

178833

KALİTE GÜVENÇE SİSTEMİ KRİTERLERİNE UYGUN OLARAK JANT TASARIMI VE DAYANIM ANALİZİ

Dokuz Eylül Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Makina Mühendisliği Bölümü, Mekanik Anabilim Dalı

Tugay VURAL

Eylül, 2003

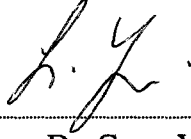
İZMİR

138833

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

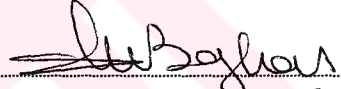
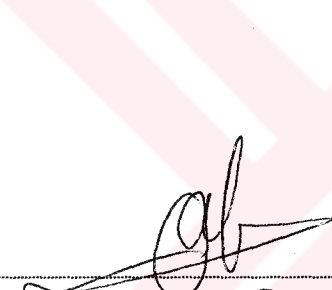
Yüksek Lisans Tezi Sınav Sonuç Formu

Tugay VURAL tarafından Yrd.Doç.Dr. Çınar YENİ yönetiminde hazırlanan “Kalite Güvence Sistemi Kriterlerine Uygun Olarak Jant Tasarımı Ve Dayanım Analizi” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Yrd. Doç. Dr. Çınar YENİ

Yönetici

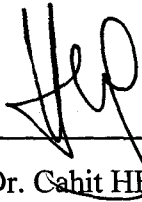


Prof. Dr. Onur Sayman

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Gökhan Bayraktar

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bu çalışmamda bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen Yrd.Doç.Dr. Çınar YENİ'ye ve Makine Yüksek Mühendisi Uğur PEHLİVANOĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca, bir an bile desteklerini eksik etmeyen sevgili aileme teşekkür ederim.

Tugay VURAL

İzmir, 2003

ÖZET

Bu çalışmada; ISO 9001:2000 ve ISO / TS 16949:2002 Kalite Yönetim Sistemleri ele alınarak jant üretimi yapan sanal bir A Firması için Kalite El Kitabı oluşturulmuştur. Kalite El Kitabında ilgili prosedür ve talimatlara atıflar yapılmış, bu prosedürlerden tasarım prosedürü hazırlanarak uygulaması yapılmıştır.

Uygulamada FIAT Firması müşteri olarak belirlenmiştir. Doblo marka otomobiller için jant siparişi ile A Firmasına geldiği düşünülerek tasarıma geçilmiştir. Jant tasarımında ERTRO ve TS 8987 standartları kullanılmıştır.

Jant kesitlerinin çizilmesinde, üç boyutlu katı modelinin oluşturulmasında, sonlu elemanlara bölünmesinde CATIA V5R9 programı kullanılmıştır. TS 2350'ye göre jant simule edilerek CATIA V5R9 programında, sonlu elemanlar metodu kullanılarak, jantın dayanım analizleri yapılmıştır.

Anahtar sözcükler: Tasarım prosedürü, jant tasarımı, sonlu elemanlar

ABSTRACT

In this study, Quality Management Systems – ISO 9001:2000 and ISO / TS 16949:2002 are used in order to construct a Quality Handbook for an imaginary A Firm, which produces wheel rims. In the Quality Handbook, attributions are made to the relevant procedure and instructions, design procedure is prepared from these relevant procedures and design is put into practice.

In practice, FIAT Company is determined as a customer. Design is made by assuming an imaginary order of wheel rim for Doblo brand cars. In wheel rim design ERTRO and TS 8987 standards are used.

In drawing of the wheel rim cross sections, forming three dimensional solid models and construction of finite elements, CATIA V5R9 software is used. By simulating the wheel rim according to TS 2350 and by using finite elements method in CATIA V5R9 software, analyses of wheel rim resistance are carried out.

Keywords: Desing procedure, desing of wheel rim, finite elements

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İçindekiler	IV
Tablo Listesi.....	X
Şekil Listesi.....	XI
Semboller	XIII

Bölüm Bir

KALİTE YÖNETİMİ

1.1 Giriş.....	1
1.2 A Firması Kalite El Kitabı	1
1.2.1 Kalite Yönetim Sistemi	1
1.2.1.1 Genel Şartlar.....	1
1.2.1.2 Dokümantasyon Şartları.....	2
1.2.1.2.1 Genel	2
1.2.1.2.2 Kalite El Kitabı	2
1.2.1.2.3 Dokümanların Kontrolü	2
1.2.1.2.4 Kayıtların Kontrolü	2
1.2.2 Yönetimin Sorumluluğu.....	3
1.2.2.1 Yönetimin Taahhüdü.....	3
1.2.2.2 Müşteri Odaklılık	3
1.2.2.3 Kalite Politikası	3
1.2.2.4 Planlama.....	4
1.2.2.4.1 Kalite Hedefleri	4
1.2.2.4.2 Kalite Yönetim Sisteminin Planlanması	4
1.2.2.5 Sorumluluk, Yetki Ve İletişim	4
1.2.2.5.1 Sorumluluk Ve Yetki	4

1.2.2.5.2 Yönetim Temsilcisi	5
1.2.2.5.2.1 Müşteri temsilcisi	5
1.2.2.5.3 İç İletişim	5
1.2.2.6 Yönetimin Gözden Geçirmesi	5
1.2.2.6.1 Genel	5
1.2.3 Kaynak Yönetimi	5
1.2.3.1 Kaynakların Sağlanması	5
1.2.3.2 İnsan Kaynakları	6
1.2.3.3 Alt Yapı	6
1.2.3.4 Çalışma Ortamı	6
1.2.4 Ürün Gerçekleştirme	6
1.2.4.1 Ürün Gerçekleştirmenin Planlaması	6
1.2.4.2 Müşteri İle İlişki Prosesleri	7
1.2.4.2.1 Ürüne Bağlı Şartların Belirlenmesi	7
1.2.4.2.2 Ürüne Bağlı Şartların Gözden Geçirilmesi	7
1.2.4.2.3 Müşteri İle İletişim	7
1.2.4.3 Tasarım Ve Geliştirme	8
1.2.4.3.1 Tasarım Ve Geliştirme Planlaması	8
1.2.4.3.2 Tasarım Ve Geliştirme Girdileri	8
1.2.4.3.2.1 Özel Karakteristikler	8
1.2.4.3.3 Tasarım Ve Geliştirme Çıktıları	9
1.2.4.3.3.1 Ürün Tasarım Çıktıları	9
1.2.4.3.3.2 İmalat Süreci Tasarım Çıktısı	10
1.2.4.3.4 Tasarım Ve Geliştirmenin Gözden Geçirilmesi	10
1.2.4.3.5 Tasarım Ve Geliştirme Doğrulaması	10
1.2.4.3.6 Tasarım Ve Geliştirmenin Geçerli Kılınması	11
1.2.4.3.7 Tasarım Ve Geliştirme Değişikliklerinin Kontrolü	11
1.2.4.4 Satın Alma	11
1.2.4.4.1 Satın Alma Prosesi	11
1.2.4.5 Üretim Ve Hizmetin Sağlanması	11
1.2.4.5.1 Üretim Ve Hizmet Sağlanmasının Kontrolü	11
1.2.4.5.2 Üretim Ve Hizmet Sağlanması İçin Proseslerin Geçerliliği	12

1.2.4.5.3 Belirleme Ve İzlenebilirlik.....	12
1.2.4.5.4 Müşteri Mülkiyeti.....	12
1.2.4.5.5 Ürünün Muhafazası.....	13
1.2.4.5.6 İzleme Ve Ölçüm Cihazlarının Kontrolü	13
1.2.5 Ölçme, Analiz Ve İyileştirme	13
1.2.5.1 Genel	13
1.2.5.2 İzleme Ve Ölçme	13
1.2.5.2.1 Müşteri Memnuniyeti.....	13
1.2.5.2.2 İç Tetkik	14
1.2.5.2.3 Proseslerin İzlenmesi Ve Ölçülmesi	14
1.2.5.2.4 Ürünün İzlenmesi Ve Ölçülmesi.....	14
1.2.5.3 Uygun Olmayan Ürünün Kontrolü.....	14
1.2.5.4 Veri Analizi.....	15
1.2.5.5 İyileştirme	15
1.2.5.5.1 Sürekli İyileştirme.....	15
1.2.5.5.2 Düzeltici Ve Önleyici Faaliyet.....	15

Bölüm İki

TASARIM HAKİMİYETİ

2.1 Giriş.....	16
2.2 Jant Tasarım Prosedürü.....	16
2.2.1 Amaç	16
2.2.2 Kapsam Ve Uygulama Alanı	16
2.2.3 Sorumluluk ve Uygulama	17
2.2.3.1 Stil Tasarım Süreci.....	17
2.2.3.2 Tasarım Ve Proje Ekibi Oluşturma Süreci.....	17
2.2.3.2.1 Tasarım Ekibi.....	17
2.2.3.2.2 Proje Ekibi.....	18
2.2.3.2.2.1 Proje Yöneticisi.....	18
2.2.3.2.2.2 Müşteri Temsilcisi.....	19

2.2.3.2.2.3 Kalite Sorumlusu.....	20
2.2.3.3 Ürün Tasarım Ve Geliştirme.....	22
2.2.3.3.1 Ürün Tasarım Ve Geliştirme Planlaması	22
2.2.3.3.2 Ürün Tasarım Girdileri ve Elde Edilmesi Süreci	22
2.2.3.3.3 Ürün Tasarımın Hazırlanma Süreci	23
2.2.3.3.4 Ürün Tasarım Çıktıları	24
2.2.3.3.5 Ürün Tasarımın Doğrulanma Süreci	24
2.2.3.3.6 Ürün Tasarımın Geçerliliği Fazı	24

Bölüm Üç

TASARIMIN UYGULANMASI

3.1 Giriş.....	26
3.2 Yeni Ürün Siparişi	26
3.3 Stil Tasarımı.....	26
3.4 Tasarım Ve Proje Ekibinin Oluşturulması	27
3.5 Ürün Tasarım Ve Geliştirme.....	27
3.5.1 Jantın Tanımı.....	27
3.5.2 Jant Tasarım Girdilerinin Elde Edilmesi.....	30
3.5.3 Jant Tasarımının Elde Edilmesi	32
3.5.4 Jant Tasarım Çıktılarının Elde Edilmesi	36
3.5.4.1 FMEA (Hata Türü Ve Etkileri Analizi)	36
3.5.4.1.1 FMEA'nın Amacı.....	36
3.5.4.1.2 FMEA'dan Beklenen Yararlar	37
3.5.4.1.3 Tasarım FMEA'nın Zamanlaması	37
3.5.4.1.4 FMEA'da Yönetimin Rolü.....	37
3.5.4.1.5 Tasarım FMEA Gerçekleştirme Aşamaları.....	38
3.5.4.1.6 Tasarım FMEA'nın Değerlendirilmesi	38
3.5.5 Jant Tasarımının Doğrulanma Süreci.....	38
3.5.6 Jant Tasarımının Geçerlilik Kazanması	38
3.5.6.1 Muayeneler.....	39

3.5.6.1.1 Gözle Muayene	39
3.5.6.1.2 Boyut Muayenesi	39
3.5.6.2 Deneyler	40
3.5.6.2.1 Yalpa Deneyi.....	40
3.5.6.2.2 Salgı Deneyi.....	40
3.5.6.2.3 Statik Dengesizlik Deneyi.....	41
3.5.6.2.4 Hava Sızdırmazlık Deneyi	41
3.5.6.2.5 Lastik Montajı Deneyi.....	42
3.5.6.2.6 Gizli Çatlak Deneyi.....	42
3.5.6.2.7 Dinamik Virajla Yorma Deneyi	42
3.5.6.2.8 Dinamik Radyal Yorma Deneyi.....	44
3.5.6.2.9 Darbe Mukavemet Deneyi	44
3.5.6.2.10 Flanş Çarpılma Deneyi.....	46
3.5.6.2.11 Korozyona Mukavemet Deneyi	46

Bölüm Dört

SONLU ELEMANLAR METODU

4.1 Giriş.....	47
4.2 Sonlu Elemanlar Formülasyonu.....	47

Bölüm Beş

ANALİZ

5.1 Giriş.....	55
5.2 Katı Modelin Sonlu Elemanlara Ayrılması.....	55
5.3 Jant Malzemesi Özellikleri.....	57
5.3.1 Kimyasal Özellikleri	57
5.3.2 Mekanik Özellikleri	57
5.3.3 Fiziksel Özellikleri	57

5.4 Deney Düzeneginin Simule Edilmesi	58
5.5 Sınır Şartları	59
5.6 Analiz.....	60
5.7 Değerlendirme.....	69
 Kaynaklar	 70
 Ekler	 72



TABLO LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.1 A Firması Genel Organizasyon Şeması	4
Tablo 3.1 Jant Aplikasyon Değerleri.....	30
Tablo 3.2 Bilyalı Kontrol Bandı Ölçüleri.....	39
Tablo 3.3 Jantlarda İzin Verilen En Fazla Yalpa Ve Salgı Miktarları	40
Tablo 3.4 Jantlarda İzin Verilen En Fazla Statik Dengesizlik Miktarları	41
Tablo 3.5 Darbe Deneyinde Düşme Yükseklikleri	45
Tablo 3.6 Enerji Değerleri.....	46
Tablo 5.1 GK-AlSi11Mg Kimyasal Özellikleri	57

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1 Jant Stili	26
Şekil 3.2 Jant Kesiti	27
Şekil 3.3 Özel Alaşımılı Alüminyum Jantlarda Kaçıklık (off-set) Konumları	29
Şekil 3.4 Fiat Doblo Kaliper Skeç Resmi	31
Şekil 3.5 Kaliper Montaj Kontrolü.....	33
Şekil 3.6 Jant Kapağının Jant Göbek Deliğine Montaj hali	34
Şekil 3.7 6.0Jx14H2 Jantın Katı Modelinin Üç Görünüşü.....	35
Şekil 3.8 6.0Jx14H2 Jantın Katı Modelinin İzometrik Görünüşü.....	35
Şekil 3.9 Sızdırmazlık Deney Cihazı	41
Şekil 3.10 Dinamik Virajda Yorma Deneyi Makinesi (Düşey Bağlamalı).....	43
Şekil 3.11 Dinamik Virajda Yorma Deneyi Makinesi (Yatay Bağlamalı)	43
Şekil 3.12 Dinamik Radyal Yorma Deney Makinesi.....	44
Şekil 3.13 Darbe Dayanım Deney Cihazı	45
Şekil 4.1 On Dügümlü Tetrahedral Eleman.....	48
Şekil 5.1 6.0Jx14H2 Jantın Sonlu Elemanlar Modeli Ön Görünüşü	56
Şekil 5.2 6.0Jx14H2 Jantın Sonlu Elemanlar Modeli Arka Görünüşü	56
Şekil 5.3 Simule Edilmiş Deney Düzeneginin Kesiti	58
Şekil 5.4 Sınır Şartları.....	59
Şekil 5.5 Tekil Kuvvet Altında Oluşan Deplasman Değerleri.....	61
Şekil 5.6 Tekil Kuvvet Altında Oluşan Asal Gerilme Değerleri	61
Şekil 5.7 Tekil Kuvvet Altında Oluşan Von-Mises Gerilme Değerleri	62
Şekil 5.8 Jant Kollarında Oluşan Max. Ve Min. Von-Mises Gerilme Değerleri ..	62
Şekil 5.9 Tekil Kuvvet Altında Oluşan Şekil Değiştirme Değerleri.....	63
Şekil 5.10 Yayılı Yük Altında Oluşan Deplasman Değerleri (Y eksen)	63
Şekil 5.11 Yayılı Yük Altında Oluşan Asal Gerilme Değerleri (Y eksen).....	64
Şekil 5.12 Yayılı Yük Altında Oluşan Von-Mises Gerilme Değerleri (Y eksen)	64

Şekil 5.13 Jant Kollarında Oluşan Max. Ve Min. Von-Mises Gerilme Değerleri	65
Şekil 5.14 Yayılı Yük Altında Oluşan Şekil Değiştirme Değerleri (Y eksen)	65
Şekil 5.15 Yayılı Yük Altında Oluşan Deplasman Değerleri (Z eksen)	66
Şekil 5.16 Yayılı Yük Altında Oluşan Asal Gerilme Değerleri (Z eksen)	66
Şekil 5.17 Yayılı Yük Altında Oluşan Von-Mises Gerilme Değerleri (Z eksen)	67
Şekil 5.18 Yayılı Yük Altında Oluşan Şekil Değiştirme Değerleri (Z eksen)	68



SEMBOLLER

u, v, w	: Eleman deplasman fonksiyonları
x, y, z	: Kartezyen koordinatlar
r, s, t	: Doğal koordinatlar
N	: Şekil fonksiyonları matrisi
σ	: Gerilme bileşenleri vektörü
ε	: Şekil değiştirme bileşenleri vektörü
q	: Eleman deplasman vektörü
J	: Jakobiyen matrisi
B	: Şekil değiştirme-deplasman matrisi
D	: Elastisite matrisi
U	: Toplam potansiyel enerji
k_e	: Eleman rijidlik matrisi
V	: Eleman hacmi
I_1, I_2, I_3	: Gerilme invariantları
$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$	: Asal gerilme bileşenleri
σ_{vm}	: Von Mises gerilmesi
E	: Elastisite modülü
ν	: Poisson's ratio
M	: Moment
R	: Lastik Yarıçapı
d	: Off-set mesafesi
F_{v1}	: Ön dingildeki en büyük düşey statik yükün yarısı
S	:Yorulma katsayısı
μ	: Sürtünme katsayısı

BÖLÜM BİR

KALİTE YÖNETİMİ

1.1 Giriş

ISO 9001:2000 ve ISO / TS 16949:2002 Kalite Yönetim Sistemleri – otomotiv üretimi ve ilgili servis parçası kuruluşlarında uygulanan özel şartlar ele alınarak, sanal bir A Firması için kalite el kitabı oluşturulmuştur. Tüm maddeler ayrıntılı olarak açıklanmayıp, ilgili prosedür ve talimatlara atıflar yapılmıştır. Referans gösterilen bu prosedürlerden sadece tasarım prosedürü hazırlanmış ve uygulaması yapılmıştır.

1.2 A Firması Kalite El Kitabı

1.2.1 Kalite Yönetim Sistemi

1.2.1.1 Genel Şartlar

A firması, ISO 16949:2002 standardının öngördüğü şartlara uygun olarak bir kalite sistemi oluşturmuş, dökümente etmiş, uygulama ve sürekliliğini sağlamış ve etkinliğini sürekli iyileştirmiştir.

1.2.1.2 Dokümantasyon Şartları

1.2.1.2.1 Genel

Kalite yönetim sistemi dokümantasyonu; kalite politikasının ve kalite hedeflerinin doküman haline getirilmiş beyanlarını, kalite el kitabını, standardın istediği dökümante edilmiş prosedürleri, proseslerin etkin planlanması, yürütülmesi ve kontrolünü sağlamak için A Firmasının ihtiyaç duyduğu dokümanları ve bu standardın gerektiği kayıtları oluşturmuştur.

1.2.1.2.2 Kalite El Kitabı

A firması, aşağıdakileri içeren bir kalite el kitabı oluşturmuş ve sürekliliğini sağlamıştır.

- a) Kalite yönetim sisteminin kapsamı ve herhangi bir hariç tutmanın ayrıntıları ve haklılığı,
- b) Kalite yönetim sistemi için oluşturulmuş dökümante edilmiş prosedürleri veya bunlara atıfları,
- c) Kalite yönetim sistemi prosesleri arasındaki etkileşmenin açıklanması.

1.2.1.2.3 Dokümanların Kontrolü

Kalite yönetim sistemi tarafından gerekli görülen dokümanlar ve kayıtlar, Doküman Kontrolü Prosedüründe belirtildiği şekilde işlem görürler.

1.2.1.2.4 Kayıtların Kontrolü

Kayıtların tanımlanması, tekrar elde edilebilir olması, saklama süresi ve elden çıkarılması için gereken kontrollerin tanımlanması amacıyla kalite kayıtlarının kontrolü prosedürü hazırlanmıştır.

1.2.2 Yönetimin Sorumluluğu

1.2.2.1 Yönetimin Taahhüdü

Üst yönetim, kalite yönetim sisteminin uygulanması ve etkinliğinin sürekli iyileştirilmesi için, taahhütlerin yerine getirilmesine dair kanıtlarını aşağıdaki yollarla sağlamıştır;

- a) Kuruluşa, yasal şartlar ve mevzuat şartları kadar, müşteri şartlarının da yerine getirilmesinin önemini iletilmesiyle,
- b) Kalite politikasının oluşturulmasıyla,
- c) Kalite hedeflerin belirlenmiş olmasıyla,
- d) Yönetimin gözden geçirilmesinin yapılmasıyla,
- e) Kaynakların bulunabilirliğinin sağlanmasıyla.

1.2.2.2 Müşteri Odaklılık

Üst yönetim; müşteri tatmininin artırılması amacıyla yönelik olarak, müşteri şartlarının belirlenmiş ve yerine getirilmiş olmasını sağlamıştır.

1.2.2.3 Kalite Politikası

Kalitenin sürekliliğinin sağlanması ve geliştirilmesi için, sürekli gelişim felsefesini benimsemek müşteri ihtiyaç ve beklentilerini her defasında karşılayacak zamanında ve güvenilir hizmeti şirket menfaatlerini de göz önünde tutarak sunmak, üretimin her aşamasında bir sonraki işlemin müşteri olduğu bilinci ile ekip ruhu ile çalışmak ve ekibin bütün elemanlarını bu doğrultuda geliştirmek.

1.2.2.4 Planlama

1.2.2.4.1 Kalite Hedefleri

Kalite hedefleri A firması üst yönetimince oluşturulmuş, tüm birimlerce benimsenip anlaşılması sağlanmıştır.

1.2.2.4.2 Kalite Yönetim Sisteminin Planlanması

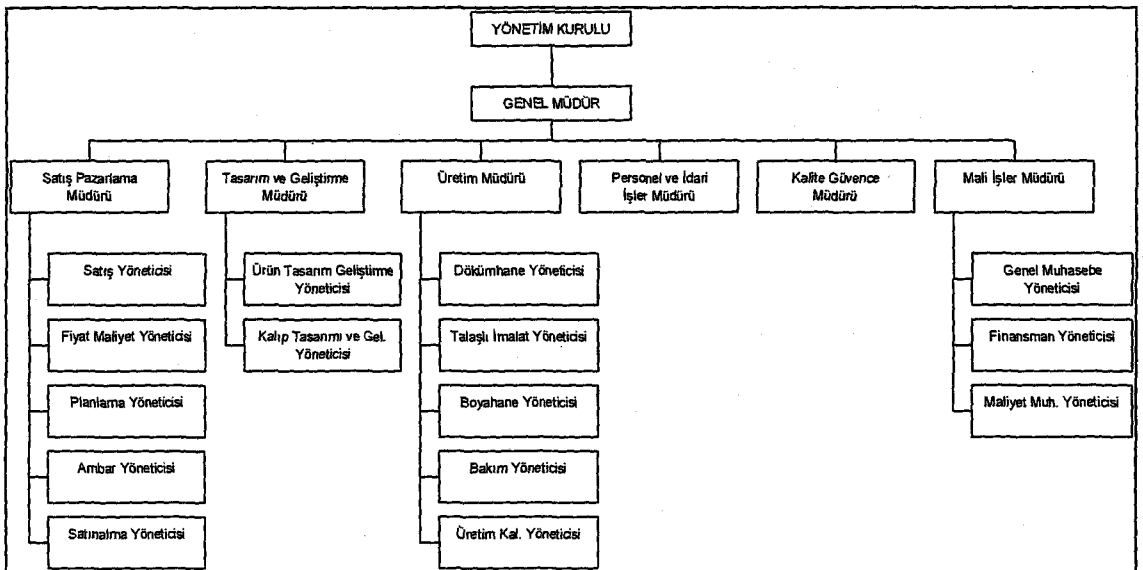
A firması; kalite yönetim sisteminin devamlılığı için kalite yönetim sisteminin planlamasını oluşturmuş, bütünlüğünü tüm birimlerde sağlamıştır (A Firması kalite prosedürleri ve süreçler).

1.2.2.5 Sorumluluk, Yetki Ve İletişim

1.2.2.5.1 Sorumluluk Ve Yetki

Üst yönetim; sorumlulukları, yetkileri ve bunlar arasındaki ilişkileri tanımlamış ve kuruluş içinde iletişimini sağlamıştır.

Tablo 1.1 A Firması Genel Organizasyon Şeması



1.2.2.5.2 Yönetim Temsilcisi

Üst yönetim, diğer sorumluluk alanlarına bakılmaksızın belirtilen yetki ve sorumluluklara sahip olacak yönetimden bir üyeyi temsilci olarak atamıştır.

1.2.2.5.2.1 Müşteri temsilcisi

Üst yönetim, müşteri şartlarının belirlendiğinden emin olmak için, sorumlu ve yetkili bir personel atamıştır.

1.2.2.5.3 İç İletişim

Üst yönetim, kuruluştaki uygun iletişim proseslerini oluşturmuş ve iletişimin, kalite yönetim sisteminin etkinliği dikkate alınarak gerçekleşmesini sağlamıştır.

1.2.2.6 Yönetimin Gözden Geçirmesi

1.2.2.6.1 Genel

Üst yönetim, A firmasının kalite yönetim sistemini, sürekli uygunluğunu, yeterliliğini ve etkinliğini sağlamak için planlanmış aralıklarla gözden geçirir. Bu madde ile ilgili Yönetimi Gözden Geçirilmesi Prosedürü hazırlanmıştır.

1.2.3 Kaynak Yönetimi

1.2.3.1 Kaynakların Sağlanması

A Firması; kalite yönetim sistemini uygulamak ve etkinliğini sürekli iyileştirmek, müşteri isteklerinin yerine getirilmesi yolu ile müşteri memnuniyetini arttırmak için, gerekli olan kaynakları belirlemiş ve sağlamıştır.

1.2.3.2 İnsan Kaynakları

Ürün kalitesini etkiyebilecek işi yapan personel, uygun eğitim, öğrenim, beceri ve deneyim yönünden sağlanmış, eğitim prosedüründe belirtilmiştir.

1.2.3.3 Alt Yapı

A Firması, ürünün şartlara uygunluğunu sağlamak için gerekli olan altyapıyı tayin etmiştir. Alt yapı, aşağıdakileri kapsar;

- a) Binalar, çalışma alanları ve bununla ilgili tesisleri,
- b) Proses teçhizatı (yazılım),
- c) Destek hizmetleri (taşıma veya iletişim gibi).

1.2.3.4 Çalışma Ortamı

A firması, ürünün şartlara uygunluğunu sağlamak için gerekli olan çalışma ortamını belirlemiştir. Yerleşim planında yer almaktadır.

1.2.4 Ürün Gerçekleştirme

1.2.4.1 Ürün Gerçekleştirmenin Planlaması

A Firması, ürünün gerçekleştirilmesi için gerekli prosesleri planlamış ve gerçekleştirmektedir. Ürün gerçekleştirme planlamasında;

- a) Ürün için kalite hedefleri ve şartları,
- b) Proseslerin, dokümanların oluşturulması ve ürüne özgü kaynakların sağlanması,
- c) Ürüne özgü gerekli doğrulama, geçerli kılma, izleme, muayene ve deney faaliyetleri ve ürün kabulü için kriterler,

d) Gerçekleştirme proseslerinin ve bunun sonucu meydana gelen ürünün şartları karşılığında dair kanıtları sağlamak için gereken kayıtlar tutulmaktadır.

1.2.4.2 Müşteri İle İlişki Prosesleri

1.2.4.2.1 Ürüne Bağlı Şartların Belirlenmesi

A firması;

- a) Teslim ve teslim sonrası faaliyetler için şartlarda dahil olmak üzere müşteri tarafından belirtilmiş olan şartlar,
- b) Müşteri tarafından beyan edilmeyen ancak belirtilen veya bilinen ve amaçlanan kullanım için gerekli olan şartları,
- c) Ürüne ilgili yasal ve mevzuat şartlarını,
- d) Kuruluş tarafından belirlenen ilave şartları, belirlemiştir.

1.2.4.2.2 Ürüne Bağlı Şartların Gözden Geçirilmesi

A firması, ürüne bağlı şartları gözden geçirmektedir. Bu gözden geçirme ürünü sağlamayı taahhüt etmesinden önce (mesela; tekliflerin verilmesi, sözleşmelerin veya siparişlerin kabulü, sözleşme veya siparişteki değişikliklerin kabulü sırasında) yapılır ve ayrıca;

- a) Ürün şartlarının tarif edilmiş olmasını,
- b) Önceden ifade edilenlerden farklı olan sözleşme veya sipariş şartlarının çözümlenmesini,
- c) Kuruluşun tarif edilmiş şartları karşılama yeterliliğine sahip olması sağlamaktadır.

1.2.4.2.3 Müşteri İle İletişim

A Firması, aşağıdakilerle ilgili olarak müşterileri ile iletişim için etkin düzenlemeleri belirlemiş ve uygulamaktadır;

- a) Ürün bilgisi,
- b) Değişiklikler de dahil olmak üzere, başvurular, sözleşmeler veya sipariş alımı,
- c) Müşteri şikayetleri de dahil olmak üzere müşteri geri besleme.

1.2.4.3 Tasarım Ve Geliştirme

1.2.4.3.1 Tasarım Ve Geliştirme Planlaması

A firması, ürünün tasarımını ve geliştirilmesini planlamış ve kontrol etmektedir. Tasarım ve geliştirme planlaması aşamasında;

- a) Tasarım ve geliştirme aşamalarını,
- b) Her tasarım ve geliştirme aşamasına uygun olan gözden geçirme, doğrulama ve geçerli kılmayı,
- c) Tasarım ve geliştirme için sorumlulukları ve yetkilerini belirlemiştir.

1.2.4.3.2 Tasarım Ve Geliştirme Girdileri

Ürün şartları ile ilgili girdiler belirlenmeli ve kayıtlar muhafaza edilmektedir. Bu girdiler aşağıdakileri içerir;

- a) Fonksiyon ve performans şartları,
- b) Uygulanabilen yasal ve mevzuat şartları,
- c) Uygulanabildiğinde önceki benzer tasarımdan elde edilen bilgi,
- d) Tasarım ve geliştirme için esas olan diğer şartlar yeterlilik bakımından gözden geçirilir.

1.2.4.3.2.1 Özel Karakteristikler

A firması özel karakteristiklerini tanımlamıştır ve;

- Kontrol planı tüm özel karakteristikleri içerir,
- Müşteri tanımlamalarına ve sembollerine uymaktadır,

- Teknik resimler, FMEA' lar, kontrol planları ve müşterinin özel karakteristik sembolü veya kuruluşun eşdeğer sembolü veya özel karakteristikleri etkileyen proses adımlarını içeren operatör talimatlarından oluşan proses kontrol dökümanlarını tanımlamaktadır.

1.2.4.3.3 Tasarım Ve Geliştirme Çıktıları

Tasarım ve geliştirme çıktıları, tasarım ve geliştirme girdisine karşı doğrulamayı sağlayabilecek bir formda temin edilmekte ve dağıtımdan önce onaylanmaktadır. Tasarım ve geliştirme çıktıları;

- a) Tasarım ve geliştirme için girdi şartlarını karşılamakta,
- b) Satın alma, üretim ve hizmet sunumu için uygun bilgiyi sağlamakta,
- c) Ürün kabul kriterlerini içermekte veya atıf yapmakta,
- d) Bir ürünün güvenli ve uygun kullanımı için esas olan ürün özelliklerini belirtilmektedir.

1.2.4.3.3.1 Ürün Tasarım Çıktıları

Ürün tasarım çıktısının ürün tasarım girdi şartlarına karşı sırayla doğrulanabilirliği ve geçerliliği açıklanmaktadır. Ürün tasarım çıktıları aşağıdakileri içerir;

- Tasarım FMEA, güvenilirlik sonuçları,
- Ürünün özel karakteristikleri ve şartnameleri,
- Uygun olduğunda ürün hatalarına ait kanıtları,
- Ürüne ait teknik çizimler veya matematiksel veriler,
- Ürün tasarım gözden geçirme sonuçları.

1.2.4.3.3.2 İmalat Süreci Tasarım Çıktısı

İmalat süreci tasarım çıktısının, imalat süreci tasarım girdi şartlarına karşı sırayla doğrulanabilirliği ve geçerliliği açıklanmaktadır. İmalat süreci tasarım çıktıları aşağıdakileri içerir;

- Şartnameleri ve çizimleri,
- İmalat süreci akış kartları,
- İmalat proses FMEA'ları,
- Kontrol Planları,
- İş talimatları,
- Proses onayı kabul kriterleri,
- Kalite, güvenilirlik, bakımı yapılabilirlik ve ölçülebilirlik verileri,
- Uygun olan yerlerde hata önleme faaliyetlerinin sonuçları.

1.2.4.3.4 Tasarım Ve Geliştirmenin Gözden Geçirilmesi

Tasarım ve geliştirmenin sistematik gözden geçirilmesi, aşağıda verilen amaçlar içinde planlı düzenlemelere uygun olarak gerçekleştirilmektedir.

- a) Şartların karşılanmasında, tasarım ve geliştirme sonuçlarının yeterliliğinin değerlendirilmesi,
- b) Herhangi bir problemin belirlenmesi ve gerekli düzeltici faaliyetlerin önerilmesi.

1.2.4.3.5 Tasarım Ve Geliştirme Doğrulaması

Tasarım ve geliştirme çıktılarının tasarım geliştirme girdi şartlarını karşılaması için planlı düzenlemelere uygun olarak doğrulama yapılmaktadır. Doğrulama ve gerekli faaliyetlerin sonuçlarının kayıtları muhafaza edilir

1.2.4.3.6 Tasarım Ve Geliştirmenin Geçerli Kılınması (geçerliliği)

Jant için belirlenmiş veya amaçlanmış kullanım veya uygulama şartlarını karşılayacak nitelikte olmasını sağlamak için planlanan düzenlemelere göre tasarım ve geliştirme geçerliliği yapılmaktadır ve kayıtları muhafaza edilmektedir.

1.2.4.3.7 Tasarım Ve Geliştirme Değişikliklerinin Kontrolü

Tasarım ve geliştirme değişiklikleri tanımlanmakta ve kayıtları muhafaza edilmektedir. Bu değişiklikler uygulamaya konulmadan önce gözden geçirilmekte, doğrulanmakta ve uygun olduğunda geçerli kılınmakta ve onaylanmaktadır. Tasarım ve geliştirme değişiklikleri, önceden teslim edilmiş ürün ve ürünü oluşturan parçalar üzerindeki değişikliklerin etkisinin değerlendirilmesini de içermektedir ve gerekli faaliyetlerin sonuçları ile ilgili kayıtlar muhafaza edilmelidir.

1.2.4.4 Satın Alma

1.2.4.4.1 Satın Alma Prosesi

A Firması, satın alınan ürünün, belirtilen satın alma şartlarına uygunluğunu sağlamıştır. Satın alma prosedürünü ve teknik şartnamelerini oluşturmuş, yan sanayi değerlendirme ve geliştirme planı belirlenmiştir.

1.2.4.5 Üretim Ve Hizmetin Sağlanması (sunulması)

1.2.4.5.1 Üretim Ve Hizmet Sağlanmasının Kontrolü

A firması, kontrollü şartlar altında üretim ve hizmet sağlamayı planlamış ve yürütmektedir. Kontrollü şartlar uygulanabildiğinde;

- a) Ürünün özelliklerini açıklayan bilgilerin bulunabilirliğini,
- b) Gerekli olduğunda, çalışma talimatlarının bulunabilirliği,

- c) Uygun donanımın kullanımını,
- d) İzleme ölçme cihazlarının bulunabilirliğini ve kullanımını,
- e) İzleme ve ölçmenin uygulanmasını,
- f) Serbest bırakma, teslimat ve teslimat sonrası faaliyetlerin uygulanmasını, kapsamalıdır.

1.2.4.5.2 Üretim Ve Hizmet Sağlanması İçin Proseslerin Geçerliliği

A firması, uygulanabilir olduğunda aşağıdakilerde dahil olmak üzere bu prosesler için düzenlemeler yapmaktadır;

- a) Bu proseslerin gözden geçirilmesi ve onaylanması için tanımlanmış kriterler,
- b) Donanım ve personelinin yeterliliğinin sağlanması,
- c) Belirli metotların ve prosedürlerin kullanılması,
- d) Kayıtlar için şartlar ,
- e) Yeniden geçerli kılma.

1.2.4.5.3 Belirleme Ve İzlenebilirlik

A firması, ürünü, ürün gerçekleştirilmesi sırasında uygun yollarla tanımlamış, ürün durumunu izleme ve ölçme şartlarına göre belirlemiş, kontrol ve kayıt altına alınmıştır.

1.2.4.5.4 Müşteri Mülkiyeti

A Firması kullanım için veya ürün oluşturmak üzere birleştirmek için sağlanan müşteri mülkiyetini, tanımlamış, doğrulamış, koruma ve güvenliğini sağlamıştır.

Bu madde ile ilgili olarak müşterinin temin ettiği ürünün kontrolü prosedürünü oluşturmuş ve sürekliliğini sağlamıştır.

1.2.4.5.5 Ürünün Muhafazası

A firması, iç proses süresince ve amaçlanan teslimatın yerine ulaşmasına kadar ürünün uygunluğunu muhafaza etmektedir. Bunun için gerekli talimatlarını oluşturmuştur.

1.2.4.5.6 İzleme Ve Ölçüm Cihazlarının Kontrolü

A Firması, taahhüt edilen izlemeyi ve ölçmeyi ve bunun için gereken izleme ve ölçme cihazlarını belirlemiştir. İzleme ve ölçümlerin yapılabilmesine ve bunların izleme ve ölçme şartları ile tutarlı olmasını sağlayacak prosesleri oluşturmuş, kalibrasyon prosedüründe gereklilikler tanımlanmıştır.

1.2.5 Ölçme, Analiz Ve İyileştirme

1.2.5.1 Genel

A firması; ürünün uygunluğunu göstermek, kalite yönetim sisteminin uygunluğunu garanti altına almak, kalite yönetim sisteminin sürekli olarak gelişimini sağlamak için gerekli olan izleme, ölçme, analiz etme ve geliştirme süreçlerini planlamış ve yerine getirmektedir. Bu da uygun metotların tanımlanmasını, istatistiksel teknikleri ve bunların yaygın olarak kullanımını içermektedir.

1.2.5.2 İzleme Ve Ölçme

1.2.5.2.1 Müşteri Memnuniyeti

Kalite yönetim sisteminin performansını ölçmek için müşteri memnuniyetini değerlendirme talimatı hazırlanmış ve uygulanmaktadır.

1.2.5.2.2 İç Tetkik

Organizasyon, planladığı belirli aralıklarla, kalite yönetim sisteminin, bu Uluslararası Standarda ve organizasyon tarafından kurulan kalite yönetim sistemi şartlarına uyduğunu ve etkili olarak uygulandığını ve sürdürüldüğünü görmek için iç denetimleri yürütmektedir. Bu madde ile ilgili iç denetim prosedürü hazırlanmış ve uygulanmaktadır.

1.2.5.2.3 Proseslerin İzlenmesi Ve Ölçülmesi

A firması kurmuş olduğu kalite yönetim sistemindeki proseslerini izlemekte ve ölçmek için uygun metotları kullanmaktadır. Bunun için ölçme teknikleri, örnekleme planları, kabul kriteri ve kabul kriterlerine göre hareket planlarını uygulamakta ve kayıt altına almaktadır.

1.2.5.2.4 Ürünün İzlenmesi Ve Ölçülmesi

A firması, ürün şartlarını karşıladığını doğrulamak üzere ürün karakteristiklerini izlemekte ve ölçmekte ve kayıt altına almaktadır.

1.2.5.3 Uygun Olmayan Ürünün Kontrolü

A firması, uygunsuz ürünlerle, aşağıdaki yollardan bir tanesini veya bir kaçını kullanarak ilgilenmektedir;

- a) Yakalanan uygunsuzlukları giderecek faaliyetleri gerçekleştirerek,
- b) Kullanımına, çıkışına izin vererek veya ilgili yetkiler ile veya uygun olduğu takdirde müşteri tarafından belirlenen bazı ayrıcalıklarla kabul ederek,
- c) Gerçek kullanımını engelleyecek faaliyetler düzenleyerek.

Bu madde ile ilgili uygun olmayan ürünün kontrolü prosedürü hazırlanmış ve uygulanmaktadır.

1.2.5.4 Veri Analizi

A firması, kalite yönetim sisteminin uygunluğunu ve etkinliğini göstermek için ve kalite yönetim sisteminin sürekli geliştiğini değerlendirmek için gerekli verileri belirlemekte, toplamakta ve analiz etmektedir. Bu, izlemelerin ve ölçümlerin sonuçlarından ve ilgili diğer kaynaklardan elde edilen verilerle yapılmaktadır.

Verilerin analizi;

- Müşteri tatmini,
- Ürün şartlarının uygunluğu,
- Önleyici faaliyetler için fırsatlar da dahil olmak üzere, süreçler ve ürünlerin karakteristikleri ve eğilimleri,
- Tedarikçiler hakkında bilgileri içerir.

1.2.5.5 İyileştirme

1.2.5.5.1 Sürekli İyileştirme

A firması; kalite politikasını, kalite hedeflerini, denetim sonuçlarını, veri analizlerini, düzeltici ve önleyici faaliyetleri ve yönetim gözden geçirmelerini kullanarak kalite yönetim sisteminin sürekli gelişimini sağlamaktadır.

1.2.5.5.2 Düzeltici Ve Önleyici Faaliyet

A Firması bu madde ile ilgili olarak düzeltici ve önleyici faaliyetler prosedürünü oluşturmuş ve sürekliliğini sağlamaktadır.

BÖLÜM İKİ

TASARIM HAKİMİYETİ

2.1 Giriş

Kaliteli bir tasarım yapılmadığı sürece kaliteli bir üründen söz etmek olanaksızdır. Hiçbir disiplin ya da ileri teknoloji üretimin başarılı olup olmamasının belirlenmesi konusunda, ürün tasarımı kadar önemli bir rol oynayamaz. Jant tasarım safhasından üretimine kadar kalitenin güvence altına alınmasını sağlamak amacıyla, ISO/TS 16949:2002 Otomotiv Sektörü, Kalite Yönetim Sistemleri'nin, 7. maddesine göre “Ürün Gerçekleştirme”, müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli olan bütün hususları içeren bir Tasarım Prosedürü oluşturulmuştur.

2.2 Jant Tasarım Prosedürü

2.2.1 Amaç

Müşteri ve firma (burada sanal olarak A firması olduğu varsayılmıştır) tarafından tanımlanmış yeni bir jant tasarımı için uygulanacak yöntemleri ve müşteri isteklerine (kalite, maliyet, süre) uygun jant tasarımını kapsar.

2.2.2 Kapsam Ve Uygulama Alanı

Bu prosedür, tasarımının başlangıcından, sonuna kadar olan ilgili tüm çalışmaları kapsar.

2.2.3 Sorumluluk ve Uygulama

A firmasına müşteriiden yeni ürün talebi, yeni tasarım olarak gelir. Bu prosedür Genel Müdür'ün onayından sonra Satış Pazarlama Müdürü'nün yeni jant sipariş emri ile başlar. Sorumluluk Tasarım ve Geliştirme Müdüründedir. Tasarım ve proje ekiplerinin koordinasyonlarının sorumlusu da Tasarım ve Geliştirme Müdürü'dür.

2.2.3.1 Stil Tasarım Süreci

Müşteriden yeni tasarım talebi gelmesi durumunda Ürün Tasarım ve Geliştirme, tasarım talebiyle gelen tasarım girdilerini kullanarak stil tasarım çalışmalarını yaparak müşteriye sunmak üzere model estetik taslaklarını hazırlar. Gerekğinde müşteri ile ortak çalışmalar yapar. Bu çalışmaların sonunda müşteriyle beraber model estetiği seçilerek dondurulur. Müşteri ile yapılan sözleşme gözden geçirilir.

2.2.3.2 Tasarım Ve Proje Ekibi Oluşturma Süreci

Müşterinin siparişi onaylaması durumunda Tasarım ve Geliştirme Müdürü tasarım ekibini oluşturur. Proje ekibini Genel Müdür onayını alarak kurar. Bu ekipler ürünün firma da başlangıcından, ürün ömrü sonuna kadar sorumludurlar.

2.2.3.2.1 Tasarım Ekibi

Tasarım ve Geliştirme Müdürü her bir tasarım ve geliştirme faaliyeti için Ürün Tasarım ve Geliştirme, Kalıp Tasarım ve Geliştirme ile birlikte Tasarım ve Geliştirme içinden yeterli kaynaklarla donatılmış ve yetkin personelden Tasarım ekibini oluşturur ve Tasarım Sorumlusu'nu atar. Ürün Tasarım ve Geliştirme, Kalıp Tasarım ve Geliştirme yöneticileri ekibin doğal üyeleridir.

Tasarım ekibi ürün geliştirme ile ilgili tüm aktivitelerin ve bilgilerin korunması, saklanması ve aktarılması konularında gizlilik şartlarına dikkat edecektir. Tasarım

ekibi ürün geliştirme ile ilgili tasarım girdileri, tasarım çıktılarını dökümante etmek, raporlamak ve dosyalamak gibi işlemleri gerçekleştirecektir. Tasarım Sorumlusu bu materyallerin ve ürün dosyasının oluşturulması, saklanması, korunması ve takibinden sorumludur.

Tasarım ekibi aşağıda belirtilen gerekli uzmanlıklara sahip olmalıdır.

- a) Geometrik boyutlandırma ve toleranslandırma
- b) Üretim için tasarım / Montaj için tasarım
- c) Değer analizi
- d) Deneyim Planı
- e) Hata şekillerinin ve etkilerinin analizi (FMEA)
- f) Sonlu Elemanlar analizi
- g) 3 Boyutlu – Katı Modelleme
- h) Simülasyon Teknikleri
- i) Bilgisayar Tasarımı (CAO-CAD) / Bilgisayar Mühendisliği (IAO-CAE)
- j) Fonksiyonel güvenilirlik

2.2.3.2.2 Proje Ekibi

Tasarım ve Geliştirme Müdürü her bir proje için diğer bölüm müdürleriyle görüşerek ve uzmanlıkları dikkate alarak Proje Ekibini, Proje Yöneticisini, Müşteri Temsilcisi ve Kalite Sorumlularını saptar, Genel Müdür onayını alarak ilgililerine proje ekibini belirler.

2.2.3.2.2.1 Proje Yöneticisi

Proje yöneticisi aşağıda belirtilen yetkinliklere sahip olmalıdır.

- a) Proje yönetimi bilgisi,
- b) Ürün tasarım geliştirme bilgisi,
- c) Proses tasarım geliştirme bilgisi,

- d) Ürün geliştirme süreç yönetimi,
- e) Şartname ve standartlar bilgisi,
- f) Firma, proje ve tasarım ekipleri içinde proje yöneticisi belirleyecektir.

Proje yöneticisinin görevleri;

- Proje ekibini yönetir ve çalışmaların grup içindeki koordinasyonunu sağlar, bu konuda yönetimin tam desteğine sahiptir.
- Proje planının gerçekleşmesini takip eder.
- Proje ile ilgili olarak Müşteriye karşı firmayı temsil eder.
- Proje konusunda müşteriye istemlerinde hızlı ve zamanında tepki verilmesini takip ve temin eder temasların organizasyonunda bulunur.
- Proje gurubunun yönetimle ilişkisini sağlar.
- Proje grubu çalışmalarının gerçekleştirilmesi konusunda bölüm yöneticilerine gerekli bilgileri yayınlar.
- Proje planında oluşabilecek sapmalarda proje grupları koordinasyonunu sağlayan Tasarım ve Geliştirme Müdürünü bilgilendirir gerekli tedbirlerin alınmasını sağlar.

2.2.3.2.2 Müşteri Temsilcisi

Firma, proje ve tasarım ekipleri içinde müşteri temsilcileri belirleyecektir. Müşteri temsilcileri aşağıda belirtilen yetkilere sahip olup alınacak kararlarda müşteri yi temsil edecek, müşteri istemlerine uyulmasını sağlayacak, ürün ve proses tasarımında ve gerçekleşmesinde ve/veya geliştirilmesinde ortaya çıkacak aykırılık ve/veya sapmalarda müşteri ile temasa geçerek müşterinin kararını alıp gurupları yönlendirerek müşteri kararının uygulanmasını sağlayacaktır. Bu konuda yönetimin tam desteğine sahiptir. Proje grubu içinde Proje yöneticisiyle aynı seviyededir.

Özellikle aşağıda belirtilen çalışmalarda etkin olarak yer alacak ve imzası bulunacaktır.

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

- a) Özel Ürün karakteristiklerinin seçimi,
- b) Kalite hedeflerinin belirlenmesi,
- c) Eğitim,
- d) Düzeltici ve önleyici faaliyetler,
- e) Ürün tasarımı ve geliştirme,
- f) Kalite planları,
- g) Ürün ve proses onay toplantıları.

2.2.3.2.2.3 Kalite Sorumlusu

Firma, proje ve tasarım ekipleri içinde kalite temsilcisi belirleyecektir. Gerektiğinde kalite problemlerini çözmek amacıyla üretimi durdurma yetkisine sahip olacaktır. Ürün, proses ve kalite sistemi ile ilgili herhangi bir uygunsuzluğun oluşmasını önlemek için aşağıdaki faaliyetleri başlatma ve takibinden sorumludur.

- Düzeltici ve önleyici faaliyetler,
- Kalite hedeflerinin belirlenmesi,
- Ürün, proses ve kalite sistemi ile ilgili tanımlanmış problemlerin kaydedilmesi ve uygulanan çözümlerin doğrulanması sağlar.
- Uygunsuzluğun veya yetersiz durumun düzeltilmesine kadar uygun olmayan ürünün işlenmesini ve sevkiyatını durdurur ve kontrol altında bulundurulmasını sağlar.
- Proje ekibi ürün ve proses geliştirme ile ilgili tüm aktivitelerin ve bilgilerin korunması, saklanması ve aktarılması konularında gizlilik şartlarında dikkat edecektir.
- Proje ekibi Proses tasarımlarının araştırma ve geliştirilmesi çalışmaları ile ilgili olanaklara, ekipmanlara ve laboratuarlara ulaşma yetkisine sahiptir.
- Proje ekibi Ürün Tasarım ve Geliştirme ile birlikte yeni bir tasarımda tüm aşamaları kapsayan tasarım detay planını bölüm yöneticileriyle görüşerek hazırlar.
- İstenen kaliteye ulaşabilmek için gerekli olabilecek tüm kontroller, prosesler, ekipmanlar (muayene ve deney ekipmanı da dahil olmak üzere) ve fiktürleri belirler

ve sağlanması; ayrıca gerekli kaynakların ve becerilerin tanımlanması ve temin edilmesini sağlar.

- Tasarım, imalat prosesi, servis, muayene ve deney prosedürleri ve ilgili dokümantasyonun uyumluluğunu sağlar.

- Gerektiğinde kalite kontrol, muayene ve deney tekniklerinin, yeni teçhizat geliştirilmesi de dahil olmak üzere güncelleştirilmesini gözden geçirir.

- Firmanın mevcut teknolojisinin yeterliliğini aşan herhangi bir ölçümün tanımlanması ve uygun bir süre içinde ihtiyaç duyulan yeterliliğe ulaşılması konusunda çalışmalar için ilgili bölümleri uyarır.

- Üretim sürecinin gerekli aşamalarında, uygun doğrulamalar ve gözden geçirmeleri yapar.

- Ürün, proses ve kalite sistemi ile ilgili problemleri belirlenmiş metodlar ile çözümleri (gerekirse yönetime önerir), başlatır ve uygular.

- Sübjektif unsurları da kapsayacak şekilde tüm özellik ve şartlar için kabul edilebilirlik standartlarını belirler.

- Ürün ve prosesle ilgili maliyet hedeflerini belirler.

- Proses ile ilgili fire hedeflerini belirler.

- Kalite kayıtlarının tanımlanması, hazırlanması ve ürün dosyasının güncel oluşması konusunda tasarım sorumlusuna gerekli dökümanları sağlar.

- Çalışmalarının sonucunda ortaya çıkan geliştirme ve buluşları ilgililere raporlar.

- Gözden geçirme sonuç raporlarını hazırlayarak bölüm müdürlerini bilgilendirir.

Proje ekibi aşağıda belirtilen gerekli uzmanlıklara sahip olmalıdır.

- Talaşlı İmalat Teknolojisi
- Teknik Resim Bilgisi
- Yüzey İşlemleri Bilgisi
- Takım Aparat Bilgisi
- Boya Teknolojisi Bilgisi
- Tezgah Bilgisi

- g) Alüminyum Döküm Alaşımları Bilgisi
- h) Döküm Yöntemi ve Metotları Bilgisi
- i) Isıl İşlem Bilgisi
- j) Kokil Kalıp Bilgisi
- k) Test Cihazları Bilgisi
- l) Ölçme Cihazları Bilgisi
- m) Analiz Cihazları Bilgisi
- n) Kimyasallar Bilgisi
- o) Üretim Planlama Bilgisi
- p) Satın-Alma Teknikleri
- q) Sevkiyat Yöntemleri Bilgisi
- r) Stok Yöntemi Bilgisi
- s) Hacim Kalıpcılık Tasarım Bilgisi
- t) Kalıp İmalat Bilgisi
- u) Ürün Tasarım Geliştirme Bilgisi
- v) Proses Tasarım Geliştirme Bilgisi
- w) Ürün Geliştirme Süreç Yönetimi
- x) Şartname ve Standartlar Bilgisi

2.2.3.3 Ürün Tasarım Ve Geliştirme

2.2.3.3.1 Ürün Tasarım Ve Geliştirme Planlaması

Ürün Tasarım ve Geliştirme yeni tasarımı, Yıllık tasarım planını revize ederek plana dahil eder. Tasarım ekibi, planın güncellenmesi ve herhangi bir değişiklik olması durumunda bu planları revize ederek ilgili bölümleri bilgilendirir.

2.2.3.3.2 Ürün Tasarım Girdileri ve Elde Edilmesi Süreci

Ürün Tasarım ve Geliştirme Müdürü aşağıda belirtilen ve tasarım ekibinin ek olarak gerek duyduğu tasarım girdilerini elde etmek için gerekli girişimleri başlatır. Bu girdiler Satış Pazarlama Müdürlüğünden ve müşterilerin ilgili servislerinden vb.

kaynaklardan elde edilerek tasarım ekibine aktarılır. Bu bilgilerin elde edilmesiyle ilgili olarak Tasarım ve Geliştirme uygun gördüğü personel ve şahıslara sorumluluk kendisinde kalması şartıyla gizlilik esaslarına dikkate alarak yetkilendirme ve görevlendirme yapılabilir.

Tasarım Girdileri şunlardır;

- a) Model Çizimler
- b) Model Resimler
- c) Model Jantlar
- d) Müşteri İstekleri
- e) Müşteri resimleri, sikeçleri, tanımları
- f) Taslak Aplikasyon
- g) Bijon, Somun Uygulamaları
- h) Göbek ve Bilezik Uygulamaları
- i) Anma Çapı ve Genişliği
- j) Porya Skeçleri
- k) ET ve P.C.D.
- l) Müşteri Şartnameleri
- m) Standartlar
- n) Araç Yüğü
- o) Ürün performans gerekleri
- p) Janta montaj parçaları resimleri
- q) Ortak karakteristik taşıyan doğrulanmış mevcut tasarımlar
- r) Müşteri özel istekleri

2.2.3.3.3 Ürün Tasarımın Hazırlanma Süreci

Tasarım ekibi ürünün dondurulan görünüşünü fazlaca etkilememek koşuluyla ve performans gereklerini göz önüne alarak ürün taslak kesit resmini hazırlar. Mevcut benzer ürünlerle kesit karşılaştırmaları yapar. İki boyutlu ürün resimleri hazırlanır.

Dondurulan model estetiği ve ürün taslak kesit resmi kullanılarak üç boyutlu model hazırlanır (CAD).

Tasarım FMEA çalışmalarını Tasarım Ekibi yapar ve sonuçları ürünün tasarımında kullanılır. İmalata esas taslak jant ve aplikasyon resmi ortaya çıkarılarak Teknik Resim Kontrol Listesi doldurulur. Şartnameler doğrultusunda test hedef planı hazırlanır. Kalite kontrol masterları ve kalıp resmini çizer, Proses FMEA çalışmalarının sonuçlarını kalıp aparat ve master tasarımında kullanır.

2.2.3.3.4 Ürün Tasarım Çıktıları

- a) Tasarım hata türü ve etkileri analizi (DFMEA)
- b) Teknik çizimler (Matematiksel veriler dahil)
- c) Teknik şartnameler
- d) Malzeme şartnameleri
- e) Üretim, test ve kullanıcıdan elde edilen bilgilerin değerlendirilmesi
- f) Ürün özel karakteristikleri taslak olarak fonksiyonel ölçüler tablosu

2.2.3.3.5 Ürün Tasarımın Doğrulanma Süreci

Tasarım girdilerine göre dayanım simülasyon çalışmaları yapılır(CAE). CAE sonuçları değerlendirilerek optimum tasarım oluşturuluncaya kadar bu süreç tekrarlanır. Bu çalışmalar sırasında tasarımı doğrulanmış benzer ürünlerin verileri kullanılır. Elde edilen modelde estetikte değişiklik varsa görüntü onayı müşteriden tekrar alınır.

2.2.3.3.6 Ürün Tasarımın Geçerliliği Fazı

Proje ekibi deneme üretimi sonrasında, müşteri onayı gerekiyorsa numuneler ve test jantları, gerekmiyorsa tasarım ve geliştirme ve kalite güvence yalnızca testler için jantları seçer. Müşteri firmanın istemiş olduğu ve/veya Tasarım ve Geliştirmenin önceden belirlemiş olduğu testler, muayeneler ve ölçümler (numune üretim ve

muayene istek formları ile) kalite güvence bölümünden talep edilir. Sonuçlar kalite güvence tarafından raporlanır. Müşteri onayı gerekmeyen ürünlerde Tasarım ve Geliştirme müdürü, gereken ürünlerde müşteriden onay alınarak tasarım doğrulanır. Müşteri onay vermezse müşteri istekleri doğrultusunda jant tasarım prosedürü yeniden başlatılır. Planlama yöneticisi tarafından hazırlanan plana göre (numune sunma veya sipariş) kalıbı ön seriye alır. Döküm tarihini bildirir. Dökümhane tasarımın doğrulandığı proses şartlarını geliştirmek için ön seri üretimi gerçekleştirir. Dökülen jantları talaşlı imalat a teslim eder. Talaşlı imalata gelen ürünler talaşlı imalat ve boya işlemlerinden de tasarımın doğrulandığı proses şartları altında geçer. Döküm aşamasından ambalajlama aşamasına kadar tüm aşamalardaki fireleri incelenir. Sonucun olumsuz olması durumunda ön seri imalat tekrarlanır. Müşteri onayından sonra ürün geçerliliği sağlanmış olur.



BÖLÜM ÜÇ

TASARIMIN UYGULANMASI

3.1 Giriş

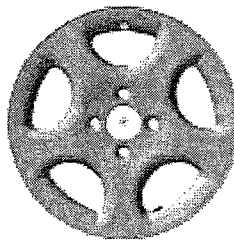
Jant tasarım ve imalatı yapan sanal bir A Firmasına, Fiat otomobil firmasının, Doblo marka taşıtları (Doblo 1.2 SX/ELX, Doblo 1.9 D SX, Doblo 1.9 JTD) için yeni bir jant modeli tasarımı ile geldiği düşünülerek tasarım gerçekleştirilmiştir.

3.2 Yeni Ürün Siparişi

Müşteriden gelen istekler göz önüne alınarak, Yeni Ürün Sipariş Formu ilgili bölümler tarafından doldurulup, onaylanır (Bkz. Ek-1). Bu aşamada müşteri istek ve gereksinimlerinin doğru olarak belirlenmesi tüm tasarım sürecini olumlu yönde etkileyecektir.

3.3 Stil Tasarımı

Fiat Doblo Teknik Özellikleri incelenerek, aracın kaliperine uygun model taslakları incelendi. Bu taslaklardan aracın estetiğine uygun olabilecek beş kollu bir jant modeli dondurularak jant stili belirlendi (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Jant Stili

3.4 Tasarım Ve Proje Ekibinin Oluşturulması

A Firmasının organizasyon şemasının Tablo 1.1'deki gibi olduğu varsayılarak görev dağılımı belirlenmiştir. Tasarım ve Proje ekibinin görev, yetki ve sorumlulukları Tasarım Prosedüründe belirtilmiştir.

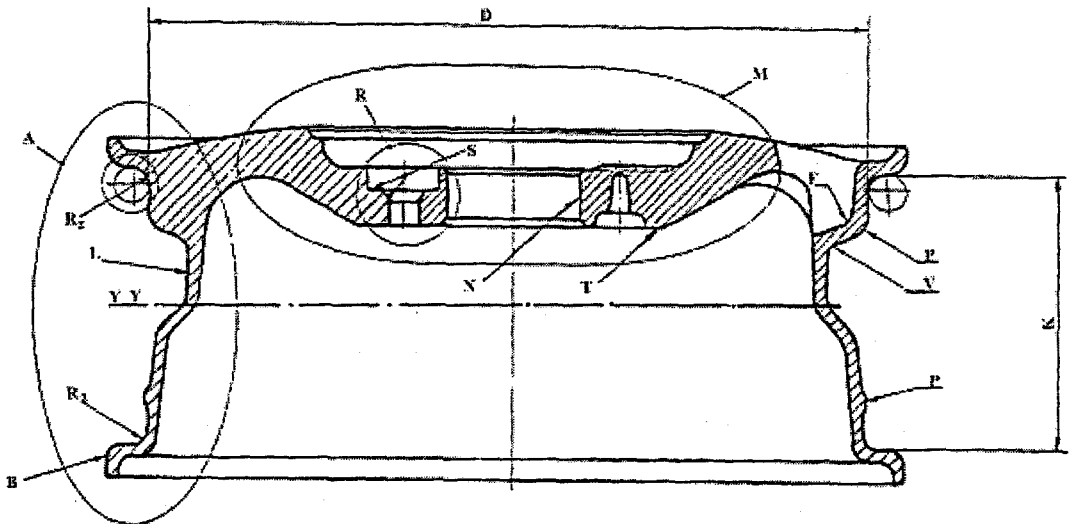
3.5 Ürün Tasarım Ve Geliştirme

3.5.1 Jantın Tanımı

Jant, şişirme lastikle dingil aks sistemi arasında, yük taşıyan ve jant çemberi ile göbekten müteşekkil dönen elemandır (TS 8987/Mart 1991).

Jant Çemberi : Jant çemberi, şişirme lastiğin takıldığı ve desteklendiği elemandır (Şekil 3.2 A).

Jant Tabanı : Jant tabanı, lastiğin geçirildiği flanş, topuk yatağı ve kanaldan oluşan profildir.



Şekil 3.2 Jant Kesiti

Flanş : Jantın, her iki yan tarafında bulunan ve lastik topuğunu yanlamasına tutmaya yarayan kısımdır (Şekil 3.2 B).

Topuk Yatağı : Topuk yatağı, jantın şişirme lastiği radyal olarak taşıyan kısımdır (Şekil 3.2 R₂).

Kanal : Kanal, sökme ve takma esnasında şişirme lastiğin flanş veya topuk yatağı üzerinden geçmesini sağlayan çukur kısımdır (Şekil 3.2 L).

Supap Deliği : Supap deliği, lastiği şişirmeye yarayan, supabı takmak için jant tabanında uygun yerden açılan dairevi biçimdeki kademeli deliktir (Şekil 3.2 F).

Supap Deliği Faturası : Supap deliği faturası, supapın supap deliğine tam olarak oturmasını ve sızdırmazlığını sağlayan kısımdır (Şekil 3.2 V).

Jant Ekseni : Jant ekseni, jant anma genişliğini ortadan ikiye ayıran eksendir (Şekil 3.2 Y-Y).

Jant Anma Genişliği : Jant anma genişliği, jant genişliğini tarifte kullanılan boyutlardan biri olup flanşın iki iç yüzeyi arasındaki uzaklıktır (Şekil 3.2 K).

Jant Anma Çapı : Jant anma çapı, Jantın belirlenmesine yarayan; ancak jant üzerinde doğrudan ölçülemeyen jant ölçme çapını tarifte kullanılan boyutlardan biridir.

Jant Ölçme Çapı : Jant ölçme çapı, jantın iki tarafında, topuk yatağı yüzeyi ile flanş iç yüzeyinin ara kesitinin meydana getirdiği çemberin çapıdır (Şekil 3.2 D).

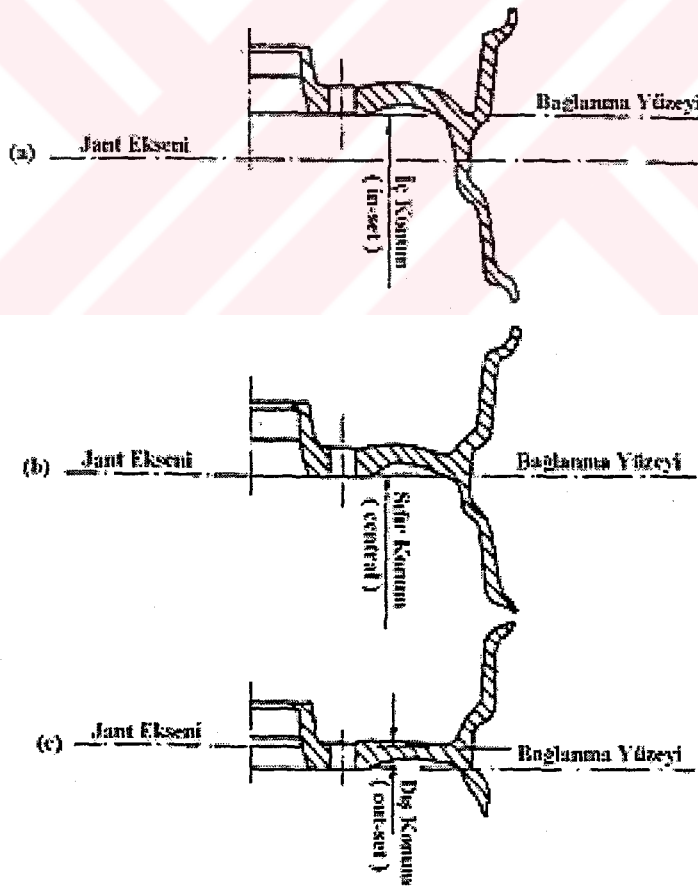
Jant Göbeği : Jant göbeği, jantı taşıyan ve aracın aksına bağlanan kısımdır (Şekil 3.2 M).

Jant Göbek Deliği : Jant göbek deliği fonksiyonel olarak montaj esnasında jantı merkezleme görevi yapan deliktir (Şekil 3.2 N).

Bağlama Deliği : Bağlama deliği, jantı araca bağlamaya yarayan civata veya saplamaların geçtiği deliklerdir (Şekil 3.2 R).

Bağlama Deliği Fatura ve Havşası : Bağlama deliği fatura ve havşası, jantı araca bağlayan civata veya saplamaların jantın üzerine daha iyi oturmasını sağlayan bağlama deliği içindeki kısımlardır (Şekil 3.2 S).

Jant Göbeği Bağlantı Yüzeyi : Jant göbeği bağlantı yüzeyi, jant göbeğinin porya ile birleştiği yüzeydir (Şekil 3.2 T).



Şekil 3.3 Özel Alaşım Alüminyum Jantlarda Kaçıklık (off-set) Konumları

Kaçıklık : Kaçıklık, jant göbeği bağlantı yüzeyinin jant eksenine olan uzaklığıdır (Şekil 3.3).

i) **İç Konumlu Jant :** İç konumlu jant, jant göbeğinin bağlantı yüzeyi jant eksenine göre içte bulunan janttır (Şekil 3.3 a).

ii) **Sıfır Konumlu Jant :** Sıfır konumlu jant, jant göbeğinin bağlantı yüzeyi ile jant eksenini aynı düzlem üzerinde bulunan janttır (Şekil 3.3 b).

iii) **Dış Konumlu Jant :** Dış konumlu jant, jant göbeğinin bağlantı yüzeyi jant eksenine göre dışta olan janttır (Şekil 3.3 c).

Jant Görünüş Yüzeyi : Jant görünüş yüzeyi, araca takılan jantın görünen dış yüzeyidir.

Emniyet Omuzu : Emniyet omuzu, iç lastiksiz (Tubeless) lastiklere yastıklık vazifesi yapan jant tabanındaki bombelerdir (Şekil 3.2 P).

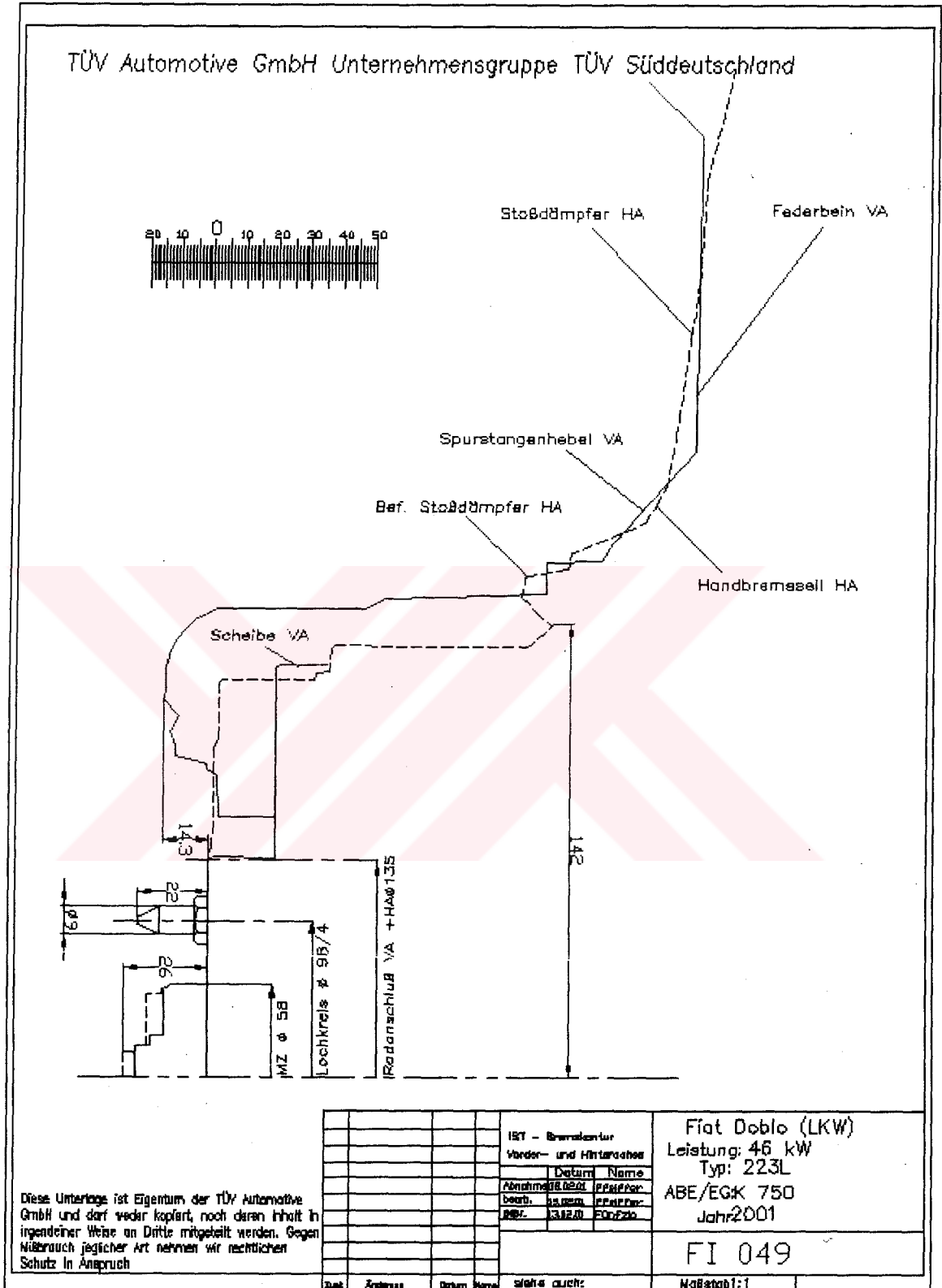
3.5.2 Jant Tasarım Girdilerinin Elde Edilmesi

Müşteri aracın kaliper skeci (Şekil 3.4) ile birlikte, göbek ve bilezik uygulamaları, bijon ve somun ölçüleri, anma çapı ve genişliği, porya skeçleri, ET ve P.C.D. ölçülerini temin eder. Elde edilen bu veriler doğrultusunda jant stiline bağlı kalarak tasarıma geçilebilir.

Tasarlanan jant için belirlenmiş olan jant ölçüsü, P.C.D. ve ET değerleri Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1 Jant Aplikasyon Değerleri

MARKA	TİP	MODEL	JANT ÖLÇÜSÜ	P.C.D.	ET
FIAT	DOBLO	1.2 SX / ELX	6.0Jx14H2	4x98	35
FIAT	DOBLO	1.9 D SX	6.0Jx14H2	4x98	35
FIAT	DOBLO	1.9 JTD	6.0Jx14H2	4x98	35



Şekil 3.4 Fiat Doblo Kaliper Skeç Resmi

6.0Jx14H2 olarak ürün sipariş formunda da belirtilen jant ölçüsünde;

6.0 : Jantın anma genişliğini (6 inç),

J : Jant omzunun ölçülendirilmesinde kullanılan bir sembolü,

x : Jantın, derin yataklı bir jant olduğunu,

14 : Jantın anma çapını (14 inç),

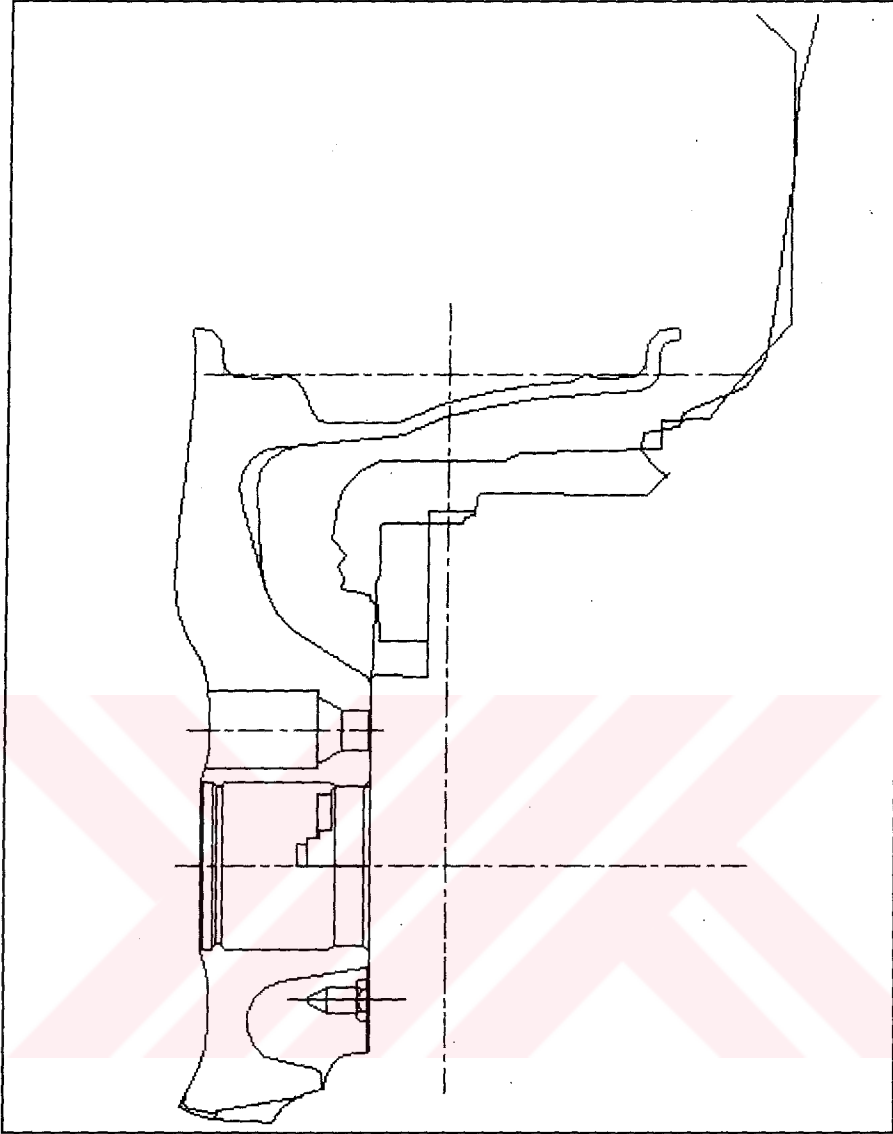
H2 : Jantın her iki omuz tarafında çepeçevre çıkıntılı olduğunu ifade eder.

4x98 olan P.C.D. değeri; jantın 4 bijonlu ve bijon delikleri ekseninin çapının 98mm olduğunu belirtir. 35 olan ET değeri ise; jant göbeği bağlantı yüzeyi ile jant eksenini arasındaki mesafenin (off-set) 35mm olduğunu göstermektedir. Jant tek aplikasyondan oluşacağı için göbek ve bilezik uygulamasına gerek duyulmaz.

3.5.3 Jant Tasarımının Elde Edilmesi

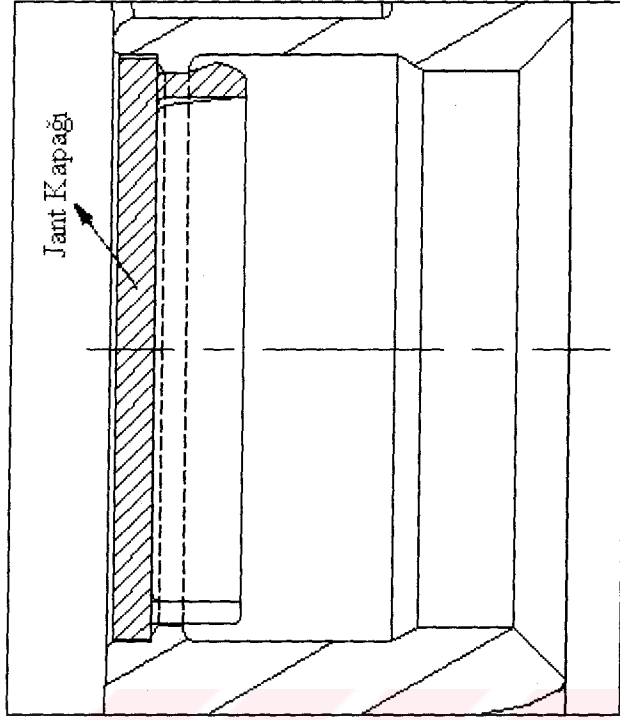
Ürün Sipariş Formunda (Bkz. Ek-1) belirtilen jant ölçülerine ve aracın kaliper skecine bağlı olarak, ETRTO (European Tyre and Rim Technical Organisation) ve TS 8987 standartlarında belirtilen jant çemberi ölçüleri (Bkz. Ek-2, Ek-3) ve jant çemberi üzerinde bulunan topuk yatağı bombesi ölçülerine göre (Bkz. Ek-4), jant çemberinin kesiti oluşturulur. Müşteri tarafından verilen kaliper skeci, anma boyu, porya skeci ve kullanılacak bijon ve somun ölçülerine göre sırasıyla; jant göbek ve göbek deliği, jant göbeği ile jant çemberini birbirine bağlayan jant kolu, porya ve bijon deliklerinin kesitleri oluşturulur.

Jant kesitini oluşturmak için CATIA paket programının, Part Desing bölümündeki Sketcher menüsü kullanılmıştır. Jant ekseninin, kaliper skecinde belirtilen jant oturma yüzeyi ile arasında kalan ET (off-set mesafesi) ölçüsü; hem jantı tanımlayan ölçülerden biri olması, hem de jantın dayanımına etkisinden dolayı burada dikkat edilmesi gereken önemli bir ölçüdür. Jant çemberi oluşturulurken dikkat edilecek bir diğer önemli husus ise; aracın kampanası ile jant çemberi arasında kalan boşluğun asgari 3mm olmasıdır (TS 4364). Şekil 3.5 'deki gibi jant kaliper skeci ile jant kesitinin montaj resminden bu mesafe kontrol edilebilir.



Şekil 3.5 Kaliper Montaj Kontrolü

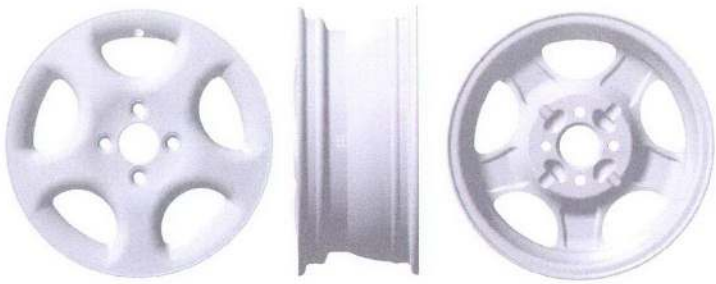
Jant göbek deliğine takılacak olan jant kapağının janta tam oturabilmesi için, jant göbek deliğine uygun bir form verilmesi gereklidir. Bunun için jant göbek deliğinin jant görünüş yüzeyi bölümünde, jant kapağı tırnaklarının geçebilmesi ve tam montaj olabilmesi için çap daraltıldı. Şekil 3.6'da jant göbek deliğine göre tasarlanmış olan jant kapağının kesiti görünmektedir.



Şekil 3.6 Jant Kapağının Jant Göbek Deliğine Montaj hali

Oluşturulan jant kesiti kendi eksenini etrafında 360° döndürülerek üç boyutlu bir şekle getirilir. Oluşan bu model üzerinde bijon delikleri ve porya kanalları açılır. P.C.D. değerimiz 4x98 olduğundan dolayı jantta 4 adet bijon deliği bulunur. Araç kaliperinde 4 adet pim olduğundan porya kanalıda bu sayıda açılır. Açılan porya kanalları Şekil 3.5'deki gibi kesit üzerinden mutlaka kontrol edilmelidir. Kontrolün amacı, pimlerin jantla temas etmediğinden kesinlikle emin olmaktır.

Jant modeline beş kollu bir form verilerek; jant kollarının, yüzey, kenar ve bağlantı yerlerine yapılan işlemlerle janta stil tasarımında belirlenmiş olan estetik kazandırılır. Jant kollarının iç yüzeylerinde kanallar açılarak jant hem hafifletilir, hem de kollara şekil mukavemeti kazandırılır. Bu kanallara yapılan kontroller sonrası markalama işlemi yapılır. Daha sonra porya kanallarının dış kenarlarına oluklar açılır. Bu olukların amacı porya kanallarının içine girebilecek yağmur sularının dışarıya atılabilmesidir. Son olarak ETRTO (Bkz. Ek-5) standartlarında belirtilen ölçülere göre sipop deliği ve flanşı açılarak üç boyutlu katı modelimiz şekil 3.7 ve 3.8'deki gibi elde edilir.



Şekil 3.7 6.0Jx14H2 Jantın Katı Modelinin Üç Görünüşü



Şekil 3.8 6.0Jx14H2 Jantın Katı Modelinin İzometrik Görünüşü

3.5.4 Jant Tasarım Çıktılarının Elde Edilmesi

FIAT Doblo için tasarlanan 6.0Jx14H2 jantın teknik çizimi, jant çemberi, bijon, kapak ve sipop detay resimleri ve bunlara ait zorunlu, emniyetsel ve fonksiyonel ölçüler ile tolerans değerleri Ek-8 'de belirtilmiştir. Tasarım çıktılarının elde edilmesi sürecinde küçük çaplı bir Tasarım FMEA çalışması yapılmış ve bu çalışmanın sonuçları Ek-7a, Ek-7b ve Ek-7c 'de verilmiştir. Aşağıda da FMEA hakkında genel bilgilere değinilmiştir.

3.5.4.1 FMEA (Hata Türü Ve Etkileri Analizi)

FMEA aşağıdaki hususları gerçekleştirmek amacıyla yapılan, sistematize edilmiş yapısal faaliyetler grubu olarak tanımlanabilir;

- Ürün/prosesin olası hata türlerini ve onların etkilerini tanımak ve değerlendirmek,
- Olası hatanın oluşma şansını azaltacak veya ortadan kaldıracak faaliyetleri belirlemek,
- Süreci belgelemek.

Ayrıca FMEA toplam kalitede bir ön eleme tekniği olarak da tanımlanabilir.

3.5.4.1.1 FMEA'nın Amacı

- a) Hata / arıza türlerini, etkilerini ve kritikliklerini kararlaştırmak,
- b) Ürünün kritik (tehlikeli) hata / arızalarını belirlemek,
- c) Hataları, kusurları, arızaları ve kritiklikleri ortadan kaldıracak veya en aza indirecek değişiklikleri, yöntemleri ve testleri kararlaştırarak ürünü geliştirmeyi başarmak.

3.5.4.1.2 FMEA'dan Beklenen Yararlar

- a) Emniyet, güvenilirlik ve üretim teknolojisi alanlarındaki zayıflıkları belirleme,
- b) Kalıplarda ve donanımlardaki değişikliklerin sayısını azaltma,
- c) Olası değişikliklerin maliyetinde azalma. (Tezgahlarda, donanımda ve kalıplarda yapıldığına nazaran kağıt üzerinde yapıldığında daha az pahalı olan her tür değişiklik yapılabilir.)
- d) Ürünün satışa hazır olma süresinde azalma. (Kağıt üzerindeki değişiklikler, tamamlanmış olan kalıplar, donanımlar ve tezgahlar üzerinde yapılacak olanlardan daha çabuk olur.)
- e) Garanti giderlerinde azalma,
- f) İç hurdalarda azalma,
- g) Ürün yükümlülüğünde daha az risk,
- h) Daha fazla müşteri tatmini.

3.5.4.1.3 Tasarım FMEA'nın Zamanlaması

FMEA, yeni bir tasarıma veya üretim sistemine esas olan bütün değişiklikleri mümkün olduğunca önceden tahmin etmeyi amaçlayan bir hata önleme tekniğidir. Tasarım FMEA'nın deneme safhasından önce, tasarım esnasında yapılması gerekirken, karmaşık ürünlerdeki ana riskli bölgeleri bulup ortaya çıkarmak için sistem geliştirmesi esnasında veya bazı durumlarda ürün fizibilite çalışması esnasında dahi yapılması tavsiye edilebilir.

3.5.4.1.4 FMEA'da Yönetimin Rolü

FMEA , firma içerisinde yüksek görünüşlü bir faaliyet olarak varsayılmalı ve doğrudan üst yönetim tarafından takip edilmelidir. Üst yönetimin çok ciddi kararlılığı olmazsa, FMEA umulan sonuçları güçlükle sağlar.

3.5.4.1.5 Tasarım FMEA Gerçekleştirme Aşamaları

- a) Her bir parçanın ilgili parça numarasıyla tanımlanması.
- b) Ürün ve parçaların yanı sıra benzer ürünler hakkında da olası bütün verilerin toplanması.
- c) Şartnameler, standartlar, güvenilirlik ve kalite verilerinin incelenmesi ve tartışılması.
- d) Ürünün fonksiyonu ile ilgili incelemenin gerçekleştirilmesi ve ürün fonksiyonunun belirlenmesi - fonksiyon analizi.
- e) Ürün fonksiyonlarını yerine getiren parçaların belirlenmesi – fonksiyon matrisi.
- f) Her bir parçanın fonksiyonunun belirlenmesi.
- g) Parçanın fonksiyonunu yerine getirebilmesini sağlayacak özelliklerin belirlenmesi.

3.5.4.1.6 Tasarım FMEA'nın Değerlendirilmesi

Üyelerin tecrübesi, kalite verileri ve deneysel verilerin kalitesine göre bir puanlandırma sistemi üzerinden değerlendirme yapılır. Değerlendirmede;

- a) Benzer ürünler için eski veriler kullanılır,
- b) Tasarımcının bilgi ve tecrübesi değerlendirilir,
- c) Ürün tasarımının zayıf / kuvvetli noktaları değerlendirilir.

3.5.5 Jant Tasarımının Doğrulanma Süreci

Tasarım girdilerine göre tasarlanan, 6.0Jx14H2 jant ölçülerine, 35mm ET (off-set) ve 4x98 P.C.D. değerlerine sahip olan jantın dayanım simülasyon çalışmaları Bölüm Beşte incelenmiştir.

3.5.6 Jant Tasarımının Geçerlilik Kazanması

Tasarlanan jantın, üretici firma tarafından, ürün sipariş formunda belirtilen TS 8987 standardına uygun olarak imal edildiğinin müşteriye beyan edilmesi

gerekmektedir. Bunun içinde üretici firma tarafından, söz konusu jantların muayene ve deneylerinin yapılmış ve uygun netice alınmış bulunduğu belirtilmesi gerekir (TS 8987). Bu standarda göre yapılması gereken muayene ve deneyler şunlardır.

3.5.6.1 Muayeneler

3.5.6.1.1 Gözle Muayene

İmalatı tamamlanan jantlar içinden TS 2756'ya göre alınan numunelerin gözle muayenelerinde; jantın işlenmiş ve diğer yüzeylerinde, bağlanma ve supap deliklerinde keskin kenar, aşındırıcı yüzey, çapak, pürüz, çatlak, döküm boşluğu ve işleme hatası bulunmamalı, yüzeyler boya, vernik, eloksal ve benzeri koruyucularla kaplanmış olmalı, boya ve kaplama kusurları görülmemelidir.

3.5.6.1.2 Boyut Muayenesi

Alınan numuneler, çap ve boyut muayenesinden geçirilir. Çap muayenesinde bilyalı kontrol bandı kullanılır. Jant profilinin ölçü kontrolü, uygun alet, master ve standart kontrol malzemeleriyle yapılır. Bulunan değerler Tablo 3.2'de gösterilen toleranslar içinde olmalıdır.

Tablo 3.2 Bilyalı Kontrol Bandı Ölçüleri

Jant Anma Çapı (DN)	Kontrol Bandı Çapı mm D ₁	Kontrol Bandı Çevresi ±1,2 mm	Kontrol Bandı Konumu mm D _p	Band Kalib- rasyon Çapı mm DK	Band Kalib- rasyon Çemberi mm	Kontrol Bandı Bilyası Çapı mm B	Açıklamalar
(inç) (mm)							
12 304,0	302,7	951,0	7,3	303,05	952,1	16,0	Anma çapı 12 olan tüm çaplar
13 329,4	328,1	1030,8	7,3	328,45	1031,9	16,0	Anma çapı 13 olan tüm çaplar
14 354,8	353,5	1110,6	7,3	353,85	1112,7	16,0	Anma çapı 14 olan tüm çaplar
15 380,2	378,9	1190,4	7,3	379,25	1191,4	16,0	Anma çapı 15 olan tüm çaplar
16 405,6	404,3	1270,2	7,3	404,65	1271,2	16,0	Anma çapı 16 olan tüm çaplar

Tasarlanan jantın boyut muayenesi Ek-8, Not-1'de gösterilmiştir.

3.5.6.2 Deneyler

3.5.6.2.1 Yalpa Deneyi

TS 4364'e göre yapılan yalpa deneyi neticelerinin sonunda flanşın dikey iç yüzünde ölçülen yalpa miktarı 0.5 mm'yi aşmamalıdır.

Tablo 3.3 Jantlarda İzin Verilen En Fazla Yalpa Ve Salgi Miktarları

JANT CİNSİ	A-Jant Anma Genişliği D-Jant Anma Çapı	YALPA max. (mm)	SALGI max. (mm)
Otomobil Jantları			
- Çember Flanş Profili J,JK,K olan Jantlar		1,25	1,25
- Çember Flanş Profili B ve A < 4,50B'ye kadar olan Jantlar		1,5	1,5
- Topuk Yatağı Emniyet Omuzlu Olan Jantlar		1,25	1,25
- Çember Flanş Profili C,D,E,F olan; A < 6,5 olan jantlar		1,5	1,5
A > 4,50E ve 18 < D < 20 arası jantlar		2,0	2,0
Ticari Taşıt Jantları			
- Topuk Yatağı 5° Eğimli Jantlar A < 6,5 olan jantlar		1,5	1,5
7,0 < A < 8,5 ve D < 20 olan jantlar		1,5	2,0
9,0 < A < 10,0 olan (8,5-24 jantı dahil) olan jantlar		2,0	2,5
- Çember Flanş Profili Yarım Kanallı (SDC) Jantlar D < 20'olan jantlar		2,0	2,0
D > 20'olan jantlar		2,5	2,5
- Çember Flanş Profili 15° Eğimli Jantlar		2,0	1,5
Traktör ve Ziraî Araç Jantları			
- Jant Anma Çapı D < 10'olan jantlar		1,5	1,5
- Jant Anma Çapı, 10 < D < 20'olan jantlar		2,0	2,0
- Jant Anma Çapı D > 20'olan jantlar		3,0	3,0
- Çember Flanş Profili Geniş Tabanlı, 16 < D < 28'olan jantlar		3,5	3,5
- Çember Flanş Profili Geniş Tabanlı, 30 < D < 42'olan jantlar		5,0	5,0
Endüstriyel Araç ve İstif Makinaları Jantları			
El Arabası Jantları		1,5	1,5

3.5.6.2.2 Salgi Deneyi

TS 4364'e göre yapılan salgi deneyi neticelerinin, deney sonunda, her iki taraftaki topuk yatağı yüzeyinde ayrı ayrı ölçülen en yüksek nokta ile en alçak nokta arasındaki fark (salgi) 0,4 mm'den fazla olmamalıdır.

Tablo 3.4 Jantlarda İzin Verilen En Fazla Statik Dengesizlik Miktarları

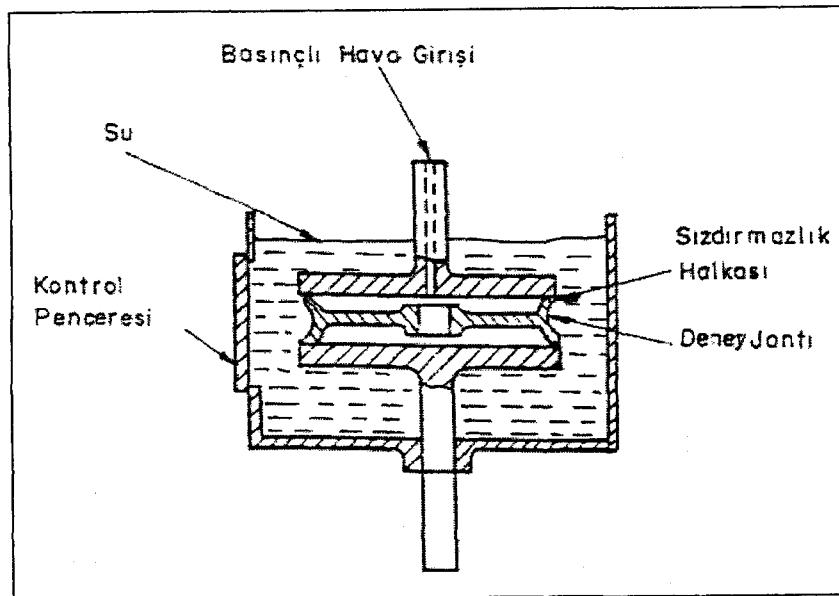
Jant Cinsi	Statik Dengesizlik Miktarı gcm
- Jant anma çapı, D = 12 (dahil) ye kadar olan jantlar	500
- Jant anma çapı, D = 13-14 (dahil) arası olan jantlar	700
- Jant anma çapı, D = 14-16 (dahil) arası olan jantlar	750
- Jant anma çapı, D = 16-20 (dahil) arası olan jantlar	1200 ¹⁾

3.5.6.2.3 Statik Dengesizlik Deneyi

TS 4364'e göre yapılan statik dengesizlik deneyi neticelerinin, deney sonunda, statik dengesizlik 400 g.cm sınırını geçmemelidir.

3.5.6.2.4 Hava Sızdırmazlık Deneyi

Hava sızdırmazlık deneyi iç lastiksiz (tubeless) jantlara uygulanır. İçinde jantın flanşlarından sızdırmazlık sağlayacak şekilde sıkıştırarak cihaz bulunan ve aynı zamanda jant içine basınçlı hava verebilecek tertibatı olan bir su tankıdır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Sızdırmazlık Deney Cihazı

Supap deliği delinmemiş jant, deney aparatına bağlanarak su içine daldırılır. Janta 2 dakika müddetle 300 ± 5 kPa hava basıncı uygulanır. Deney neticesinde jant çemberinden hava kabarcığı çıkmamalıdır.

3.5.6.2.5 Lastik Montajı Deneyi

Deney pnömatis lastik takma cihazları veya el aletleri kullanılarak yapılır. Lastik imalatçısı tarafından tavsiye edilen basınçla şişirilir. Lastiğin jant yüzeyinde oturduğu ve uygunluğu kontrol edilir. Lastik havası boşaltılarak, jantın üzerinden çıkarılır. Deney neticesi sonunda, lastik ve jantta hiçbir kalıcı deformasyon olmamalı, lastik janttan çıkartılırken herhangi bir tahribata maruz kalmamalıdır.

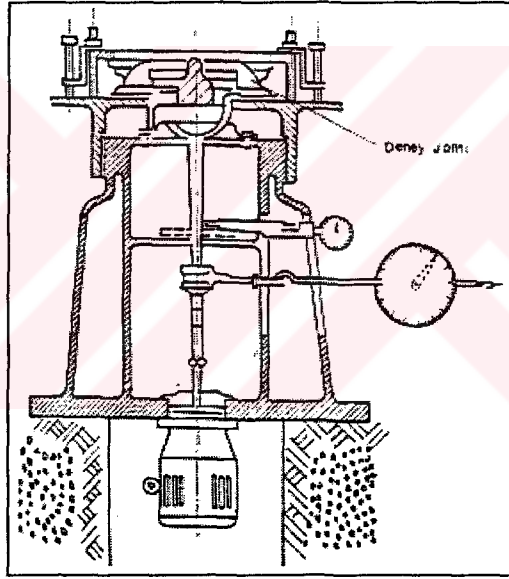
3.5.6.2.6 Gizli Çatlak Deneyi

Deney cihazı, içinde jantların rahatlıkla daldırılıp temizleme ve deney sıvıları ile temas edebileceği boyut ve şekillerde muhtelif tanklardan meydana gelmektedir. Yıkayıp temizlenen jantlar, gözle görülmeyen çatlakları tespit etmede kullanılan özel renkli sıvıya (Penetrant sıvıya) 5 dakika müddetle daldırılır. Sonra jantın bütün yüzeyi renkli özel sıvı kalmayacak şekilde basınçlı özel temizleme sıvısı ile yıkanır. Sıcak hava ile kurutulur. Bütün yüzeyi pnömatis tabanca ile özel bir toz (Developer pudrası) püskürtülür. Jantın üzerinde herhangi bir kılcal çatlak varsa içindeki boya püskürtülen toz tarafından emilerek bariz hale gelir. Deney neticesi sonunda, jant yüzeyinde gözle görülebilecek çatlak bulunmamalıdır.

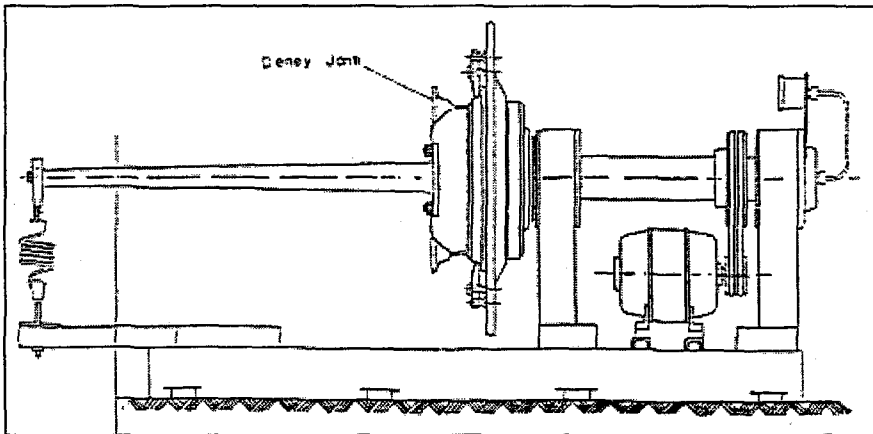
3.5.6.2.7 Dinamik Virajla Yorma Deneyi

Deney TS 2350'ye göre yapılır. Şekil 3.10 ve Şekil 3.11'de prensip olarak verilen deney cihazı, TS 2350'deki moment değerleri hesaplanarak, bu değerlere uygun olarak hazırlanır. Moment değeri hesabında hızlandırılmış yorma katsayısı $S=2$, lastikle yol yüzeyi arasındaki sürtünme katsayısı $\mu=0,7$ alınır. Kullanılabilecek en büyük boyutla lastiğin yarı çapı R (m. cinsinden), jant takılma yüzeyinin jant ekseninden geçen düzleme uzaklığı d (m. cinsinden), ön dingildeki en büyük düşey

statik yükün yarısı Fv_1 (Newton cinsinden) jant imalatçısı tarafından önceden verilir. Lastikte hesaplanan deney momentinde, janta 200.000 devir yaptırılır. Deney esnasında uygulanan momentle $\pm \%5$ 'den fazla bir değişme olmamalıdır. Deney esnasında 10.000- 50.000- 100.000- 200.000 devre ulaşıldığı zaman jant bağlama elemanlarının gevşeyip gevşemediği kontrol edilir. Gevşeme var ise başlangıç değerine kadar sıkılarak aynı jantla deneye devam edilir. Eğer başlangıç sıkma durumuna göre $\%30$ 'dan daha fazla olan gevşeme durumunda o jant ile deneye devam edilmez. Deney neticesinin sonunda, jant yüzeyinde gözle görülebilecek herhangi bir çatlak bulunmamalıdır. Jantın devamlı yüke mukavim olduğu ve kalıcı şekil değişikliğine uğramadığı görülmelidir. Daha sonra Gizli Çatlak Deneyi tekrar uygulanmalıdır.



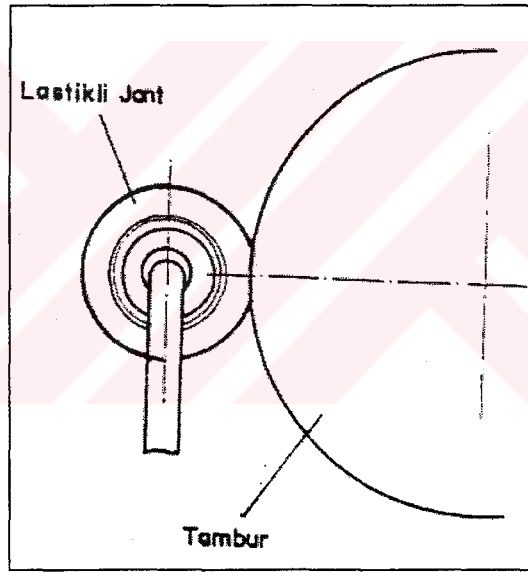
Şekil 3.10 Dinamik Virajda Yorma Deneyi Makinesi (Düşey Bağlamalı)



Şekil 3.11 Dinamik Virajda Yorma Deneyi Makinesi (Yatay Bağlamalı)

3.5.6.2.8 Dinamik Radyal Yorma Deneyi

Deney TS 2350'ye göre yapılır. Deney cihazı Şekil 3.12'de prensip olarak verilmiştir. Radyal kuvvet TS 2350'e uygun olarak hesaplanır. Hızlandırılmış yorma katsayısı $K_1=K_2=2,5$ ön dingildeki en çok statik düşey yükün yarısını ifade eden F_{v1} (Newton cinsinden) değer ile, arka dingildeki en çok statik düşey yükün yarısını ifade eden F_{v2} (Newton cinsinden) değer jant imalatçısı tarafından önceden verilir. Deney neticesinin sonunda, jant yüzeyinde gözle görülebilecek herhangi bir çatlak bulunmamalıdır. Jantın devamlı yüke mukavim olduğu ve kalıcı şekil değişikliğine uğramadığı görülmelidir. Daha sonra Gizli Çatlak Deneyi tekrar uygulanmalıdır.



Şekil 3.12 Dinamik Radyal Yorma Deney Makinesi

3.5.6.2.9 Darbe Mukavemet Deneyi

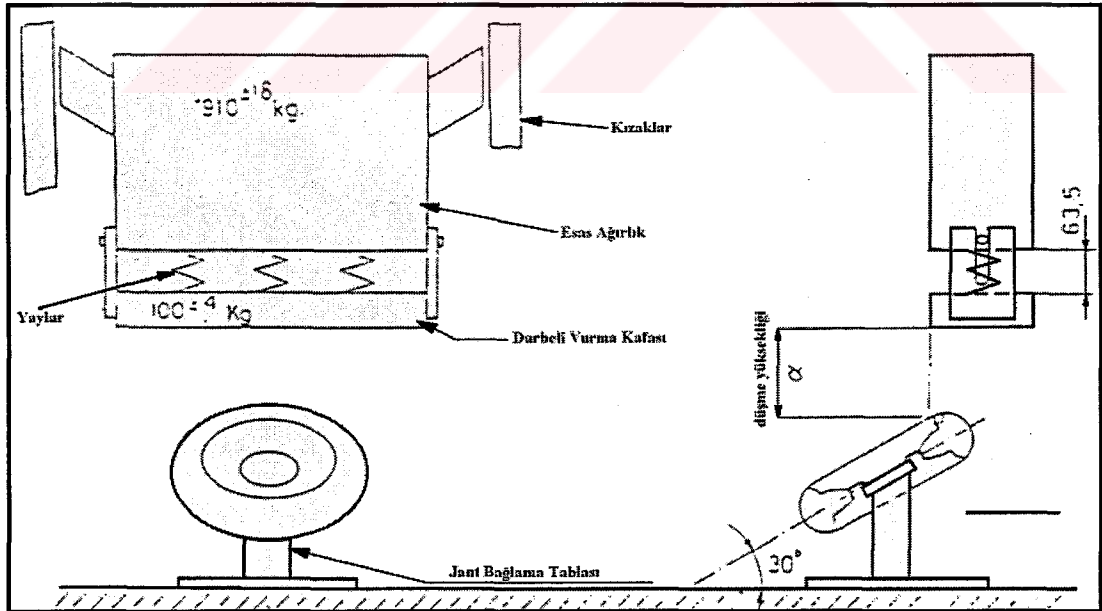
Deney cihazı bağlanma deliklerinden sabitlenmiş lastikli jant üzerine serbest düşme hareketi ile çarpan kütle sisteminden meydana gelmiştir. Serbest düşmeye bırakılacak ağırlık iki parçadır. Esas kütle kızaklar üzerinde kayma hareketi yapmaktadır. Damperli vurma kafası esas ağırlığa bağlanmış olup esas kütle bağımsız hareket edebilmektedir. Aralarında 3 adet paralel yay sabitlenmiştir. Esas kütle üst parça olup $910 \text{ kg} \pm 18 \text{ kg}$ 'dır. Damperli vurma kafası $100 \text{ kg} \pm 4 \text{ kg}$ 'dır. Serbest düşme anında lastikli janta ilk olarak çarpan damperli vurma kafası bir ön

kuvvet meydana gelmesini sağlar. Esas kütle ile vurma kafası arasında $63,5 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ aralık vardır. Toplam yay katsayısı $1070 \text{ kg.cm} \pm 18 \text{ kg.cm}$ olan üç yayla paralel düzende bağlanmıştır. Yay sistemi 6mm ön sıkıştırma ile yüklenir. Damperli vurma kafası çarpma yüzeyi ölçüleri $380 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$ olmalıdır.

Lastikli jant yatay düzlemde 30 'lik aç ya pacak şekilde bağlanma deliklerinden sabitlenir. Ayrıca kütle kenarı jant çemberinin dış kenar yarıçap kurtaracak şekilde ayarlanır. Janta takılabilecek olan en küçük boyutta iç lastiksiz (tubeless) lastik deneyde kullanılmalıdır. Lastik hava basıncı $2,6 \text{ kg.cm}^2 \pm 0,1 \text{ kg/cm}^2$ ($255 \text{ kPa} \pm 98 \text{ kPa}$) ($37 \text{ psi} \pm 1 \text{ psi}$) olmalıdır. Kütle sistemi jant flanşının en yüksek noktasından Tablo 3.5 'de verilen yükseklikten serbest düşmeye bırakılır. Deney sonuçları tespit edilir.

Tablo 3.5 Darbe Deneyinde Düşme Yükseklikleri

Jant Çapı D (inç)	12"	13"	14"	15"	16"
Düşme Yüksekliği a (mm)	152	178	229	229	229



Şekil 3.13 Darbe Dayanım Deney Cihazı

Deney neticesinin sonunda;

- Jant göbeğinde gözle görülür çatlak ve kırılmalar olmamalı,
- Jant göbeği, jant çemberinin birleşim yerlerinden kırılıp ayrılmamalı,

- Lastik hava basıncında ani kayıplar olmamalı, deneyden 30 s sonra lastik hava basıncı 90 kPa'ın altına düşmemelidir.

3.5.6.2.10 Flanş Çarpılma Deneyi

Deney cihazı, yarım küresel ucunun yarıçapı $25 \pm 0,5$ mm olan bir malafa ile jantın flanşına istenilen miktarda bir yükü etki ettirebilecek şekilde yapılmıştır. Cihaz aşağıdaki parçalardan meydana gelmiştir.

- Jantın sabitlenebileceği bir tabla
- Malafayı jant eksenine dik olarak istenilen hızda ve yükte hareket ettirebilecek hidrolik teçhizatı,
- İstenilen yükün ve hızın kontrol edilebilmesini sağlayacak göstergeler,
- Kuvvet yol diyagramını çizecek bir ünite.

Jant; flanşından deney cihazı üzerindeki tablaya yerleştirilip sabitlenir. Baskı kuvveti jant eksenine dik olarak flanşın kenarına 0,2-2 mm/s'lik hızla tesir ettirilir. Kuvvet-yol diyagramı bir çizici tarafından otomatik olarak çizilir. Kuvvet, jant çemberi üzerindeki supap deliği ile jant çemberi ve göbek arasında kalan boş ve dolu bölgelerin hizasındaki noktalara ayrı ayrı uygulanır. Deney en az 4 ayrı noktada 90° 'lık aralıklarla tekrarlanır. Deneyde kuvvet-yol diyagramında meydana gelen eğrinin altındaki alan Tablo 3.6 'da belirtilen enerjiye eşit oluncaya kadar yük uygulanır.

Tablo 3.6 Enerji Değerleri

	Dış Flanş	İç Flanş
Tekerlek yükü 300 kg'a kadar	60 J	40 J
Tekerlek yükü 300 kg'dan büyük	100 J	60 J

3.5.6.2.11 Korozyona Mukavemet Deneyi

Korozyona mukavemet deneyi için TS 3317'e göre 96 saat tuz püskürtme deneyi uygulanır. Deney neticesi sonunda korozyon izi bulunmamalıdır.

BÖLÜM DÖRT

SONLU ELEMANLAR METODU

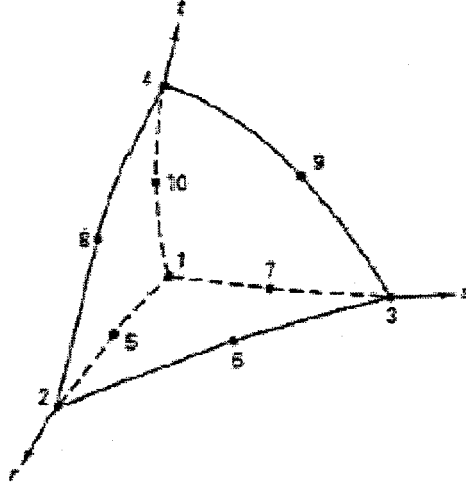
4.1 Giriş

Sonlu elemanlar metodu; bir nümerik yöntem olup, özellikle katı cisimlerin mekaniği, akışkanlar mekaniği, ısı transferi ve titreşim gibi karmaşık mühendislik problemlerinin çözümünde bilgisayar ortamında kullanılan gelişmiş bir yöntemdir. Bu metod; özellikle otomotiv, uçak, inşaat, beyaz eşya ve hatta tıp sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır.

Gerilme ve şekil değiştirme analizinden; ısı akımı, hidrolik, manyetik akı, sızma gibi alan problemlerine kadar çok çeşitli uygulamalara sahiptir. Sonlu elemanlar yönteminin kullanılması, bilgisayar teknolojisi ve CAD sistemlerinin gelişmesiyle; bugüne kadar ancak pahalı deneysel yöntemlerle incelenebilen bir çok ürünün kolayca incelenebilmesi, hatta çizim esnasında mukavemet analizlerinin kısa bir sürede yapılarak optimum dizaynın gerçekleştirilmesi mümkün olabilmektedir. Herhangi bir ürün için ilk prototip yapılmadan önce bilgisayarda bir çok değişik model denenebilir (Pekbey,2002). Bu da, o ürün için en uygun modelin daha kısa zamanda ve daha düşük maliyette üretilebilirliğini gösterir.

4.2 Sonlu Elemanlar Formülasyonu

Bu çalışmada üç boyutlu modeli oluşturulan jantın sonlu elemanlara ayrılmasında temel eleman olarak on düğümlü tetrahedral eleman kullanılmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 On Düğümlü Tetrahedral Eleman

On düğümlü tetrahedral elemanın deplasman fonksiyonları,

$$\begin{Bmatrix} u \\ v \\ w \end{Bmatrix} = \sum_{i=1}^{10} N_i \begin{Bmatrix} u_i \\ v_i \\ w_i \end{Bmatrix} \quad (4.1)$$

ve koordinat fonksiyonları ise,

$$\begin{Bmatrix} x \\ y \\ z \end{Bmatrix} = \sum_{i=1}^{10} N_i \begin{Bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{Bmatrix} \quad (4.2)$$

şeklindedir (Lo & Ling,2000). Burada u, v, w sırasıyla x, y, z doğrultularındaki deplasmanlardır. u_i, v_i, w_i düğüm noktalarının deplasmanları olup x_i, y_i, z_i ise düğüm noktalarının koordinatlarıdır. N_i şekil fonksiyonları olmak üzere,

$$N_1 = 1 - r - s - t, \quad N_2 = r, \quad N_3 = s, \quad N_4 = t$$

$$N_5 = 4r(1 - r - s - t), \quad N_6 = 4rs, \quad N_7 = 4s(1 - r - s - t)$$

$$N_8 = 4rt \quad , \quad N_9 = 4st \quad , \quad N_{10} = 4t(1 - r - s - t) \quad (4.3)$$

şeklindedir (Bathe,1996). Gerilme ve şekil değiştirme bileşenleri ise,

$$\sigma = [\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{yz}, \tau_{xz}, \tau_{xy}]^T \quad (4.4)$$

$$\varepsilon = [\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z, \gamma_{yz}, \gamma_{xz}, \gamma_{xy}]^T \quad (4.5)$$

olup şekil değiştirmelerle deplasmanlar arasındaki ilişki,

$$\varepsilon = \left[\frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial v}{\partial y}, \frac{\partial w}{\partial z}, \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y}, \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right]^T \quad (4.6)$$

şeklindedir. On düğümlü tetrahedral elemanın her düğümü x, y ve z yönlerinde yer değiştirebilir. Bu nedenle her düğümün üç serbestlik derecesi olduğuna göre eleman deplasman vektörü,

$$u_i = q_{3i-2} \quad , \quad v_i = q_{3i-1} \quad , \quad w_i = q_{3i} \quad i = 1, 2, 3, \dots, 10 \quad (4.7)$$

olmak üzere,

$$\mathbf{q} = [q_1, q_2, q_3, \dots, q_{30}]^T \quad (4.8)$$

şeklindedir. Denklem (4.1) matris formunda,

$$\mathbf{u} = \begin{Bmatrix} u \\ v \\ w \end{Bmatrix} = \mathbf{N}\mathbf{q} \quad (4.9)$$

şeklinde yazılabilir. Denklem (4.9)'da, $\mathbf{N}$ şekil fonksiyonları matrisi olmak üzere,

$$\mathbf{N} = \begin{bmatrix} N_1 & & & & N_{10} \\ & N_1 & & & & N_{10} \\ & & N_1 & & & & N_{10} \\ & & & \ddots & & & \\ & & & & N_1 & & \\ & & & & & N_{10} & \\ & & & & & & N_{10} \end{bmatrix} \quad (4.10)$$

şeklindedir. Şekil değiştirmeleri hesaplamak için s, t, r doğal koordinatlarında verilen şekil fonksiyonlarının x, y, z kartezyen koordinatlarındaki kısmi türevlerine ihtiyaç vardır (Chandrupatla & Belegundu, 1991).

$$\begin{Bmatrix} \frac{\partial u}{\partial s} \\ \frac{\partial u}{\partial t} \\ \frac{\partial u}{\partial r} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial x}{\partial s} & \frac{\partial y}{\partial s} & \frac{\partial z}{\partial s} \\ \frac{\partial x}{\partial t} & \frac{\partial y}{\partial t} & \frac{\partial z}{\partial t} \\ \frac{\partial x}{\partial r} & \frac{\partial y}{\partial r} & \frac{\partial z}{\partial r} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \frac{\partial u}{\partial x} \\ \frac{\partial u}{\partial y} \\ \frac{\partial u}{\partial z} \end{Bmatrix} \quad (4.11)$$

$$\mathbf{J} = \begin{bmatrix} \frac{\partial x}{\partial s} & \frac{\partial y}{\partial s} & \frac{\partial z}{\partial s} \\ \frac{\partial x}{\partial t} & \frac{\partial y}{\partial t} & \frac{\partial z}{\partial t} \\ \frac{\partial x}{\partial r} & \frac{\partial y}{\partial r} & \frac{\partial z}{\partial r} \end{bmatrix} \quad (4.12)$$

J matrisi Jakobiyan matrisi olmak üzere Denklem (4.11) türetildiğinde,

$$\begin{Bmatrix} \frac{\partial u}{\partial x} \\ \frac{\partial u}{\partial y} \\ \frac{\partial u}{\partial z} \end{Bmatrix} = \frac{1}{\det \mathbf{J}} \begin{bmatrix} \frac{\partial y}{\partial t} \frac{\partial z}{\partial r} - \frac{\partial z}{\partial t} \frac{\partial y}{\partial r} & \frac{\partial z}{\partial t} \frac{\partial x}{\partial r} - \frac{\partial x}{\partial t} \frac{\partial z}{\partial r} & \frac{\partial x}{\partial t} \frac{\partial y}{\partial r} - \frac{\partial y}{\partial t} \frac{\partial x}{\partial r} \\ \frac{\partial z}{\partial s} \frac{\partial y}{\partial r} - \frac{\partial y}{\partial s} \frac{\partial z}{\partial r} & \frac{\partial x}{\partial s} \frac{\partial z}{\partial r} - \frac{\partial z}{\partial s} \frac{\partial x}{\partial r} & \frac{\partial y}{\partial s} \frac{\partial x}{\partial r} - \frac{\partial x}{\partial s} \frac{\partial y}{\partial r} \\ \frac{\partial y}{\partial s} \frac{\partial z}{\partial t} - \frac{\partial z}{\partial s} \frac{\partial y}{\partial t} & \frac{\partial z}{\partial s} \frac{\partial x}{\partial t} - \frac{\partial x}{\partial s} \frac{\partial z}{\partial t} & \frac{\partial x}{\partial s} \frac{\partial y}{\partial t} - \frac{\partial y}{\partial s} \frac{\partial x}{\partial t} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \frac{\partial u}{\partial s} \\ \frac{\partial u}{\partial t} \\ \frac{\partial u}{\partial r} \end{Bmatrix} \quad (4.13)$$

elde edilir. Denklem (4.13) v ve w deplasmanları için de benzer şekilde elde edilir. Denklem (4.13) u, v, w için genelleştirilirse, $\phi = \phi(u, v, w)$ olmak üzere,

$$\begin{Bmatrix} \frac{\partial \phi}{\partial x} \\ \frac{\partial \phi}{\partial y} \\ \frac{\partial \phi}{\partial z} \end{Bmatrix} = \frac{1}{\det \mathbf{J}} \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \frac{\partial \phi}{\partial s} \\ \frac{\partial \phi}{\partial t} \\ \frac{\partial \phi}{\partial r} \end{Bmatrix} \quad (4.14)$$

$\mathbf{A} = \mathbf{J}^{-1}$ olmak üzere,

$$\mathbf{A} = \frac{1}{\det \mathbf{J}} \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \quad (4.15)$$

şeklindedir. Denklem (4.14)'ü u, v, w için kullanarak Denklem (4.6),

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{S} \left[\frac{\partial u}{\partial s}, \frac{\partial u}{\partial t}, \frac{\partial u}{\partial r}, \frac{\partial v}{\partial s}, \frac{\partial v}{\partial t}, \frac{\partial v}{\partial r}, \frac{\partial w}{\partial s}, \frac{\partial w}{\partial t}, \frac{\partial w}{\partial r} \right]^T \quad (4.16)$$

şeklinde yazılabilir. $\mathbf{S}$ matrisi,

$$\mathbf{S} = \frac{1}{\det \mathbf{J}} \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & A_{21} & A_{22} & A_{23} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & A_{31} & A_{32} & A_{33} \\ 0 & 0 & 0 & A_{31} & A_{32} & A_{33} & A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} & 0 & 0 & 0 & A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & A_{11} & A_{12} & A_{13} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (4.17)$$

ile ifade edilir. Denklem (4.1) kullanılarak, deplasman fonksiyonlarının (u, v, w), doğal koordinatlara (s, t, r) göre türevleri alınıp Denklem (4.18) elde edilecek şekilde düzenlendiğinde, (9x30)'luk bir $\mathbf{G}$ matrisi elde edilir.

$$\left[\frac{\partial u}{\partial s}, \frac{\partial u}{\partial t}, \frac{\partial u}{\partial r}, \frac{\partial v}{\partial s}, \frac{\partial v}{\partial t}, \frac{\partial v}{\partial r}, \frac{\partial w}{\partial s}, \frac{\partial w}{\partial t}, \frac{\partial w}{\partial r} \right]^T = \mathbf{Gq} \quad (4.18)$$

$$\mathbf{B} = \mathbf{SG} \quad (4.19)$$

$\mathbf{B}$ matrisi Denklem (4.19)'da gösterildiği gibi tanımlanırsa, şekil değiştirme bileşenleri, Denklem (4.16), (4.18) ve (4.19) kullanılarak, Denklem (4.20)'deki gibi elde edilir.

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{Bq} \quad (4.20)$$

Hooke yasasına göre gerilme bileşenleri,

$$\boldsymbol{\sigma} = \mathbf{D}\boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{DBq} \quad (4.21)$$

ile tanımlanır. $\mathbf{D}$ (6x6) elastisite matrisidir.

$$\mathbf{D} = \frac{E}{(1+\nu)(1-2\nu)} \begin{bmatrix} 1-\nu & \nu & \nu & 0 & 0 & 0 \\ \nu & 1-\nu & \nu & 0 & 0 & 0 \\ \nu & \nu & 1-\nu & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5-\nu & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5-\nu & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5-\nu \end{bmatrix} \quad (4.22)$$

Eleman direngenlik matrisinin bulunmasında, toplam potansiyel enerjinin minimizasyonu dikkate alınarak, toplam potansiyel enerji ifadesinde eleman şekil değiştirme teriminden,

$$U_e = \frac{1}{2} \int_e \boldsymbol{\varepsilon}^T \mathbf{D} \boldsymbol{\varepsilon} dV = \frac{1}{2} \int_e \mathbf{q}^T \mathbf{B}^T \mathbf{D} \mathbf{B} \mathbf{q} dV = \frac{1}{2} \mathbf{q}^T \left[\int_e \mathbf{B}^T \mathbf{D} \mathbf{B} dV \right] \mathbf{q} = \frac{1}{2} \mathbf{q}^T \mathbf{k}_e \mathbf{q} \quad (4.23)$$

$$\mathbf{k}_e = \int_e \mathbf{B}^T \mathbf{D} \mathbf{B} dV \quad (4.24)$$

bulunur. Eleman hacmi,

$$dV = \det \mathbf{J} \, ds \, dt \, dr \quad (4.25)$$

olarak tanımlanır (Chandrupatla & Belegundu, 1991).

Gerilme invaryantları,

$$I_1 = \sigma_x + \sigma_y + \sigma_z$$

$$I_2 = \sigma_x \sigma_y + \sigma_y \sigma_z + \sigma_x \sigma_z - \tau_{yz}^2 - \tau_{xz}^2 - \tau_{xy}^2 \quad (4.26)$$

$$I_3 = \sigma_x \sigma_y \sigma_z + 2\tau_{yz} \tau_{xz} \tau_{xy} - \sigma_x \tau_{yz}^2 - \sigma_y \tau_{xz}^2 - \sigma_z \tau_{xy}^2$$

şeklinde olmak üzere ve

$$a = \frac{I_1^2}{3} - I_2$$

$$b = -2 \left(\frac{I_1}{3} \right)^3 + \frac{I_1 I_2}{3} - I_3$$

(4.27)

$$c = 2 \sqrt{\frac{a}{3}}$$

$$\theta = \frac{1}{3} \cos^{-1} \left(-\frac{3b}{ac} \right)$$

tanımlamaları da yapılırsa, asal gerilmeler ($\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$),

$$\sigma_1 = \frac{I_1}{3} + c \cos \theta$$

$$\sigma_2 = \frac{I_1}{3} + c \cos \left(\theta + \frac{2\pi}{3} \right) \quad (4.28)$$

$$\sigma_3 = \frac{I_1}{3} + c \cos \left(\theta + \frac{4\pi}{3} \right)$$

şeklindedir (Chandrupatla & Belegundu,1991). Von-Mises gerilmesi de asal gerilmeler cinsinden,

$$\sigma_{vm} = \sqrt{\frac{1}{2} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]} \quad (4.29)$$

olarak tanımlanır. Asal gerilmeler, kırılma malzemelerin; Von-Mises gerilmeleri ise sünek malzemelerin değerlendirilmesinde iyi sonuç veren kriterlerdir (Sayman et al.,1997).

BÖLÜM BEŞ

ANALİZ

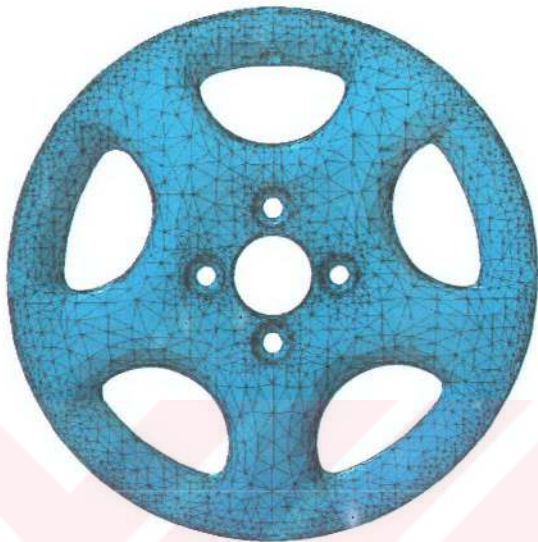
5.1 Giriş

Son yıllarda tasarım ve üretime ek olarak bilgisayar destekli mühendislik (CAE) ön plana çıkmıştır. İmalat öncesi, tasarım ve modelleme ile paralel yürütülen mukavemet analizleriyle optimum dizayna ulaşılmakta ve üretim sonrası ürünün tabi tutulacağı testler simule edilerek sonuçları henüz Tasarım ve Geliştirme bölümündeyken alınmaktadır. Böylece ek maliyetler ve zaman kaybı ortadan kaldırılmış olur (Doğançay, 2002).

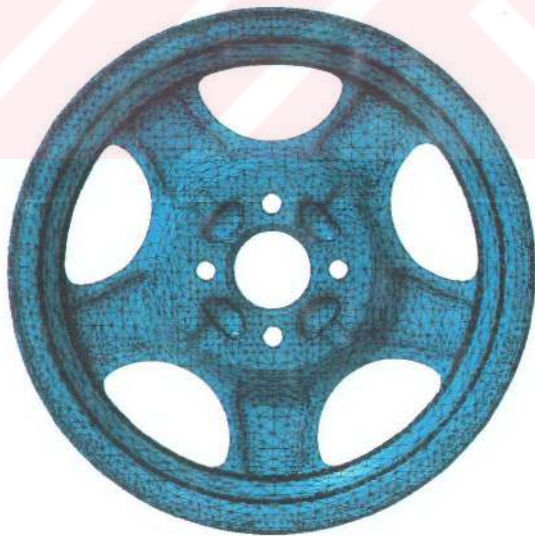
Çalışmanın bu aşamasında da; TS 8987, “2.3.8-Dinamik Virajla Yorma Deneyi” deney düzeneği simule edilip, TS 2350’ye göre hesaplanan eğme momenti altında jantın dayanım analizi yapılmıştır.

5.2 Katı Modelin Sonlu Elemanlara Ayrılması

6.0Jx14H2 jantın üç boyutlu katı modellemesinde olduğu gibi, modelin sonlu elemanlara bölünmesinde de yine CATIA V5 programı kullanılmıştır (Şekil 5.1, 5.2). Jant geometrisinin yuvarlak ve kavisli hatlardan oluşmasından dolayı, analiz sonuçlarının gerçeğe en yakın değerleri vermesi için katı model, mümkün olan en küçük elemanlara ve en çok eleman sayısına sahip olacak şekilde sonlu elemanlara ayrılmıştır. Özellikle gerilme yığılmalarının çok olabileceği jant kollarında, sipop ve bijon delikleri çevresinde, porya kanalları ile jant boyunlarında bu işlem mümkün olan en üst düzeyde uygulanmıştır. Sonlu elemanlara ayırma işleminde on düğümlü tetrahedral eleman tipi kullanılmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 5.1 6.0Jx14H2 Jantın Sonlu Elemanlar Modeli Ön Görünüşü



Şekil 5.2 6.0Jx14H2 Jantın Sonlu Elemanlar Modeli Arka Görünüşü

Jantın sonlu elemanlar modeli; 141206 düğüm, 83530 elemandan oluşmaktadır.

5.3 Jant Malzemesinin Özellikleri

Jant malzemesi olarak, DIN 1725'e göre; GK- AlSi11Mg alüminyum döküm alaşımı kullanılmıştır.

5.3.1 Kimyasal Özellikleri

Tablo 5.1 GK- AlSi11Mg Kimyasal Özellikleri

ELEMENT	Si%	Fe%	Cu%	Mn%	Mg%	Zn%	Ti%	Cr%	Ni%	Pb%	Sn%	Na%	Ca%	Sr%	Sb%	P%	Al%
Azami	11.8	0.18	0.02	0.04	0.25	0.04	0.14	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.05	0.01	10ppm	87.7
Normal	10.5				0.20												
Asgari	10	0.0	0.0	0.0	0.15	0.0	0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.015	0.0	0ppm	90.3

5.3.2 Mekanik Özellikleri

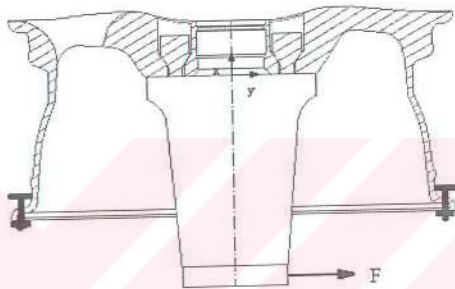
Akma Dayanımı	: min 80 N/mm ²
Çekme Dayanımı	: min 160 N/mm ²
% Uzama	: min % 4.0
Darbe Dayanımı	: 11 joule
Yorulma Dayanımı	: 80 N/mm ²

5.3.3 Fiziksel Özellikleri

Özgül Ağırlık	: 2.65 gr/cm ³
Katılma Aralığı	: 615-555 °C
Ortalama Lineer Çekme	: % 12.5
Termal İletkenlik 20 °C	: 160 W/m.°C (0.38 cal/cm.s.°C)
Direnç 20 °C	: 4.0 $\mu\Omega\text{cm}$
Genleşme Katsayısı	: 21.5×10^{-6} (20 °C'den 100 °C'ye, °C ⁻¹)
Elastikiyet Modülü	: 74000 Mpa

5.4 Deney Düzenekinin Simule Edilmesi

Jant, TS 2350'de belirtilen deneyde dış flanşından deney tablasına bağlanır. Jantın takılma yüzeyine de, bağlantı karakteristiği araba dingilindeki aynısı olan bir yük kolu civata vasıtasıyla monte edilir¹. Bu kol üzerinden janta bir eğme momenti verilerek deney uygulanır (Şekil 5.3).



Şekil 5.3 Simule Edilmiş Deney Düzenekinin Kesiti

TS 2350'ye göre janta uygulanacak eğme momentin hesabı şu şekildedir;

$$M = (R \cdot \mu + d) \cdot F_{V1} \cdot S \quad (5.1)$$

$$M(\text{moment}) = F(\text{uygulanacak kuvvet}) \times l(\text{kuvvet kolu}) \quad (5.2)$$

R : Lastiğin yarıçapı (0,280m)

d : Off-set mesafesi (0,035m)

μ : Sürtünme katsayısı (0,7)

S : Yorulma katsayısı (Alüminyum için 2, Çelik için 1,6)

F_{V1} : Ön dingildeki en büyük düşey statik yükün yarısı: $F_{V1} = \frac{1000 \times 9,81}{2} = 4905 N$

Uygulanan moment $\pm 5\%$ değerini aşmamalıdır. (TS 8987)

¹ CATIA V5 programında yapılan analizde, yük kolu ve civataların malzemesi çelik alınmıştır.

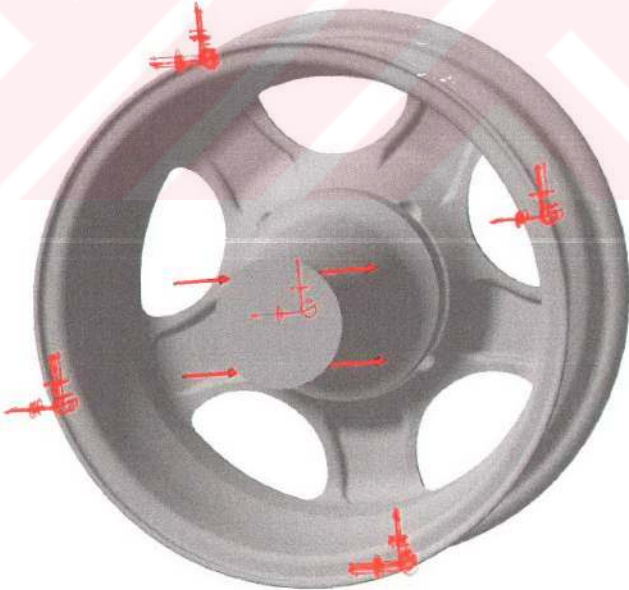
$M = (0,28 \cdot 0,7 + 0,035) \cdot 4905 \cdot 2 = 2266,11 \text{ Nm}$ (Uygulanacak moment)

$2266,11 = F \cdot 0,1775 \quad \Rightarrow \quad F = 12766,81 \text{ N}$ (Uygulanacak kuvvet)

5.5 Sınır Şartları

6.0Jx14H2 jant deney düzeneğindeki gibi, farklı malzeme özelliklerine sahip olarak modellenmiş bir yük koluna, civata bağlantısı ile bağlanır. Jant dış flanşının çevresel olarak bütün yüzeyleri ankastre olarak düşünülüp ve her biri üç öteleme ve üç dönme serbestliğine sahip olan bu düğüm noktaları sabitlenerek deplasmanları sıfır alınmıştır.

İkinci bir tip sınır şartı ise kuvvet faktörüdür. Y-Z düzlemi üzerinde, kuvvet koluna, janta gelecek olan momenti sağlayacak şekilde uygulanarak sınır şartları Şekil 5.4'deki gibi gösterilir.



Şekil 5.4 Sınır Şartları

5.6 Analiz

Gerilme analizinde, sonlu elemanlar metodu; düğümlerdeki deplasman değerlerini hesaplamaktadır. Daha sonra, bu deplasman değerleri kullanılarak, gerilme değerleri bulunmaktadır. Eğer deplasman değerleri yanlış olarak hesaplandıysa, gerilme değerleri de büyük ihtimalle yanlış olarak bulunacaktır. Bu nedenle, deplasman değerleri, ilk önce incelenmesi gerekli olan sonuçlardır. Eğer hesaplar, öngörülenden çok farklı ise, modellemede bir hata yapıldığı düşünülmelidir. Deplasman değerleri çizdirilerek modelin yükleme altında ön görülen şekilde davranıp davranmadığı saptanabilir (Pekbey, 2002).

Sonlu elemanlar simülasyonu ile elde edilen sonuçların değerlendirilmesi amacıyla, parametre olarak Von – Mises gerilmeleri seçilmiştir. Bu gerilmeler renk bandı aralıkları olarak gösterilmektedir. Von – Mises gerilmesi;

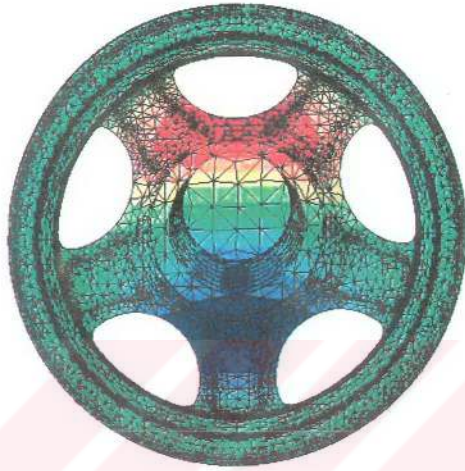
$$\sigma_{VM} = \sqrt{\sigma_I^2 + \sigma_{II}^2 + \sigma_{III}^2 - (\sigma_I \sigma_{II} + \sigma_{II} \sigma_{III} + \sigma_{III} \sigma_I)} \quad (5.1)$$

şeklinde olup, σ_I , σ_{II} ve σ_{III} gerilmeleri asal gerilme bileşenleridir. Von – Mises gerilmeleri, tüm gerilme bölgelerinde pozitif işaretlidir. Bu, simülasyonda hasarın meydana gelme ihtimalinin yüksek olduğu ortalama seviyesinin bir indikatörü olarak düşünülebilir (Pekbey, 2002).

Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde Von Mises ve asal gerilmeler kriter olarak ele alınmıştır. Y-Z düzlemi üzerinde, yük koluna uygulanacak momenti oluşturacak bir F kuvveti (N) , bir de yayılı yük (N/mm²) sırasıyla Y ve Z eksenleri doğrultusunda uygulandı.

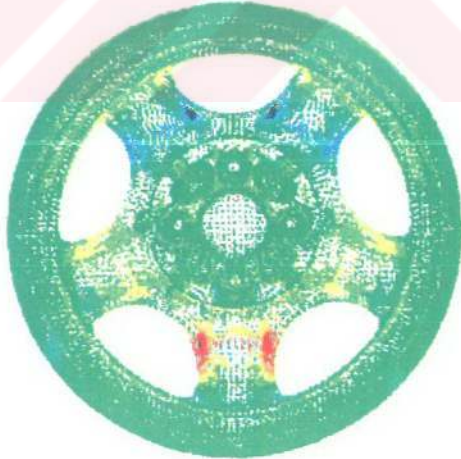
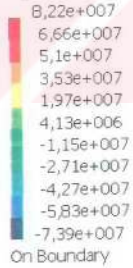
Şekil 5.5’de yük koluna, Y-Z düzleminde, Z eksenı doğrultusunda toplam 12766.8N’luk bir tekil kuvvet uygulanması sonucu oluşan deplasmanlar görülmektedir. Momentin etkisiyle en fazla çeki ve bası gerilmeleri kollarda oluşmakta, bunun sonucu olarak da en fazla deplasman jant kollarında meydana gelmektedir.

Translational displacement component
mm



Şekil 5.5 Tekil Kuvvet Altında Oluşan Deplasman Değerleri

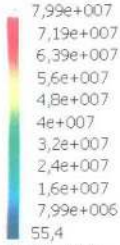
Stress principal tensor symbol
N_m2



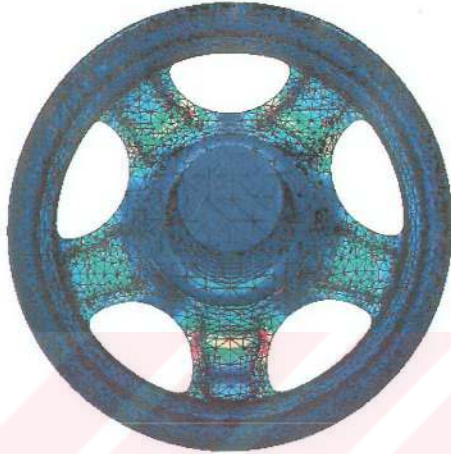
Şekil 5.6 Tekil Kuvvet Altında Oluşan Asal Gerilme Değerleri

Von Mises Stress (nodal value)

N_m2

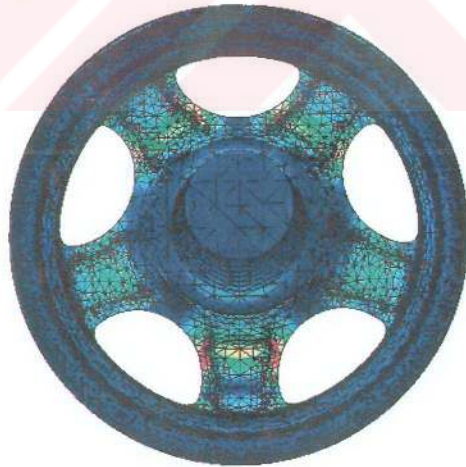
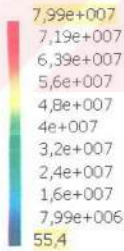


On Boundary



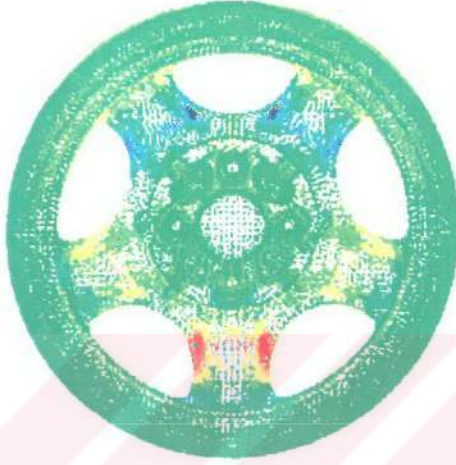
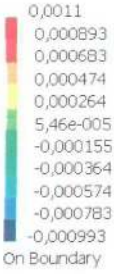
Şekil 5.7 Tekil Kuvvet Altında Oluşan Von-Mises Gerilme Değerleri

Von Mises Stress (nodal value)



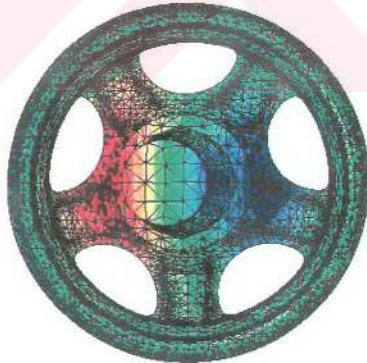
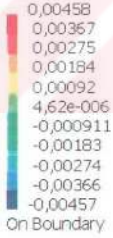
Şekil 5.8 Jant Kollarında Oluşan Max. Ve Min. Von-Mises Gerilme Değerleri

Strain principal tensor symbol



Şekil 5.9 Tekil Kuvvet Altında Oluşan Şekil Değiştirme Değerleri

Translational displacement component
mm

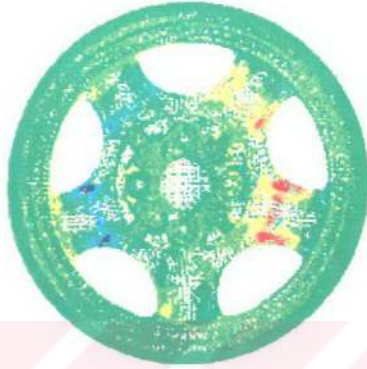


Şekil 5.10 Yayılı Yük Altında Oluşan Deplasman Değerleri (Y eksen)

Stress principal tensor symbol
N_m2

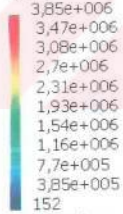


On Boundary

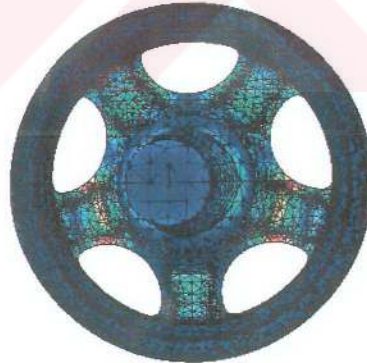


Şekil 5.11 Yayılı Yük Altında Oluşan Asal Gerilme Değerleri (Y eksen)

Von Mises Stress (nodal value)
N_m2

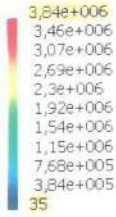


On Boundary

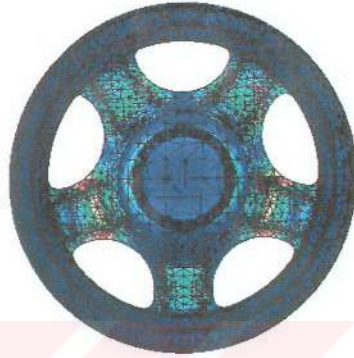


Şekil 5.12 Yayılı Yük Altında Oluşan Von-Mises Gerilme Değerleri (Y eksen)

Von Mises Stress (nodal value)

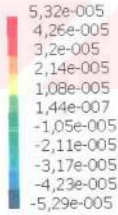


On Boundary

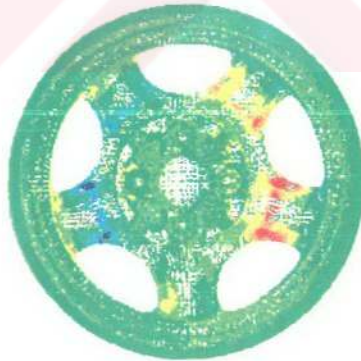


Şekil 5.13 Jant Kollarında Oluşan Max. Ve Min. Von-Mises Gerilme Değerleri (Y eksen)

Strain principal tensor symbol

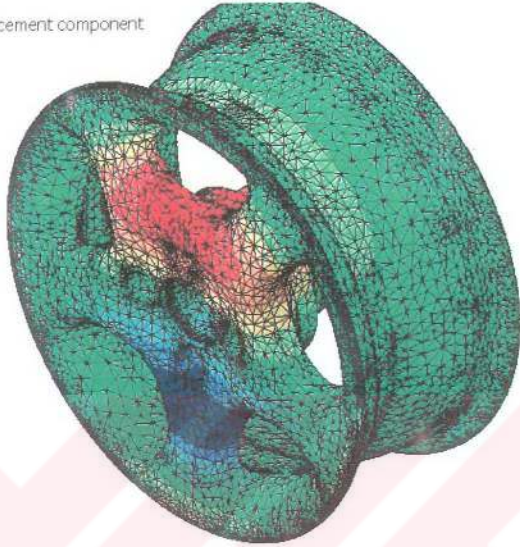


On Boundary



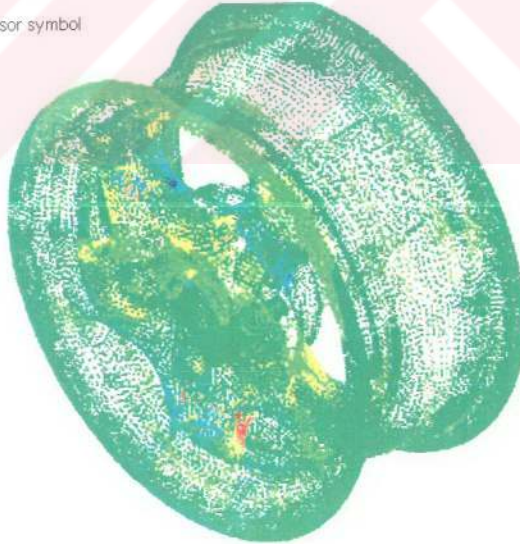
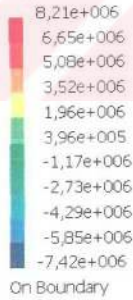
Şekil 5.14 Yayılı Yük Altında Oluşan Şekil Değiştirme Değerleri (Y eksen)

Translational displacement component
mm



Şekil 5.15 Yayılı Yük Altında Oluşan Deplasman Değerleri (Z eksen)

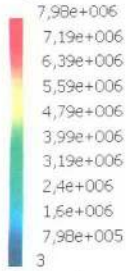
Stress principal tensor symbol
N_m2



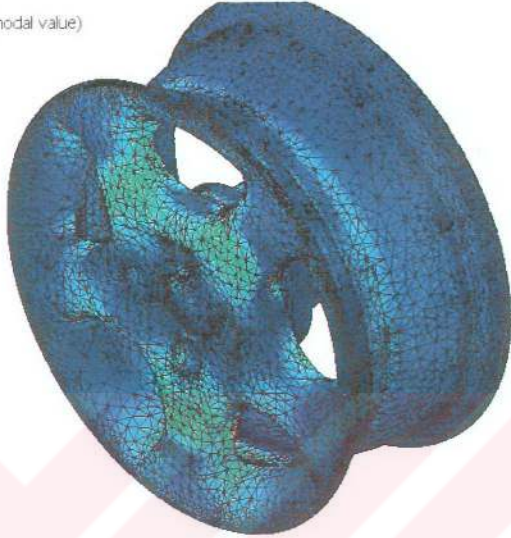
Şekil 5.16 Yayılı Yük Altında Oluşan Asal Gerilme Değerleri (Z eksen)

Von Mises Stress (nodal value)

N_m2

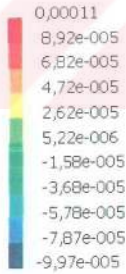


On Boundary

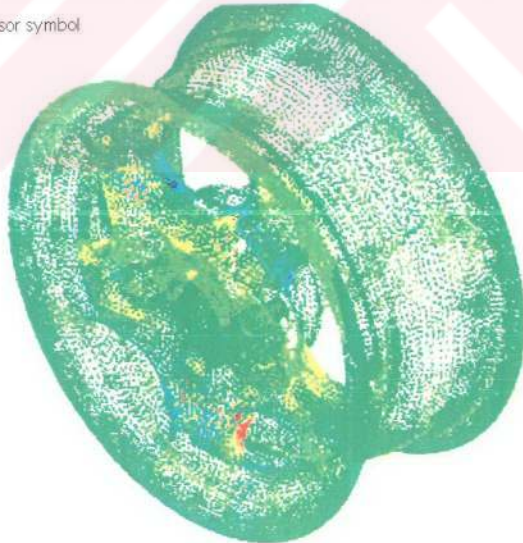


Şekil 5.17 Yayılı Yük Altında Oluşan Von-Mises Gerilme Değerleri (Z eksen)

Strain principal tensor symbol



On Boundary



Şekil 5.18 Yayılı Yük Altında Oluşan Şekil Değiştirme Değerleri (Z eksen)

Şekil 5.6, 5.7 ve 5.8’de Janta; TS 2350’ye göre hesaplanan eğme momentinin uygulanması sonucu oluşan gerilmeler gösterilmiştir. Yük koluna, Y-Z düzleminde, Z eksenini doğrultusunda toplam 12766.8N’luk bir tekil kuvvet uygulanması sonucu 2266.11 Nm’lik bir eğme momenti oluşmaktadır. Şekil 5.6’da oluşan asal gerilme değerleri, Şekil 5.7 ve 5.8’de ise oluşan Von-Mises gerilme değerleri görülmektedir. Asal gerilmeler renk bandında, oluşan çeki ve bası gerilmesi değerlerine göre pozitif ve negatif olarak gösterilmiştir. Von-Mises gerilme değerlerinde ise, gerilmelerin en fazla oluşabileceği bölgeler gösterilmiştir. Bu nedenle Von-Mises gerilme değerleri pozitifdir. Her iki kritere göre de; gerilme yığılmaları en çok jant kolları üzerinde bulunan markalama kanallarının kenarlarında meydana gelmiştir. Tekil kuvvet uygulanması sonucu oluşan momentin etkisiyle meydana gelen şekil değiştirmelerin, yine gerilmelerin en çok olduğu jant kollarında olduğu görülür (Şekil 5.9).

Şekil 5.10 ve 5.15’de yük kolunun çemberine, Y-Z düzleminde, sırasıyla Y ve Z eksenleri doğrultusunda toplam 291187 N/m²’lik bir yayılı yük uygulanması sonucu oluşan deplasmanlar görülmektedir. Oluşan momentin etkisiyle en fazla çeki ve bası gerilmeleri jant kollarında oluşmakta, bunun sonucu olarak da en fazla deplasman değerleri jant kollarında meydana gelmektedir. Y ve Z eksenleri doğrultusunda uygulanan yayılı yükler sonrasında, deplasmanların kollarda farklı değerler vermesinin sebebi; jantın beş koldan oluşmasından dolayı, jant kollarının simetrik olmamasıdır. Y eksenini doğrultusunda uygulanan kuvvet iki kolda çeki gerilmesine, iki kolda da bası gerilmesine neden olmaktadır. Z eksenini doğrultusunda uygulanan kuvvet ise iki kol üzerinde çeki gerilmesi oluşturmaya karşılık bir kol üzerinde bası gerilmesi oluşturur. Bu da jant kollarında oluşan deplasman değerlerini etkilemektedir.

Jant kollarında oluşan Von-Mises ve Asal gerilme değerleri de, kuvvetin doğrultusuna göre değişiklik göstermiştir. Şekil 5.12 ve 5.13’de Y eksenini doğrultusunda, şekil 5.17’de Z eksenini doğrultusunda uygulanan yayılı yük etkisi altında oluşan Von-Mises gerilme değerlerinin farklı olduğu görülmektedir. Aynı şekilde, Şekil 5.11 ve 5.16’da ki asal gerilme değerleri de farklılık gösterir. Bunun nedeni de; sonlu elemanlar metodunda deplasman değerlerinin kullanılarak gerilme

değerlerinin bulunmasıdır. Jant kollarındaki düğümlerde, deplasman değerlerinin farklı olmasından dolayı gerilme değerleri de farklı çıkmaktadır. Şekil 5.14 ve 5.18’de de sırasıyla Y ve Z eksenleri doğrultusunda yük koluna uygulanan yayılı yükün etkisi altında jantta meydana gelen şekil değiştirmeler gösterilmiştir.

5.7 Değerlendirme

Bu çalışmada, jant malzemesi olarak GK- AlSi11Mg alüminyum döküm alaşımı kullanılmıştır. Von-Mises gerilmelerinin sünek malzemelerin değerlendirilmesinde daha iyi sonuç veren bir kriter olduğundan hareket edersek, Von-Mises gerilmelerinin değerlendirilmesi daha doğru olacaktır. Bu nedenle janta değişik şekillerde uygulanan eğme momentleri sonucu oluşan, Von-Mises gerilme değerlerini incelediğimizde maksimum gerilme değerinin $7,99 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ olduğu görülür (Şekil 5.8). Bu değer, malzemenin akma sınırı ile karşılaştırıldığında $\sigma_{V_{\text{max}}} < \sigma_{AK}$ ($7,99 \times 10^7 \text{ N/m}^2 < 8 \times 10^7 \text{ N/m}^2$) olduğundan jantın uygulanan bu statik yükler altında elastik bölge içinde kaldığı anlaşılmaktadır. Bu yükleme altında iken jant üzerinde oluşan maksimum şekil değişimi ise $0,095 \text{ mm}$ ’dir.

Farklı yükleme durumlarında görüldüğü gibi gerilme yığılmaları, jant kolları ve jant kollarının üzerinde bulunan markalama kanallarının kenarlarında oluşmuştur. Bu beklenen bir sonuç olmasına karşılık, yeni tasarımda markalama kanallarının derinliği azaltılıp, kanal kenarlarına daha fazla eğim verilmesi suretiyle gerilme değerleri daha aşağılara çekilebilir.

Analiz sonuçlarına göre, jantın bijon delikleri çevresinde ve jant kollarıyla jant çemberinin birleşim yerlerinde gerilme değerleri düşük çıkmıştır. Bunlardan, bijon deliklerinin çevresindeki gerilme değerlerinin düşük olmasının nedeni, jantın off-set konumundan kaynaklanan et kalınlığıdır. Tasarım sırasında, jant kolları ile jant çemberinin kesiştiği kenarlara, jant çemberini saracak şekilde radüs verilmesinden dolayı da bu bölgelerde gerilme değerleri düşük çıkmıştır.

KAYNAKLAR

Chandrupatla, T.R., Belegundu, A.D.(1991). Introduction To Finite Elements In Engineering. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

European Tyre and Rim Technical Organisation. (2000). Standards Manual

Kav, F.(2003, Temmuz 18).(Kişisel Görüşme)

Koç Holding A.Ş. Eğitim Ve Geliştirme Merkezi. (1992). Hata Türü Ve Etkileri Analizi. İstanbul

Lo, S.H., Ling, C.(2000). Improvement On The 10-node Tetrahedral Element For Three-dimensional Problems. Computer Methods In Applied Mechanics And Engineering, 189, 961-974

Oğuz, H.(2003, Ağustos 21).(Kişisel Görüşme)

Pehlivanoğlu, U.(2003, Haziran 25).(Kişisel Görüşme)

Pekbey, Y.(2002). Değişik Türden Malzeme İle Kaplanmış Dişin Gerilme Zorlanma Analizi (Yüksek Lisans Tezi). D.E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Sayman, O., Karakuzu, R., Zor, M., & Şen, F.(1997). Mukavemet II. İzmir: D.E.Ü.Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi

Türk Standartları Enstitüsü. (1992, Mart). TS 4364 , Karayolu Taşıtları – Çelik Jantlar. Ankara

Türk Standartları Enstitüsü. (1991, Mart). TS 8987 , Karayolu Taşıtları – Otomobiller – Hafif Alaşımli Döküm Jantlar. Ankara

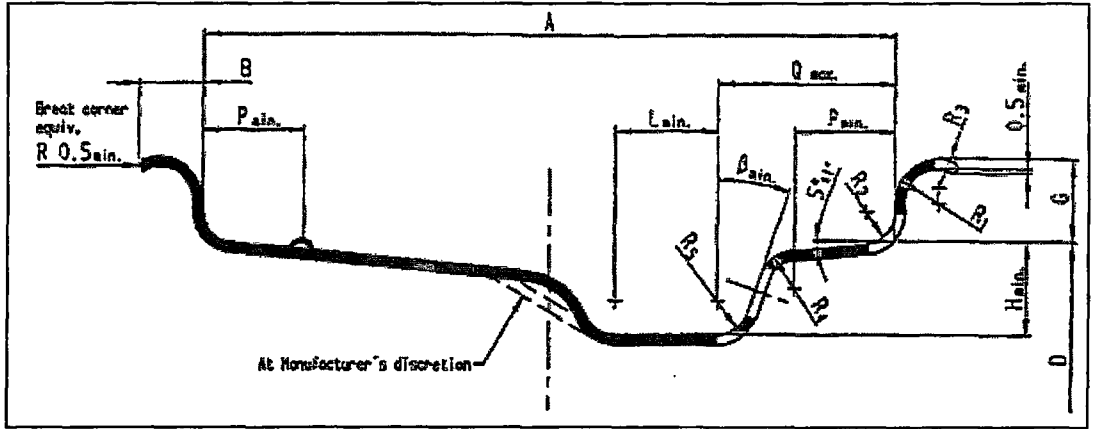
Türk Standartları Enstitüsü. (1976, Nisan). TS 2350 , Karayolu Taşıtları – Binek Arabası Jantları – Deney Metodları. Ankara

Uluslararası Standardizasyon Örgütü. (2002). ISO / TS 16949:2002 Kalite Yönetim Sistemleri – Otomotiv Üretimi Ve İlgili Servis Parçası Kuruluşlarında ISO 9001:2000’in Uygulanması İçin Özel Şartlar



SATIŞ PAZARLAMA MÜDÜRLÜĞÜ YENİ ÜRÜN SİPARİŞ FORMU (Ek-1)				Tarih			
				Sayfa No			
Siparişin Tanımı:		Jant Ölçüsü: 6.0Jx14H2 , ET : 35mm , P.C.D. : 4x98 Stil tasarımı Fiat Doblo'ya uygun olacak şekilde A Firması tarafından müşteri onayı alınarak yapılacaktır.					
Ekler :		Araç kaliper skeci Kapak Detayı Bijon Detayı					
İstenilen Numune Sevk Tarihi:							
Seri Üretime Geçiş Tarihi :							
Satış Pazarlama Müdürü				Genel Müdür			
İsim :				İsim :			
İmza :				İmza :			
Siparişin Hazırlanacağı Tarih :							
NOTLAR : Jant tek aplikasyon olacak ve bileziksiz geçme olacaktır.							
Silver boya kullanılacaktır.							
Jant malzemesi olarakGK-AISi11Mg kullanılacaktır (Isıl İşlemsiz)							
Alçak basınçlı döküm yöntemi kullanılacaktır.							
TS 8987 ve ERTRO standartlarına uygun olacaktır.							
Yapacak Bölüm :				Tasarım ve Geliştirme Müdürlüğü			
Tarih		:					
İsim		:					
İmza		:					

European Tyre and Rim Technical Organisation - Standards Manual - 2000



Şekil 1 ERTRO'ya Göre Jant Çemberi Ölçüleri

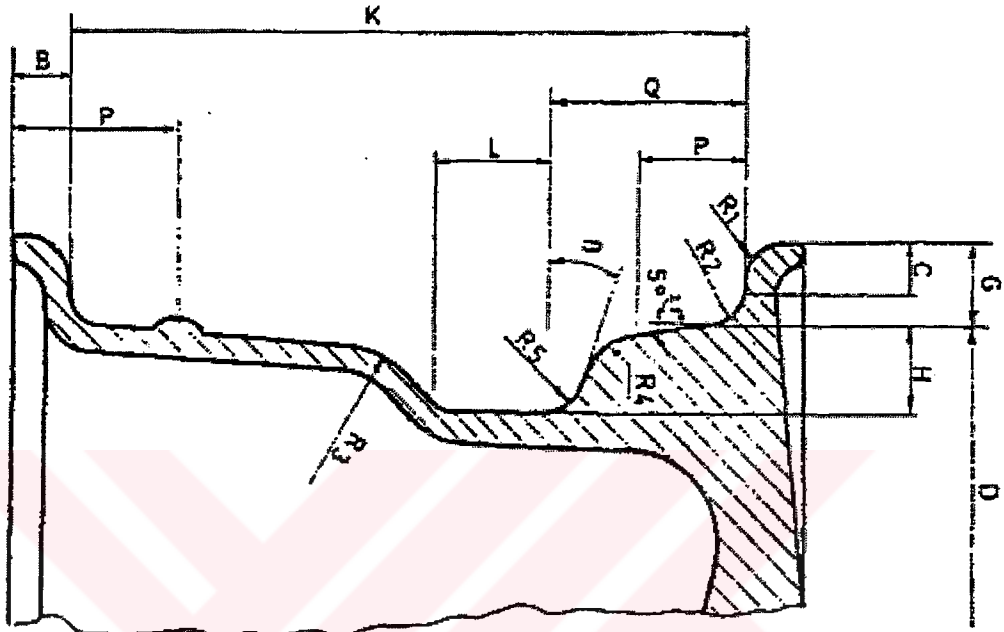
Tablo 1 ERTRO'ya Göre Jant Anma Çapları Ölçüleri

NOMINAL DIAMETER CODE	10	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SPECIFIED DIAMETER D (mm)	253.2	304.0	329.4	354.8	380.2	405.6	436.6	462.0	487.4	512.8

Tablo 2 ERTRO'ya Göre Jant Çemberleri Ölçüleri

RIM CONTOUR	DIMENSIONS (mm)											
	A		B		G ± 0.6	P min.	H min. (2)	L min.	Q max.	R ₁ min.	R ₂ max.	β min.
			min.	max. (1)								
3.00B	76	± 1	10	13	14.1	15	15	16	28	7.5	4.5	10°
3.50B	89	± 1	10	13	14.1	15	15	19	34	7.5	4.5	13°
4.00B	101.5	± 1	10	13	14.1	15	15	19	45	7.5	4.5	15°
4.50B	114.5	± 1	10	13	14.1	19.5	15	22	45	7.5	4.5	15°
5.00B	127	± 1	10	13	14.1	19.5	15	22	45	7.5	4.5	15°
5.50B	139.5	± 1	10	13	14.1	19.5	15	22	45	7.5	4.5	15°
6.00B	152.5	± 1	10	13	14.1	19.5	15	22	45	7.5	4.5	15°
3J	76	± 1	11	15	17.3	15	17.3	16	28	9.5	6.5	10°
3½J	89	± 1	11	15	17.3	15	17.3	19	34	9.5	6.5	20°
4J	101.5	± 1	11	15	17.3	15	17.3	19	45	9.5	6.5	20°
4½J	114.5	± 1	11	15	17.3	19.5	17.3	22	45	9.5	6.5	20°
5J	127	± 1	11	15	17.3	19.5	17.3	22	45	9.5	6.5	20°
5½J	139.5	± 1	11	15	17.3	19.5	17.3	22	45	9.5	6.5	20°
6J	152.5	± 1	11	15	17.3	19.5	17.3	22	45 (3)	9.5	6.5	20°
6½J	165	± 1.5	11	15	17.3	19.5	17.3	22	45 (3)	9.5	6.5	20°
7J	178	± 1.5	11	15	17.3	19.5	17.3	22	45 (3)	9.5	6.5	20°
7½J	190.5	± 1.5	11	15	17.3	19.5	17.3	22	45 (3)	9.5	6.5	20°
8J	203	± 1.5	11	15	17.3	19.5	17.3	22	45 (3)	9.5	6.5	20°
8½J	216	± 1.5	11	15	17.3	19.5	17.3	22	45 (3)	9.5	6.5	20°
9J	228.5	± 1.5	11	15	17.3	19.5	17.3	22	45 (3)	9.5	6.5	20°
9½J	241.5	± 1.5	11	15	17.3	19.5	17.3	22	45 (3)	9.5	6.5	20°
10J	254	± 1.5	11	15	17.3	19.5	17.3	22	45 (3)	9.5	6.5	20°
10½J	266.5	± 1.5	11	15	17.3	19.5	17.3	22	45 (3)	9.5	6.5	20°
11J	279.5	± 1.5	11	15	17.3	19.5	17.3	22	45 (3)	9.5	6.5	20°
11½J	292	± 1.5	11	15	17.3	19.5	17.3	22	45 (3)	9.5	6.5	20°
12J	305	± 1.5	11	15	17.3	19.5	17.3	22	45 (3)	9.5	6.5	20°

A Detayı



Şekil 1 Detay A

1. R_3 ölçüsünde imalatçı serbesttir.
2. R_4 ve R_5 ölçüsü 4 mm - 10 mm alınmalıdır.
3. R_5 ölçüsü 10 mm'den büyük olmamalıdır.

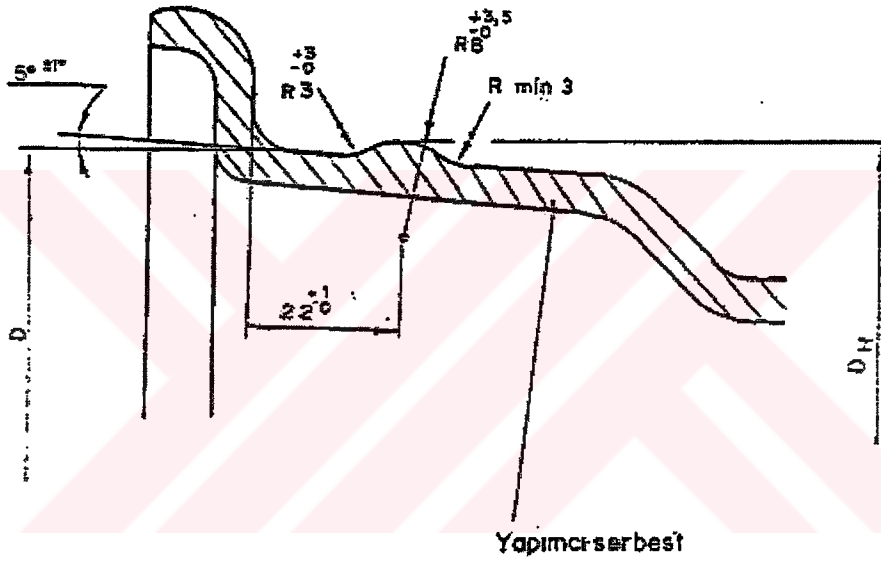
**Tablo 1 Otomobiller ve otomobille Çekilen Römorkların Jantlarının Ölçüleri
(Çap 12"-16")**

[illegible]

TS 8987 / Mart 1991 – Föy 3

Otomobiller ve Otomobille Çekilen Römorkların Jantlarının Topuk Yatağı Bombesi

Ölçüler mm'dir.

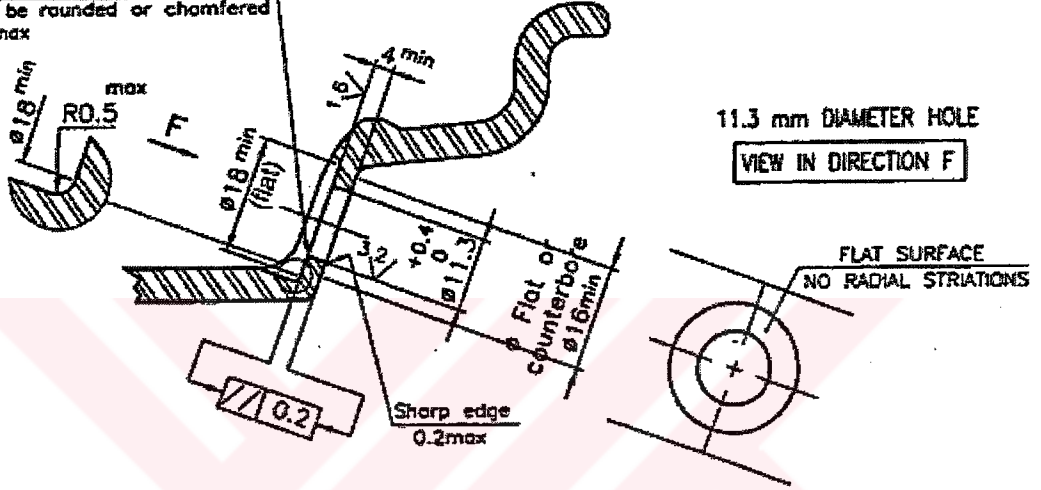


Jant Ana Çapı D (inç)	Bombe Çemberi r DH -0 -3.0 (mm)
12	957.6
13	1037.0
14	1116.8
15	1196.6
16	1276.4

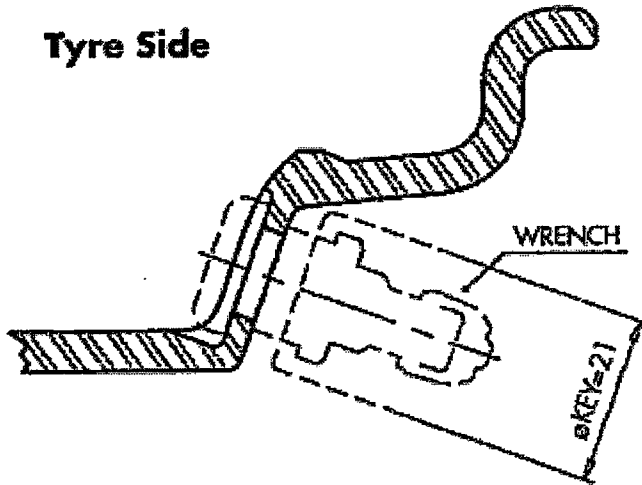
ERTRO'ya Göre Supap Deliği Ölçüleri

LIGHT METAL ALLOY RIM
Tyre Side

The edge of rim hole
 shall be rounded or chamfered
 0.5 max



Tyre Side



V2.04.1

DOBLÒ TEKNİK ÖZELLİKLER

Ek-6

	DOBLÒ 1.2 SX / ELX	DOBLÒ 1.9 D SX	DOBLÒ 1.9 JTD
MOTOR ÖZELLİKLERİ			
Silindir adedi ve yerleşimi	4, tek sıra, önde enlemesine	4, tek sıra, önde enlemesine	-
Silindir çapı x strok (mm)	70.8 x 78.86	82.0 x 90.4	82 x 90.4
Silindir hacmi (cc)	1242	1910	-
Sıkıştırma oranı	9.8:1	22.5:1	18,45
Maksimum güç kW (bhp)-d/d	48(65)-5500	46(63)-4500	74 kW/4000RPM
Maksimum tork Nm (kgm)-d/d	102(10.4)-3500	118(12)-2500	200 Nm/1500RPM
Zamanlama sistemi	Üsten tek eksatrik (OHC), dişli kayış	Üsten tek eksatrik (OHC), dişli kayış	-
Yakıt besleme	MPI elektronik	İndirekt enjeksiyon ve elektronik kontrollü pompa	-
Ateşleme	Elektronik statik avans, enjeksiyon ile entegre	Kompresyonla	-
Akû kapasitesi (Amper-saat)	40(50 klimalı versiyonda)	50(60 klimalı versiyonda)	-
Motor hacmi	-	-	1910
Araç kodu	-	-	223AXE1A
Motor kodu	-	-	182B9000
DİREKSİYON			
Sistem	Kramayer, hidrolik	Kramayer, hidrolik	-
Asgari döñüş daire çapı (m)	10.5	10.5	-
FRENLER - D (disk) - K (kampana)			
Öñ: çap (mm)	D 257 (Hava kanallı)	D 257 (Hava kanallı)	-
Arka: çap (mm)	K 228	K 228	-
SÜSPANSİYON			
Öñ süspansiyon	MacPherson, alt traverse bağı sañcacak kolları ile bağımsız tip	MacPherson, alt traverse bağı sañcacak kolları ile bağımsız tip	-
Arka süspansiyon	Rijit aks, yaprak yay ve denge çubuğu	Rijit aks, yaprak yay ve denge çubuğu	-
BOYUTLAR			
Dingil mesafesi (mm)	2566	2566	-
Öñ-arka iz genişliği (mm)	1495/1496	1495/1496	-
Uzunluk-Genişlik-Yükseklik (m)	4159/1714/1832	4159/1714/1832	-
Öñ aks kapasitesi	-	-	1000
Arka aks kapasitesi	-	-	1030
TEKERLEKLER			
Lastikler	175/70 R 14 T	175/70 R 14 T	-
AĞIRLIK-KAPASİTE			
Boş ağırlık DIN (kg)	1190	1260	1290
Azami ağırlık	-	-	1875
Yakıt deposu (litre)	60	60	-

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (TASARIM FMEA)

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (TASARIM FMEA)									
FMEA No: 1						Tarih : Güncelleştirme:			
6.0Jx14H2 / ET:35 / P.C.D.:4x98									
Parça No	Parça Adı Fonksiyonu	Hata Türü	Hata Nedeni	Hata Etkileri	Mevcut Kontrol	Önem derecesi	Oluşum sıklığı	Belirleme	RÖP
1	1.Jant kolları	1. Jant aşırı ısınma yapabilir	1.1 Jant kolları arasında yeterince boşluk olmaması 1.2 Jant kollarının estetik olmaması ve yeterince aç verilmemesi	- Tasarımda uygunsuzluk - Jant özelliklerini sağlamaması - Fren balatalarının çok ısınması		10	8	2	160
	2.Analizlerde kollarla jant çemberi arasındaki kenarlarda çok fazla gerilme yığılması olabilir.		2.1 Şekil mukavemetinin yeterli olmaması 2.2 Keskin kenarlar	-Tasarımda uygunsuzluk - Jant özelliklerini sağlamaması		10	10	3	300

PUAN	ETKİNİN ÖNEMİ		OLUŞUM SIKLIĞI	ORTAYA ÇIKARMA GÜCÜ
	TASARIM (Sp)	PROSES (Sm)		
DERECE				
10	Bütün tasarım etkilendir.	Risk, iade, uygunsuzluk bir arada	En az % 50	Hiç yok.
8 - 9	Tasarımda çok fazla hata olabilir. Yeniden tasarım şart.	Risk, iade, şikayet.	% 25 - % 50	Çok zor. Belki araştırma yapılırsa.
6 - 7	Tasarımda etkilendirme var. Fazla kontrol gerekli.	Şikayet var, iade yok.	% 15 - % 25	Bazen çıkarınız, bazen çıkaramayız.
4 - 5	Tasarım ileriki aşamada sorun çıkabilir, ama az önemli.	Durum farkedilir, ama üzerinde durulmaz.	% 5 - % 15	Genelde tespit edilir.
2 - 3	Tasarımda problem yaratmaz.	Durum farkedilmeyebilir.	% 0,1 - % 5	Büyük çoğunlukla tespit edilir.
1	Hiçbir etkisi yok.	Hiçbir etkisi yok.	% 0,01 <	Kesinlikle tespit edilir.

Önerilen Faaliyet	Sorumlular	Sonuçlar				Yorum / Açıklama
		Ö	O	B	RÖP	
1.1 Jant kollarına yükseklik verilerek kollara açı kazandırılır, kolların genişlik değeri düşürülür.	Tasarım operatörü	2	2	1	4	Puan 160'dan 4'e düşürüldü.
1.2 Jant kolları ile jant çemberinin kesiştiği kenarlara jant çemberini saracak şekilde radius verilmelidir.	Tasarım operatörü	2	2	2	8	Gerilme yığılmaları önlemleri.