

TREYLER ŞAŞISİNİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMI ve SONLU ELEMANLAR METODU İLE YAPISAL ANALİZİ

Yrd.Doç.Dr. A.Zafer Şenalp¹, Yasin İhsan Bezer²

¹ Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Tasarım ve İmalat Mühendisliği Bölümü, Gebze-KOCAELİ

E-Posta: zsenalp@gyte.edu.tr

² Meral Kasa, Maltepe-İSTANBUL

E-Posta: ihsanyasin@mynet.com

Özet

Günümüzde taşımacılığın büyük ölçüde karayolu ile yapılması çekici treyler tipi taşıtların otomotiv sektöründeki önemini arttırmaktadır. Treyler tipi taşıt şasilerinde, değişik çalışma koşullarında meydana gelen gerilme dağılımlarının önceden bilinmesi, tasarımın geliştirilmesi ve güvenliği açısından önemlidir.

Bu bildiride ProEngineer kullanılarak geometrik tasarımı yapılan konteyner taşıyıcı treylerin sonlu elemanlar metodu kullanılarak statik ve dinamik yükleme analizleri yapılmıştır. Bu analizler şasenin statik yüklemesi ve konteynerin treyler üzerine oturtulurken 30 mm/sn hızla şase üzerine çarpması sonucu oluşan gerilmeleri tespit etmek amacı ile yapılmıştır. Statik Sonlu Elemanlar Analizleri için Ansys, çarpma analizleri için ise Ls-Dyna/Explicit programları kullanılmıştır. Ayrıca ANSYS-Workbench ile de belli tip yüklemeler için yorulma analizleri gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Terimler: şasi, treyler, sonlu elemanlar metodu

Abstract

At the present time transportation is mostly carried out by means of motorway vehicles, which increases the importance of trailer type vehicles in automotive industry. Determination of the stress distributions occurring on the chassis due to various working conditions before manufacturing is important for design improvement.

In this paper the container modeled by ProEngineer is analyzed statically and dynamically by using finite element method. The analyses are performed for static loading conditions and for the impact of container to the trailer during mounting with a velocity of 30 m/s. Ansys is used for static finite element analyses and Ls-Dyna/Explicit is used for impact analyses. Besides these, fatigue analyses are performed for certain type of loading cases by using Ansys/Workbench.

Key Words: chassis, trailer, finite element method

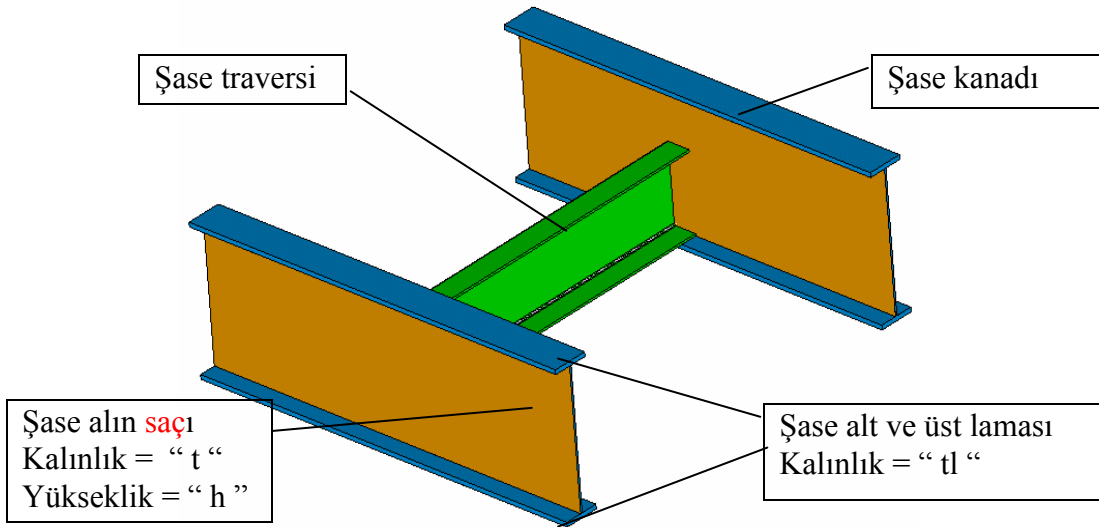
1. GİRİŞ

Türkiye de taşımacılığın büyük bir bölümü demiryolu ve deniz yollarının yeterli oranda geliştirilememesinden dolayı karayolu ile yapılmaktadır. Karayolu ile yapılan taşımacılık kamyonet, kamyon ve çekici treyler kombinasyonları ile yapılmaktadır. Taşımanın bu denli büyük oranda karayolu ile yapılmasından dolayı taşımacılıkta kullanılan şaselerin dayanımı can ve mal güvenliği açısından önem taşımaktadır.

Bu bildiriye, karayolu taşımacılığında kullanılan konteyner taşıyıcıların şase tasarımları gerçekleştirilmiş, statik ve dinamik yükler altındaki davranışları incelenmiştir. Analizler sonucu elde edilen gerilme dağılımlarına göre tasarımlar değiştirilmiştir.

1.1. Şase Analizi ile İlgili Çalışmalar

Şase grubu motorlu araçlarda boyuna açık kesitli ana profiller ve enine yerleştirilmiş traverslerden oluşmaktadır. Traversler ana profillere perçinli ya da civatalı bağlantılar kullanılarak sabitlenirler.



Şekil 1. Treyler şase grubu kesiti

Treyler şase grubu ise kaynaklı olarak imal edilir. Treyler şase grubu boylamasına uzanan " I " profil şeklinde şase kanatlarından ve " [" kesitli traverslerden oluşur. Şekil 1'de görülen şase kanatları " I " profil şeklinde kaynaklı olarak imal edilir. Şase kanatları imalatında St 52 / 3 kalite alt üst lamaları ve 6252 (Ereğli) kalite alın saçları kullanılmaktadır. Şase kanatları " [" kesitli traversler ile yine kaynaklı olarak birleştirilerek treyler ana şasesi imal edilir.

Literatürlerde treyler şase grubu ve motorlu araçların şaseleri üzerinde yapılmış olan aşağıdaki çalışmalar incelenmiştir. Ereke'nin [1] karoseri tasarımı ile ilgili çalışmasında sonlu elemanlar dağılımı ve eleman seçimi ele alınmıştır. Eleman seçimi; gövde katılığı ve deformasyon hesabı için kaba bir dağılım, gerilme yığılması ve dağılımları incelendiğinde daha ayrıntılı bir eleman seçimi yapılmıştır. Eleman sayısı arttığında yapıya toplu bakışla hakim olmak zorlaştığı için yapı kısmen alt bölümlere ayrılmıştır. Bu çalışma 1992 yılında gerçekleştirildiği için bu yıllarda ilk önce ham model oluşturulmuş, yani modelin geometrisi oluşturulmuş ve sonra bu geometri elemanlara bölünmüştür. Elde edilen veriler ile kesit alanı, et kalınlığı, dış yükler ve sınır şartları sisteme girilmiş ve bu veriler ışığında analiz gerçekleştirilmiştir.

Sonlu elemanlar yöntemi karoseri tasarımında model geliştirme süresini son derece kısaltmakta, geniş bir spektrumu tarama imkanı sağlamakta ve sonradan çıkabilecek bir çok

hatanın daha başlangıçta fark edilip önüne geçilmesine imkan verdiği görülmüştür. Diğer taraftan Sonlu Eleman Metodunu uygulamanın da ancak geniş ve kuvvetli bir bilgisayar yazılım - donanım sistemi yardımı ile mümkün olduğu da bir gerçektir.

Karaoğlu [2] tarafından gerçekleştirilen çalışmada, kamyon şaselerinde ana profil kalınlığının gerilmeler üzerine etkisi incelenmiştir. Kamyon şaseleri dikdörtgen şasi denilen boylamasına iki ana profil ve birçok enlemesine profilden oluşmaktadır. Enlemesine profillerin ana profillere bağlantıları perçinli, civatalı veya kaynaklı olabilir. Perçinli bağlantılar şasi elastikliğini arttırarak kritik bölgelerde yüksek gerilmelerin doğmasını engeller. Civatalı bağlantılar ise maliyeti arttırdıkları için daha az kullanılır. Profiller genellikle perçinli birleştirmelerde kolaylık sağlaması açısından açık kesitli (U,I,..) seçilir. Çözüm için ANSYS programı kullanılmıştır. Kamyon şasisi modellenip, sınır şartları verilmiştir. Çözümlerde dört düğüm noktalı, üç boyutlu ve altı serbestlik dereceli isoparametrik eleman kullanılmıştır. Kamyonun taşıyacağı yük ana profiller üzerine kasa uzunluğu boyunca eşit olarak dağıtılmış, Kalınlığının artması ile ana profildeki gerilmelerde önemli ölçüde bir azalma meydana geldiği sonucuna varılmıştır.

Diğer çalışmada Karaoğlu ve Kuralay [3], tarafından kamyon şaselerindeki perçinli bağlantıların gerilme analizi yapılmıştır. Perçin birleştirilmeleri üç boyutlu kabuk eleman olarak sonlu elemanlar yöntemi ile modellenmiştir. Şase ise iki boyutlu isoparametrik eleman kullanılarak modellenmiş ve ANSYS 5.3 versiyonunda çözüm gerçekleştirilmiştir. Burada sonuç olarak şase çerçevesinin kalınlığı yükseldikçe bu bölgede oluşan gerilmelerin de azaldığı görülmüştür.

Ereke ve Yay [4], üç boyutlu yerli bir çift katlı otobüsün sonlu elemanlar modelini IDEAS programında oluşturmuş, üç ayrı zorlama altında uyararak gerilme analizini gerçekleştirmiştir. Bu zorlamalardan birincisi, kendi ağırlığı ve yükünden kaynaklanan zorlama, ikincisi münferit darbe ve burulma kuvvetlerinden oluşan dinamik zorlama ve üçüncüsü de çift katlı otobüsün kendi ağırlığı da dahil olmak üzere fren, viraj, darbe kuvvetlerinden oluşan kombine zorlamalar olarak seçilmiştir. Bunların sonucunda modelin gerilme analizleri yapılarak oluşan maksimum gerilmelerin yerleri tespit edilmiş, oluşan bu maksimum gerilmelerin sınır değerlerini aşp aşmadığı kontrol edilerek elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

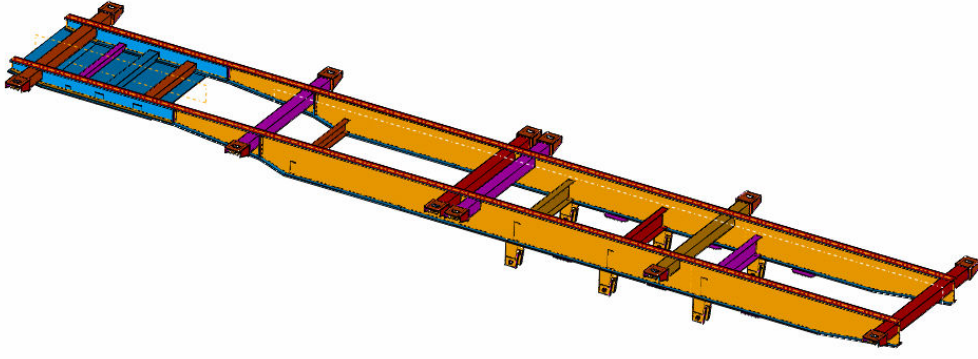
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada, karayolu taşımacılığında kullanılan 40 feet konteynır taşıyıcı şasesi analizi gerçekleştirilmiştir. Konteynır taşıyıcı şasesinin sonlu elemanlar yöntemi ile statik ve dinamik yükler altındaki gerilme analizleri yapılmış ve incelenmiştir. 40 feet konteynır taşıyıcı üzerinde taşınan 20 ve 40 feet konteynırlar vasıtası ile şase üzerine statik ve dinamik yükler uygulanarak elde edilen sayısal analiz sonuçları ve yorulma ömürleri incelenmiştir.

2. STATİK ANALİZ

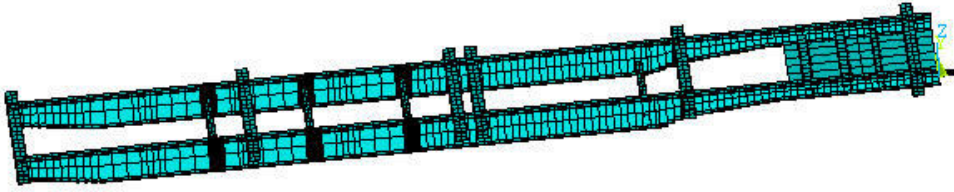
2.1. Geometrik ve Sonlu Elemanlar Modelleri

Treyler şasesi katı modeli Şekil 2'de görülmektedir. Katı model ProEngineer programı kullanılarak oluşturulmuştur. Katı model üzerinde analiz sonuçlarını olumsuz yönde etkilemeyecek yapılar bulunmaktadır. Şase üzerine yükün etkisi ile gerilme dağılımına etki etmeyeceği düşünülen bölgeler katı modelden çıkartılmış ve yapı sadeleştirilmiştir.



Şekil 2. Treyler şasesi katı modeli

Bu sadeleştirme ile eleman kalitesi artmış ve kullanılan eleman yoğunluğu azaltılmıştır. Statik analizde sadeleştirilmiş şase BEAM188 kriş elemanı kullanılarak ANSYS 'de modellenmiştir (Şekil 3). Şasenin genel boyutları göz önüne alındığında hem kiriş teorisinin en iyi seçenek olduğu görülmekte hem de daha az sayıda eleman kullanma fırsatı yakalanmaktadır.



Şekil 3. Şase sonlu elemanlar ağı

2.2. Malzeme Modeli

Statik analizde malzeme modeli olarak doğrusal İzotrop Elastik Malzeme Modeli kullanılmıştır. Malzeme olarak Ereğli 6252 kullanılmıştır ve bu malzemenin özellikleri olan; yoğunluk $7,8 \text{ g/cm}^3$, elastik modül 210 GPa ve Poisson oranı 0.3 girilmiştir.

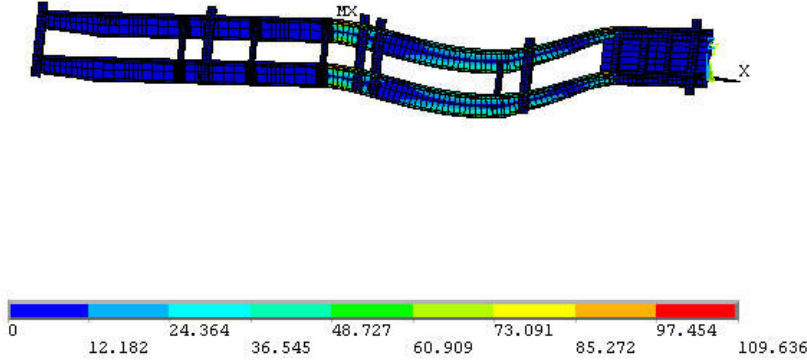
2.3. Sınır Şartları ve Yükler

Treyler şasesi sınır şartları, treyler şasesi katı modelinde görülen makas kulaklarının şase ile bağlantı noktalarında, hava süspansiyon körüğü flanş ile şasenin bağlantı noktalarında ve King Pin bölgesinde tanımlanmıştır.

Treyler şasesi üzerine yüklerin verilmesinde 20 ve 40 feet konteynırlar göz önünde bulundurulmuştur. 20 feet konteynır ile şase üzerine 25 ton yük etki etmekle beraber oluşturulan senaryoda şase kanadının birinin üzerine 25 ton yük etki ettirilmiştir. Bunun sebebi konteyner şasesinin üzerine oturtulurken sadece bir kanadı üzerine oturtulma ihtimalidir. Bu ağırlıklar ile şasenin bir kanadının birim uzunluğuna gelen birim yük miktarı 245250 N olmaktadır. Bu yük şasi boyunca düzgün yayılı olarak dağıtılsa yüzey üzerine uygulanarak 40.5 N/mm birim yük ortaya çıkmaktadır. 40 feet konteyner ile şase üzerine 30 ton yük etki etmekle beraber oluşturulan senaryoda şase kanadının birinin üzerine 30 ton yük etki ettirilmiştir. Bu ağırlıklar ile şasenin bir kanadının birim uzunluğuna gelen birim yük miktarı 294300 N olmaktadır. Bu yük şasi boyunca düzgün yayılı olarak dağıtılsa yüzey üzerine uygulanacak 24 N/mm birim yük ortaya çıkmaktadır.

2.4. Statik Analiz Sonuçları

20 ve 40 feet konteynırlar için yapılan statik analizlerde gerilme dağılımları tamamen benzer çıkmaktadır. Şekil 4'de 20 feet konteyner gerilme dağılımı verilmiştir. 20 feet için maksimum gerilme 109 MPa iken 40 feetde bu değer 92 MPa'a inmektedir.



Şekil 4. Şasenin 20 feet t:6 tl:14 h:434 mm için Von Mises gerilme dağılımı

Oluşturulan senaryo daha da geliştirilerek şase kanadını oluşturan elemanların kalınlıkları ve boyutları ile oynanarak analiz genişletilmiştir. Şase kesitinde şase alt üst lama kalınlığı t_l : 14 mm, 12 mm, 10 mm olacak şekilde ; şase alın saçı kalınlığı t : 6 mm, 5 mm, 4 mm olarak, yine şase alın saçı yüksekliği h : 434 mm, 420 mm, 400 mm, 380 mm olacak şekilde değiştirilmiş ve bu kesitler üzerinden analizler yapılmıştır.

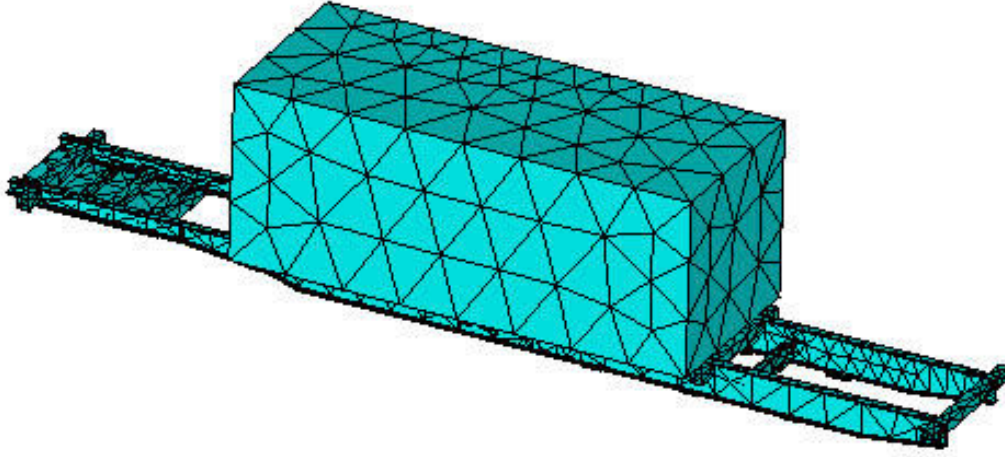
20 ve 40 feet konteynerler için şase alt üst lama kalınlıklarına, şase alın saçı kalınlığına ve şase alın saçı yüksekliklerine bağlı olarak Otuz ikişer (32) adet, toplam olarak atmış dört adet (64) farklı analiz yapılmış ve sonuçlar elde edilmiştir. En uygun değerler t_l : 14 mm, t : 6 mm, h : 434 mm ölçülerinde dizayn edilen şase elde edilmiştir. Dinamik ve yorulma analizlerine bu model üzerinden devam edilecektir.

3. DİNAMİK ANALİZ

3.1. Geometrik ve Sonlu Elemanlar Modelleri

Dinamik analizde ProEngineer programında oluşturulan katı modelin sadeleştirilmiş hali kullanılmıştır. Özellikle dinamik analizde bu bölümlerdeki geometri tam olarak oluşturulmak istendiğinde program çok sık ve küçük boyutlu eleman kullanmaktadır. Böylece modelin eleman sayısı artımı ile doğru orantılı olarak analiz çözüm süresi de artmaktadır.

Explicit dinamik analizlerde çok küçük zaman adımları kullanılmaktadır. Explicit dinamik analiz hesap maliyetinde; seçilecek eleman tipleri ve bunların kullanılacağı şekil fonksiyonlarının etkisi çok büyüktür. Bu yüzden explicit dinamik analizlerde, statik (implicit) analizlerde olduğu gibi quadratic şekil fonksiyonlu elemanlar kullanılamaz. Explicit dinamik analizlerde kullanılan bütün elemanlar doğrusal şekil fonksiyonlarına sahiptir ve bu elemanların kenar ortalarında düğüm noktaları yoktur [5]. Ayrıca Ls-Dyna/Explicit içerisinde kullanılan kiriş eleman esnemeyen (rigid) davranım göstermektedir ve gerilme dağılımı elde edilememektedir. Bu yüzden yapılan dinamik explicit analizde katı (solid) elemanlar kullanılmıştır [6]. Oluşturulacak ağ kalitesi analizin sağlıklı sonuçlar vermesi açısından önemlidir. Sonlu eleman ağı oluşturulurken katı elemanlar orijinal şekillerinden fazla uzaklaşmamalıdır. Ayrıca oluşturulan sonlu eleman ağında uygun olmayan en boy oranlarına sahip elemanlar kullanılmamalıdır.



Şekil 5. Şase ve konteynır sonlu elemanlar ağı

Sonlu eleman analizi gerçekleştirilirken kullanılan program ile oluşturulan katı modelin en küçük elemanlara ayrılarak ve bu elemanlara genel yapının malzeme modeli özellikleri yüklenerek, elemanlar arasındaki etkileşimlerin adım adım zm elde edilmektedir. Bu nedenle yapılan analizin doğru ve geçerli sonuçlar verebilmesi için kullanılan eleman tipi ve oluşturulan eleman sayısı (ağ yoğunluğu) büyük önem taşımaktadır. Yapılacak analizde yoğun bir ağ oluşturulduğunda (yani çok sayıda eleman oluşturulduğunda) ise hesaplama süresi ve hesaplama maliyeti eldeki sınırlarını aşabilir. Bu durum göz önüne alınarak etkileşime girecek ve deformasyon beklenen bölgelerde daha yoğun ağ diğer bölgelerde ise daha seyrek ağ oluşturulur. Bu Şekilde oluşturulan ağlar ile hem zm geçerli sınırlar içerisinde kalır hem de zm maliyetinin kabul edilebilir seviyelerde kalması sağlanır. Analizde üzerinde odaklanılacak yapı Şase olduğundan, konteynıra oranla daha yoğun ağ kullanılmıştır.

3.2. Malzeme Modeli

Dinamik analiz için statik analizde kullanılan malzeme modeli kullanılmıştır. Bu malzeme modelini her tip elemanla kullanma imkanı vardır. Malzeme yine Ereğli 6252'dir.

3.3. Temasların Tanımlanması

Çarpma, (impact) analizlerinde etkileşime girecek olan yapılar arasında temaslar ve sürtünmeler olmaktadır. Birbiri ile etkileşime giren yapılar arasında ortaya çıkan kuvvet ve momentum transferleri temas-darbe (contact-impact) algoritmaları ile gerçekleştirilir [7]. Birbiri içerisine geçen yüzeyler arasına hayali yaylar yerleştirilir. Ve bu noktalarda oluşacak olan yay kuvvetleri sayesinde yüzeyleri dışarı çıkartmaya çalışır. Dinamik analizlerde temas-darbe algoritmaları:

- Birbirine temas edecek düğüm noktaları ve elemanların etkileşimi ile i içe geçme miktarını (penetrasyon derinliği) tespit edilir.
- İ içe geçen temas yüzeylerini veya elemanlarını dışarı çıkarmak için gerekli temas kuvvetlerini hesaplar.

ANSYS-LSDYNA' da yüzey-yüzey, düğüm noktası-yüzey, tek yüzey ya da otomatik temas tanımlama opsiyonları bulunmaktadır. Bu çalışmada gerçekleştirilen analizlerde yüzeyler arasındaki etkileşimden dolayı birbiri içine geçmeleri önlemek amacıyla SINGLE-SURFACE tanımlaması yapılmıştır.

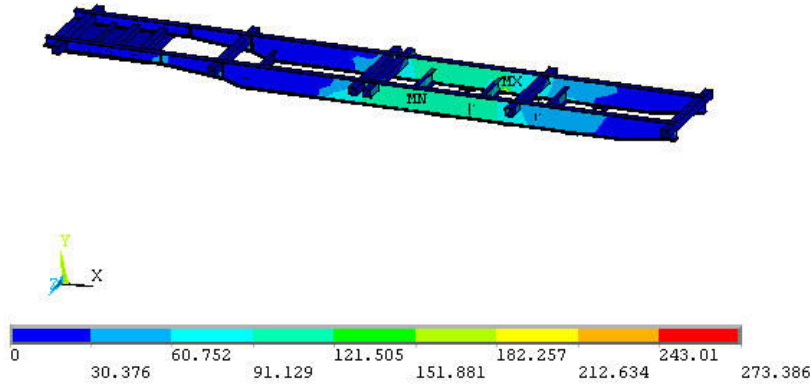
3.4. Sınır Şartları ve Yükler

Şase dingil grubuna makas kulakları ve hava süspansiyon körükleri ile bağlanmakta ve ön kısımda ise çekici araca beşinci tekerden bağlanmaktadır. Sınır şartları makas kulaklarının şaseye bağlantı noktalarından, hava süspansiyon körüklerini şaseye bağlantı noktalarından ve çekici beşinci tekerinin şaseye bağlandığı bölümlerden tanımlanmıştır.

20 ve 40 feet konteynırların boş ağırlığı ile birlikte belli hızlar verilmiş ve yapı üzerinde oluşan etkiler incelenmiştir. Analizde konteynırların şase üzerine yüklemesinde kullanılan vinçlerin hızları göz önüne alınarak hız değerleri belirlenmiş ve kullanılmıştır. Buna göre 20 feet ve 40 feet konteynırlar şase üzerine 30 mm/sn hızla düşürülmüştür.

3.5. Dinamik Analiz Sonuçları

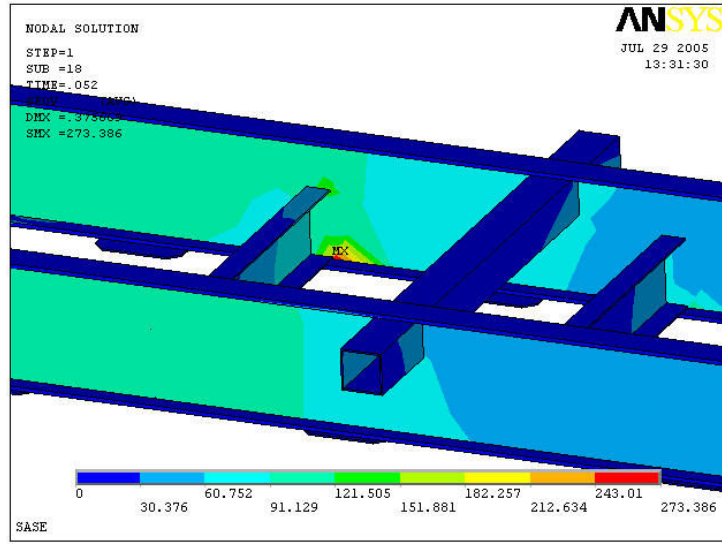
Statik analiz sonuçlarına göre seçilen, 40 feet konteyner taşıyıcı şase üzerine 20 ve 40 feet konteynerlerin çarpması simülasyonu yapılmıştır. 20 feet konteyner simülasyonu süresi olarak 0.25 saniyelik bölüm seçilmiştir. Burada analiz her 0.005 saniyelik zaman diliminde çözüm yapmıştır. Analiz yaklaşık 19 saat sürmüştür.



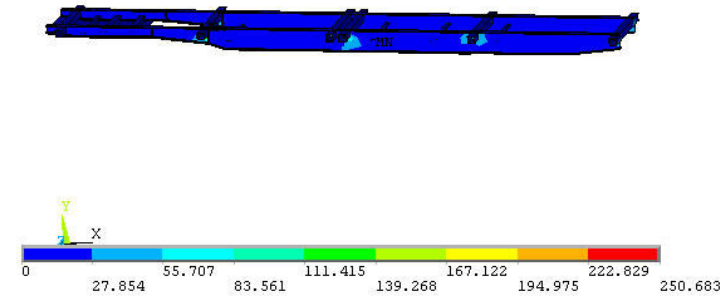
Şekil 6. 20 feet dinamik analiz Von-Misses gerilim dağılımı ve değerleri

Bu analizlerden 20 feet konteyner için yapılan analizde maksimum gerilme makas kulağı bağlantı bölgesinde 273 MPa olarak oluştuğu görülmüştür. (Şekil 6-7) Şase dizaynında kullanılan malzemenin akma sınırı 362 MPa olduğuna göre bu model 20 feet konteyner çarpışmasında oluşacak yüklere dayanımı oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir.

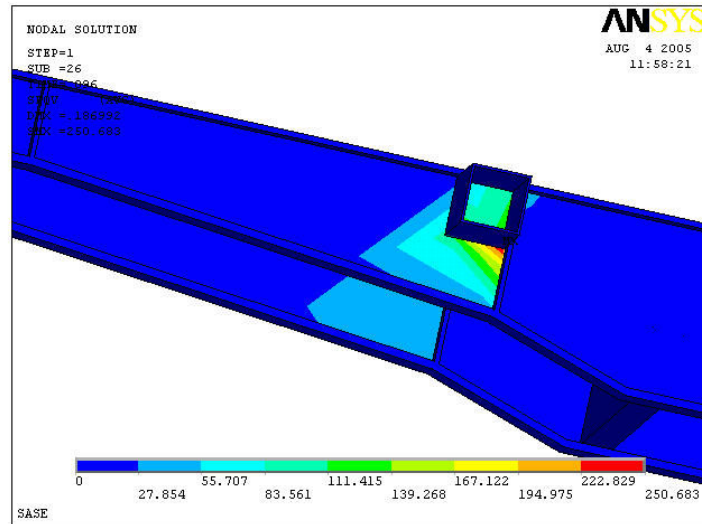
40 feet konteyner simülasyonu süresi olarak 0.2 saniyelik bölüm seçilmiştir. Burada analiz her 0.004 saniyelik zaman diliminde çözüm yapmıştır. Analiz yaklaşık 23 saat sürmüştür. 40 feet konteyner için yapılan analizde ise maksimum gerilme konteyner kilidi bağlantı krosu bölgesinde 251 MPa olarak oluştuğu görülmüştür. (Şekil 8-9) Şase dizaynında kullanılan malzemenin akma sınırı 362 MPa olduğuna göre bu model 40 feet konteyner çarpışmasında oluşacak yüklere dayanımı içinde oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 7. 20 feet dinamik analiz Von-Misses max gerilim dağılımı bölgesi



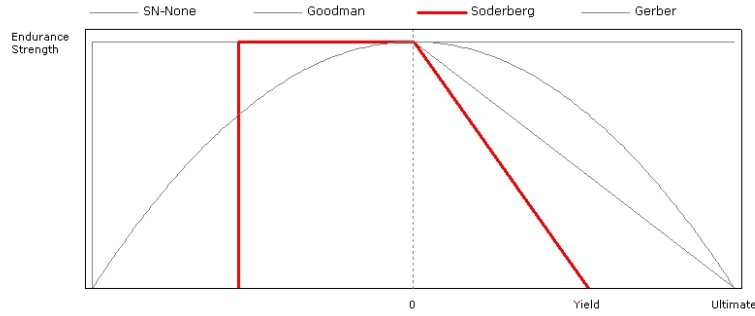
Şekil 8. 40 feet dinamik analiz Von-Misses gerilim dağılımı ve değerleri



Şekil 9. 40 feet dinamik analiz Von-Misses max gerilim dağılımı bölgesi

4. YORULMA ANALİZİ

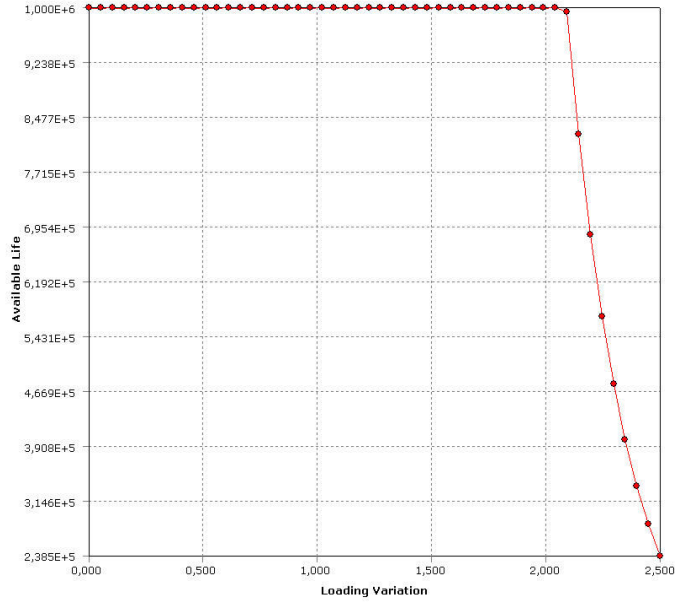
Tasarımı yapılan treyler şasesi statik ve dinamik yükler altında test edilmesine karşın yorulma faktörünü de göz önünde bulundurmak gerekir. Tersinir yük hareketleri dikkate alınırca treyler şase problemini düşük çevrimli yorulma grubuna dahil etmek uygun olacaktır. Bu gruba dahil olan problemler gerilme ömrü yöntemiyle analiz edilebilir. Bu yöntem dahilinde sünek malzemeler için kullanılan Soderberg'in (Şekil 10) [tez] metodu kullanılmıştır. Yorulma analizinde yüklerin sıfırla statik yük değeri arasında sinüs fonksiyonu olarak değiştiği kabul edilmiştir. Yorulma analizinde kullanılan şasenin ağ örtüsü toplam 76681 düğüm noktası ve 44752 adet eleman içermektedir. Ayrıca yük üzenine 1-2.5 arası ölçekleme faktörü uygulanarak yorulma ömürleri ve güvenlik faktörleri hesaplanmıştır. Ölçek faktörü 1 iken yapının sonsuz ömürde çalıştığı görülmüştür. Diğer değerler tablo 1'de verilmiştir. Bunların dışında yükleme duyarlılığı analizi yapılarak normal yükün 2.2 katından itibaren sonsuz ömürden uzaklaşdığı görülmüştür (Şekil 11).



Şekil 10. Soderberg göre yorulma yaklaşımı grafiği

Tablo 1. Yükleme ölçekleme faktörlerine göre minimum güvenlik kat sayısı ve dizayn ömrü

Yük miktarı	Scale faktör	Min. Güvenlik Katsayısı	Dizayn Ömrü
3×10^5 N	1	2.09	Sonsuz ömür
3.75×10^5 N	1.25	1.67	Sonsuz ömür
4.5×10^5 N	1.5	1.39	Sonsuz ömür
5.25×10^5 N	1.75	1.19	Sonsuz ömür
6×10^5 N	2	1.05	Sonsuz ömür
6.75×10^5 N	2.25	0.93	5.61×10^5
7.5×10^5 N	2.5	0.84	2.38×10^5



Şekil 11. Yükleme büyüklüklerine göre yorulma duyarlılığı

5. SONUÇLAR ve YORUMLAR

Yapılan çalışmada statik ve dinamik yüklemelere dayanıklı, sonsuz yorulma ömürlü bir şase elde edilmeye çalışılmıştır. Geometrik tasarımı için ProEngineer statik analizler için Ansys, dinamik analizler için Ls-Dyna, yorulma analizleri için ise Ansys/Workbench yazılımları kullanılmıştır.

Statik analiz sonucunda en iyi değerleri veren şase dizaynı (tl : 14 mm, t : 6 mm, h : 434 mm) üzerinden yapılan dinamik analizler sonucunda yapıda oluşan gerilme değerlerinin malzeme akma sınırı altında kaldığı görülmüştür. 20 feet konteynırın dinamik analizinde, maksimum gerilim 273 MPa, 40 feet konteynırın dinamik analizinde ise 251 MPa olarak elde edilmiştir. Şase tasarımında kullanılan malzemenin akma sınırı 362 MPa olduğundan dinamik analiz sonuçlarına göre tasarımın güvenli olduğu kanısına varılmıştır.

Seçilen şase tasarımının yorulma analizinde ise şase üzerine gelen yükün 2.2 katına kadar olan yüklemelerde yorulma ömrünün sonsuz ömür olarak gerçekleştiği görülmüştür. Bu değerlerin üzerindeki yüklemelerde ise yorulma ömrü sonsuzdan ulaklaşmakla beraber elde edilen değer (2.38×10^5) bir treyler şasesinin yükleme hareketi düşünüldüğünde sonsuz bir ömür ifade etmektedir. Seçilen şase dizaynına göre üretim gerçekleştirildiği takdirde güvenli bir şase elde edileceği görülmektedir.

Seçilen şasenin analizler neticesinde mukavim çıkmasına rağmen, malzeme içerisinde meydana gelen mikro çatlakların ve özellikle kaynaklı imalat aşamasında, kaynak bölgesinde oluşan mikro çatlakların şasenin mukavemet değerlerini düşüreceği göz ardı edilmemelidir. Bunu engellemek için kaynak bölgesinde ultrasonik muayene yapılmalıdır.

6. KAYNAKÇA

- [1] M. EREKE " Karoseri Tasarımında sonlu elemanlar Yöntemi " Mühendis ve Makine dergisi. Ocak 1992
- [2] Ç.KARAOĞLU, "Kamyon Şaselerinde Ana Profil Kalınlığının Gerilmeler Üzerindeki Etkisi. (The Effect of The Main Profile Thickness On The Stresses In A Truck Chassis) " (DEÜ Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü Bornova – İZMİR, Ekim 1999)
- [3] Ç.KARAOĞLU – N. S. KURALAY, "Kamyon Şaselerinde Perçinli Bağlantıların Gerilme Analizi. (Stress Analysis Of A Truck Chassis With Riveted Joints)" (DEÜ Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü Bornova – İZMİR, Ekim 2001)
- [4] M. EREKE - K. YAY , "ÇİFT KATLI OTOBÜS GÖVDESİNİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ GERİLME ANALİZİ." (I.T.Ü. Makina Fakültesi, Otomotiv Anabilim Dalı 80191 Gümüşsuyu - İstanbul/Türkiye), 2002.
- [5] H. Kurtaran. Explicit dinamik analize giriş, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Tasarım ve İmalat Mühendisliği, Gebze 2004
- [6] ANSYS / LS DYNA User Guide ANSYS 7.0 Documentation
- [7] John O. Hallquist ,LS—DYNA Theoretical Manual, Mayıs 1998