



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PİLOT KOLTUĞU TAMİR ARABASI TASARIMI

**A. Serhat KARATAY
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman
Doç. Dr. Erol UZAL**

Temmuz, 2011

İSTANBUL

Bu çalışma 15/08/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi



Doç. Dr. Erol Uzal (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Prof. Dr. İbrahim ÖZKOL
İstanbul Teknik Üniversitesi
Uçak ve Uzay Bilimleri Mühendisliği Fakültesi



Prof. Dr. Metin Orhan KAYA
İstanbul Teknik Üniversitesi
Uçak ve Uzay Bilimleri Mühendisliği Fakültesi



Yard. Doç. Dr. Cüneyt FETVACI
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Yard. Doç. Dr. Ali DURMUŞ
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim sırasında ve tez çalışmalarım boyunca gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocalarım Doç. Dr. Erol UZAL ve Yard. Doç. Dr. Cüneyt FFETVACI'ya en içten dileklerle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen çalışma arkadaşlarıma ve çalışmamın uygulama kısmını destekleyen Türk Hava Yolları Teknik A.Ş. yöneticilerine teşekkürü borç bilirim.

Haziran, 2011

Ahmet Serhat KARATAY

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLLER LİSTESİ	iv
SEMBOL LİSTESİ	v
ÖZET.....	vi
SUMMARY.....	vii
1.GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR.....	3
2.1. İLK TASARIMIN OLUŞTURULMASI.....	3
2.2. KÖPÜK PROTOTİP.....	7
3.MALZEME VE YÖNTEM.....	8
3.1. YENİ ARABANIN TASARLANMASI VE İMALATI.....	8
3.2. TASARIMIN BİLGİSAYAR PROGRAMINDA ANALİZİ.....	16
3.2.1. DXF (*.dxf) Dosya Uzantısı ve Özellikleri.....	17
3.2.2. IGES (*.iges, *.igs, *.ige) Dosya Uzantısı ve Özellikleri.....	17
3.2.3. STEP (*.step, *.stp, *.ste) Dosya Uzantısı ve Özellikleri.....	18
3.2.4. ACIS SAT (*.sat, *.sab) Dosya Uzantısı ve Özellikleri.....	18
3.2.5. STL (*.stl) Dosya Uzantısı ve Özellikleri.....	19
4.BULGULAR.....	23
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	31
KAYNAKÇA.....	36
EKLER.....	37
ÖZGEÇMİŞ.....	39

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	: İlk tasarımın izometrik görünüşü.....	3
Şekil 2.2	: İlk tasarımın yandan görünüşü.....	4
Şekil 2.3	: İlk tasarımın üstten görünüşü.....	5
Şekil 2.4	: İlk tasarımın önden görünüşü.....	6
Şekil 2.5	: İlk tasarımın köpük prototipi.....	7
Şekil 3.1	: Yeni tasarımın el taslağı.....	9
Şekil 3.2	: Yeni tasarım.....	10
Şekil 3.3	: Yeni tasarımın önden görünüşü.....	10
Şekil 3.4	: Yeni tasarımın yandan görünüşü.....	11
Şekil 3.5	: Yeni tasarımın üstten görünüşü.....	12
Şekil 3.6	: Yeni tasarımın koltuklu görünüşü.....	12
Şekil 3.7	: Arabanın ana iskeleti.....	13
Şekil 3.8	: Arabanın kısımları.....	14
Şekil 3.9	: Arabanın son hali.....	15
Şekil 3.10	: Çizim dosyasının dönüşüm programına çevrilmesi.....	19
Şekil 3.11	: ACIS dosyasının Ansys'te açılması.....	20
Şekil 3.12	: Mesh işlemindeki hata.....	20
Şekil 3.13	: Modelin Ansys Work Bench'te açılması.....	21
Şekil 3.14	: Mühendislik bilgilerinin belirlenmesi.....	22
Şekil 4.1	: Modelin simülasyona dönüştürülmesi.....	23
Şekil 4.2	: Maksimum asal gerilme	24
Şekil 4.3	: Minimum asal gerilme	24
Şekil 4.4	: Eşdeğer gerilme	25
Şekil 4.5	: Kesme gerilmesi	26
Şekil 4.6	: X eksenini üzerindeki normal gerilme	27
Şekil 4.7	: Y eksenini üzerindeki normal gerilme	27
Şekil 4.8	: Z eksenini üzerindeki normal gerilme	28
Şekil 4.9	: Toplam deformasyon	29
Şekil 4.10	: Dik mesnet.....	30
Şekil 5.1	: Sistem şeması.....	31
Şekil 5.2	: Destekli sistem şeması	33
Şekil 5.3	: Sehpa üzerine düşen yükler	34
Şekil 5.4	: Ana iskelet üzerine düşen yükler.....	35

SEMBOL LİSTESİ

m	: kütle (kg)
g	: yerçekimi ivmesi
F	: kuvvet
d	: kuvvet kolu
$\sum F_x$: X eksenindeki toplam kuvvet
$\sum F_y$: Y eksenindeki toplam kuvvet
$\sum MA$: toplam moment
T1	: 1 numaralı tekerlek
T2	: 2 numaralı tekerlek
T3	: 3 numaralı tekerlek

ÖZET

PILOT KOLTUĞU TAMİR ARABASI TASARIMI

Bu çalışmada ihtiyaçlar doğrultusunda yeni bir pilot koltuğu tamir arabası tasarlanmıştır. Çalışmayı dört bölüme ayırmak mümkündür.

Birinci bölümde kontrüksiyon işlemi ile pilot koltuğunun tanım ve özellikleri ele alınmıştır. Kontrüksiyon işleminin önemi, hangi aşamalardan oluştuğu ve bilgisayar destekli tasarım yöntemlerinden bahsedilmiştir. Pilot koltuklarının havacılıktaki önemi ve bu koltuklardan beklenen özellikler incelenmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde istenilen özellikler doğrultusunda bir tamir arabası tasarlanmış, bu arabanın Solidworks programında tasarımı yapıldıktan sonra, köpük prototip düşünülen ölçülerde oluşturulmuştur. Bu prototipten ihtiyaçların tam anlamıyla karşılanamacağı düşüncesi ile yeni bir tasarım arayışına geçilmiştir.

Yeni tasarım için veriler toplandıktan sonra, el taslağı ve bu taslağa sadık kalınarak bilgisayar destekli bir model oluşturulmuştur. Bu tasarıma göre; bir tamir arabası üretilmiş ve üretilen arabanın kısımları belirtilmiştir.

Üçüncü bölümde Ansys programı ve veri dönüşüm programları hakkında bilgi verilmiş, oluşturulan modelin sonlu elemanlar metodunu esas alan Ansys programında gerilim analizi hesapları yapılmıştır.

En son bölümde yapılan çalışma ile ilgili bir değerlendirme olarak tekerleklere düşen kuvvetler ve arabada kullanılan sabit mesnetin gerekliliğini gösteren statik hesabı yapılmıştır.

SUMMARY

DESIGN OF A COCKPIT SEAT REPAIR CAR

In this study, a new cockpit seat repair car is designed with regards to new requirements. It is possible to divide this study in four parts.

In the first part; the process of construction as well as definition and features of cockpit seats are discussed. The importance of the construction process, its phases and computer assisted design methods are mentioned. The importance of cockpit seats in aeronautics and the expected features of related seats are also analyzed.

In the second part of the study a repair car, which fits to the requirements, is designed on paper and it is made out from foam as a prototype after it was designed in Solidworks computer programme. After that, it was seen that a new search for a new design was necessary since it was thought that all the requirements would not be met with this prototype.

A manual draft and a computer assisted model based on it were designed after the necessary data for the new prototype is acquired. A repair car was constructed according to this design and the parts of the car are pointed out.

In the third part a brief information on Ansys computer programme and data converter programmes are given, calculations of stress analysis in the Ansys programme, which takes as a base the finite element methods, are made.

As an analysis which is made related to the study conducted in the last part; the statics calculations are made which show the forces to the wheels and the necessity of fixed support used in the car.

1.GİRİŞ

Hava yolu taşımacılığının diğer ulaşım ve taşıma yöntemlerine göre ekonomik ve konforlu hale gelmesiyle; uçakları kullanan pilotların iş yükü artmış ve havada oldukları sürece üzerlerinde oturdukları koltuklar önem kazanmıştır.

Perali'ye göre; ortak özellikleri hafiflik, sağlamlık ve konfor olan bu koltukların pilota sağladığı avantajlar şunlardır:

- Konfor
- Pilotların alçalma ve yükselme hareketlerini daha kolay kılarlar
- Kokpit dışındaki görüşü arttırırlar
- Borda paneline daha yakın olmayı sağlar ve böylece aletlerin okunabilirliğini arttırır.
- Tetikte olma durumunu arttırır.
- Pilotun uyuklamalarını geciktirir.
- Uçağı daha kolay kontrol edilebilir hale getirir.
- Kabini daha ferah hale getirir.
- Askeri uçaklarda pilot fırlatma durumlarında omurga zedelenmesi ihtimallerini azaltır.

[1]

Yolcu uçakları ile yolcu koltukları arasındaki başlıca fiziksel farklar ise;

- Pilot koltuklarının elektronik tertibatı sayesinde kayar bir tablası varken yolcu koltukları sabittir,
- Yine elektronik tertibatı sayesinde pilot koltukları aşağı-yukarı hareket edebiliyorken yolcu koltukları sabittir.
- Pilot koltuklarının sırtlığı yaylı bir tertibat sayesinde şişirilebiliyorken yolcu koltuklarında böyle bir rahatlık yoktur.
- Yolcu koltuklarında emniyet kemerleri her iki yandan çıkarken, pilot koltuklarında koltuğun arka tarafındaki yay kurmalı bir makara tertibatından kemer çekilir.
- Ayrıca pilot koltuklarında kol dayaması yüksekliği ayarlanabilir.

Yeterli teknik bilgi ve beceriye sahip bir bakım kuruluşunun, bakım yetkisini aldıktan sonra uçuş güvenliği ve konforu için bu denli önemli olan bu komponentin bakımını yapması, yenisi almaktan çok daha ekonomik olduğu gibi, depolama sorununun da önüne geçilmiş olacaktır.

Bakımı yapılacak komponentin uçaktan sökülüp atelyeye aktarılması bu aktarma görevini yürüten birimin iş yoğunluğuna bağlı olarak iş emri açılması ve taşıma zamanının gecikmesi bakım işlemine kadar olan başlıca mali kayıplardır.

Atelyeye gelen komponentin bakımı sırasında, komponent başında çalışan personel sayısı, bu personellerin çalıştığı bakım süresinin kısaltılması da diğer ekonomik problemlerdir.

Dolayısıyla tamir işlemini bir an önce ve mümkün olan en kısa sürede yapmak; uçağın yerde iken uğranan ticari kayıplara (bakım için harcanan adam saat ücreti, hangar ve park kirası, uçulamayan süredeki kazanç kaybı,... vb.) doğrudan etki etmektedir.

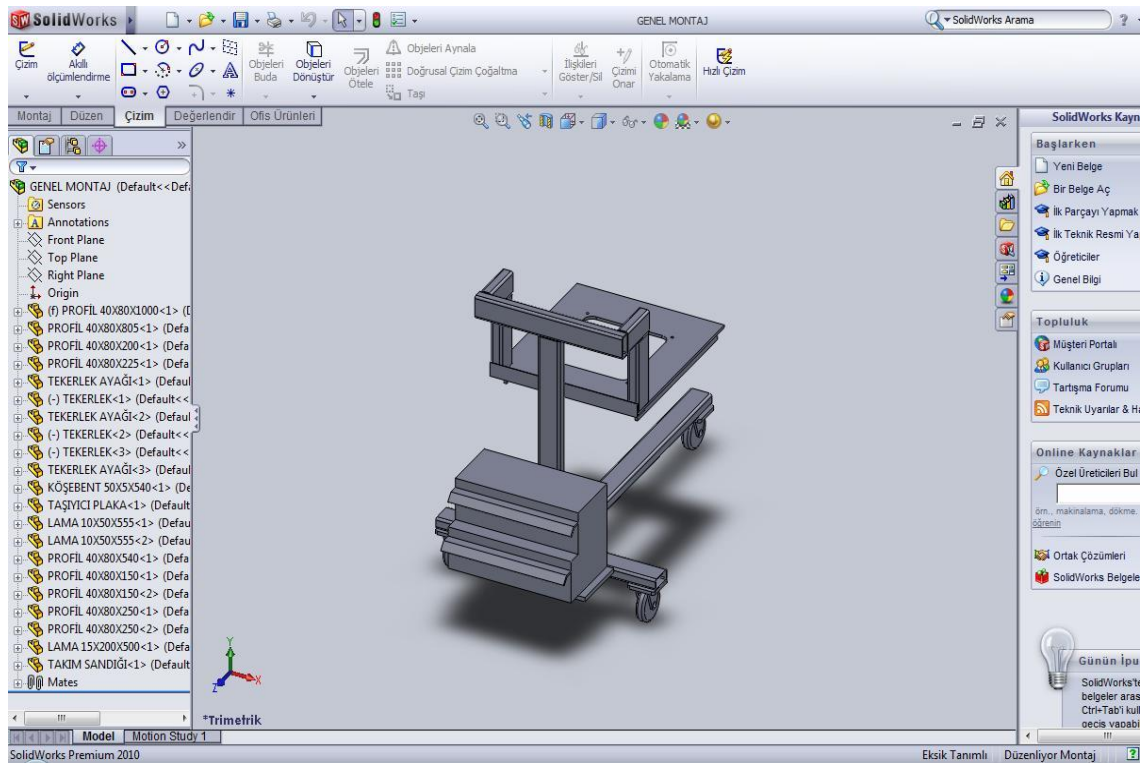
THY Teknik A.Ş.'de de bakım süresini ve zorluklarını azaltmak için çeşitli araçlar ve özel takımlar tasarlanmaktadır. Bu tezin konusu olan koltuk tamir arabası da; pilot koltuğu bakım süresini azaltmak ve bakım kolaylığı sağlamak amacıyla hazırlanmıştır. Bu nedenle günümüz tasarım metodlarından bilgisayar destekli tasarım ile tasarlanan tamir arabasının, Ansys bilgisayar programında hesaplamaları ve simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Böylece tasarım hakkında bir takım bulgu ve ön görülerde bulunulmuş, tartışma ve sonuç kısmında da bu bulgular irdelenmiştir.

2. GENEL KISIMLAR

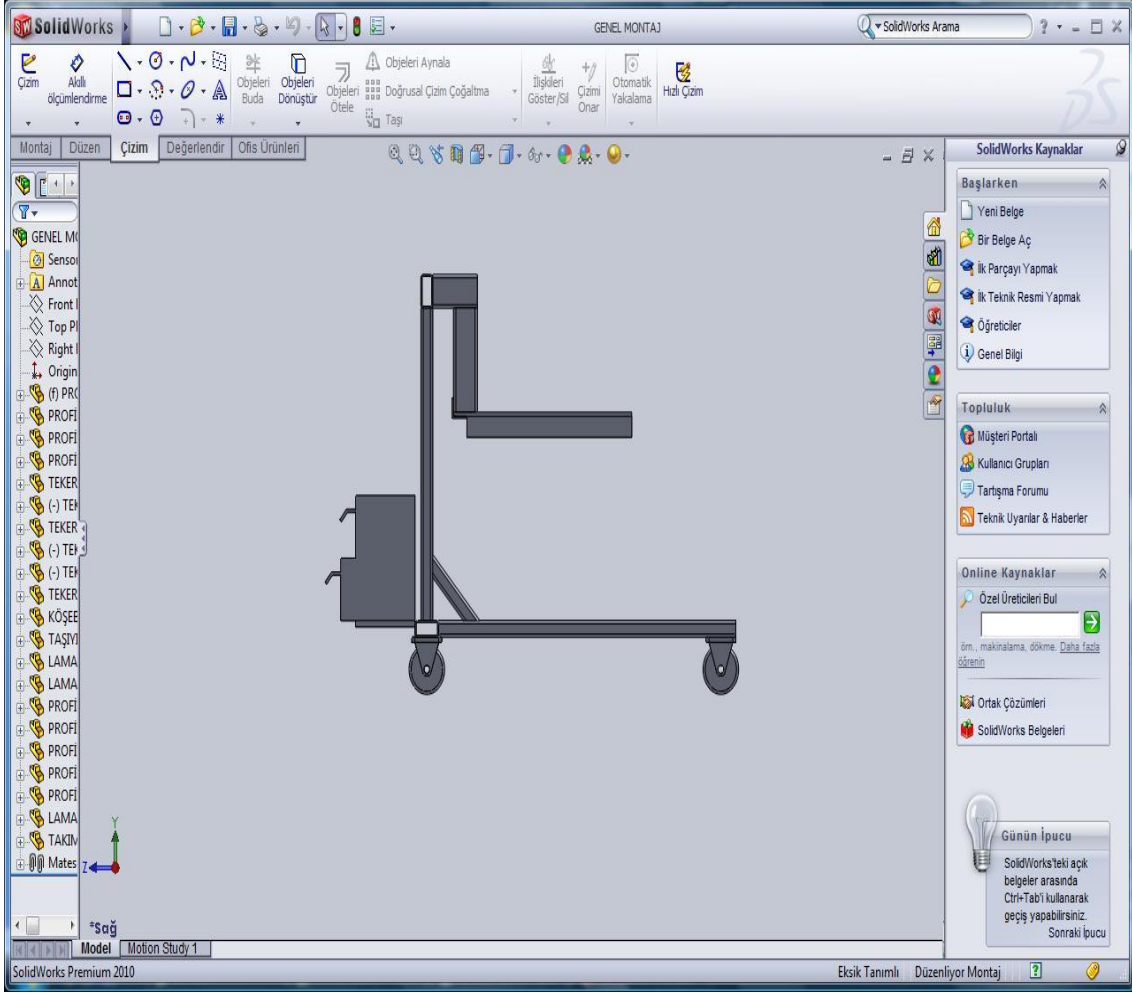
2.1. İLK TASARIMIN OLUŞTURULMASI

Çizim ve model oluşturmadan önce bu pilot koltuğu tamirinde çalışan teknisyenler ile bu bakım arabasında önceliklerimizi olan; komponentin her noktasına kolay erişim ve gerektiğinde bakım süresini kısaltmak adına, uçak başında tamiri mümkün kılacak manevra kabiliyetinde olması kararlaştırıldı. Ve çalışma bu yönde ilerletildi.

Çalışanların önerileri doğrultusunda ortaya çıkan el taslaklarına göre Solid Works 2010 programında bir araba tasarlandı. (Şekil 2.1)

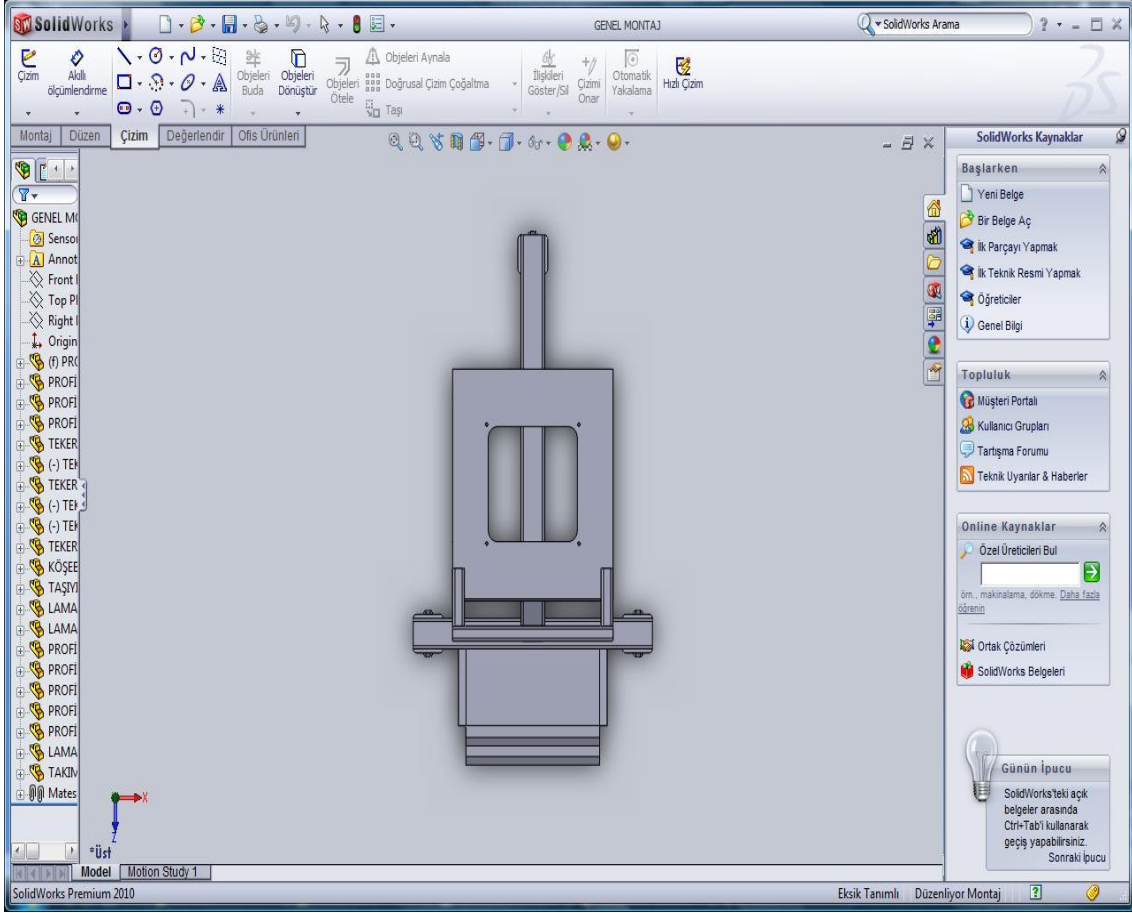


Şekil 2.1: İlk tasarımın izometrik görünüşü



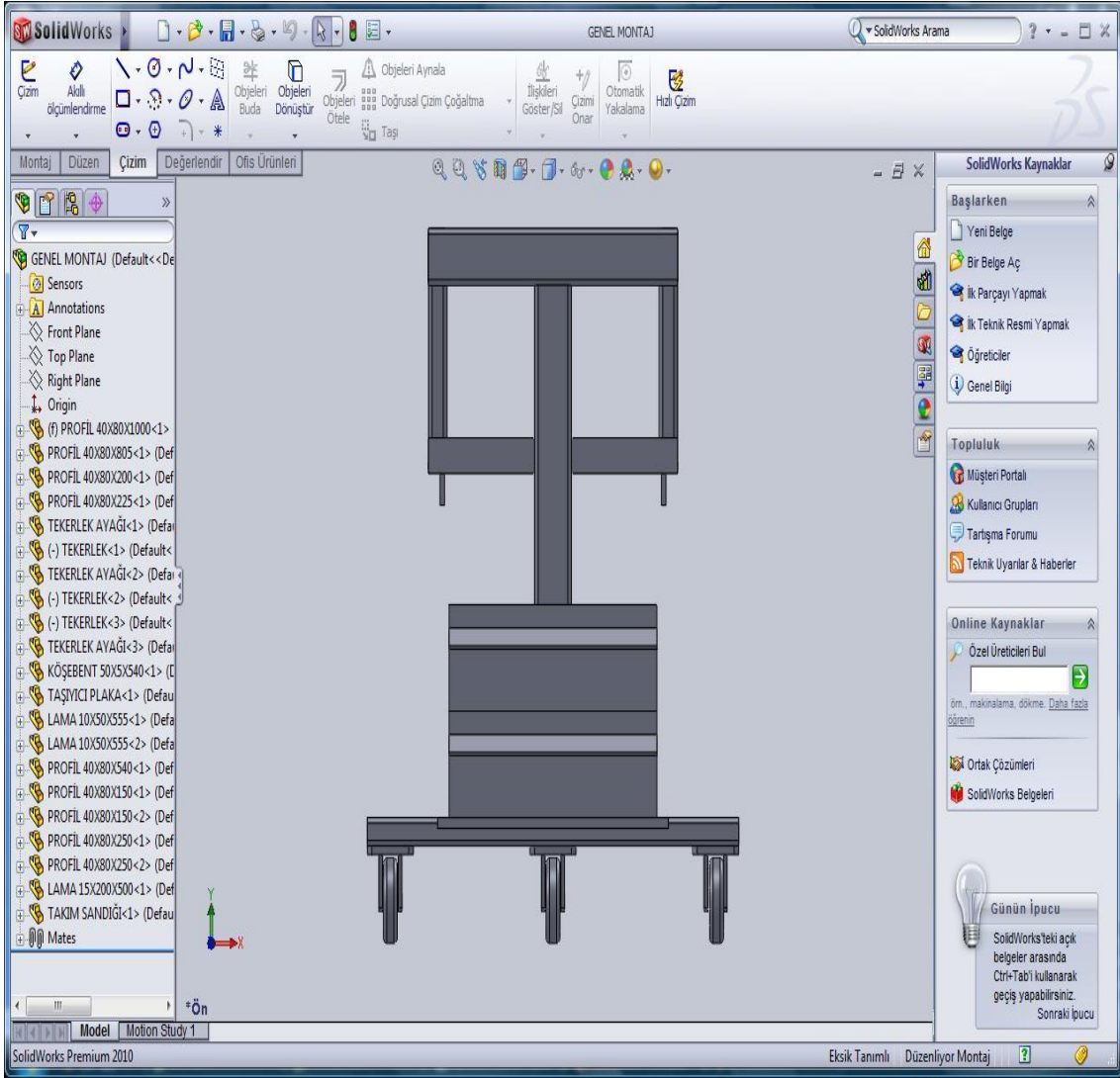
Şekil 2.2: İlk tasarımın yandan görünüşü

Bu araba; bir direk üzerine monte edilmiş sehpa ve T şeklinde 40x80mm profilden oluşan bir iskelete uç taraftaki hareketli toplam üç adet tekerlek kullanılarak tasarlandı. (Şekil 2.2)



Şekil 2.3: İlk tasarımın üstten görünüşü

Sehpanın ortası koltuğun alt tarafından erişilebilen elektrik kablolarının kolay ulaşılabilmesi için özellikle boş bırakıldı. Ve koltuğun sehpaaya sabitlenebilmesi için de dört adet raptiye deliği açıldı. Böylelikle, koltuk sehpaaya yerleştirdikten sonra da yerine sabitlenebilecekti. (Şekil 2.3)



Şekil 2.4: İlk tasarımın önden görünüşü

Ön tarafa koyulan takım sandığı ise, koltuğun atelyeye gelmeden uçak başında tamiri sırasında gerekecek takımları ve aletleri içinde bulunduracaktı. (Şekil 2.4)

2. 2. KÖPÜK PROTOTİP

Tasarlanan arabanın tasarım ölçülerine sadık kalınarak köpükten bir protipi oluşturuldu.



Şekil 2.5: İlk tasarımın köpük prototipi

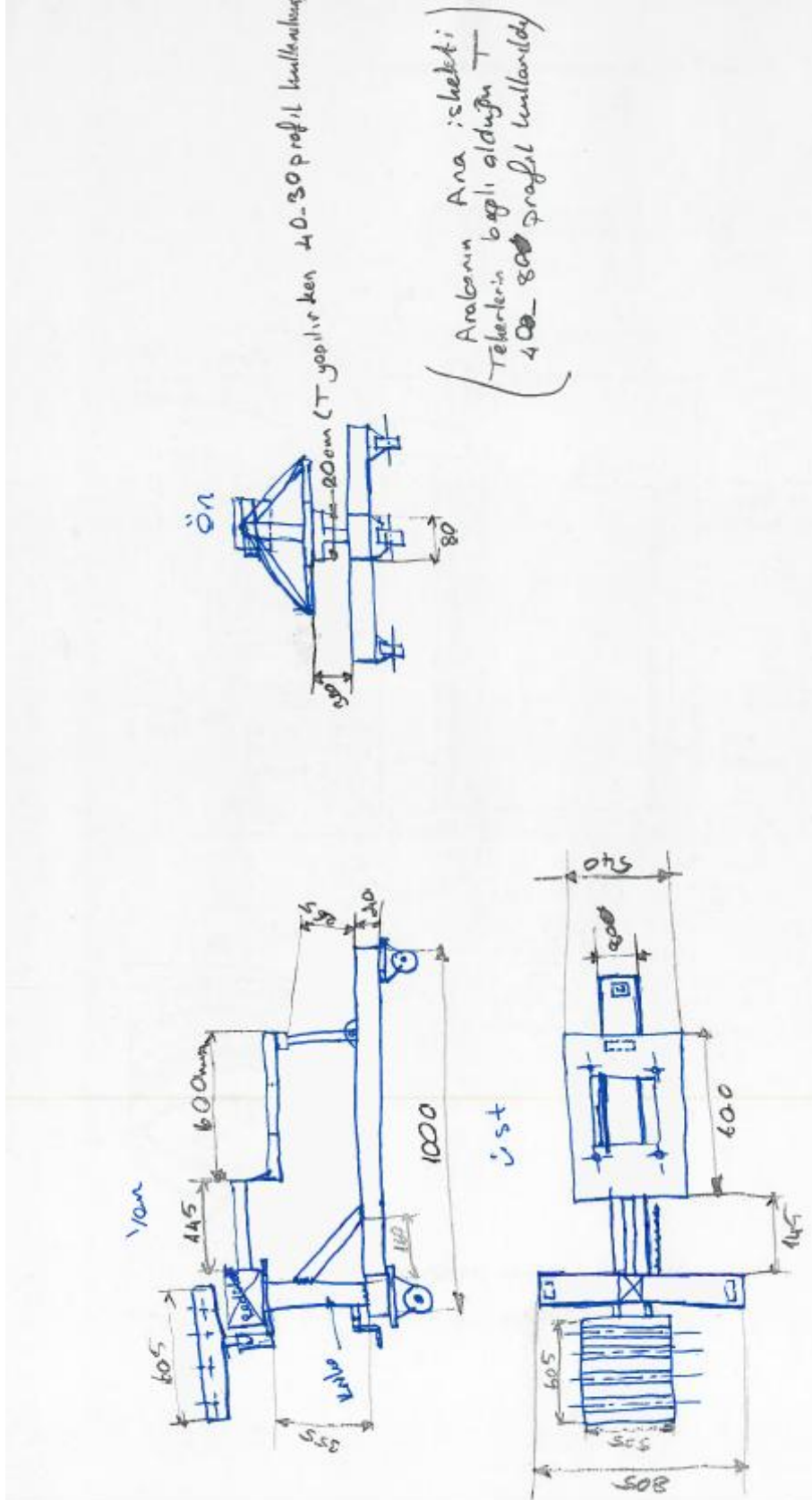
Yapılan köpük model sayesinde; arabanın hareket kabiliyetine odaklanırken, kullanım kolaylığının nasıl göz ardı edildiği fark edildi. Bunun üzerine kullanım aşamasında tamir edilecek komponentin her noktasına daha etkin erişilip müdahale edilebilecek yeni bir tasarım oluşturulması kararına varıldı. (Şekil 2.5) Bu doğrultuda farklı bir tasarımın oluşturulması için yeniden çalışmalar başlatıldı.

3. MALZEME VE YÖNTEM

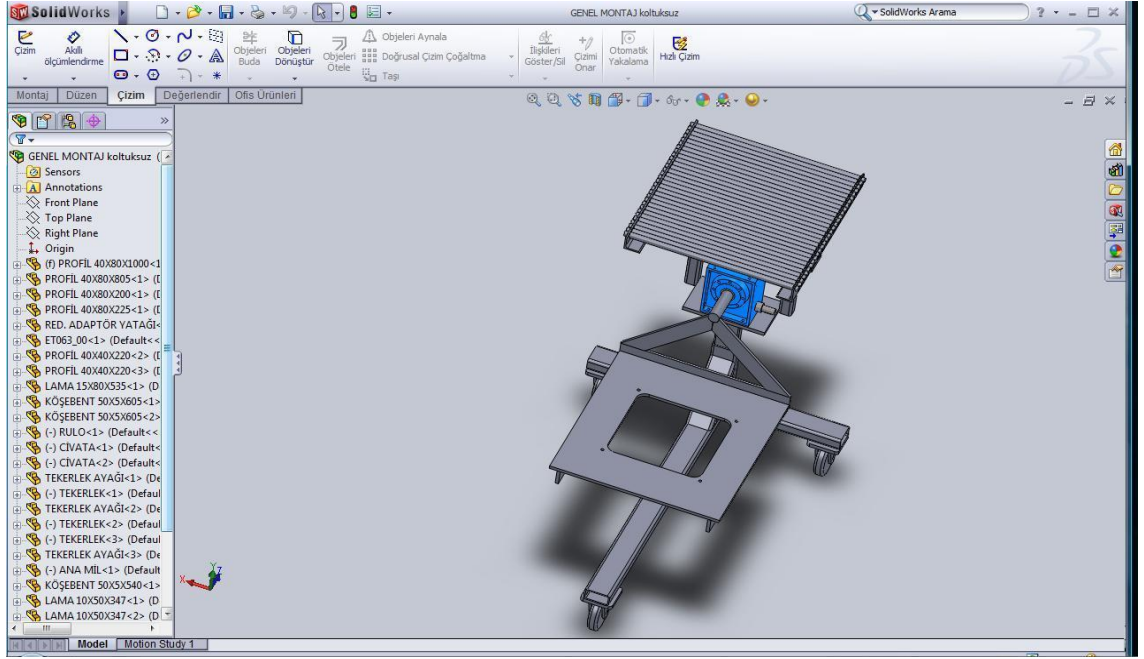
3.1. YENİ ARABANIN TASARLANMASI VE İMALATI

Daha önceki tarasimlarda alınan dersler ve çalışanların ek talepleri doğrultusunda yeniden elle çizilen küçük modeller oluşturuldu ve bunlardan en uygulanabiliri seçildi. (Şekil 3.1)

Bu sefer, düşünönlö arabaya bir de redöktör eklendi. Kullanılan “ NMRV63 ” model redöktör ; arabaya üzerindeki koltuğu istenilen derecede yatırılabilinip, kolaylıkla müdehale edilebilme kabiliyeti kazandırıldı. (Şekil 3.4)

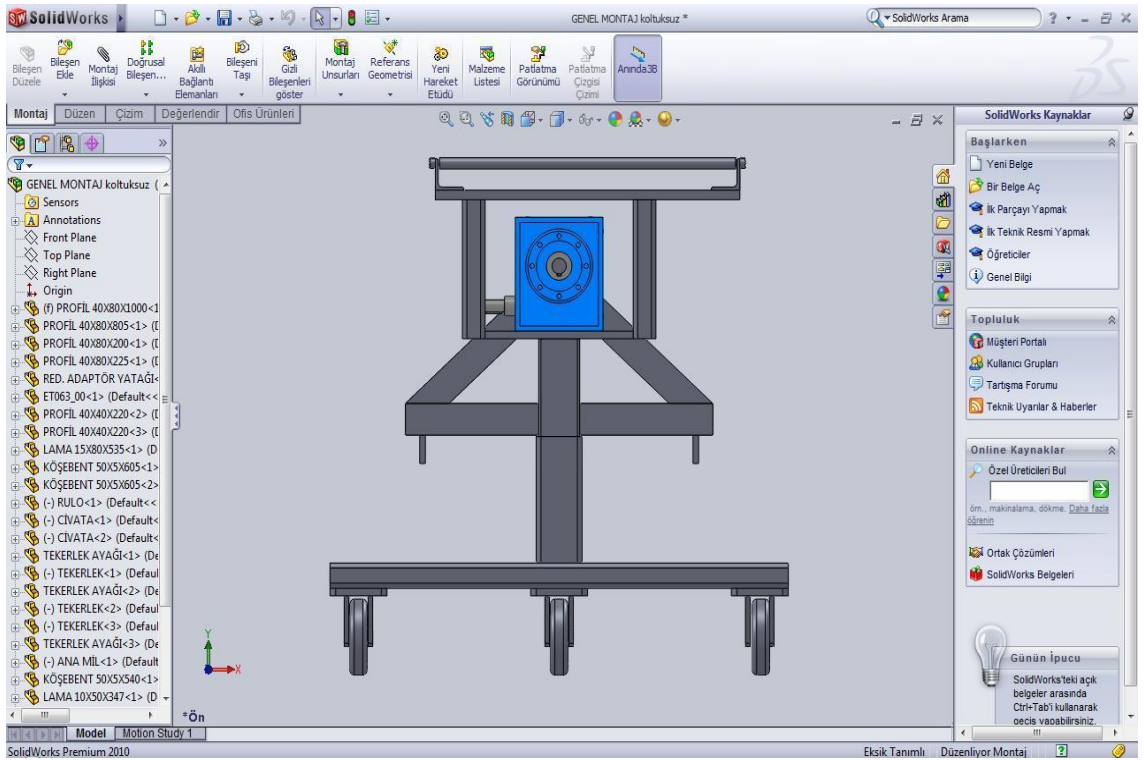


Şekil 3.1: Yeni tasarımın el taslağı



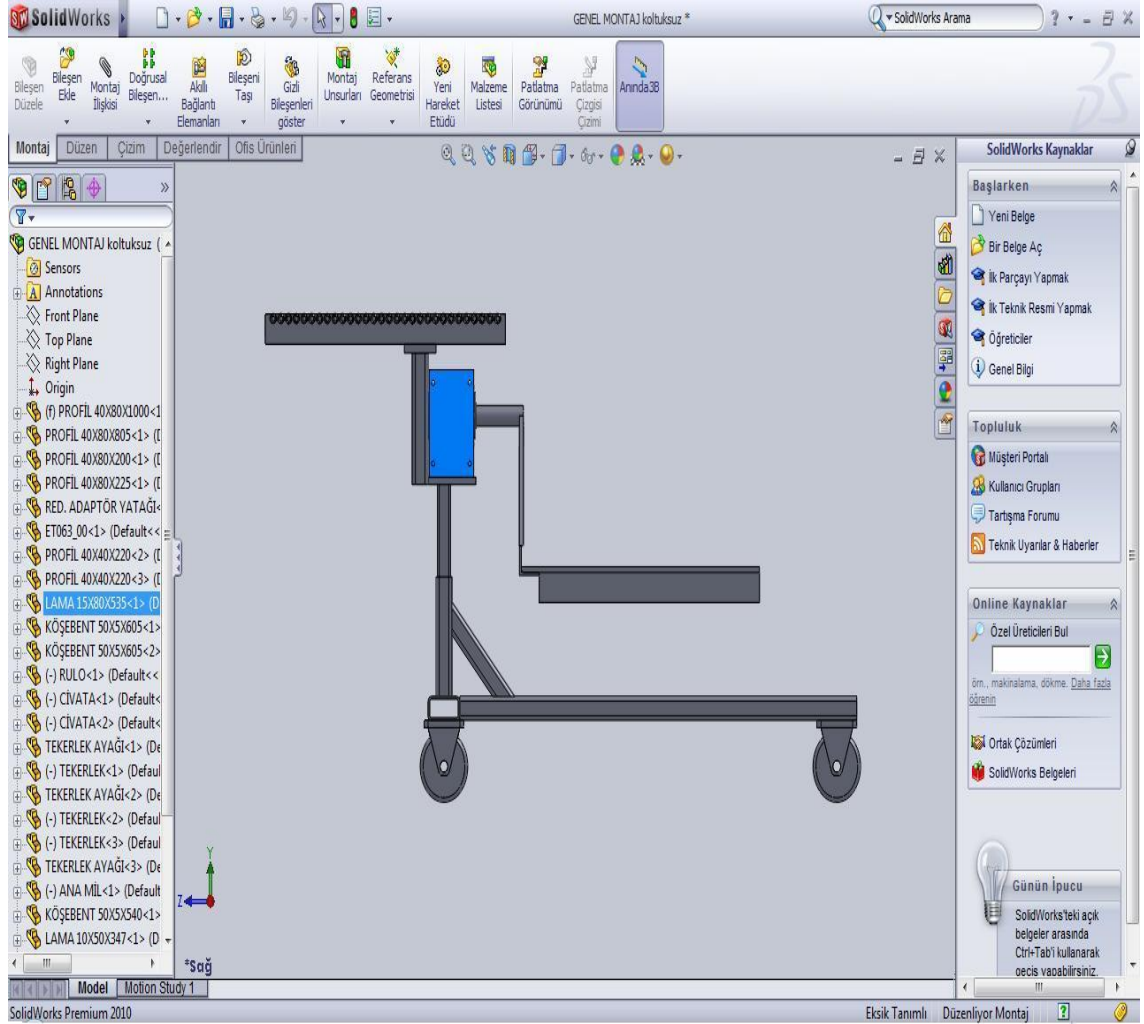
Şekil 3.2: Yeni tasarım

El eskizlerine sadık kalınarak yeni bir katı model oluşturuldu.(Şekil 3.2) Ve koltuğun bağlanılması düşünülen sehpa arabaya bir redüktör üzerinden bağladı. (Şekil 3.3)



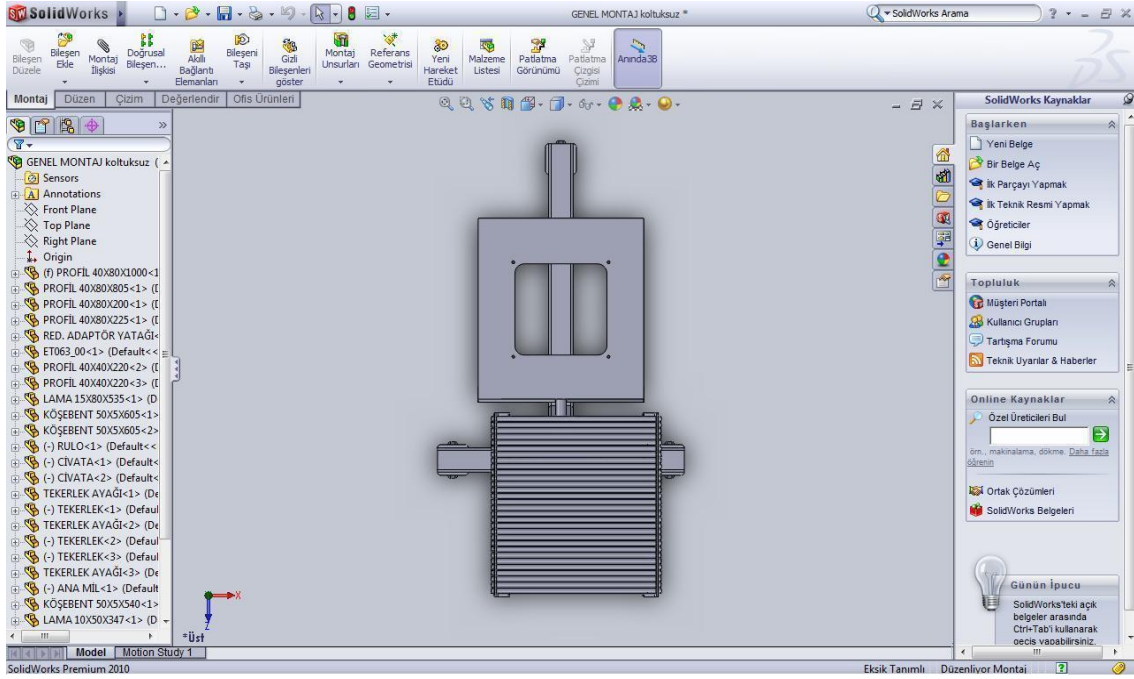
Şekil 3.3: Yeni tasarımın önden görünüşü

Araba; üzerine kurgulandığı yükseltilebilir dikmenin üzerine bir redüktör ve bu redüktörün ortasından geçirilmiş mile bağlı bir tepsiden oluşan sehpadan oluşturuldu.



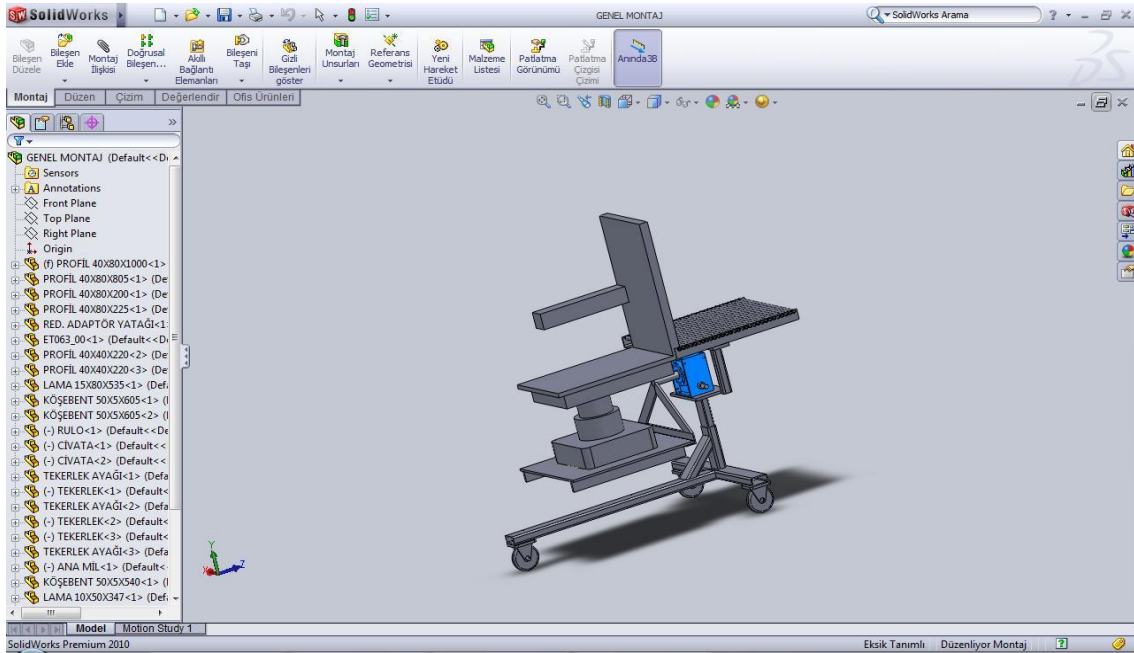
Şekil 3.4: Yeni tasarımın yandan görünüşü

Redüktörün dişli oranlarına göre seçiminin yapılması sayesinde sehpa kısmının istenilen açıda bırakılabilme kolaylığını beraberinde getirmiş oldu. (Şekil 3.4)



Şekil 3.5: Yeni tasarımın üstten görünüşü

Bazı pilot koltuk tiplerinin iki parçalı olması, gövdeden ayrılan üst kısmın tamir sırasında uzakta bulunmasından dolayı oluşan dağınıklık ve karmaşanın önlenmesi amacıyla; onaltı adet serbest dönen rulmandan oluşan bir sehpa da üst tarafa koşlandırılmıştır. (Şekil 3.5)



Şekil 3.6: Yeni tasarımın koltuklu görünüşü

Tasarımı yapılan arabanın imalatı için gerekli malzemeler ve kullanılacak teknoloji, şirket mevcut kaynakları ve imalat tamir atelyesi imkanları da göz önüne alınarak seçildi.

Tasarım için öncelikle yapının iskeletini oluşturacak ana “St-37 40x80 Kutu Profil” seçilerek çizimlerde verilen ölçülerin uzunluğuna sadık kalınarak ana iskelelet olan tabandaki “ T ” şekli ve redüktörü taşıyan dikme oluşturuldu. (Şekil 2.12)



Şekil 3.7: Arabanın ana iskeleti

Sonra oluşturulan ana yapının, arabanın istenilen yöne sürülebilmesi için yatay kısmın her iki uç tarafına sabit tekerlek ve bu yatay profili tamamlayacak ön kısmın altına da avare tip tekerlek konuldu. Yapıda koltuğu da taşıyacak olan bu ana dikmenin ön tarafa doğru eğilmesini engellemek amacıyla, 450 ' lik bir açı oluşturan bir bayrak ana yapıya eklendi.

Bu tekerlekli “T” yapıya dik çıkan dikmelerin üzerine; “NMRV63” model redüktör yerleştirildi. Böylece koltuk tablası istenilen derecede çevirebilecek ve o derecede kendiliğinden kalabilecektir.

Redüktör göbeğinden geçirilen bir milin ile koltuğu taşıyacak tepsi birleştirildi. Üzerine binen yükün tepsiyi eğmesine engel olmak için iki adet kılıç tepsinin alt tarafında her boylamasına karşılıklı yerleştirildi.

Son olarak da koltuk sırt süngerini ve bazı iki parçalı koltuk modellerindeki hafif olan üst kısmı koymak için 16 adet rulodan oluşan küçük bir raf yerleştirildi. (Şekil 3.8)



Şekil 3.8: Arabanın kısımları

İmalat şeklinin kısımları (Şekil 3.8):

1. “ T ” iskelet ve dikme
2. Redüktör
3. Bağlantı mili
4. Taşıyıcı tepsi
5. Raf



Şekil 3.9: Arabanın Son Hali

3.2. TASARIMIN BİLGİSAYAR PROGRAMINDA ANALİZİ

Tuna'ya göre program bir çeşit tümevarım esasına dayanır. Sonlu elemanlarına ayırma yöntemi ile sonuca gidilir. Sonlu elemanlar yönteminin temel prensibi, bir elemana ait temel özelliklerini içeren denklemlerin çıkartılıp, daha sonra tüm sistemi temsil edecek şekilde eleman denklemlerini birleştirerek sisteme ait lineer denklem takımının elde edilmesidir.

Sonlu elemanlar metodu, sürekliliğe sahip bir yapının çok sayıda elemana bölünerek incelenmesini mümkün kılar. Mühendislik problemlerinde, teorik hesaplamaların karmaşık yapıdaki modellere uygulanmasının zorluğundan dolayı, inceleme (kabul gören tolerans sınırları içindeki hassasiyete) modelin belirli sayıdaki elemanlara bölünmesi ile yapılır. FEM (Finite Elements Method) programlarından ANSYS'in kullanılarak modelin tasarlanması ve belli geometrideki parçaların, değişik yükleme durumunda mukavemet analizleri, değişik sıcaklıklarda termodinamik davranışları ve çalışma esnasındaki titreşim özellikleri incelenerek konstrüksiyon yönlendirilebilir. Bu sayede eşitli yükleme ve ortam şartlarında emniyetli bir biçimde çalışabilecek malzemeler minimum maliyetle üretilebilirler.

ANSYS ile:

- Yapısal analiz
- Termal analiz
- Elektromagnetik analiz
- Akışkan analizi

gibi analizler yapılabilir.[2]

MEGEP'e göre BDT (Bilgisayar Destekli Tasarım) yazılımlarının günden güne sayısının artmasıyla, yazılımlar arasında veri transferi yapabilmek için BDT yazılımları arasında verileri paylaşabilmek için ortak kullanılacak dosya yapılarına ihtiyaç duyulmaktadır. Her programın kendine özgü veri yapısı olduğundan dolayı değişik BDT yazılımları arasında veri paylaşımı yapmak oldukça zordur. Bundan dolayı üretim hızını ve verimliliği arttırabilmek için farklı BDT yazılımları kullanan firmalar arasında tasarım ve/veya çizim verilerinin paylaşımını yapabilmek gerekir. Üç boyutlu yüzey, üç boyutlu katı model verilerini BDÜ (Bilgisayar Destekli Üretim) yazılımlarına aktararak, CNC tezgâhlarda üretim yapabilmek için gerekli kodları türetebilmek amacıyla ortak kullanılan BDT veri formatları oldukça avantaj sağlamaktadır.

BDT yazılımlarının veri tipleri ikiye ayırabilir; Özgün (native) veri formatı; BDT programının kendine özgü veri yapısıdır. Tarafsız / Nötr (Neutral); farklı BDT yazılımları veya sistemleri arasında ortak veri paylaşımını sağlayan veri yapısıdır.

BDT yazılımları arasında kullanılan tarafsız veri dosya tiplerini ve özelliklerini sırasıyla;

3.2.1. DXF (*.dxf) Dosya Uzantısı ve Özellikleri

DXF (Drawing Exchange Format) Çizim Dönüştürme Formatı sadece iki boyutlu çizimlerin farklı BDT yazılımları arasında aktarılması için kullanılır. Üç boyutlu katı veya yüzey model verilerini içermez. DXF olarak kaydedilen dosyaların uzantısı “*.dxf” şeklindedir. Eğer programlar arasında teknik resim verisi paylaşılacaksa DXF dosya yapısı kullanılabilir.

3.2.2. IGES (*.iges, *.igs, *.ige) Dosya Uzantısı ve Özellikleri

IGES (Initial Graphics Exchange Specification) Grafik Başlangıç Değişimi Tanımı CAD/CAM sistemleri arasında ürün verisi iletişimi kavramına hitap etmek için geliştirilmiş ilk standart değişim biçimidir. Düşük seviyeli bir ortak formattır. Geometrik veriler dışında bilgi yoktur. Başarısı uygulama ve BDT verisine bağlıdır. Verilerin geometrik şekiller ve yüzeyler şeklinde aktarılmasını sağlar. Dosya uzantısı “*.iges, *.igs, *.ige” şeklinde karşımıza çıkabilir. 1979 yılında endüstri konsorsiyumu desteğiyle geliştirilmiştir. Güncel sürümü 5.3, en son geliştirilen ise 6.0 sürümüdür.

Veri değişimi esnasında genellikle karşımıza şu seçeneklerle çıkabilir;

Entity Type 144 (Nesne Tipi 144): Trimmed Surface (Budanmış Yüzeyler)

Entity Type 186 (Nesne Tipi 186): B-REP Solid (B-REP Katı)

3.2.3. STEP (*.step, *.stp, *.ste) Dosya Uzantısı ve Özellikleri

STEP (Standart for Exchange of Product Model Data ISO 10303) Ürün Modeli Verileri İçin Dönüştürme Standardı, ISO'nun IGES, DXF, SET ve VDAFS yerine önerdiği dönüşüm formatıdır. IGES'e göre ciddi bir gelişim söz konusudur. Fakat yine de halen toleranslar ve sistemlerin farklı yorumlamalarından kaynaklanan problemler mevcuttur. STEP ilk olarak 1984 senesinde önem kazanmış, ilk standartlar 1994'de çıkarılmıştır. Standartlaştırma işleminin gelişme sürecinde teknik bilgileri devam ettirmemesi nedeniyle, STEP ticari CAD sistemlerinde en son işlevsel özellikleri yansıtamamıştır. STEP ürünün

geometrik bilgilerini de üretim süreci bilgileri gibi barındırır. Fakat tasarım parametreleri, özelliklerini ve tasarım amaçlarını dönüştüremez. STEP veri formatıyla üç boyutlu katı, yüzey model bilgileri farklı sistemler arasında transfer edilebilir. STEP olarak kaydedilen dosyaların uzantıları “*.step, *.stp, *.ste” şeklinde karşımıza çıkabilir. STEP veri değişim standardı iki farklı yapıda karşımıza çıkabilir.

AP-203: Üç boyutlu tasarımla ilgili parça ve montaj bilgilerini içermektedir

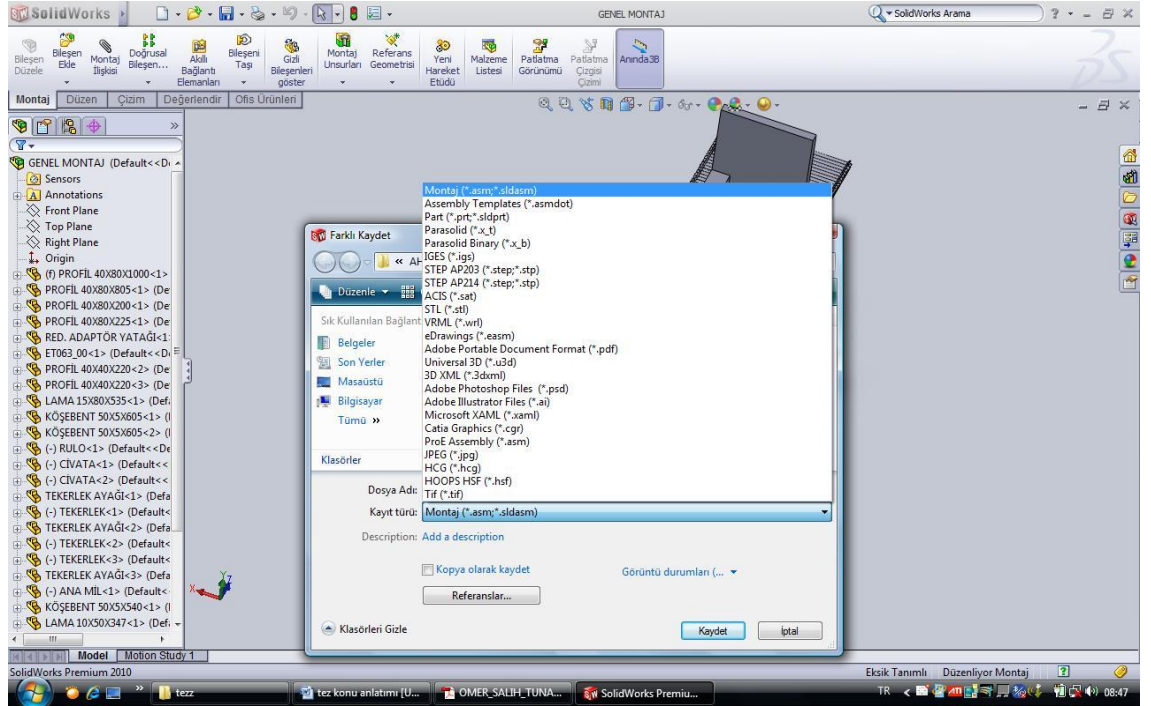
AP-214: AP-203 desteklediği özelliklerle birlikte katman, renk ve diğer bazı özellik bilgilerini içerir.

3.2.4. ACIS SAT (*.sat, *.sab) Dosya Uzantısı ve Özellikleri

ACIS Spatial Teknolojileri firması tarafından geliştirilmiş B-REP tabanlı bir katı modelleme motorudur. Birçok PC temelli katı model yazılımı bu altyapıyı kullanmaktadır. ACIS motoru yardımıyla oluşturulan modellerin geometrik şekillerinin matematik bilgileri meydana getirilir. Oluşturulan bilgiler “*.sat, *.sab” dosya uzantısı biçiminde saklanır. ACIS SAT dosya formatı farklı sistemler arasında katı model dosyaların aktarılması için kullanılabilir.

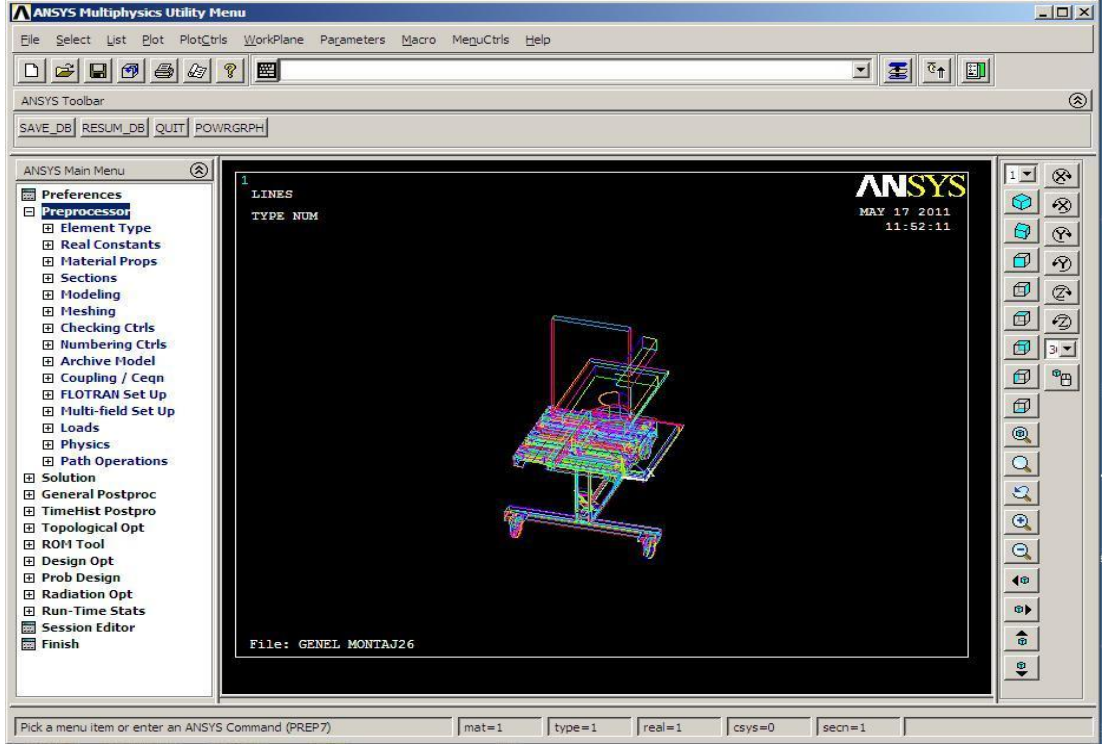
3.2.5. STL (*.stl) Dosya Uzantısı ve Özellikleri

STL (Stereolithography) dosya yapısı ASCII yapısında veya imalat sektöründe kullanılmak üzere BINARY yapıda bir dosyadır. Oluşturulan katı modeli üçgen yüzeyler şeklinde muhafaza eder. Veriyi oluşturan üçgen sayısı ne kadar fazla olursa modelin hassasiyeti de o kadar iyi olur ve daha başarılı bir model elde edilmiş olur. Dosya uzantısı “*.stl” dir. Bu dosya yapısı daha çok tersine mühendislik uygulamalarında, hızlı prototipleme cihazlarında veri girdisi olarak ve farklı CAD/CAM yazılımları arasında veri transferi yapmakta kullanılır.[3]



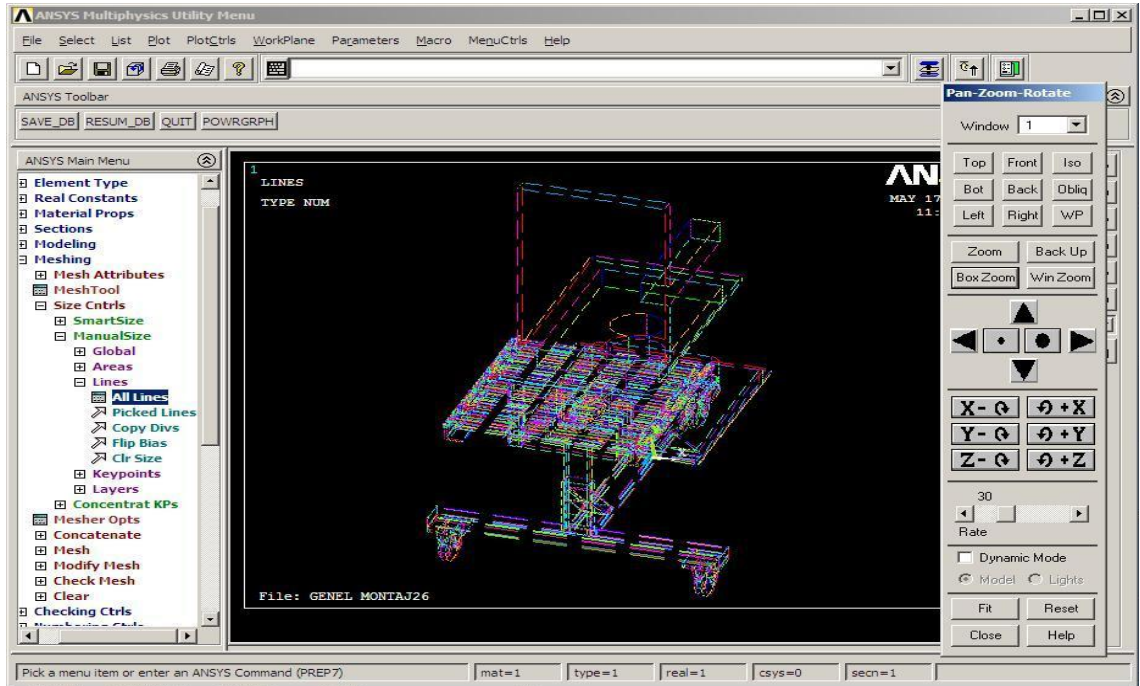
Şekil 3.10: Çizim dosyasının dönüşüm programına çevrilmesi

Tüm bu bilgiler ışığında Solid Works Programında oluşturulan katı modelimiz en iyi sonucu verecek dönüşüm programını bulmak üzere ayrı ayrı kaydedildi. (Şekil 3.10) IGES, STEP, DXF ve STL programlarındaki kayıtlar Ansys programına aktarıldığında bazı eksiklerle açıldı. ACIS dosyası olarak kaydedilen model ise eksiksiz olarak Ansys programında açıldı. (Şekil 3.11)



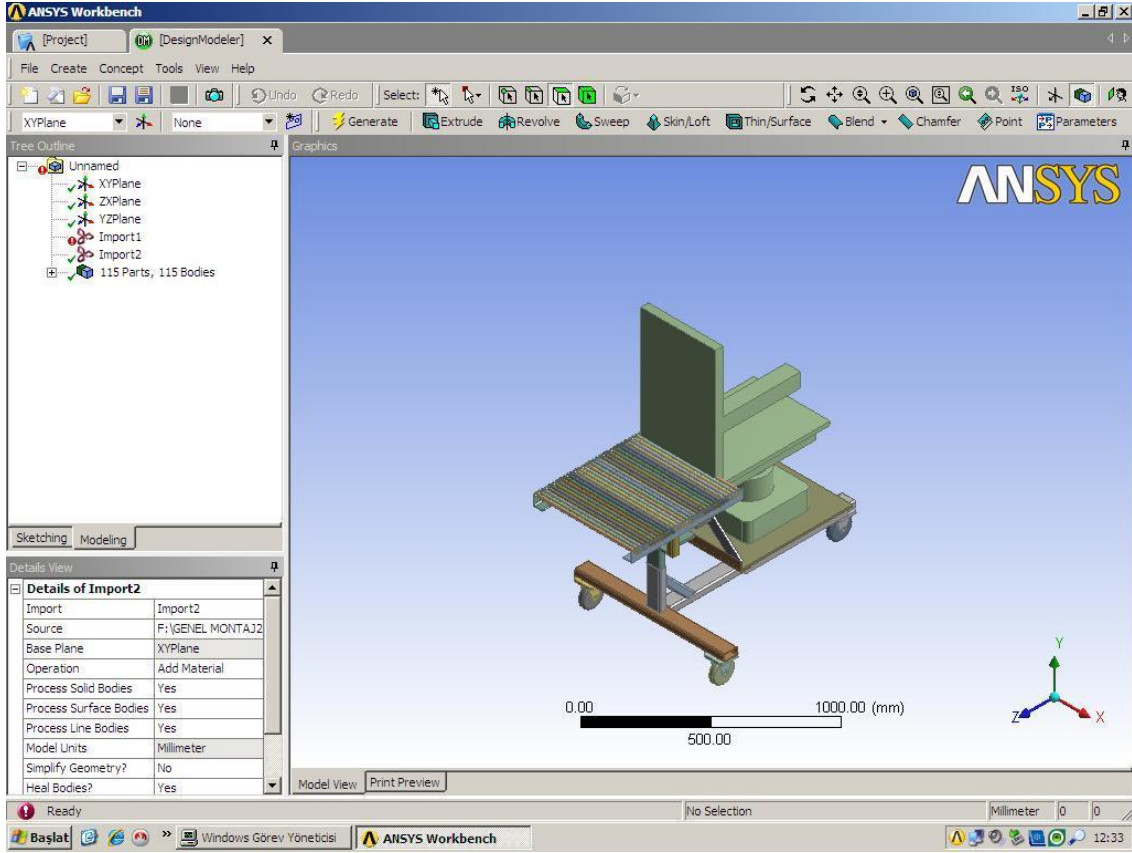
Şekil 3.11: ACIS dosyasının Ansys'te açılması

Açılan katı model önce mesh işlemi için, çizgileri seçilen sayıda parçalara ayırdı. Bu ayrılma ve işlemi sırasında meydana gelen okuma hataları mesh işlemini imkansız hale getirdi. (Şekil 3.12)



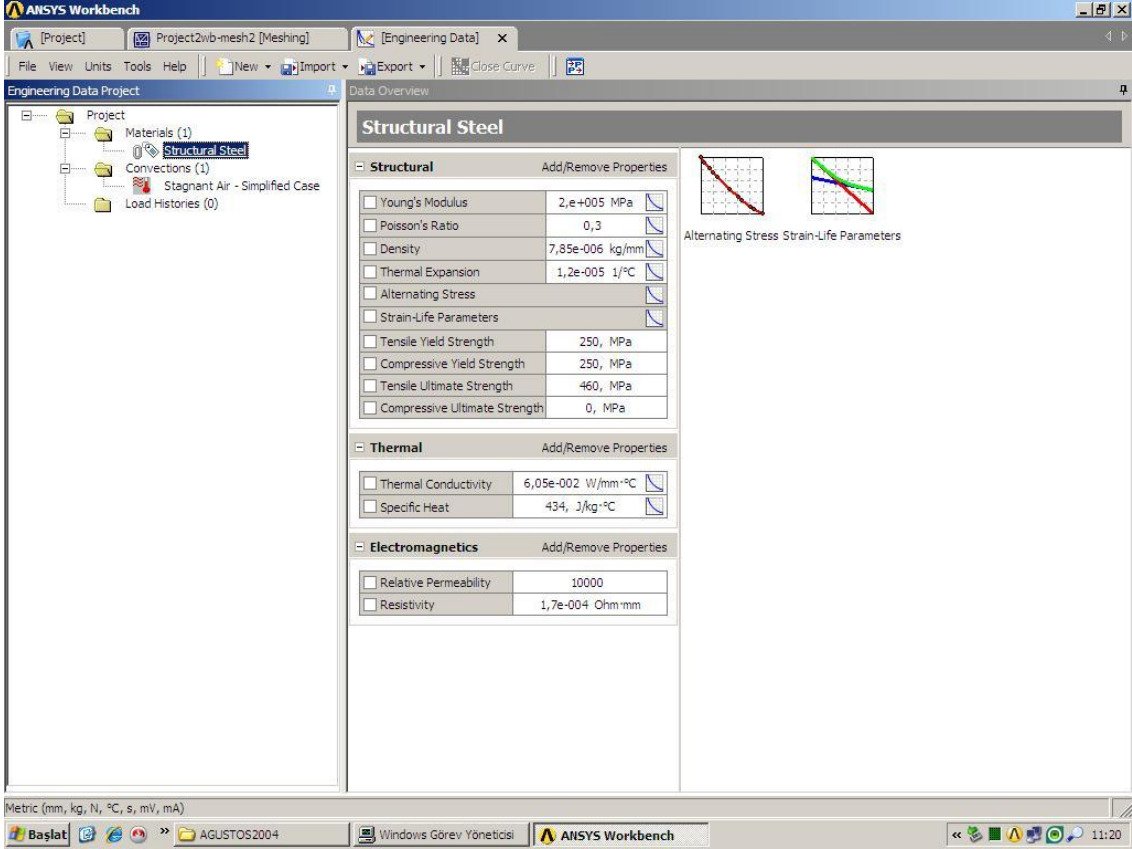
Şekil 3.12: Mesh işlemindeki hata

Bu durum üzerine aynı dosya Ansys Workbench üzerinde açılıp üzerinde çalışılmaya başlandı. (Şekil 3.13)



Şekil 3.13: Modelin Ansys Work Bench'te açılması

Ansys'e göre açılan pencerede parçanın eksiksiz halde açıldığı görüldüğü ve yük analiz işleminin ilk basamağı olan mesh işlemine geçildi. Modelin daha hassas sonuç vermesi için Tetrahedron on düğüm noktalı eleman kullanıldı. Mesh işlemi sırasında herhangi bir sorunla karşılaşılmadı. Devamında; mühendislik bilgilerinin belirlenmesi işlemine geçildi. Bu bölümde istenilen young modülü, poisson oranı, yoğunluğu, ısıl uzama katsayısı gibi malzemeyi tanıttak bilgileri programa verilip program kaydedildi. [4] (Şekil 3.14)

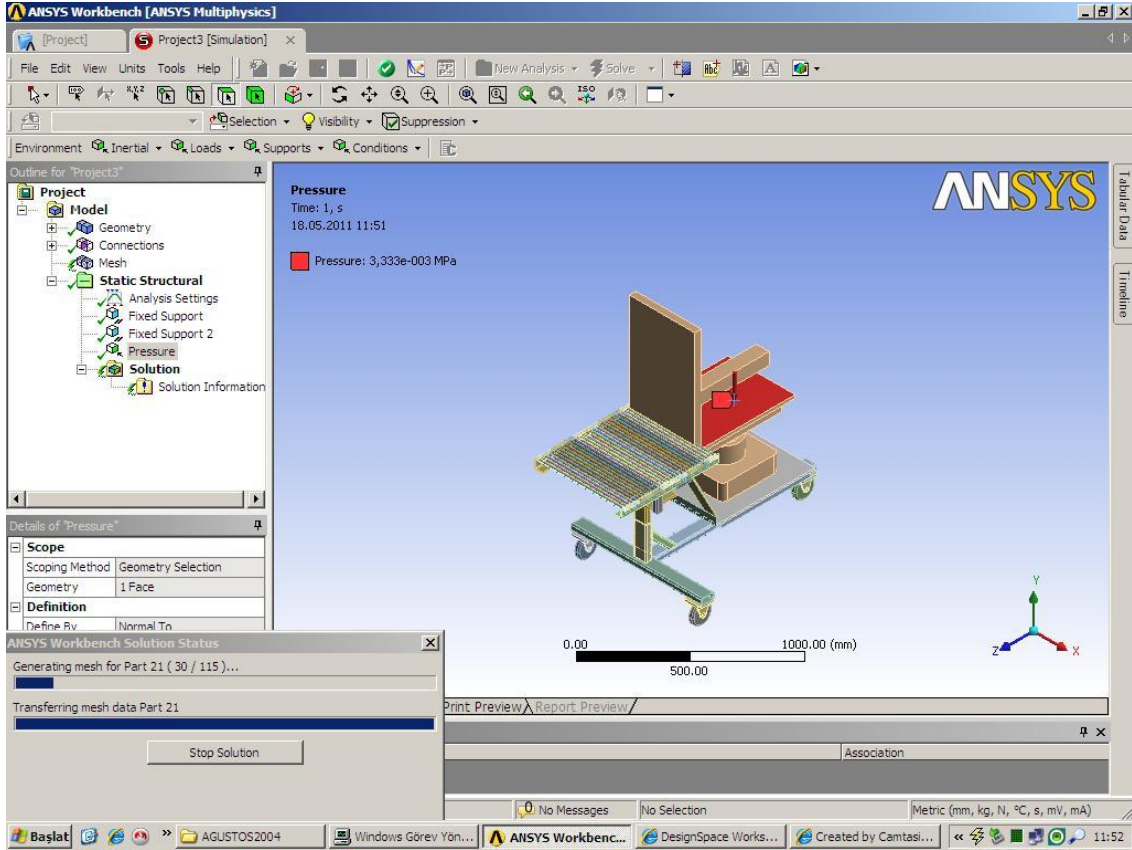


Şekil 3.14: Mühendislik bilgilerinin belirlenmesi

Kaydedilen program; simülasyon kısmına aktarıldı. Simülasyon kısmında yukarıdaki “New Analys” butonuna basıldı ve sol taraftaki menü bar da çıkan Structure Analys bölümünün altına mesnet noktaları tanımlandı. Bu işlemden sonra kuvvetin geleceği yüzey ve hangi bilgilerin isteneceği seçildi ve “Solve” butonuna basıldı.

Çözümü uygulamaya çalışan program, önceden girilen malzeme, mesnet, ve kuvvet bilgilerini kullanarak analize başladı. Bu analiz kısmında program, parçayı yeniden kurgularken kendi kaynaklarına göre tekrar mesh yapar fakat bunu görsel olarak kullanıcıya aktarmaz.

4. BULGULAR

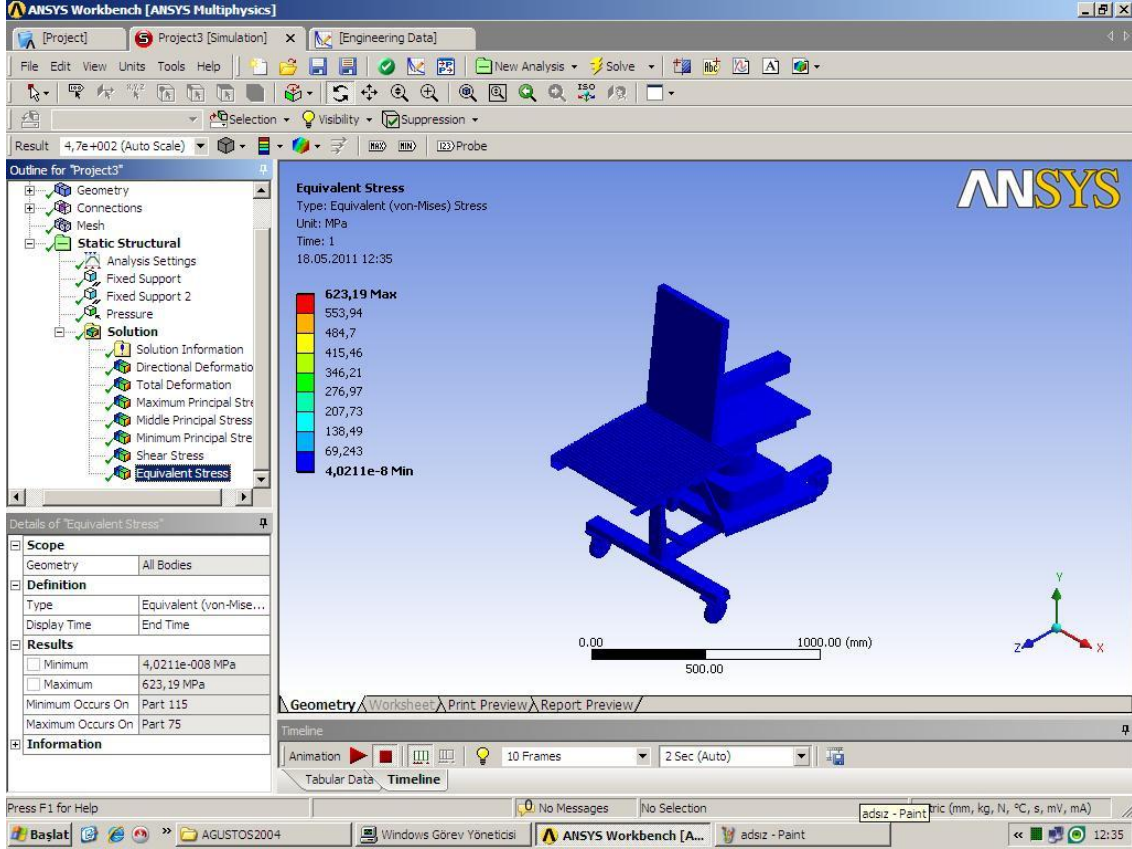


Şekil 4.1: Modelin simülasyona dönüştürülmesi

Sonuçlar, sol taraftaki kumanda menüsünün altındaki “Solution” sekmesinin altında toplu halde görüldü. İstenilen sonuçlara; bu kısımdan seçilerek bakıldı. (Şekil 4.1)

Seçilen sekmeler:

- Maksimum asal gerilme (Şekil 4.2)
- Minimum asal gerilme (Şekil 4.3)
- Eşdeğer gerilme (Şekil 4.4)
- Kesme gerilmesi (Şekil 4.5)
- X eksenindeki normal gerilme (Şekil 4.6)
- Y eksenindeki normal gerilme (Şekil 4.7)
- Z eksenindeki normal gerilme (Şekil 4.8)
- Toplam deformasyon (Şekil 4.9)



Şekil 4.4: Eşdeğer gerilme

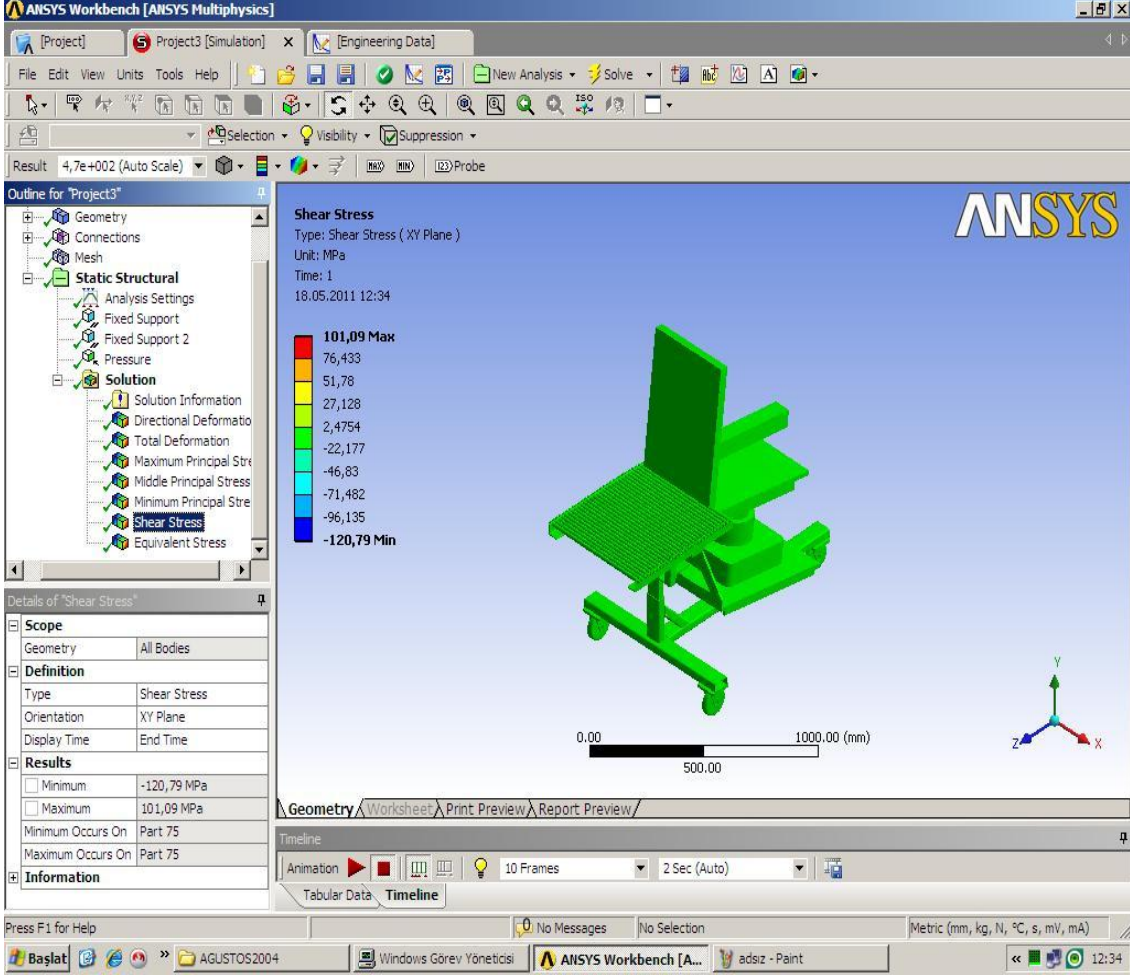
Eşdeğer gerilmenin de 69.243 Mpa olduğu tablodan okunur. (Şekil 4.4)

Simülasyon işlemine başlarken bir log dosyası oluşturulur. Bu dosya içerisinde;

- Statik yapının analizi için gerekli yapılan ayarlar
- Çözüm tablosu
- Statik yapının çözüm sonuçları
- Kullanılan malzemenin özellikleri
- Alternatif gerilmenin tekrarı
- Alternatif gerilmenin tekrarı grafiği
- Gerilme ömür grafiği gibi bilgiler bulunur.

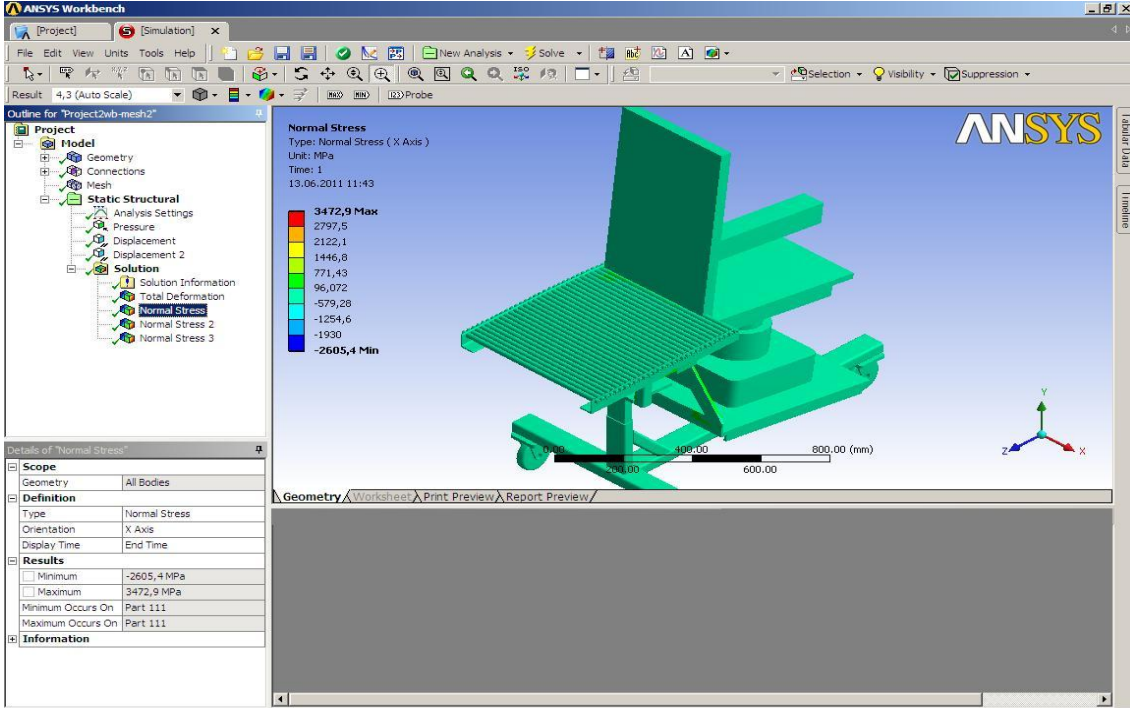
Malzeme seçimi yapılırken, çekme-basma mukavemetleri, yorulma mukavemeti, elastisite ve kayma modülleri hakkında uygulanan kuvvet sistemini de dikkate alarak dikkatli seçim yapılmalıdır. Mukavemet formülleri ile gerilme bileşenleri asal gerilmeler ve kırılma hipotezi

(failure theory) ile belirlenen eşdeğer mukayese gerilmesi (von Misses) (Şekil 4.4) hesaplanır. Bu gerilmenin malzeme emniyet gerilmesinden küçük olup olmadığı kontrol edilir.



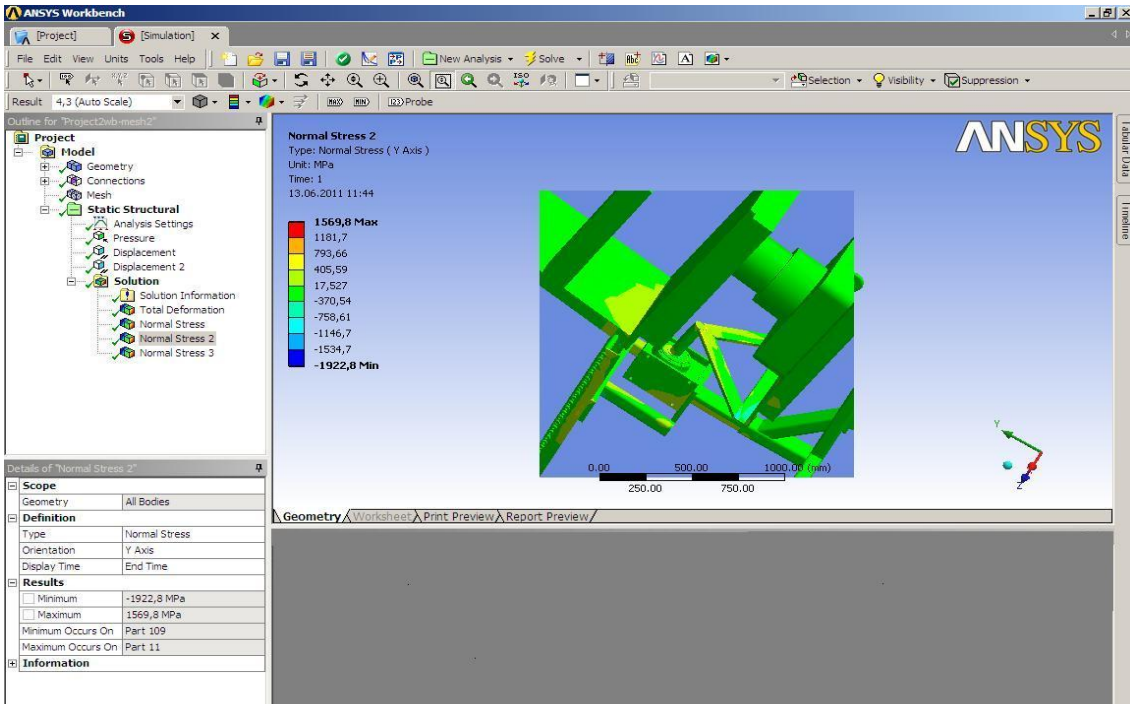
Şekil 4.5: Kesme gerilmesi

Kesme gerilmesi için tabloya bakıldığında modelin genelinde bu değer 2.4754 Mpa olarak okunur. (Şekil 4.5)



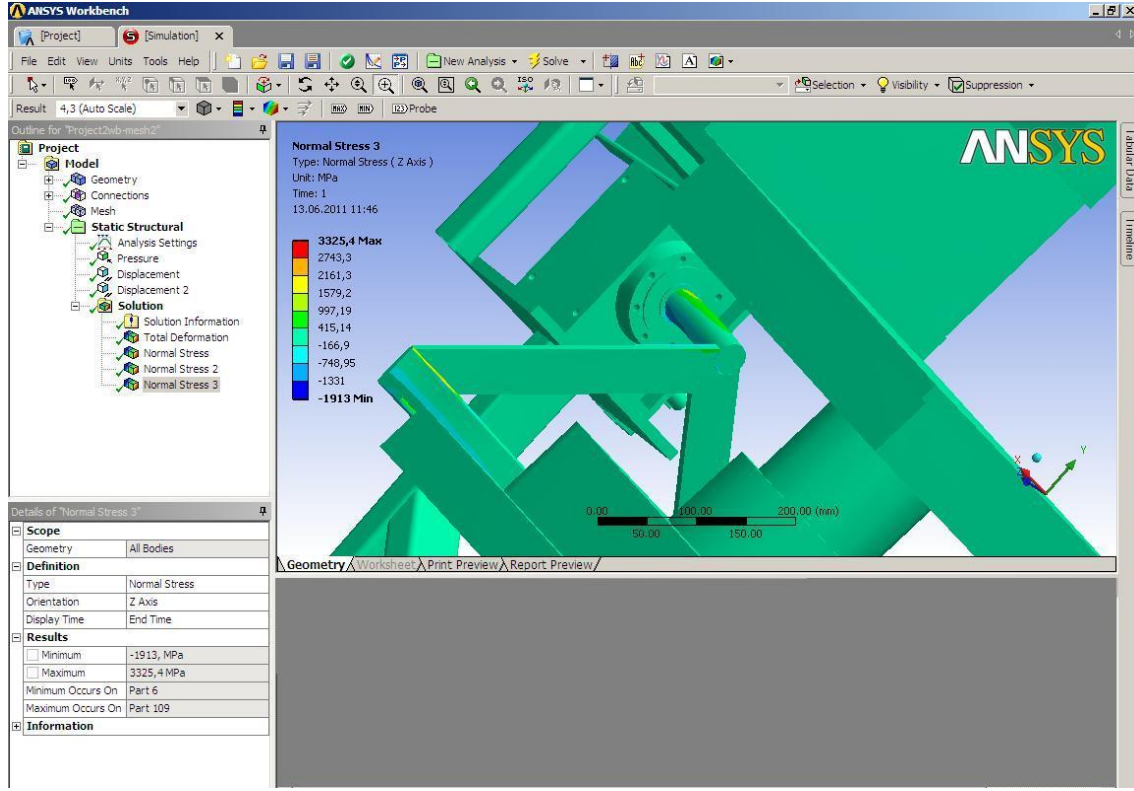
Şekil 4.6: X ekseninde normal gerilme

X ekseninde normal gerilmenin modelin genelinde 96,072 MPa iken sehpanın bağlantı kollarında bu değer 1446,8 MPa'ya kadar çıktığı görülür. (Şekil 4.6)



Şekil 4.7: Y ekseninde normal gerilme

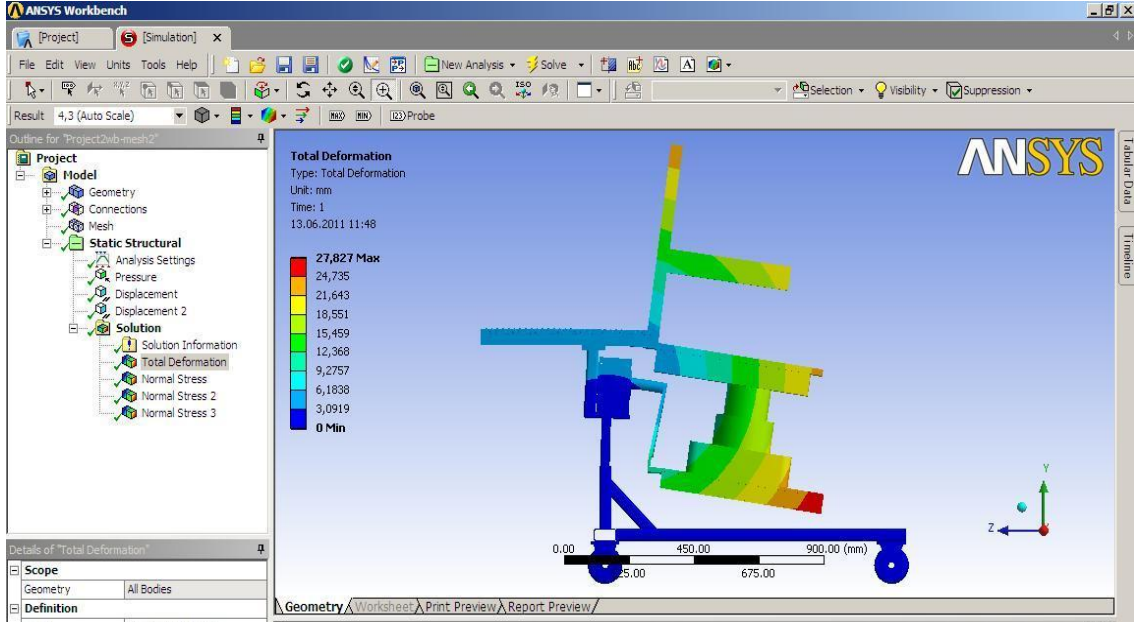
Y eksenindeki normal gerilme modelin genelinde 17.527 Mpa okunur ancak sarı renk ile gösterilen bölgelerde 793,66 Mpa değerine kadar çıktığı gözlenmiştir. (Şekil 4.7)



Şekil 4.8: Z eksenindeki normal gerilme

Z eksenlerindeki normal gerilmeler ise; redüktör milinin redüktöre bağlandığı noktada 2161.3 Mpa, milin üst tarafında 1579.2 Mpa iken; milin alt tarafında redüktör girişinde -1913 Mpa, alt ort kısmında -748.95 olduğu görülmüştür. Açık yeşil ile gösterilen kısımlar da 2161.3 Mpa, sehpa kollarının katlandığı kısımda da -1331 Mpa değeri okunur. (Şekil 4.8)

Araba üzerindeki gerçek yükleme şartları bilinerek simülasyon gerçekleştirilir. Kritik konumlardaki gerilme değişimleri belirlenir. Bunun için yorulma kırılması olasılığı olan noktalar öncelikle bilinmesi gerekmektedir. Çünkü bu noktalar en büyük dinamik genliğe sahip noktalardır.



Şekil 4.9: Toplam deformasyon

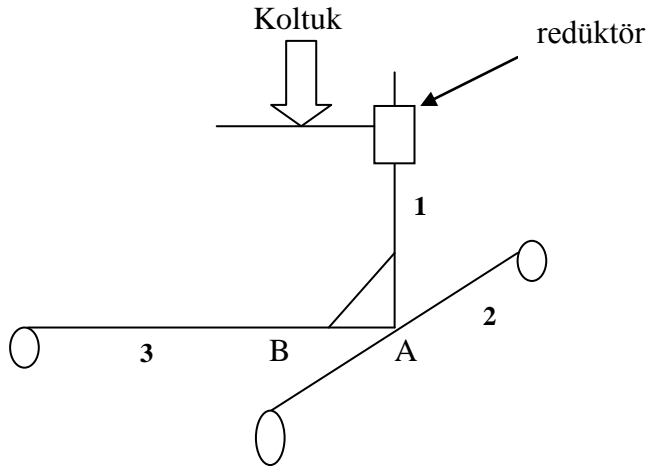
Simülasyonda da abartılı bir şekilde gösterildiği gibi arabaya koltuk yüklendiği zaman sehpa kısmının ön tarafında en fazla eğilmenin 27.827 mm olduğu gözlenmektedir. (Şekil 4.9). Eğilme normal gerilmelerin zamanla redüktör bağlantı mili üzerinde yorulma kırılması olasılığını güçlendirir. Bu istenmeyen durumu ortadan kaldırmak üzere uygulamada; sehpanın uç tarafından yatay iskelet profiline dik bir mesnet eklenmiştir. (Şekil 4.10)



Şekil 4.10: Dik mesnet

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tekerleklere ve 450 lik bayrağa düşen kuvvetleri hesaplayacak olursak;



Şekil 5.1: Sistem şeması

Redüktörün ağırlığı 5 kg

Koltuğun ağırlığı 30 kg

1 numaralı profilin ağırlığı 2 kg uzunluğu 1 m

2 numaralı profilin ağırlığı 1 kg uzunluğu 0.707 m

3 numaralı profilin ağırlığı 2 kg uzunluğu 0.990 m

Koltuğun ağırlık merkezi ile 1 numaralı profil arasındaki mesafe 0.3375 m olduğu bilinmektedir.

A noktasına göre kuvvetleri incelediğimizde (Şekil 4.1);

$$m_A = 30 + 2 + 5 = 37 \text{ kg} \text{ olduğundan;}$$

$$\sum F_{yA} = m_A \times g \quad (4.1)$$

$$\sum F_{yA} = 362.97 \text{ N}$$

$$\sum F_{xA} = 0 \text{ N}$$

$$\sum M_A = F_{koltuk} \times d \quad (4.2)$$

$$\sum M_A = 294.3 \times 0.3375$$

$$\sum M_A = 99.32625 \text{ Nm}$$

Bayrağın karşıladığı eğilme momentidir. Eğer bayrak olmasaydı; 1 numaralı profil bağlanan koltuğun ağırlığı nedeniyle eğilecekti.

Sistemin düğüm noktası 3 numaralı kirişin tam ortasındaki A noktasındadır. Dolayısıyla 3 numaralı kirişin ağırlık merkezi ile A noktası çakışmaktadır. Sistemin düşey bileşenleri öncelikle A noktasındaki düşey bileşenler ile 3 numaralı kirişin ağırlık merkezinden yola çıkarak sistemin ağırlık merkezini hesaplayabiliriz.

$$m_A = 30 + 2 + 5 + 1 = 38 \text{ kg}$$

$$\sum M_{T3} = 0$$

$$(F_{T1} + F_{T2}) \times 0.990 + (37 \times 0.990) - (2 \times 9.81) \times 0.495 - M_B = 0$$

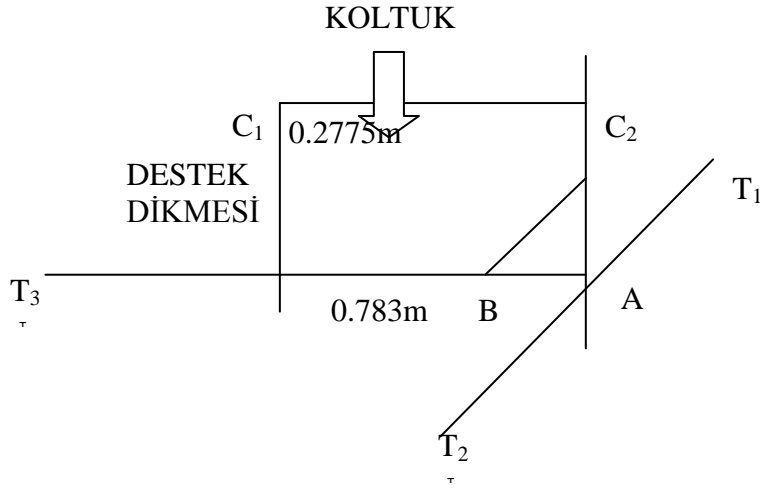
$$F_{T1} = F_{T2} = 226.7447727 \text{ N}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$(2 \times 9.81) \times 0.495 + 99.32625 - F_{T3} \times 0.990 = 0$$

$$F_{T3} = 110.1395455 \text{ N}$$

Eğer koltuğun bağlandığı sehpanın ucuna 3 numaralı kirişe doğrudan bağlı bir mesnet konulsaydı;



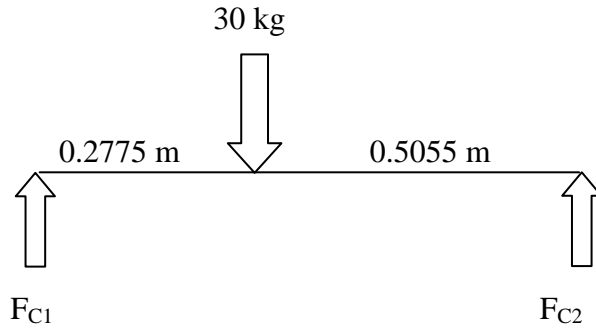
Şekil 5.2: Destekli sistem şeması

Koltuk sehпасına konulacak bu kol, sehpaye “B” noktasında koltuğun ağırlığından kaynaklanan bir moment oluşmasına mani olacaktır. Bu durumda ucu “B” noktasında olma bir bayrağa da ihtiyacımız kalmayacaktır.

“A” noktasındaki düşey kuvvetler;

$$F_{Ay} = 2 + 1 + F_{C2} \text{ dir.}$$

Arabanın sehpa kısmına baktığımızda;



Şekil 5.3: Şehpa üzerine düşen yükler

$$\begin{aligned} \sum M_{C2} &= 0 \\ (F_{C1} \times 0.783) - (30 \times 9.81 \times 0.5055) &= 0 \\ F_{C1} &= 189.9982759 \text{ N} \end{aligned}$$

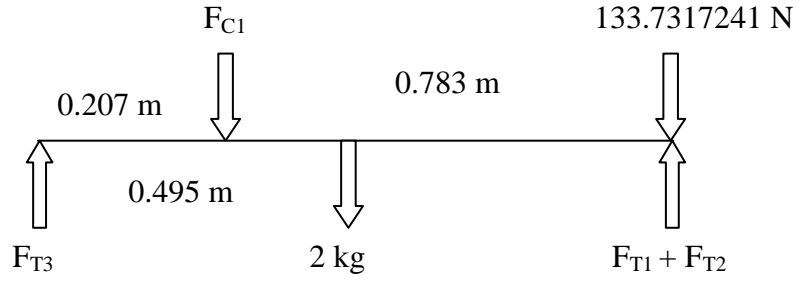
$$\begin{aligned} \sum M_{C1} &= 0 \\ (F_{C2} \times 0.783) - (30 \times 9.81 \times 0.2775) &= 0 \\ F_{C2} &= 104.3017241 \text{ N} \end{aligned}$$

Bulunan bu sonuçlardan yola çıkılarak tekerleklere düşen kuvvetler şu şekilde hesaplanır,

$$(2 + 1) \times 9.81 + F_{C2} = 133.7317241 \text{ N}$$

A noktasındaki düşey kuvvetlerdir.

Ana iskelet üzerine düşen kuvvetler şöyledir;



Şekil 5.4: Ana iskelet üzerine düşen yükler

$$\sum M_{T3} = 0$$

$$(133.7317241 \times 0.990) + (2 \times 9.81 \times 0.495) + (189.9982759 \times 0.207) - ((F_{T1} + F_{T2}) \times 0.990) = 0$$

$$F_{T1} + F_{T2} = 183.2686363 \text{ N}$$

$$F_{T1} = F_{T2} = 91.63431817 \text{ N}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$(F_{C1} \times 0.783) + (2 \times 9.81 \times 0.495) - (F_{T3} \times 0.990) = 0$$

$$F_{T3} = 151.2713637 \text{ N}$$

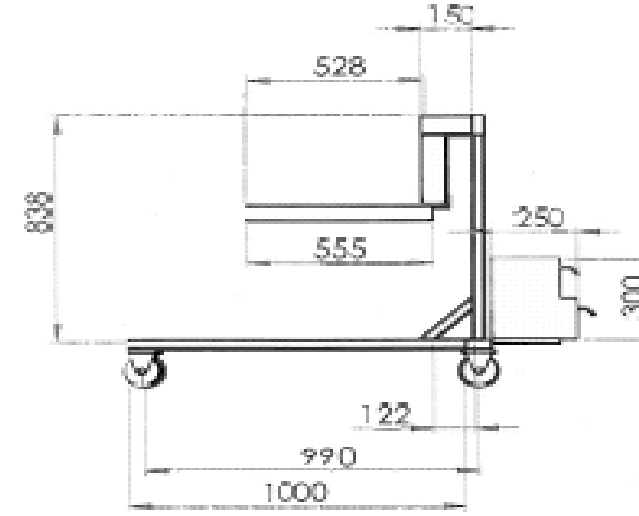
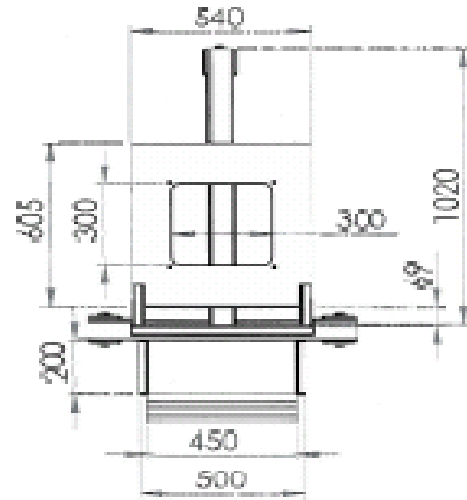
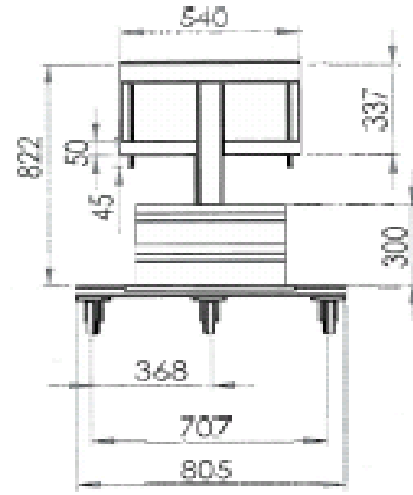
bulunur.

Sonuç olarak; sonlu elemanlar yöntemi metoduyla problemin incelenmesi, prototip hazırlamadan çeşitli işletme koşullarının yapı üzerinde etkilerini önceden görmemizi sağlar. Ortaya çıkan ihtiyaçlar doğrultusunda; tasarımda gerekli düzeltmeler yapılır.

KAYNAKÇA

1. PERALI,L, 1998, *Ergonomics of the airplane seats* [online], Ali&Motori, <http://www.katedra.it/English/Publications/Air%20seat.htm> [Ziyaret Tarihi 07 Mart 2011].
2. TUNA, Ö.S., 2008, *Yatay Profil Bir Kirişin Burulma Davranışının Ansys'de İncelenmesi*, Tez (Lisans), Dokuz Eylül Üniversitesi
3. MEGEP, 2006, Ankara, *Üç Boyutlu Yüzey Modelleme* [online], Meslekî Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, http://cygm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/makine_tek/moduller/uc_boyutlu_yuzey_modelleme.pdf , [Ziyaret Tarihi 20 Nisan 2011].
4. ANSYS Inc., 2007, *Release 11.0 Documentation for Ansys Workbench* [online], Canonsburg, <http://kxcad.net/ansys/ANSYS/workbench/index.htm> [Ziyaret Tarihi 25 Nisan 2011]

EKLER

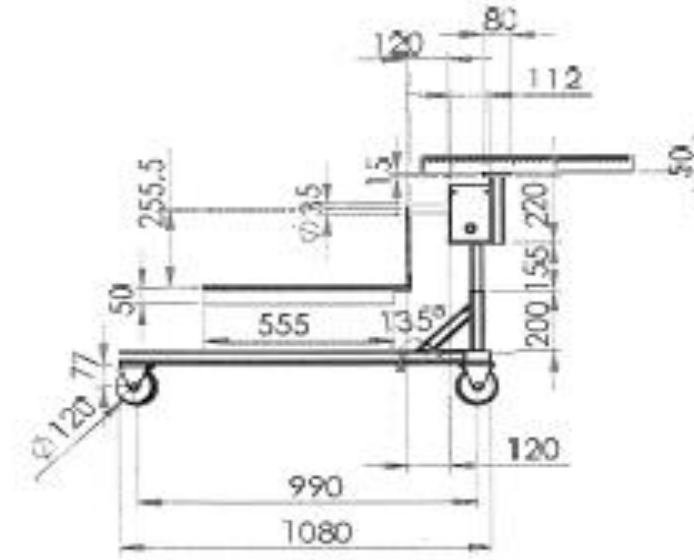
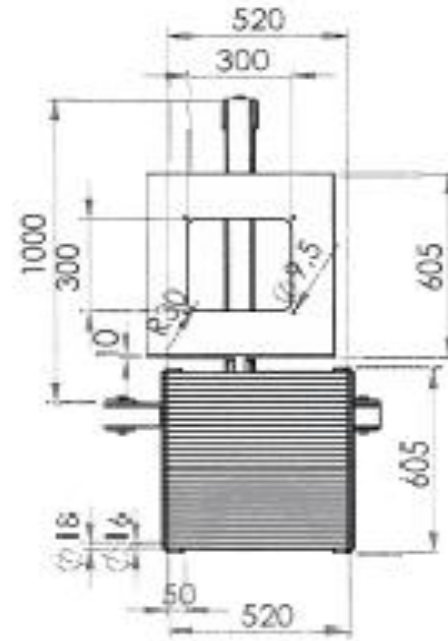
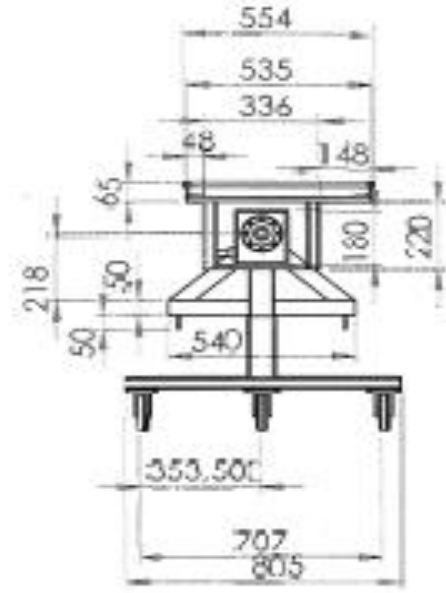


AÇIK BİRLİKLERİNDEN ÖZGÜN BİÇİMLER ALINMAMIŞ YÜZÜ ÇİZİM TOLERANSLAR: DOKÜMANLI KİŞİLER		SİGORTA		DİŞİN KEMARLAR FAHREYİ VE SİM		TANIM VE DÜZENLEMEK		REVİZYON	
İM	İM	TARİH							
ÇİZİM	A.ŞİM KARTAY								
DEĞİŞ.									
ONAY.									
İŞLET.									
KALITE									
MALZEME						SAYFA NO:		SAYFA 1 / 1	
A.ŞİM						ÖLÇEK: 1/20			

İLK TASARIM

EK 1

A3



KİMLİK BİLGİLERİ		TARİHİ		KİMLİK BİLGİLERİ		TARİHİ	
NO	İSİM	NO	İSİM	NO	İSİM	NO	İSİM
01	YENİ TASARIM						
02							
03							
04							
05							
06							
07							
08							
09							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
59							
60							
61							
62							
63							
64							
65							
66							
67							
68							
69							
70							
71							
72							
73							
74							
75							
76							
77							
78							
79							
80							
81							
82							
83							
84							
85							
86							
87							
88							
89							
90							
91							
92							
93							
94							
95							
96							
97							
98							
99							
100							

YENİ TASARIM

EK 2

A3

SAYFA 1 / 1

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Eskişehir’de dünyaya geldi. İlk ve orta öğrenimini sırasıyla; İkieylül İlköğretim Okulu ve Eskişehir Anadolu Teknik Lisesi Uçak Bakım Teknisyenliği Gövde-Motor Bölümü’nde tamamladı. Lise dönemi stajlarını 1. Hava İkmal Bakım Merkezi Komutanlığı hangarları ve THY A.O. hangarlarında yaptı.

Mezun olduğu yıl olan 2001’de; Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Otomotiv Öğretmenliği Bölümü’nü kazandı. Üniversite yıllarındaki stajlarını sırasıyla Ford Otosan Otomotiv Sanayii A.Ş. İnönü Fabrikası ve THY A.O. ‘da yaptı. Ford Otosan Otomotiv Sanayii İnönü Fabrikası’nda staj yaparken karşılaştığı yeni ürünün kronik arızasını çözmesi neticesinde teşekkür yazısı ile ödüllendirildi. Bitirme projesi olan “Hava Araçlarında Veri Toplama ve Değerlendirme Uygulamaları ” üzerinde çalışırken THY Eğitim Akademisi’nde stajyer sıfatıyla görev yaptı.

2006 yılındaki askerlik vazifesi sonrasında; THY Teknik A.Ş. ‘de teknisyen olarak iş hayatına atılan Karatay; Hidrolik Sistemler Atelyesi IDG (Integrated Driven Generator) Bölümü, Uçak Lastik ve Jant Atelyesi’ndeki görevlerinden sonra; halen İniş Takımları Atelyesi’nde görev yapmaktadır. Şirketteki teknisyenlik vazifesinin yanı sıra Süreç Geliştirme Müdürlüğü’nde süreç geliştirme liderliği görevini de yürüten Karatay; şirket içi ve şirket dışında verilen görevlerde gösterdiği başarı ve yenilikçi öneriler neticesinde birçok kereler çeşitli ödüllere layık görüldü.

Çalışma hayatının yanı sıra, ulusal ve uluslar arası atletizm müsabakalarında Ulusal (Milli) Hakem olarak görev yapmakta olan Karatay; İngilizce, Fransızca ve Almanca dillerini bilmektedir.