

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**GAZİANTEP RAYLI SİSTEMİNDE KOT
FARKI OLAN BÖLGELERDE TRAFİK
GÜVENLİĞİNİN İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

GÖKHAN GÜMÜŞBURUN

İSTANBUL, 2012

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ

**GAZİANTEP RAYLI SİSTEMİNDE KOT
FARKI OLAN BÖLGELERDE TRAFİK
GÜVENLİĞİNİN İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

GÖKHAN GÜMÜŞBURUN

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ali Osman ATAHAN

İSTANBUL, 2012

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ

Tezin Adı:Gaziantep Raylı Sisteminde Kot Farkı Olan Bölgelerde Trafik Güvenliğinin İncelenmesi

Öğrencinin Adı Soyadı: Gökhan GÜMÜŞBURUN

Tez Savunma Tarihi:.....

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. F. Tunç BOZBURA
Enstitü Müdürü
İmza

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa ILICALI
Program Koordinatörü
İmza

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzalar

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Ali Osman ATAHAN

Üye
Yrd.Doç. Dr. Nilgün CAMKESEN

Üye
Prof. Dr. Mustafa ILICALI

TEŐEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim sürecinde çalışmalarımın çok değerli görüşleri ve yapıcı eleştirileri ile yön veren, yardımını ve ilgisini esirgemeyen, ufku genişleten saygı değer hocam; Prof. Dr. Ali Osman ATAHAN'a ,yüksek lisans yapmam için beni en başından beri destekleyen ve hep arkamda olan Gaziantep Büyükşehir Belediyesi Genel Sekreteri İ.Fuat ÖZÇÖREKÇİ ve Fen İşleri Daire Başkanım Hasan H. SÜLÜ'ye bana ve tezime verdikleri desteklerden dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım boyunca benden desteklerini esirgemeyen babam Dr. Tahsin GÜMÜŞBURUN'a, annem Filiz GÜMÜŞBURUN'a, ablam Arş. Gör. Mimar Gülden AYALP'e, kardeşim Ercan GÜMÜŞBURUN'a ve yüksek lisansa başlamama ön ayak olan nişanlım Arş. Gör. Mimar Mine KIRATLI'ya teşekkürü bir borç bilirim.

ÖZET

GAZİANTEP RAYLI SİSTEMİNDE KOT FARKI OLAN BÖLGELERDE TRAFİK GÜVENLİĞİNİN İNCELENMESİ

Gökhan GÜMÜŞBURUN

KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ali Osman ATAHAN

Aralık 2012,28 Sayfa

Bu tez çalışmasında, araçların karayolunu bir sebepten dolayı terk ederek araç içerisindeki risk arz eden bölgelere girmesini önlemek ve raylı sistem aracı ile araç içerisindeki yolcuların güvenliği amacıyla yapılmıştır. Gaziantep'te 2011 yılından itibaren raylı sistemler yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Karataş bölgesinde yapılan 2. etap raylı inşaat işinde raylı sistemin geçeceği güzergahta % 6-7 civarındaki eğimler ortadan kaldırılarak, maksimum %3,8'e düşürülmesi gerekmiştir. Bu sebepten dolayı bölgede lastik tekerlekli araçların bulunduğu asfalt üst kotu ile raylı sistem arasında maksimum 1.80 cm kot farkı ortaya çıkmıştır. Bu kot farkları lastik tekerlekli araçların raylı sistemin bulunduğu alana düşme riskini ortaya çıkarmıştır. Bu sebeple ilgili bölgelerde yapılan çalışmalarla, sorunu minimize ederek, oluşabilecek kazalardaki kamu zararını ortadan kaldırılması ve raylı sistem aracındaki ve lastik tekerlekli araçtaki vatandaşların can güvenliğini sağlamak amacıyla bir çalışma yapılmıştır. AASHTO standardına uygun bir otokorkuluk tasarlanmış ve yapılan sonlu elemanlar analizleriyle tasarımın yeterliği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gaziantep Raylı Sistem, Kot Farkı, Güvenlik, Otokorkuluk, Simülasyon, Kamu Yararı

ABSTRACT

Gökhan GÜMÜŞBURUN

INVESTIGATION OF TRAFFIC SAFETY AT AREAS WITH ELAVATION DIFFERENCE IN GAZIANTEP LIGHT RAIL SYSTEM

Urban Systems and Transportation Management
Advisor: Prof. Dr. Ali Osman ATAHAN

December 2012, 28 Pages

Rail systems have been used commonly for public transportation since 2011 in Gaziantep. In the construction of the 2. phase of Gaziantep Light Rail System, which is constructed in Karataş area, it is required that the gradients of about 6-7% have been reduced to a maximum gradient of 3,8%. Therefore, there have been elevation differences of maximum 1,80 meters occurred between rail system and traffic road. These differences had constituted falling risks for tired vehicles into the rail system area. Due to this reason, a study has been made to find the problems and to remove the public losses in the related areas. In this thesis a barrier type has been designed according to standarts of AASHTO and its qualification against the impact of the vehicles has been determined using finite elements analysis. The barrier had been produced as designed and used at the Karataş Rail System.

Keywords: Gaziantep Light Rail System, Elevation Difference, Safety, Barrier, LS-DYNA, Simulation, Public Interest.

İÇİNDEKİLER

TABLOLAR.....	vii
ŞEKİLLER.....	viii
KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1 OTOKORKULUK TANIMI VE ÖZELLİKLERİ.....	2
1.2 OTOKORKULUK UYGULAMA TİPLERİ.....	4
1.2.1 Basit Otokorkuluk Uygulama Tipleri.....	5
1.2.2 Basit Mesafeli Otokorkuluk Uygulama Tipleri.....	5
1.2.3 Çift Mesafeli Otokorkuluk Uygulama Tipleri.....	6
1.2.4 Köprü Koruyuculu Basit Mesafeli Otokorkuluk Uygulamaları.....	6
1.2.5 Ağır Hizmet Tipi Otokorkuluk Uygulamaları.....	7
1.2.6 Çelik Haath Otokorkuluk Uygulamaları.....	7
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	9
3. VERİ VE YÖNTEM.....	12
3.1 ÇALIŞMA SIRASINDA İNCELENEN OTOKORKULUKLAR.....	12
3.2 OTOKORKULUK MODELLEME DETAYI.....	15
4. BULGULAR.....	18
4.1 TASARLAN OTOKORKULUKLARIN SANAL ORTAMDA ÇARPIŞMA TESTLERİNİN OLUŞTURULMASI.....	18
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	25
KAYNAKÇA.....	26
ÖZGEÇMİŞ.....	28

TABLÖLAR

Tablo5.1: Gerçekleştirilen Çarpışma Test Detayları... ..	13
--	----

ŞEKİLLER

Şekil 1.1: Karayolu çelik otokorkulukları ve yapı elemanları.....	1
Şekil 1.2: Basit otokorkuluk (ESP ve B.O)	5
Şekil 1.3: Basit mesafeli otokorkuluk (EDSP ve B.M.O)	5
Şekil 1.4: Çift mesafeli otokorkuluk (DDSP ve Ç.M.O).....	6
Şekil 1.5: Köprü koruyuculu basit mesafeli otokorkuluk.....	7
Şekil 1.6: Çelik halatlı otokorkuluk.....	8
Şekil 3.1: Otokorkuluk Örneği-1.....	14
Şekil 3.2: Otokorkuluk Örneği-2.....	14
Şekil 3.3: Otokorkuluk Örneği-3.....	14
Şekil 3.4: Otokorkuluk Örneği-4.....	14
Şekil 3.5: Otokorkuluk Örneği-5.....	14
Şekil 3.6: Otokorkuluk Örneği-6.....	14
Şekil 3.7: Otokorkuluk Örneği-7.....	14
Şekil 3.8: Otokorkuluk Örneği-8.....	14
Şekil 3.9: Tasarlanan Otokorkuluk Kesiti	14
Şekil 3.10: Tasarlanan Otokorkuluk Model Detayı-1.....	14
Şekil 3.11: Tasarlanan Otokorkuluk Model Öngörünüşü.....	14
Şekil 3.12: Tasarlanan Otokorkuluk Model Perspektif Görünüşü.....	14
Şekil 3.13: Tasarlanan Otokorkuluk Model Detayı-2.....	14
Şekil 3.14: Tasarlanan Otokorkuluk Model Ankraj Plakası Üst Görünüşü.....	14
Şekil 3.15: Tasarlanan Otokorkuluk Model Bağlantı Elemanları.....	14
Şekil 4.1: 900 kg Araç Çarpışma Similasyonu-1	25
Şekil 4.2: 900 kg Araç Çarpışma Similasyonu-2.....	25
Şekil 4.3: 900 kg Araç Çarpışma Similasyonu-3.....	25
Şekil 4.4: 1300 kg Otobüs Çarpışma Similasyonu-1	25

Şekil 4.5: 1300 kg Otobüs Çarpışma Similasyonu-2.....	25
Şekil 4.6: 1300 kg Otobüs Çarpışma Similasyonu-3.....	25
Şekil 4.7: 30000 kg Kamyon Çarpışma Similasyonu-1.....	25
Şekil 4.8: 30000 kg Kamyon Çarpışma Similasyonu-2.....	25
Şekil 4.9: 30000 kg Kamyon Çarpışma Similasyonu-3.....	25

KISALTMALAR

E	:	Elastisite Modülü
RO	:	Malzemenin Yoğunluğu
SIGY	:	Malzeme Akma Gerilmesi
MID	:	Materyal Numarası
PR:		Poisson Oranı

1.GİRİŞ

Çarpma simülasyonlarında yoğun olarak kullanılan sonlu elemanlar metodu, ilk olarak 1950'li yılların sonunda başlamıştır.Sonlu elemanlar yöntemi karmaşık ve yoğun *non-linear* (doğrusal olmayan) problemlerin çözümünde kolaylık sağlamaktadır. İlk kullanım zamanlarında sadece lineer (doğrusal) analizleri yapmakta kullanılan sonlu elemanlar metodu daha sonralarda bilgisayarlı sistemlerin gelişmesine paralel olarak pek çok alanda karmaşık problemlerin çözümünde kullanılmıştır. Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle artık karmaşık problemlerin analiz süreci *ANSYS*, *NASTRAN*, *LS-DYNA*, *ABAQUS*, *PATRAN* gibi çok sayıda ticari yazılımlar kullanılmaktadır. Bu paket programlar kompleks tasarımlardan, meydana gelen non- linear (doğrusal olmayan) ve dinamik analizlerin kısa zamanda doğru ve etkin olarak çözülmesinde kolaylık sağlamıştır (Gümrük, 2006). Ticari yazılımlar sayesinde çarpma simülasyonları sanal ortamda araç ve insan prototipi kullanılmadan birçok kez analiz yapılarak doğru sonuca hem ekonomik hemde zamandan tasarruf sağlanarak hızlı bir şekilde ulaşılmaktadır.

Gelişen teknoloji ve artan araç sayısı ile otokorkulukların yol trafiğindeki önemi son zamanlarda artmaya başlamıştır. Otokorkulukların asli görevi herhangi bir hatadan dolayı aracın yol dışına çıkarak daha büyük bir kaza yapmasını engellemektir (Cansız, 2003). Bu engelleme yöntemi ile aracın yolun dışına çıkması kontrollü bir şekilde yapılır. Eğer ki araç kontrolsüz bir şekilde engellenir ise seyir halindeki diğer araçlar için de tehlike arz etmeye başlayacaktır. Şekil 1.1.'de bir karayolunda bulunan çelik otokorkuluk ve yapı elemanları görülmektedir.

Şekil 1.1: Karayolu çelik otokorkulukları ve yapı elemanları



Bilgisayar destekli modelleme ve simülasyon sayesinde standartlar dâhilinde yapılan araçlı otokorkuluk çarpışma deneylerinin sonuçlarından elde edilen değerler vasıtasıyla optimum otokorkuluk tiplerinin belirlenmesi, gerçek çarpışma deneylerinde performansı yakalayamayan otokorkuluk sistemlerinde yapılan düzenlemelere göre daha az maliyetli, daha hızlı ve etkin sonuçlara ulaşılması amaçlanmaktadır.

Gerçek çarpışma testleri yaklaşık 900 kg ağırlığındaki karayolu vasıtası kullanılarak, belli bir açıyla, yaklaşık 100 km/h hızla çelik otokorkuluk sistemine çaptırılmasıyla gerçekleşir (CEN2010). Deney sonuçlarında, araç cinsi, çarpma hızı ve açısı, otokorkuluk yanal deformasyonu, çarpışma şiddet derecesi, EN 1317-2 (Avrupa Standardı Karayolu Güvenliği Aracı Yolda Tutma Sistemleri Bölüm 2) minimum standardı sağlayacak düzeyde olduğu takdirde vasıtaların yol içerisinde kaldığı görülmektedir (Atahan, 2006). Böylece otokorkuluk tipi ve yapı elemanlarının nasıl üretilmesi gerektiği ve çarpışma testinin derecesinin klasmanı ve tipi belirlenecektir.

Bu çalışma, bilgisayar destekli analiz ve simülasyon programlarından faydalanılarak oluşturulmuştur. Bunlar ticari yazılım *LS-DYNA* ve yazılım ailesidir. Programlarda çarpışma deney düzenekleri bilgisayar ortamında modellenmektedir. Bu modeller *LS-DYNA*' da analiz edildikten sonra gerçek çarpışma deneylerine çok yakın sonuçlar elde edilebilmektedir (Atahan 2008). Böylece gerçek çarpışma deneylerinden oluşan maliyet ve zaman giderleri minimuma indirgenerek doğru ve etkin sonuçlara ulaşılma amaçlanmıştır. Gerçek çarpışma testleride İtalya' da *CSI* sertifika ve test laboratuvarında EN 1317-2 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir (CSI 2012).

1.1 OTOKORKULUK TANIMI VE ÖZELLİKLERİ

Karayollarında seyreden bir aracın herhangi bir sebeple yolun dışına çıkmasına ve daha büyük bir kaza yapmasına engel olan ve aracın güvenli bir şekilde tekrar yola dönmesini sağlayan pasif koruma sistemleri olarak tanımlanabilir. Otokorkuluk sistemleri temel anlamıyla yol kenarlarında kullanılan engellerdir. Bu engeller kullanım yerlerine göre betondan veya çelikten yapılmış olabilir. Gerek yurtdışında gerekse ülkemizde yaygın olarak kullanılan otokorkuluk tipleri çelik yapı elemanlarından imal edilen otokorkuluk tipleridir. Çelikten imal edilen otokorkuluklar diğer malzemelerden (Örn. Beton tip) imal edilen otokorkuluklara göre daha ekonomiktir. Fakat çelik otokorkulukların en ufak kazalarda bile ister istemez deforme

olması sebebiyle bakım gerektirmesi dezavantajlarından. Büyük kazalarda sistemin komple hasara uğraması ve sonuç olarak sistemin komple yenilenmesi maliyetleri arttırmaktadır. Bu yüzden karayollarında otokorkuluk seçiminde ekonomik durumlar her zaman göz önüne alınmalıdır.

Genel olarak Türkiye’de ve dünyada yol kenar güvenliği için çeşitli sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemler kullanıldığı yerlerde gerek kullanımdan dolayı gerekse sürücülerin dikkatsizliği sebebiyle karayollarında tehlike arz edebilirler. Bu yüzden karayolunda kullanılan bu sistemlerin çarpmalara karşı genel performansı önceden bilinmeli, olası bir çarpışma durumunda araca veya araç içerisinde seyir edenlere verebileceği zararın minimuma indirilmesi açısından önem arz etmektedir.

Gelişmiş ülkelerde karayolu güvenlik sistemlerinin çarpışma durumlarına göre performansının belirlenmesinde gerek deneysel gerekse sanal ortamda yapılan çalışmalarla performans belirlenmesi yapılmaktadır. Sanal ortamda yapılan çarpışmaların doğruluğu uzun süren araştırmalar ve gerçek çarpışma testleri yapılarak kanıtlanmıştır. Bu çalışma özel bir şirket için hazırlanan üç tip farklı dikme mesafesine sahip otokorkulukların üç boyutlu *LS-DYNA* (Livermore Software Dynamic) deneysel metodların pahalı olması ve imkânların yetersizliğinden dolayı *LS-DYNA* paket programı kullanılarak otokorkuluklar ve çarpıştırılacak araçlar modellenmiş ve bunların çarpışmalar sırasındaki davranışları incelenmiştir (*LS-DYNA* 2009). Bu geliştirilmiş yöntemle çarpışma testleri maliyetleri en aza indirilmektedir.

Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda, ülkemizde çok yaygın olarak kullanılan ve Avrupa standartlarına uygun olarak inşa edilmiş çelik otokorkuluk sistemleri çarpmalar karşısındaki kabul edilebilir performans seviyeleri sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, modellenen yapıların kullanılabilirliği hakkında somut bilgiler elde edilmiştir.

Yol kenar yapıları, yanal deformasyon yapabilme özelliklerine göre esnek, yarı rijit ve rijit olarak sınıflandırılmaktadır. (*AASHTO-AGC-ARTBA Joint Committee (1996)*) Bu yapıları karayollarında kullanmadan önce çarpışma davranışları aracın cinsi, hızı ve çarpma açısı kriterlerine göre değerlendirilmesi gerekmektedir.

Otokorkuluklar deformasyon özelliklerine göre üç ana gruba ayrılırlar:

1. Esnek sistemler
2. Yarı esnek sistemler
3. Rijit sistemler

Otokorkuluklar imalat tipine ve beklenen koruma etkisine göre üçe ayrılırlar:

1. Çelik otokorkuluklar
2. Çelik halatlı otokorkuluklar
3. Beton otokorkuluklar

Otokorkuluk sistemleri çarpışma davranışına göre ikiye ayrılırlar:

1. Elastik ve plastik davranan otokorkuluk sistemleri (örn: Çelik otokorkuluklar)
2. Rijit otokorkuluk sistemleri (örn: Beton otokorkuluklar)

1.1. OTOKORKULUK UYGULAMA TİPLERİ

1.2.1 Basit Otokorkuluk Uygulama Tipleri

Şekil 1.2' de görüldüğü gibi bu tip otokorkuluklardeformasyon özelliklerine göre esnek sistemler olarak nitelendirilmektedir. 3 metreye kadar yanal deformasyon göstermektedirler. Yoğunlukla 1.500 kg ağırlığın altındaki hafif araçlar ve hız sınırının çarpma açısına göre maksimum 80 km/saat hız ve altında olduğu kesimlerde kullanılmaktadır. Uygulamalarda yolun risk faktörü göz önüne alınarak, dikme aralıkları ayarlanarak risk sınırı düşürülmektedir.

Şekil 1.2: Basit otokorkuluk (ESP ve B.O)



Kaynak: www.galvanenerji.com

1.2.2 Basit Mesafeli Otokorkuluk Uygulama Tipleri (EDSP 480 mm Takozlu Otokorkuluk)

Şekil 1.3' de görüldüğü gibi bu tip otokorkuluklardeformasyon özelliklerine göre yarı rijit sistemler olarak nitelendirilmektedir. 1,5 metreye kadar yanıl deformasyon göstermektedirler. Yoğunlukla 10.000 kg ağırlık ve altındaki kamyon v.s. araçlar ile hız sınırının çarpma açısına göre maksimum 70 km/saat hız ve altında olduğu kesimlerde kullanılmaktadır. Bu tip otokorkuluklar H1 sınıfı otokorkuluk olarak da tanımlanabilir. Uygulamalarda yolun risk faktörü göz önüne alınarak dikme aralıkları ayarlanarak risk sınırı azaltılmaktadır. Bu sistemler ortalama 480 mm takoz, ray, kuşak ve dikme elemanlarından oluşmaktadır. EDSP sistemlerinde takozun üretimi zor ve montajı uzundur. Sistemin ağırlığı 36.5 kg/m' dir.

Şekil 1.3: Basit Mesafeli Otokorkuluk (EDSP ve B.M.O)



Kaynak: www.galvanenerji.com

1.2.3 Çift Mesafeli Otokorkuluk Uygulama Tipleri

Şekil 1.4' de görüldüğü gibi bu tip otokorkuluklar basit mesafelilerle aynı özelliklerde olmakla birlikte, bölünmüş yolların orta refüjlerinde kullanılır. Yine 1,5 metreye kadar yanal deformasyon göstermekte ve yoğunlukla 10.000 kg ağırlık ve altındaki kamyon v.s. araçlar ile hız sınırının çarpma açısına göre maksimum 70 km/saat hız ve altında olduğu kesimlerde kullanılmaktadır. Uygulamalarda yolun risk faktörü göz önüne alınarak dikme aralıkları ayarlanarak risk sınırı azaltılmaktadır.

Şekil 1.4: Çift mesafeli otokorkuluk (DDSP ve Ç.M.O)

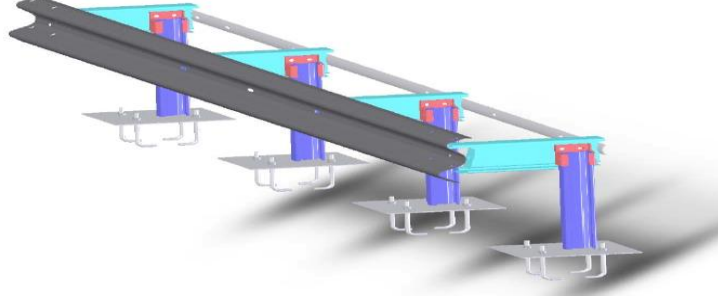


Kaynak: www.galvanenerji.com

1.2.4 Köprü Koruyuculu Basit Mesafeli Otokorkuluk Uygulamaları

Şekil 1.5' de görüldüğü gibi bu tip otokorkuluklar genellikle köprü üstü ve alt geçitlerde yol güvenliğini sağlamak için yine genellikle taban plakalı ve ankrajlı olarak trafik yoğunluğuna göre basit, basit mesafeli ve çift mesafeli uygulamalar olarak farklılıklar göstermektedir. Yine uygulamalarda yolun risk faktörü göz önüne alınarak dikme aralıkları artırılarak veya azaltılarak risk sınırı azaltılmaktadır.

Şekil 1.5: Köprü koruyuculu basit mesafeli otokorkuluk



Kaynak: www.galvanenerji.com

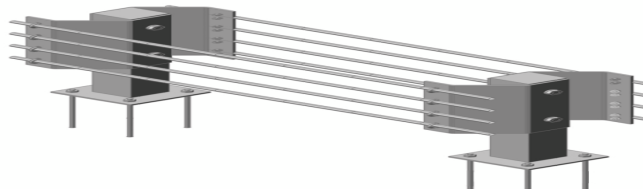
1.2.5 Ağır Hizmet Tipi Otokorkuluk Uygulamaları

Bu otokorkuluk tipleri genellikle ağır vasıtaların geçişinin yoğun ve tehlikeli olduğu bölgelere göre tasarımı yapılan otokorkuluk uygulamalarıdır. Bu nedenle kullanılan uygulama malzemeleri de daha kalın, geniş ve darbelere daha dayanıklı olarak imal edilmektedir

1.2.6 Çelik Halatlı Otokorkuluk Uygulamaları

Şekil 1.7’de görüldüğü gibi bu otokorkuluk sistemleri genellikle köprü üstü ve alt geçitlerde yol güvenliğini sağlamak için yine genellikle taban plakalı ve ankrajlı olarak trafik yoğunluğuna bağlı olarak çeşitli sayıda şeritler şeklinde bağlanmış çelik halatlardan oluşmaktadır. Uygulamanın elastikiyeti sebebiyle bu tip uygulamaya çarpma durumunda kalan araçların, sürücülerinin ve/veya yolcularının güvenle yol içinde kalarak en az seviyede zararı görerek atlatmalarını sağlamaktır.

Şekil 1.6: Çelik halatlı otokorkuluk



Kaynak: www.cepas.com.tr

Günümüzde ulaşım, insanların en önemli sorunu hâline gelmiştir. Özellikle büyük kentlerde yaşayan insanlar her gün bu sorunla daha fazla karşılaşmaktadırlar. Hızlı kentleşme, yoğun nüfus artışı, hava kirliliği ve enerji sıkıntısı gibi büyük sorunlar, ulaşımında raylı sisteme geçişi zorunlu hâle getirmiştir.

Raylı sistem taşımacılığı, yatırım maliyetleri yüksek olmakla birlikte, işletme maliyetleri karayolu taşımacılığına göre daha düşüktür. Ayrıca kaza riskleri, enerji tüketimi, trafik sıkışıklığı ve personel istihdamı kara yolu taşımacılığına göre daha azdır. Bununla birlikte raylı sistem taşıma kapasitesi, karayolu taşımacılığına göre çok daha yüksektir. Bütün bu şartlar günümüzde raylı taşımacılığın yaygınlaşmasını hızlandırmıştır. Türkiye’de şehir içi raylı sistem 116 yıl önce başlamıştır. 1955 yılına gelindiğinde İstanbul’daki raylı sistemin toplam uzunluğu 130 km’ye ulaşmış fakat daha sonra politik sebeplerle tüm raylı sistem sökülerek, kara yolu taşımacılığına geçilmiştir.

Ulaştırma Bakanlığı, demiryollarının tekrar hak ettiği yeri alabilmesi için, demiryollarını öncelikle iyileştirilmesi gereken sektör olarak belirlemiş ve bu konuda ciddi adımlar atılmaya başlanılmıştır.

Gaziantep Raylı Sistem çalışmalarına 2008 yılında başlanmış olup, 1.Etap da 9,5 km hat yapılmıştır. Ardından 5,5 km’lik 2.Etap İnşaatı yapılarak işletmeye alınmıştır. 1.Etap İnşaatı yapımı sırasında 45.000 m² ‘lik alanda 6.600 m² ‘lik kapalı alanı ve 5.5 km raylı olan depo sahası inşa edilmiştir.

2.Etap çalışmaları kapsamında Gaziantep Raylı Sistem Karataş Bölgesinde bulunan 320 m ve 280 m ‘lik maksimum derinliği 180 cm olan iki bölgedeki trafik güvenliği incelenmiştir. Lastik tekerlekli araçların bulunduğu karayolu ile raylı sistemi birbirinden güvenli bir şekilde ayırarak olası can ve mal kayıplarının önlenilmesi değerlendirilmiştir.

Daha önce bu konu ile ilgili bu şekilde bilimsel bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışma sırasında AASTHO oto korkuluk katalogları ile güvenli ve estetik korkuluklar da detaylı olarak araştırılmıştır.

Çalışma sonucunda ortaya konan otokorkuluk tasarımının yeni tasarımlara veri olarak aktarılması, yeni tasarım süreçleri için örnek teşkil etmesi ve dolayısıyla yeni tasarımların daha başarılı olması bu çalışmanın amaçlarından bir tanesidir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu araştırmada beton ve elik kullanılarak tasarlanmış estetik bir otokorkuluk incelenmiştir. Literatürde elik ve beton otokorkulukların tasarımı, analizi ve çarpışma testleri üzerine yapılmış çok sayıda yayın bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda sıralanmıştır.

Bilgisayar destekli simulasyon ve analiz programı LS-DYNA ticari yazılımı kullanılmak suretiyle doğrusal olmayan sonlu elemanlar metoduyla Amerikan karayolu güvenliği standartlarına uygun yarı rijit elik otokorkuluk önüne monte edilen enerji yutucu kuvvet saptırıcı plakaya üç farklı ağırlıktaki araç ve farklı açılarda çarpışma testleri uygulanmıştır. Bu arpışma testlerinden elde edilen veriler ışığında otokorkuluk elemanı olan W-ray'ın x yönündeki deformasyonu ve yer değiştirmesi incelenmiştir (Reid ve Sicking, 1998).

Bir başka çalışmada, ağır vasıta darbelerine dayanıklı elik otokorkuluk dizaynlarında kullanılan W-ray'ın civata bağlantısının farklı metotlarda mesh yapılmasının davranışa etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada ayrıca, LS-DYNA simülasyonları sonucunda meydana gelen x ve y yönünde uygulanan kuvvetlerin ve yer değiştirmenin zamana göre değişimi ve çarpışma sonucunda otokorkulukta meydana gelen uzama ve kısalma araştırılmıştır (Tabiei ve Wu, 2000).

Gelişen teknolojiyle beraber otokorkuluk yapımında da farklı malzemeler kullanılmış ve üretilen otokorkuluklar üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Fiber takviyeli polimer (FRP) kompozit malzemeli otokorkuluklar prototipleri geliştirilmiş ve bu otokorkuluklar deneysel ortamda ve bilgisayar destekli simülasyon ve analiz yazılımı LS-DYNA kullanılarak statik ve dinamik yüklemelere maruz bırakılmıştır. Sonuç olarak elik otokorkuluklara oranla düşük kapasiteye sahip fakat enerji yutma kapasitesi iyi fakat elastik ve plastik deformasyonda zayıf olduğu gzlemlenmistir (Bank ve Gentry, 2001).

Literatürde dikkat çeken bir özellik de, rijit bir köprü otokorkuluğundan daha esnek standart otokorkuluğa geçiş otokorkuluğu tasarımı ve incelenmesi olmuştur. Geçiş otokorkuluğunun davranışı hem gerçek çarpışma test sonuçları ve hemde bilgisayar simülasyonları kullanılarak incelenmiştir. Amerika'da yapılan bir çarpışma testinde anılan geçiş otokorkuluğu çarpan aracın takla atmasına ve testin basarisız olmasına sebep olmuştur. İlk aşamada sorunu belirlemek için aynı arpışma LS-DYNA sonlu elemanlar programı ile modellenmiş ve modellerin doğruluğu çarpışma test sonuçlarıyla karşılaştırmalı olarak teyit edilmiştir. Takla atma sebebinin ray yksekliliğinin yetersizliği olduğuna karar verilmiş ve ikinci simülasyonda

ray yüksekliği 685 mm den 810 mm ye çıkarılmıştır. Yeni tasarım üzerinde yapılan simülasyon sonuçları sistemde oldukça iyileşmeler gerçekleştiğini göstermiştir. Bulgular doğrultusunda yenilenmiş sistemin kullanılması ciddi olarak önerilmiştir. (Atahan ve Cansız, 2004).

Benzer başka bir çalışmada W-ray kiriş kullanılan otokorkuluk sisteminin modellenmesi ve bilgisayar destekli analiz yazılımı MADYMO (Mathematical Dynamic Model) kullanılarak motosikletin 45 derece ve 90 derece açıyla ve değişik hızlarda hazırlanan çarpışma senaryolarıyla elik bir otokorkuluğa çarptırılması simule edilmiştir. Bu yazılımda hem otokorkuluk hemde motosiklet icin ASCII metin dosyası oluşturulmuş ve simülasyon başarıyla gerçekleştirilmiştir. ıkan sonuçlar doğrultusunda otokorkuluğun çarpışmadaki korunmasız kenarların durumu, motosiklet tarafından çarpan yüzeydeki elementlerin yer değiştirmesi, enerji yutucu alternatif malzemelerin kullanımı ve motosiklet dostu yeni nesil otokorkuluk sistemlerinin kullanılması önerilmiştir (Ibitoye, Hamouda, Wong ve Radin, 2004).

Holdridge ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada Amerika'nın Washington eyaletinde meydana gelen yolkenar kazalarının istatistiksel modellemesi ve yaralanma şiddetleri incelenmiştir. Bu sayede yolkenarlarında meydana gelen kazalar hakkında detaylı bilgiler toplanmış ve alınabilecek önlemler ortaya konmuştur. Çalışmada yolkenar bölgelerinde sıklıkla bulunan otokorkuluklar, köprü otokorkulukları, direkler, ağaçlar ve diğer engellerin kazalara sebebiyet verdiği belirlenmiştir. Ayrıca sürücü, yol ve araç özelliklerinin istatistiksel çalışmaya etkileri incelenmiştir (Holdridge, 2005).

Coon ve Reid tarafından yayınlanan bu çalışmada otokorkulukların sonlarına yerleştirilen enerji yutucu başlıklar ve bunların çarpışma davranışları incelenmiştir. Çarpışmadan sonra meydana gelen deformasyonlardan yola çıkarak çarpışmanın yeniden oluşturulması icin bir metod önerilmiştir. Yeniden oluşturma yöntemi icin momentumun ve enerjinin korunumu yasaları kullanılmıştır. Yazarlar gerçek kazaların şartlarının belirlenmesinin ve davranışın tahmin edilmesinin daha efektif sistemlerin üretilmesinin yanında kazaların şiddet ve sayılarının azaltılmasını da sağlayacağını vurgulamaktadır (Coon ve Reid, 2005).

Atahan ve Bonin (2006) alışmalarında Amerika'da kullanılmakta olan otokorkuluk geçiş dizaynının Avrupa arpışma standardına göre performansını incelemişlerdir. 810 mm yükseklikteki geçiş dizaynın 30,000 kg ağırlığındaki kamyon darbesine karşı yetersiz olduğu belirlenmiş ve geçiş otokorkuluğunun H4a ağır hizmet seviyesini sağlayabilmesi icin minimum 1050 mm yükseklikte olması gerektiğini vurgulamıştır. Çalışmada gerçek çarpışma testlerinin yanında LS-DYNA simülasyon bulgularından da yararlanılmıştır.

Atahan (2008) tarafından yapılan başka bir çalışmada bilgisayar simülasyonlarının ve LS-DYNA programının yolkenar güvenliği araştırmalarında kullanılmasına ait literatür çalışmaları özetlenmiştir. 1990'lı yıllardan beri geliştirilen araç, otokorkuluk ve diğer modellerin özellikleri kullanım örnekleri ile birlikte detaylı olarak sunulmuştur.

Reid ve diğerleri (2008) tarafından yapılan bu yayında otokorkulukların sonlandırılma bölgelerinde otokorkuluğun ucunun yoldan uzağa kaydırılma oranlarının etkinliği incelenmiştir. Bu metodun uygulanması ile otokorkuluk boyunu kısaltarak hem maliyetleri ve hemde meydana gelebilecek darbe şiddetlerini azaltacağı planlanmıştır. 5 değişik oranlarda kaydırmalı otokorkuluk dizaynı hazırlanmış ve bu sistemler çarpışma testine tabi tutulmuştur. Aynı sistemler üzerinde bilgisayar programları kullanılarak çarpışma simülasyonları da yapılmıştır. Standart otokorkulukların uçlarının yoldan kaydırma oranının 15:1 den daha yüksek olduğu durumlarda testlerin başarısız olduğu belirlenmiştir. MGS olarak önerilen sistemin ise 5:1 gibi keskin kaydırmalarda bile çarpan araçlarda başarılı olduğu belirlenmiştir. Yazarlar MGS sisteminin ekonomik olduğunu ve standart otokorkuluklar yerine kullanılması gerektiğini belirtmiştir (Reid, 2008).

Atahan (2009) New Jersey tipi beton otokorkulukların yüksekliğinin araç stabilizesine etkisini araştırmıştır. 10 ve 30 tonluk ağır vasıtalar kullanılarak yapılan bu çalışmada LS-DYNA simülasyonları kullanılarak optimum otokorkuluk yüksekliği 1050 mm olarak belirlenmiştir. Bu yükseklikten daha düşük yükseklikte inşa edilecek beton otokorkulukların H4a ve H4b seviye ağır hizmet otokorkuluğu seviyelerinde ve ağır vasıtaları tutmada yetersiz olacağı belirlenmiştir.

3. VERİ VE YÖNTEM

Bu çalışmada yer alan yarı rijit, dikme mesafesi 2 m otokorkuluk sistemi özel olarak tasarlandı. Bu kısımda otokorkulukların tasarım parametrelerinin nasıl oluşturulduğundan ve bu oluşturulan tasarımların *LS – DYNA* ticari yazılımı kullanılarak sanal ortamda doğrusal olmayan dinamik ekspilisit (açık) sonlu elemanlar analiz yöntemi kullanılarak sanal ortamda nasıl çarpıştırıldığından ve çıkan sonuçların EN 1317–2 standardına göre optimum seviyede değerlendirilerek ve gerçek çarpışma raporları doğrultusunda değerlendirilerek özgün bir tasarım olan otokorkuluğun gerek maliyet gerekse üretim ve montaj bakımından avantajlı olduğu ve karayollarında kullanıma uygun olduğu ispatlanmıştır.

Bu sorunu çözmek için üretilen çözümler ;

- Parapet duvarı 1,5 m civarında uzatmak, ancak estetik ve çarpma sırasında hem araçlara hem de içerisindeki kişilere ciddi zararlar verebileceği,
- Standart oto korkuluk imalatı yapılabildi, ancak dayanıklılık, oto korkuluğu yerleştirebileceğimiz yeterli alanın sağlanamaması gibi yetersizlikler görüldü.
- Daha sonra beton ve çeliğin ortak kullanılabilceği bir sistem çok daha uygun ve estetik olacağı tespit edilerek çalışmalara başlandı.
- ASSTHO standartları ve Katalogları detaylı olarak incelendi.

3.1 ÇALIŞMA SIRASINDA İNCELENEN OTOKORKULUKLAR

Şekil 3.1: Otokorkuluk Örneği-1



Şekil 3.2: Otokorkuluk Örneği-2



Şekil 3.3:Otokorkuluk Örneği-3



Şekil 3.4:Otokorkuluk Örneği-4



- Şehir Merkezine yapılacak imalat hem estetik hem de dayanıklı olmalıydı.

Şekil 3.5:Otokorkuluk Örneği-5



Şekil 3.6:Otokorkuluk Örneği-6



- Yapılacak imalatla betonun dayanıklılığı ve çeliğin estetiği kullanılmasına karar verildi ve çalışmalar başladı.

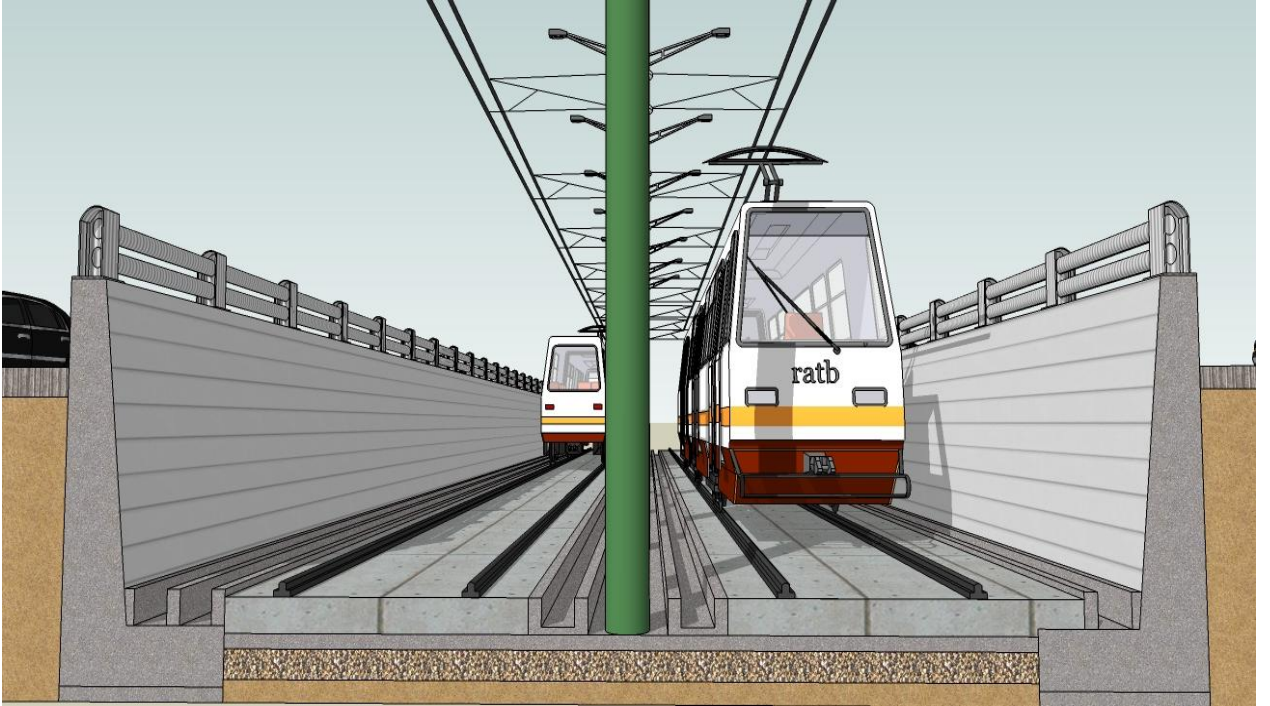
Şekil 3.7:Otokorkuluk Örneği-7



Şekil 3.8:Otokorkuluk Örneği-8

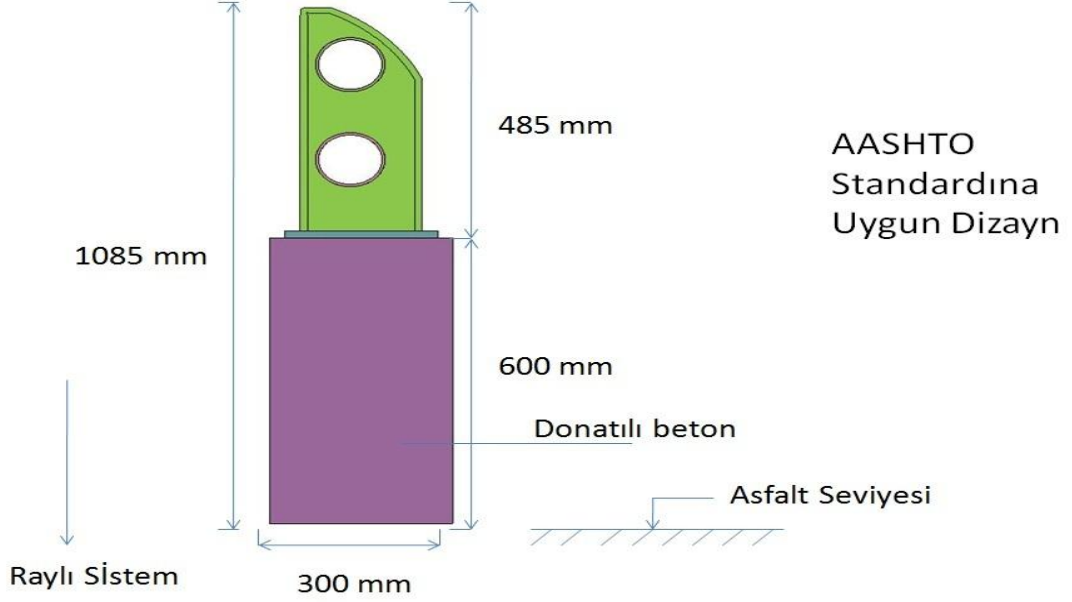


Şekil 3.9:Tasarlanan Otokorkuluk Kesiti



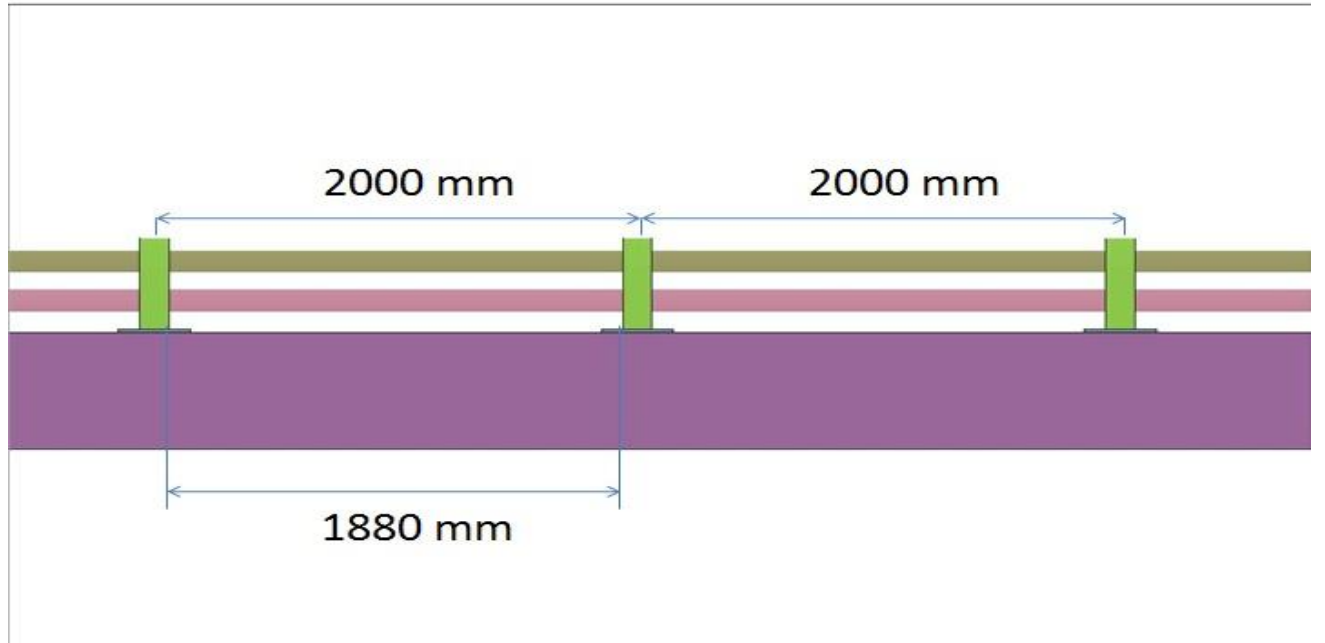
3.2 OTOKORKULUK MODELLEME DETAYI

Şekil 3.10:Tasarlanan Otokorkuluk Model Detayı-1



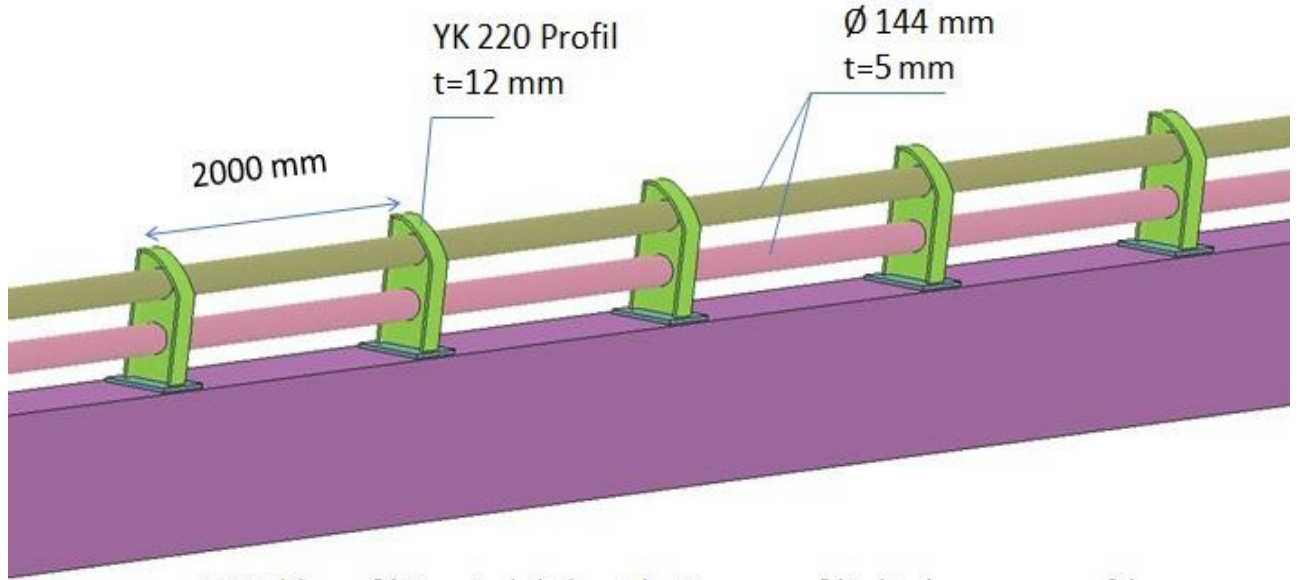
Şekil 3.11:Tasarlanan Otokorkuluk Model Ön Görünüşü

ESTETİK OTOKORKULUK ÖN GÖRÜNTÜSÜ



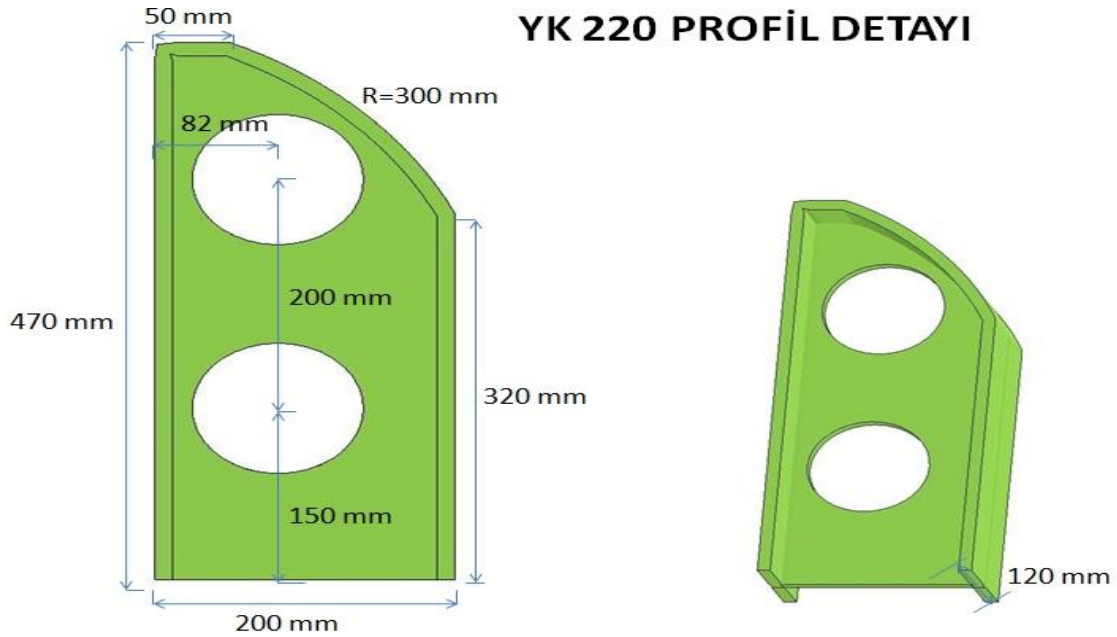
Şekil 3.12:Tasarlanan Otokorkuluk Model Perspektif Görünüşü

ESTETİK OTOKORKULUK PERSPEKTİF GÖRÜNTÜSÜ

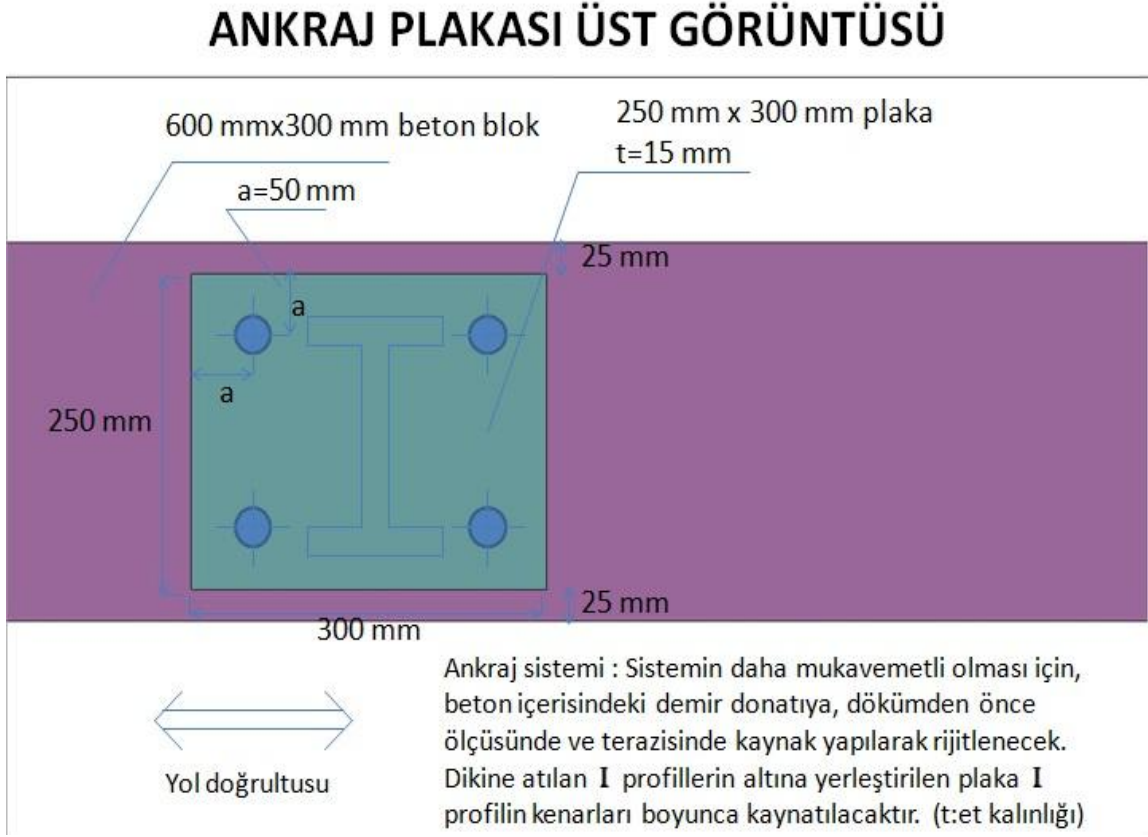


NOT: (I) profil üzerindeki kavisli yüzey; profilin bir kenarının şaftlı kesilip, kesilen yüzey üzerine 12mm sac bükülerek ve başlık kısımlarından kaynak yapılarak oluşturulacaktır. (YK 220 profiller)
t: et kalınlığı

Şekil 3.13:Tasarlanan Otokorkuluk Model Detayı-2



Şekil 3.14:Tasarlanan Otokorkuluk Model Ankraj Plakası Üst Görünüşü



Şekil 3.15:Tasarlanan Otokorkuluk Model Bağlantı Elemanları



4. BULGULAR

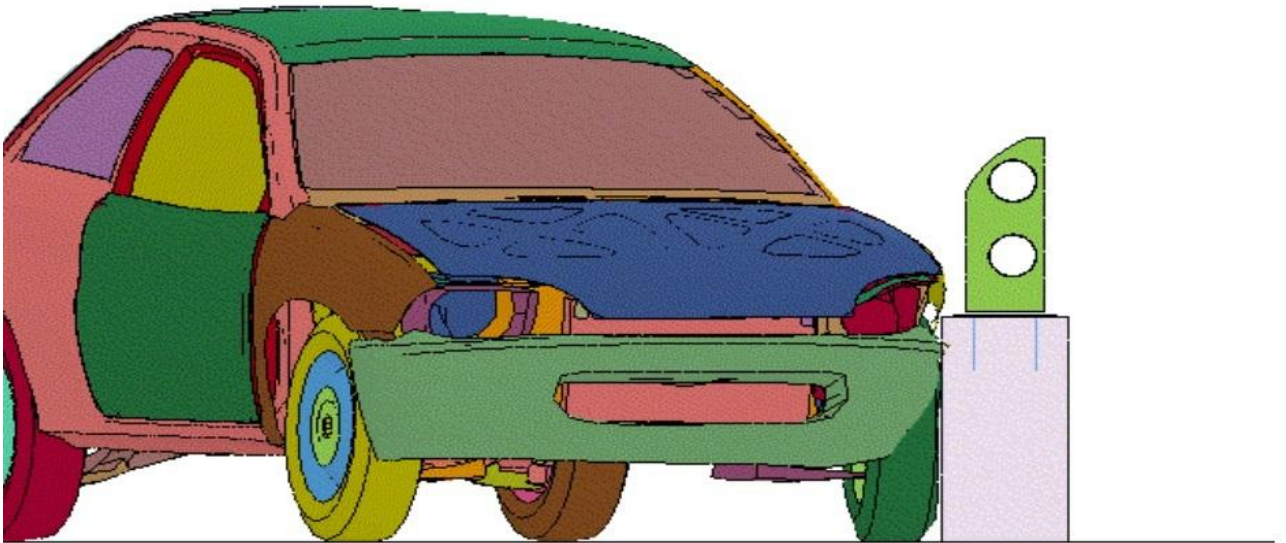
4.1 TASARLANAN OTOKORKULUKLARIN SANAL ORTAMDA ÇARPIŞMA TESTLERİNİN OLUŞTURULMASI

ÇARPIŞMA ANALİZLERİ:

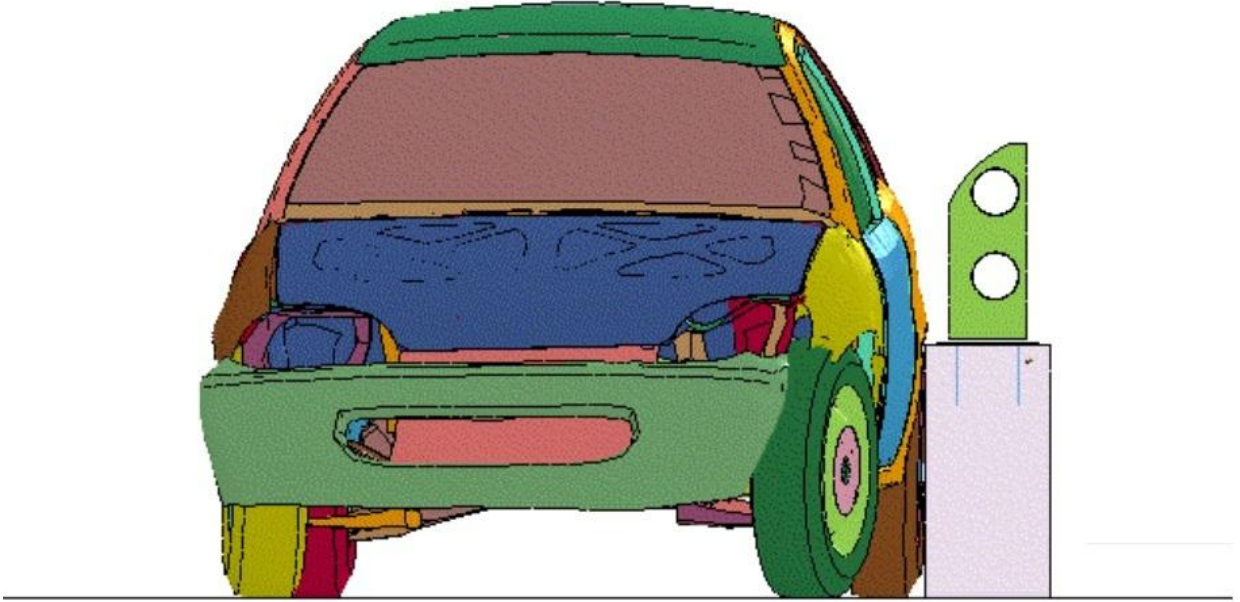
Dizayn edilen otokorkuluk sistemine Avrupa Çarpışma Testleri Standardı EN1317-1 ve 2'ye uygun olarak 3 tip araç kullanarak darbe analizleri yapılmıştır. Bu çarpışma testlerinde amaç sistemin yapısal yeterliğini değerlendirmek, araç yolcularına gelecek yaralanma risklerini belirlemek ve aracın sistemden ayrıldıktan sonra nasıl davrandığını incelemektir. Derin kazı yapılan bölgelerde trafik hız sınırı 50 km/sa olduğu için analizler bu hızda gerçekleştirilmiştir.

1. 900kg araba, 20 derece çarpma açısı ve 50 km/sa hız: Bu çarpışma testinde amaç araba içerisindeki yolculara gelecek darbe şiddetini ölçmek ve yolcu yaralanma risklerini belirlemektir. Aşağıdaki Şekil 2'de görüleceği gibi sistem arabayı güvenli bir şekilde tutmuş ve tehlike yaratmayacak şekilde yavaşlatmıştır. Tablo5.1'de liste halinde verilen analiz sonuçları incelendiğinde araç içerisindeki yolcuların yaralanma risklerinin tehlike sınırlarının altında olduğu görülmektedir.

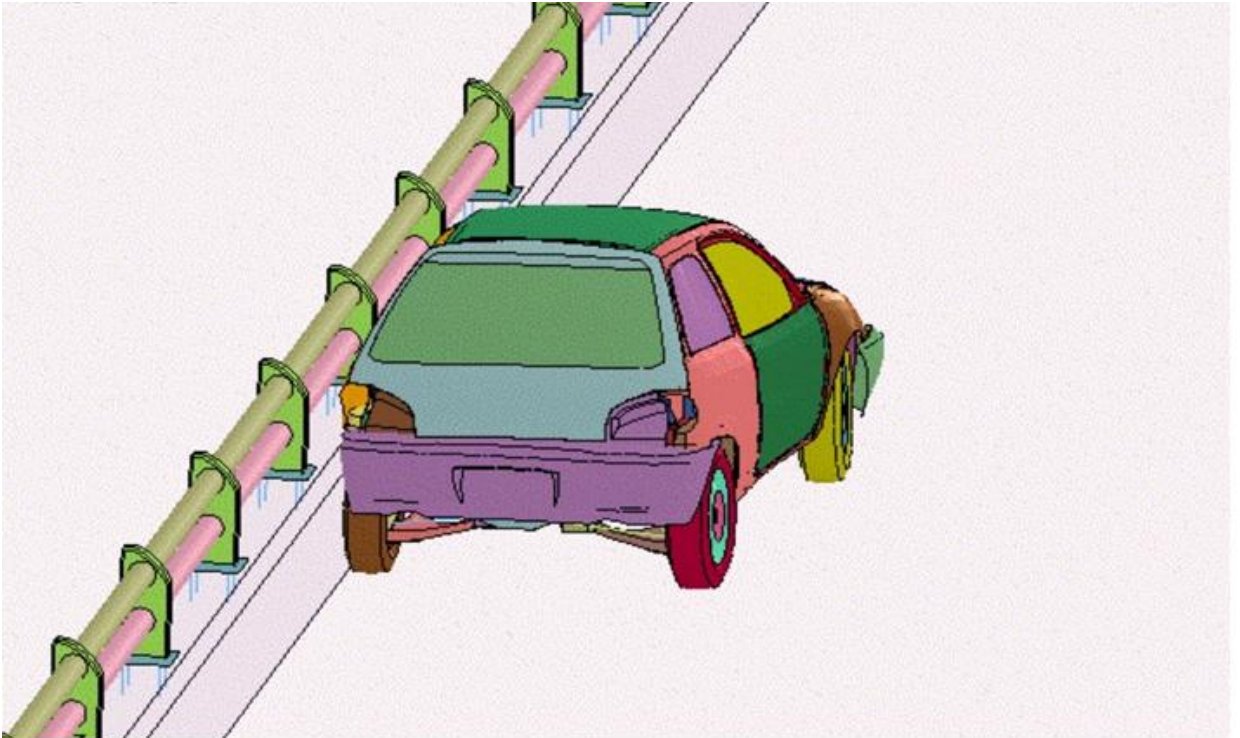
Şekil 4.1: 900 kg Araç Çarpışma Similasyonu-1



Şekil 4.2: 900 kg Araç Çarpışma Similasyonu-2

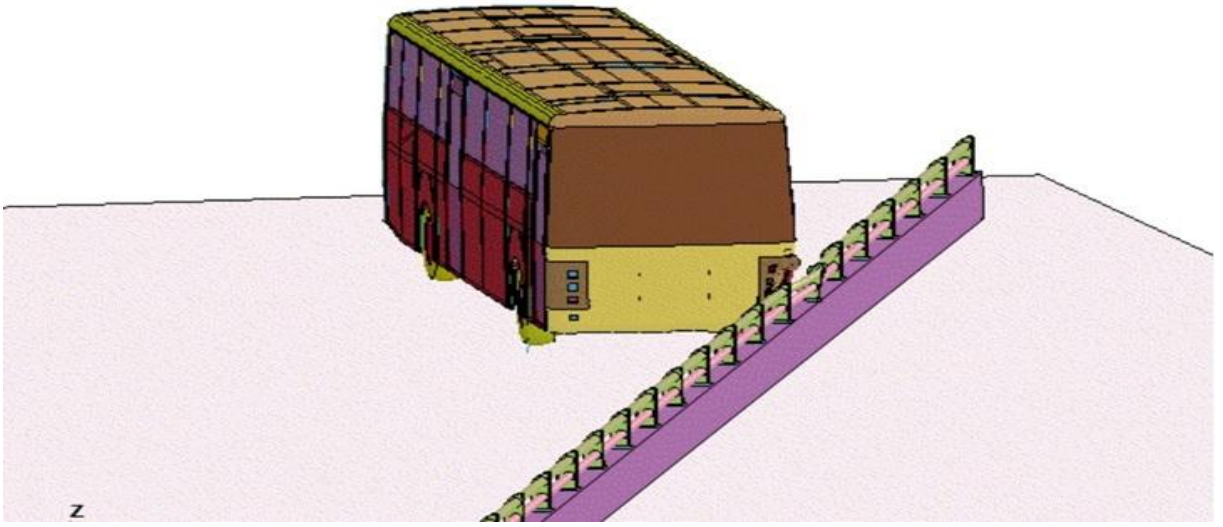


Şekil 4.3: 900 kg Araç Çarpışma Similasyonu-3

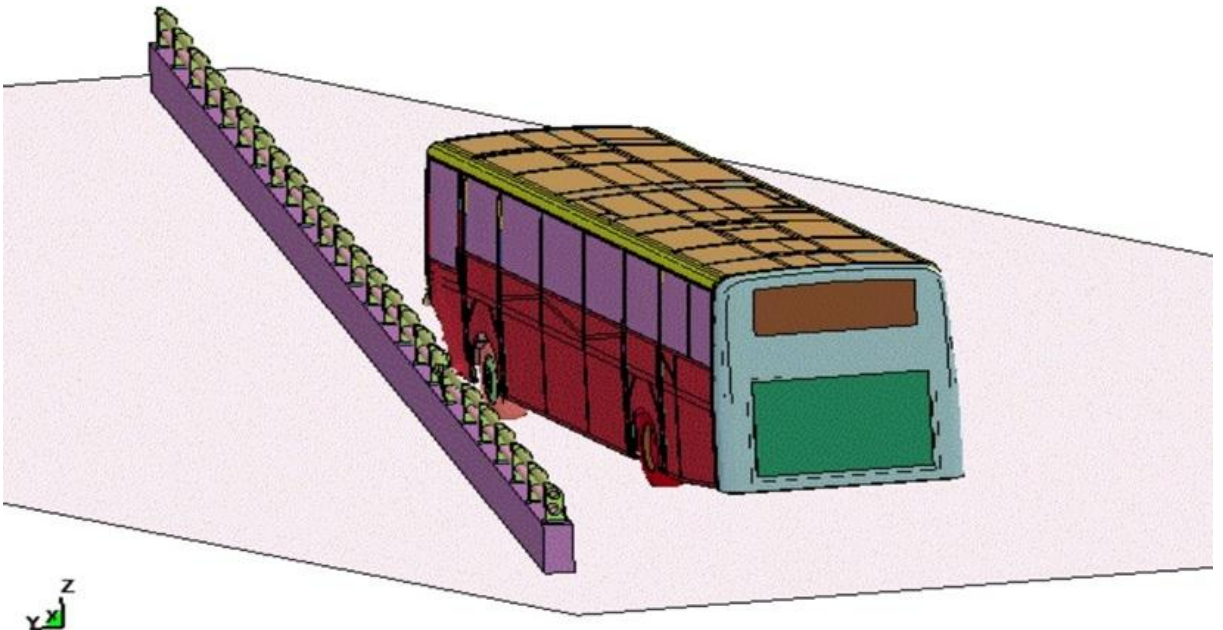


2. 13,000 kg otobüs, 20 derece çarpma açısı, 50 km/sa hız: Bu çarpışma testinde amaç otokorkuluğa gelecek darbeleri ve otobüsün çarpışma esnasında ve sonrasındaki davranışını incelemektir. Sistem Şekil 3’te gösterildiği gibi oldukça güvenli ve kabul edilebilir bir davranış göstermiştir. Otokorkuluk sistemi oldukça küçük bir hasar almış, otobüsün stabilitesini bozacak bir davranış göstermemiştir. Şekilde görüleceği gibi otobüs sistemden ayrılırken trafiğin içerisine girmeden güvenlik bölgesinde yavaşlayarak durabilmiştir.

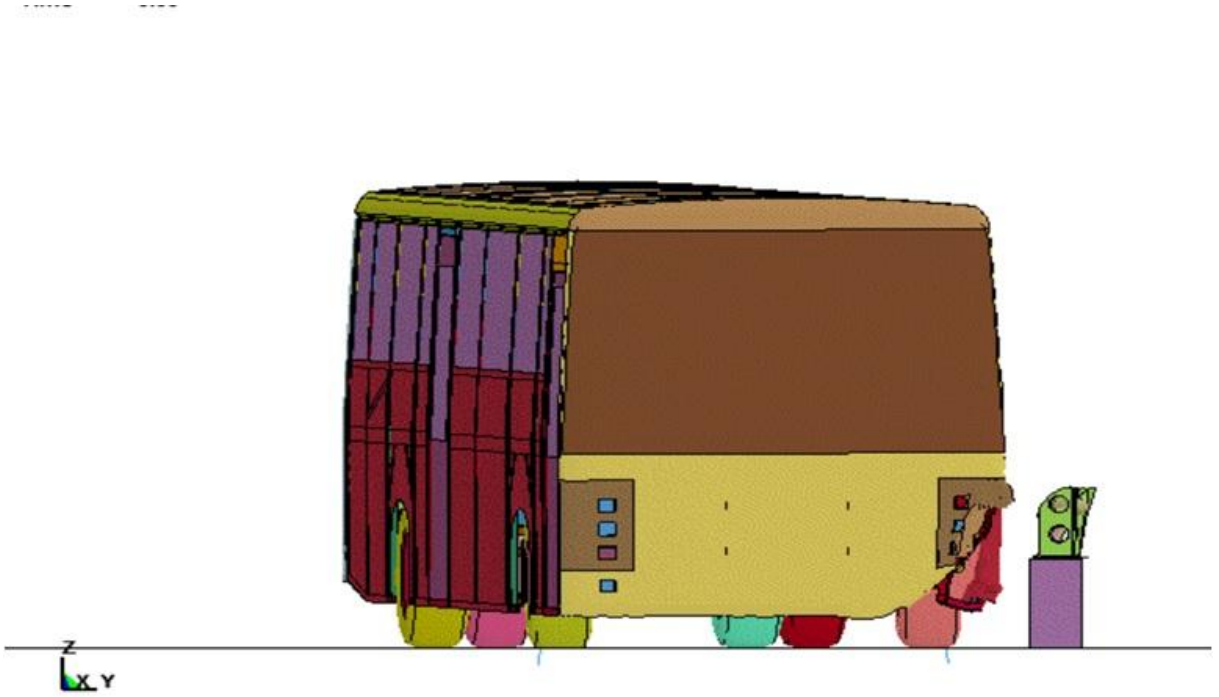
Şekil 4.4: 13.000 kg Otobüs Çarpışma Similasyonu-1



Şekil 4.5: 13.000 kg Otobüs Çarpışma Similasyonu-2

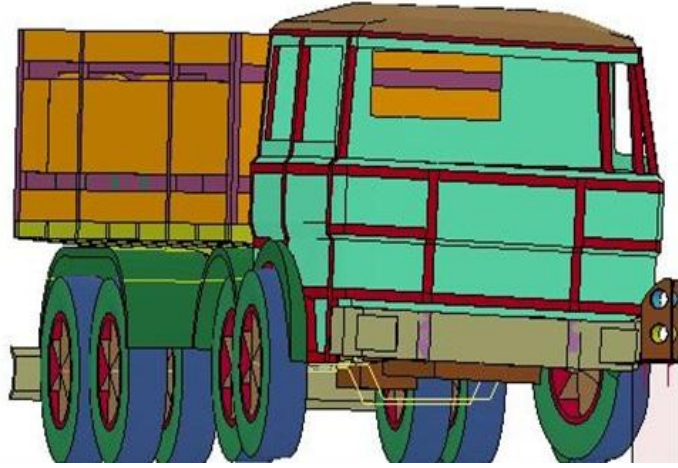


Şekil 4.6: 13.000 kg Otobüs Çarpışma Similasyonu-3



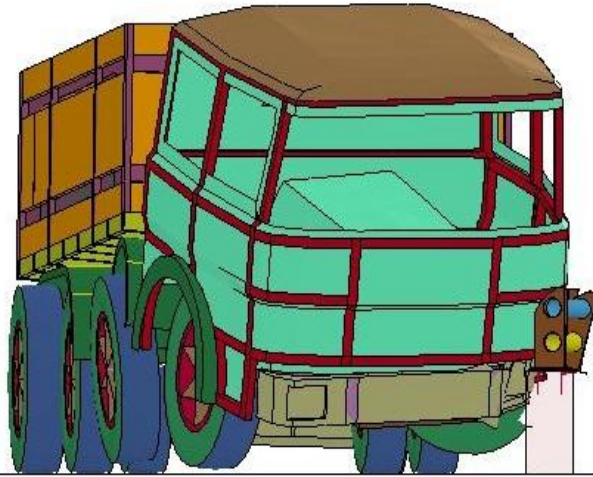
3. 30,000 kg kamyon, 15 derece çarpma açısı ve 50km/sa hız: Bu son testin temel amacı otokorkuluğun yapısal yeterliğini belirlemektir. Bu test, otokorkulukta kullanılan temel plağı-beton parapet ankraj cıvataları ve profil-boru kirişleri gibi bağlantıların dayanımını ayrıca elemanların deformasyon seviyelerini ve aracın sisteme penetrasyon miktarını belirlemede kullanılmaktadır. Şekil 4'te gösterilen test sonuçlarına göre sistem oldukça sağlam ve yapısal olarak güvenli bir davranış göstermiştir. Sistemde toplam olarak 7 bulon kırılmış ve iki dikme yerinden hareket etmiştir. Sistemdeki en büyük yanal deformasyon 200 mm olarak ölçülmüştür. Kamyon otokorkuluktan güvenli ve stabil bir şekilde ayrılmış ve trafiğe tekrar girmeyerek durmuştur.

Şekil 4.7: 30.000 kg Kamyon Çarpışma Similasyonu-1



Şekil 4.8: 30.000 kg Kamyon Çarpışma Similasyonu-2

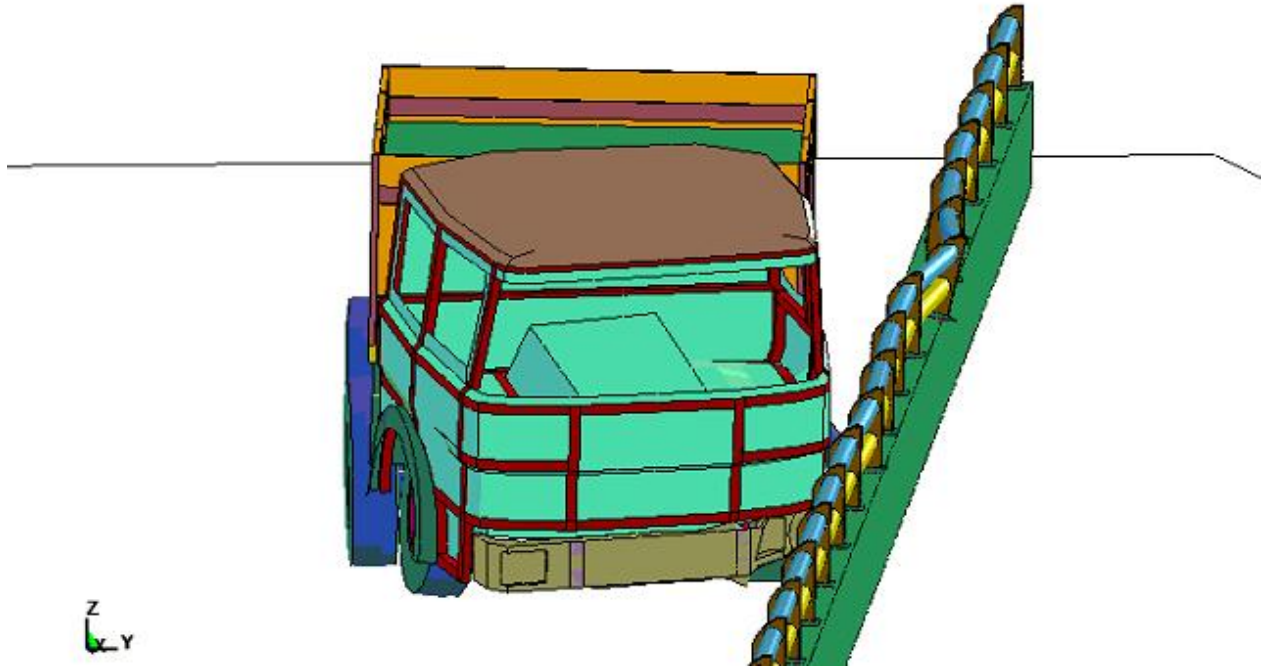
Iveco F180 30ton
Time = 0.28



Z
X.Y

Şekil 4.9: 30.000 kg Kamyon Çarpışma Similasyonu-3

Iveco F180 30ton
Time = 1.3562



Not: EN1317-2'ye göre yolcu yaralanma risk limitleri şöyle tanımlanmıştır:

Occupant Risk Factors: Yolcu risk faktörleri, bu çarpışmada risk bulunmamaktadır.

Ridedown Accelerations: Araç yavaşlaması ivmelenmesi, risk bulunmamaktadır.

ASI: Çarpışma Şiddet İndeksi: 1'in altındaki değerlerde yaralanma riski olmadığını gösterir.

Max. 50msec Accel: Maksimum 50 ms ivmelenme: 10 g'nin altında risk bulunmamaktadır.

LS-PREPOST yazılımında hazırlanan yeni nesil otokorkuluk sistemleri LS-DYNA analiz ve simülasyon yazılımında birden çok işlemciye sahip bilgisayar kullanılarak çarpışma testleri yapıldı.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmalar sonucunda, raylı sistemlerde ve şehir içi ayrılmış yollarda ,hem estetik hem de dayanıklılık açısından belirlenen sistemi kullanmak uygundur.

Şehir içinde hem estetik hem de güvenli bir sistem yapılması hedeflenmişti, yapılan tasarım ayrılmış yollarda güvenliği ve estetiği ön plana çıkarmaktadır.

Çalışmaya başlarken güdülen amaçlara varılmıştır.Yapılan modellemeler ve çarpışma testleri ile hedeflenen güvenlik önlemleri alınmıştır.

Tablo 5.1: Gerçekleştirilen çarpışma test detayları

TESTİN DETAYI	TESTİN AMACI	TESTİN SONUCU
900 kg ağırlığındaki arabanın 50 km/sa hızla ve 20 derece açıyla otokorkuluğa çarpması	Araba içerisinde yolcuların yaralanma risklerinin belirlenmesi	Arabada çok küçük hasar oluşmuş ve otokorkuluk hiç hasar almamıştır. Risk faktörleri incelendiğinde yolcular için yaralanma riski bulunmamaktadır.
13,000 kg ağırlığındaki otobüsün 50 km/sa hızla ve 20 derece açıyla otokorkuluğa çarpması	Otobüsün hareketi, stabilitesi ve otokorkuluğun yeterliğinin belirlenmesi	Otobüs ve otokorkuluk küçük hasar almıştır. Otobüsün stabilitesi bozulmamış ve güvenlik şeridinde durmuştur. Otokorkuluktaki en büyük deformasyon 100 mm civarındadır.
30,000 kg ağırlığındaki kamyonun 50 km/sa hızla ve 15 derece açıyla otokorkuluğa çarpması	Otokorkuluğun yapısal yeterliğinin belirlenmesi	Kamyonun tekeri patlamış fakat güvenlik şeridinde durabilmiştir. Otokorkuluk sistemi orta dercede hasar almış, 7 adet bulon kopması ve iki dikmenin yerinden hareketi gözlenmiştir. En büyük yanıl deformasyon 200 mm olmuştur.

Otokorkuluk sistemlerinin dizaynında patent ve kullanım hakkında sınırlama bulunmamaktadır. Burdan hareketle daha farklı otokorkuluk dizaynı yapılabilir ve yeterliliği bulunan dizaynlar üzerinde farklı kullanımlar için farklı test kodlarına göre gerek simülasyon testleri gerekse gerçek testler yapılabilir. Bu testleri başarılı şekilde ortaya koyan otokorkuluk sistemlerinin üretim ve imalatı yapılabilir.

KAYNAKÇA

Süreli Yayınlar

- Atahan, A.O., 2009, Effect of permanent jersey-shaped concrete barrier height on heavy vehicle post-impact stability, *Int. J. Heavy Vehicle Systems*.**Vol. 16, Nos. 1/2**, Inderscience Enterprises Ltd.
- Vesenjak, M., Borovinsek, M. & Ren Z., 2007, Computational simulations of road safety barriers using LS-DYNA, *LS-DYNA Anwenderforum*, **B-III**,pp 11-17.
- Atahan, A.O. ve Bonin, G., 2006, Numerical analysis of an H4a heavy containment level transition, *Int. J. Heavy Vehicle Systems*.**Vol. 13, No. 4**, Inderscience Enterprises Ltd
- Atahan, A.O.ve Cansız O.F., 2005, Impact analysis of a vertical flared back bridge rail-to-guardrail transition structure using simulation, *Finite Elements in Analysis and Design*.**41**pp371–396, Elsevier Science Ltd.
- Coon B.A ve Reid J.D., 2006, Reconstruction techniques for energy-absorbing guardrail end terminals,*Accident Analysis and Prevention*.**38**,pp1–13, Elsevier Ltd.
- Holdridge, J.M., Shankar, V.N., Ulfarsson G.F., 2005, The crash severity impacts of fixed roadside objects, *Journal of Safety Research*.**36**, pp139 – 147, National Safety Council and Elsevier Ltd.
- Atahan, A.O.ve Cansız, O.F., 2004, Design and simulation of two wooden-post W-beam guardrails to eliminate wheel snagging, *Heavy Vehicle Systems, Int. J. of Vehicle Design*.**Vol. 11 (1)**,Inderscience Enterprises Ltd.
- Ray, M., Engstrand, .K., Plaxico, C. &McGinnis, R.G., 2001, Improvements to the weak W-beam guardrail, *80th Annual Meeting of the Transportation Research Board*,**01**, pp 2282, Washington, D.C.
- Vesenjak, M., Borovinsek, M. & Ren Z., 2000, Improving the roadside safety with computational simulations, *Crash / Automotive Applications II*,**B-II**,pp 21-32.
- Martin, S.O., & Wekezer, J.W., 1998, Crash impact analysis of the G2 guardrail a validation study,*TRB National Research Council 1998 Annual Meeting*.

Diğer Yayınlar

- Mozarrelli, F., Cau, P., 2012, H1 Class monolateral barrier for installation on ground AG04 2.00 profile type A, CSI Spa.A
- Mozarrelli, F., Cau, P., 2012, H1 Class monolateral barrier for installation on ground AG04 2.00 profile type B, CSI Spa.A
- Neuenhaus, D., 2010, Simulation zur gleichwertigkeit von A- und B-holm, steifes system system: *SR ES/1.0, TB42 nachgiebiges system: ESP/4.0*, TB32, Seite 1 von 39, SGGT Straßenausstattungen GmbH und BBV Baustahl u. Blechverarbeitungsgesellschaft mbH & Co.
- Bayat, E., (2011), Farklı aralıklara sahip dikmelerden oluşan çelik otokorkulukların çarpışma davranışının sanal ortamda incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Antakya: Mustafa Kemal Üniversitesi FBE.
- Oktay, M., (2010), Metrobüs güzergahında kullanılan halatlı otokorkulukların incelenmesi ve alternatif sistemlerin güvenlik dayanımının belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi FBE.
- Gümrük R.,(2006), Şekil verme işleminin çarpma performansına etkilerinin sonlu elemanlar yöntemi ile incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi FBE.
- Cansız, O.F., (2003), Kuvvetli ahşap dikmelere sahip otokorkuluk sistemlerinde çarpışma deneyi davranışının sanal ortamda iyileştirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Antakya: Mustafa Kemal Üniversitesi FBE.
- Livermore Software Technology Corporation (LSTC), 2000, A General Purpose Dynamic Finite Element Analysis Program, *LS-DYNA Version 960 User's Manual*, Livermore Software.
- AASHTO-AGC-ARTBA, 1996, Joint Committee. "A Standardized Guide to Highway Barrier Hardware." *American Association of State Highway and Transportation Officials*, Washington D.C.
- <http://www.lstc.com/lsp/>
- <http://turkey.autodesk.com/>
- www.ncac.gwu.edu
- <http://www.solidworks.com/tutorial>
- <http://www.galvanerji.com/>
- www.cepas.com.tr

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Gökhan GÜMÜŞBURUN

Sürekli Adresi: Değirmişem Mah. Muammer Aksoy Bul.No:76/9
Şehitkamil/GAZİANTEP

Doğum Yeri ve Yılı: Mayıs 1984

Yabancı Dili: İngilizce

İlk Öğretim: Gaziantep Kolej Vakfı (1990-1995)

Orta Öğretim: Gaziantep Anadolu Lisesi (1995-2002)

Lisans: Mustafa Kemal Üniversitesi (2003-2007)

Yüksek Lisans: Bahçeşehir Üniversitesi (2011-..)

Enstitü Adı: Fen Bilimleri Enstitüsü

Program Adı: Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi

Stajlar : Bileşik İnşaat 24 adet villa inşaatı/Gaziantep(2004)
Limak Ulus-Keçiören Metro Hattı /Ankara (2005)

Çalışma Hayatı : Cemre İnşaat Gaziantep (2007-2008)
Gaziantep Büyükşehir Belediyesi Fen İşleri Dai Bşk. (2009-....)