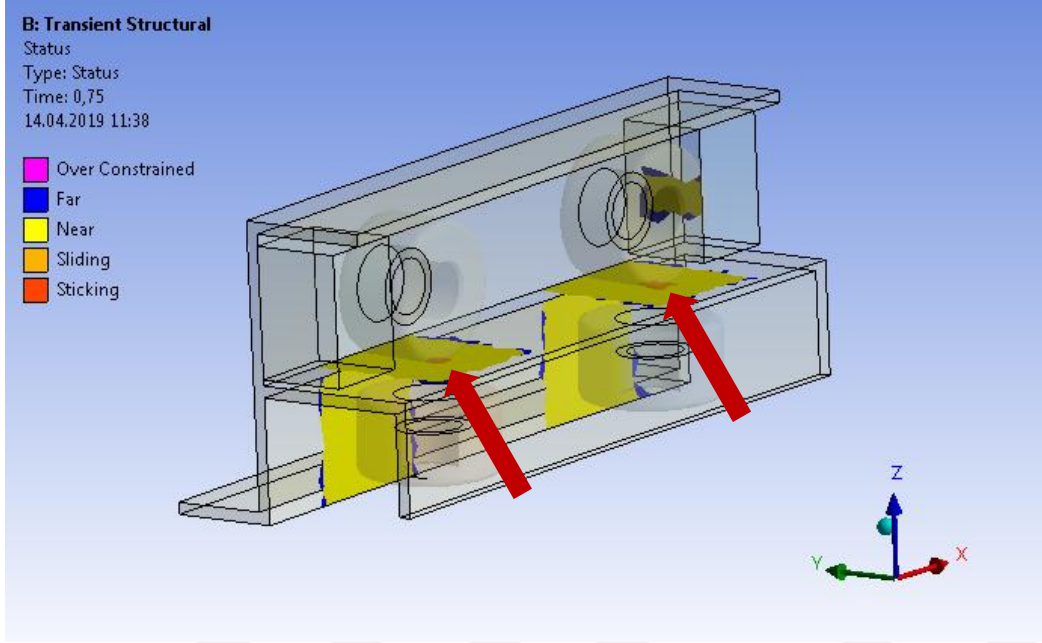
T = 0,50 anında da dönmeye devam etmiştir (Şekil 2.14).



Şekil 2.14 : İndirgenmiş Sistem T = 0,50 sn.

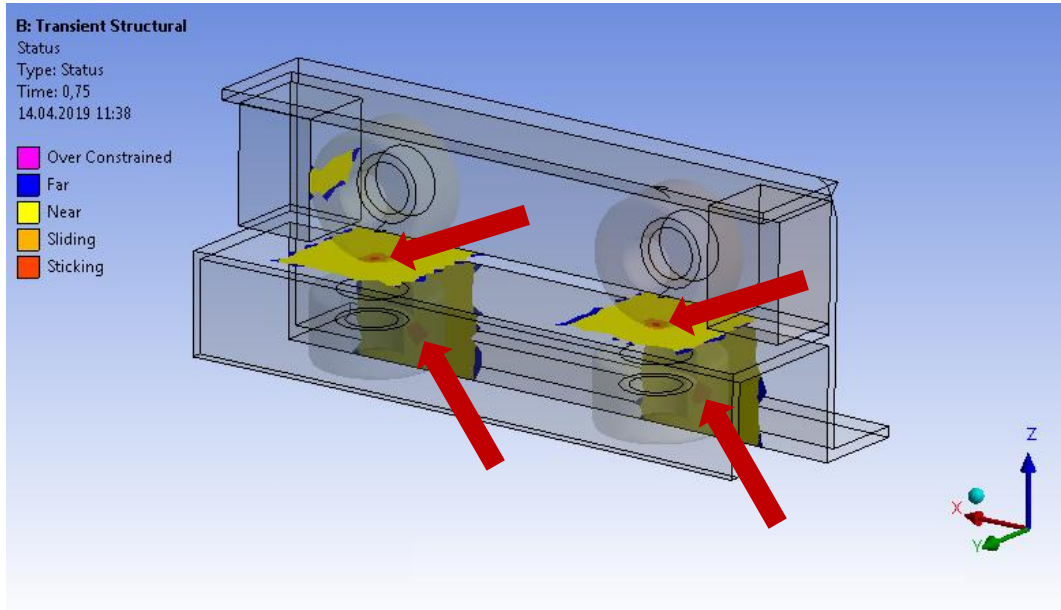
Son olarak $T = 0,75$ sn analiz son anında da sistem dönmeye devam etmiş ve aşağıdaki temas durumları ortaya çıkmıştır.

Şekil 2.15’de gösterildiği gibi sol teker bütününde, üst tekerleklerde zemine temas durumu gözlemlenmiştir. Alt tekerleklerde herhangi bir yere temas bulunmamaktadır.

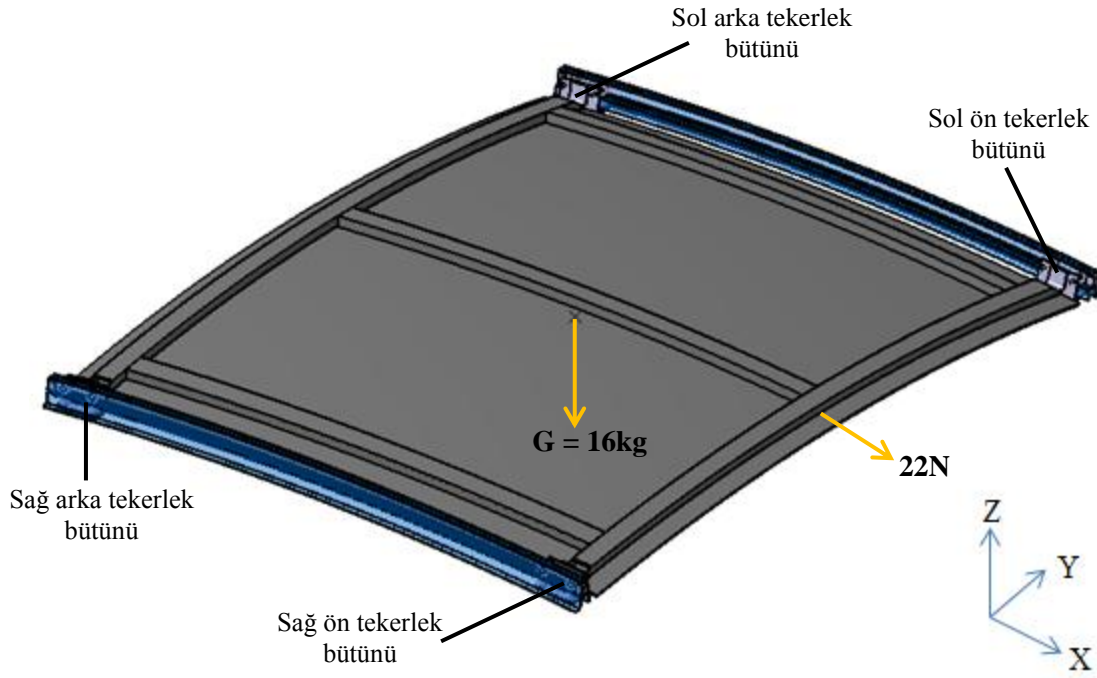


Şekil 2.15 : İndirgenmiş Sistem Sol Teker Bütünü Temas Durumu.

Şekil 2.16’te sağ teker bütününde, üst tekerleklerde zemine temas durumu gözlemlenmiş ve bunun yanında alt tekerlekler de A1 rayına temas etmiştir.



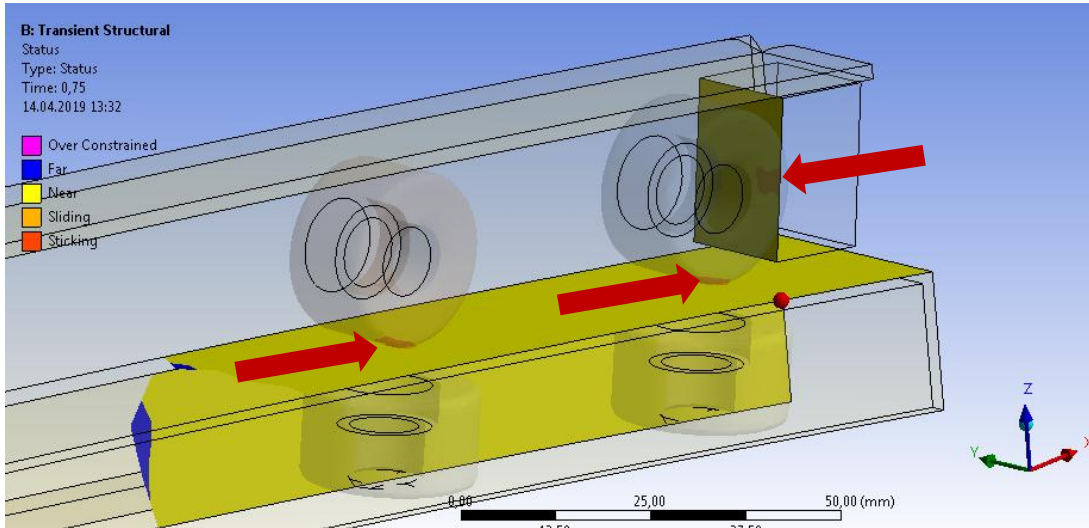
Şekil 2.16 : İndirgenmiş Sistem Sağ Teker Bütünü Temas Durumu.



Şekil 2.18 : Mevcut Tasarım Genel Görünüş.

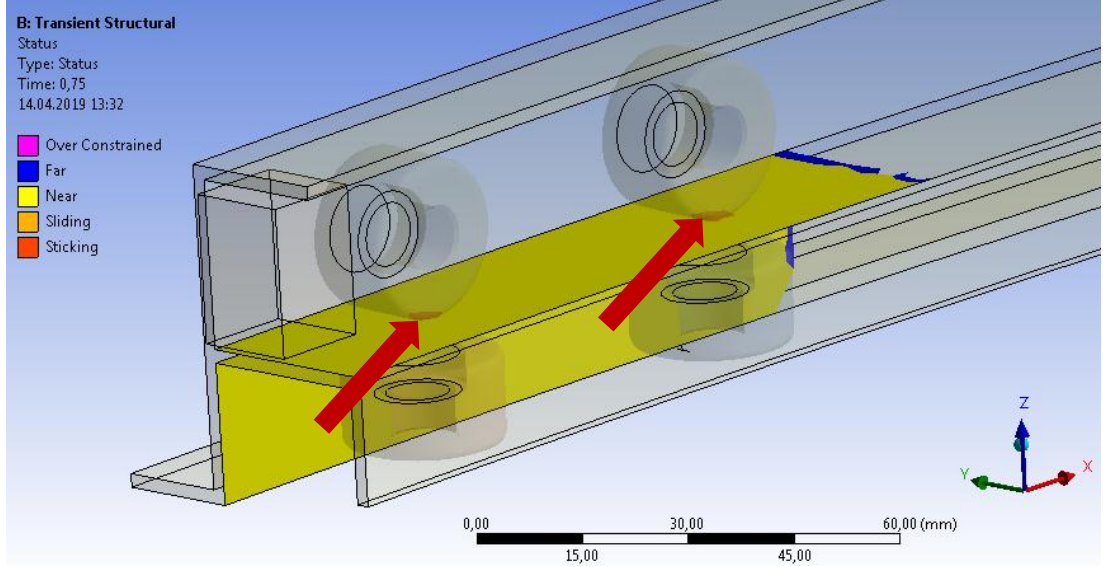
Sistemde sürtünmeli ve sabit temaslar tanımlandıktan sonra aşağıdaki davranışlar gözlemlenmiştir.

Şekil 2.19’da görüldüğü gibi sol ön teker bütününde, üst tekerleklerde zemine temas durumu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda sisteme +x yönünde hareket verilmesi üst öndeki tekerleğin durdurucu parçaya temas etmesini de sağlamıştır. Alt tekerleklerde herhangi bir yere temas bulunmamaktadır.



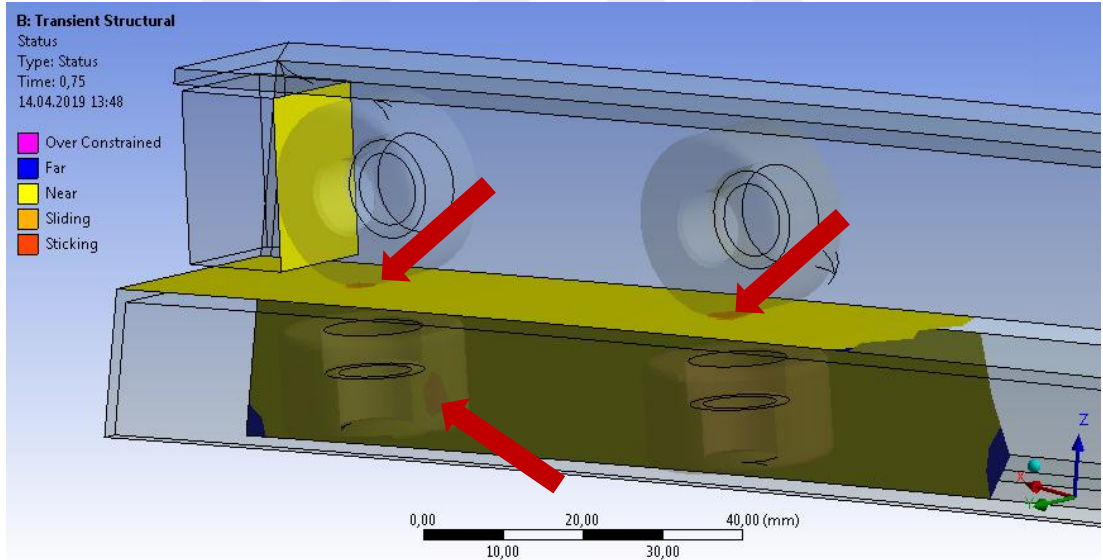
Şekil 2.19 : Mevcut Sistem Sol Ön Teker Bütünü Davranışı.

Şekil 2.20’de gösterildiği gibi sol teker bütününde, üst tekerleklerde zemine temas durumu gözlemlenmiştir. Alt tekerleklerde herhangi bir yere temas bulunmamaktadır.



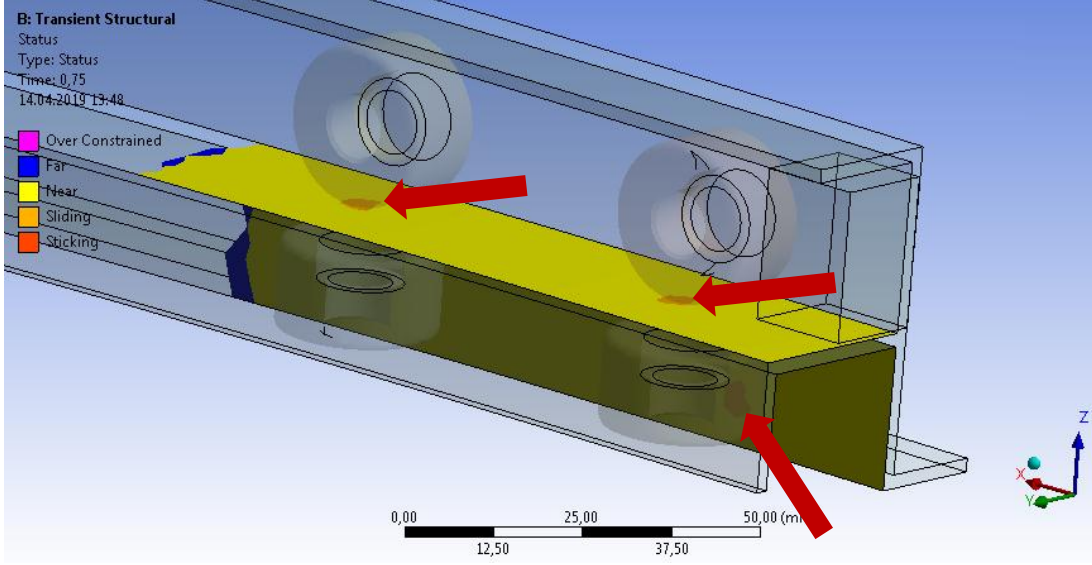
Şekil 2.20 : Mevcut Sistem Sol Arka Teker Bütünü Davranışı.

Şekil 2.21’de gösterildiği gibi sağ ön teker bütününde, üst tekerleklerde zemine temas durumu gözlemlenmiştir. Ayrıca alt ön tekerlekte Al raya temas gözlemlenmiştir. Sistem –y yönüne doğru hareket etmiştir.



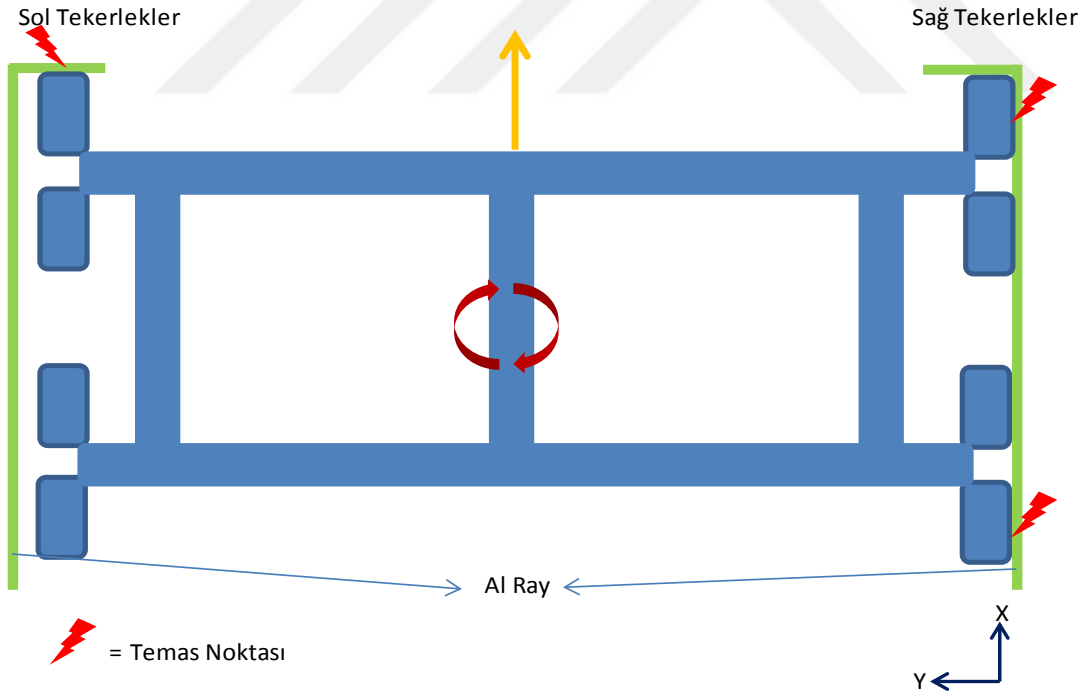
Şekil 2.21 : Mevcut Sistem Sağ Ön Teker Bütünü Davranışı.

Şekil 2.22’da görüldüğü gibi üst tekerleklerde zemine temas gözlemlenmektedir. Ayrıca alt arka tekerlekte de Al raya temas gözlemlenmiştir. Sistem –y yönüne doğru hareket etmiştir.



Şekil 2.22 : Mevcut Sistem Sağ Arka Teker Bütünü Davranışı.

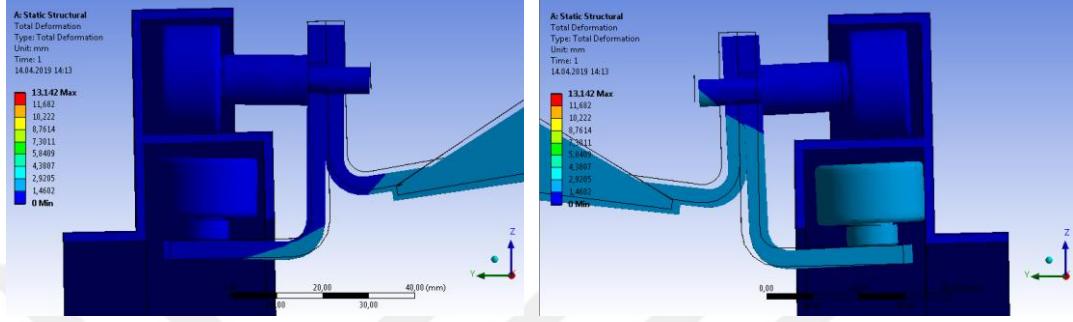
Şekil 2.23’de mevcut sisteme üstten bakıldığında sol ön tekerleğin durdurucu parçaya teması ve sağ alt tekerleklerin Al raya temasları gözlemlenmektedir. Bu durum aynı zamanda sistemin Z ekseninde dönmeye de zorlandığını göstermektedir.



Şekil 2.23 : Mevcut Sistem Üstten Görünüşü.

Değerlendirme: Şekil 2.23 ve Şekil 2.24’de de görüldüğü gibi sistemin yoldan toplanan ivmeler ile zamana bağlı analizi yapıldığında hareket durumu gözlemlenmiştir. Gözlem sonucunda yapının tümü olarak -y yönünde harekete

maruz kalıp Al rayların yan duvarlarına çarptığı açıkça görülmektedir. Yoldan toplanan bütün ivme verileri göz önüne alındığında yapı yolculuk süresince sürekli olarak +y ve -y yönleri arasında bu hareketlere maruz kalacaktır. Bu durum da ses probleminin sürekli olmasına sebebiyet verecektir. Projenin bundan sonraki aşamasında tasarımda iyileştirmeler yapıp tekrar analiz edilip optimum tasarım çözümünün ortaya koyulması gerekmektedir.

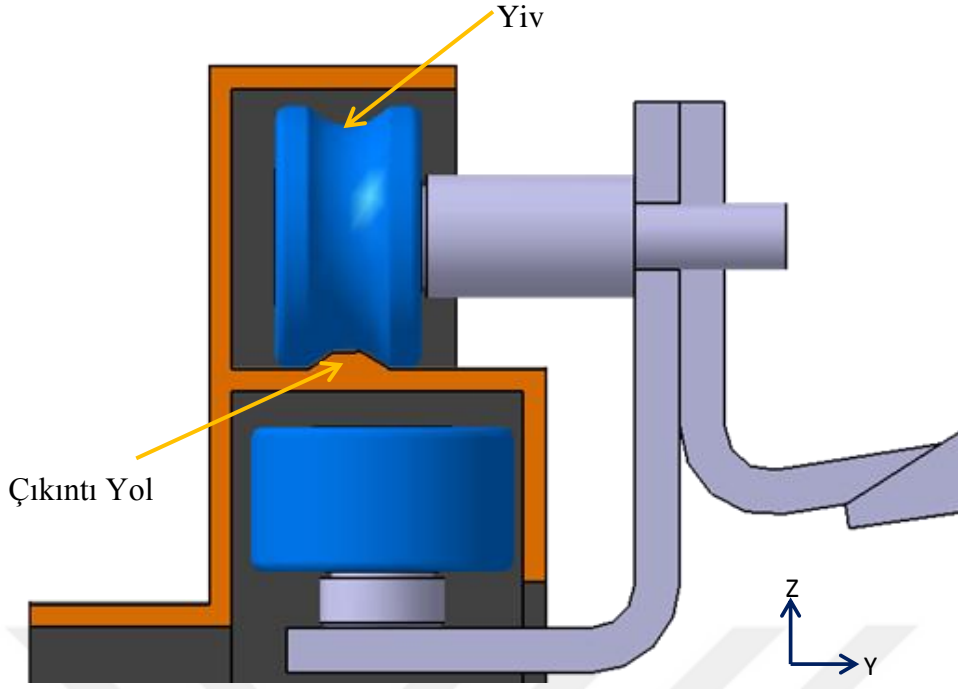


Şekil 2.24 : Sol ve Sağ Teker Bütününün Hareketi.

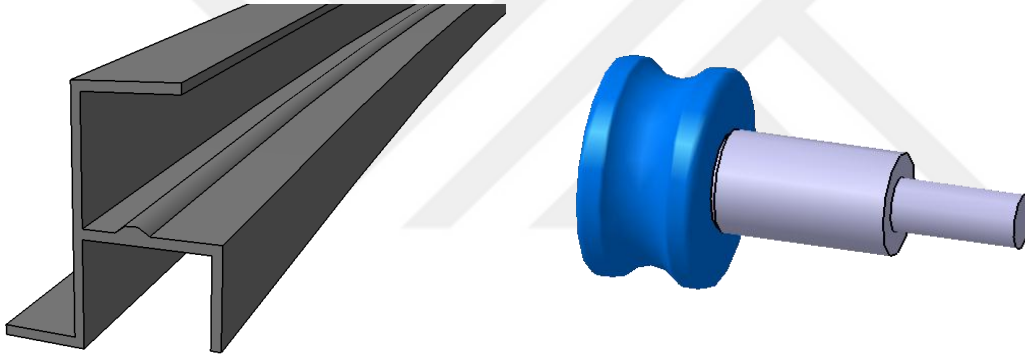
2.3.3 Birinci tasarım revizyonu analizi

Mevcut sistemin analizinden sonra yapının y eksenini doğrultusunda yapmış olduğu hareketler sonucu Al ray duvarlarına çarpıp gürültü oluşturduğu görülmüştür. Soruna çözüm olarak sistemin y doğrultusundaki hareketini sınırlayıcı bir tasarım çözümü üzerine gidilmeye karar verilmiştir. Ancak yeni tasarımda sistemin boyutlarının değişmemesi gerektiği çünkü boyutsal yapılacak her değişiklik gövdenin de değişmesini gerektirecektir. Bu da tercih edilen bir durum değildir.

Bu kısıtlar neticesinde Şekil 2.25 ve Şekil 2.26'de görüldüğü gibi, ilk tasarım revizyonunda Al ekstrüzyon rayların üzerine çıkıntı şeklinde bir yol tanımlayıp, bunun karşılığında da tekerlekler üzerine yiv açarak hareketi y eksenini doğrultusunda sınırlandırılması öngörülmektedir.



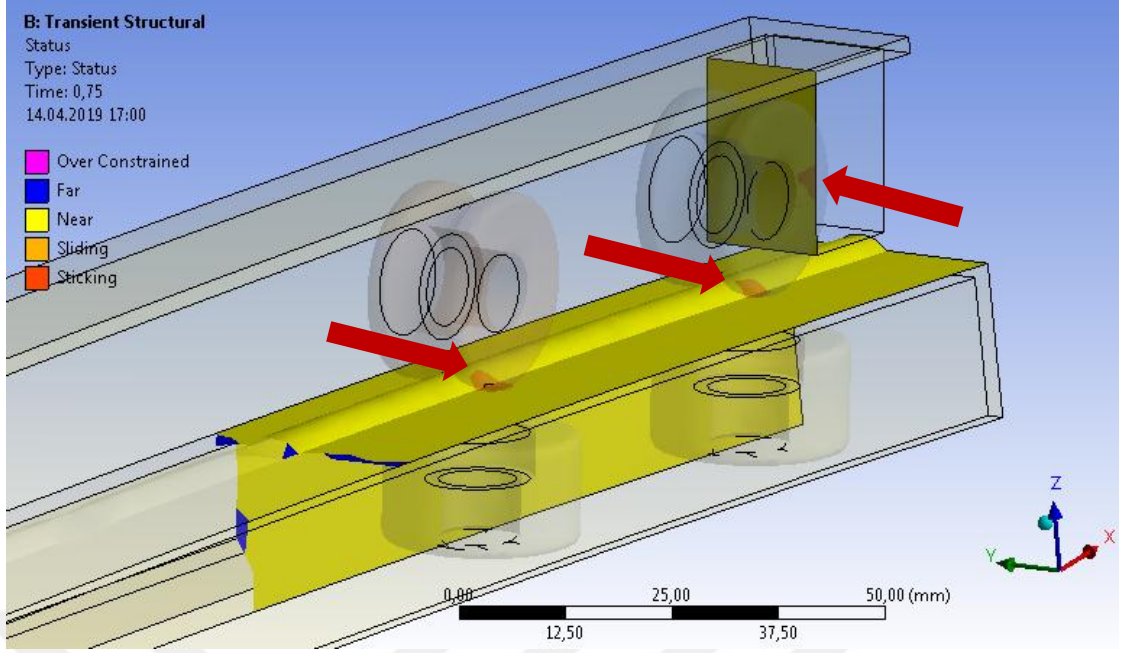
Şekil 2.25 : Birinci Tasarım Revizyonu.



Şekil 2.26 : Al Ray ve PA Tekerlek İzometrik Görünüşü.

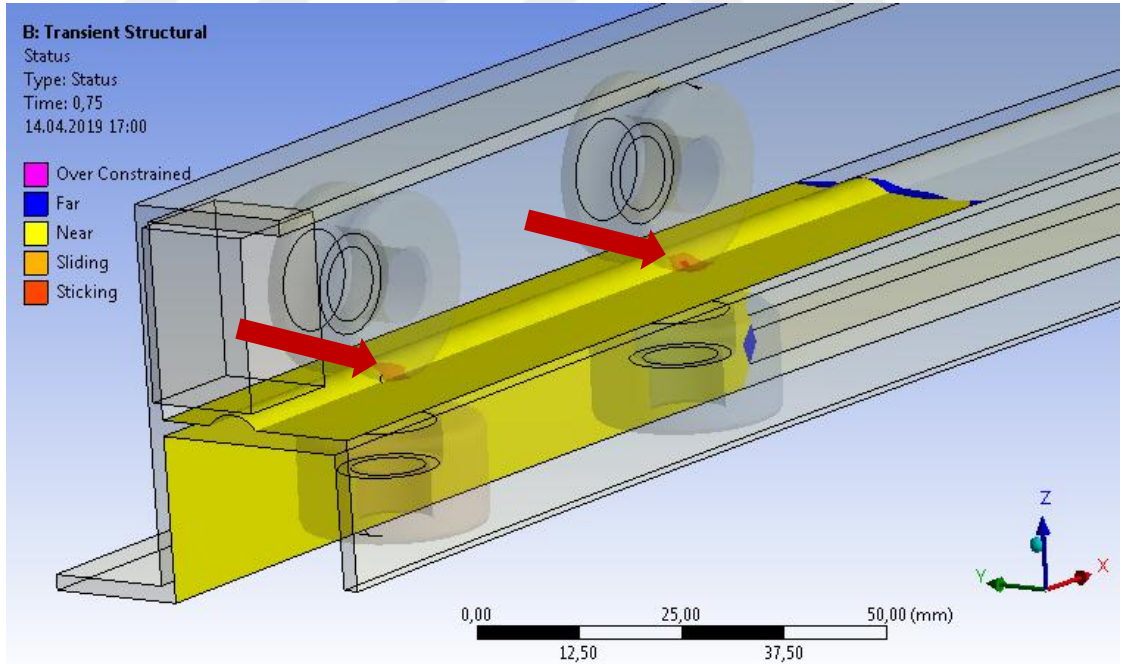
Sistem kurulumu tamamlandıktan sonra analiz daha önceki tasarımlar ile aynı şartlarda yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre aşağıdaki durumlar gözlemlenmiştir.

Şekil 2.27’te görüldüğü gibi sol ön teker bütününde, üst tekerleklerde zemine ve çıkıntının sadece bir tarafına temas durumu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda üst öndeki tekerleğin durdurucu parçaya temas ettiği de görülmektedir. Alt tekerleklerde herhangi bir yere temas bulunmamaktadır.



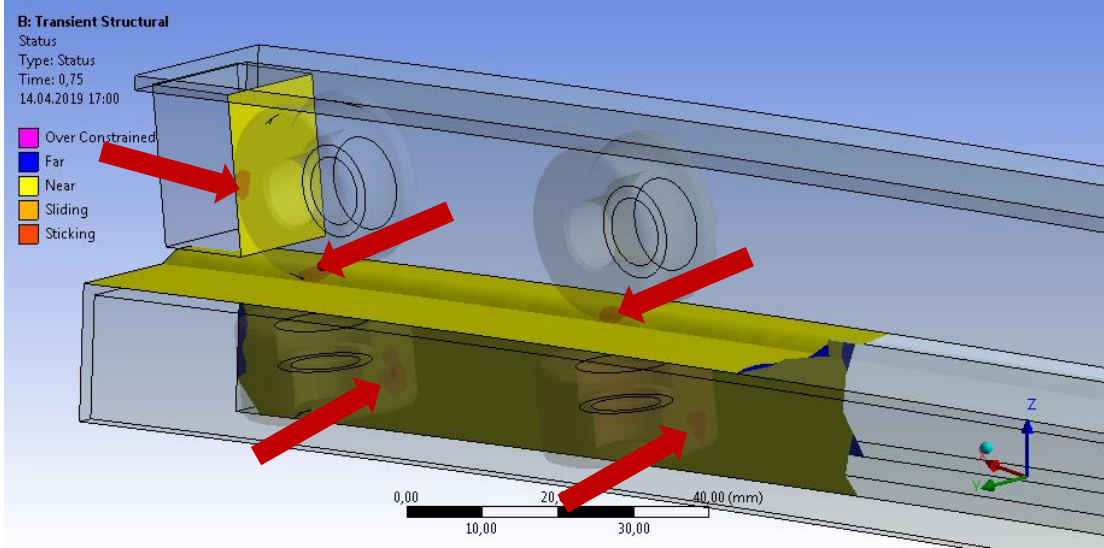
Şekil 2.27 : Birinci Revizyon Sol Ön Teker Bütünü Davranışı.

Şekil 2.28’de gösterildiği gibi sol teker bütününde, üst tekerleklerde zemine ve çıkıntının sadece bir tarafına temas durumu gözlemlenmiştir. Alt tekerleklerde herhangi bir yere temas bulunmamaktadır.



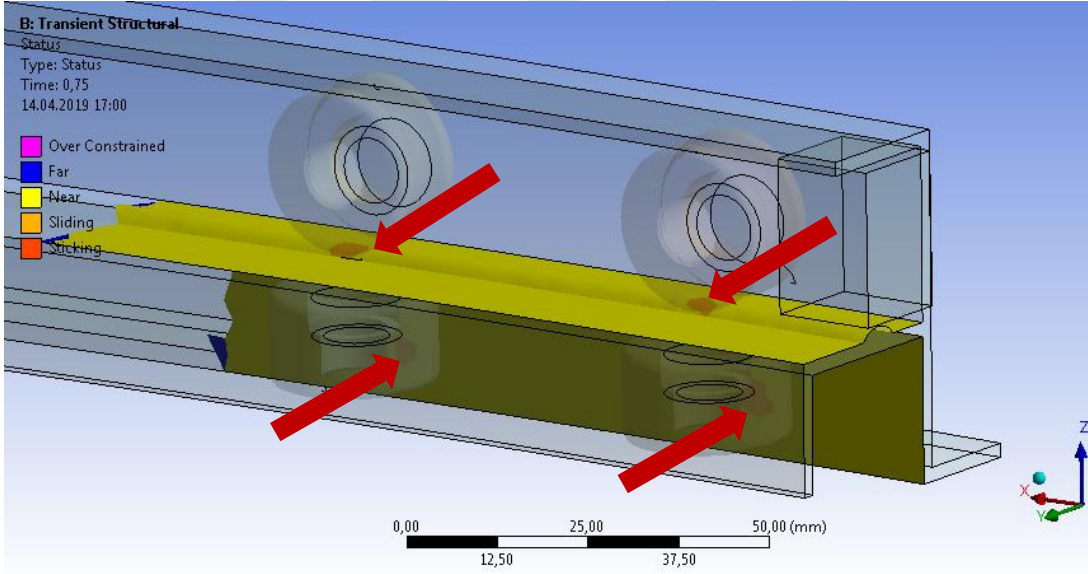
Şekil 2.28 : Birinci Revizyon Sol Arka Teker Bütünü Davranışı.

Şekil 2.29’da görüldüğü gibi üstteki tekerlekler zemindeki çıkıntıya ve öndeki durdurucu parçaya temas etmektedir. Ayrıca alttaki tekerlekler de Al rayın yan duvarına temas etmektedir.



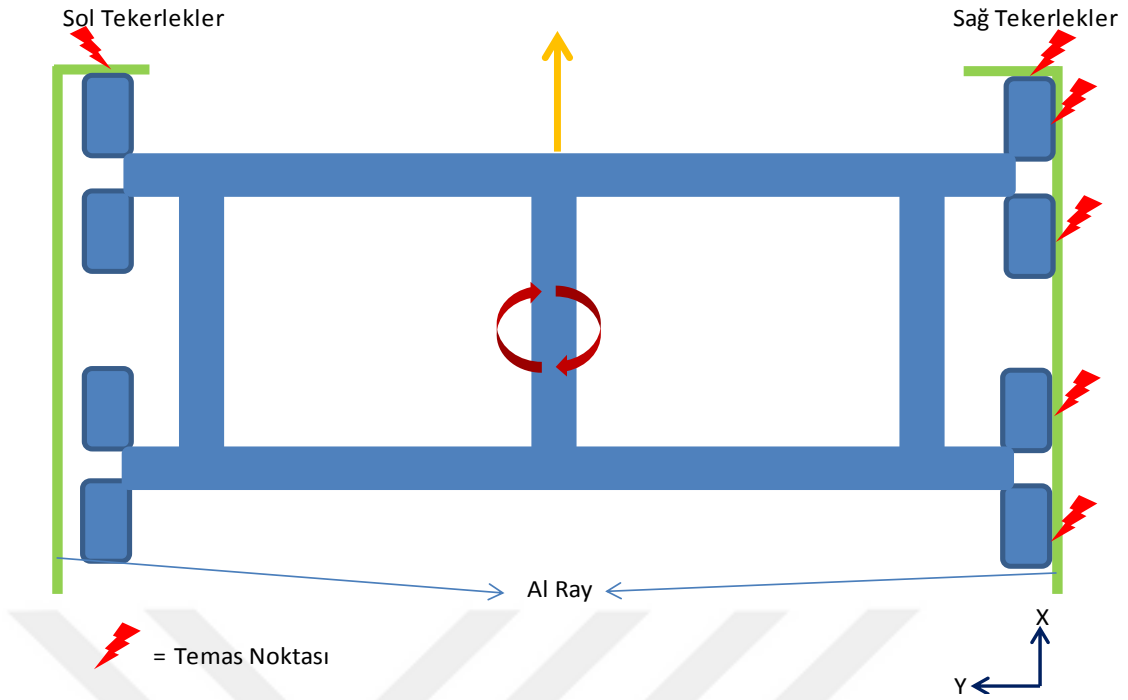
Şekil 2.29 : Birinci Revizyon Sağ Ön Teker Bütünü Davranışı.

Şekil 2.30'da de sağ ön teker bütününe benzer bir durum söz konusudur. Üst tekerlekler çıkıntının bir tarafına ve alt tekerlekler Al raya temas etmektedir.



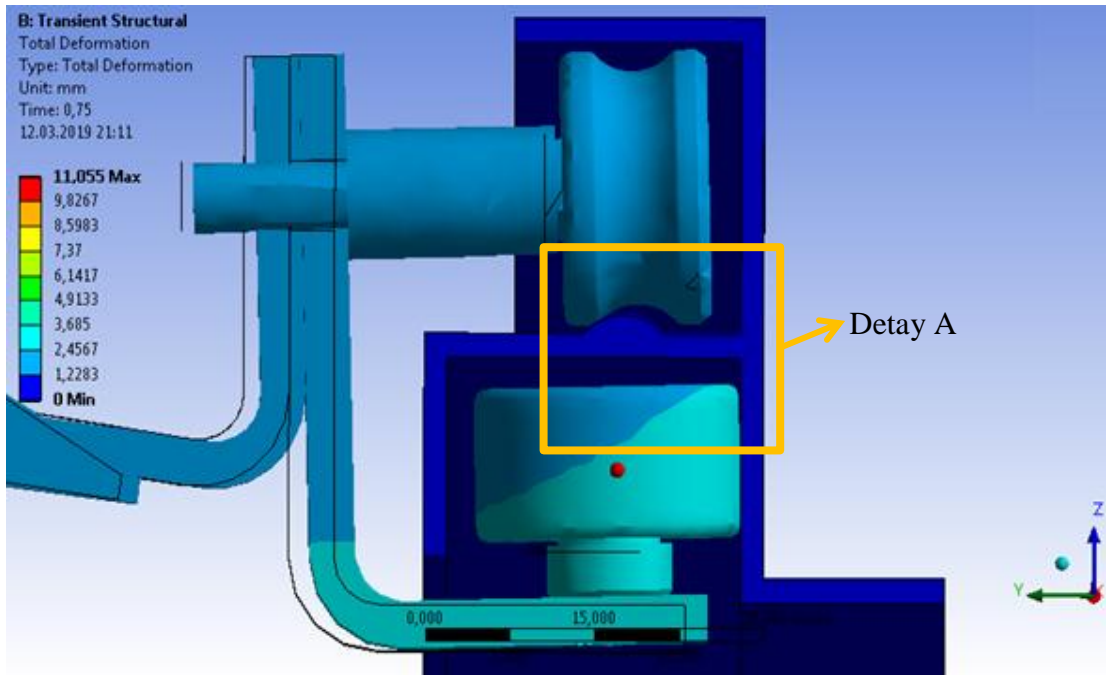
Şekil 2.30 : Birinci Revizyon Sağ Arka Teker Bütünü Davranışı.

Temas durumlarının genel görüntüsü Şekil 2.31'de üstten görünüş olarak verilmiştir.

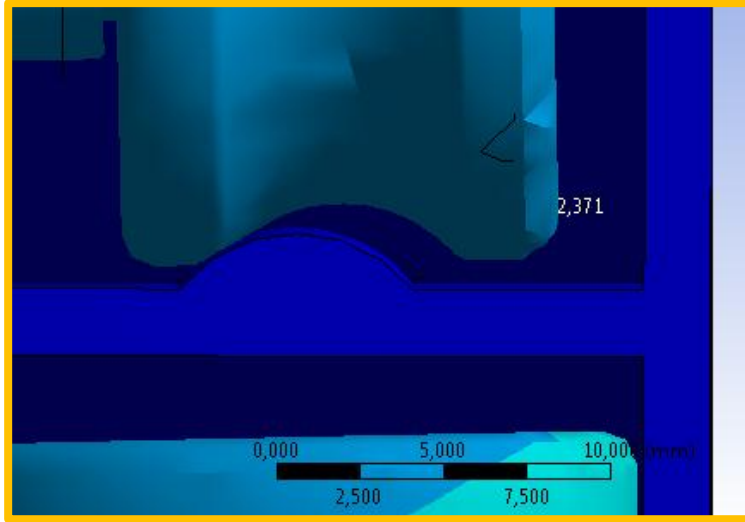


Şekil 2.31 : Birinci Revizyon Üstten Görünüş.

Değerlendirme: Şekil 2.31'deki durumun nasıl olduğunu anlamak için Şekil 2.32 ve Şekil 2.33 incelendiğinde sağ tekerleklerin ivmenin etkisiyle çıkıntının üzerine 2,371 mm tırmandığı görülmektedir. Bu tırmanma sonucunda sistem yine $-y$ yönünde hareket ederek Al rayın yan duvarına çarpmıştır. Mevcut tasarım gibi bu çözüm de problemi çözmemektedir.



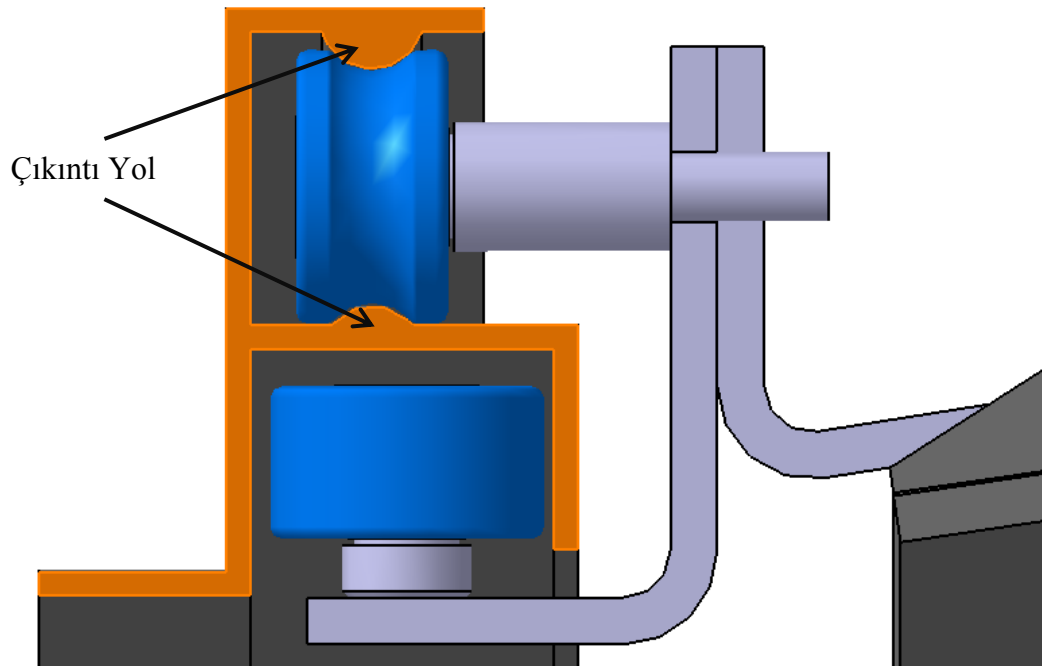
Şekil 2.32 : Sağ Teker Bütünü Arka Görünüş.



Şekil 2.33 : Detay A.

2.3.4 İkinci tasarım revizyonu analizi

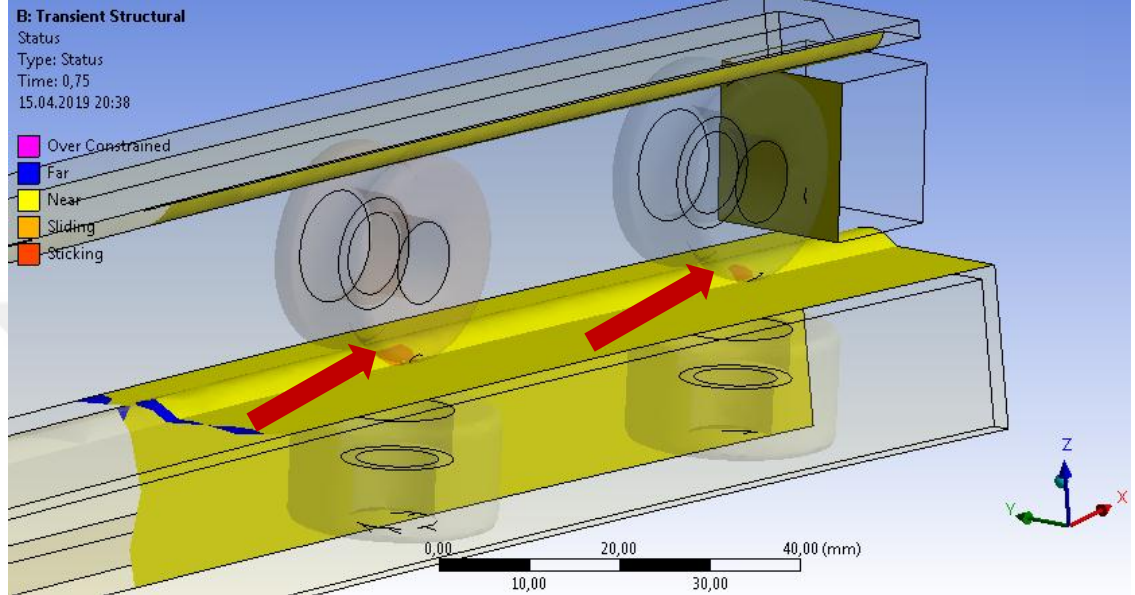
İlk tasarım revizyonunda uygulanan çözüm sistemi daha stabil bir hale getirmeye yetmemiştir. Tekerlekler tasarımı yapılan çıkıntılı yolun üzerine tırmanıp yine Y eksenine doğrultusunda serbestçe hareket etmiştir. Bu hareket Al ray duvarına çarpıp ses problemini ortaya çıkarmasına sebep olacaktır. Bu nedenle sistemi fazla değiştirmeden benzer bir tasarım çözümü Al rayın üst tarafına da uygulanmıştır (Şekil 2.34). Böylece sistemin ivme yükleri sonrasında y eksenine boyunca hareketinin kısıtlanacağı öngörülmektedir.



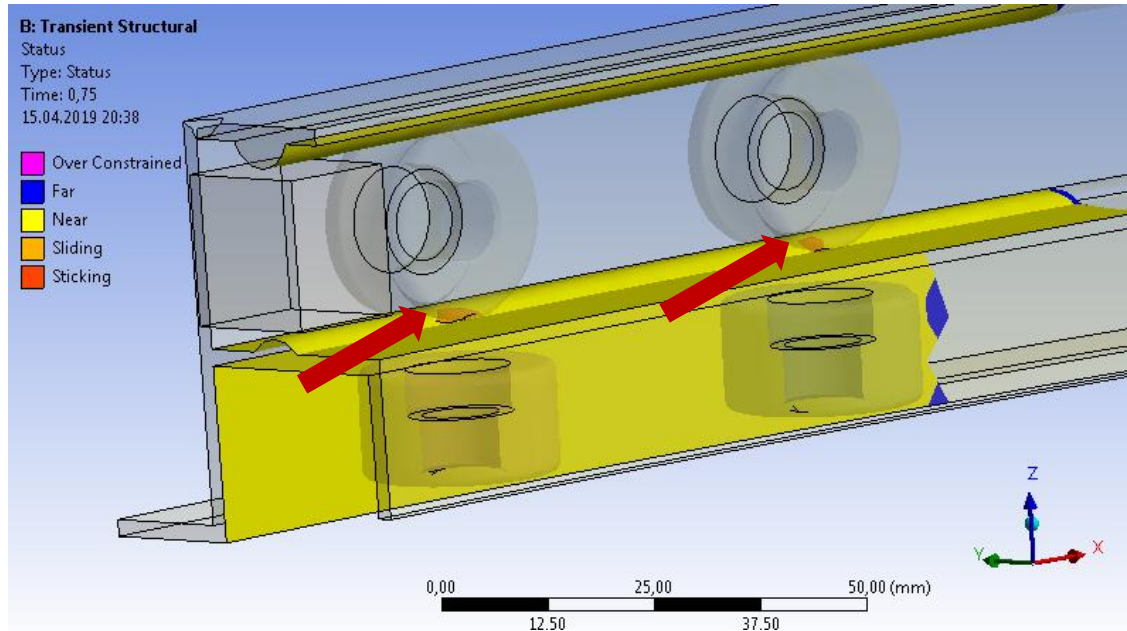
Şekil 2.34 : İkinci Tasarım Revizyonu.

Sistem ivme verileri yüklenip, temaslar da kurulduktan sonra analize yeni tasarım üzerinden tekrar edilmiştir. Aşağıda analiz sonuçları paylaşılmıştır.

Şekil 2.35 ve Şekil 2.36'da görüldüğü gibi üst tekerleklerde çıkıntının bir tarafına temas bulunmaktadır. Alt tekerleklerde ise Al rayın yan duvarına herhangi bir temas yoktur.



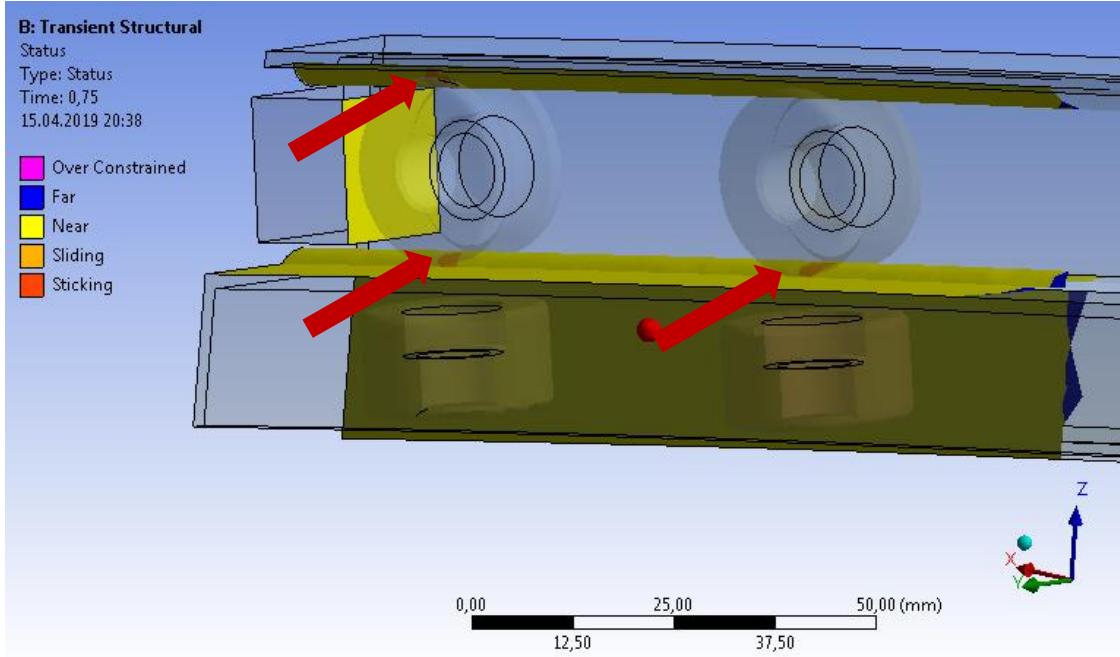
Şekil 2.35 : İkinci Tasarım Revizyonu Sol Ön Teker Bütünü Davranışı.



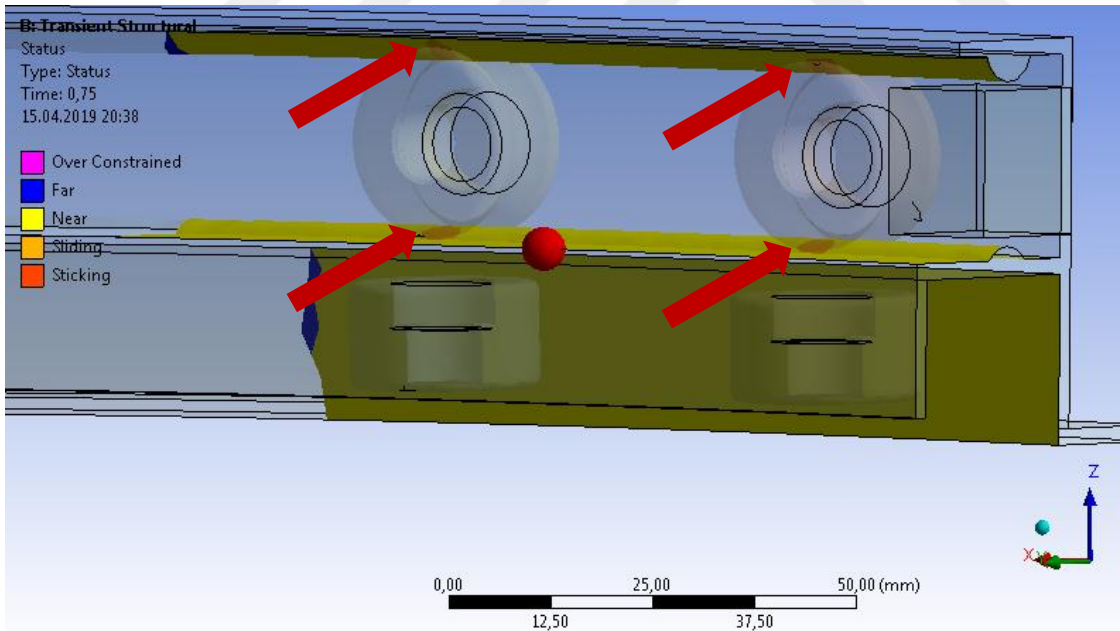
Şekil 2.36 : İkinci Tasarım Revizyonu Sol Arka Teker Bütünü Davranışı.

Şekil 2.37 ve Şekil 2.38'e bakılacak olursa üst tekerlekler alt çıkıntının bir tarafına temas etmektedir. 4 adet üst tekerleğin 3'ü de üst çıkıntıya temas etmektedir. Sisteme girilen ivme değerlerinin yapıyı $-y$ yönüne doğru itmesi tekerlekleri bir önceki

tasarım çözümündeki gibi tırmanmaya zorlamıştır, ancak üst tarafta bulunan çıkıntı bunu engellemiştir. Böylece alt tekerleklerin hiç birinde Al rayın yan duvarına temas olmamaktadır.



Şekil 2.37 : İkinci Tasarım Revizyonu Sağ Ön Teker Bütünü Davranışı.



Şekil 2.38 : İkinci Tasarım Revizyonu Sağ Arka Teker Bütünü Davranışı.

Değerlendirme:

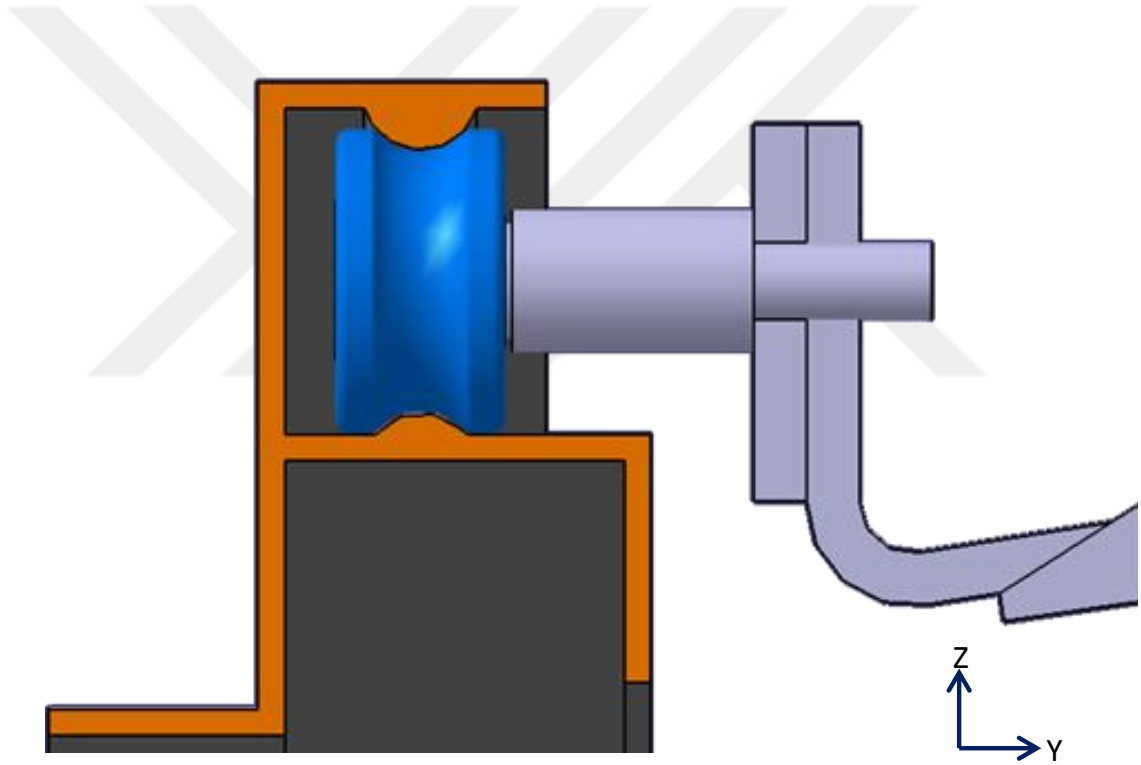
- İkinci tasarım çözümümüzde rayın üst kısmına da yapılan çıkıntı tekerleklerin sabit bir doğrultuda ilerlemesini sağlamış, sistemin Y doğrultusundaki yanal

sapmaları ve Al raya çarpması engellenmiştir. Böylece çarpmadan kaynaklı gürültü probleminin olmayacağı öngörülmektedir.

2.3.5 Final tasarım ve analizi

Mevcut tasarımdaki problem tanımlamasından sonra analiz ile problemin kaynağı doğrulanmıştır. İkinci tasarımda da Al ray üzerinden tasarlanan çözüm analiz edilmiş ve yapının ivmelerden etkilenmeyerek sabit bir yol üzerinde ilerleyebildiği görülmüştür. Böylece tekerlek mekanizmasının tümünde alt tekerlekler de işlevini yitirmiştir.

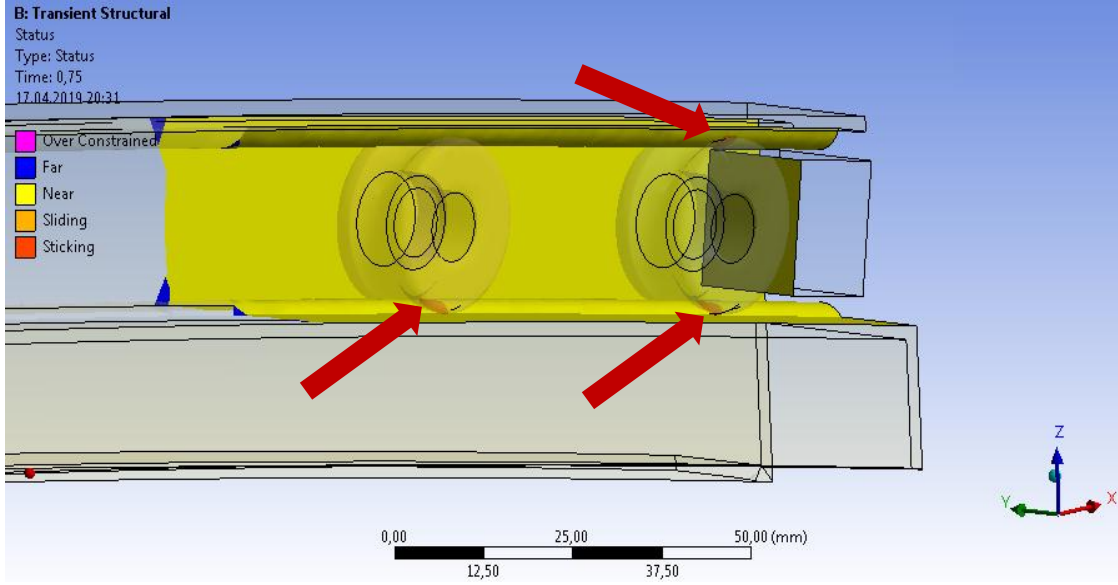
Yeni tasarımda alt tekerlekler iptal edilmiş ve analiz tekrarlanmıştır (Şekil2.39).



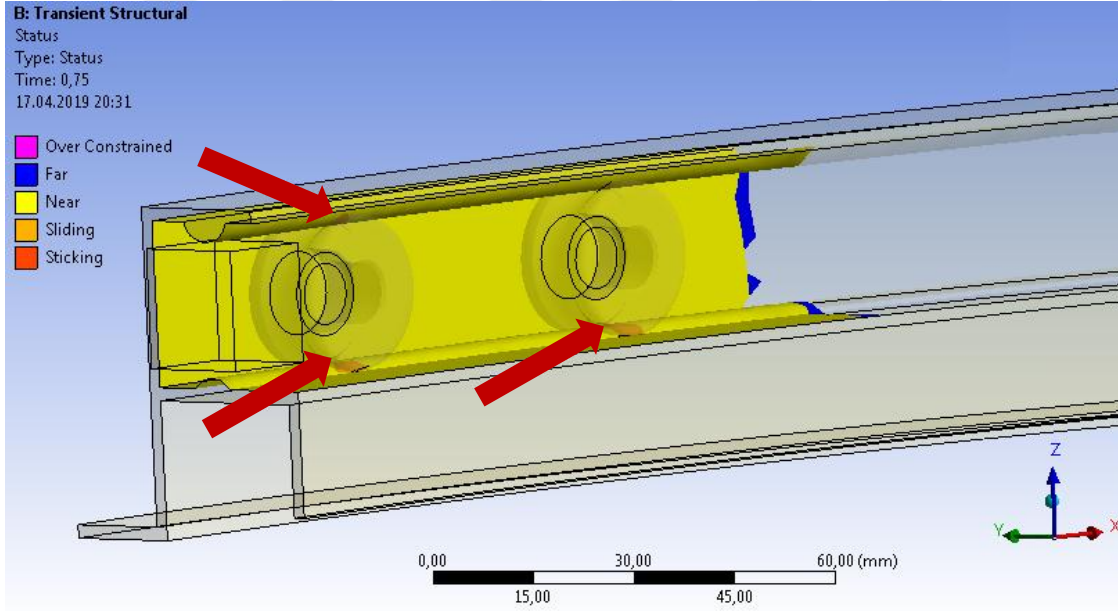
Şekil 2.39 : Final Tasarım Revizyonu.

Sistem aynı yük ve sınır koşullarında analiz sonuçları aşağıda gösterilmiştir.

Sol Ön ve Sol Arka tekerleklerin durumu Şekil 2.40 ve Şekil 2.41’de gösterildiği gibidir. Sadece çıkıntının bir tarafına temas bulunmaktadır. Bu da tekerleklerin sabit bir doğrultuda hareket etmesine olanak sağlamaktadır.

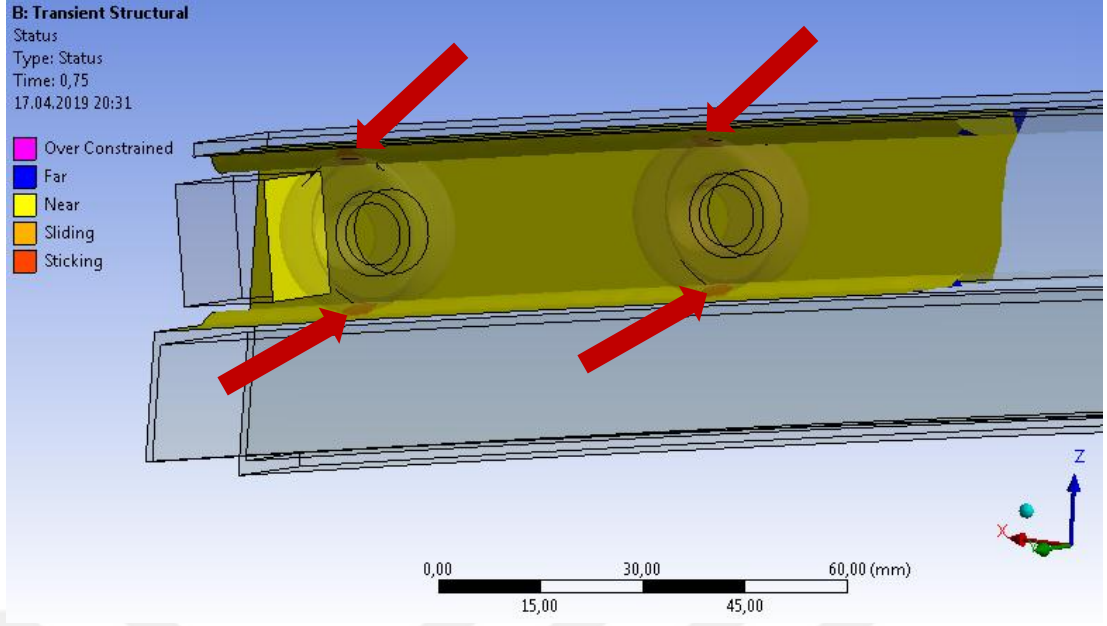


Şekil 2.40 : Final Tasarım Revizyonu Sol Ön Teker Bütünü Davranışı.

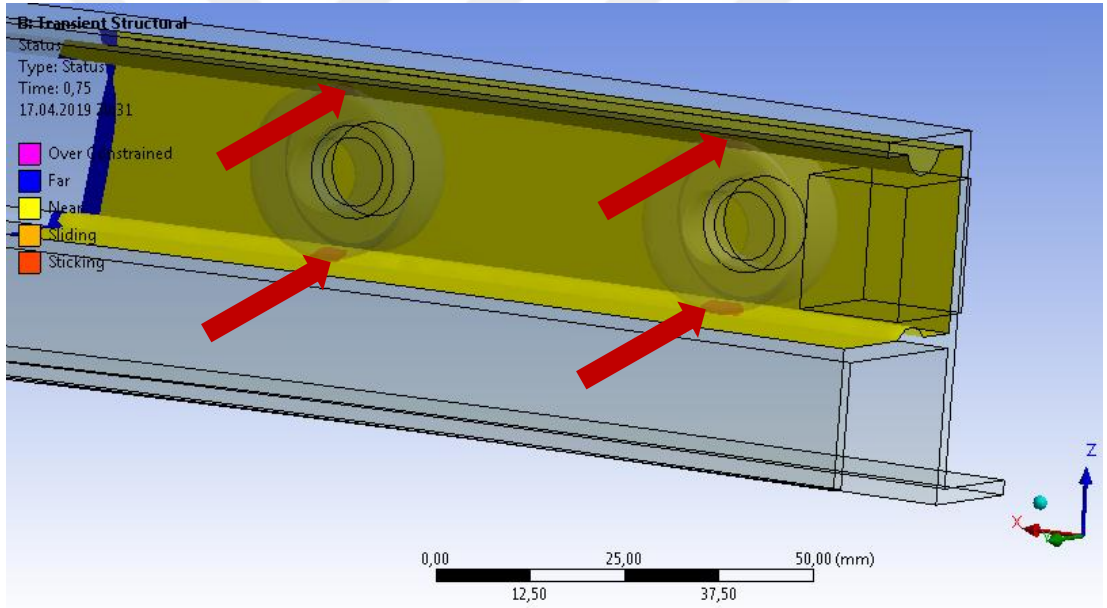


Şekil 2.41 : Final Tasarım Revizyonu Sol Arka Teker Bütünü Davranışı.

Şekil 2.42 ve Şekil 2.43’de görüldüğü gibi Sağ Ön ve Arka tekerleklerin temas durumu sadece çıkıntılardır. Benzer durum burası için de söz konusudur.

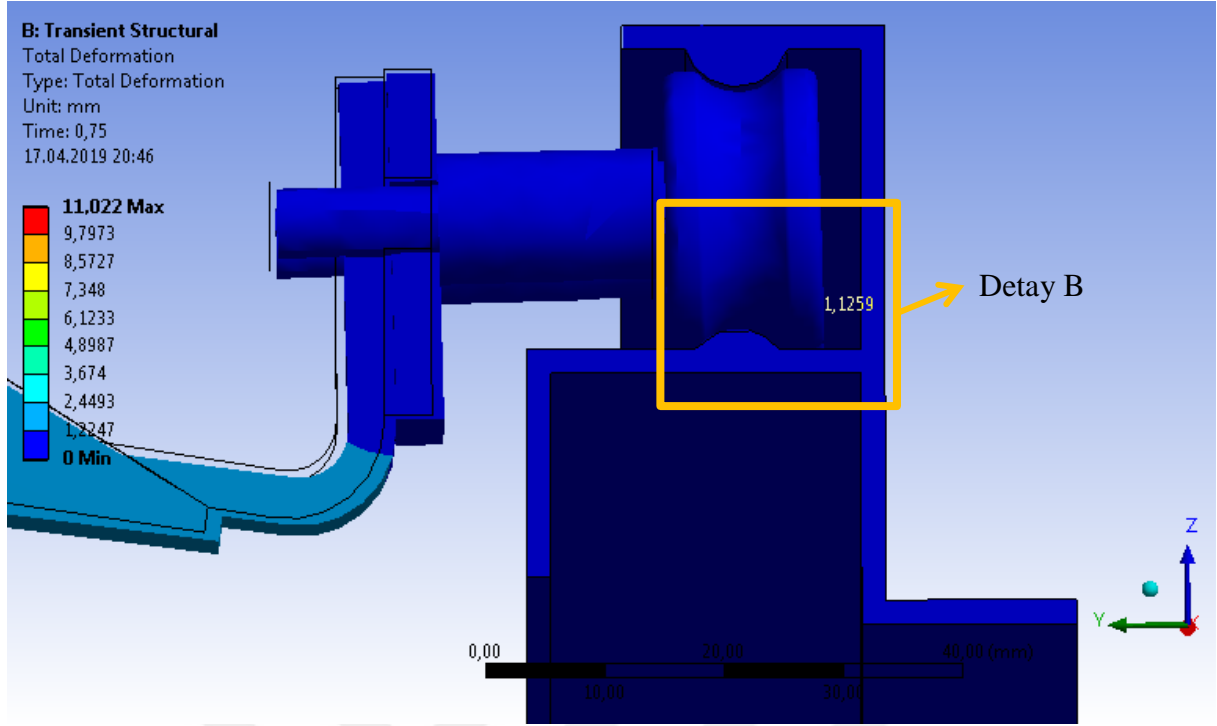


Şekil 2.42 : Final Tasarım Revizyonu Sağ Ön Teker Bütünü Davranışı.

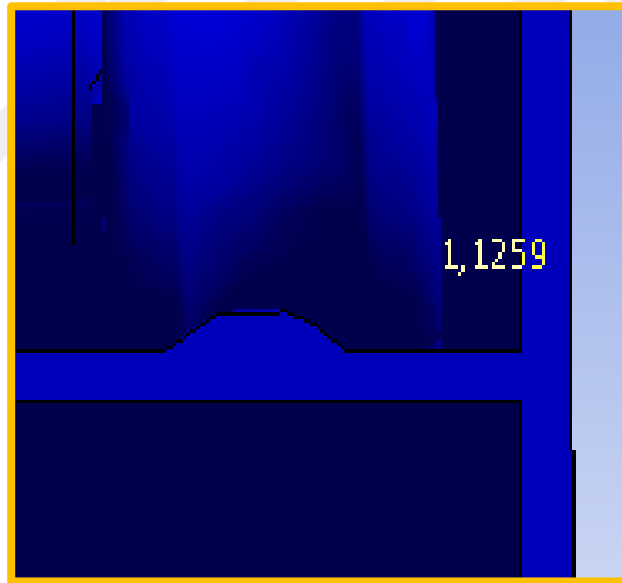


Şekil 2.43 : Final Tasarım Revizyonu Sağ Arka Teker Bütünü Davranışı.

Değerlendirme: Sistem alt tekerlekleri iptal edilip tekrar analiz edildiğinde ikinci tasarıma benzer bir sonuç elde edildiği görülmüştür. Şekil 2.44 ve Şekil 2.45'te de tekerleğin raylarda ayrılmadan X doğrultusundaki yolu takip ettiği görülmektedir.



Şekil 2.44 : Sağ Teker Bütünü Arka Görünüş (Final Tasarım).



Şekil 2.45 : Detay B.

Değerlendirme: Alt tekerleklerin iptal edilmesinin sistem açısından bir sıkıntı yaratmadığı görülmüştür. Ayrıca final tasarımda sistem üzerinde bir takım kazanımlar ortaya çıkmıştır. Bunlar;

- 8 adet PA tekerlek iptal edilmiştir.
- 8 adet iç altı köşe başlı M6 cıvata iptal edilmiştir.

- Tekerlekleri tutan braketlerin gerekli olmayan kısımları ortadan kaldırılarak 500 gr hafifleme sağlanmıştır.
- Sistemin asıl problemi olan ray içerisinde y doğrultusunda hareket edip gürültü yapma problemi ortadan kaldırılmıştı



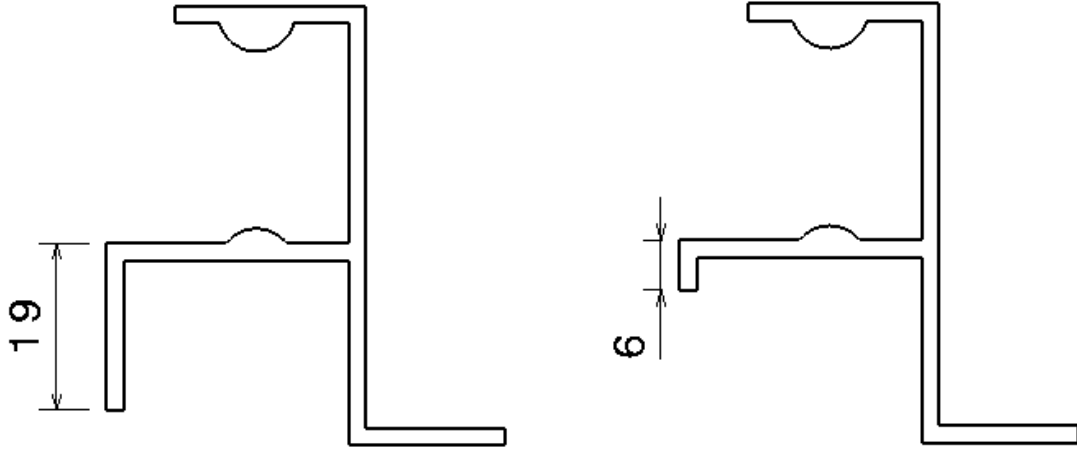


3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Projeye konu olan panoramik kayar tavan mekanizmasında bulunan ses problemi yol testlerinde incelenmiş ve yoldan kaynaklanan titreşimlerin sebep olduğuna kanaat getirilmiştir. Ancak bu titreşimlerin otobüs kayar ünitesine nasıl bir etkisinin olduğu test esnasında göz ile kontrollerde açıkça görülememektedir. Bu sebeple yol testinde ilgili kayar ünite bölgesine ivmeölçer algılayıcılar yerleştirilmiş ve yoldan gelen ivmeler toplanmıştır. Daha sonra bu ivme değerleri analiz programında kullanılmış ve zamana bağlı olarak sistemin analizi yapılmıştır. İlk analiz indirgenmiş sistem olarak kurulmuştur. Burada sistemin davranışını ve özellikle tekerlek ve ray arasındaki temasların çalışıp çalışmadığını öğrenmek hedeflenmiştir. Bir kaç denemede temaslar başarı ile gerçekleşmiş ve sistemin ivmeler altındaki davranışını göstererek bir miktar fikir vermiştir. Sistem rayların içerisinde özellikle y ekseni doğrultusunda kayma ve yan duvarlara çarpma hareketi yaptığı gözlemlenmiştir. Sistem mevcut tasarım haliyle de analiz edildikten sonra indirgenmiş sisteme benzer sonuçlar elde edilmiştir. İyileştirme amacıyla yapılan ilk tasarım revizyonunda sistemin yine y eksini doğrultusunda kaymalar yaptığı ve ilk tasarım çözümünün yararlı olmadığı görülmüştür. İkinci tasarım revizyonunda ise sistemin y doğrultusundaki istenmeyen hareketi engellenmiş olup çözüm başarılı olmuştur. Buradan elde edilen sonuçlar ile sistemde kullanılmasına gerek görülmeyen alt tekerlek çiftleri ve onların bağlantı civataları tasarımdan çıkarılmış, boyu kısaltılması gereken braket de trimlenmiştir ve ilgili tasarım revizyonu final halini almıştır.

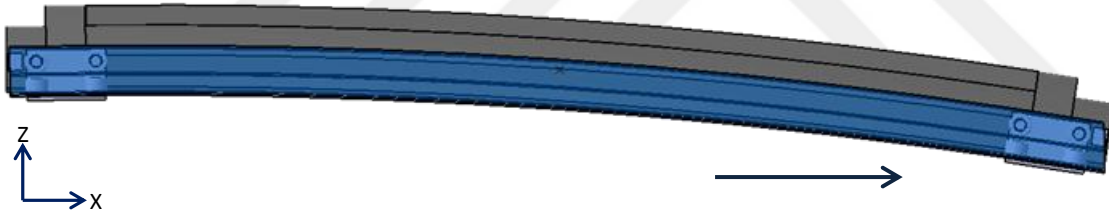
Final tasarım da analiz edilip sonuçlar incelendikten sonra, nihai tasarıma karar verilmiştir. Ancak yapılan bu çalışmalar ve tasarım değişiklikleriyle beraber sistem yol testlerinde doğrulanmalı ve seri imalata bu şekilde geçilmelidir.

Önerilerde; Tekerlekler ve civataların dışında raylarda da Şekil 2.46'teki gibi kullanılmayan eteğin kısaltma işlemi tasarımda yapılabilir.



Şekil 2.46 : Al Ray Tasarım Revizyonu Önerisi.

Bir başka öneri de daha çok analiz tarafını ilgilendirmektedir. Al Ray üzerinde yapılan alt ve üst çıkıntılar sistemin daha fazla sürtünmeye maruz kalıp x doğrultusundaki hareketinde yavaşlamaya sebep olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle sistem bozuk yol testlerinde sadece ses problem değil aynı zamanda yolculuk sırasında açma kapama hareketi yaptırılarak ilerleme hızının değişip değişmediği de saptanmalıdır (Şekil 2.47).



Şekil 2.47 : Sistem x Doğrultusu Hareketi.

Final tasarım revizyonunda Al raylarda yapılan değişiklik yeni bir ekstrüzyon kalıp ihtiyacı doğurmaktadır. Tekerlekler için ise torna tezgâhında imal edildiğinden kalıp ile ilgili bir durum söz konusu değildir. Yan sanayi kalıp imalatları ve nihai mamuller ortaya çıkarıldıktan sonra sistem montajı da tamamlanıp taşıtlarda kullanılmaya başlayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Şimşek N., (2019) Genişletilmiş Trafik Mevzuatı.
- [2] **Motorlu Araçlar ve Römorkları Tip Onayı Yönetmeliği, (2009) T.C. Resmi Gazete, 27272, 28 Haziran 2009.**
- [3] **MOTOR VEHICLES OF CATEGORY M2 AND M3, (2005) Published by Government Notice No. R. 855 (Government Gazette 27947) of 2 September 2005 -ICS 43.080.20**
- [4] **Raymond A. Serway , John W. Jewett, (2004) Physics for Scientists And Engineers, 6th Edition.**
- [5] **Url-1** < <https://patents.google.com/>>, erişim tarihi 30.03.2019
- [6] **Url-2** < <https://carbiketech.com/sunroof/>>, erişim tarihi 06.04.2019
- [7] **H. REHMANN., (1962). U.S. Patent No. 3,016,263. U.S. Patent and Trademark Office**
- [8] **J. WERNER., (1966). U.S. Patent No. 3,290,087. U.S. Patent and Trademark Office**
- [9] **H. BIENERT., (1992). U.S. Patent No. 5,104,178. U.S. Patent and Trademark Office**
- [10] **M. P. GRUSS., (2013). U.S. Patent No. 2013/008248. U.S. Patent and Trademark Office**
- [11] **T. CHIKARAISHI., (1983). U.S. Patent No. 4,413,444. U.S. Patent and Trademark Office**
- [12] **A. J. WHITCROFT., (1979). U.S. Patent No. 4,157,846. U.S. Patent and Trademark Office**
- [13] **D. E. GRAY (Ed.), (1957) American Institute of Physics Handbook. Content 2d. Coefficients of Friction 2-39 . Dudley D. FULLER Columbia University**
- [14] **R. PAPUC, C. GAVRILĂ, M.–T. LATEŞ, (2017) Tribological tests of steel on polyamide 66, polyamide 46 type surface contacts. MATEC Web of Conferences 126, 02003.**



EKLER

EK A: Teknik Resimler



D

C

B

A

4

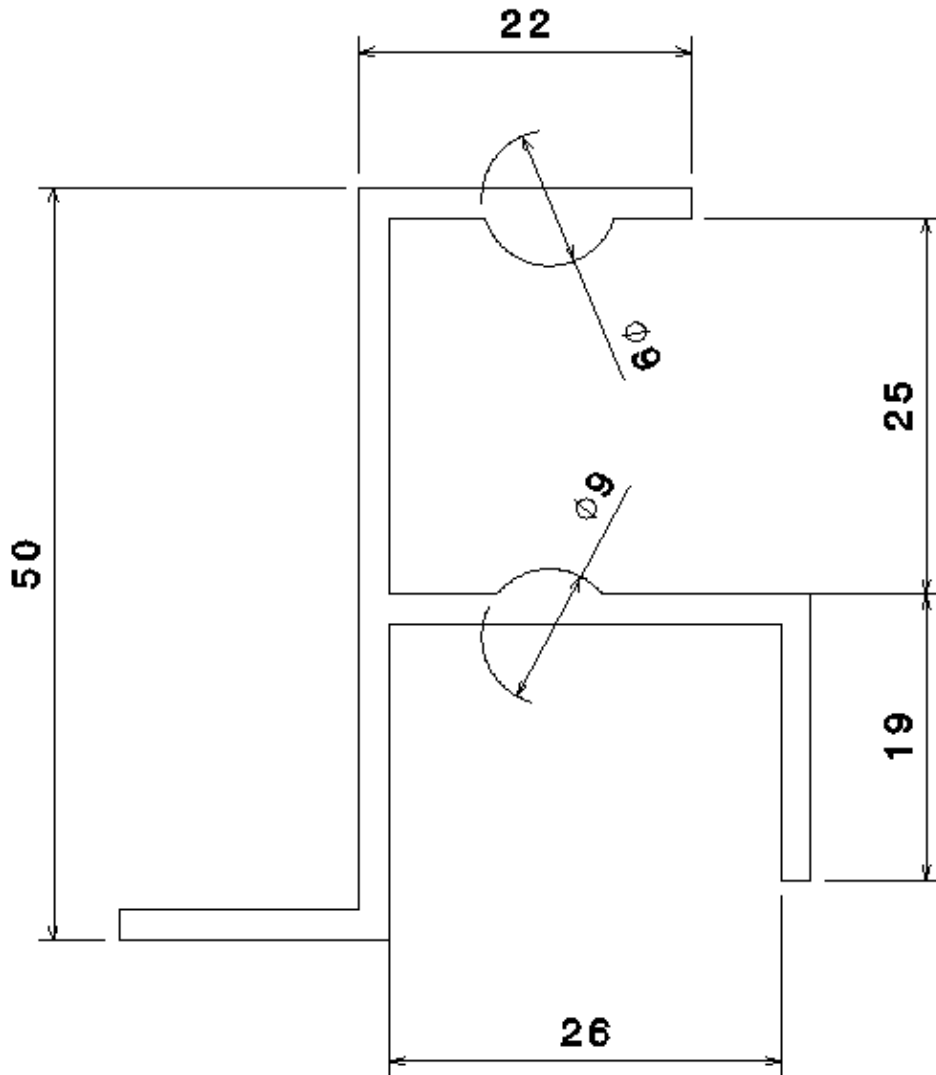
4

3

3

2

2



Ön Görünüs
Scale: 2:1

İTÜ



DRAWING TITLE

AL Ektrüzyon Ray Kesit

DRAWN BY
OMER YILDIRIM

DATE
4/22/2019

CHECKED BY

DATE

SIZE
A4

DRAWING NUMBER

REV
A

DESIGNED BY

DATE

SCALE

2:1

Material
Thickness

2 mm

SHEET

1/1

D

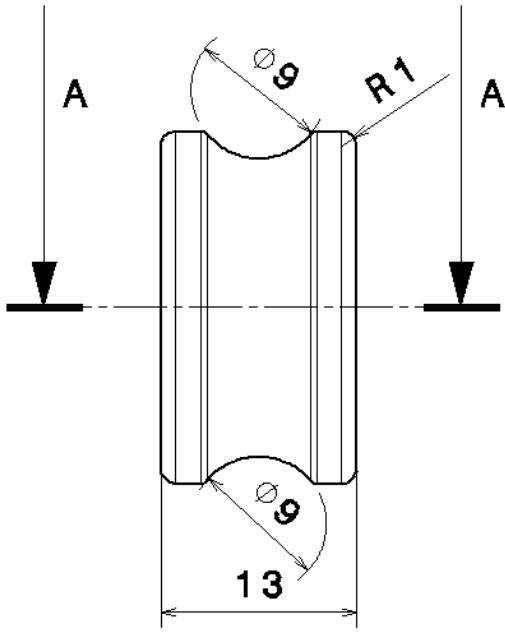
A

D

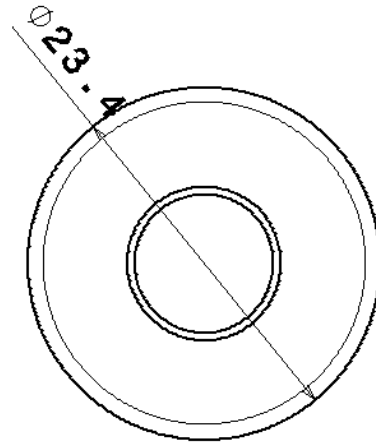
C

B

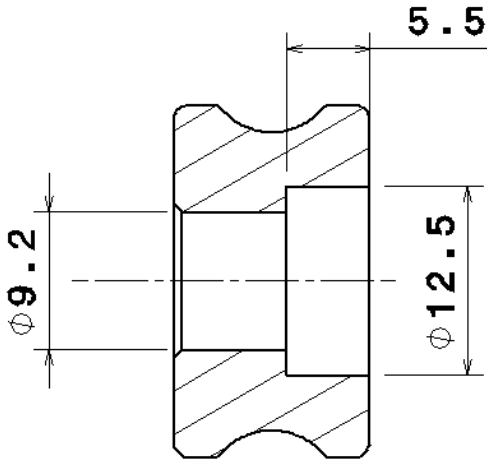
A



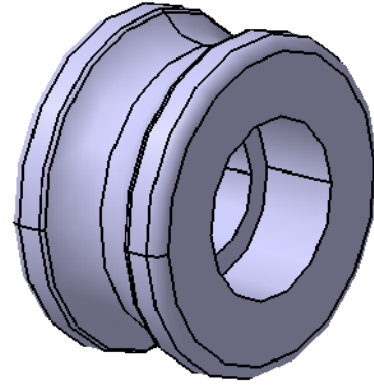
Ön Görünüs
Scale: 2:1



Sol Görünüs
Scale: 2:1



KesitA-A
Scale: 2:1



Izometrik Görünüs
Scale: 2:1

İTÜ



DRAWING TITLE

PA Tekerlek

DRAWN BY
OMER YILDIRIM

DATE
4/22/2019

CHECKED BY

DATE

SIZE
A4

DRAWING NUMBER

REV
A

DESIGNED BY

DATE

SCALE 2:1

Material
Thickness

-

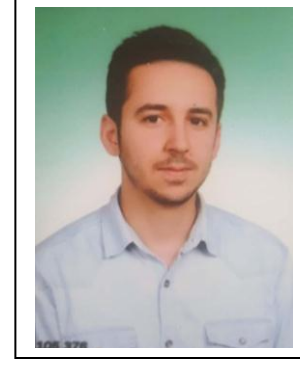
SHEET 1/1

D

A



ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Ömer YILDIRIM
Doğum Tarihi ve Yeri : Sakarya 12.08.1988
E-posta : omeryildirim5@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2012, Yıldız Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi, Makina Mühendisliği

PATENTLER:

<u>Patent Başlığı</u>	<u>Patent No</u>	<u>Başvuru No</u>
Hava körüğü koruma plakası	2016-GE-265240	2016/08904
Gabari lambası için sıkıştırılmalı montaj aparatı	2016-GE-316613	2016/11021
Yolcu Koltuğu Altına Yerleştirilen Elektronik Cihaz Braketi	2016-GE-322898	2016/11251
Kolay monte edilebilir menteşesiz bakım kapağı yapılanması	2016-GE-511512	2016/18890
Araçlar için hidrolik ünite taşıyıcı braketi	2016-GE-511979	2016/18922
Kompozit Malzeme Montajında Kullanılan Ara Eleman	2016-GE-525506	2016/19726
Genellikle Toplu Taşıma Araçlarında Kullanılan Şoför Kabini Kapısında İyileştirme	2016-GE-534951	2016/20347
Yolcu Otobüsünde Kullanılan Usb Kablo Braketi	2017-GE-218567	2017/08100