

**T.C
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ÜÇ NOKTA ASKI SİSTEMİ TEST CİHAZI TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Erdal DEĞER

Enstitü Anabilim Dalı

: MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı

: Doç. Dr. Hüseyin PEHLİVAN

Temmuz 2016

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÜÇ NOKTA ASKI SİSTEMİ TEST CİHAZI
TASARIMI**

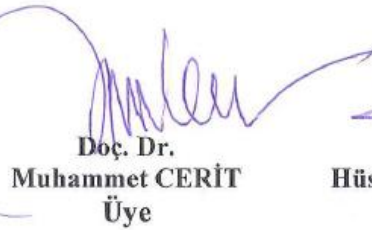
YÜKSEK LİSANS TEZİ

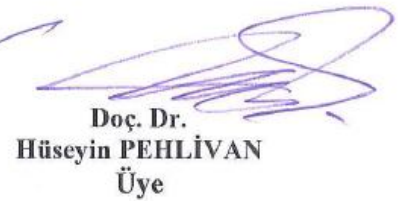
Erdal DEĞER

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 22/07/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr.
Hasan Rıza GÜVEN
Jüri Başkanı


Doç. Dr.
Muhammet CERİT
Üye


Doç. Dr.
Hüseyin PEHLİVAN
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Erdal DEĞER

03/06/2016

TEŞEKKÜR

“Üç nokta askı sistemi test cihazı tasarımı” adlı yüksek lisans çalışmasında, karşılaşılan her güçlükte bilimsel ve manevi desteğini benden esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Hüseyin PEHLİVAN’a, tasarımın gerçekleştirilmesinde yardımlarını esirgemeyen Sn. Haluk Karaağaç’a, test cihazının üretiminde tüm imkânları sunan Isılsan Makina Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi, Genel Müdürümüz Sn. Turan ERDEMLİ ve Genel Müdür Yardımcımız Sn. İlhan DÜZGÜN’e derin teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	x
SUMMARY	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
1.1. Giriş	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	3
1.3. Çalışmanın Organizasyonu	6
BÖLÜM 2.	
KAYNAK ARAŞTIRMASI	7
2.1. TS660 Standardı (Nisan 1986).....	7
2.1.1. Üç nokta askı sistemi elemanları.....	7
2.1.1.1. Üst askı noktası.....	8
2.1.1.2. Alt askı noktaları.....	8
2.1.1.3. Üst bağlantı noktası	8
2.1.1.4. Alt bağlantı noktaları	8
2.1.1.5. Üst bağlantı kolu (orta kol).....	8
2.1.1.6. Alt bağlantı kolları (yan kol)	8
2.1.1.7. Üst askı pimi	8
2.1.1.8. Üst bağlantı pimi.....	9
2.1.1.9. Yaylı emniyet pimleri	9

2.1.1.10. Ayarlı askı kolları	9
2.1.2. Üç nokta askı sistemi elemanlarının konumları	9
2.1.2.1. Bağlantı çatı yüksekliği	10
2.1.2.2. Alt askı noktaları yüksekliği	10
2.1.2.3. Düşey ayar yüksekliği.....	10
2.1.2.4. Alt askı noktaları aralığı	10
2.1.2.5. Kaldırma aralığı	10
2.1.2.6. Taşıma yüksekliği	11
2.1.2.7. Alt askı nokta mesafesi	11
2.1.3. Üç nokta askı sistemi sınıflandırılması	11
2.1.4. Üç nokta askı sistemi boyutları	11
2.2. Tarım Alet ve Makinaları (2011)	12
2.3. Toprak İşleme Gücü Optimizasyonu İçin Üç Nokta Askı Mekanizmasının Enstrümantasyonu (2006).....	12
2.4. Çalışma Sırasında Toprak İşleme Aletleri ve Tarım Traktörleri Arasında Yük Ölçümleri İçin Üç Nokta Askı Dinamometresi	12
BÖLÜM 3.	
TEST DÜZENİĞİNİN TASARIMI.....	13
3.1. Burulma Testi	13
3.2. Eğme Testi.....	15
3.3. Yanal Kuvvet Testi.....	17
3.4. Çekme Testi.....	18
3.5. Kritik Kesit hesapları	19
3.5.1. Pergel giriş kesit hesabı.....	20
3.5.2. Pergel giriş bağlantı pimi kesit hesabı.....	22
3.5.3. Pergel bağlantı menteşe kesit hesabı	23
3.5.4. Köprü direkleri burkulma kesit hesabı	24
3.6. Tasarım.....	25
3.7. Hidrolik Silindir ve Hidrolik Ünite Seçimi	28
3.8. Test Düzenğinde Parametrelerin Ölçümü ve Kontrolü	29

BÖLÜM 4.

ANALİZ.....	30
4.1. Catia	30
4.2. Catia v5 Generative Structural Analysis Modülü	30

BÖLÜM 5.

DENEY VE ANALİZ SONUÇLARI	34
5.1. Deneyler	34
5.1.1. Deney 1 (burulma testi).....	34
5.1.2. Deney 2 (eğme testi)	35
5.1.3. Deney 3 (yanal kuvvet testi).....	37
5.1.4. Deney 4 (çekme testi).....	38
5.2. Analizler	40
5.2.1. Analiz 1 (burulma testi).....	40
5.2.2. Analiz 2 (eğme testi)	42
5.2.3. Analiz 3 (yanal kuvvet).....	43
5.2.4. Analiz 4 (çekme testi)	45
5.3. Deney ve Analizlerin Karşılaştırılması	47

BÖLÜM 6.

TARTIŞMA VE ÖNERİLER	50
KAYNAKLAR	51
ÖZGEÇMİŞ	52

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

a	: Alt kolların ekipmana bağlandığı küresel mafsallar arasındaki mesafe [mm]
A	: Alan [mm ²]
c	: Arka aks eksenini ile uygulanan yük eksenini arasındaki mesafe [mm]
E	: Elastiklik modülü [N/mm ²]
F	: İndis yönünde kuvvet [N]
F _k	: Kesme kuvveti [N]
G	: Alt kaldırma kolu küresel mafsallının eksenini ile ekipmanın orta kola bağlantı noktası arasındaki mesafe [mm]
GVW	: Brüt araç ağırlığı [kg]
h	: Alt kaldırma kolu küresel mafsallının eksenini ile ekipmanın orta kola bağlantı noktası arasındaki mesafe [mm]
I	: Atalet momenti [mm ⁴]
IPB	: Paralel flanş yüzeyli geniş I taşıyıcı
L	: Boy [mm]
P	: Basınç [MPa]
PTO	: Power take off – traktör çekme kuvveti [kW]
WB	: Wheel base – traktör dingil mesafesi [mm]
WD	: wheel drive – tekerlek tahrik sayısı
W _x	: İndis ekseninde mukavemet momenti [mm ³]
α	: Orta kolun yatayla yaptığı açı [°]
σ _{egmax}	: Eğilme gerilmesi [N/mm ²]
M _{egz}	: Eğilme Momenti [Nmm]
W _{egz}	: Eğilme mukavemet momenti [mm ³]
σ _ç	: Çekme gerilmesi [N/mm ²]

$\sigma_{\text{ÇEM}}$: Emniyetli çekme mukavemeti [N/mm²]

τ_K : Kesme gerilmesi [N/mm²]

τ_{KE} : Emniyetli kesme gerilmesi [N/mm²]



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Üç nokta askı sistemi	4
Şekil 2.1. Üç nokta askı sistemi elemanları ve bağlantı noktaları	7
Şekil 2.2. Üç nokta askı sistemi elemanlarının birbirleriyle, zeminle ve traktörle olan mesafeleri.....	9
Şekil 2.3. Üç nokta askı sistemi elemanlarının birbirleriyle, zeminle ve traktörle olan mesafeleri.....	10
Şekil 3.1. Torsiyon testi (3 Nokta askı sistemi test şartnamesi, 2012)	13
Şekil 3.2. Torsiyon test düzeneği	15
Şekil 3.3. Eğme testi (3 Nokta askı sistemi test şartnamesi, 2012).....	16
Şekil 3.4. Eğme test düzeneği	17
Şekil 3.5. Yanal kuvvet testi (3 Nokta askı sistemi test şartnamesi, 2012).....	17
Şekil 3.6. Yanal kuvvet test düzeneği	18
Şekil 3.7. Çekme testi (3 Nokta askı sistemi test şartnamesi, 2012).....	18
Şekil 3.8. Çekme test düzeneği	19
Şekil 3.9. Burulma ve eğme testi için pergel giriş geometrisi	20
Şekil 3.10. Burulma ve eğme testi için pergel giriş bağlantı pimi geometrisi	22
Şekil 3.11. Burulma ve eğme testi için pergel giriş menteşe geometrisi	23
Şekil 3.12. Çekme testi geometrisi.....	24
Şekil 3.13. Burkulma hesabı formülü (Mukavemet ve malzeme, Kutay, 2009).....	25
Şekil 3.14. Test düzeneği catia görüntüsü.....	26
Şekil 3.15. Deney parçalarının test düzeneğindeki konumu	26
Şekil 3.16. Burulma testi catia görüntüsü	27
Şekil 3.17. Eğme testi ve çekme testi catia görüntüsü	27
Şekil 3.18. Yanal kuvvet testi catia görüntüsü	28
Şekil 4.1. Çözümleme modeli ağ yapısı örneği	31
Şekil 4.2. Burulma analizi kuvvet uygulama ve sabitleme bölgeleri.	31

Şekil 4.3. Eğme analizi kuvvet uygulama ve sabitleme bölgeleri.....	32
Şekil 4.4. Yanal kuvvet analizi kuvvet uygulama ve sabitleme bölgeleri.	32
Şekil 4.5. Çekme analizi kuvvet uygulama ve sabitleme bölgeleri.....	33
Şekil.5.1. Burulma testi uygulaması	34
Şekil 5.2. Burulma testi deplasman grafiği	35
Şekil 5.3. Eğme testi uygulaması	36
Şekil 5.4. Eğme testi deplasman grafiği.....	37
Şekil 5.5. Yanal kuvvet testi uygulaması	37
Şekil 5.6. Yanal kuvvet testi deplasman grafiği.....	38
Şekil 5.7. Çekme testi uygulaması	39
Şekil 5.8. Çekme testi deplasman grafiği.....	40
Şekil 5.9. A parçası burulma testi analizi.....	41
Şekil 5.10. B parçası burulma testi analizi.....	41
Şekil 5.11. C parçası burulma testi analizi.....	41
Şekil 5.12. D parçası burulma testi analizi.....	42
Şekil 5.13. A parçası eğme analizi	42
Şekil 5.14. B parçası eğme analizi	42
Şekil 5.15. C parçası eğme analizi	43
Şekil 5.16. D parçası eğme analizi	43
Şekil 5.17. A parçası yanal kuvvet analizi	44
Şekil 5.18. B parçası yanal kuvvet analizi	44
Şekil 5.19. C parçası yanal kuvvet analizi	44
Şekil 5.20. D parçası yanal kuvvet analizi	45
Şekil 5.21. A parçası çekme testi analizi.....	45
Şekil 5.22. B parçası çekme testi analizi.....	46
Şekil 5.23. C parçası çekme testi analizi.....	46
Şekil 5.24. D parçası çekme testi analizi.....	47
Şekil 5.25. Burulma deney ve analiz karşılaştırma grafiği	48
Şekil 5.26. Eğme deney ve analiz karşılaştırma grafiği	48
Şekil 5.27. Yanal kuvvet deney ve analiz karşılaştırma grafiği	49
Şekil 5.28. Çekme deney ve analiz karşılaştırma grafiği	49

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 2.1. Üç nokta askı sistemleri sınıflandırması	11
Tablo 2.2. Üç nokta askı sisteminin askı noktaları boyutları	12
Tablo 3.1. Mesafelerin tanımları (3 Nokta askı sistemi test şartnamesi, 2012)	14
Tablo 3.2. GVW hesaplanması (3 Nokta askı sistemi test şartnamesi, 2012)	14
Tablo 3.3. Eğilme gerilmesi formülleri (Mukavemet ve malzeme, Kutay, 2009) ..	20
Tablo 3.4. Malzemelerin mekanik özellikleri	20
Tablo 3.5. Paralel flanş yüzeyli geniş I taşıyıcı boyutsal ve mekanik özellikleri ...	21
Tablo 3.6. Kesme gerilmesi hesabı formülü (Mukavemet ve malzeme, Kutay, 2009)	22
Tablo 3.7. Çekme gerilmesi hesabı formülü (Mukavemet ve malzeme, Kutay, 2009)	23
Tablo 5.1. Burulma testinde uygulanan kuvvetler	35
Tablo 5.2. Eğme testinde uygulanan kuvvetler	36
Tablo 5.3. Yanal kuvvet testinde uygulanan kuvvetler	38
Tablo 5.4. Çekme testinde uygulanan kuvvetler	39
Tablo 6.1. Deney ve analiz sonucu oluşan deplasmanların karşılaştırması	50

ÖZET

Anahtar kelimeler: Üç nokta askı sistemi, test düzeneği, test uygulaması

Tarım ekipmanları traktörlere üç nokta askı sistemi aracılığıyla bağlanır. Bu ekipmanlar kullanılırken üç nokta askı sistemi çekme, eğilme, burulma gibi çeşitli yüklemelere maruz kalır. Bu yükler, sistemdeki elemanların zamanla yorulmasına ve hasar görmesine neden olur. Üç nokta askı sistemini oluşturan elemanlar uygun malzeme ve üretim yöntemleriyle üretilmedikleri halde, üzerine gelen kuvvetlere yeterli mukavemeti gösteremez. Bu durum eğilme, kırılma ve kopma ile sonuçlanabilir. Bu çalışmada, ilk olarak üç nokta askı sistemi elemanlarının traktör üzerinde işlevini görürken maruz kaldıkları kuvvetlere göre tasarımı ve modellemesi yapıp, daha sonra da test edilebilmesini sağlayacak düzeneğin prototipi üretildi.

Geliştirilen test düzeneği ile üç nokta askı sisteminin deneme testleri yapıldı ve elde edilen sonuçlar neticesinde üç nokta askı sistemi üzerine öngörülen yüklerin, test düzeneği ile uygulanabildiği görüldü.

THE TEST DEVICE OF THREE-POINT LINKAGE SYSTEM

SUMMARY

Keywords: Three-point linkage system, test device, testing

Farming equipment is connected to tractor by three-point linkage system. Three-point linkage system is exposed to various loads as pulling, bending and torsion when the farming equipment is used. This loads, cause fatigue and damage to elements in the system. If the elements constituting the three-point linkage system are produced without suitable materials and production methods, they cannot demonstrate sufficient strength to loads on. This situation causes to bending, cracking and breaking. In this study, first, the designing and modeling is made for the test device to test the elements of three-point linkage system then produced the prototype.

The trial tests were performed on the three-point linkage system. It was seen that the loads can be demonstrated by the test device on the three-point linkage elements.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Giriş

Tarımsal faaliyetler insanoğlunun yerleşik hayata geçmesiyle en önemli beslenme ve yaşam kaynağı olmuştur. Zamanla Dünya nüfusunun artması, tarım alanlarının farklı amaçlar için kullanılması, çevre ve hava koşullarının tarımı olumsuz etkilemesi, tarımsal besin kaynaklarının bilinçsiz olarak tüketilmesi, tarımda verimliliğin artırılmasını kaçınılmaz kılmıştır. Tarımda verimliliğin artırılmasını toprak şartları, tohum, gübre, ilaç iklim ve harcanan iş gücü doğrudan etkilemektedir.

İlk zamanlarda tarımda iş gücü olarak insan ve hayvan gücünün kullanılması faaliyetlerin tamamlanması için uzun zamanlara ihtiyaç duyulmasını gerekli kılmıştır. Bu durum işlerin zamanında tamamlanamamasına ve verimliliğin düşük olmasına sebep olmuştur. Tarımda hayvan gücünün kullanılmaya başlanmasıyla toprağı işlemek için çeşitli araçlar geliştirilmiştir. Bu araçların en önemlisi dönemine damgasını vuran kara saban olarak adlandırılmıştır. Karasaban ile insanın harcadığı iş gücü azalarak daha geniş alanların işlenmesi mümkün olmuştur.

Nüfusun artmasıyla birlikte tüketimin de artması, gelişen teknolojiye paralel olarak tarımda verimliliği artıracak araştırmaların yapılmasını zorunlu hale getirmiştir. Araştırmalar sonucunda her oluşturulan alet toprağın daha kolay işlenmesini sağlamıştır. Gelişen teknoloji ile tarım alanında mekanizasyonun ilk adımları atılmaya başlanmış, artık insan ve hayvan gücü yerine makine gücünden yararlanılmaya başlanmıştır. Tarımda mekanizasyonun ilerlemesi modern tarıma geçişin ilk adımları olmuştur.

Tarımda makinalaşmanın en önemli aşaması Traktörler olmuştur. Makinalaşma sürecinde; traktör masraflı bir araç olarak görülse de ilerleyen zamanlarda işlevi ve işgücüyle kendisini amorti edebilecek bir makine haline gelmiştir. Bugün Traktörler tarım sektöründe teknoloji düzeyi en yüksek olan ve en verimli makinalardır. Traktörler bugün tarım işlerinin vazgeçilmez bir makinası olmuştur. Traktörler sayesinde çiftçi daha az zamanda daha fazla iş yapabilir hale gelmiştir.

Tarım traktörü, tarımsal üretimde kullanılan çeşitli tarım alet ve makinalarını çekmek, itmek ve taşımak için gerekli çeki kuvvetini, çalıştırmak için gerekli döndürme gücünü, kaldırmak için gerekli hidrolik gücü sağlamak amacıyla yapılmış tekerlekli, paletli veya yarı paletli, genellikle kuyruk mili kayış kasnağı, çeki ve askı düzenlerine sahip ve bir sürücü tarafından yönetilen kendi yürür bir makinedir (OECD, 1982).

Tarım traktörlerinin birçok değişik amaç için kullanım alanı vardır. Bunlar, çekme, itme taşıma, yükleme vb. sıralanabilir. Kullanım alanlarına göre, hız, dümenleme, çeki yeteneği, dengeli ve güvenli çalışması önem arz etmektedir. Günümüzdeki tarım traktörleri, çekerek, iterek ya da taşıyarak tarım makinalarını çalıştırdığı gibi, kuyruk mili yardımıyla, dönerek çalışan makinalara güç iletimi sağlayabilmekte ve basınçlı yağ yardımıyla, hidrolik güçle çalışan makinaları da çalıştırabilmektedir.

Tarım traktörleri genellikle başka bir ziraat makinası ile beraber kullanılır. Bunlar, traktörün önüne, arkasına veya ortasına bağlanabilir, asılabilir veya traktörlerden alınan hareketle çalışırlar Hidrolik kaldırma düzeninin uygulanmasından önce, bu araçlar sadece çekilebilir nitelikte tasarlanmakta idi. Günümüzde hidrolik kaldırma düzeninin bütün traktörlerde yaygınlaşmasından sonra "üç nokta askı sistemi" denilen düzenle hidrolik kaldırıcı düzeninin beraber çalıştırılması sonucu, bu araçların çoğu asılan türden yapılmaktadır.

Bir kuvvet makinası olarak traktörden iş makinalarına hareketin çeki kuvveti olarak iletimi, üç nokta askı sistemi ve çeki demiri ile yapılmaktadır. İş makinası kullanılırken üç nokta askı sistemi çeşitli kuvvetlere maruz kalmaktadır. Bunlar,

çekme, eğme, burulma vb. kuvvetlerdir. Bu kuvvetler sistemdeki elemanların zamanla yorulmasına sebep olmaktadır. Üç nokta askı sistemini oluşturan elemanlar uygun malzeme ve üretim yöntemleriyle üretilmediklerinde, üzerine gelen kuvvetlere yeterli mukavemeti gösteremez. Bu durum kopma, kırılma ve eğilmeyle sonuçlanır.

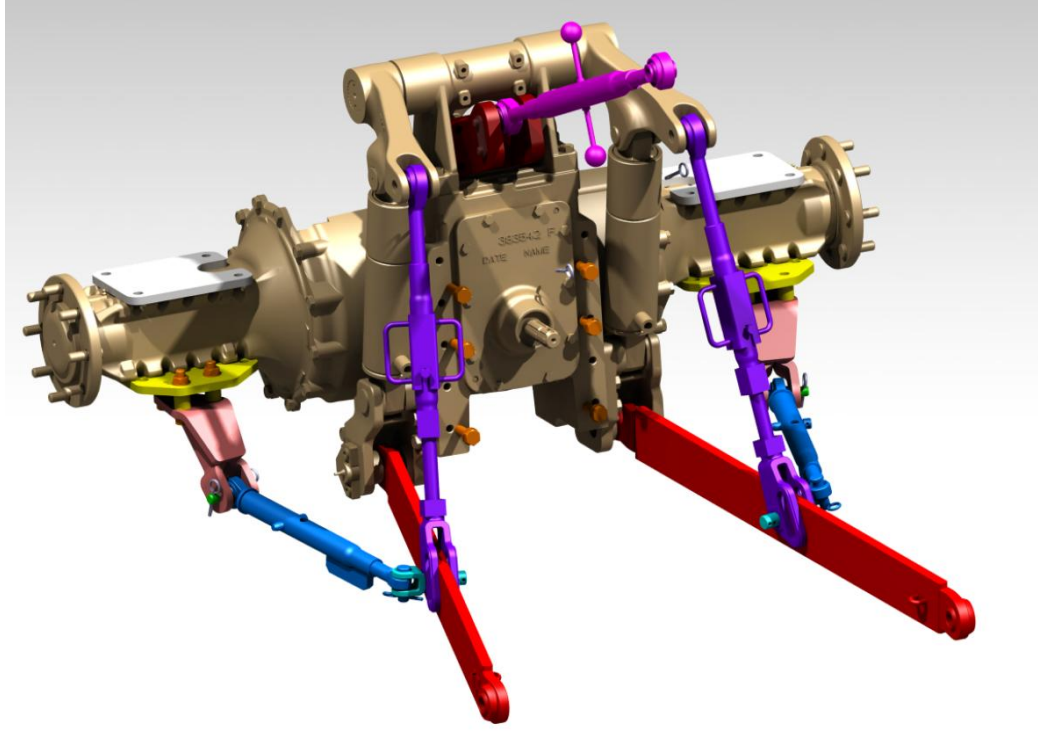
TS 660 standardında belirtilen şartlarda üretilen üç nokta askı sistemi elemanlarının boyutlandırılması doğru tasarlanmadığında yetersiz mukavemet olabileceği gibi, gereksiz yere fazla mukavemet te oluşması muhtemeldir. Her ikisi de istenmeyen bir durumdur. Sistemdeki elemanların uygun kesitlerde tasarlanması gerekmektedir.

Gerek üretim yöntemleri ve şartlarının doğruluğu, gerekse tasarımın doğruluğunu görebilmek için üç nokta askı sisteminin gerçek hayatta çalışma koşullarında maruz kalacağı yükleri simüle edecek ve sistemin ömür testini yapabilecek bir düzenek ihtiyacı ortaya çıkmaktadır.

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Traktörler tarımda en çok arkalarında çektikleri pulluk, ekim makinesi, toprak frezesi, silaj makinesi, pülverizatör gibi çok çeşitli ekipmanlarla iş yaparlar. Bu ekipmanların ağırlıkları traktörün ağırlığına göre ciddi bir boyuttadır. Traktör arka dingiline gelen ağırlık yeterli olmadığı için, ağır çeki işlerinde gerekli olan kuvveti çoğu kez geliştirememektedir.

Günümüz traktörleri oldukça hafif yapılı olarak imal edilmektedirler. Bu sakıncanın önüne geçmek için, traktör dingiline gelen ağırlığı arttırmak gerekmektedir. Çeki kancası, ya da çeki demirine gelen makine ağırlığını arttırarak arka dingil yükünü artırma olanağı vardır. Ne var ki, bu tip yüklemede ön dingile gelen yük, aşırı şekilde azalarak dümenleme etkinliği kaybolmakta ve traktörün dengesi bozulmaktadır. Bu durumun önlenmesi için alet bağlama noktasının arka dingilin önüne geçirilmesi gerekmektedir. Üç nokta askı sistemi bu ihtiyaca yönelik bir çözüm olarak geliştirilmiştir (Şekil 1.1.).



Şekil 1.1. Üç nokta askı sistemi

Farklı boyut ve ağırlıklardaki ekipmanların traktörlere bağlanabilmesi için TS 660 standardı ile belirlenmiş pek çok bağlantı düzeneği geliştirilmiştir. Bu düzenekler hem traktör hem de bağlanacak ekipmanda bulunmakta olup karşı karşıya getirilerek birbirine bağlanmaktadır.

Ülkemizde çok sayıda firma 3 nokta askı sistemi düzeneği üretimi yapmaktadır. Ancak, gerek ürünün son kullanıcılarından gerek üretim sektöründen yapılan araştırmalar sonucunda 3 nokta askı sistemi üretiminden kaynaklı çok sayıda sorunla karşılaşmıştır. Bu sorunlardan bazıları aşağıda listelenmiştir.

- a. Gerekli dayanım testleri ile doğrulamadan üretimine devam edilen mukavemet seviyesi düşük ürünler
- b. Eklem parçalarının bükülmesi
- c. Kopma ve kırılmalar
- d. Yüzey deformasyonları

Bu sorunlar, kullanımda fonksiyon ve güvenlik açısından önemli zararlarla sonuçlanmakta olup sistemin bir test düzeneği ile detaylı bir şekilde kontrolü önemli bir ihtiyaç olarak gündeme gelmektedir. Tasarım ve ürünün doğrulanması aşamasında ürünün kalitesine etki eden parametrelerin kontrolü, hedeflenen kalitenin sağlanması için önemli bir unsurdur.

Yapılan literatür taramalarında her ne kadar üç nokta askı sistemi için hesaplama ve tasarım bilgileri olsa da çalışma şartlarını simüle edecek bir test düzeneğine rastlanmamıştır.

Bu çalışmada; daha yüksek kalitede ve tamamıyla yerli bir üretim gerçekleştirmek, yüksek kalite standardı ile bu sektörde oluşabilecek kaza risklerini azaltmak, geliştirme çalışmalarında elde edilen bilgi birikimi ile farklı alanlarda kuvvet tabanlı ölçüm yapmaya imkân verecek bir altyapı eldesi ve müşteriye özel ürün geliştirme ihtiyacının karşılanabilmesi, hafifletme, yeni alternatif malzeme kullanımı, maliyet azaltma ve alternatif üretim tekniklerinin geliştirilebilmesi için üç nokta askı sistemi test cihazının tasarımı gerçekleştirilmiştir. Üç nokta askı sistemi test cihazında farklı güçlerdeki ve büyüklükteki traktörlerde kullanılan çok sayıda çeşide uygun basınç, sıcaklık, yer değiştirme, kuvvet ve stres ölçümünün yapılabileceği bir sistem tasarlanmıştır.

Tasarlanan sistemin sağlaması hedeflenen fonksiyonlar;

- a. Kuvvet: Traktöre bağlanan ekipmanların çoğu ağırlığı yüksek parçalardır. Bu ağırlıkların traktörlere etkisiyle büyük bir kuvvet oluşur. Traktör tarafında, oluşan kuvveti taşıyan parça ise 3 noktalı askı sistemidir. 3 noktalı askı sistemi için en temel beklenti bu kuvveti karşılayabilmesidir. Geliştirilen test düzeneği sayesinde, 3 noktalı askı sisteminin ne kadar kuvveti kaldırabileceği kullanım öncesinde tespit edilebilecek ve bu tespit yardımıyla müşterinin ihtiyacını karşılayabilecek özel parçaların tasarımı mümkün olabilecektir. Bu sistem ile parçaların hem kalite hem de ömrünü iyileştirmek mümkün olacaktır.

- b. Gerilim: 3 nokta askı sistemi güvenlik açısından önemli parçalardır. 3 Nokta askı sistemi üzerinde oluşan kuvvete bağlı olarak, malzeme kalitesine ve ömrüne etki eden gerilimler oluşabilmektedir. Bu gerilmelerin sonunda fiziksel zarar doğacak ve kopma ile sonuçlanabilecek olumsuz durumlarla karşılaşılabilir. Yapılacak test sırasında, parçanın kaldırabileceği kuvvet limitini araştırırken, gerilim testinin vereceği sonuçlar, parçanın taşıyabileceği maksimum kuvvet limitini belirleyecektir.
- c. Yer değiştirme: Geliştirilecek sistem için yer değiştirme uygulanan kuvvet karşısında üründe oluşan elastik deformasyondur. 3 nokta askı sistemi için yer değiştirme parametresi ezilme ve şekilsel bozuklukların önceden tayini için önemlidir.
- d. Basınç: Ölçülmesi hedeflenen basınç değeri testler sırasında kuvveti oluşturacak hidrolik sistemin üzerinde oluşan basınçtır. Bu sayede gerçek hayatta kuvvetin oluşmasına etki eden bazı parametreleri de belirlemek mümkün olacaktır.
- e. Sıcaklık: Her iki sisteminde kullanım sırasında hareket salınımları çok fazladır. Gerek malzeme sıcaklığından gerek ortam ısısından dolayı sıcaklık değerleri malzemenin iç bağ dokusunu zayıflatır. Bu sebepten dolayı ürünün davranışlarına etki eden parametreler arasında ortam sıcaklığı da bulunmaktadır. Sistemin, sıcaklık kontrollü bir şekilde geliştirilmesi ile farklı çevre koşulları için ürün özelliklerinin test edilebildiği bir çözüm eldesi mümkün olacaktır.

1.3. Çalışmanın Organizasyonu

Bu çalışma 6 bölüm ve eklerinden oluşmaktadır. İlk bölümde temel kavramlar, çalışmanın amacı ve katkısıyla birlikte izlenilecek yol açıklanmıştır. İkinci bölümde literatür araştırmaları, malzeme ve bileşen araştırmaları, hesaplama metodlarının araştırılması ve yöntem belirlenmesine yer verilmiştir. Üçüncü bölümde mekanik tasarım, hidrolik tasarım ve yazılım tasarımı yapılmıştır. Dördüncü bölümde testleri yapılan ürünlerin analiz çalışmalarına yer verilmiştir. Beşinci bölümde ürün deney ve analiz sonuçlarına yer verilmiştir. Son bölümde tartışma ve önerilere yer verilmiştir.

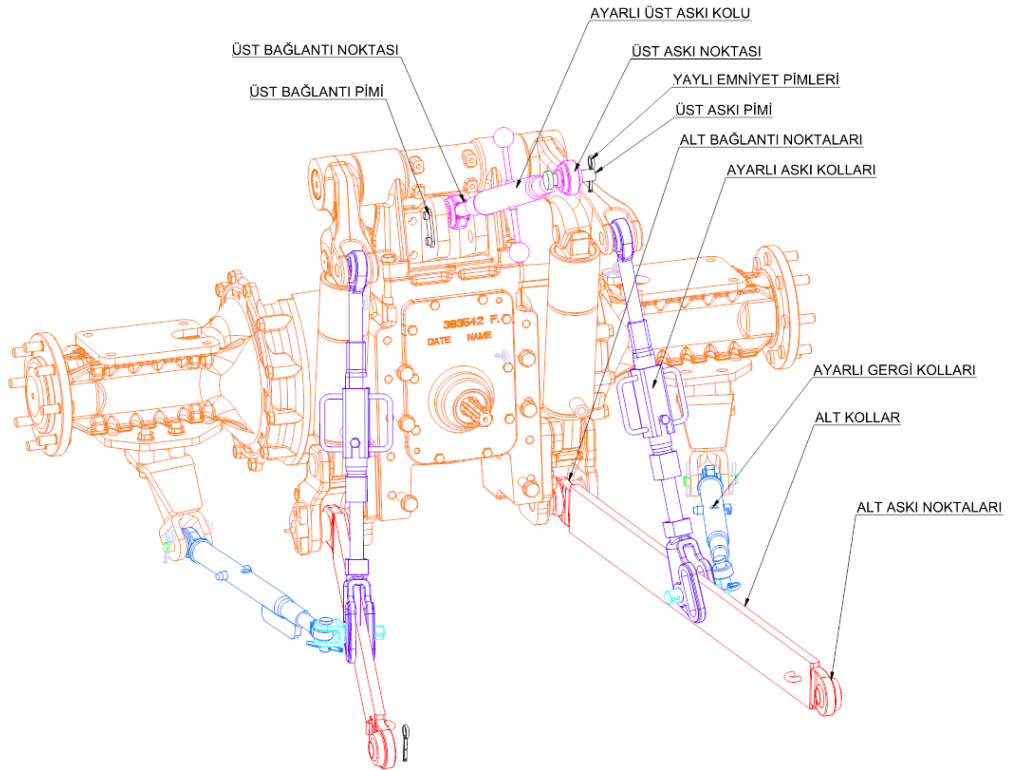
BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Traktör üç nokta askı sistemi ile ilgili kaynakların ve yapılmış çalışmaların özetleri aşağıda verilmiştir.

2.1. TS660 Standardı (Nisan 1986)

Bu standart, tekerlekli tarım traktörlerindeki hidrolik kumandalı üç nokta askı düzeninin tarifini, sınıflandırma ve özelliklerini, numune alma, muayene ve deneyleri ile piyasaya arz şeklini tarif etmektedir.

2.1.1. Üç nokta askı sistemi elemanları



Şekil 2.1. Üç nokta askı sistemi elemanları ve bağlantı noktaları

2.1.1.1. Üst askı noktası

Tarım ekipmanı ile üst askı kolunun bağlandığı noktadır.

2.1.1.2. Alt askı noktaları

Tarım ekipmanı ile alt bağlantı kollarının bağlandığı noktadır.

2.1.1.3. Üst bağlantı noktası

Traktör ile üst bağlantı kolunun bağlandığı noktadır.

2.1.1.4. Alt bağlantı noktaları

Traktör ile alt bağlantı kollarının bağlandığı noktalardır.

2.1.1.5. Üst bağlantı kolu (orta kol)

Traktör ve tarım ekipmanlarının bağlantısını sağlayan koldur. Uzayıp kısalan ve iki ucundaki küresel burçlar ile esnek ve ayarlanabilir bir yapıdadır.

2.1.1.6. Alt bağlantı kolları (yan kol)

Traktör ve tarım ekipmanlarının bağlantısını sağlayan kollardır. Ekipmanın bağlanması için bir ucunda küresel başlık vardır. Diğer ucu ise diferansiyel üzerindeki pernoya küresel başlıkla bağlanmıştır. Orta kısmı ise askı kolları ile pimli bağlantı yaparak bağlanmıştır.

2.1.1.7. Üst askı pimi

Üst bağlantı kolunu tarım ekipmanına bağlayan sökölüp takılabilen parçadır.

2.1.1.8. Üst bağlantı pimi

Traktör ile üst bağlantı kolunu bağlayan pimdir.

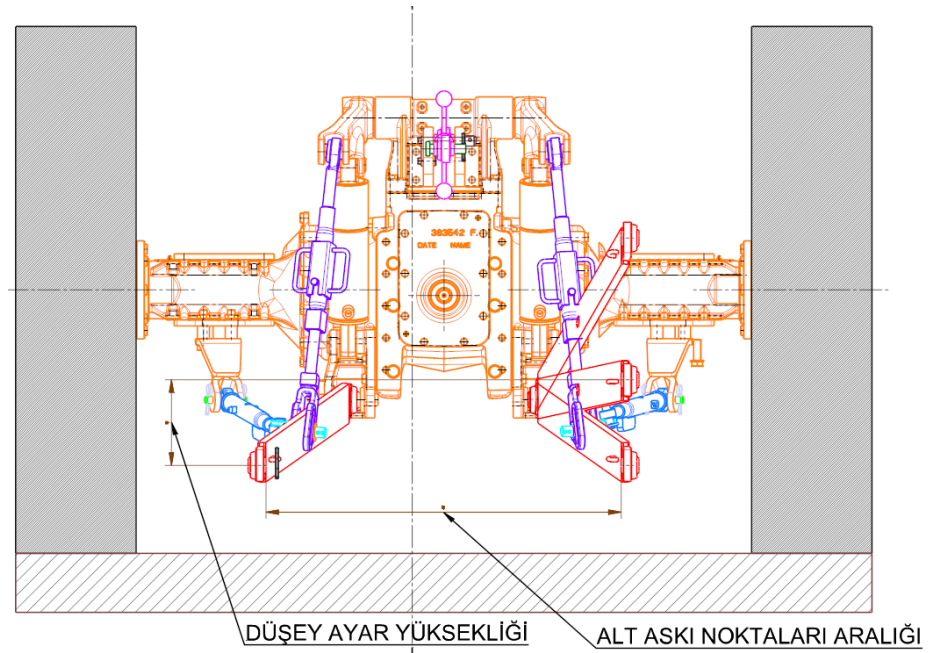
2.1.1.9. Yaylı emniyet pimleri

Üst askı piminin yerinden çıkmasını ve tarım ekipmanları alt bağlantı pimlerinin alt bağlantı kollarından çıkmasını önleyen emniyet parçalarıdır.

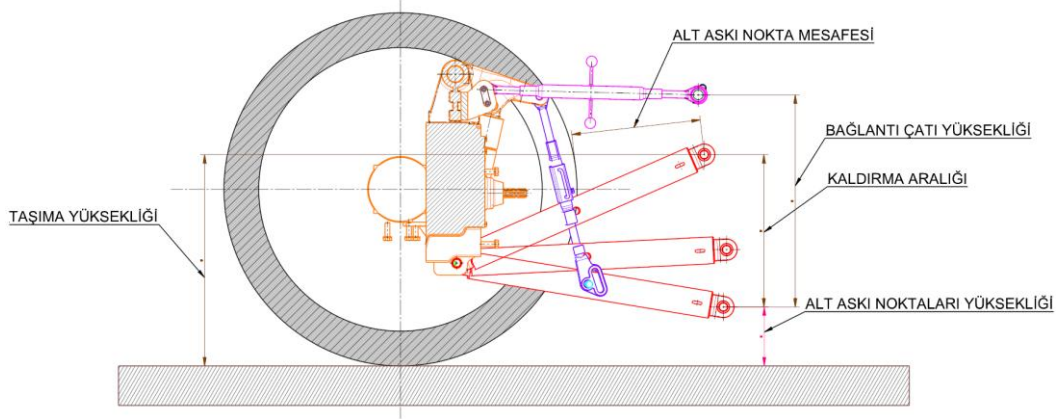
2.1.1.10. Ayarlı askı kolları

Traktör hidrolik kollarının hareketini alt bağlantı kollarına ileterek, tarım ekipmanlarının yukarı aşağı hareket etmesini sağlayan kollarıdır. Üst ucu hidrolik kaldırma koluna küresel başlıkla, alt ucu yan çeki kollarına pimle bağlanarak hareketin yan çeki kollarına iletilmesini esnek olarak sağlayacak ve uzunluğu ayarlanabilecek yapıdadır.

2.1.2. Üç nokta askı sistemi elemanlarının konumları



Şekil 2.2. Üç nokta askı sistemi elemanlarının birbirleriyle, zeminle ve traktörle olan mesafeleri



Şekil 2.3. Üç nokta askı sistemi elemanlarının birbirleriyle, zeminle ve traktörle olan mesafeleri

2.1.2.1. Bağlantı çatı yüksekliği

Üst askı noktası ile alt askı noktaları arasındaki dik mesafedir.

2.1.2.2. Alt askı noktaları yüksekliği

Alt bağlantı kolları en aşağıdayken, alt askı noktalarının zeminle olan mesafesidir.

2.1.2.3. Düşey ayar yüksekliği

Tarım ekipmanına eğim sağlayabilmek için, alt askı noktalarından birinin diğerine göre daha aşağı ya da daha yukarı ayarlanmasıyla, aralarında oluşan yükseklik farkıdır.

2.1.2.4. Alt askı noktaları aralığı

Alt askı noktalarında bulunan küre mafsallarının arasında kalan mesafedir.

2.1.2.5. Kaldırma aralığı

Traktörün hidrolik kaldırma mekanizması ile, ayarlı askı kolları aracılığıyla alt bağlantı kollarına hareket verildiğinde, alt askı noktasının en aşağı konumu ile en yukarı konumun arasındaki düşey mesafedir.

2.1.2.6. Taşıma yüksekliği

Ayarlı akı kollarının en uzun halinde, alt askı noktası en yüksek konuma getirildiğinde zeminle olan mesafedir.

2.1.2.7. Alt askı nokta mesafesi

Bağlantı kolları taşıma konumunda iken, askı noktasının traktöre olan en kısa mesafesidir.

2.1.3. Üç nokta askı sistemi sınıflandırılması

Üç nokta askı sistemleri kullanıldığı traktörlerin gücüne göre sınıflandırılır. Bu sınıflandırma Tablo 2.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Üç nokta askı sistemleri sınıflandırması

SINIF	1	2	3	4
ALT SINIF (TEKERLEK İZ GENİŞLİĞİNE GÖRE)	DAR			
	STANDART			
ALT SINIF (TARIM EKİPMANI BAĞLANTI ÇATI YÜKSEKLİĞİNE GÖRE)	YÜKSEK			
	ALÇAK			
GÜÇ	≤35 kW / 47,6 HP	30-75 kW / 40,8-102 HP	70-135 kW / 95,2-183,6 HP	135-300 kW / 183,6-408 HP

2.1.4. Üç nokta askı sistemi boyutları

Üç nokta askı sisteminin askı noktaları boyutları Tablo 2.2.'de verilmiştir.

Tablo 2.2. Üç nokta askı sisteminin askı noktaları boyutları

SINIF	1 DAR TİP	1 STANDART TİP	2	3	4 ALÇAK TİP	4 YÜKSEK TİP
BAĞLANTI ÇATI YÜKSEKLİĞİ (mm)	MİN 360	MİN 460	MİN 510	MİN 560	MİN 686	MİN 1100
ALT ASKI NOKTALARI ARALIĞI (mm)	400 ±1,5	683 ±1,5	825 ±1,5	965 ±1,5	1166,5 ±1,5	1166,5 ±1,5

2.2. Tarım Alet ve Makinaları (2011)

Acar ve Öztürk, Tarım alet ve makinaları (2011) adlı kitapta, traktörler hakkında bilgiler vermektedirler. Traktörlerin donanımları başlığı altında tarım ekipmanlarının bağlandığı üç nokta askı sistemini tanımlamaktadırlar.

2.3. Toprak İşleme Gücü Optimizasyonu İçin Üç Nokta Askı Mekanizmasının Enstrümantasyonu (2006).

Bentaher ve ark. yayınladıkları makalelerinde, Toprak işleme güç optimizasyonu için üç nokta askı mekanizmasının enstrümantasyonunu ele aldılar. Askı kollarına 200 kN luk transdüserler yerleştirilerek yatay ve dikeyde üç nokta askı sistemine gelen yükleri hesapladılar.

2.4. Çalışma Sırasında Toprak İşleme Aletleri ve Tarım Traktörleri Arasında Yük Ölçümleri İçin Üç Nokta Askı Dinamometresi

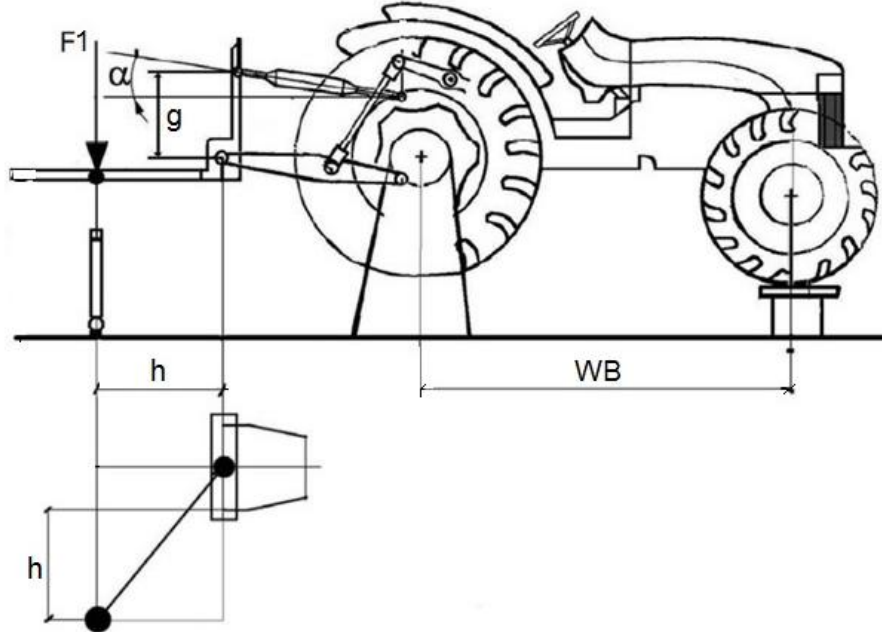
Pijuan ve ark. 48-185 kW güç aralığındaki kategori II ve kategori III traktörlere uygulanabilen, yatay dikey ve uzunlamasına kuvvetleri ölçebilecek bir dinamometre geliştirdiler. Üç nokta askı sistemine bu dinamometreyi yerleştirilerek, tarla süren bir traktör ile tarım aleti arasında yük ölçümünü gerçekleştirdiler.

BÖLÜM 3. TEST DÜZENİĞİNİN TASARIMI

3 Nokta Askı Sistemi Ürün değerlendirme Test Şartnamesi ile Türk Traktör Fabrikası ürün kabul kriterlerini belirlemiştir (3 Nokta askı sistemi test şartnamesi, 2012). Bu şartnamede dört farklı test tarif edilmektedir. Bu testlerde ürüne uygulanacak kuvvetlerin büyüklüğüne ve yönüne göre test düzeneğinin tasarım verileri oluşturulacaktır.

3.1. Burulma Testi

Traktörün üç nokta askı düzeni komple olarak test düzeneğine bağlanır. Şekil 3.1.'de gösterildiği gibi, alt kollara bağlanacak şekilde tasarlanmış bir aparat aracılığıyla sisteme çevrimsel F_1 yükü uygulanır.



Şekil 3.1. Torsiyon testi (3 Nokta askı sistemi test şartnamesi, 2012)

Şekil 3.1.'de gösterilen mesafelerin açıklamaları ve değerleri Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Mesafelerin tanımları (3 Nokta askı sistemi test şartnamesi, 2012)

WB	Wheel base (Dingil mesafesi)	
a	Alt kolların ekipmana bağlandığı küresel mafsallar arasındaki mesafe	825 (mm)
g	Alt kaldırma kolu küresel mafsalinin eksenini ile ekipmanın orta kola bağlantı noktası arasındaki mesafe	610 (mm)
h	Alt kaldırma kolu küresel mafsalinin eksenini ile uygulanan kuvvet arasındaki mesafe.	0,3xWB (mm)
α	Orta kolun yatayla yaptığı açı	$36^{\circ} \pm 2^{\circ}$
c	Arka aks eksenini ile uygulanan yük eksenini arasındaki mesafe	WB (mm)

Bu testte uygulanacak F_1 kuvvet aşağıdaki formül (Denklem 3.1) kullanılarak hesaplanacaktır.

$$F_1 = 0,52 \times GVW \quad (3.1)$$

Uygulanacak çevrim: 5.000 çevrim

Kuvvetin uygulanacağı h mesafesi aşağıdaki formülle (Denklem 3.2) hesaplanacaktır.

$$h = 0,3 \times WB \quad (3.2)$$

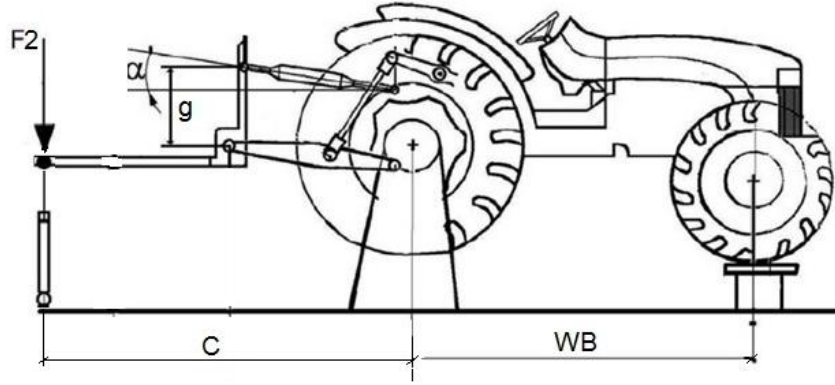
GVW (brüt araç ağırlığı) Tablo 3.2.'deki gibi hesaplanır.

Tablo 3.2. GVW hesaplanması (3 Nokta askı sistemi test şartnamesi, 2012)

GVW (kg)		
PTO Gücü (kW)	2WD	4WD
< 130 kW	Her PTO gücü için 85kg	Her PTO gücü için 91kg

Power take off (PTO) gücü hesabı aşağıdaki formülle (Denklem 3.3) hesaplanacaktır

$$PTO \text{ gücü} = 0,9 \times (\text{net motor gücü (kW)}) \text{ veya } 0,85 \times (\text{brüt motor gücü (kW)}) \quad (3.3)$$



Şekil 3.3. Eğme testi (3 Nokta askı sistemi test şartnamesi, 2012)

Bu testte uygulanacak F_2 kuvveti aşağıdaki formül (Denklem 3.4) kullanılarak hesaplanacaktır.

$$F_2 = 0,50 \times GVW \quad (3.4)$$

$$F_2 = 0,50 \times 6345 \text{ (kg)} \times 9,81 \text{ (m/s}^2\text{)} = 31122,22 \text{ N}$$

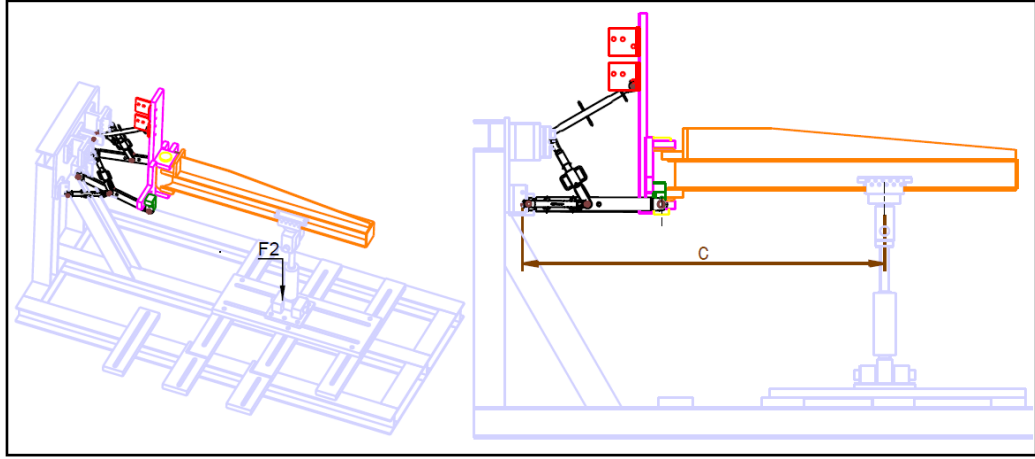
Uygulanacak çevrim: 50.000 tekrar

Kuvvetin uygulanacağı C mesafesi aşağıdaki formülle (Denklem 3.5) hesaplanacaktır.

$$C = WB \quad (3.5)$$

$$C = 2468 \text{ mm}$$

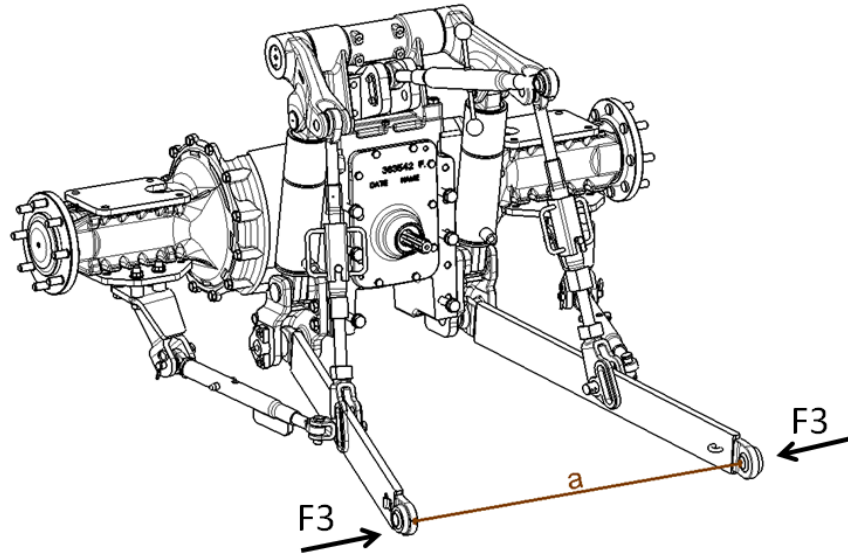
Eğme testinin uygulanabilmesi için oluşturulacak test düzeneği Şekil 3.4.'te gösterilmektedir.



Şekil 3.4. Eğme test düzeneği

3.3. Yanal Kuvvet Testi

Traktörün üç nokta askı düzeni komple olarak test düzeneğine bağlanır. Şekil 3.5.'te gösterildiği gibi, alt kollara, kollar arasına yerleştirilecek bir düzenek ile çevrimsel F_3 yükü uygulanır.



Şekil 3.5. Yanal kuvvet testi (3 Nokta askı sistemi test şartnamesi, 2012)

Bu testte uygulanacak F_3 kuvveti aşağıdaki formül (Denklem 3.6) kullanılarak hesaplanacaktır.

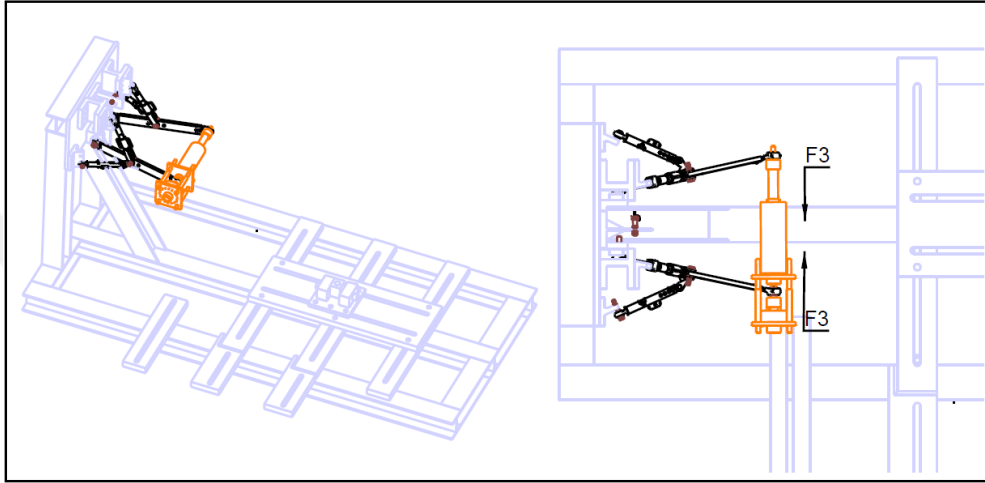
$$F_3=0,40 \times GVW$$

(3.6)

$$F_3=0,40 \times 6345(\text{kg}) \times 9,81 (\text{m/s}^2) = 24897,78 \text{ N}$$

Uygulanacak çevrim: 5.000 çevrim

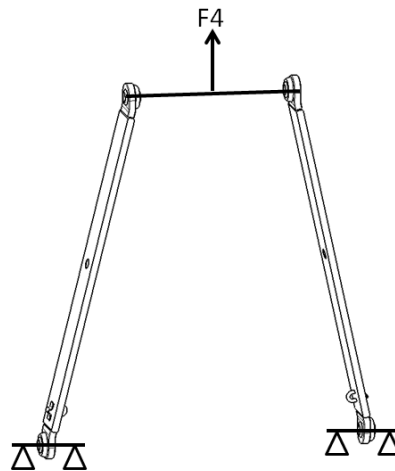
Yanal kuvvet testinin uygulanabilmesi için oluşturulacak test düzeneği Şekil 3.6.'da gösterilmektedir.



Şekil 3.6. Yanal kuvvet test düzeneği

3.4. Çekme Testi

Alt kollar test düzeneğine Şekil 3.7.'deki gibi bağlanarak F4 çevrimsel yükü uygulanır.



Şekil 3.7. Çekme testi (3 Nokta askı sistemi test şartnamesi, 2012)

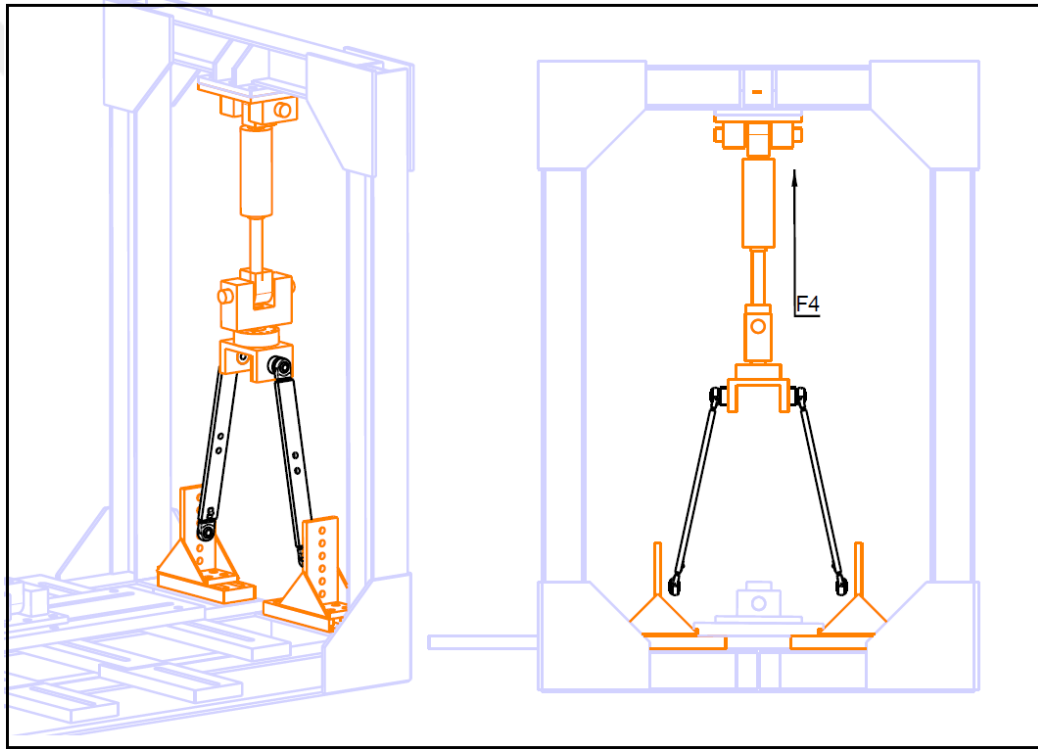
Bu testte uygulanacak F_4 kuvveti aşağıdaki formül (Denklem 3.7) kullanılarak hesaplanacaktır.

$$F_4 = 2 \times GVW \quad (3.7)$$

$$F_4 = 2 \times 6345(\text{kg}) \times 9,81 (\text{m/s}^2) = 124488,9 \text{ N}$$

Uygulanacak çevrim: 100.000 çevrim

Çekme testinin uygulanabilmesi için oluşturulacak test düzeneği Şekil 3.8.'de gösterilmektedir.



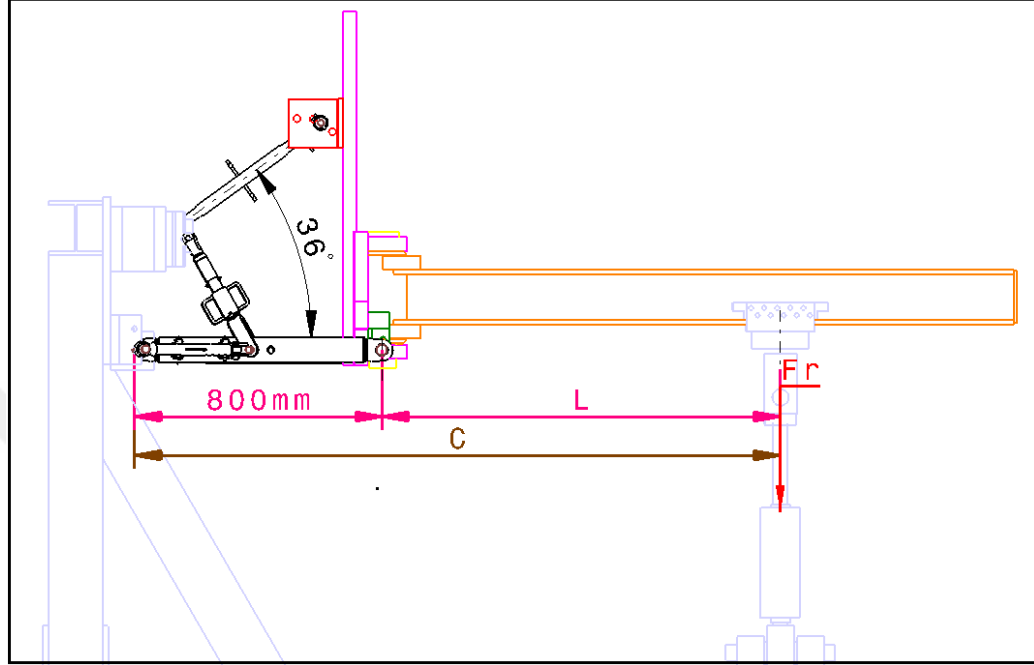
Şekil 3.8. Çekme test düzeneği

3.5. Kritik Kesit hesapları

Burulma ve Eğme testlerinde uygulanacak maksimum mesafe ve kuvvet değerleri alınarak, kiriş ve mafsal pimi kesit hesaplamaları yapılmıştır.

3.5.1. Pergel kiriş kesit hesabı

Burulma testi için oluşturulacak düzeneğin şekli Şekil 3.9.'da gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Burulma ve eğme testi için pergel kiriş geometrisi

Eğilme gerilmesi için kullanılacak formül Tablo 3.3.'de verilmiştir.

Tablo 3.3. Eğilme gerilmesi formülleri (Mukavemet ve malzeme, Kutay, 2009)

Eğilmeye zorlanma (genel)	Eğilme gerilmesi $\sigma_{eg}(x,y) = \frac{M_{eg}(x)}{I_z(x)} \cdot y$ max. değer: $\sigma_{eg \max} = \frac{M_{egz}}{W_{egz}}$	Eğilme eğrisinin ikinci dereceden integral denklemi: $f''(x) = -\frac{M_{egz}}{E \cdot I_z}$ Sabit kesit için f: $f = \frac{F_r \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I}$
----------------------------------	---	--

Tablo 3.4. Malzemelerin mekanik özellikleri

Malzeme	Kopma Sınırı	Akma Sınırı	Emniyet Gerilmesi
St37	3700 kg/cm ²	2400 kg/cm ²	1440 kg/cm ²
St44	4400 kg/cm ²	2800 kg/cm ²	1680 kg/cm ²
St52	5200 kg/cm ²	3600 kg/cm ²	2160 kg/cm ²

$$C=2468 \text{ mm}$$

$$L = C - 600 \text{ (mm)} = 2468 - 800 = 1668 \text{ mm}$$

$$F_r=32367,114 \text{ N}$$

$$\text{Eğme gerilmesi } \sigma_{\text{egmax}} = \frac{M_{\text{egz}}}{W_{\text{egz}}} = \frac{F_r \times L}{W_{\text{egz}}} \quad (3.8)$$

$$W_{\text{egz}} = \frac{F_r \times L}{\sigma_{\text{egmax}}} = \frac{32367,114 \times 1668}{144} = 374919,07 \text{ mm}^3$$

Tablo 3.5. Paralel flanş yüzeyli geniş I taşıyıcı boyutsal ve mekanik özellikleri

Paralel Flanş Yüzeyli Geniş I-Taşıyıcı

DIN 1025 T2 (10.63)

$$r_1 \approx 2 \cdot s$$

S Kesit alanı

I 2. dereceden atalet momenti

W Eksenel mukavemet momenti

m' Uzunluğa bağlı ağırlık

Tanımı: DIN En 10025'e göre St 52.3 çeliğinden oluşan IPB serisi paralel flanş yüzeyli (çift T-taşıyıcı) geniş I-taşıyıcı IPB -profil
DIN 1025 — St52-3 — IPB 240

DIN 997 (10.70)'e göre Delik markalama ölçüsü

Kısa tanım	Ölçüler mm				Kesit alanı S cm^2	Uzunluğa bağlı ağırlık m' kg/m	Eğilme eksenli için				Delik markalama ölçüsü (mm)			
							x — x		y — y		tek sıralı w_1	iki sıralı		d_1 max.
IPB	h	b	s	t			I_x cm^4	W_x cm^3	I_y cm^4	W_y cm^3		w_2	w_3	
100	100	100	6	10	26,0	20,4	450	89,9	167	33,5	56	—	—	13
120	120	120	6,5	11	34,0	26,7	864	144	318	52,9	66	—	—	17
140	140	140	7	12	43,0	33,7	1510	216	550	78,5	76	—	—	21
160	160	160	8	13	54,3	42,6	2490	311	889	111	86	—	—	23
180	180	180	8,5	14	65,3	51,2	3830	426	1360	151	100	—	—	25
200	200	200	9	15	78,1	61,3	5700	570	2000	200	110	—	—	25
220	220	220	9,5	16	91,0	71,5	8090	736	2840	258	120	—	—	25
240	240	240	10	17	106	83,2	11260	938	3920	327	—	96	35	25
260	260	260	10	17,5	118	93,0	14920	1150	5130	395	—	106	40	25
280	280	280	10,5	18	131	103	19270	1380	6590	471	—	110	45	25
300	300	300	11	19	149	117	25170	1680	8560	571	—	120	45	28
320	320	300	11,5	20,5	161	127	30820	1930	9240	616	—	120	45	28
360	360	300	12,5	22,5	181	142	43190	2400	10140	676	—	120	45	28
400	400	300	13,5	24	198	155	57680	1880	10820	721	—	120	45	28
450	450	300	14	26	218	171	78890	3550	11720	781	—	120	45	28
500	500	300	14,5	28	239	187	107200	4290	12620	842	—	120	45	28
550	550	300	15	29	254	199	136700	4970	13080	872	—	120	45	28

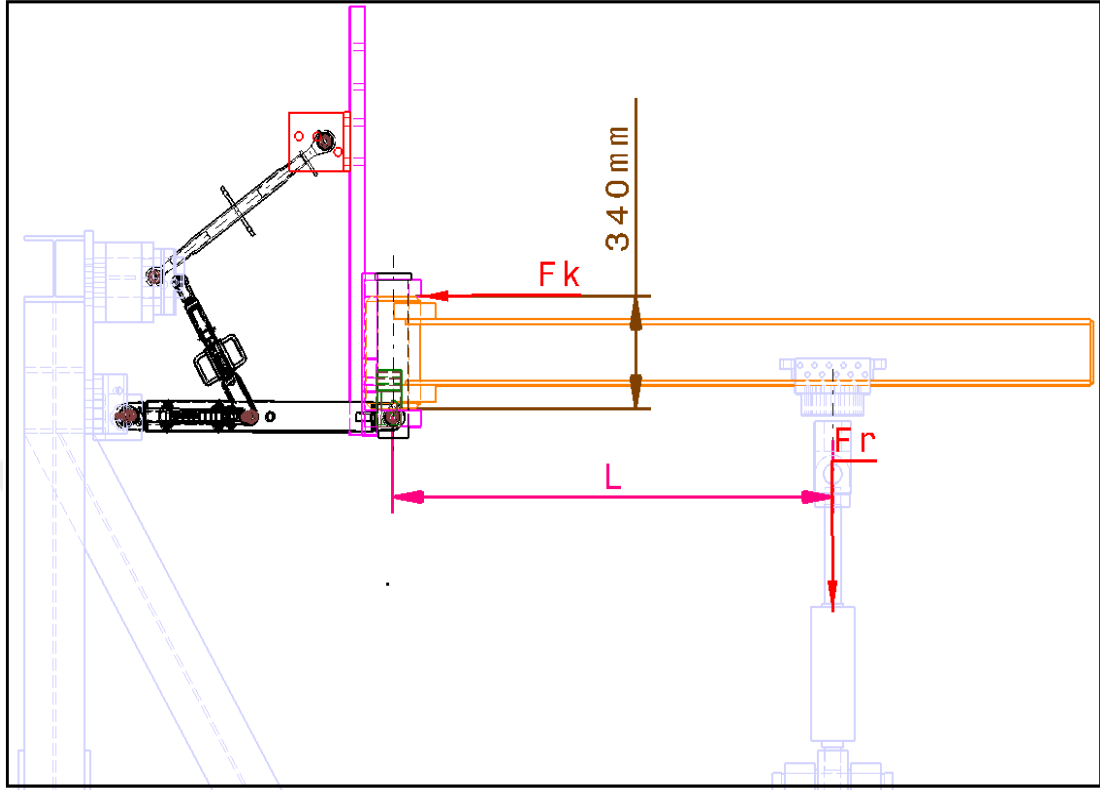
Emniyet katsayısı 1,5 olarak alınırsa;

$$w_x \geq 1,5 \times 374919,07 = 562378,6 \text{ mm}^3 \quad (3.9)$$

$$\text{IPB200 için } W_x = 570000 \text{ mm}^3$$

Kiriş için IPB200 seçilmiştir.

3.5.2. Pergel kiriş bağlantı pimi kesit hesabı



Şekil 3.10. Burulma ve eğme testi için pergel kiriş bağlantı pimi geometrisi

Tablo 3.6. Kesme gerilmesi hesabı formülü (Mukavemet ve malzeme, Kutay, 2009)

Kesmeye zorlanma (ortalama)	Kesme gerilmesi	Kesilme, kesilme mukavemeti aşılmıca oluşur. Malzemenin kesilme mukavemeti:
	$\tau_k = \frac{F_r}{A}$	Yumuşak $\tau_{KE} = R_m$ Sert $\tau_{KE} = 0,8 \cdot R_m$

Pim üzerine gelen F_k kuvveti aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Denklem 3.10).

$$F_k \times 340 = 32367,114 \times 1668 \quad (3.10)$$

$$F_k = \frac{32367,114 \times 1668}{340}$$

$$F_k = 158789,25 \text{ N}$$

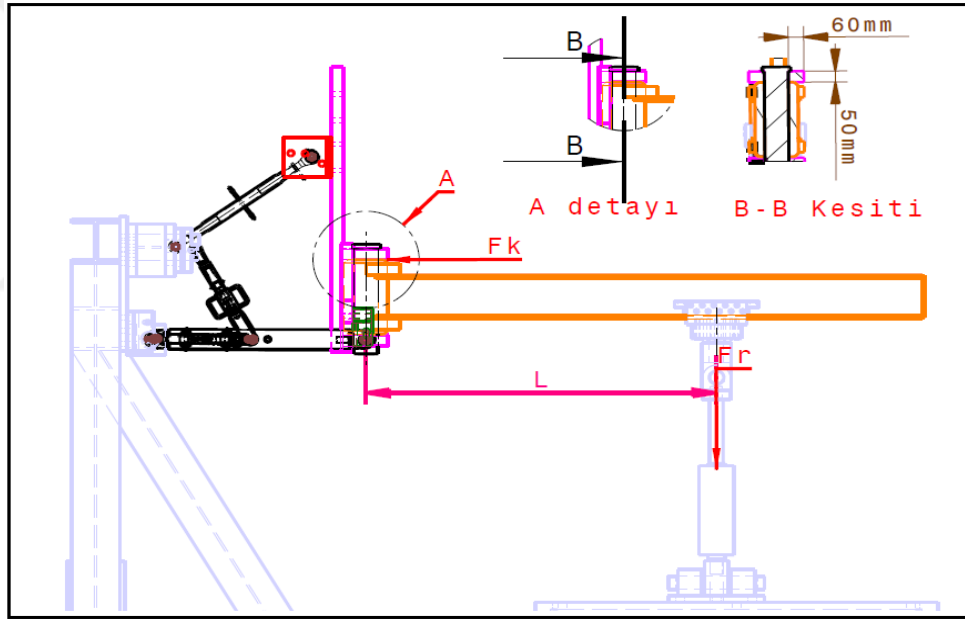
Öngörülen pim çapı Ø100mm ve malzeme St37 olarak seçilerek emniyet katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. τ_{KE} kesme gerilmesi, τ_{KE} Emniyetli kesme gerilmesi, F_k kesme kuvveti ve A pim kesit alanıdır.

$$\tau_{KE}=0,8 \times 144=115,2 \text{ N/mm}^2 \quad (3.11)$$

$$\tau_K=\frac{F_k}{A}=\frac{158789,25}{\frac{3,14 \times 100^2}{4}}=20 \text{ N/mm}^2 \quad (3.12)$$

Emniyet katsayısı: 5,76

3.5.3. Pergel bağlantı menteşe kesit hesabı



Şekil 3.11. Burulma ve eğme testi için pergel kiriş menteşe geometrisi

Tablo 3.7. Çekme gerilmesi hesabı formülü (Mukavemet ve malzeme, Kutay, 2009)

Çekmeye zorlanma	Çekme gerilmesi:
	$\sigma_{\text{ç}} = \frac{F_n}{A} \leq \sigma_{\text{ÇEM}}$

Malzeme: St37

Ön görülen kesit $A = 2 \times (60 \text{ (mm)} \times 50 \text{ (mm)}) = 6000 \text{ mm}^2$

σ_{CEM} emniyetli çekme gerilmesi, $\sigma_{\text{ç}}$ Çekme gerilmesi, F_n çekme kuvvetidir

$$\sigma_{\text{CEM}} = 0,8 \times 144 = 115,2 \text{ N/mm}^2 \quad (3.12)$$

$$\sigma_{\text{ç}} = \frac{F_n}{A} \leq \sigma_{\text{CEM}} \quad (3.13)$$

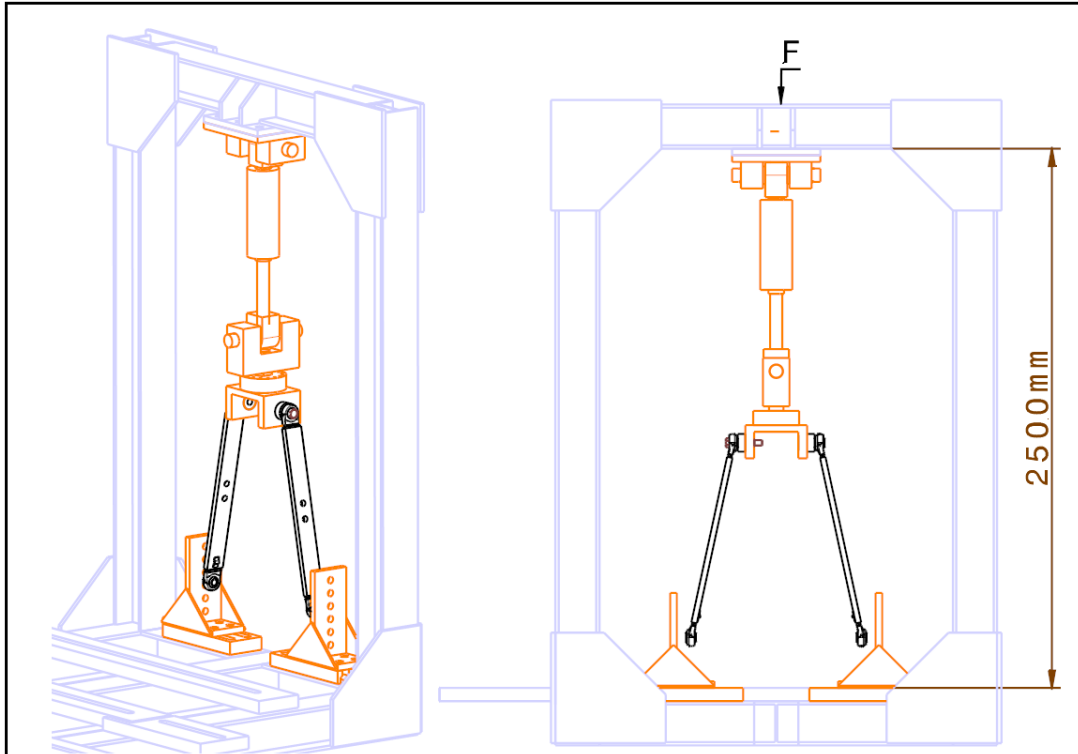
$$\sigma_{\text{ç}} = \frac{158789,25}{2 \times 50 \times 60} \leq 115,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{ç}} = \frac{158789,25}{2 \times 50 \times 60} \leq 115,2 \text{ N/mm}^2$$

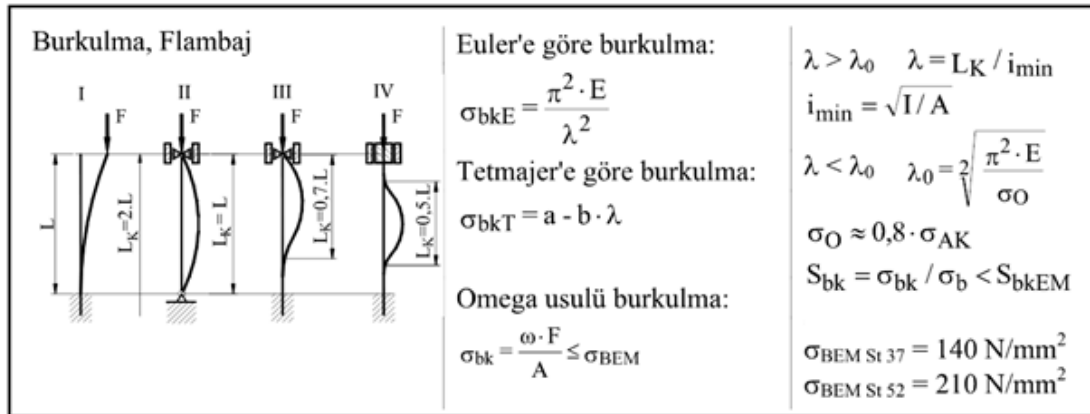
$$\sigma_{\text{ç}} = 26,46 \text{ N/mm}^2 \leq 115,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Emniyet faktörü} = \frac{115,2}{26,46} = 4,35$$

3.5.4. Köprü direkleri burkulma kesit hesabı



Şekil 3.12. Çekme testi geometrisi



Şekil 3.13. Burkulma hesabı formülü (Mukavemet ve malzeme, Kutay, 2009)

$$F=124488,9 \text{ N}$$

$$L=2500 \text{ mm}$$

$$I= 2000 \text{ cm}^4 \text{ (IPB 200 için)}$$

$$E=200000000 \text{ N/cm}^2$$

$$\text{Emniyet Katsayısı} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{L^2 \times F} = \frac{3,14^2 \times 20.000.000 \times 2.000}{250^2 \times 124488,9} \quad (3.14)$$

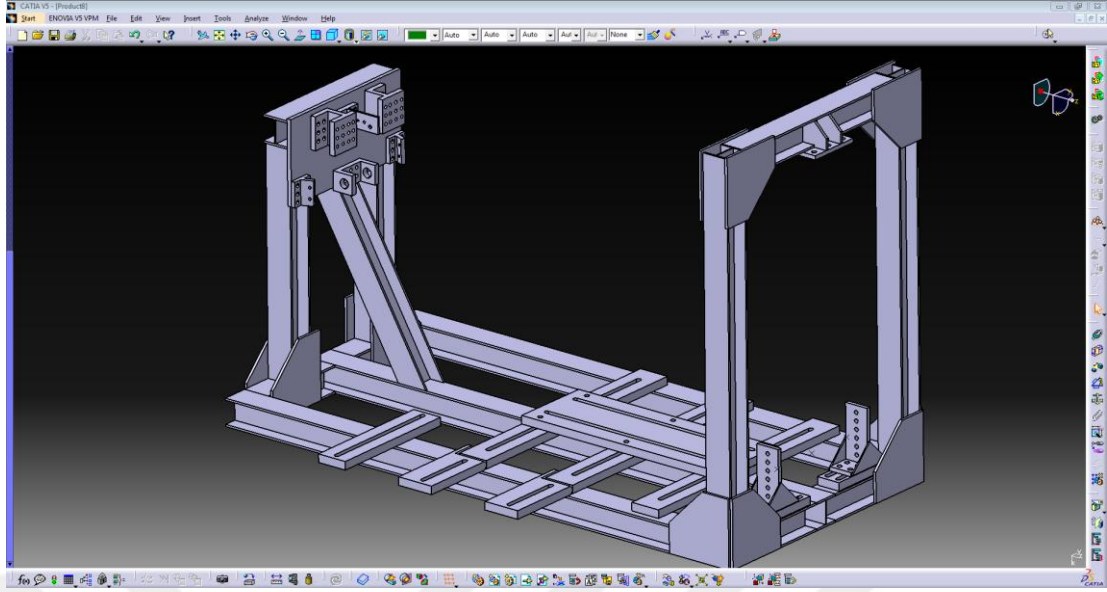
$$\text{Emniyet Katsayısı}=50,68$$

Sistem burkulmaya karşı emniyetlidir.

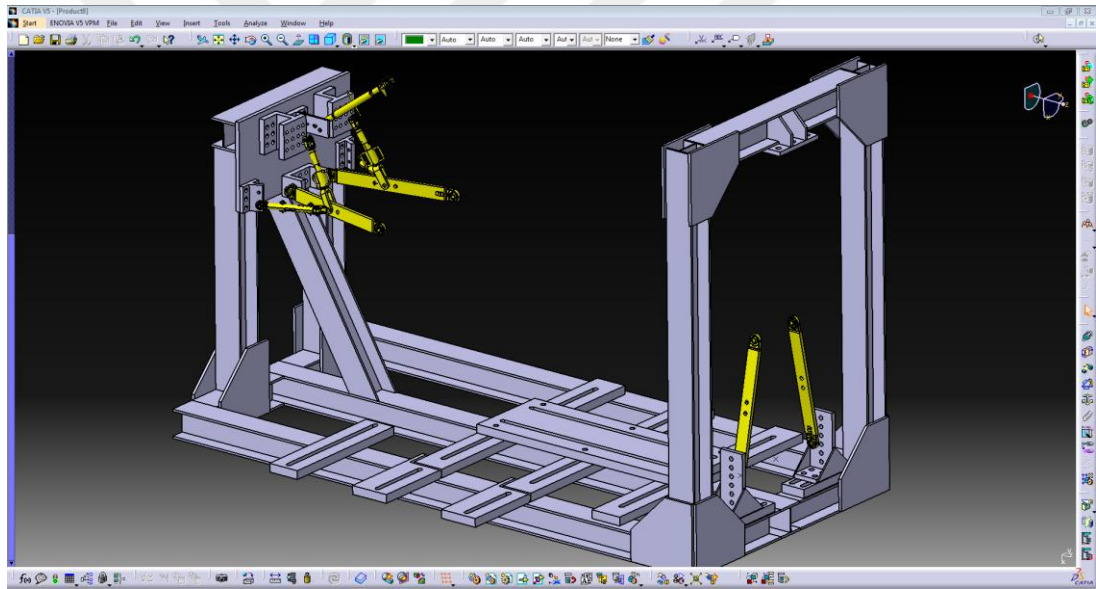
3.6. Tasarım

Test düzeneğinin ana iskeletinde IPB 200 kullanıldı. İskelet, kaynaklı birleştirilmiş bir yapıdır ve birleşim yerlerini kuvvetlendirmek için sac bayraklar ile desteklendi. Hazırlanan ana iskelet üzerine test edilecek ürünleri bağlayabilecek ekipmanlar tasarlandı. Ekipmanlar ana iskelet üzerine bağlantı elemanlarıyla takılıp sökülebilecek özelliktedir.

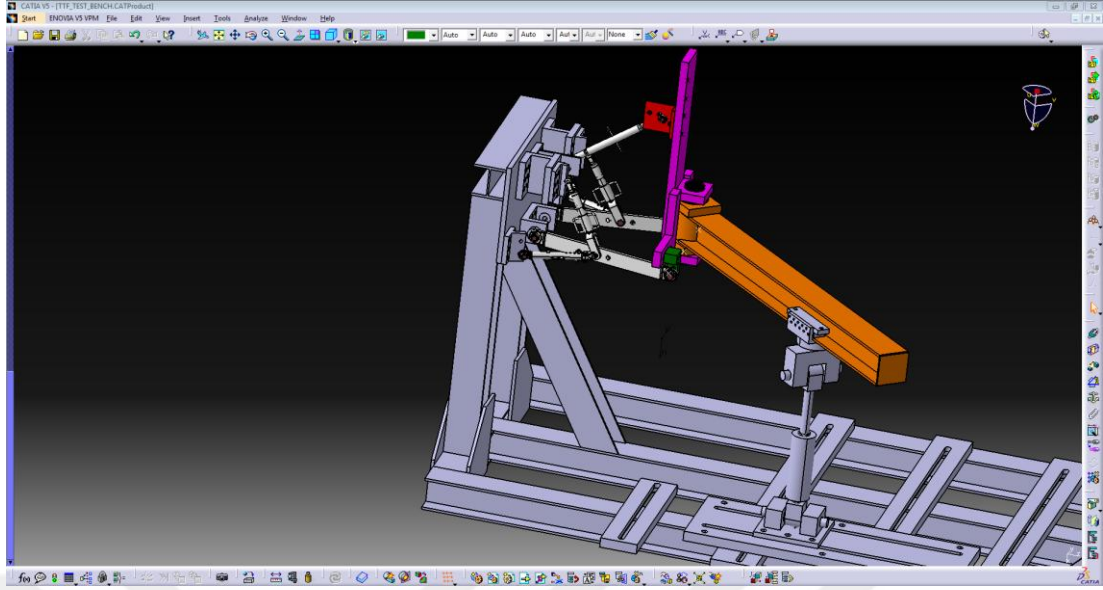
Test düzeneğinin tasarımında Catia v5 r20 programı kullanılarak 3 boyutlu katı model oluşturuldu. Şekil 3.14.'te Test düzeneğinin catia görüntüsü, Şekil 3.15.'te Deney parçalarının test düzeneğindeki konumu, Şekil 3.16.'da burulma testi catia görüntüsü, Şekil 3.17.'de eğme testi ve çekme testi catia görüntüsü ve Şekil 3.18.'de yanal kuvvet testi catia görüntüsü verilmiştir.



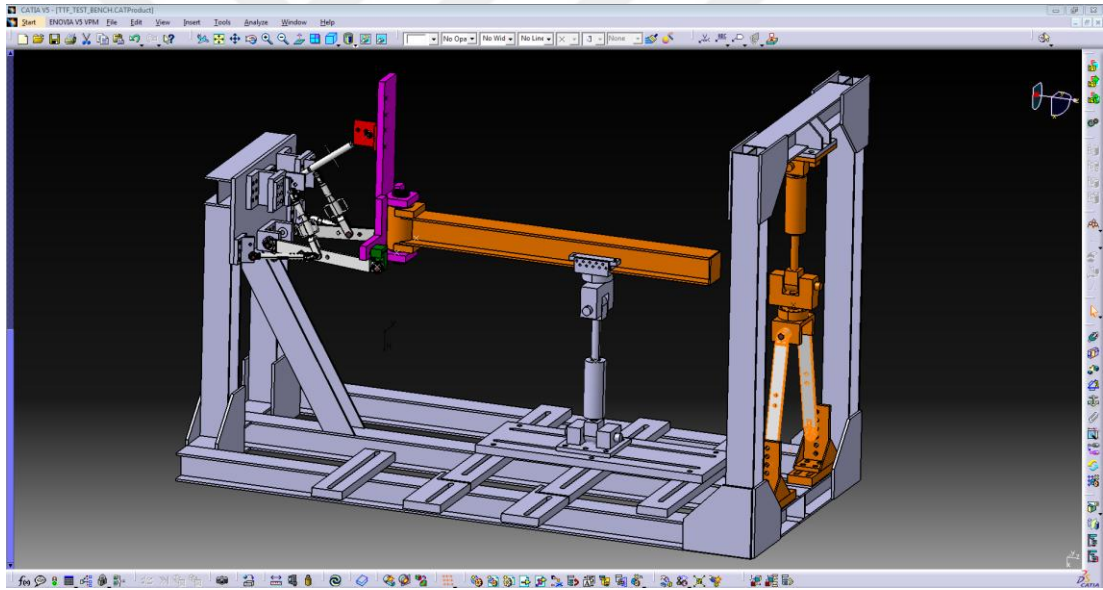
Şekil 3.14. Test düzeneği catia görüntüsü



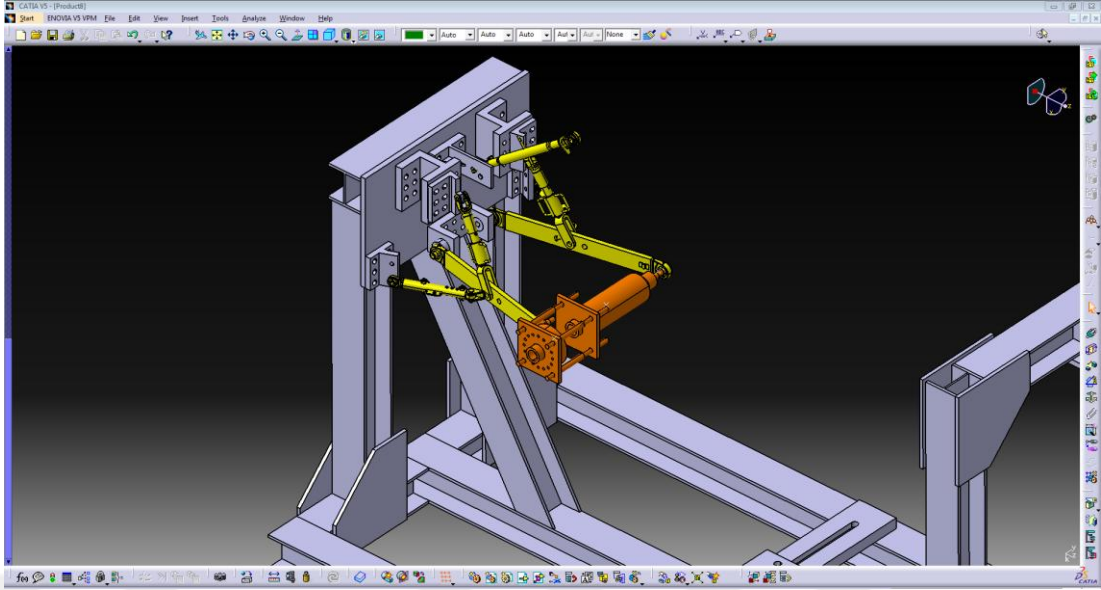
Şekil 3.15. Deney parçalarının test düzeneğindeki konumu



Şekil 3.16. Burulma testi catia görüntüsü



Şekil 3.17. Eğme testi ve çekme testi catia görüntüsü



Şekil 3.18. Yanal kuvvet testi catia görüntüsü

3.7. Hidrolik Silindir ve Hidrolik Ünite Seçimi

Test düzeneğinde gerekli kuvvet ve deplasmanlar hidrolik silindir ve bu silindiri besleyen hidrolik ünite ile sağlandı.

Hazırlanacak test düzeneğinde uygulanacak maksimum kuvvet çekme testinde oluşmaktadır. Bu kuvvet 124488,9 (N) olarak hesaplanmıştır (Denklem 3.7). Hidrolik silindir ve ünite seçimi 150000N kuvvet değerine göre seçildi.

Hidrolik silindirin çapı 125mm ve stroku 250mm olarak ön görüldü.

F (uygulanacak kuvvet): 150000 N

A (silindir kesit alanı): 12271,8 mm²

P (hidrolik ünite sistem basıncı): Mpa

$$F = P \times A \quad (3.15)$$

$$P = F/A = 150000/12271,8 = 12,22 \text{ Mpa} = 122 \text{ bar}$$

Hidrolik ünite sistem basıncı 0-150 bar olacak şekilde tasarlandı. Hidrolik ünite silindirin ileri ve geri hareketini sağlarken üzerinde kullanılacak oransal valfler ile basınç ve hız ayarı yapılabilmektedir.

3.8. Test Düzeneginde Parametrelerin Ölçümü ve Kontrolü

Testler sırasında kuvvetin uygulandığı noktalardaki yer değiştirmelerin ölçümünde mesafe sensörü, uygulanan kuvvetin ölçümünde load-cell, ortam sıcaklığının ölçümünde sıcaklık sensörü ve hidrolik sistem basıncının ölçümünde basınç sensörü kullanıldı.

Test düzeneğinden elde edilecek kuvvet, yer değiştirme mesafesi, ortam sıcaklığı, hidrolik sistem basıncı verileri bilgisayar yazılımı ile kayıt altına alınmaktadır. Yazılım sayesinde uygulanacak kuvvet değeri set seçilebilmektedir. Deney parçası üzerine uygulanacak kuvvet seçilen değere geldiğinde silindir hareketi terse dönmektedir. Böylece test döngüsel olarak istenilen çevrimde devam ettirilebilmektedir.

BÖLÜM 4. ANALİZ

Ürünlerin 3 boyutlu katı modellerinin oluşturulmasında ve analizlerinin yapılmasında Catia programı kullanıldı.

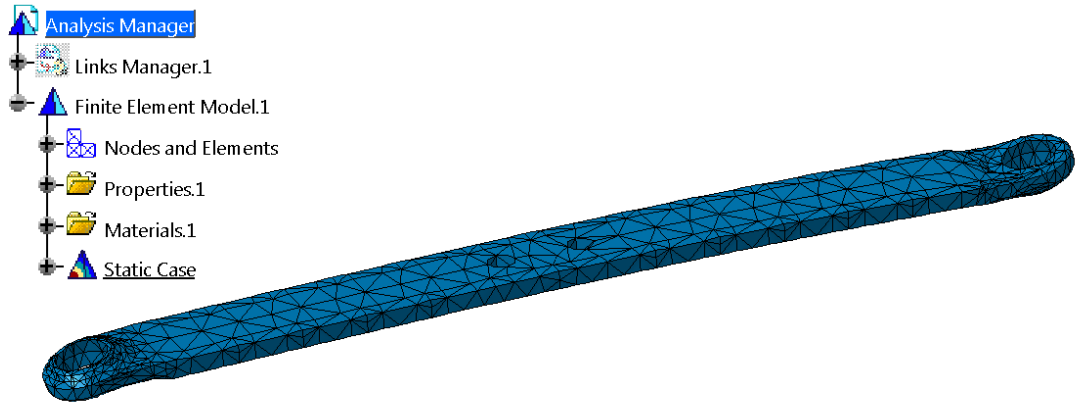
4.1. Catia

Catia, (computer aided three-dimensional interactive application), (bilgisayar destekli üç boyutlu interaktif kullanım) fransız Dassault Systèmes şirketi tarafından üretilen bir profesyonel CAD/CAM tabanlı yazılımdır. Özellikle otomotiv sektörü, uçak üretim ve diğer simülasyon sektörlerinde ihtiyaçlara cevap verebilecek bir program olduğundan çok kullanılır. İçerisinde 144 modül barındıran catia her sektörden kesime hitap etmektedir Türkiye'deki hemen - hemen tüm otomotiv ana sanayi tarafından bilgisayar destekli tasarım ve imalatla kullanılmaktadır. Catia programı; endüstriyel amaçlı tüm ürünlerin hem tasarımı hem analizi hem de imalatını son derece hızlı, kolay ve güvenilir yapan bir bilgisayar yazılımıdır.

4.2. Catia v5 Generative Structural Analysis Modülü

Mekanik analizlerin yapıldığı modüldür. Katı ya da montaj parçalarının yüklemeler altında davranışların analiz çıktıları hesaplanabilir.

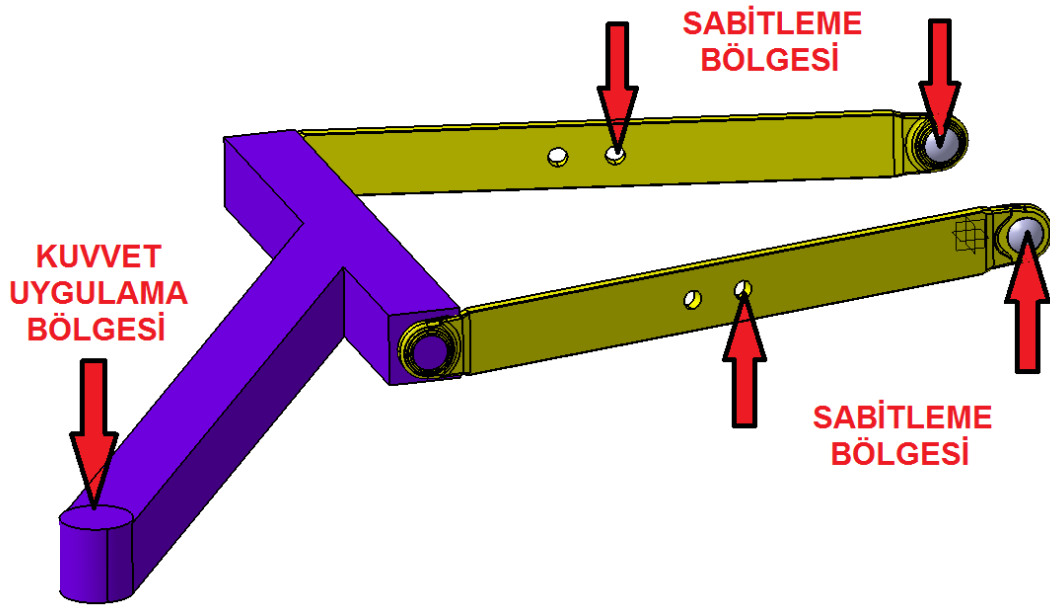
Ürünün katı modeli, gerilme ve yorulma analizlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla sonlu elemanlar modelinin oluşturulacağı generative structural analysis modülüne aktarılır. Yapısal analizlerde kullanılmak üzere hazırlanan sonlu elemanlar modelinin genel görünüşü Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.



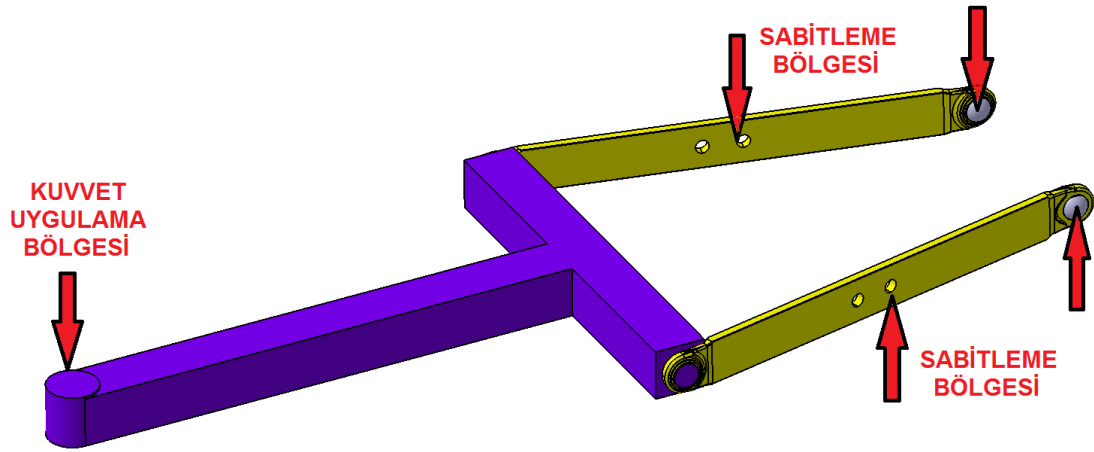
Şekil 4.1. Çözümleme modeli ağ yapısı örneği

Ürün üzerine gelen yük bilgisi ve sabit bölgeler belirtildikten sonra sistemin davranışını gözlemleyebiliriz. Parçasının yapısal analizinin yapılması için yükler ve sabitleme bölgelerinin tanımlanması gerekmektedir.

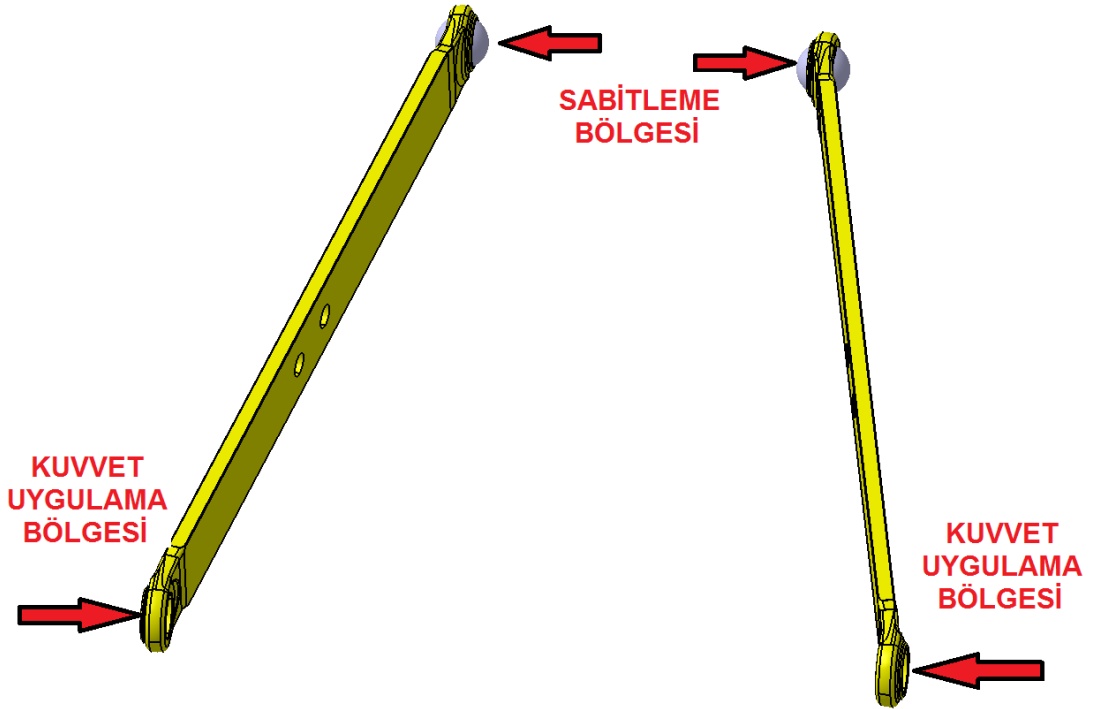
Deneyleri yapılan ürünlerin analizleri için, deney düzeneğinde belirtilen sabitleme ve kuvvet uygulama bölgeleri kullanılacaktır. Bu bölgeler Şekil 4.2., 4.3., 4.4. ve 4.5.'te gösterilmektedir.



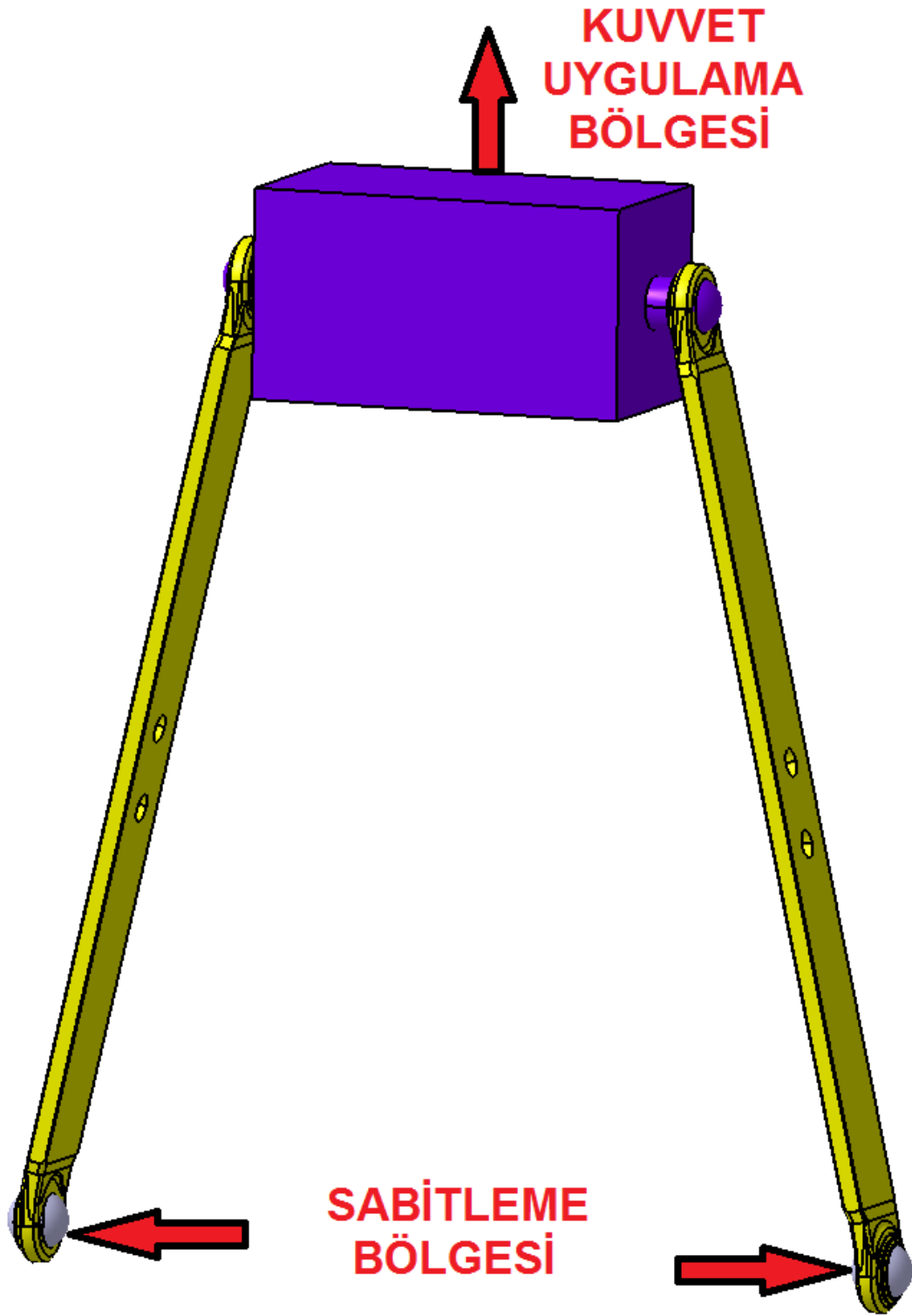
Şekil 4.2. Burulma analizi kuvvet uygulama ve sabitleme bölgeleri.



Şekil 4.3. Eğme analizi kuvvet uygulama ve sabitleme bölgeleri.



Şekil 4.4. Yanal kuvvet analizi kuvvet uygulama ve sabitleme bölgeleri.



Şekil 4.5. Çekme analizi kuvvet uygulama ve sabitleme bölgeleri.

BÖLÜM 5. DENEY VE ANALİZ SONUÇLARI

5.1. Deneyler

5.1.1. Deney 1 (burulma testi)

Bu test 4 farklı ürüne uygulandı. Testin uygulama resmi Şekil 5.1.'de gösterilmiştir.



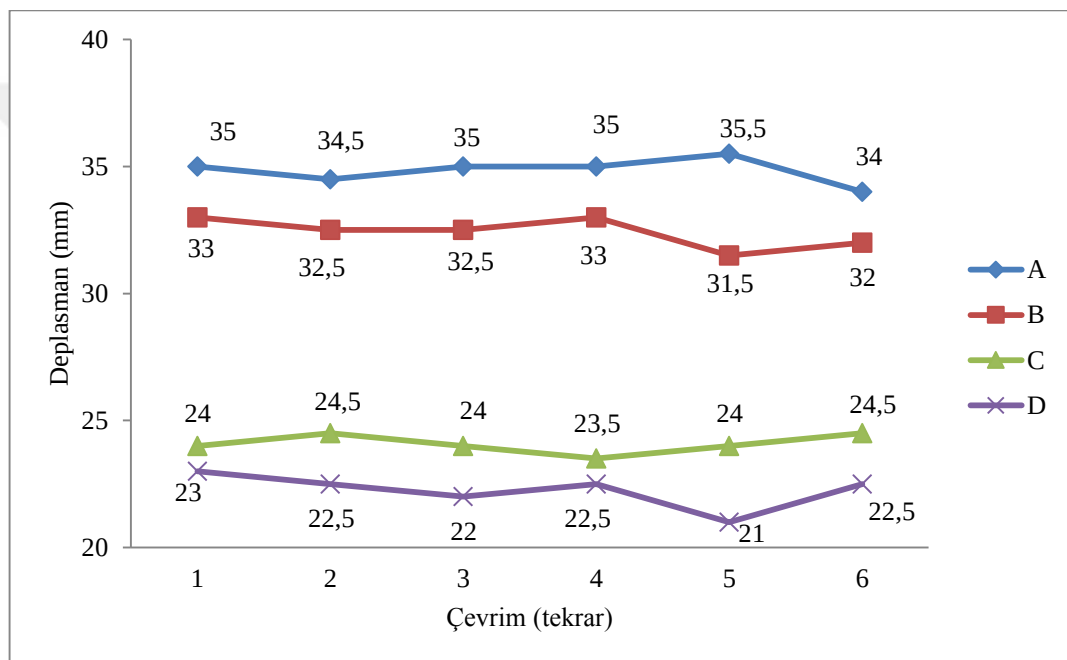
Şekil.5.1. Burulma testi uygulaması

Her bir ürün için uygulanacak kuvvetler Bölüm 3.1.'de anlatıldığı gibi hesaplanmış ve Tablo 5.1.'de verilmiştir. Her parçanın boyutları farklıdır ve farklı güçteki traktörlerde kullanılmaktadır.

Tablo 5.1. Burulma testinde uygulanan kuvvetler

DENEY PARÇASI	F ₁ KUVVETİ (N)
A	21600
B	22500
C	19500
D	15000

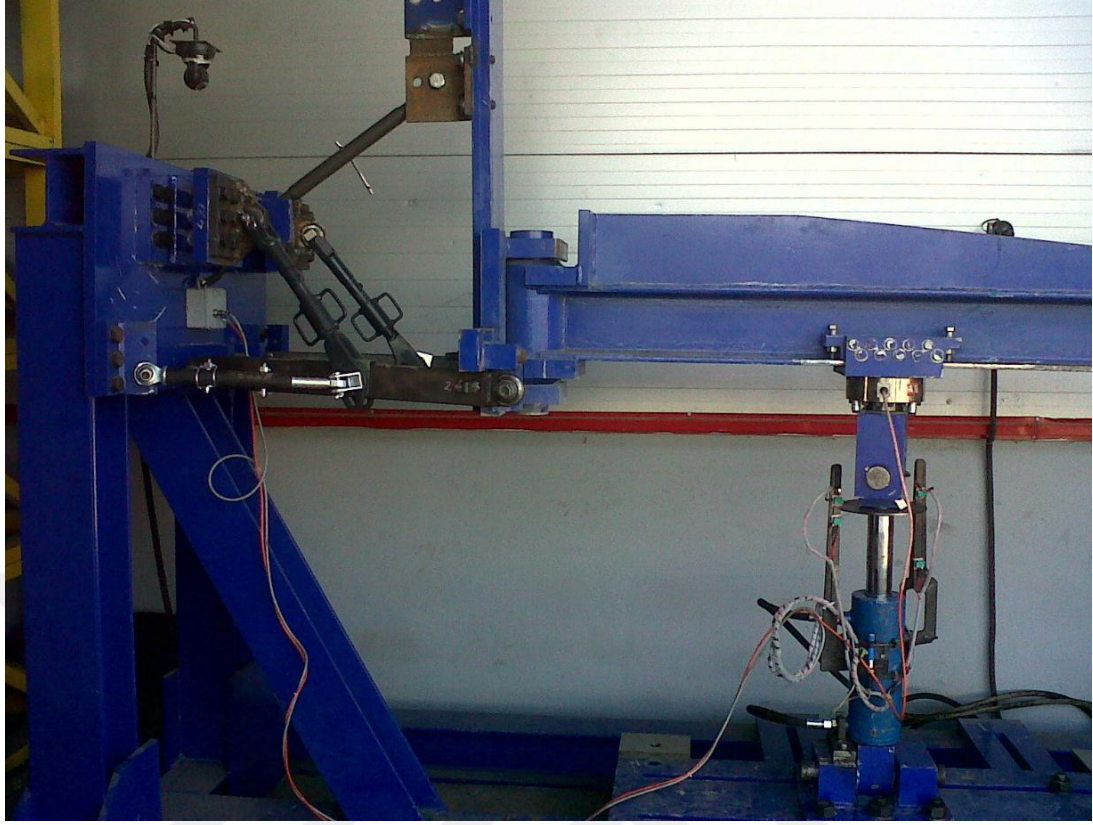
Test sırasında kuvvetin uygulandığı noktada meydana gelen deplasmanın grafiği Şekil 5.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.2. Burulma testi deplasman grafiği

5.1.2. Deney 2 (eğme testi)

Bu test 4 farklı ürüne uygulandı. Testin uygulama resmi Şekil 5.3.'de gösterilmiştir.



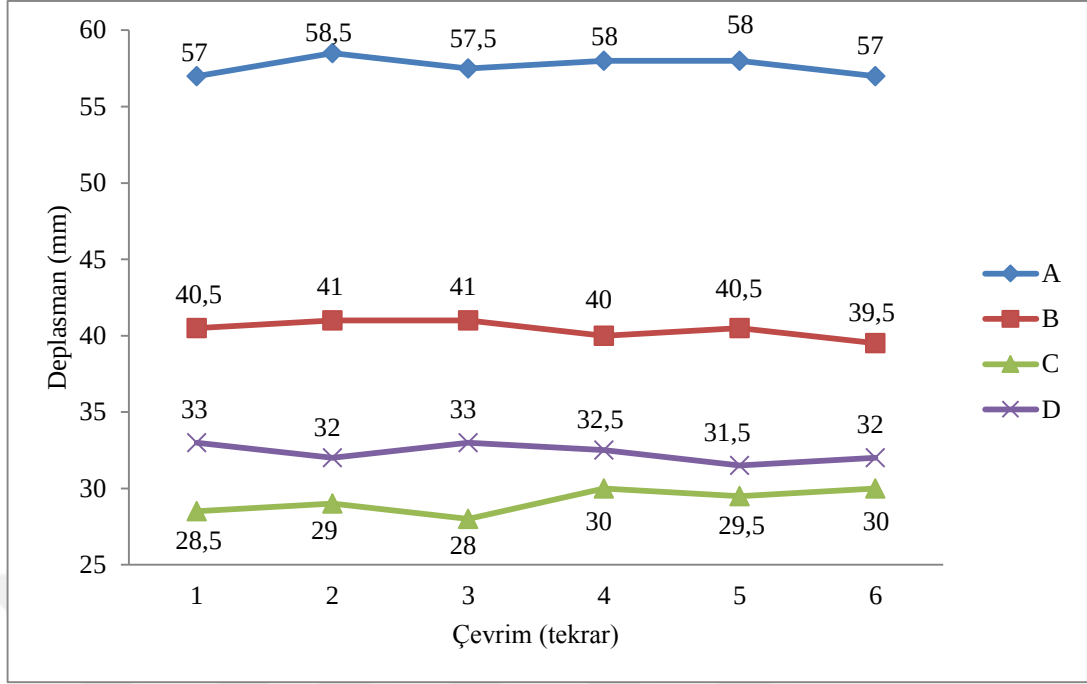
Şekil 5.3. Eğme testi uygulaması

Her bir ürün için uygulanacak kuvvetler Bölüm 3.2.'de anlatıldığı gibi hesaplanmış ve Tablo 5.2.'te verilmiştir. Her parçanın boyutları farklıdır ve farklı güçteki traktörlerde kullanılmaktadır.

Tablo 5.2. Eğme testinde uygulanan kuvvetler

DENEY PARÇASI	F_2 KUVVETİ (N)
A	20770
B	21630
C	18750
D	14420

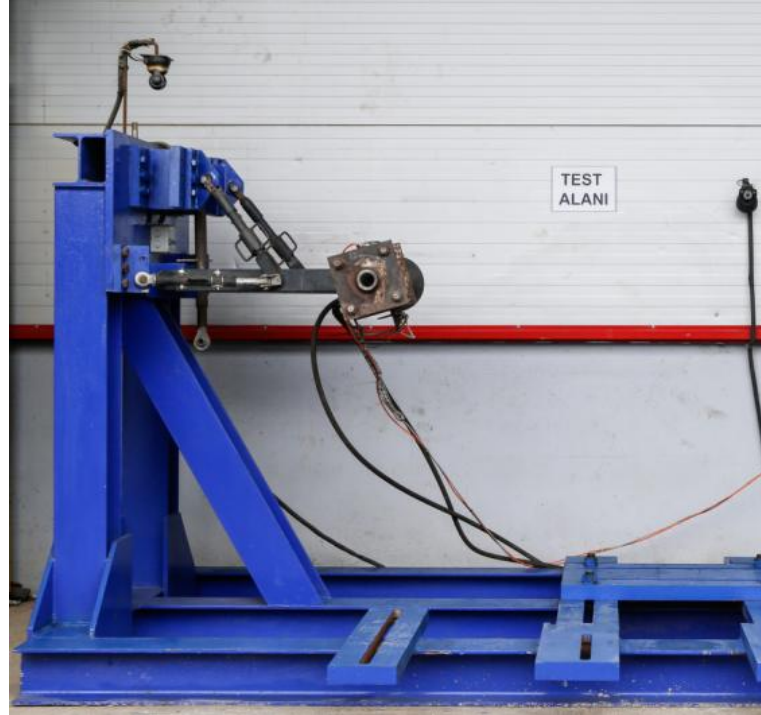
Test sırasında kuvvetin uygulandığı noktada meydana gelen deplasmanın grafiği Şekil 5.4.'te gösterilmiştir.



Şekil 5.4. Eğme testi deplasman grafiği

5.1.3. Deney 3 (yanal kuvvet testi)

Bu test 4 farklı ürüne uygulandı. Testin uygulama resmi Şekil 5.5.'te gösterilmiştir.



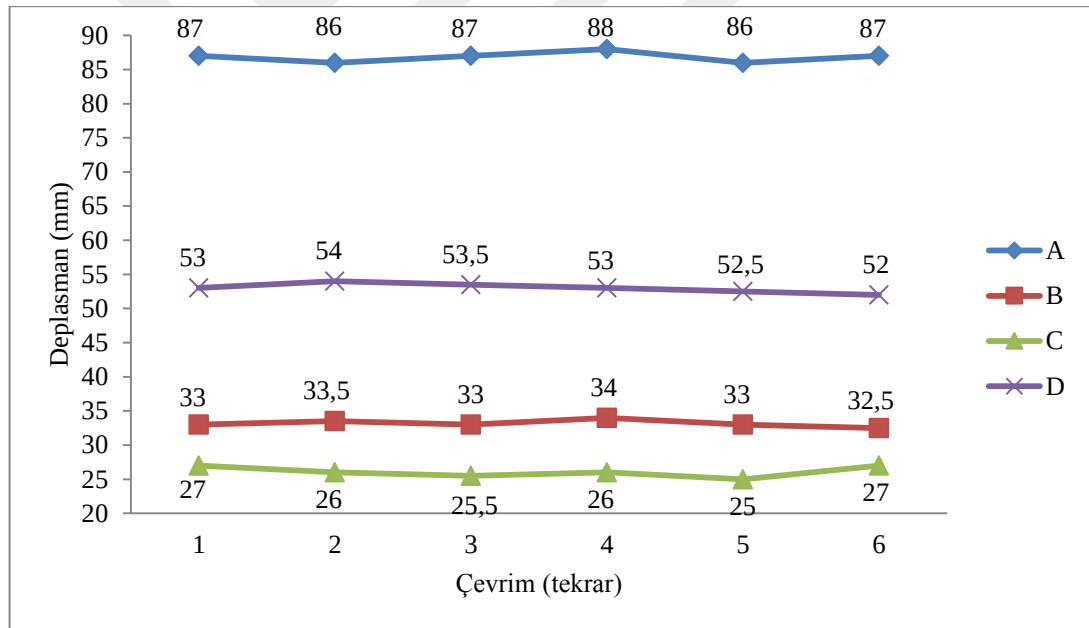
Şekil 5.5. Yanal kuvvet testi uygulaması

Her bir ürün için uygulanacak kuvvetler Bölüm 3.3.'te anlatıldığı gibi hesaplanmış ve Tablo 5.3.'te verilmiştir. Her parçanın boyutları farklıdır ve farklı güçteki traktörlerde kullanılmaktadır.

Tablo 5.3. Yanal kuvvet testinde uygulanan kuvvetler

DENEY PARÇASI	F ₃ KUVVETİ (N)
A	16620
B	17300
C	15000
D	11540

Test sırasında kuvvetin uygulandığı noktada meydana gelen deplasmanın grafiği Şekil 5.6.'da gösterilmiştir.



Şekil 5.6. Yanal kuvvet testi deplasman grafiği

5.1.4. Deney 4 (çekme testi)

Bu test 4 farklı ürüne uygulandı. Testin uygulama resmi Şekil 5.7.'de gösterilmiştir.



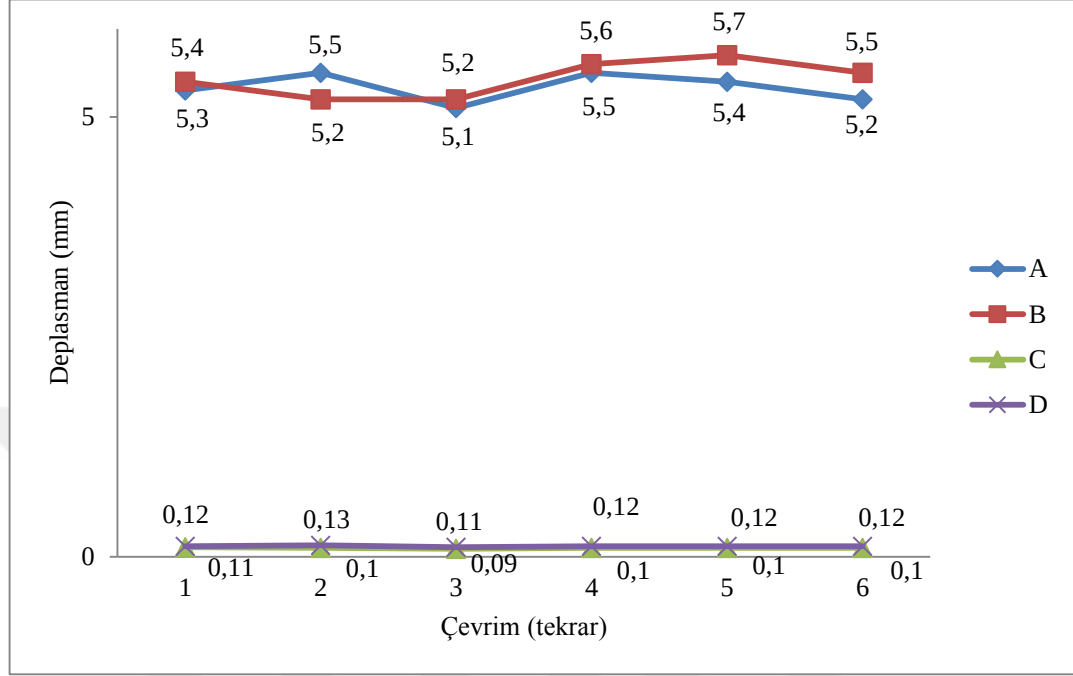
Şekil 5.7. Çekme testi uygulaması

Her bir ürün için uygulanacak kuvvetler Bölüm 3.4.'te anlatıldığı gibi hesaplanmış ve Tablo 4.4.'te verilmiştir. Her parçanın boyutları farklıdır ve farklı güçteki traktörlerde kullanılmaktadır.

Tablo 5.4. Çekme testinde uygulanan kuvvetler

DENEY PARÇASI	F_4 KUVVETİ (N)
A	83060
B	86520
C	75000
D	57700

Test sırasında kuvvetin uygulandığı noktada meydana gelen deplasmanın grafiği Şekil 5.8.'da gösterilmiştir.

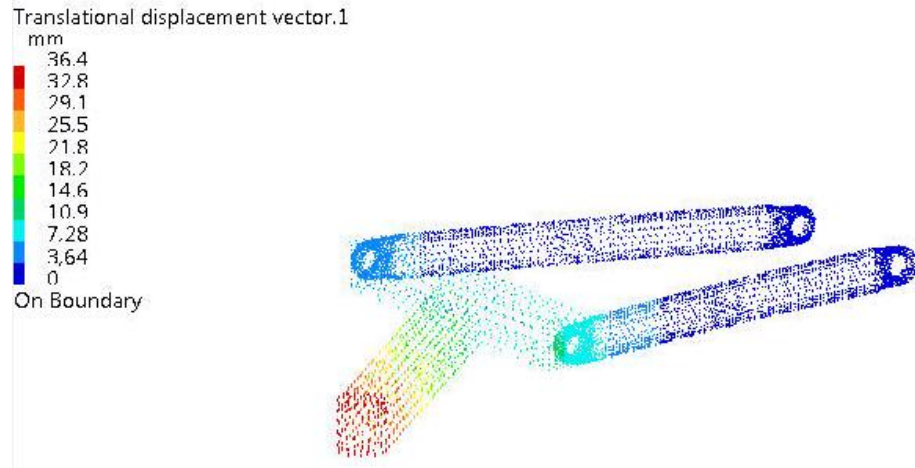


Şekil 5.8. Çekme testi deplasman grafiği

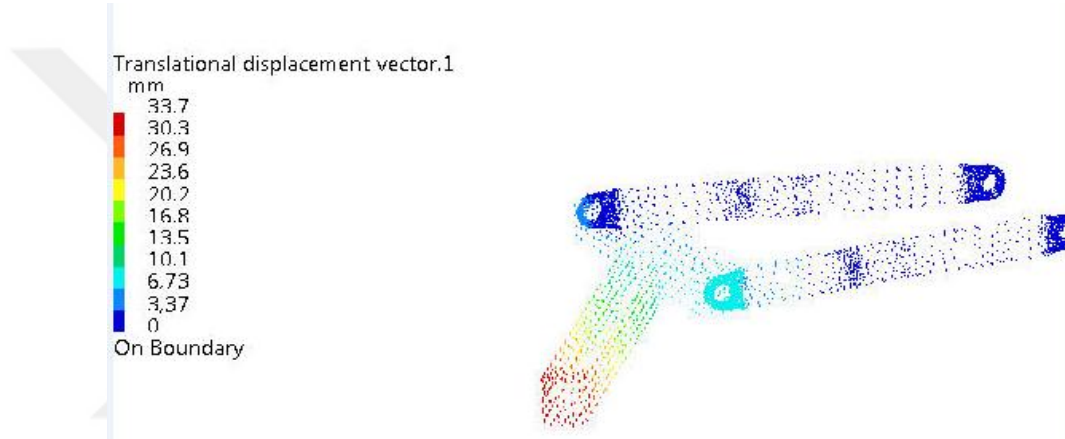
5.2. Analizler

5.2.1. Analiz 1 (burulma testi)

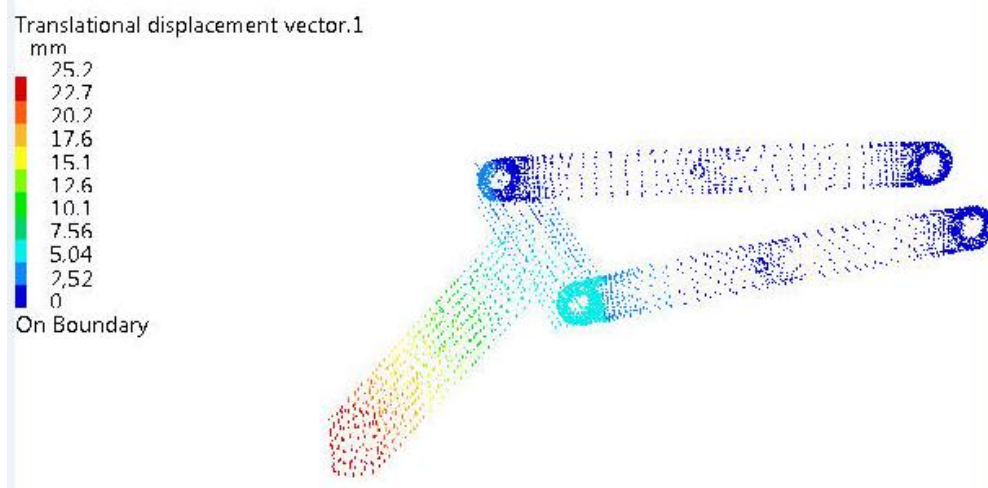
A, B, C ve D parçalarını burulma testi analizleri catia programında yapıldı. Analizler sonucunda parçalara uygulanan kuvvet noktalarındaki deplasmanlar Şekil 5.9., Şekil 5.10., Şekil 5.11. ve Şekil 5.12.'de gösterilmiştir.



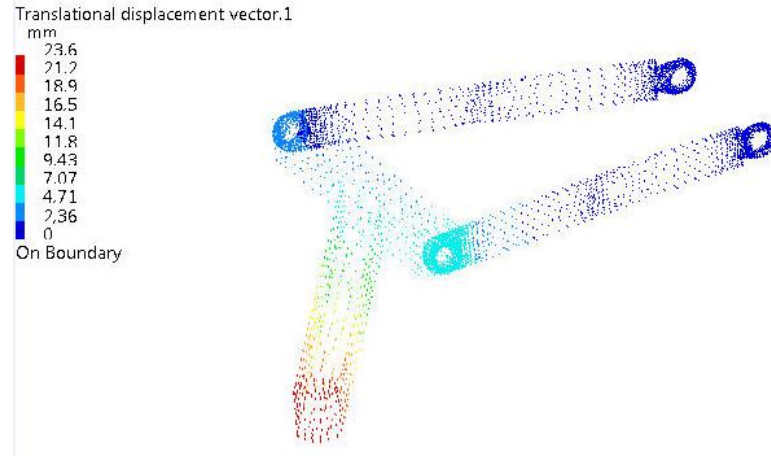
Şekil 5.9. A parçası burulma testi analizi



Şekil 5.10. B parçası burulma testi analizi



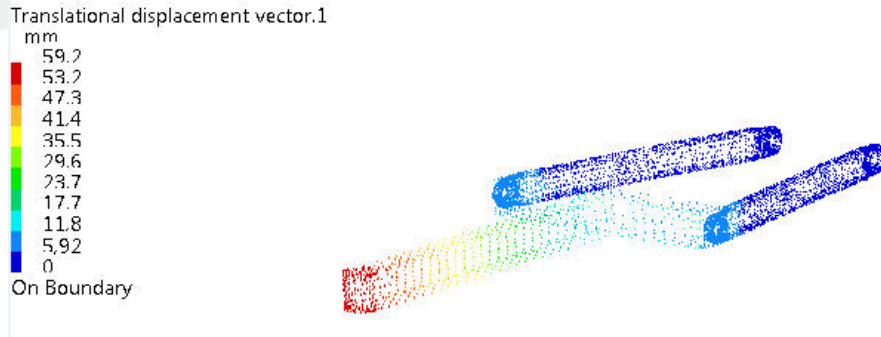
Şekil 5.11. C parçası burulma testi analizi



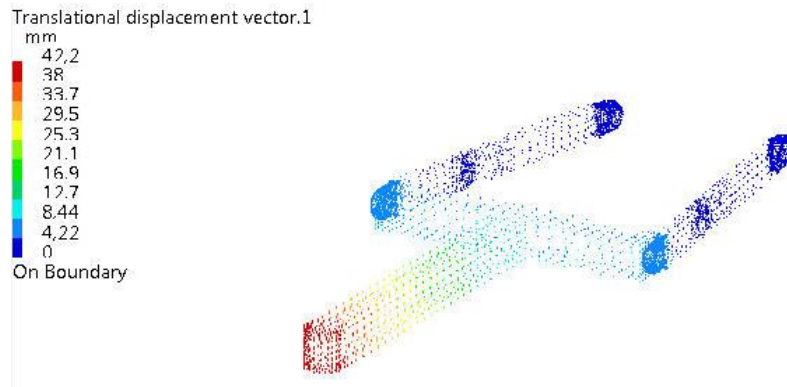
Şekil 5.12. D parçası burulma testi analizi

5.2.2. Analiz 2 (eğme testi)

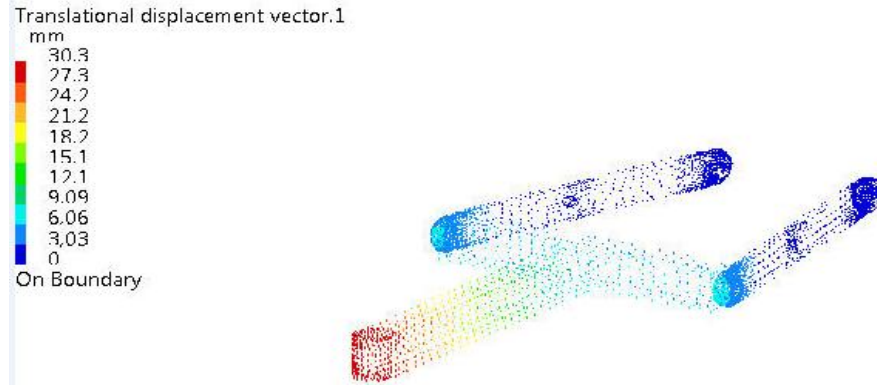
A, B, C ve D parçalarını eğme testi analizleri catia programında yapıldı. Analizler sonucunda parçalara uygulanan kuvvet noktalarındaki deplasmanlar Şekil 5.13., Şekil 5.14., Şekil 5.15. ve Şekil 5.16.’da gösterilmiştir.



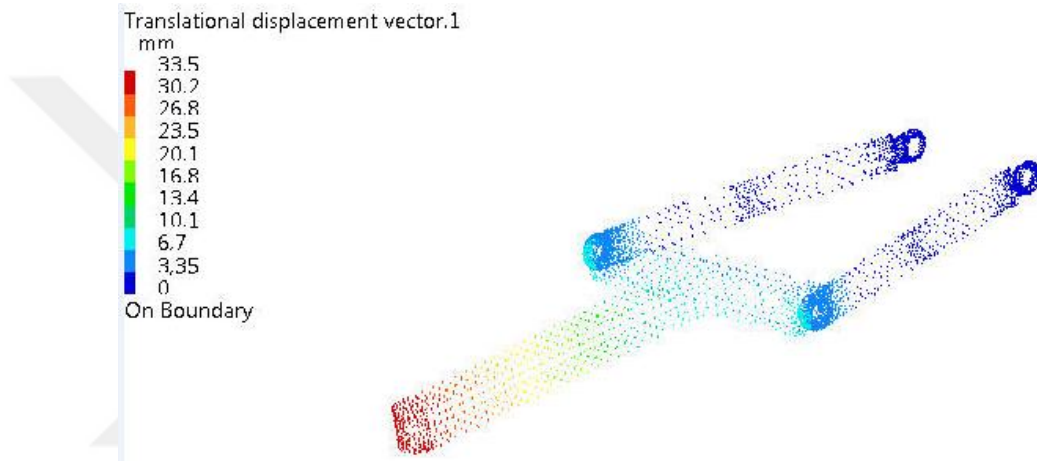
Şekil 5.13. A parçası eğme analizi



Şekil 5.14. B parçası eğme analizi



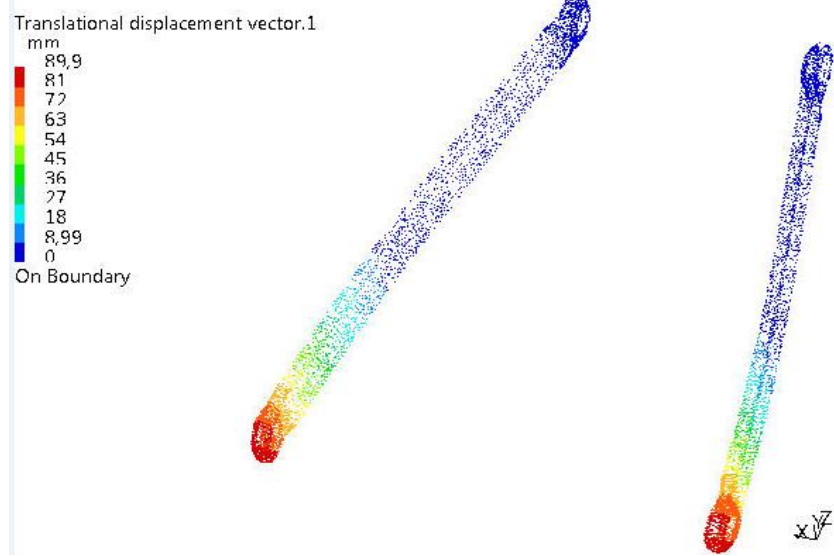
Şekil 5.15. C parçası eğme analizi



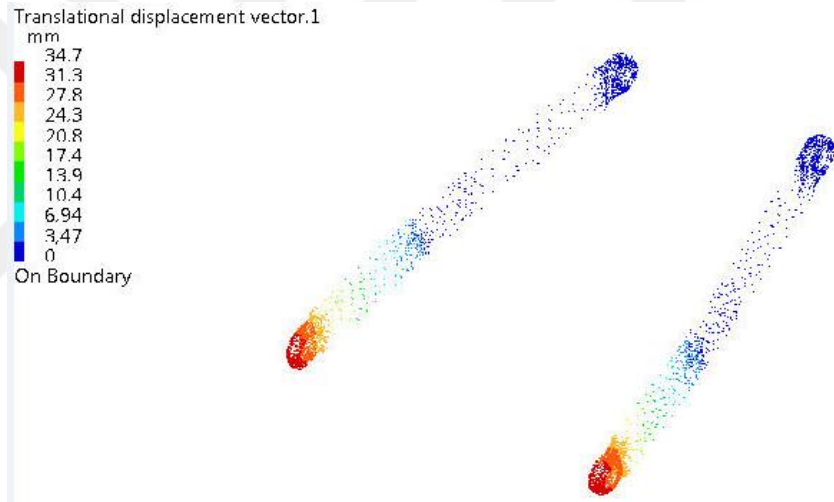
Şekil 5.16. D parçası eğme analizi

5.2.3. Analiz 3 (yanal kuvvet)

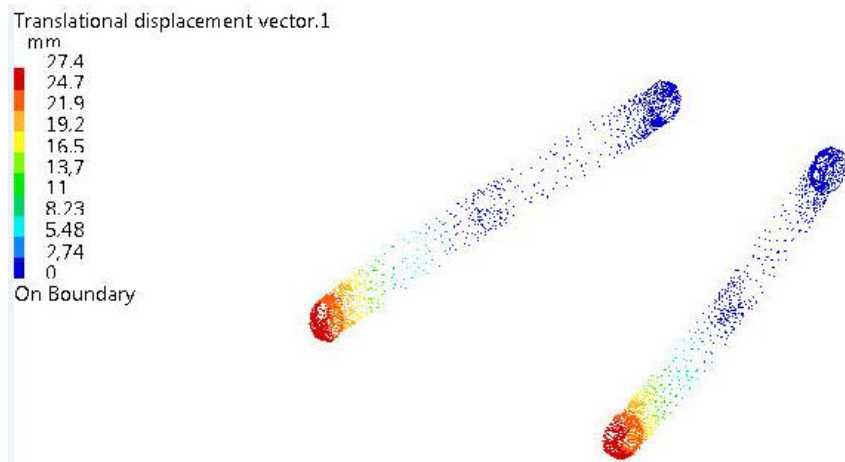
A, B, C ve D parçalarını yanal kuvvet testi analizleri catia programında yapıldı. Analizler sonucunda parçalara uygulanan kuvvet noktalarındaki deplasmanlar Şekil 5.17., Şekil 5.18., Şekil 5.19. ve Şekil 5.20.'de gösterilmiştir.



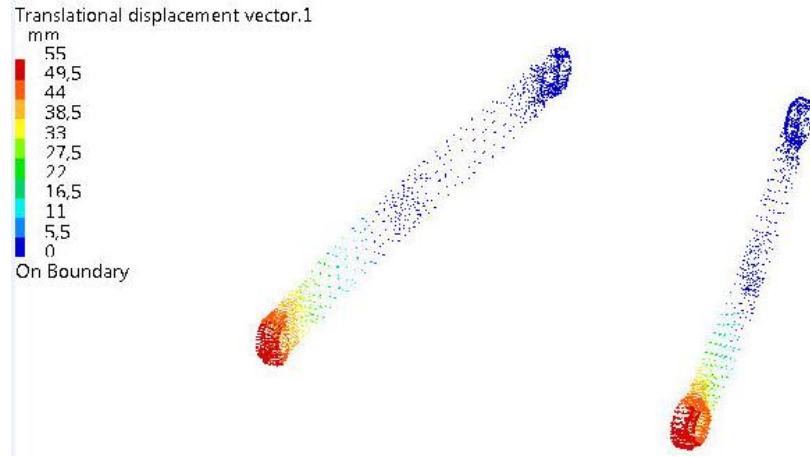
Şekil 5.17. A parçası yanal kuvvet analizi



Şekil 5.18. B parçası yanal kuvvet analizi



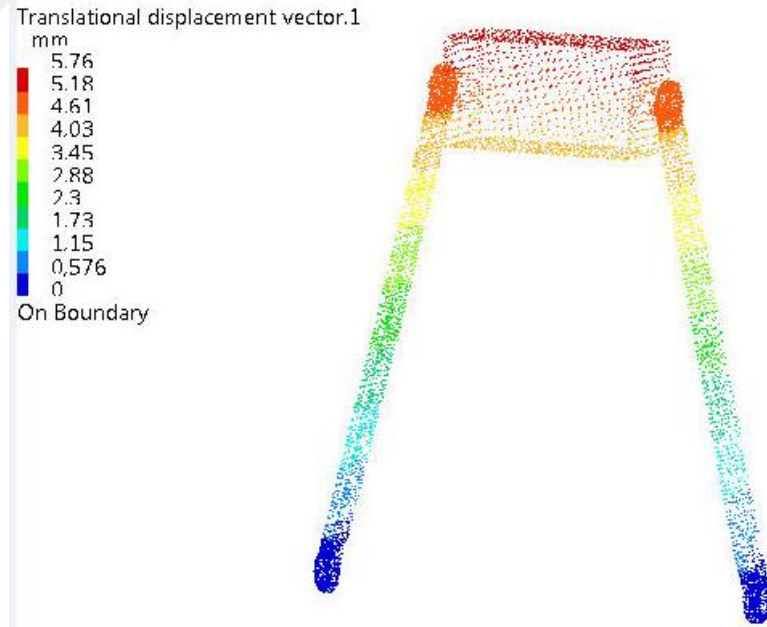
Şekil 5.19. C parçası yanal kuvvet analizi



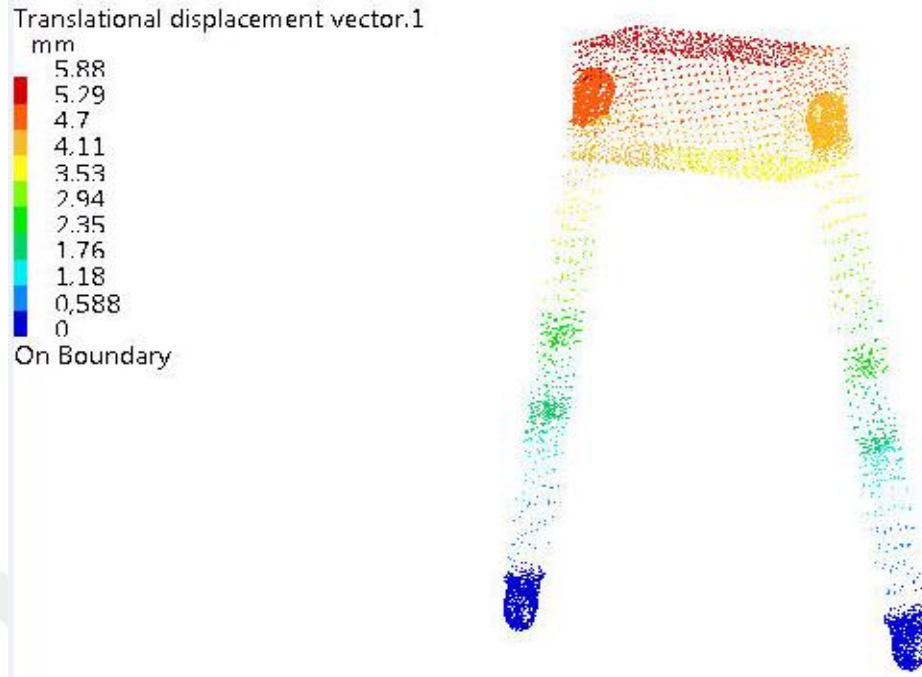
Şekil 5.20. D parçası yanal kuvvet analizi

5.2.4. Analiz 4 (çekme testi)

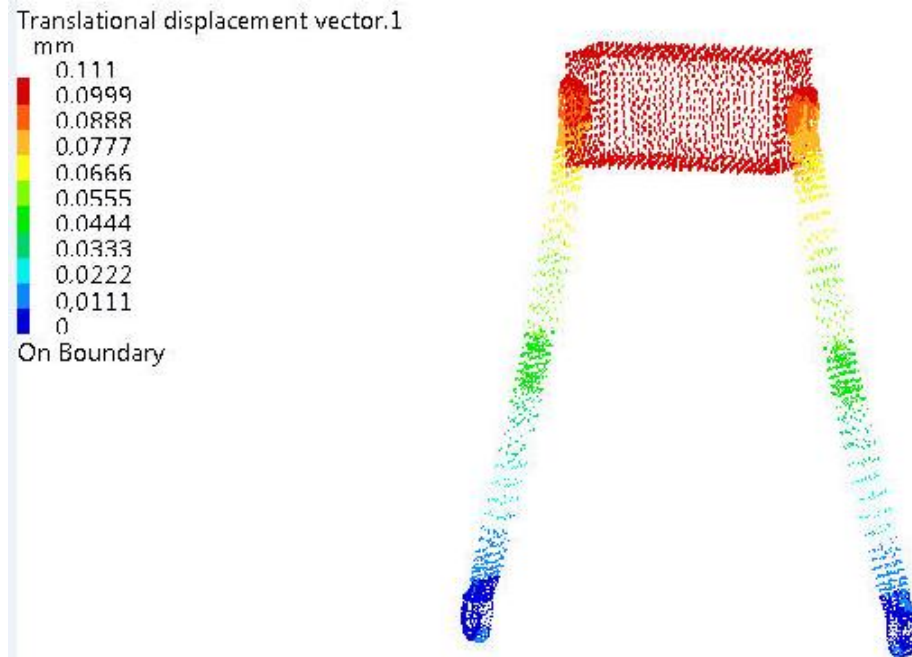
A, B, C ve D parçalarını yanal kuvvet testi analizleri catia programında yapıldı. Analizler sonucunda parçalara uygulanan kuvvet noktalarındaki deplasmanlar Şekil 5.21., Şekil 5.22., Şekil 5.23. ve Şekil 5.24.'de gösterilmiştir.



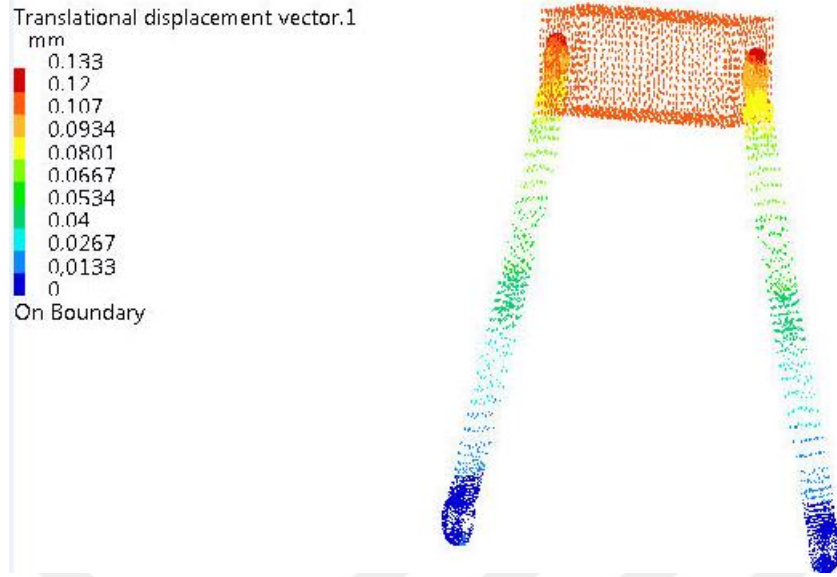
Şekil 5.21. A parçası çekme testi analizi



Şekil 5.22. B parçası çekme testi analizi



Şekil 5.23. C parçası çekme testi analizi

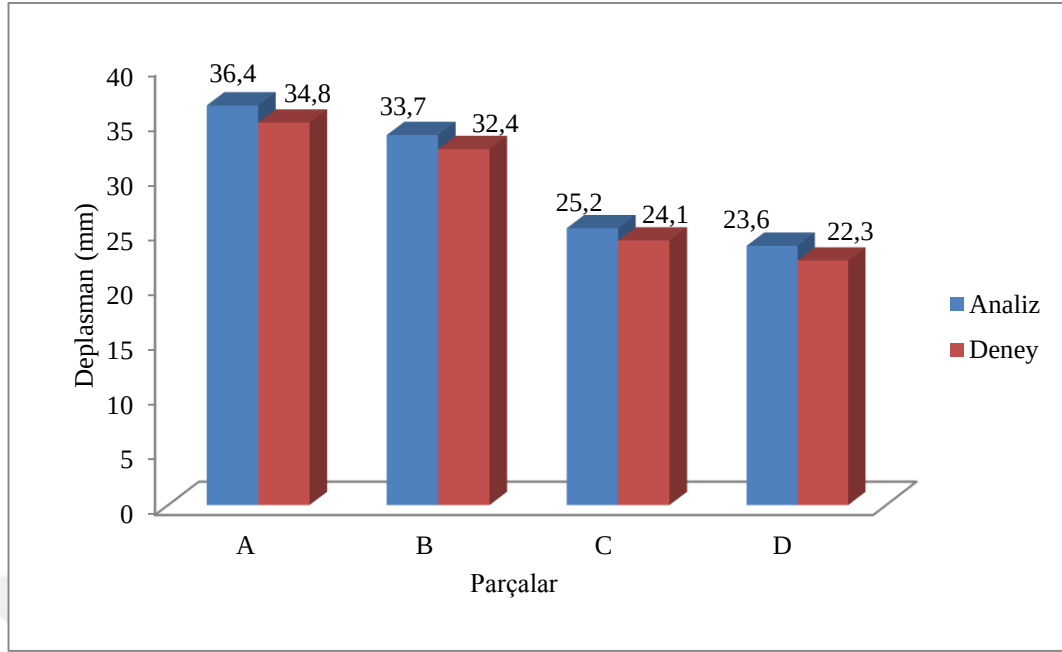


Şekil 5.24. D parçası çekme testi analizi

5.3. Deney ve Analizlerin Karşılaştırılması

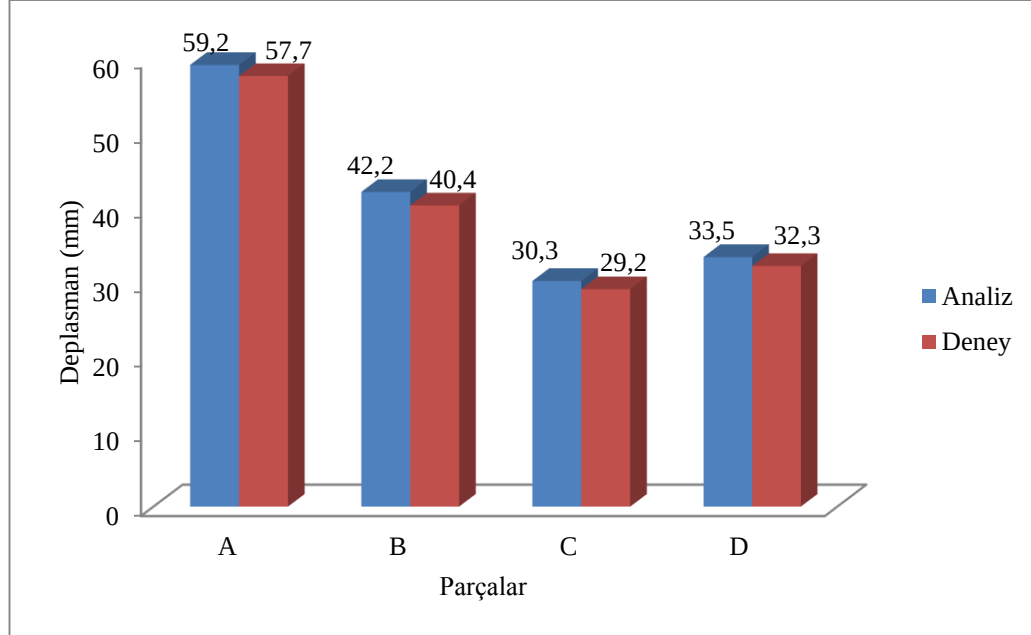
Yapılan deney ve analizlerin karşılaştırma grafikleri Şekil 5.25., Şekil 5.26., Şekil 5.27. ve şekil 5.28.'de gösterilmiştir. Grafiklerde, testler sırasında oluşan deplasmanların ortalama değerleri ve analiz sonucu oluşan deplasmanlar karşılaştırılmaktadır.

Burulma testi ve analizinde A parçasına 21600 N, B parçasına 22500 N, C parçasına 19500 N ve D parçasına 15000 N kuvvet uygulaması yapıldı.



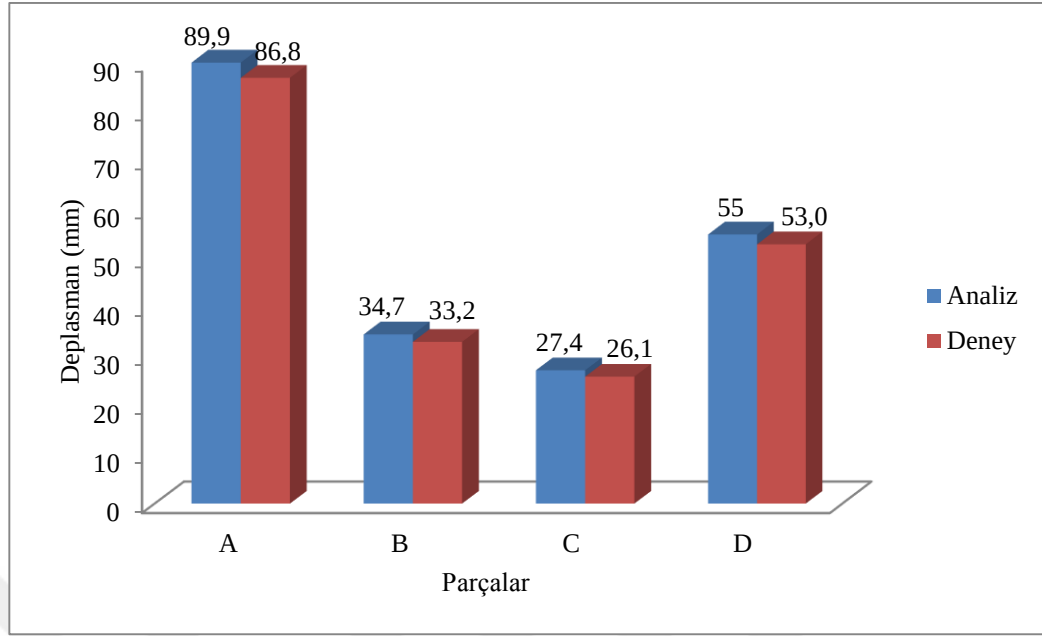
Şekil 5.25. Burulma deney ve analiz karşılaştırma grafiği

Eğme testi ve analizinde A parçasına 20770 N, B parçasına 21630 N, C parçasına 18750 N ve D parçasına 14420 N kuvvet uygulaması yapıldı.



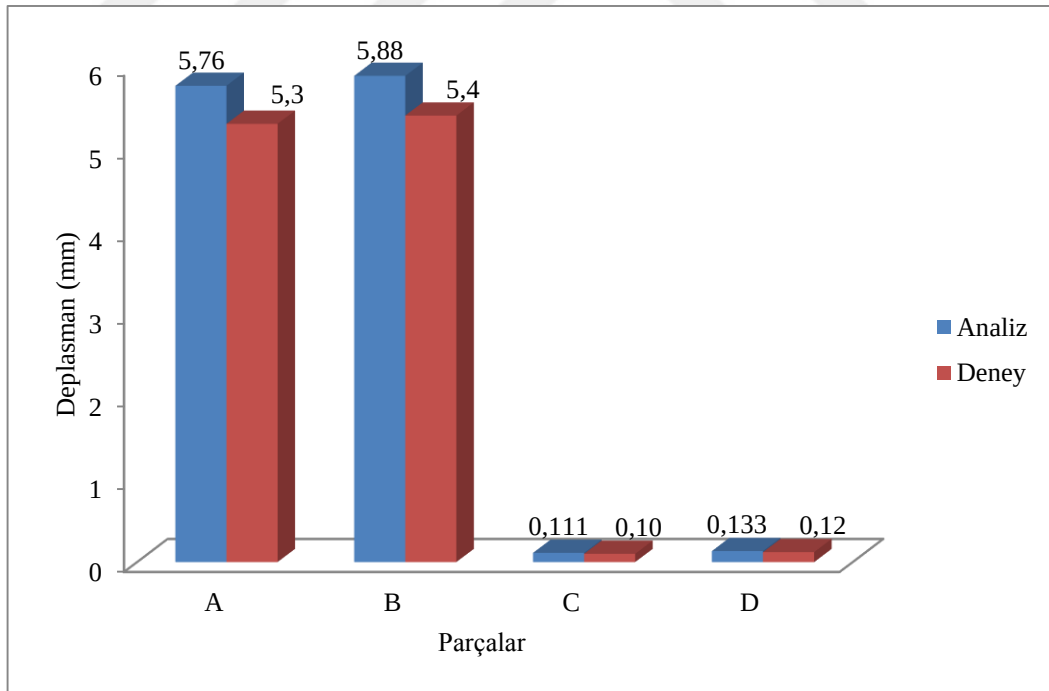
Şekil 5.26. Eğme deney ve analiz karşılaştırma grafiği

Yanal kuvvet testi ve analizinde A parçasına 16620 N, B parçasına 17300 N, C parçasına 15000 N ve D parçasına 11540 N kuvvet uygulaması yapıldı.



Şekil 5.27. Yanal kuvvet deney ve analiz karşılaştırma grafiği

Çekme testi ve analizinde A parçasına 83060 N, B parçasına 86520 N, C parçasına 75000 N ve D parçasına 57700 N kuvvet uygulaması yapıldı.



Şekil 5.28. Çekme deney ve analiz karşılaştırma grafiği

Testler ve analizle sonucu oluşan deplasmanların birbirine yakın olduğu görüldü.

BÖLÜM 6. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Yapılan deneyler neticesinde kuvvetlerin uygulandığı noktalardaki deplasmanlar ile analiz sonucundaki deplasmanların karşılaştırılması yapıldığında deneylerle analizlerin birbirini %96 oranında desteklediği görülmektedir (Tablo 6.1.).

Tablo 6.1. Deney ve analiz sonucu oluşan deplasmanların karşılaştırması

	Parça	Deplasman (mm) (deney ortalama değer)	Deplasman (mm) (analiz)	% oran	% oran (ortalama)	% oran (ortalama)
Burulma testi	A	36,4	34,8	95,7%	95,5%	96,1%
	B	33,7	32,4	96,2%		
	C	25,2	24,1	95,6%		
	D	23,6	22,3	94,3%		
Eğme testi	A	59,2	57,7	97,5%	96,6%	
	B	42,2	40,4	95,7%		
	C	30,3	29,2	96,4%		
	D	33,5	32,3	96,4%		
Yanal kuvvet testi	A	89,9	86,8	96,6%	96,2%	
	B	34,7	33,2	95,7%		
	C	27,4	26,1	95,3%		
	D	55	53,0	96,4%		
Çekme testi	A	5,76	5,3	92,0%	91,9%	
	B	5,88	5,4	91,8%		
	C	0,111	0,10	90,1%		
	D	0,133	0,12	90,2%		

Bulunan bu sonuçlar Bölüm 3 te yer alan 3 Nokta askı sistemi test şartnamesinde (2012) verilen değerlerin makul sınırlar içinde olduğunu göstermektedir. Tasarımı ve prototipi yapılan test düzeneğinde üç nokta askı sistemi üzerine gelen kuvvetlerin uygulanabildiği görülmüştür.

Test düzeneği kuvvet uygulayarak deplasman oluşturan bir yapıya sahip olduğu için farklı ürünlerin yorulma deneylerinde de kullanılabilir.

KAYNAKLAR

Acar, R. Öztürk, M. Güner 2011. Tarım alet ve makinaları. T.C Anadolu Üniversitesi yayını. No:2354.

Bentaher, E. Hamza, G. Kantchev A. Maalej and W.Arnold. 2006. Three-Point Hitch-mechanism Instrumentation for Tillage Power Optimization, The 14th Annual Conference of Misr Society of Ag. Eng. 22 Nov. 2006.

Pijuan, J. Berga, M. Comellas, X. Potau and J. Roca. A three-Point Hitch Dynamometer for Load Measurements between Tillage Implements and Agricultural Tractors during Operation.

TS660, Nisan 1986. Üç nokta askı düzeni, tekerlekli tarım traktörlerinde hidrolik kumandalı.

3 Nokta askı sistemi test şartnamesi, 2012, Türk Traktör Fabrikası.

Catia v5 r20.

ÖZGEÇMİŞ

Erdal Değer, 03.01.1977’de Çankırı’da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Sakarya’da tamamladı. 1995 yılında Sakarya Anadolu teknik lisesinden mezun oldu. 1995 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü’nü 1999 yılında bitirdi. 1999 yılında, halen çalışmakta olduğu Isılsan Makina Sanayi ve Ticaret Limited Şirketinde çalışmaya başladı.