

OTOMOBİLLERE TAKILAN ÇEKİ KANCALARININ ANALİZİ

K. Turgut GÜRSEL, Rahman ÇAKIR

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 35100/Bornova/İzmir

Geliş Tarihi : 05.04.2004

ÖZET

Binek araçlarındaki, karavan ve römork gibi barınmaya ve yük taşımaya yönelik motorsuz araçları çekmeye yarayan ve genellikle sonradan monte edilen elemanlara çeki kancası denir. Daha çok binek otomobillerine takılan çeki kancası; karavan, açık veya kapalı yük römorklarını güvenli olarak hareket ettirmek ve dolayısıyla aracın taşıma kapasitesini artırmak amacıyla kullanılır. Çeki kancasında, her araç için, şasi veya monokok gövdenin alt bölümü ile stepnenin durumuna göre farklı konstrüksiyonlar gerektiğinden, seri üretimden ziyade siparişe göre üretim yapılmaktadır. Bu çalışmada, küçük ve orta büyüklükteki işletmelerde yaygın olarak üretimi ve montajı yapılan üç farklı konstrüksiyonun modellenmesi ve yapısal analizi gerçekleştirilmiş olup, sonuçları mukavemet açısından karşılaştırılarak irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Çeki kancası; Binek otomobil; Römork; Mukavemet; Sonlu elemanlar yöntemi

ANALYSIS OF TOWING HOOKS OF CARS

ABSTRACT

Towing hooks generally are assembled to vehicles as accessory. They are used to tow caravans and trailers having no engine, which provide accommodation and haulage of loads, respectively. So, the transport capacity of cars is increased safely. Towing hooks require different constructive structures due to different chassis or monocoque body of each car type; hence they are to be manufactured and assembled in small- or middle-size factories as per order. In this study, three different constructions of towing hook are modelled and structurally analysed. The results obtained are compared with each other to improve the structural strength.

Key Words : Towing hook; Car, Trailer; Strength; Finite element method

1. GİRİŞ

Binek otomobiller ile karavan veya römork gibi kendi motoru olmayan, barınma amaçlı veya yük taşımaya yönelik araçlar çekilebilmektedir. Bunun için de, genellikle araçlara sonradan monte edilen çeki kancalarından (towing hook) yararlanılır (Şekil 1-3). Yani, çeki kancası; çeşitli yükleri taşıyabilen açık veya kapalı yük römorklarını ve karavanları hareket ettirmek ve dolayısıyla binek aracının taşıma kapasitesini artırmak amacıyla kullanılır (Şekil 4-5).

Yurt dışında kullanım amacına göre değişik konstrüksiyonlar üretilse de, ülkemizde genelde

daha basit ve üretimi daha kolay olanları tercih edilmektedir. Çeki kancalarında her araç için, (Milliken and Milken, 2002; Kuralay, 2002; Demirsoy, 1991; Miller et al., 2000)'de belirtilen şasi veya monokok gövdenin alt bölümü ile stepnenin durumuna göre farklı konstrüksiyonlar gerektiğinden, seri üretimden ziyade siparişe, dolayısıyla araç modeline göre üretim yapılmaktadır. Bu çalışmada, küçük ve orta büyüklükteki işletmelerde yaygın olarak üretimi ve montajı yapılan üç farklı konstrüksiyonun modelleme ve yapısal analizi gerçekleştirilmiş olup, sonuçları karşılaştırılarak analiz edilmiştir.

1. 1. Römorklara İlişkin Yasal Hükümler

Karayolları 98/14/AT - Motorlu Araçlar ve Römorkları Tip Onayı Yönetmeliği'nce römorklar aşağıdaki gibi sınıflandırılmışlardır (Karayolları 98/14/AT-Yönetmelik):

O Sınıfı araçlar: Bir motorlu araç tarafından çekilen römork veya yarı römork, motorsuz yük taşıma aracıdır.

- O1 Sınıfı araçlar: Azami ağırlığı 0.75 tonu aşmayan motorsuz yük taşıma aracıdır.
- O2 Sınıfı araçlar: Azami ağırlığı 0.75 ton ile 3.5 ton arasındaki motorsuz yük taşıma aracıdır.
- O3 Sınıfı araçlar: Azami ağırlığı 3.5 tonu aşan, ancak 10 tonu aşmayan motorsuz yük taşıma aracıdır.

Bu sınıflar dahilindeki herhangi bir römorku çekmek için, araca eklenen çeki kancasının yetkili bir mühendis tarafından onaylanan projesi ruhsata işlenmek zorundadır. Ayrıca römork takılmış aracı kullanabilmek için, yönetmeliğin 86. maddesi uyarınca uygun sürücü belgesine sahip olunması gerekir.

Madde 86: B, C ve E Sınıfı sürücü belgesi sahipleri, araçlarına en çok yüklü ağırlığı 750 kg'a (750 kg dahil) kadar olan hafif römorklardan birini takabilirler. 750 kg üstündeki römorkları, araçlarına takıp kullanabilmeleri için uygulamalı sınavlardan geçirilmiş olmaları ve bunun belgelerine işlenmiş bulunması mecburidir.

Bu çalışmada, yukarıdaki veriler dahilinde çeki kancasına takılacak olan römorkün kütlesi 750 kg alınmış, hesaplamalar ve analizler bu doğrultuda yapılmıştır.

1. 2. Çeki Kancaları ve Montajı

Araç modeline ve tipine göre farklı çeki kancaları tasarlanmaktadır (Şekil 1-3). Ancak, bunların seri üretimi yaygın değildir. Şekil 4 - 5'de farklı çeki kancaları takılmış, değişik marka ve tipteki araçlar görülmektedir.



(a)



(b)

Şekil 1. a) "Tofaş Palio" b) "Fiat Doblo" için hazırlanan çeki kanca sistemi (www.towsure.co.uk, 2004)



(a)



(b)

Şekil 2. a) "Nissan Pick Up" b) "Hyundai Starex" için dizayn edilen çeki kancaları (www.towsure.co.uk, 2004)



(a)



(b)



(c)

Şekil 3. a, b, c) Daha çok yabancı marka araçlara takılan çeki kanca düzenekleri (www.bestbars.co.nz, 2004)

Kolay ve ucuz üretimleri ve montajları nedeniyle bu çalışmada aşağıdaki üç çeki kancasının modelleri hazırlanarak analizleri yapılmıştır:

- Şekil 4 ve 6'da görülen (Şekil 1a'ya da benzeyen) ve "Renault" marka araçlara monte edilen çeki kancası,
- Daha çok yabancı binek otomobillere monte edilen ve Şekil 3a ile 5 ve 7'de görülen çeki kancası,
- AKS Römork Endüstrisi'nin ürettiği, Şekil 1b ve 2'deki çeki elemanları ile benzerlikler gösteren ve Şekil 8a ve b'de verilen çeki kancası.



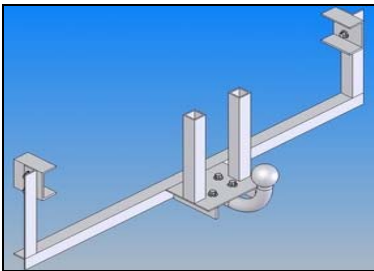
Şekil 4. "Renault Express"de çeki kancası



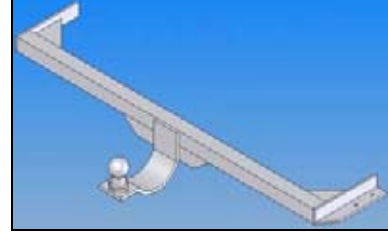
Şekil 5. E sınıfı "Mercedes"de çeki kancası

2. MODELLEME VE ANALİZ

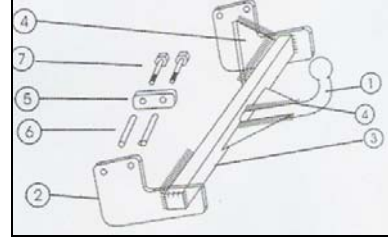
Bu araştırma kapsamında, çok sık kullanılan ve Şekil 6-8'de katı modelleri görülen üç konstrüksiyon seçilmiştir.



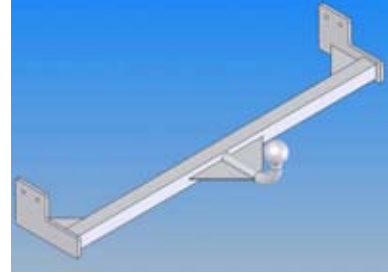
Şekil 6. "Renault Express" çeki kancası modeli



Şekil 7. Yabancı araçlarda kullanılan çeki kancası modeli



(a)



(b)

Şekil 8. a, b) AKS Römork Endüstri tarafından üretilen çeki kancası (Aks Römork End. Kat., 2003) ve modeli

Bu üç tip çeki kancası konstrüksiyonunun modellemesi "SolidWorks 2003" yazılımı yardımıyla yapılmıştır. "SolidWorks" programı kolay kullanımı, geniş yardım menüsü ve her parçanın ayrı ayrı modellenip sonra kolaylıkla birleştirilebilmesi gibi avantajları nedeniyle tercih edilmiştir. Her üç konstrüksiyonun da detaylı teknik resimleri hazırlanarak modeller oluşturulmuştur.

Konstrüksiyonların analizi, "SolidWorks"ün analiz modülü olan "CosmosWorks 7.0" tarafından yapılmıştır. "CosmosWorks"; kolay kullanımı, hızlı analiz yeteneği, geniş yardım menüsü ve sonuçların görsel olarak ayrıntılı şekilde değerlendirilebilmesi nedeniyle seçilmiştir.

2. 1. Çeki Kancasına Gelen Yükün Hesabı

Çeki kancasına gelen yükü hesaplarırken, gözönüne alınması gereken hızlanma ve frenleme olmak üzere iki temel durum vardır. Bu yükü hesaplamak için çekilen römorkün kütlesi, daha önce anlatılan nedenlerle O1 Sınıfındaki en yüksek değer olan 750 kg kabul edilmiştir. Kuvveti hesaplamak için

gereken hızlanma ve frenleme ivmeleri, çeşitli araç kataloglarından alınan ortalama sürelerle göre aşağıdaki gibi saptanmıştır.

2. 1. 1. Hızlanma Durumu

Kuralay (2002) ve Auto Show Test Yıllığı (2000) kaynaklarından saptandığı şekilde, aracın $v=0$ km/h'den $v = 50$ km/h'lik hıza römorksuz olarak hızlanması, $t = 3.8$ s'de gerçekleşmektedir. Bu durumda aracın ivmesi Denklem (1) ile saptanır:

$$a_a = \frac{v}{t} = \frac{50.000}{3.8} = 3.650 \text{ m/s}^2 \quad (1)$$

Römorklu durumda çeki kancasına gelen kuvvet ise, Denklem (2-4) yardımıyla $F_\zeta = 1500$ N olarak bulunur.

$$F_h = m_a a_a = 1000 \cdot 3,65 = 3.650 \text{ N} \quad (2)$$

$$F_h = m_t a_r \Rightarrow a_r = \frac{3.650}{1.750} \cong 2 \text{ m/s}^2 \quad (3)$$

$$F_\zeta = m_r a_r = 750 \cdot 2 = 1500 \text{ N} \quad (4)$$

a_a : Römorksuz aracın ivmesi (m/s^2)	F_h : Hızlanmaki atalet kuvveti (N)
a_r : Römorklu aracın ivmesi (m/s^2)	F_ζ : Çeki kancasına gelen kuvvet (N)
v : Römorklu aracın hızı (m/s)	$m_a = 1.000$ kg : Aracın kütlesi
t : Zaman (s)	$m_r = 750$ kg : Römorkun kütlesi
$m_t = 1.750$ kg: Toplam kütle	

2. 2. 2. Frenleme Durumu

Kuralay (2002) ve Auto Show Test Yıllığı (2000) kaynaklarından elde edilen verilere göre, aracın römorksuz olarak frenlemesi $v=60$ km/h'lik bir hızdan $v = 0$ km/h'a $t = 1.8$ s'de gerçekleşmektedir. Bu durumda aracın ivmesi ve çeki kancasına gelen kuvvet Denklem (2-4) ile

$$a_a = 9.3 \text{ m/s}^2; \quad a_r = 5.3 \text{ m/s}^2; \quad F_f = 9.300 \text{ N}; \quad F_\zeta = 4.000 \text{ N}$$

olarak hesaplanır. Burada, F_f frenlemedeki atalet kuvvetidir (N).

2. 2. CosmosWorks Yardımıyla Analiz

“SolidWorks” ile modellemeleri yapılan elemanlara statik analiz, temas analizi, frekans analizi, eğilme analizi, ısıl analiz, hareket analizi uygulanabileceği

gibi, bu programla çeşitli optimizasyon problemleri de çözülebilir.

“CosmosWork” ile analiz yapmak için önce nesne modellenmiş veya birden fazla parçadan oluşan montaj modeli hazırlanmış olmalıdır. Bu çalışmada, statik analiz birden fazla parçadan oluşan montaj modeli üzerinde yapılmıştır (Reddy, 1991 and Cook et al., 1989). Statik analizin aşamaları aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

2. 2. 1. Modelleme Aşaması

Analizin yapılabilmesi için, önce “SolidWorks” yazılımı aracılığıyla ilgili elemanın modeli hazırlanır.

2. 2. 2. Çalışma (Study) Tanımlama Aşaması

Model oluşturulduktan sonra, analizlerin yapılacağı ve girdilerin verileceği bir aktif analiz çalışma modülü tanımlanır ve analizin türü belirtilir. Bu projede konstrüksiyonun statik analizi yapılmıştır.

2. 2. 3. Sabitleme (Restraint) Tanımlama Aşaması

Analizi yapılacak konstrüksiyon, tasarlandığı şekilde yapısına ve kullanım koşullarına uygun olarak bir veya birden fazla yerden sabitlenir (Şekil 9, 15, 20).

2. 2. 4. Kuvvet (Force) Tanımlama Aşaması

Konstrüksiyona uygulanan kuvvetler ve momentler yer, yön, ve büyüklük girilerek tanımlanır. Bu çalışmada, frenleme ve hızlanma durumlarındaki iki ayrı ivmeye bağlı olarak, daha önceki bölümde hesaplanan iki ayrı kuvvet değerine göre analiz yapılmıştır. Ayrıca, viraj içinde frenleme durumu gözönünde bulundurulmuş ve ortaya çıkan kuvvet, 30° eğimle etki ettirilerek, mümkün olabilecek maksimum yüklenme değeri saptanmıştır.

2. 2. 5. Malzeme (Material) Seçim Aşaması

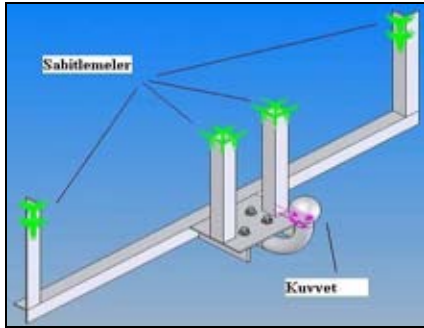
Malzeme olarak orta kalite bir çelik olması ve bu tür konstrüksiyonlarda kullanılması nedeniyle “AISI 1020 Çelik” seçilmiştir. “DIN 1.0402” ve yaklaşık olarak “Fe 50” mekanik özellikleri gösteren bu malzeme, “CosmosWorks”e ait malzeme listesinden alınmıştır.

2. 2. 6. Sonlu Elemanlara Ayırma (Mesh) Aşaması

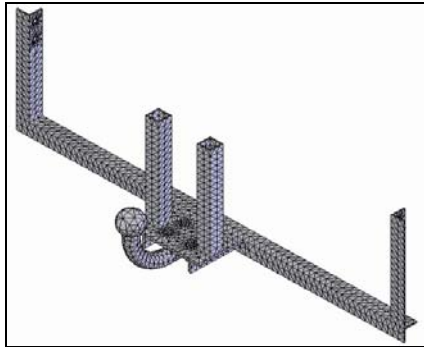
“CosmosWorks” sonlu elemanlar yöntemi tabanlı bir yapısal analiz programıdır. Bu yöntemde analizi yapılacak parça veya montajlı konstrüksiyon, sonlu

sayıda küçük elemanlara ayrılır. Her bir elemana ait deformasyon ve bu deformasyon sonucu oluşan gerilmeler saptanarak, toplanır ve gerçek sonuca çok yakın değerler elde edilir. Doğal olarak sonlu eleman sayısı ne kadar arttırılırsa analiz sonuçları o oranda tutarlı olur. Fakat sonlu eleman boyutları küçüldükçe ve sayıları arttıkça, oluşturulan diferansiyel denklem sayısı ve buna bağlı olarak, analiz için gereken süre artacak ve bilgisayarın belli bir sınırdan sonra işlem yapamaması ihtimali ortaya çıkacaktır (Cook et al., 1989; Reddy, 1991).

“Mesh” yapılırken, “ayarlar bölümü”ndeki sonlu elemanlarla ilgili çeşitli seçenekler ile ayarlar yapılabilir. Fakat bu çalışmadaki konstrüksiyonlar çok karmaşık olmadığı için, ayarlar değiştirilmeden kullanılmıştır (Şekil 10).



Şekil 9. Modeldeki sabitleme ve kuvvet uygulama noktaları



Şekil 10. Modelin “Mesh” yapılmış durumu

2. 2. 7. Temas (Contact/Gaps) Yerlerinin Saptanması

Kaynak yerlerinin az olması ve bu kısımların sorunsuz şekilde kaynak edilebildiği gözönünde bulundurularak, ilgili bölgeler tek parçaymış gibi (Bonded) seçilmiştir. Kaynaksız olan ve civatayla birleştirme sonucu oluşan bölgeler ise, temas yüzeyleri (Contact pair) olarak tanımlanmıştır. Söz konusu yüzeyler, gerçekte olduğu gibi, analiz sırasında uygulanan kuvvete göre birbirlerinden ayrılabilir; fakat iç içe geçemezler.

2. 2. 8. Analiz Aşaması

Tüm veriler girildikten sonra analiz yapılır. Parametrelerin fazlalığına, geometrinin karmaşıklığına, “mesh” yapısı ve boyutuna bağlı olarak analiz süresi uzayabilir. Analiz tamamlandıktan sonra sonuçlar hem grafik olarak hem de liste halinde elde edilmiş olur.

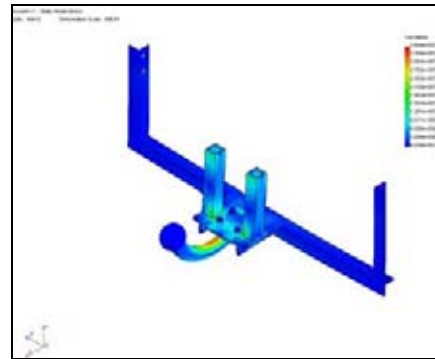
3. ANALİZ SONUÇLARI

Bu bölümde, modeli hazırlanan üç farklı konstrüksiyonda hızlanma ve frenleme durumları için, 2. Bölümde elde edilen kuvvetlere ve diğer verilere göre statik analiz yapılmış ve elde edilen analiz sonuçları her konstrüksiyon için verilmiştir.

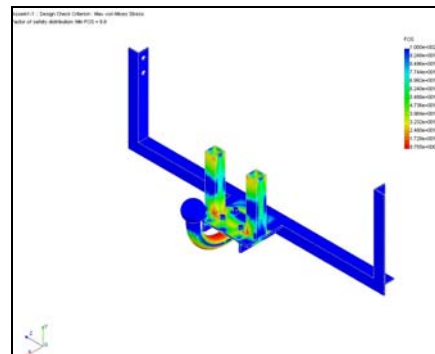
3. 1. Çeki Kancası I

3. 1. 1. Hızlanma Durumu

Bu durumda uygulanan kuvvet 1.500 N olup, uygulanma yeri, ayrıca çeki kancasının sabitleme yerleri Şekil 9’da görülmektedir. Analiz sonunda bulunan gerilme ve güvenlik katsayısı (FOS: Factory of Safety) değerleri Şekil 11-12’de ve Tablo 1’de verilmektedir.



Şekil 11. Gerilme dağılımı



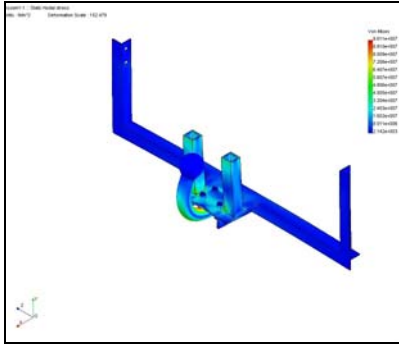
Şekil 12. Güvenlik faktörü

Tablo 1. Çeki kancası I, II ve III için Analiz Sonuçları ve Değerlendirme

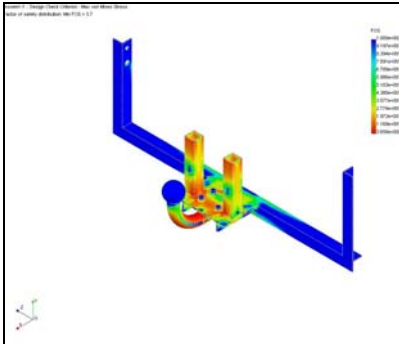
Dizayn	Durum	İvme (m/s^2)	Kuvvet (N)	Malzeme	Mesh Boyutu (mm)	Gerilme (N/mm^2)	Deformasyon	Yer Değiştirme (mm)	Güvenlik Faktörü	Minimum Güvenlik Faktörü	Sonuç	
1	0°	Hızlanma	2	1500	AISI 1020	6,4	46,82	$1,5 \cdot 10^{-4}$	0,299	7,5	2	Güvenli
		Frenleme	5,3	- 4000			124,8	$4,005 \cdot 10^{-4}$	0,798	2,8	2	Güvenli
2	0°	Hızlanma	2	1500	AISI 1020	7,2	60,74	$1,94 \cdot 10^{-4}$	0,795	5,8	2	Güvenli
		Frenleme	5,3	- 4000			162	$5,184 \cdot 10^{-4}$	2,119	2,2	2	Güvenli
	30°	Frenleme	5,3	- 4000			173	$5,537 \cdot 10^{-4}$	2,263	2,03	2	Güvenli
3	0°	Hızlanma	2	1500	AISI 1020	7,06	54,76	$1,78 \cdot 10^{-4}$	1,091	5,4	2	Güvenli
		Frenleme	5,3	- 4000			146	$4,76 \cdot 10^{-4}$	2,909	2,4	2	Güvenli

3. 1. 2. Frenleme Durumu

Burada kuvvet ters yönde ve 4.000 N olarak uygulanmaktadır. Analiz sonunda bulunan gerilme ve güvenlik katsayısı değerleri Şekil 13-14'de ve Tablo 1'de verilmektedir.



Şekil 13. Gerilme dağılımı



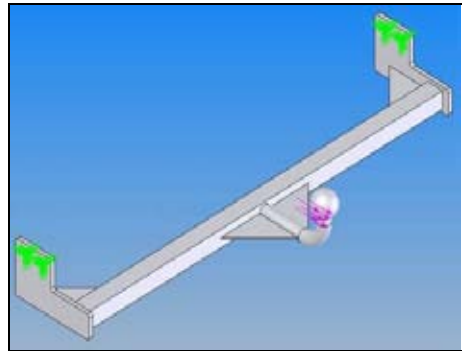
Şekil 14. Güvenlik faktörü (FOS) dağılımı

Söz konusu konstrüksiyonda, en yüksek gerilme değeri olan $\sigma = 96,11 N/mm^2$ ve en düşük güvenlik katsayısı değeri olan $FOS=3,65$ frenleme durumunda kancanın doğrudan bağlı olduğu orta bölümde ortaya çıkmakta, dolayısıyla Çeki Kancası I mukavemet açısından yeterli güvenlik payına sahip bulunmaktadır.

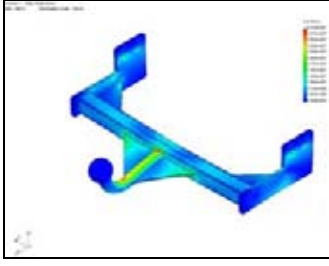
3. 2. Çeki Kancası II

3. 2. 1. Hızlanma Durumu

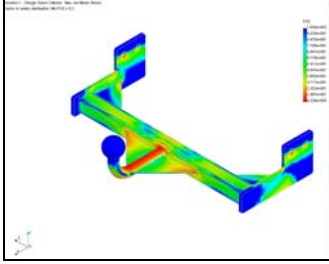
Hızlanma ivmesine göre hesaplanan kuvvet 1.500 N olup, uygulanma yeri ayrıca çeki kancasının sabitleme yerleri Şekil 15'de görülmektedir. Analiz sonunda bulunan gerilme ve güvenlik katsayısı değerleri Şekil 16-17'de ve Tablo 1'de verilmektedir.



Şekil 15. Sabitlemeler ve kuvvet yüklü konstrüksiyon



Şekil 16. Gerilme dağılımı

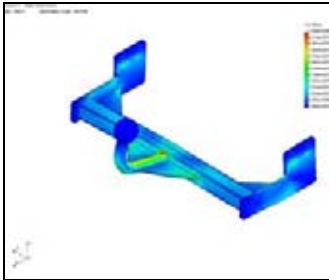


Şekil 17. Güvenlik faktörü (FOS) dağılımı

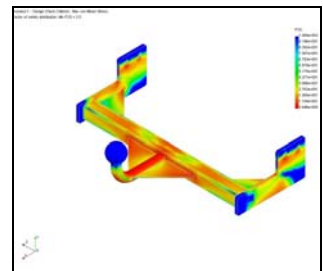
3. 2. 2. Frenleme Durumu

Çeki kancasına kuvvet, ters yönde ve 4.000 N olarak uygulanmaktadır. Analiz sonunda bulunan gerilme ve güvenlik katsayısı değerleri Şekil 18-19'de ve Tablo 1'de verilmektedir.

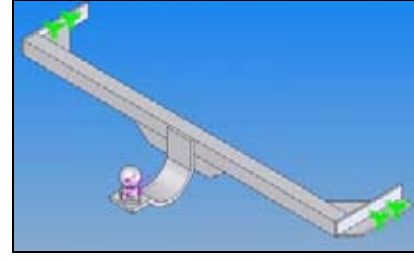
Bu sonuçlara göre, frenleme durumunda tüm konstrüksiyona yayılan kritik gerilme değerleri saptanmakla birlikte, güvenlik katsayısı değeri $FOS=3.9$ olduğundan, söz konusu konstrüksiyon yeterli güvenliğe sahiptir.



Şekil 18. Gerilme dağılımı



Şekil 19. Güvenlik faktörü (FOS) dağılımı

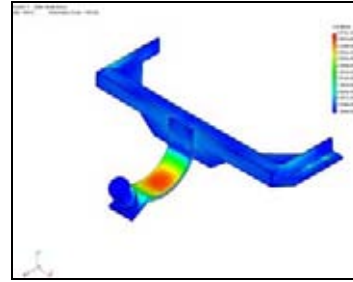


Şekil 20. Sabitlemeler ve kuvvet uygulama yönü

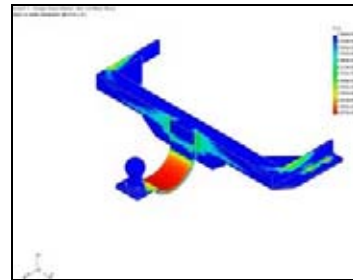
3. 3. Çeki Kancası III

3. 3. 1. Hızlanma Durumu

Çeki Kancası III, cıvata deliklerinden Şekil 20'de görüldüğü gibi sabitlenmiş ve hızlanma durumunda, hızlanma ivmesine bağlı olarak hesaplanan 1.500 N'luk kuvvet konstrüksiyona yüklenmiştir. Analiz sonunda bulunan gerilme ve güvenlik katsayısı değerleri Şekil 21-22'de ve Tablo 1'de verilmektedir.



Şekil 21. Gerilme dağılımı

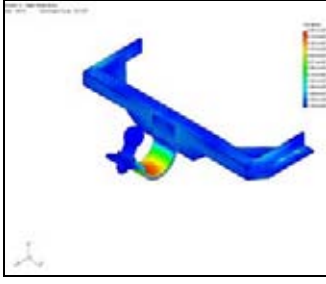


Şekil 22. Güvenlik faktörü (FOS) dağılımı

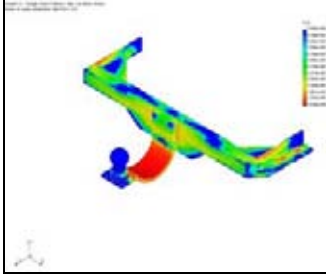
3. 3. 2. Frenleme Durumu

Frenleme ivmesine bağlı olarak, çeki kancasına kuvvet ters yönde ve 4.000 N olarak uygulanmaktadır. Analiz sonunda bulunan gerilme ve güvenlik katsayısı değerleri Şekil 23-24'de ve Tablo 1'de verilmektedir.

Frenleme durumunda saptanan değerler incelendiğinde, yüksek gerilmeler kancanın alt bölümünde yoğunlaşmakla birlikte, konstrüksiyonun yeterli güvenliğe sahip olduğu anlaşılmaktadır.



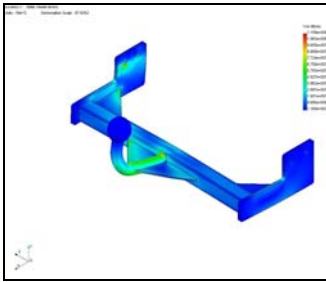
Şekil 23. Gerilme dağılımı



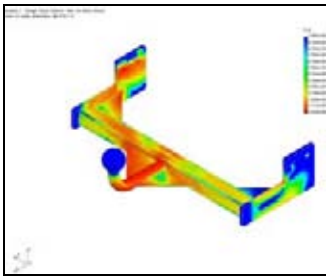
Şekil 24. Güvenlik faktörü (FOS) dağılımı

3. . Çeki Kancası II'ye Kuvvetin 30° Açıyla Etkimesi

Elde edilen analiz sonuçlarına göre güvenlik katsayısı değerini sağlamakla birlikte, en zayıf olan konstrüksiyon Çeki Kancası II'dir. Dolayısıyla, bunun montajlı olduğu aracın, virajda frenlemesi durumunda ortaya çıkacak maksimum 30° açılı frenleme kuvvetinin etkisi ayrıca incelenmiş ve $FOS = 3.035$ güvenlik faktörüne göre yeterli güvenliğin bulunduğu saptanmıştır. İlgili sonuçlar Şekil 25-26 ve Tablo 1'de verilmektedir.



Şekil 25. Gerilme dağılımı



Şekil 26. Güvenlik faktörü (FOS) dağılımı

4. ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümde, elde edilen ve şekillerle verilen analiz sonuçları, bir tablo olarak düzenlenmiştir. Çalışmanın amacı, incelenen çeki kancalarının minimum güvenlik faktörü olan $FOS = 3$ değerini sağlayıp sağlamadığını saptamak, dolayısıyla mukavemetleri hakkında kesin bir sonuca varmaktır.

Elde edilen sonuçlara göre, uygulanan kuvvetlerin sabit olması ve modellerin fazla kompleks olmamaları nedeniyle, çeki kancalarının tam sabitlenerek ve de civata ile montajlanarak yapılan analizlerinde büyük bir fark olmadığı anlaşılmıştır. Tablo 1'de görülebileceği gibi, güvenlik faktörünün en kritik olduğu durum frenleme değerleridir. Ancak, frenleme durumunda en az 3 güvenlik faktörü sağlanmaktadır. Konstrüksiyonlar içinde güvenlik faktörü her iki durumda da en yüksek olan Çeki Kancası I adını taşıyan konstrüksiyondur. Çeki Kancası II, frenleme değeri en düşük olan konstrüksiyondur. Bu nedenle, ayrıca frenleme kuvvetinin örneğin virajda 30° açıyla etkimesi durumu, özellikle bu konstrüksiyon üzerinde incelenmiş ve aranan güvenlik faktörünün ($FOS = 3.03$) sağlandığı saptanmıştır. Sonuç olarak, üretilen bu çeki kancalarının, 750 kg toplam kütleli römorkları çekmede yeterli güvenliğe sahip oldukları, ancak daha büyük römorkları çekemeyecekleri ortaya konmuştur.

5. KAYNAKLAR

Anonim, 1998. Karayolları 98/14/AT - Motorlu Araçlar ve Römorkları Tip Onayı Yönetmeliği.

Anonim, 2003. Aks Römork Endüstri Kataloğu.

Anonim, 2000. Auto Show Test Yıllığı, 2000, İstanbul.

Cook, R. D., Malcus, D. S. Plesha, M. E. 1989. Concepts and Applications of Finite Element Analysis, John Wiley & Sons Inc., USA.

Demirsoy, M. 1991. Motorlu Taşıtlar, Cilt 2, Birsen Yayınevi, İstanbul.

Kuralay, S. 2002. Motorlu Taşıtların Yapı Elemanları, DEÜ. Müh. Fak. Basım Ünitesi, İzmir.

Milliken, W. F., Milken, D. L. 2002. Chassis Design-Principles and Analysis, Professional Engineering Pub.

Miller, W. S., Zhuang, L., Bottema, J. Wittebrood, A. J., De Smet, P., Haszler, A., Vieregge, A. 2000. Recent Development in Aluminium Alloys for the Automotive Industry, Materials Science and

Engineering A280, 37-49.

Reddy, J. N. 1993. Introduction to the Finite Element Method, 2nd Ed., McGraw Hill, New York.

www.bestbars.co.nz, 2004.

www.towsure.co.uk, 2004
