

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AĞAÇIŞLERİ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

DEMONTE OLARAK ÜRETİLMİŞ ÇEŞİTLİ
TİPLERDEKİ EV SANDALYELERİNİN MUKAVEMET
ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ADEM UÇMAK

MUĞLA

2016

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

TEZ ONAYI

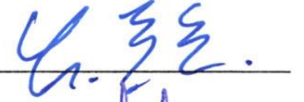
ADEM UÇMAK tarafından hazırlanan **DEMONTE OLARAK ÜRETİLMİŞ ÇEŞİTLİ TIPLERDEKİ EV SANDALYELERİNİN MUKAVEMET ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ** başlıklı tezinin, 14/01/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans derecesi için gerekli şartları sağladığı oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

TEZ SINAV JURİSİ

Prof. Dr. Yusuf Ziya ERDİL (**Jüri Başkanı**)

Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

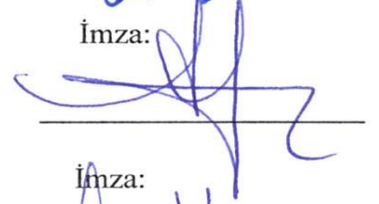
İmza:



Prof. Dr. Ali KASAL (**Danışman**)

Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

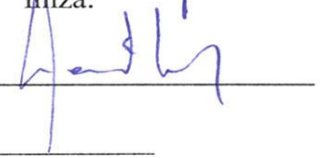
İmza:



Yrd. Doç. Dr. Harun DİLER (**Üye**)

Mobilya ve Dekorasyon Anabilim Dalı,
Akdeniz Üniversitesi, Antalya

İmza:

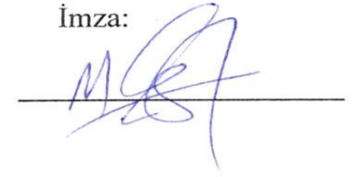


ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞI ONAYI

Doç. Dr. Mehmet ÇOLAK

Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:



Savunma Tarihi: 14/01/2016

Tez çalışmalarım sırasında elde ettiğim ve sunduğum tüm sonuç, döküman, bilgi ve belgelerin tarafımdan bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde edildiğini; akademik ve bilimsel etik kurallarına uygun olduğunu beyan ederim. Ayrıca, akademik ve bilimsel etik kuralları gereği bu tez çalışması sırasında elde edilmemiş başkalarına ait tüm orijinal bilgi ve sonuçlara atıf yapıldığını da beyan ederim.

Adem UÇMAK

14/01/2016

ÖZET
DEMONTTE OLARAK ÜRETİLMİŞ ÇEŞİTLİ TİPLERDEKİ EV
SANDALYELERİNİN MUKAVEMET ÖZELLİKLERİNİN
GELİŞTİRİLMESİ

Adem UÇMAK

Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Ağaçışleri Endüstri Mühendisliğı Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali KASAL

Şubat 2016, 217 sayfa

Sandalye üretiminde, bitmiş ürün tüketiciye monte ve demonte olmak üzere iki farklı yöntemle sunulabilmektedir. Bu iki yöntem, üretim süreci, paketleme, lojistik, bağlantı elemanları vb. süreçlerde farklılıklar içermektedir. Bu farklılıklar ise ürünün maliyetini, kalitesini ve müşteriye sunumu etkilemektedir. Gerek monteli gerekse demonte sandalyeler kullanıcılar için aynı fonksiyona hizmet etmek amacıyla üretildikleri için demonte sandalyelerin mukavemetinin de monteli sandalyelerin mukavemet değerlerine getirilmesi zorunluluktur.

Bu çalışmada, Türkiye Mobilya Endüstrisinde faaliyet gösteren, yaklaşık 90 farklı model sandalye üretilen yıllık yaklaşık 630.000 sandalye üretimi gerçekleştiren bir üretici firmada demonte olarak üretilen çeşitli tiplerdeki ev içi kullanım sandalyelerinin, mühendislik tasarımı yaklaşımıyla ve ürün mühendisliğı yöntemleri uygulanarak mukavemet özelliklerinin geliştirilmesi ve optimizasyonu yapılmıştır. Bu amaçla, firmada Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odunundan ve birleştirme yerlerinde mekanik bağlantı elemanları kullanılarak demonte bir şekilde üretilmiş, müşteri şikâyetlerine göre kullanıcılar ve firma tarafından yeterli mukavemete sahip olmadığı belirlenen ve firmanın ürettiğı tüm sandalye popülasyonunu temsil edecek özelliklerdeki 10 farklı tipte sandalye seçilmiştir. Öncelikle, firmadan temin edilen sandalyeler, ALA (American Library Association Technology Reports) sandalye mukavemet test yöntemlerindeki prensiplere uygun olarak devirli basamaklı artan yükleme (cyclic stepped increased loading method) metoduna göre performans testlerine tabi tutulmuş ve sandalyelerin mevcut durumdaki mukavemetlerine ilişkin sayısal veriler elde edilmiştir. Sandalyeler, belirtilen metotlardaki yükleme yönlerine göre; “önden arkaya”, “arkadan öne” ve “yanal” yönde yüklemelerle test edilmişlerdir. 10 sandalye modeli, 3 yükleme yönü ve her modelden 5 yinleme olmak üzere toplam 150 adet sandalye performans testlerine alınmış, daha sonra da test edilen sandalyelere ilişkin performans değerleri, ALA’ da “hafif”, “orta” ve

“ağır” kullanımlar için belirtilmiş olan kabul edilebilir tasarım yükleri ile karşılaştırılarak performansları değerlendirilmiştir.

Bu aşamadan sonra, deney sonuçlarından elde edilen maksimum yük değerlerine göre, sandalyelerin, bilgisayar destekli üç boyutlu yapısal analizleri yapılmış ve zayıf noktalar belirlenmiştir. Bilgisayar destekli yapısal analizler için bir sonlu elemanlar analizi (Finite Element Analysis) yazılımı olan “ANSYS Workbench” programından yararlanılmıştır. Aynı program sayesinde, bilgisayar ortamında her bir sandalye modeli için, belirlenen zayıf noktalar dikkate alınarak mukavemet geliştirici optimizasyon alternatifleri gerçekleştirilmiştir. Mukavemet geliştirici optimizasyonlar için ek deneyler de gerçekleştirilerek sonuçta; ön ve yan kayıt genişliklerinin artırılması, ön ve arka ayaklara vidalanan zamak dübel çapının düşürülmesi, birleştirmelere metal köşe destek elemanı ilavesi, ikilemelerde zıvanalı-tutkallı olan modellerde zıvanaların boşluk (tolerans) bırakılmadan ve pürüzlü yüzeyli olarak üretilmesi olarak belirlenmiştir.

Son olarak, optimizasyonlar içerisinde belirlenen rasyonel alternatiflere göre, geliştirilen her bir sandalye modelinin prototipleri, görünüşü değiştirilmeden, orijinal modellerle aynı üretici firmada ve aynı üretim koşullarında üretilmiş olup, yine 150 adet geliştirilmiş model sandalye ALA’ daki performans testlerine tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar, orijinal modellerle ve yapısal analiz sonuçları ile karşılaştırılarak değerlendirilmiş ve yeterli mukavemete getirilemediği tespit edilen sandalyeler için alternatif optimizasyonlara göre istenilen mukavemet değerlerine ulaşıncaya kadar bu aşama devam ettirilmiştir.

Çalışmanın sonucunda, piyasadaki bir üretici firma tarafından üretilen ve yeterli mukavemete sahip olmadığı belirlenen demonte sandalyeler, performans testlerini de kapsayan ürün mühendisliği yöntemleri ile geliştirilmiş ve ev içi kullanımlar için gerekli performans değerlerini karşılamaları sağlanmıştır. Ayrıca, mühendislik tasarımında sonlu elemanlar analizi kullanılmış olup, bilgisayar destekli üç boyutlu yapısal analizlerin sandalyelerin genel mukavemeti açısından makul değerler verdiği sonucuna varılmıştır. Buna göre, yapısal analiz yöntemleri firmanın Ar-Ge süreçlerine dâhil edilmiştir. Çalışmanın, piyasadaki bir üretici firma ile ortak olarak yapılmış olması; direk olarak bilginin ticarileşmesi ve toplumsal yarara dönüştürülmesi dolayısıyla da insanların yaşam kalitelerinin artırılmasına katkı sağlayacaktır. Ayrıca bu çalışma, Türkiye’de firmalarda Ar-Ge kültürünün yerleşmesini, Ar-Ge’ ye gereken önemin verilmesini ve mobilya ürün mühendisliği yöntemlerinin firmalarda sistematik bir biçimde uygulanmasını teşvik etmek adına önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ürün Mühendisliği, Mobilyada Performans Testleri, Sandalye, Sonlu Elemanlar Analizi, Yapısal Analiz.

ABSTRACT

IMPROVING THE STRENGTH PROPERTIES OF DIFFERENT TYPES OF PORTABLE HOUSEHOLD CHAIRS

Adem UÇMAK

Master of Science (M Sc.)

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Woodworking Industrial Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ali KASAL

February 2016, 217 pages

In the chair production, finished product can be served to the customers in two different ways; mounted and portable. These two methods could be differ from different process such as packing, transferring and fasteners. These differences effect the cost, quality and service of the product. Either mounted or portable chairs are produced due to serve to the same function for users, strength of mounted and portable chairs have to be the same.

In this study, strength properties of different types of portable household chairs were improved with the engineering design approach and by using the product engineering methodology. All chairs were manufactured in a producer which has manufactured annually 630.000 chairs in 90 different specific models for the Furniture Industry of Turkey. For this purpose 10 different types of chairs were chosen that represent all chair population produced in the company. These chairs were constructed of Turkish beech (*Fagus orientalis* L.) and assembled as portable by using mechanical fasteners in the related joints. 10 chair models were chosen by taking into consideration of customer feedbacks and confirmation of the company. Primarily, all chairs provided from the company, were subjected to the performance tests by using cyclic stepped increased loading method in terms of ALA (American Library Association Technology Reports). These chairs were tested as it mentioned in the method; front-to-back, back-to-front and sidethrust loads. Totaly, 150 tests were applied (10 chair model, 3 loading direction, 5 replication for each = 150), than performance values of the chairs evaluated by comparing with allowable design loads (light service, medium service and heavy service) in terms of ALA.

After this phase, in terms of maximum loads obtained from the tets; computer aided structural analyses of chairs were performed and weak points were determined. For the computer aided structural analysis, ANSYS Workbench was utilized that is finite

element method software. Thanks to the same software, considering the determined weak points, strength improvement optimization alternatives were carried out for each chair in virtual environment. After the strength improvement optimizations were made, it was decided that increasing the width of front and side rails, decreasing the diameter of zamak pin, using the additional metal corner support elements and manufacturing the tenon surface as rough and without tolerances.

In conclusion, after the optimizations of chair strength, each prototype of improved chair models were manufactured in the same company and 150 improved chairs were tested in terms of ALA. Results were compared with the results of initial models and the chairs that couldn't achieve the required strength were been continued testing until they reach to the required values.

At the end of study, weak portable chairs that manufactured in a company were improved with product engineering methodology. Furthermore, finite element analysis was used in the engineering design process and results of 3D computer aided structural analyses gave reasonable results in terms of the general strength of chairs. Accordingly, structural analysis methods were integrated to the R&D process of the company. Cooperation with a producer; will enable the knowledge to be transformed to the sector; hence life quality of human will be enhanced. Besides this study, have importance with regards to enhance the R&D culture in Turkish companies and encourage to the companies for giving due importance to apply the furniture product engineering systematically.

Keywords: Product Engineering, Performance Testing Of Furniture, Chair, Finite Element Analysis, Structural Analysis.

ÖNSÖZ

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, başlangıçtan sona kadar gerekli tüm yardım, tavsiye ve yönlendirmeleri yapan, karşılaştığımız problemlerin çözümünde deneyimlerinden yararlandığım danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Ali KASAL başta olmak üzere, bugünlere gelmemi sağlayan saygı değer Hocalarıma, aileme, tez çalışmamın bilimsel kalitesinin artmasına katkı sağlayan jüri üyesi Hocalarım Prof. Dr. Yusuf Ziya ERDİL ve Yrd. Doç. Dr. Harun DİLER'e, sandalye testlerinin yapılmasında desteklerini esirgemeyen Arş. Gör. Tolga KUŞKUN' a teşekkür ederim.

Ayrıca, bu çalışmayı ortak yürüttüğümüz BOYTAŞ Mobilya A.Ş yönetim kuruluna, Genel Müdür Şahin NURSAÇAN, diğer personellerden Arif ÜSTÜNDAĞ, Mustafa KONUK, Metin BAKTIR, Atalay DURSUN, Selçuk ERKAN, Taner OK ve Atiye Hepşen BEKTUR'a ve sandalyenin imalatından montajına kadar geçen sürede emeği olan herkese teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez çalışması, M.S.K.Ü. BAP 14/025 numaralı Bilimsel Araştırma Projesi ve 3130546 numaralı TÜBİTAK Sanayi Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı (1501) kapsamında desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xviii
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxvi
1.GİRİŞ	1
1.1. Problemin Tanımı	5
1.2. Hipotez	7
1.3. Amaçlar	7
1.4. Kapsam ve Yöntem	8
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI	10
3.MALZEME VE YÖNTEM	16
3.1. Ağaç Malzemeler	16
3.2. Tutkal	16
3.3. Bağlantı Elemanları	16
3.3.1. Kavela.....	17
3.3.2. Vida	17
3.3.3. Tırnaklı perçin (T-Nut).....	18
3.3.4. Sonsuz dişli saplama	18
3.3.5. Zamak dübel	19
3.3.6. Fiberli somun.....	19
3.3.7. Alyan başlı civata	20
3.3.8. Köşe destek metali.....	20
3.4. Deneylerde Kullanılan Ağaç Malzemelerin Bazı Teknik Özelliklerinin Belirlenmesi.....	21
3.4.1. Yoğunluk ve rutubet.....	21
3.4.2. Liflere paralel çekme direnci.....	22
3.4.3. Liflere paralel basınç direnci	23
3.4.4. Liflere dik eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü	24
3.5. Çalışma Kapsamında Değerlendirilen Sandalye Modelleri	25

3.5.1. Sandalye modellerinin teknik özellikleri ve kurulum (montaj) aşamaları	28
3.5.1.1. M1 modeli sandalyenin teknik özellikleri ve montaj süreci	28
3.5.1.2. M2 modeli sandalyenin teknik özellikleri ve montaj süreci	32
3.5.1.3. M3 modeli sandalyenin teknik özellikleri ve montaj süreci	36
3.5.1.4. M4 modeli sandalyenin teknik özellikleri ve montaj süreci	41
3.5.1.5. M5 modeli sandalyenin teknik özellikleri ve montaj süreci	44
3.5.1.6. M6 modeli sandalyenin teknik özellikleri ve montaj süreci	47
3.5.1.7. M7 modeli sandalyenin teknik özellikleri ve montaj süreci	53
3.5.1.8. M8 modeli sandalyenin teknik özellikleri ve montaj süreci	55
3.5.1.9. M9 modeli sandalyenin teknik özellikleri ve montaj süreci	58
3.5.1.10. M10 modeli sandalyenin teknik özellikleri ve montaj süreci	62
3.6. Deney Deseni	66
3.7. Deneylerin Yapılışı	67
3.7.1. Deney sandalyelerinin önden arkaya devirli yükleme testi	70
3.7.2. Deney sandalyelerinin arkadan öne devirli yükleme testi	71
3.7.3. Deney sandalyelerinin yanal devirli yükleme testi	73
3.8. Mevcut Sandalyelerin Fiili Deneylerde Elde Edilen Kuvvetlerle Gerçekleştirilen Yapısal Analiz Programının Kullanılması	74
3.8.1. Ansys' in başlatılması	75
3.8.2. Static structural mechanical (ansys multiphysics) da kullanılacak komutlar	86
3.8.3. Koordinat sisteminin ayarlanması	94
3.8.4. Modele malzeme ve koordinat sisteminin tanımlanması	97
3.8.5. Connections, bağlantı noktaları (temas noktaları)	99
3.8.6. Mesh.	109
3.8.7. Static structural (B5)	112
3.8.8. Solution.	116
4.BULGULAR	121
4.1. Ağaç Malzemenin Bazı Teknik Özellikleri	121
4.1.1. Yoğunluk ve rutubet	121
4.1.2. Çekme direnci	122
4.1.3. Basınç direnci	122

4.1.4. Eğilme direnci	122
4.1.5. Elastikiyet modülü.....	123
4.2. Performans Deneyi Sonuçları ve Meydana Gelen Deformasyon Karakteristikleri	123
4.2.1.M1 sandalye modeline ilişkin sonuçlar	123
4.2.1.1. Önden-arkaya devirli yükleme fiili test sonuçları	123
4.2.1.2. Yanal devirli yükleme fiili test sonuçları	124
4.2.1.3. Arkadan-öne devirli yükleme fiili test sonuçları	125
4.2.2. M2 sandalye modeline ilişkin sonuçlar	125
4.2.2.1. Önden-arkaya devirli yükleme fiili test sonuçları	125
4.2.2.2. Yanal devirli yükleme fiili test sonuçları	126
4.2.2.3. Arkadan-öne devirli yükleme fiili test sonuçları	127
4.2.3. M3 sandalye modeline ilişkin sonuçlar	127
4.2.3.1. Önden-arkaya devirli yükleme fiili test sonuçları	127
4.2.3.2. Yanal devirli yükleme fiili test sonuçları	128
4.2.3.3. Arkadan-öne devirli yükleme fiili test sonuçları	129
4.2.4. M4 sandalye modeline ilişkin sonuçlar	129
4.2.4.1. Önden-arkaya devirli yükleme fiili test sonuçları	129
4.2.4.2. Yanal devirli yükleme fiili test sonuçları	130
4.2.4.3. Arkadan-öne devirli yükleme fiili test sonuçları	131
4.2.5. M5 sandalye modeline ilişkin sonuçlar	131
4.2.5.1. Önden-arkaya devirli yükleme fiili test sonuçları	131
4.2.5.2. Yanal devirli yükleme fiili test sonuçları	132
4.2.5.3. Arkadan-öne devirli yükleme fiili test sonuçları	133
4.2.6. M6 sandalye modeline ilişkin sonuçlar	133
4.2.6.1. Önden-arkaya devirli yükleme fiili test sonuçları	133
4.2.6.2. Yanal devirli yükleme fiili test sonuçları	134
4.2.6.3. Arkadan-öne devirli yükleme fiili test sonuçları	135
4.2.7. M7 sandalye modeline ilişkin sonuçlar	135
4.2.7.1. Önden-arkaya devirli yükleme fiili test sonuçları	135
4.2.7.2. Yanal devirli yükleme fiili test sonuçları	136
4.2.7.3. Arkadan-öne devirli yükleme fiili test sonuçları	137
4.2.8. M8 sandalye modeline ilişkin sonuçlar	137

4.2.8.1. Önden-arkaya devirli yükleme fiili test sonuçları	137
4.2.8.2. Yanal devirli yükleme fiili test sonuçları	138
4.2.8.3. Arkadan-öne devirli yükleme fiili test sonuçları	139
4.2.9. M9 sandalye modeline ilişkin sonuçlar	139
4.2.9.1. Önden-arkaya devirli yükleme fiili test sonuçları	139
4.2.9.2. Yanal devirli yükleme fiili test sonuçları	140
4.2.9.3. Arkadan-öne devirli yükleme fiili test sonuçları	141
4.2.10. M10 sandalye modeline ilişkin sonuçlar	141
4.2.10.1. Önden-arkaya devirli yükleme fiili test sonuçları	141
4.2.10.2. Yanal devirli yükleme fiili test sonuçları	142
4.2.10.3. Arkadan-öne devirli yükleme fiili test sonuçları	143
4.3. Sandalyelerin Performans Değerlendirmesi	143
4.4. Sonlu elemanlar Analizi Yöntemiyle Yapılan Yapısal Analiz Sonuçları.....	150
4.4.1. M1 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları	150
4.4.1.1. Önden-arkaya yükleme testi	150
4.4.1.2. Yanal yükleme testi	151
4.4.1.3. Arkadan- öne yükleme	151
4.4.2. M2 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları	152
4.4.2.1. Önden-arkaya yükleme	152
4.4.2.2. Yanal yükleme	153
4.4.2.3. Arkadan- öne yükleme	154
4.4.3. M3 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları	154
4.4.3.1. Önden-arkaya yükleme	154
4.4.3.2. Yanal yükleme	155
4.4.3.3. Arkadan- öne yükleme	156
4.4.4. M4 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları	156
4.4.4.1. Önden-arkaya yükleme	156
4.4.4.2. Yanal yükleme	157
4.4.4.3. Arkadan- öne yükleme	158
4.4.5. M5 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları	158
4.4.5.1. Önden-arkaya yükleme	158
4.4.5.2. Yanal yükleme	159

4.4.5.3. Arkadan- öne yükleme	160
4.4.6. M6 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları	160
4.4.6.1. Önden-arkaya yükleme	160
4.4.6.2. Yanal yükleme	161
4.4.6.3. Arkadan- öne yükleme	162
4.4.7. M7 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları	162
4.4.7.1. Önden-arkaya yükleme	162
4.4.7.2. Yanal yükleme	163
4.4.7.3. Arkadan- öne yükleme	164
4.4.8. M8 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları	164
4.4.8.1. Önden-arkaya yükleme	164
4.4.8.2. Yanal yükleme	165
4.4.8.3. Arkadan-öne yükleme	166
4.4.9. M9 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları	166
4.4.9.1. Önden-arkaya yükleme	166
4.4.9.2. Yanal yükleme	167
4.4.9.3. Arkadan- öne yükleme	168
4.4.10. M10 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları	168
4.4.10.1. Önden-arkaya yükleme	168
4.4.10.2. Yanal yükleme	169
4.4.10.3. Arkadan- öne yükleme	170
4.5. Sandalye Modellerinde Mukavemet Geliştirici Optimizasyon Çalışmaları	171
4.6. Optimize Edilmiş Sandalye Modellerinin Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Yapılan Yapısal Analiz Sonuçları	176
4.6.1. Optimize edilmiş M1 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları	176
4.6.1.1. Önden-arkaya yükleme	176
4.6.1.2. Yanal yükleme	177
4.6.1.3. Arkadan- öne yükleme	178
4.6.2. Optimize edilmiş M2 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları	178
4.6.2.1. Önden-arkaya yükleme	178

4.6.2.2. Yanal yükleme	179
4.6.2.3. Arkadan- öne yükleme	180
4.6.3. Optimize edilmiş M3 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları	180
4.6.3.1. Önden-arkaya yükleme	180
4.6.3.2. Yanal yükleme	181
4.6.3.3. Arkadan-öne yükleme	182
4.6.4. Optimize edilmiş M4 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları	182
4.6.4.1. Önden-arkaya yükleme	182
4.6.4.2. Yanal yükleme	183
4.6.4.3. Arkadan- öne yükleme	184
4.6.5. Optimize edilmiş M5 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları	184
4.6.5.1. Önden-arkaya yükleme	184
4.6.5.2. Yanal yükleme	185
4.6.5.3. Arkadan- öne yükleme	186
4.6.6. Optimize edilmiş M6 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları	186
4.6.6.1. Önden-arkaya yükleme	186
4.6.6.2. Yanal yükleme	187
4.6.6.3. Arkadan- öne yükleme	188
4.6.7. Optimize edilmiş M7 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları	188
4.6.7.1. Önden-arkaya yükleme	188
4.6.7.2. Yanal yükleme	189
4.6.7.3. Arkadan- öne yükleme	190
4.6.8. Optimize edilmiş M8 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları	190
4.6.8.1. Önden-arkaya yükleme	190
4.6.8.2. Yanal yükleme	191
4.6.8.3. Arkadan-öne yükleme	192
4.6.9. Optimize edilmiş M9 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları	192

4.6.3.1. Önden-arkaya yükleme	192
4.6.3.2. Yanal yükleme	193
4.6.3.3. Arkadan- öne yükleme	194
4.6.10. Optimize edilmiş M10 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları.....	194
4.6.10.1. Önden-arkaya yükleme.....	194
4.6.10.2. Yanal yükleme	195
4.6.10.3. Arkadan- öne yükleme	196
4.7. Yapısal Analiz Sonuçlarına Göre Geliştirilmiş Sandalye Deformasyon Miktarlarının Karşılaştırılması	196
4.8. Optimize Edilmiş Sandalye Modellerinin Fiili Testlerdeki Performansı	199
5.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	206
5.1. Malzeme Faktörü	208
5.2. Sandalyenin Tasarımına İlişkin Faktörler	208
5.2.1. Arkalık bölümünde eleman mevcudiyeti	208
5.2.2. Yan kayıt elemanının tasarımı.....	209
5.2.3. Arkalık bölümünün dolu olup olmaması.....	209
5.2.4. Köşe destek elemanının mevcudiyeti	209
5.2.5. Sandalye elemanlarının kesit özellikleri.....	210
5.2.6. Birleştirme noktaları.....	210
5.3. Genel Çıkarımlar.....	210
KAYNAKLAR	212
ÖZGEÇMİŞ.....	216

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3. 1. M1 modeli sandalye parça ölçüleri	29
Çizelge 3. 2. M1 modeli sandalye parça bağlantı türü, bağlantı aksesuarı, kullanılan malzemeler	29
Çizelge 3. 3. M2 modeli sandalye parça ölçüleri	32
Çizelge 3. 4. M2 modeli sandalye parça bağlantı türü, bağlantı aksesuarı, kullanılan malzeme.....	33
Çizelge 3. 5. M3 modeli sandalye parça ölçüleri	36
Çizelge 3. 6. M3 modeli sandalye parça bağlantı türü, bağlantı aksesuarı, kullanılan malzeme.....	37
Çizelge 3. 7. M4 modeli sandalye parça ölçüleri	42
Çizelge 3. 8. M4 modeli sandalye parça bağlantı türü, bağlantı aksesuarı, kullanılan malzemeler	42
Çizelge 3. 9. M5 modeli sandalye parça ölçüleri	45
Çizelge 3. 10. M5 sandalye parça bağlantı türü, bağlantı aksesuarı, kullanılan malzeme.....	45
Çizelge 3. 11. M6 modeli sandalye parça ölçüleri	48
Çizelge 3. 12. M6 modeli sandalye parça bağlantı türü, bağlantı aksesuarı, kullanılan malzeme.....	49
Çizelge 3. 13. M7 modeli sandalye parça ölçüleri	53
Çizelge 3. 14. M7 sandalye parça bağlantı türü, bağlantı aksesuarı, kullanılan malzeme.....	54
Çizelge 3. 15. M8 modeli sandalye parça ölçüler	56
Çizelge 3. 16. M8 modeli sandalye parça bağlantı türü, bağlantı aksesuarı, kullanılan malzeme.....	56
Çizelge 3. 17. M9 modeli sandalye parça ölçüleri	59
Çizelge 3. 18. M9modeli sandalye parça bağlantı türü, bağlantı aksesuarı, kullanılan malzeme.....	59
Çizelge 3. 19. M10 modeli sandalye parça ölçüleri	63
Çizelge 3. 20. M10 modeli sandalye parça bağlantı türü, bağlantı aksesuarı, kullanılan malzeme.....	63
Çizelge 3. 21. Deneme desenine göre test edilecek toplam sandalye sayısı	67
Çizelge 4. 1. Ağaç malzemenin ortalama rutubeti (%)	121
Çizelge 4. 2. Ağaç malzemenin tam kuru yoğunluk değerleri.....	121

Çizelge 4. 3. Ağaç malzemenin hava kurusu yoğunluk değerleri.....	121
Çizelge 4. 4. Ağaç malzemenin çekme direnci değerleri.....	122
Çizelge 4. 5. Ağaç malzemenin basınç direnci değerleri.....	122
Çizelge 4. 6. Dene malzemenin eğilme direnci değerleri.....	122
Çizelge 4. 7. Ağaç malzemenin eğilmede elastikiyet modülü değerleri.....	123
Çizelge 4. 8. Sandalye iskeletlerinin önden arkaya kuvvet taşıma değerleri.....	144
Çizelge 4. 9. Sandalye iskeletlerinin yanıl kuvvet taşıma değerleri.....	146
Çizelge 4. 10. Sandalye iskeletlerinin arkadan öne kuvvet taşıma değerleri.....	148
Çizelge 4. 11. Yapısal analiz sonuçları.....	171
Çizelge 4. 12. 13 Farklı kesit geometri özelliklerindeki değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları.....	172
Çizelge 4. 13. Yapısal analiz önden arkaya yükleme test sonuçları.....	197
Çizelge 4. 14. Yapısal analiz yanıl yükleme test sonuçları.....	198
Çizelge 4. 15. Yapısal analiz arkadan öne yükleme test sonuçları.....	199
Çizelge 4. 16. Sandalye iskeletlerinin yanıl kuvvet taşıma değerleri.....	202
Çizelge 4. 17. Sandalye iskeletlerinin arkadan öne kuvvet taşıma değerleri.....	204

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3. 1. Kavela resmi	17
Şekil 3. 2. Vida resmi.....	17
Şekil 3. 3. T-Nut resmi.....	18
Şekil 3. 4. Sonsuz dişli saplama resmi	18
Şekil 3. 5. Zamak dübel resmi.....	19
Şekil 3. 6. Fiberli somun resmi	19
Şekil 3. 7. Alyan başlı civata resmi.....	20
Şekil 3. 8. Köşe destek metali resmi	20
Şekil 3. 9. Yoğunluk ve rutubet deneyi örnekleri (ölçüler mm'dir).....	22
Şekil 3. 10. Çekme deneyi örnekleri (ölçüler mm'dir)	22
Şekil 3. 11. Liflere paralel basınç direnci deneyi örnekleri (ölçüler mm'dir).....	23
Şekil 3. 12. Eğilme direnci deneyi düzeneği.....	24
Şekil 3. 13. Belirlenen demonte sandalye modelleri.....	27
Şekil 3. 14. M1 modeli sandalye resmi ve net resmi	28
Şekil 3. 15. M1 model kutu içerisinden çıkan demonte sandalye parçaları.....	30
Şekil 3. 16. Sandalye oturma fontuna ön ayak montajı	30
Şekil 3. 17. Sandalye oturma fontuna ön ayak montajı	31
Şekil 3. 18. Sandalye oturma fontuna arka ayak montajı.....	31
Şekil 3. 19. M2 modeli sandalye resmi ve net resmi.....	32
Şekil 3. 20. M2 model demonte sandalyenin Kutu içinden çıkan parçaları.....	33
Şekil 3. 21. Ön ayak-yan kayıt montajı.....	34
Şekil 3. 22. Ön ayak-yan kayıt montajı.....	34
Şekil 3. 23. Sandalye oturma yeri fontu montajı.....	35
Şekil 3. 24. Sandalye oturma yeri fontu montajı.....	35
Şekil 3. 25. M3 modeli sandalye resmi ve net resmi	36
Şekil 3. 26. M3 kutu içinden çıkan demonte sandalyenin parçaları.....	37
Şekil 3. 27. Ön ayak-yan kayıt montajı.....	38
Şekil 3. 28. Sandalye arka ayak-yan kayıt montajı.....	39
Şekil 3. 29. Sandalye arka ayak-yan kayıt montajı	39

Şekil 3. 30. Sandalye oturma yeri fontu montajı	40
Şekil 3. 31. Sandalye oturma yeri fontu montajı	40
Şekil 3. 32. Sandalye ayarlı pabuç montajı	41
Şekil 3. 33. M4 modeli sandalye resmi ve net resmi	41
Şekil 3. 34. Sandalye kutu içinden çıkan parçalar	42
Şekil 3. 35. Sandalye ön ayak-yan kayıt montajı	43
Şekil 3. 36. Sandalye arka ayak-yan kayıt montajı	44
Şekil 3. 37. Sandalye oturma yeri fontu montajı	44
Şekil 3. 38. M5 modeli sandalye resmi ve net resmi	45
Şekil 3. 39. M5 model demonte sandalyenin kutu içinden çıkan parçaları	46
Şekil 3. 40. Sandalye ön ayak-yan kayıt, arka ayak-yan kayıt montajı	46
Şekil 3. 41. Sandalye oturma yeri fontu montajı	47
Şekil 3. 42. M6 modeli sandalye resmi ve net resmi	48
Şekil 3. 43. M6 model demonte sandalyenin kutu içinden çıkan parçaları	49
Şekil 3. 44. Sandalye ön ayak-yan kayıt montajı	50
Şekil 3. 45. Sandalye ön ayak-yan kayıt montajı	50
Şekil 3. 46. Sandalye arka ayak-yan kayıt montajı	51
Şekil 3. 47. Sandalye oturma yeri fontu montajı	52
Şekil 3. 48. Sandalye ayarlı pabuç montajı	52
Şekil 3. 49. M7 modeli sandalye resmi ve net resmi	53
Şekil 3. 50. M7 model demonte sandalyenin kutu içinden çıkan parçaları	54
Şekil 3. 51. Sandalye ön ayak-yan kayıt montajı	55
Şekil 3. 52. Sandalye oturma yeri fontu montajı	55
Şekil 3. 53. M8 modeli sandalye resmi ve net resmi	56
Şekil 3. 54. M8 model demonte sandalyenin kutu içinden çıkan parçaları	57
Şekil 3. 55. Sandalye arka ayak-yan kayıt montajı	58
Şekil 3. 56. Sandalye oturma yeri fontu montajı	58
Şekil 3. 57. M9 modeli sandalye resmi ve net resmi	59
Şekil 3. 58. Sandalye kutu içinden çıkan parçalar	60
Şekil 3. 59. M9 sandalye ön ayak-yan kayıt montajı	60
Şekil 3. 60. M9 sandalye ön ayak-yan kayıt montajı	61
Şekil 3. 61. M9 Sandalye arka ayak-yan kayıt ve oturma yeri fontu montajı	62

Şekil 3. 62. M10 modeli sandalye resmi ve net resmi	62
Şekil 3. 63. M10 demonte sandalyenin kutu içinden çıkan parçaları	64
Şekil 3. 64. Sandalye ön ayak-yan kayıt montajı.....	64
Şekil 3. 65. M10 sandalye ön ayak-yan kayıt montajı	65
Şekil 3. 66. M10 sandalye arka ayak-yan kayıt montajı	65
Şekil 3. 67. M10 sandalye oturma yeri fontu montajı.....	66
Şekil 3. 68. Montajı yapılacak sandalyenin paketteki hali ile montajı tamamlanan sandalyeler	66
Şekil 3. 69. Devirli basamaklı yükleme metodu programı ve yaşam eğrisi ile ilk kesişim noktası	68
Şekil 3. 70. Önden arkaya yükleme test düzeneği ve yükleme biçimi.....	70
Şekil 3. 71. Arkadan öne yükleme test düzeneği ve yükleme biçimi	72
Şekil 3. 72. Yanal yükleme test düzeneği ve yükleme biçimi	73
Şekil 3. 73. Ansys programının kısayolunun bulunduğu dosya.....	76
Şekil 3. 74. Ansys'in yönetici olarak çalıştırılması	76
Şekil 3. 75. Ansys programının başlaması	77
Şekil 3. 76. Ansys workbench uygulaması ana menüsü	77
Şekil 3. 77. Static structural menüsü.....	78
Şekil 3. 78. Ansys'te dışardan çizimin alınması import etme.....	79
Şekil 3. 79. Ansys'te dışardan çizimin seçilmesi.....	79
Şekil 3. 80. Dizayn modellingin çalıştırılması	80
Şekil 3. 81. Dizayn modellingde çizimin ölçü biriminin belirtilmesi.....	81
Şekil 3. 82. Çağrılan çizimin çalışma sayfasına getirilmesi.....	81
Şekil 3. 83. Gereksiz parçaların gizlenmesi ya da temizlenmesi	82
Şekil 3. 84. Materyal kütüphanesinin açılması	83
Şekil 3. 85. Materyal kütüphanesinin açılması	83
Şekil 3. 86. Kullanılacak materyalin seçilmesi	84
Şekil 3. 87. Seçilen materyallerin etkinleştirilmesi.....	84
Şekil 3. 88. Workbench ana sayfaya dönme	85
Şekil 3. 89. Statik testin yapılacağı sayfanın açılması	85
Şekil 3. 90. Static structural çalışma anasayfası	86
Şekil 3. 91. Units(ölçü) biriminin seçilmesi.....	86
Şekil 3. 92. View mechanical wizard komutunun kullanılması.....	87

Şekil 3. 93. View mechanical wizard komutunun kullanılması.....	87
Şekil 3. 94. Solve komutunun kullanılması	88
Şekil 3. 95. Seçim araçlarının gösterilmesi.....	88
Şekil 3. 96. Vertex select nokta seçim aracı.....	89
Şekil 3. 97. Edge select iki nokta arası seçme	89
Şekil 3. 98. Face select yüzey seçim aracı	90
Şekil 3. 99. Body select gövde seçim aracı.....	90
Şekil 3. 100. Rotate döndürme aracı	91
Şekil 3. 101. Pan kaydırma(hareket) aracı	91
Şekil 3. 102. Zoom yakınlaştırma aracı.	92
Şekil 3. 103. Box zoom seçilen yeri yakınlaştırır	92
Şekil 3. 104. Zoom to fit çizimi ekrana sığdırır	93
Şekil 3. 105. Virtual topology parçaları kaynatarak bir bütün oluşturur	93
Şekil 3. 106. New section plane kesit alma işlemini yapar	94
Şekil 3. 107. Koordinat sisteminin ayarlanması.....	95
Şekil 3. 108. Yeni koordinat sistemini oluşturma ve isim verme	96
Şekil 3. 109. Koordinat sistemi tanımlanacak parçanın seçimi	96
Şekil 3. 110. koordinat düzleminin yönlerinin değiştirilmesi.....	97
Şekil 3. 111. Kullanılan malzemenin özelliğinin tanımlanması	98
Şekil 3. 112. Koordinat sisteminin sandalye parçalarına tanımlanması.....	98
Şekil 3. 113. Kullanılan materyalin seçimi	99
Şekil 3. 114. Connection bağlantı (temas) noktalarının seçimi	100
Şekil 3. 115. Temas noktalarının tanımlanması	101
Şekil 3. 116. Seçilen parça dışındaki parçaların gizlenmesi	101
Şekil 3. 117. Seçilen temas noktalarının tanımlanması ve gizli parçaları gösterme	102
Şekil 3. 118. Diğer temas (target) noktasının seçimi	102
Şekil 3. 119. Seçilen yüzeylerin onaylanması.....	103
Şekil 3. 120. Kavela, vida ya da cıvata oluşturulması	103
Şekil 3. 121. View görüntüsünü değiştirme	104
Şekil 3. 122. Kullanılan materyalin tanımlanması	105
Şekil 3. 123. Tanımlaması yapılacak malzemenin yarıçapının tanımlanması	105
Şekil 3. 124. Başlangıç noktasının seçilmesi	106

Şekil 3. 125. Başlangıç noktasından ilk seçilen yerin tamamını seçme.....	107
Şekil 3. 126. Bağlantı elemanının başlangıç noktasının onaylanması	107
Şekil 3. 127. Bağlantı elemanı bitiş noktasının seçilmesi ve onaylanması	108
Şekil 3. 128. Bağlantı elemanı tanımlanması.....	108
Şekil 3. 129. Mesh tanımlamasının yapılması	109
Şekil 3. 130. Mesh sizing komutunun seçilmesi	109
Şekil 3. 131. Çizimin seçilip onaylanması	110
Şekil 3. 132. Mesh tanımlanmasının çizim üzerine uygulanması	110
Şekil 3. 133. Mesh çözüm aralığının ayarlanması	111
Şekil 3. 134. Mesh keskinliğini yumuşatmak ya da sertleştirmek	111
Şekil 3. 135. Static structural'a test için gerekli özelliklerin eklenmesi	112
Şekil 3. 136. Force'un seçilmesi	113
Şekil 3. 137. Force'un yükünün ve yönünün tanımlanması.....	114
Şekil 3. 138. Displacement Hareketsiz sabitleme tanımlaması.....	115
Şekil 3. 139. Frictionless support sürtünmesiz destek tanımlaması.....	115
Şekil 3. 140. Toplam deformasyonun tanımlanması.....	116
Şekil 3. 141. Strain (uzama) tanımlanması	117
Şekil 3. 142. Stress (stres) tanımlanması	118
Şekil 3. 143. Solve testi başlatma komutu	118
Şekil 3. 144. Maksimum ve minimum defermasyon noktalarının gösterilmesi	119
Şekil 3. 145. Uzama miktarının maksimum ve minimum noktalarının gösterilmesi	119
Şekil 3. 146. Stres miktarının maksimum ve minimum noktalarının gösterilmesi..	120
Şekil 3. 147. Yapılan testin sonucunun alınması ve kaydedilmesi	120
Şekil 4. 1. Önden-arkaya yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	124
Şekil 4. 2. Yanal yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	124
Şekil 4. 3. Arkadan-öne yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	125
Şekil 4. 4. Önden-arkaya yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	126
Şekil 4. 5. Yanal yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	126
Şekil 4. 6. Arkadan-öne yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	127
Şekil 4. 7. Önden-arkaya yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	128
Şekil 4. 8. Yanal yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	128
Şekil 4. 9. Arkadan-öne yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	129

Şekil 4. 10. Önden-arkaya yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	130
Şekil 4. 11. Yanal yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	130
Şekil 4. 12. Arkadan-öne yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	131
Şekil 4. 13. Önden-arkaya yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	132
Şekil 4. 14. Yanal yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	132
Şekil 4. 15. Arkadan-öne yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	133
Şekil 4. 16. Önden-arkaya yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	134
Şekil 4. 17. Yanal yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	134
Şekil 4. 18. Arkadan-öne yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	135
Şekil 4. 19. Önden-arkaya yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	136
Şekil 4. 20. Yanal yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	136
Şekil 4. 21. Arkadan-öne yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	137
Şekil 4. 22. Önden-arkaya yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	138
Şekil 4. 23. Yanal yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	138
Şekil 4. 24. Arkadan-öne yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	139
Şekil 4. 25. Önden-arkaya yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	140
Şekil 4. 26. Yanal yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	140
Şekil 4. 27. Arkadan-öne yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	141
Şekil 4. 28. Önden-arkaya yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	142
Şekil 4. 29. Yanal yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	142
Şekil 4. 30. Arkadan-öne yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi	143
Şekil 4. 31. Sandalye iskeletlerinin önden arkaya kuvvet taşıma değerleri	145
Şekil 4. 32. Sandalye iskeletlerinin yanal kuvvet taşıma değerleri	147
Şekil 4. 33. Sandalye iskeletlerinin arkadan öne kuvvet taşıma değerleri	149
Şekil 4. 34. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi	150
Şekil 4. 35. Yapısal analiz yanal yükleme Testi	151
Şekil 4. 36. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi	152
Şekil 4. 37. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi	153
Şekil 4. 38. Yapısal analiz yanal yükleme Testi	153
Şekil 4. 39. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi	154
Şekil 4. 40. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi	155
Şekil 4. 41. Yapısal analiz yanal yükleme Testi	155

Şekil 4. 42. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi.....	156
Şekil 4. 43. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi.....	157
Şekil 4. 44. Yapısal analiz yanal yükleme Testi	157
Şekil 4. 45. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi.....	158
Şekil 4. 46. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi.....	159
Şekil 4. 47. Yapısal analiz yanal yükleme Testi	159
Şekil 4. 48. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi.....	160
Şekil 4. 49. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi.....	161
Şekil 4. 50. Yapısal analiz yanal yükleme Testi	161
Şekil 4. 51. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi.....	162
Şekil 4. 52. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi.....	163
Şekil 4. 53. Yapısal analiz yanal yükleme Testi	163
Şekil 4. 54. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi.....	164
Şekil 4. 55. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi.....	165
Şekil 4. 56. Yapısal analiz yanal yükleme Testi	165
Şekil 4. 57. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi.....	166
Şekil 4. 58. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi.....	167
Şekil 4. 59. Yapısal analiz yanal yükleme Testi	167
Şekil 4. 60. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi.....	168
Şekil 4. 61. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi.....	169
Şekil 4. 62. Yapısal analiz yanal yükleme Testi	169
Şekil 4. 63. Yapısal analiz arkadan öne yükleme testi.....	170
Şekil 4. 64. Arkadan öne test.....	173
Şekil 4. 65. Önden arkaya test	173
Şekil 4. 66. Yanal test.....	173
Şekil 4. 67. Faktörler ve yapışma mukavemetine etki düzeyleri.....	174
Şekil 4. 68. Zamak dübel çapı ve mukavemet değerleri.	175
Şekil 4. 69. Bağlantı elemanı olarak kullanılan zamak dübel	175
Şekil 4. 70. Köşe destek metali ve bağlantı noktası.....	176
Şekil 4. 71. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi.....	177
Şekil 4. 72. Yapısal analiz yanal yükleme Testi	177
Şekil 4. 73. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi.....	178

Şekil 4. 74. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi.....	179
Şekil 4. 75. Yapısal analiz yanıl yükleme Testi	179
Şekil 4. 76. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi.....	180
Şekil 4. 77. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi.....	181
Şekil 4. 78. Yapısal analiz yanıl yükleme Testi	181
Şekil 4. 79. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi.....	182
Şekil 4. 80. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi.....	183
Şekil 4. 81. Yapısal analiz yanıl yükleme Testi	183
Şekil 4. 82. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi.....	184
Şekil 4. 83. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi.....	185
Şekil 4. 84. Yapısal analiz yanıl yükleme Testi	185
Şekil 4. 85. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi.....	186
Şekil 4. 86. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi.....	187
Şekil 4. 87. Yapısal analiz yanıl yükleme Testi	187
Şekil 4. 88. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi.....	188
Şekil 4. 89. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi.....	189
Şekil 4. 90. Yapısal analiz yanıl yükleme Testi	189
Şekil 4. 91. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi.....	190
Şekil 4. 92. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi.....	191
Şekil 4. 93. Yapısal analiz yanıl yükleme Testi	191
Şekil 4. 94. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi.....	192
Şekil 4. 95. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi.....	193
Şekil 4. 96. Yapısal analiz yanıl yükleme Testi	193
Şekil 4. 97. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi.....	194
Şekil 4. 98. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi.....	195
Şekil 4. 99. Yapısal analiz yanıl yükleme Testi	195
Şekil 4. 100. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi.....	196
Şekil 4, 101. Sandalye iskeletlerinin önden arkaya kuvvet taşıma değerleri	201
Şekil 4, 102. Sandalye iskeletlerinin yanıl kuvvet taşıma değerleri.....	203
Şekil 4. 103. Sandalye iskeletlerinin arkadan öne kuvvet taşıma değerleri	205

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

Ab	Enine kesit alanı
Aç	Kopmanın meydana geldiği kesit alanı
ALA	American Library Association
b	Kesit genişliği
CAD	Bilgisayar destekli tasarım
CAM	Bilgisayar destekli üretim
E	Elastiklik modülü
f	Çökme miktarı
Fmaxb	kopma anındaki kuvvet
Fmaxç	Kopma anındaki kuvvet
Fmaxe	Kırılma anındaki maksimum yük
h	Kesit yüksekliği
mo	Tam kuru ağırlık
mr	Rutubetli ağırlık
PVAc	Polivinilasesat
r	Rutubet
Vo	Tam kuru hacim
Vr	Hacim
σ_b	Basınç direnci
σ_ζ	Çekme direnci
σ_e	Eğilme direnci
δ_o	tam kuru yoğunluk
δ_{l2}	hava kurusu yoğunluk

1.GİRİŞ

Günümüzde hem fizyolojik hem de kültürel ihtiyaçları karşılamaya yönelik olarak kullanılan mobilyalar, insan hayatında önemli bir yere sahiptir. Mobilya pazarlarının hızla büyümesi, taleplerin artması, yeni malzemelerin ve teknolojilerin gelişmesi, üretici firmaların çoğalması sonucunda mobilya, eskisi kadar pahalı bir ihtiyaç olmaktan çıkmıştır. Ayrıca mobilyalar eskiden olduğu gibi fonksiyonlarını tamamen yitirinceye dek kullanılmamakta olup, moda, psikolojik ihtiyaçlar, yeni eve taşınma, evlilik, cazip fiyatlar, zevkler vb. etkiler nedeniyle daha sık değiştirilmektedir (MOSDER-Mobilya Sanayicileri Derneği) Bilinirlik, İmaj ve Tutum Araştırması 2011).

Mobilya Sanayicileri Derneği tarafından yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre, insanlar 8 yılda bir mobilyalarını yenilemekte olup, bu sıklığın yakın gelecekte 5 yıla inebileceği bildirilmektedir. Mobilya tüketimi ülkemizde 2006 yılından 2012 yılına kadar her yıl ortalama %15 artış göstermiş ve yıllık 9 milyar dolar pazar büyüklüğüne ulaşmıştır. Mobilya ihracatı da hızla artmakta olup yıllık ortalama artışı %20'dir. Bunun yanı sıra dünya ölçeğinde global mobilya üretici ve satıcıları Türkiye'de yatırımlar gerçekleştirmektedir. Bu gerekçeler dolayısıyla, çok dinamik bir sektör olduğu anlaşılan mobilyanın, her geçen gün talep oranları kitleler bazında çoğalmaktadır. Sektörde yaşanan rekabet, mobilyayı yerel bir ürün olmaktan çıkartıp uluslararası bir ürün haline getirmiştir. Bunda öncelikle nakliye, alan, kurulum kolaylığı gibi faktörler etkili olmuş ve mobilyalar demonte olarak üretilmeye başlanmıştır. Demonte olarak üretilen mobilyalarda ayrıca üretim kolaylığı, depolama maliyetlerinde düşüş, servis hizmetleri (parça değişimi, tamir) ve yerinde montaj kolaylığı gibi önemli avantajlar sağlanmaktadır.

Demonte ürünlerin yukarıda belirtilen nedenlerle üretimde tercih edilmesi nedeniyle; demonte birleştirmede kullanılan mekanik bağlantı elemanları her tür mobilya konstrüksiyonların da yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Mukavemet, estetik, montaj kolaylığı sağlama gibi özellikler altında pek çok çeşitte bağlantı elemanı kullanılmaktadır. Ancak, bu bağlantı elemanlarıyla ilgili iki temel sorun ortaya çıkmaktadır. Bunlardan birincisi estetik ikincisi ise teknik sorunlardır. Geçmişte üretilen birçok bağlantı elemanı mobilya yüzeylerinde, yanlarında veya kalınlıklarında görünmekte ve bu durum mobilyanın estetik değerini düşürmektedir. Son yıllarda teknoloji ve ürün tasarımındaki gelişmeler sayesinde, demonte bağlantı sağlayıp aynı zamanda mobilyaların görünmeyen kısımlarında görev yapan çok kaliteli ve çeşitli bağlantı elemanları üretilmiştir. Bir başka ifadeyle, estetik sorunlarla ilgili durum ortadan kalkmıştır. Ancak, bu birleştirme elemanlarının sağlamlığı ve dayanıklılığı ile ilgili teknik sorunlar halen yaşanmaktadır. Üretici firmada da müşterilere gönderdiğimiz sandalyelerde belirtilen bu durumlarla ilgili şikâyetler ve iadeler yaşanmaktadır. 2012 yılında şikâyetlerin %16'sı montaj hatası, %11'i aksesuar hatasından oluşmaktadır. Sandalye ürün iadelerinin %30'u ise montaj hatasından kaynaklanmıştır. Mobilya sektörü için genel bir sorun olan bu hatalar tez kapsamında yapılacak ürün mühendisliği çalışmaları ve Ar-Ge faaliyetleri ile azaltılacaktır. Sonuçta sektör lideri olarak yapacağımız bu faaliyetler diğer üreticiler için de örnek teşkil edecek ve bu kültür yaygınlaşacaktır. Tüm süreç sanayi-üniversite işbirliği ile gerçekleştirilmiş olup ortaya konan bilgi birikimi akademik çevrelerle de paylaşılacak, bu tezden üretilen ulusal ve uluslararası bilimsel çalışmaların çeşitli platformlarda yayınlanması ve sunulması ile sa yaygın etkisi arttırılacaktır.

Mobilya üretimi yapan birçok firma, kullanıcılardan aldığı olumsuz geri dönüşler nedeniyle, bu bağlantı elemanlarıyla üretilen mobilyaların mukavemet özelliklerinin geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar yapmaktadır.

Ancak, firmalarda Ar-Ge'ye gereken önem verilmediğinden ve ayrıca Ar-Ge kültürü henüz oturmamış olduğundan, bu tarz çalışmalar bilimsel yaklaşımlardan uzak olup, bilinçsizce yürütülmekte, deneme yanılma yöntemi uygulanmakta ve çok zaman alıcı süreçler yaşanmaktadır.

Hâlbuki firmalar Ar-Ge'ye gereken yatırımları yapmalı, performans test laboratuvarları kurmalı, üniversite-sanayi işbirliğine ağırlık vermeli, bu konularda akademik çalışmalar yapmış veya yapmakta olan bilinçli elemanlar istihdam etmelidir. Kısaca, araştırma geliştirme birimlerinin başarısı için sistematik, ciddi bilimsel yaklaşımlar gerekli olup, performans testlerini de kapsayan ürün mühendisliği metodolojilerinin ciddiyetle uygulanması gerekmektedir. Bu bağlamda, üniversite-sanayi işbirliğinin ne kadar gerekli olduğu ve bu işbirliklerinin geliştirilmesinin gerekliliği açıkça görülmektedir.

Endüstriler ürün çeşidi açısından farklılıklar gösterse de, bu ürünlerin üretimi ve kullanıcıların memnun edilmesi için uygulanacak kurallar benzerlik göstermektedir. Buna göre; bir otomobil üretiminde amaçlanan, kullanıcıların maksimum düzeyde güvenliğinin sağlanması ve memnun edilmesi ise, bir sandalye üretiminde de kullanıcının tatmin edilmesi ve güvenli bir kullanım sağlanması zorunluluktur (Cross, 2000).

Mobilya estetik ve işlevsel bir tüketim ürünü olarak karakterize edilebilir. Uygun mobilya tasarımları, kendilerine yüklenen işlevsel amaçları karşılarken, aynı zamanda kullanıcıların estetik taleplerini de tatmin edebilmelidir. Ayrıca mobilya, malzeme ve üretim gereklilikleri bakımından ekonomik anlamda verimli olmalıdır. Bununla birlikte, mobilyanın yapısal (mühendislik) tasarımı da önemli olup, kullanıcılara güvenilir bir hizmet verecek şekilde tasarlanmalıdır. Buna göre mobilya ürün mühendisliği, geniş kapsamlı mobilya tasarım sürecinin doğal ve gerekli bir parçasıdır (Erdil, 1998).

Mobilyada mühendislik tasarımı ve mukavemet analizi kavramları nispeten yeni kavramlar olup, Türkiye dâhil birçok ülkede sistematik olarak uygulanmamaktadır. 1950'lerin ortalarına kadar, mobilya; yapısal bir konstrüksiyon sistemi olarak tanımlanması gerçeğine rağmen yapısal anlamda analiz edilmemiş olup, mobilya elemanlarının ve birleştirmelerinin tasarımı neredeyse hiçbir zaman matematiksel teorilerin konusu olmamıştır. Bunun yerine, eleman ölçülerinin ve birleştirme konstrüksiyonlarının belirlenmesinde geçmiş tecrübeler ve estetik faktörler etkili olmuştur.

Mühendislik tasarımı, mobilyada ergonomik kriterlerin, malzemelerin, konstrüksiyonların (yapım teknikleri) ve üretim teknolojilerinin optimum şekilde belirlenmesi işlemlerini kapsar. Mühendislik tasarımı, ekonomik, estetik ve teknik hususların ideal arakesitinde oluşan ürün tasarımlarının gerçekleştirilebilmesi açısından önemlidir ve kesinlikle bilimsel esaslara dayalı olarak yapılmalıdır (Kasal, 2004).

Mobilya mühendislik tasarımının son aşaması performans testleridir. Bu testlerin amacı, kullanım sırasında karşılaşılabilecek problemleri önceden keşfetmek ve mobilya henüz kullanıma girmeden ve seri üretime geçmeden önce değişiklikleri ve geliştirmeleri yapabilmesi amacıyla tasarımcıya geri besleme sağlamaktır. Diğer bir ifade ile performans testleri, mobilyanın kullanıma sunulmadan önce, mühendislik sürecinde geçirdiği son aşamadır (Efe, 1994).

Ülkemizde mobilya sektöründe üretim yapan firmalar için, ilgili ulusal ve/veya uluslararası mobilya standartlarına uyum zorunlu değildir. Diğer bir ifade ile firmaları zorlayıcı bir hüküm bulunmamaktadır Mobilya sektörünün yaklaşık %60'ı kayıt dışı çalışmaktadır. Genel olarak küçük ölçekli firmaların oluşturduğu merdiven altı üretimler sektörün gelişimini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle Ar-Ge, kalite ve diğer mühendislik uygulamalarında gelişime oldukça açık bir sektör konumundadır. Mobilya sektörü orta ve büyük ölçekli işletmeler için bulunduğumuz coğrafyada ihracat bakımından oldukça büyük fırsatlar sunmaktadır.

Ancak uluslararası standartların bilinmemesi ve belgelendirilememesi ihracatın önündeki en büyük engellerden biri olmaktadır (Mobilya Sektör Komisyon Raporu, 2011).

1.1. Problemin Tanımı

Performans testlerini ve sonlu elemanlar analizlerini kapsayan mobilya mühendislik tasarımı metodolojisi, büyük ölçekli firmalar da dâhil olmak üzere Türkiye’de sistematik bir biçimde uygulanmamaktadır.

Fonksiyonelliğin, sağlamlığın ve estetiğin ideal arakesitinde kaliteli ve sağlam mobilya tasarımı ve üretimi için, mobilya ürün mühendisliği metodolojisinin uygulanması zorunluluktur (Haviarova ve diğerleri 2001).

Çeşitli yüklere maruz kalan yapısal sistemlerde oluşan gerilmeler ile oluşan deformasyonlar ve yer değiştirmeler, kesit geometrilerinde meydana gelen değişimler, mevcut yükler altındaki elemanların ve birleştirmelerin güvenle görev yapıp yapmayacağı, meydana gelen yer değiştirme ve deformasyonların kabul edilebilirliği yüzyıllar boyunca mühendisler ve fizikçiler tarafından analitik yöntemlerle çözülmeye çalışılmıştır. Kullanım yükleri altında, tasarlanan mobilya sistemindeki gerilme dağılımının istenilen sınır değerleri altında kalması sağlandıktan sonra, mevcut yükleri taşıyacak optimum eleman ölçülerinin ve birleştirmelerin tasarımının sağlanması mühendislik tasarımı açısından önemlidir (Eckelman, 1970).

Teknolojinin hızlı geliştiği günümüzde, bilgisayar teknolojilerinin kullanımı yaygınlaşmış, modern mobilya tasarım sürecinin birçok basamağında bu teknolojilerin kullanımı mümkün olmaktadır. Modern bilgisayarların yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanması bu zorlukları ortadan kaldırmıştır (Eckelman, 1970).

Mühendislik işlemleri yapılırken kullanılan teknik imkânlar da büyük önem taşımaktadır. Günümüzde mobilya sistemlerinin mühendislik tasarımı, katı modelleme ve yapısal analiz programları kullanarak yapılabilmektedir. Sistemin tüm elemanları bilgisayar ortamında parametrik olarak modellenebilmekte ve gerekli değişiklikler katı modellemenin sağladığı avantajlar sayesinde kolayca yapılarak optimizasyonlar sağlanabilmektedir. Ayrıca, mobilya sisteminin tüm mukavemet hesapları da bilgisayar destekli analiz programları tarafından yapılabilmektedir (Eckelman, 1971).

Çerçeve mobilya sistemlerinin bütünsel yapısı ve geometrisi düzlemsel (iki boyutlu) olarak analiz edilemez özelliklerde olabilmektedir. Bu tür çerçeve sistemlerde, tam ve doğru bir analiz yapabilmek için, yapısal analizlerde sistemin üç boyutlu olarak ele alınması gerekmektedir.

İki boyutlu analizlerde; mobilya mühendislik tasarımı uygulamalarında bazı sınırlandırmalar, birçok varsayımsal kabuller ve basitleştirme metotları kullanmak gerekmekte ve bu durum yapısal analiz sonuçlarının gerçeğe yakınlığını tehdit etmektedir. Üç boyutlu yapısal analizlerin teorik olarak yapılmasında da birçok zorluklarla karşılaşılmaktadır. Basit bir mobilya çerçeve sisteminin teorik olarak üç boyutlu yapısal analizinde bile, eş zamanlı olarak otuz – kırk denklemlilik çözümler gerekebilmektedir. Daha karmaşık yapıdaki çerçevelerin yapısal çözümünde ise iki yüz ya da daha fazla çözüm denklemi gerektiren durumlarla karşılaşılabilir. Sonuçta, bu gibi sistemlerin çözümünün manüel olarak gerçekleştirilmesi neredeyse imkânsız ve aynı zamanda ekonomik olarak da uygun değildir (Eckelman, 1968).

Bilgisayar destekli tasarım (CAD), üretim (CAM) ve sonlu elemanlar analizleri (FEM) mobilya üretim ve tasarımında kullanılmakta ve ürün kalitesine büyük katkılar sağlamaktadır. Bilgisayar destekli yapı analizlerinin mobilyaya uyarlanması ile ilgili örnekler de mevcuttur (Erdil, 2002; Eckelman, 1995; Eckelman ve diğerleri, 2001).

Sandalye üretiminde, bitmiş ürün tüketiciye monte ve demonte olmak üzere iki farklı yöntemle sunulabilmektedir. Bu iki yöntem, üretim süreci, paketleme, lojistik, bağlantı elemanları vb. süreçlerde farklılıklar içermektedir. Bu farklılıklar ise ürünün maliyetini, kalitesini ve müşteriye sunumu etkilemektedir. Demonte olarak üretilen sandalyelerde sağlamlık konusunda bazı problemler yaşanmakta ve bu durum müşteri şikayetlerine konu olmaktadır. Gerek monteli gerekse demonte sandalyeler kullanıcılar için aynı fonksiyona hizmet etmek amacıyla üretildikleri için demonte sandalyelerin mukavemetinin de monteli sandalyelerin mukavemet değerlerine getirilmesi zorunludur.

1.2. Hipotez

Performans testleri ve sonlu elemanlar analizlerini kapsayan ürün mühendisliği metodolojisi ile üretici bir firma tarafından üretilen sandalyelerin mukavemeti geliştirilebilir.

1.3. Amaçlar

Bu çalışmanın amacı, mühendislik tasarımı yöntemlerini uygulamak suretiyle, ev içi kullanımlar için tasarlanmış ve üretilmiş olan çeşitli tiplerdeki ahşap ev sandalyelerinin mekanik performansları hakkında sayısal veriler elde etmektir. Buna göre çalışmanın alt amaçları;

- Demonte sandalyelerin ev içi kullanımlar için gerekli olan sağlamlık derecesine gelmesini sağlamak suretiyle ürün iyileştirme yapmak,
- Üretici firmanın Ar-Ge süreçlerine performans testleri ve yapısal analizleri entegre ederek süreç iyileştirmesi yapmaktır.

1.4. Kapsam ve Yöntem

Çalışma kapsamında üretici firmanın tüm üretiminin yaklaşık % 30' unu oluşturan bir örneklem grubu demonte sandalyelerin mukavemet sorunları ortaya konacak olup, nedenleri araştırılacak ve giderilecektir. Mukavemet ile ilgili tespitler hem yukarıda belirtilen uluslararası standartlar doğrultusunda fiili olarak laboratuvar ortamında gerçekleştirilecek hem de bilgisayar ortamında yapısal analizlerle de bilgi doğrulama, tasarım ve mühendislik bilgileri elde etme ve optimizasyon gibi sonuçlar ortaya konacaktır. Deney sandalyeleri üretici firma tarafından tasarlanmış ve üretimi yapılmakta olan 10 farklı modelden 5'er adet sandalye 3 test yöntemi olmak üzere (10 x 5 x 3) toplam 150 adet 1/1 ölçekli sandalyelerin modern yöntemler ile (seri üretim tipi) üretilecek ve test edilecektir. Daha sonra da, benzer şekilde geliştirme optimizasyonları yapılmış olan 150 adet sandalye üretilip ve test edilecektir. Sonuçta, 150 mevcut sandalye 150 de geliştirilmiş sandalye olmak üzere toplamda 300 adet sandalye test edilecek ve önemli bir sayısal veri tabanı elde edilecektir.

Çalışma adımları boyunca tezin faaliyetlerini ve amaçlarını şu şekilde özetlemek mümkündür;

- Deney yönteminin belirlenmesi ve bu yönteme uygun ekipmanların hazırlanması,
- Deney örneği sandalyelerin yapımında kullanılan malzemelerin, mukavemet tasarımında ihtiyaç duyulacak bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi,
 - Yoğunluk ve rutubet tayini
 - Liflere veya yüzeye paralel çekme dirençleri
 - Liflere veya yüzeye paralel basınç dirençleri
 - Liflere veya yüzeye dik eğilme dirençleri
 - Elastiklik modülü değerleri

- Doğrulama adına demonte sandalyeleri temsil edecek örneklem grubunun tespiti, yeterli örnek miktarında üretiminin yapılması
- Üretilen örnek sandalye grubunun mukavemet testleri için üniversiteye gönderilmesi
- Laboratuvarında performans deneylerine ilişkin sayısal verilerin elde edilmesi,
- Sonuçların haftalık/aylık ve dönemsel raporlanması,
- Deney sonuçlarının, sandalye iskeletleri için geliştirilmiş olan bir standarttaki kabul edilebilir yüklere göre değerlendirilmesi,
- Bilgisayar destekli yapısal analizlerinin yapılması,
- Geliştirme yöntemlerinin tespit edilmesi,
- Gerekli optimizasyonlara göre oluşturulan modellerin bilgisayar destekli yapısal analizlerin yapılması,
- Deney sandalyelerinin optimizasyonlarının yapısal analizlerde onaylanmasından sonra üretici firma tarafından aynı modeller, 5'er adet sandalye 3 test yöntemi 10 farklı model olmak üzere (10x5x3) toplam 150 adet 1/1 ölçekli sandalyelerin üretiminin yapılması,
- Geliştirilmiş sandalyelerin performans testleri için Üniversiteye gönderilmesi,
- Geliştirmeler doğrultusunda aynı sandalye ürün grubunun tekrar aynı testlere tabi tutulması
- Genel sandalye grubunun en az % 80'inde mukavemet sorununun iyileştirilmesine kadar çalışmanın sürdürülmesi
- Elde edilen sonuçların üretici firma tarafından ürün mühendisliği ve tasarım süreçlerinde girdi olarak kullanılması, mevcut süreçte gerekli revizyonların yapılması,
- Sonuçların değerlendirilmesi, yorumlanması ve rapor haline dönüştürülmesi.

2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

Performans deneyleri, mobilya ürün mühendisliğinin son aşamasıdır. Bu deneylerin amacı, kullanım sırasında karşılaşılabilecek problemleri önceden belirlemek ve mobilya henüz kullanıma girmeden ve üretilmeden önce değişiklikleri ve geliştirmeleri yapmak amacıyla tasarımcıya geri besleme sağlamaktır. Diğer bir deyişle, performans deneyleri, mobilya kullanıma sunulmadan önce mobilya mühendislik sürecinde son aşamadır. Sonuç olarak, performans deneyleri, ürünün tasarlandığı fonksiyonları yerine getirip getirmediğini anlamak için kullanılan hızlandırılmış kullanım deneyleri olarak tanımlanabilir (Eckelman, 1995).

Performans deneyleri, mobilya ürün mühendisliğinin son aşamasıdır. Bu deneylerin amacı, kullanım sırasında karşılaşılabilecek problemleri önceden belirlemek ve mobilya henüz kullanıma girmeden ve üretilmeden önce değişiklikleri ve geliştirmeleri yapmak amacıyla tasarımcıya geri besleme sağlamaktır. Diğer bir deyişle, performans deneyleri, mobilya kullanıma sunulmadan önce mobilya mühendislik sürecinde son aşamadır. Sonuç olarak, performans deneyleri, ürünün tasarlandığı fonksiyonları yerine getirip getirmediğini anlamak için kullanılan hızlandırılmış kullanım deneyleri tanımlanabilir olarak belirtmişlerdir. (Eckelman ve Erdil, 2001).

Performans deneyleri kavramının temelinde yatan ana etmenleri analiz etmiştir (Eckelman, 1988).

Sandalye, koltuk, büro sandalyesi, masa ve kutu mobilyalara uygulanan bazı yapısal performans deneyi yöntemlerini tanıtmıştır (Eckelman, 1988).

Eckelman ve Zhang (1995) döşemeli mobilya iskeletlerinin mühendislik tasarımında kullanılan ve döşemeli mobilyaların davranışlarını değerlendirmede kullanılan Genel Servis Hizmetleri (GSA. General Services Administration Performance Test Method for Upholstered Furniture) test metodunu tanıtarak, evrensel düzeyde kabul edilebilir bir performans deneyi yöntemi geliştirilebilmesi için gerekli olan temel faktörleri ve kavramları tartışmışlardır.

Kayın ve çam odunundan hazırladığı sandalyelerin, alt ara kayıt yeri için optimizasyon yaparak, kritik oturma pozisyonunda denemiş ve gerekli davranış ölçümlerini yapmıştır. Sonuç olarak, çerçeve düğüm noktalarının (zıvanaların) yüksekliği ve tutkallı bağlantı sağlamlığının birinci derece, çerçeve elemanlarının ve çerçeve uzantısı ayak alt ve üst kısımlarının kesit boyutlarının ikinci derece önemli olduğunu belirlemiştir (Altınok, 1995).

Devirli basamaklı yük yöntemini (cyclic stepped increasing load method) tanıtır, bu yöntem kullanılarak geliştirilen bir dizi sandalye performans deneylerini ve kabul edilebilir yük değerlerini vermiştir (Eckelman, 1999).

Mobilyanın bilimsel üretim mühendisliğini tartışarak, kaliteyi artırma yöntemleri ve kompozit malzemelerle üretilen mobilyaların sistematik tasarımı için gereken bilimsel araştırmaları irdelemişlerdir. Ayrıca mühendislik gereksinimlerine uygun verimli deney yöntemlerini de tartışarak, örnek bir sandalye deney yöntemini ana hatlarıyla vermişlerdir (Eckelman ve Erdil 1999).

Büro sandalyelerinin deneyleri için geliştirilmiş olan deney yönteminin (FNEW 83–269) ayrıntılarını, kullanılan ekipmanı ve kabul edilebilir tasarım değerlerini belirtmişlerdir (Eckelman ve Erdil 1999).

Döşemeli koltuk ve kanepeler için geliştirilmiş olan performans deneyi yönteminin (FNAE 80–214) ayrıntılarını ve yöntemin uygulanması için gerekli olan laboratuarda kullanılacak donanımı tanıtmışlardır. Ayrıca, uygulama koşullarını göstermesi amacıyla; hafif, orta ve ağır kullanımları gösteren kabul edilebilir yük değerlerini belirtmişlerdir (Eckelman ve Erdil, 2001).

Gelişmekte olan ülkelerdeki okul sandalyelerinin pahalı ve uygunsuz tasarlandığını belirterek, basit yöntemlerle lamine ahşap malzemedan ve kontrplaktan öğrenci sandalyesi tasarlamışlar, tasarladıkları sandalyelerin mevcut olanlardan daha mukavemetli aynı zamanda maliyetinin de daha düşük olduğunu belirtmişlerdir (Haviarova ve diğerleri, 2001).

Masif ağaç malzemedan ve lamine ahşap malzemedan basit tekniklerle, yeterli sağlamlıkta okul mobilyaları üretilebileceğini kanıtlamışlardır (Haviarova ve diğerleri, 2001).

Çeşitli tip ve ölçülerdeki ahşap okul sandalye ve sıralarının geleneksel yapı tasarım yöntemleriyle tasarım ve analizini, bu ürünlerin mukavemetlerinin özel olarak seçilmiş performans deneyi donanımı ve yöntemleriyle denemiştir. Sonuç olarak; optimum tasarım ve ölçüleri elde etmiş, deney yönteminin ve donanımının uygun olduğunu bildirmiş, ayrıca sonlu elemanlar yöntemiyle yapılan yapı analizlerinin, mobilyanın genel mukavemeti bakımından uygun değerler sağladığını belirtmiştir (Erdil, 2002).

Zıvanalı birleştirmelerin eğilme mukavemeti ve elastikiyeti üzerinde zıvana ölçülerinin etkileri araştırmıştır. Birleştirmenin mukavemet ve elastikiyeti için regresyon fonksiyonları geliştirilmiştir (Wilczyński ve diğerleri, 2003).

Farklı uç biçimlerinde ve ölçülerdeki zıvanaların mukavemetini araştırmışlardır. Sonuç olarak köşeli zıvanaların hem dairesel zıvanaya hem de dikdörtgen ama ucu yuvarlatılmış zıvanalardan yaklaşık % 15 daha dirençli olduğunu göstermiştir. Zıvana genişliği ve uzunluğu arttıkça birleştirmelerin direnci iyileşmiştir. Zıvanalı birleştirmelerde uç formlarının birleştirme direnci üzerinde önemli derecede etkili olduğu görülmüştür (Tankut ve Tankut, 2005).

Zıvanalı birleştirmeler üzerinde yapıştırıcı tipi, zıvana kalınlığı ve rutubet oranının etkilerini incelemiştir. Sonuçlar göstermiştir ki, en dayanıklı birleştirme zıvana ve dışı zıvana yuvası arasındaki düşük tolerans muhafaza edildiğinde elde edilmiştir (Tankut ve Tankut, 2006).

Köşe birleştirmelerde, kontrplak, sunta ve MDF levhalarda kenar bantlamanın diyagonal basınç ve çekme mukavemet özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Tüm L-tipi köşe birleştirmelerde diyagonal çekme mukavemeti, diyagonal basınç mukavemetinden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir (Tankut ve Tankut, 2010).

Birleştirmelerin dayanımlarını incelemiştir. Birleştirmelerin kesit modülünü elemanın kesit modülüne oranlayarak elde edilen değerın dayanımı belirlemede kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Tankut ve Tankut, 2011).

MDF ile gönye burun birleştirmeler hazırlayarak, tutkal çeşidinin eğilme momenti üzerine etkilerini araştırmışlardır. Diyagonal çekme yüklemesi altındaki en yüksek eğilme momenti CA yapıştırıcısıyla birleştirilen numunelerden elde edilirken, diyagonal basınç yüklemesi altındaki en yüksek eğilme momenti PVAc ile birleştirilen numunelerden elde edildi. Bunların dışında, yapıştırıcı kullanılmayan birleştirmeler ile bunların arasında bir fark olmadığından diyagonal çekme yükü altında ki eğilme momentinin artmasında PU yapıştırıcısının etkili olmadığı ve PU ve CA yapıştırıcılarının da diyagonal basınç yükleri altında eğilme momentinin artmasında etkili olmadığı bildirilmiştir (Suat Altun ve diğerleri, 2010).

Çerçeve konstrüksiyonlu (iskelet) mobilyalar, yapısal olarak çözümü zor ve zaman alıcı olan çerçevelerden meydana gelmektedirler. Bu sorunlar günümüzde bilgisayar destekli analiz programları kullanılarak giderilmiştir. Bilgisayar kullanımının yaygınlaşması ve teknolojisinin gelişmesiyle, sonlu elemanlar programlarının modern mobilya tasarım sürecinin birçok basamağında kullanımı mümkün olmaktadır. Mobilya sisteminin mukavemet tasarımı, katı modelleme ve yapısal analiz programları kullanılarak yapılabilmektedir. Sistemin tüm elemanları parametrik olarak modellenip, her türlü değişiklikler katı modellemenin sağladığı üstünlükler sayesinde kolayca yapılmakta ve en uygun tasarım sağlanabilmektedir. Yapının tüm mukavemet hesapları bilgisayar destekli yapısal analiz programları tarafından yapılabilmektedir.

Bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve üretim (CAM) mobilya üretim ve tasarımında kullanılmakta ve ürün kalitesine büyük katkılar sağlamaktadır. Ayrıca, son yıllarda mobilya sistemlerinin yapısal analizinde sonlu elemanlar analizi yöntemi kullanılmaktadır (Kasal, 2004).

Mobilya çerçeve sistemleri için geliştirdikleri analitik modeli sonlu elemanlar yöntemi kullanarak analiz etmişlerdir. Sandalye, masa, raf ve kanepeler modelleri ile yapılan testlerde deney örneklerinin statik, dinamik ve çarpma yüklerine maruz bırakılmışlardır. Deneyler birleştirmelerin yük-deformasyon ve rijitlik karakteristiğini belirlemek için uygulandığı ifade edilmiştir. Sonuç olarak analitik modeller ile deneyler arasında, analitik modellerin doğruluğunu kontrol etmek için karşılaştırma yapılarak elde edilen değerlerin anlamlı çıktığı belirtilmiştir (Kasal ve Pullela, 1995).

İki boyutlu (2D) problemler için sunulan Eleman Eğilme Grup yöntemini; 3-D kaplamalı, statik örtülü ve katı viskoplastik sonlu elemanlar yöntemi kullanan programlarda yaklaşık bir eğilme dayanımı oluşturmak için geliştirildiği ifade edilerek, standart problemlere uygulanan bu yeni tekniğin sonuçlarının deney sonuçlarıyla yakın değerler verdiği bildirilmiştir (Sriram ve Wagoner, 1999).

Zaman fonksiyonu ve örneklem sayısında minimum malzeme hacminin belirlenmesine katkı sağlayan statik optimizasyon yöntemlerinin etkinliğini ortaya koymak için araştırmalar yapılarak, maksimum dayanıklılık parametrelerinde konstrüksiyon bileşenlerinin minimal boyutlarının hesaplanması hedeflenmiştir. Deneyler, sonlu elemanlar yöntemiyle çalışan bir programa entegre edilerek Monte Carlo yöntemi yardımıyla optimize edilmiş sandalye konstrüksiyonunda, uygulama işleminde 17 saniye içerisinde başlangıçtaki hacmin %53'ü oranında malzeme tüketimini azalttığını bildirmişlerdir (Smardzewski ve Gawroński, 2001).

Tutkallı birleştirmelerde maruz kalınan bağlayıcı şartlar ile birlikte farklı denklemlerden oluşturulan çok noktalı bağlantı elemanlarının entegrasyonu "çok kademeli yöntem" kullanılarak direk entegrasyonla rakamsal olarak çözülebildiği, ayrıca yaklaşımın sonlu elemanlar yöntemiyle karşılaştırılarak yöntemlerin yakın sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Mortensen ve Thomsen, 2002).

Silindirik zıvanalı birleştirme uygulayarak hazırladıkları iki adet okul sandalyesini “devirli basamaklı artan yük” yöntemine göre denemişler, prototiplerin bilgisayar destekli yapısal analizini de sonlu elemanlar yöntemiyle yapmışlardır. Sonuç olarak; sonlu elemanlar yöntemiyle yapılan üç boyutlu yapı analizinin, sandalyelerin genel mukavemeti açısından anlamlı yaklaşık değerler sağladığını bildirmişlerdir (Efe ve diğerleri, 2003).

Nonlinear sonlu elemanlar kullanılarak ahşap yapıştırıcıları için çeşitli test yöntemlerinin geometrik kusurlarının hassaslığını araştırmıştır. Sonuç olarak yapışma hattının mukavemetinin hem kullanılan malzeme tipine, hem de yapıştırıcı tabakanın direnç, kırılma enerjisi ve gerilme- makaslama davranışı gibi özelliklerine bağlı olduğu belirtmiştir (Serrano, 2004).

Kavelalı birleştirmelerin mekanik davranışlarını tahmin etmeye yönelik geliştirilmiş 3D nonlinear sonlu elemanlar modelleri hazırlanmıştır. Kullanılan malzemelerin düzgün modellenmesi ve geliştirilen model birleştirmelerin davranışlarını simüle etme kapasitesi oldukça yüksek olmasına rağmen özellikle ahşap malzemelerin modellenmesini geliştirmek için ileri düzeyde araştırmalar yapılması gerektiğini bildirmişlerdir (Dias ve diğerleri, 2006).

Mobilya tasarımında sağlamlık ve dayanıklılığı belirleyen sayısal bir yöntem geliştirilerek, sandalyelerin kalite kontrolü ve yapısal tasarımı için kullanılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda statik ve dinamik yükler altında sandalyelerin dayanıklılık testi analizi değerlendirilmiş ve yapısal hataları, örnek testlerin maliyetini ve süreci azaltmak için sanal testler uygulanarak sonlu elemanlar yöntemi ile sandalye tasarımlarını geliştirdikleri bildirmiştir (Laemlaksakul, 2008).

Ahşap malzemenin yapısından ve Mobilya Endüstrisindeki nakil koşullarından kaynaklanan zorlukları araştırmışlardır. Uygun analiz katsayısı ve sanal direnç değerleri ile mevcut standart teorik bilgi ve endüstriyel uygulama örnekleri karşılaştırılarak, analiz gerçek bir ürün üzerinde uygulanmıştır. Analiz yaklaşımının uygulanabilirliği, yazılımdaki gerçek uygulama sonuçlarını temel alan teorik davranışlar ile karşılaştırılarak değerlendirildiği bildirilmiştir (Koç ve diğerleri, 2010).

Hafif yapılı tasarımlar yapma ihtiyacı ve hafif yapılı malzemelerin endüstriyel alanlarda kullanımının artması, tutkal birleştirmelerin kullanımının geniş ölçüde yaygınlaşması amacıyla yaptığı çalışmada; tutkallı birleştirmelerin sonlu elemanlar yöntemi ile yükleme analizi, çevresel davranışlar, yorma yüklemesi analizi ve tutkallı birleştirmelerin dinamik karakteristiklerini incelenmiştir.

Tutkallı birleştirmelerin sonlu eleman analizi, sistem parametrelerinin başarılı bir birleştirme üretimi için mümkün olduğu kadar geniş bir süreç penceresi verebilecek şekilde seçilmesiyle, birleştirmelerin tutkallar ile olan etkileşimi gelecekteki uygulamalara yardımcı olacağı ifade edilmiştir. Uygulanması çok uzun süren veya çok pahalı olan birçok farklı tasarımın testten önce farklı tasarımların arasından seçim yapılarak simüle edilmesini sağlayacağı belirtilmiştir (He, 2011).

Statik yüklere maruz kalan tutkallı birleştirmelerin güvenilirlik analizleri için olasılıksal bir yöntem geliştirmişlerdir. Yapısal analizi sonlu elemanlar yöntemi ile yapmışlardır. Sonuç olarak; kırılma kriterinin, bağlantı açısı ve yüklemenin başarısızlık olasılığının değerlendirilmesinde önemli olduğunu belirtmişlerdir (Kimiaefar ve diğerleri, 2012).

3.MALZEME VE YÖNTEM

3.1. Ağaç Malzemeler

Deneyleerde masif ağaç malzeme olarak, ülkemizde yayılış alanlarının genişliğı ve mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanımları göz önüne alınarak I. sınıf Doğu kayını (*Fagus Orientalis Lipsky*) ve odunu kullanılmıştır. Keresteler piyasadan şartname esası ile elde edilmektedir.

Kerestelerin seğiminde; kuru, sağlam, doğal renkli, kusursuz, liflerinin birbirine paralel olması, lif kıvrıklığı olmaması, böcek ve mantar zararlarına uğramamış bulunması gibi etmenler göz önünde bulundurulmuştur.

3.2. Tutkal

Soğuk olarak kullanılması, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz olması gibi özellikleri ile koltuk iskelet üretiminde yaygın olarak kullanılması nedeni ile polivinilasetat (PVAc) tutkalı kullanılmıştır.

Kullanılan PVAc tutkalının özellikleri üretici firma tarafından yoğunluk 1,1 g/cm³, viskozite 160-200 cps, PH = 5.00, kül miktarı % 3 olarak verilmiştir (Polisan, 1996).

3.3. Bağlantı Elemanları

Çalışma kapsamında, hem mevcut hem de optimize edilmiş sandalyelerde aşağıda belirtilen bağlantı elemanları kullanılmıştır.

3.3.1. Kavela

Denemelerde piyasadan rastgele temin edilen, 8 mm çapında ve 35 mm boyunda, düz yivli gövdeli plastik kavelalar kullanılmıştır. Şekil.3.1.' de deneylerde kullanılan kavelanın resmi gösterilmiştir.



Şekil 3. 1. Kavela resmi

3.3.2. Vida

Denemelerde, mobilya endüstrisinde kullanımı giderek yaygınlaşan, özellikle odun kompoziti levhalardan üretilen mobilya birleştirmelerinde bağlantı elemanı olarak kullanılan yıldız başlı, 3,5 mm çapında ve 18 mm boyundaki vidalar kullanılmıştır. Şekil.3.2.' de deneylerde kullanılan vidanın resmi gösterilmiştir.



Şekil 3. 2. Vida resmi

3.3.3. Tırnaklı perçin (T-Nut)

Denemelerde, mafsalların birleştirilmesinde bağlantı elemanı olarak T-Nut (tırnaklı perçin) kullanılmıştır. Şekil.3.3.' de deneylerde kullanılan T-Nut resmi gösterilmiştir.



Şekil 3. 3. T-Nut resmi

3.3.4. Sonsuz dişli saplama

Denemelerde, mafsalların birleştirmelerinde bağlantı elemanı olarak saplamalar kullanılmıştır. Şekil.3.4.' te sonsuz dişli saplama resmi gösterilmiştir.



Şekil 3. 4. Sonsuz dişli saplama resmi

3.3.5. Zamak dübel

Denemelerde, mafsalların birleştirmelerinde bağlantı elemanı olarak zamak dübeller kullanılmıştır. Şekil.3.5.' te kullanılan zamak dübel resmi gösterilmiştir.



Şekil 3. 5. Zamak dübel resmi

3.3.6. Fiberli somun

Denemelerde, mafsalların birleştirmelerinde bağlantı elemanı olarak fiberli somunlar kullanılmıştır. Şekil.3.6.' da kullanılan fiberli somun resmi gösterilmiştir.



Şekil 3. 6. Fiberli somun resmi

3.3.7. Ayan başlı cıvata

Denemelerde, mafsalların birleştirmelerinde ve döşeme fontu montajında bağlantı elemanı olarak ayan başlı civatalar kullanılmıştır. Şekil 3.7.' de kullanılan ayan başlı cıvata resmi gösterilmiştir.



Şekil 3. 7. Ayan başlı cıvata resmi

3.3.8. Köşe destek metali

Denemelerde, mafsalların birleştirmelerinde, optimizasyon kararı olarak “L” Őeklindeki köşe destek metali bağlantı elemanı kullanılmıştır. Kullanılan köşe destek metali resmi Şekil 3.8.' de gösterilmiştir.



Şekil 3. 8. Köşe destek metali resmi

3.4. Deneyleerde Kullanılan Ağaç Malzemelerin Bazı Teknik Özelliklerinin Belirlenmesi

Çalışmada, sandalye iskeletlerinin üretildiği ağaç malzemelerin rutubet ve yoğunlukları, statik yük altındaki; liflere paralel basınç, çekme, liflere dik yönde eğilme dirençleri, eğilmede elastikiyet modülü değerleri tespit edilmiştir.

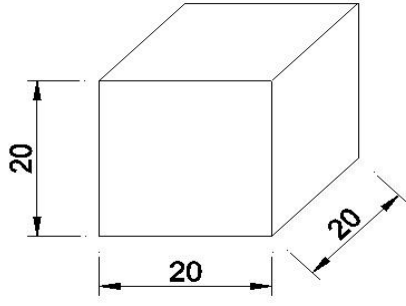
Sandalye iskeletleri, Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) malzemedan üretilmiştir. Deneyleer, Muğla Sıtkı Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaçşileri Endüstri Mühendisliğı bölümündeki fiziksel ve mekanik test laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.4.1. Yoğunluk ve rutubet

Sandalyelerin üretildiği Doğu Kayını malzemelerin yoğunluklarının belirlenmesi amacıyla TS 2472' de belirtilen esaslara uyulmuştur. Her model için üretilen malzemedan yoğunluk ve rutubet deneyi örnekleri Şekil 1.1.' de gösterilen ölçüde 10'ar adet hazırlanan örnekler $\pm 0,01$ g duyarlıklı terazi ile tartılmışlardır. Böylece örneklerin rutubetli (hava kuruşu) ağırlıkları (m_r) tespit edilmiştir. Kusursuz olarak hazırlanmış olan bu örneklerin boyutları $\pm 0,01$ mm duyarlıklı dijital kumpas ile ölçülerek hacimleri (V_r) hesaplanmıştır. Bu aşamadan sonra örnekler 103 ± 2 °C de 24 saat bekletilmişler, 6 saat aralıklarla yapılan iki tartı arasındaki fark, deney parçası ağırlığının % 0,5'ine eşit veya daha az olduğunda değışmez ağırlığa ulaştıkları kabul edilerek tam kuru ağırlıklar (m_o) belirlenmiştir. Tekrar dijital kumpas kullanılarak boyutlar ölçülmek suretiyle tam kuru hacimleri (V_o) hesaplanmıştır. Tam kuru (δ_o) ve hava kuruşu (δ_{12}) yoğunlukların belirlenmesi için sırasıyla (1) ve (2) eşitlikleri kullanılmıştır; (Şekil.3.9.).

$$\delta_o = \frac{m_o}{V_o} \quad (\text{g/cm}^3) \quad (1)$$

$$\delta_{12} = \frac{m_{12}}{V_{12}} \quad (\text{g/cm}^3) \quad (2)$$



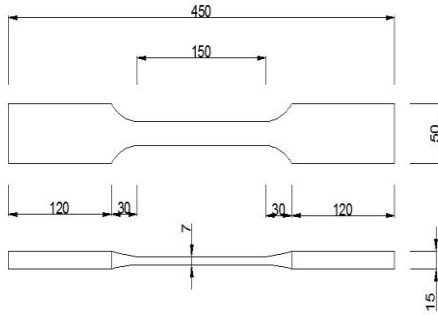
Şekil 3. 9. Yoğunluk ve rutubet deneyi örnekleri (ölçüler mm'dir)

Rutubet ® kontrolü için masif ağaç malzemelerde TS 2471 esaslarına uyularak (3) eşitliği kullanılmıştır.

$$r = \frac{m_r - m_0}{m_0} \times 100 \quad (\%) \quad (3)$$

3.4.2. Liflere paralel çekme direnci

Masif ağaç malzemelerin liflere paralel yöndeki çekme dirençleri TS 2475 esaslarına göre belirlenmiştir. Çekme deneyi örnekleri masif ağaç malzemeler için Şekil 3.10.'de gösterilmiştir.



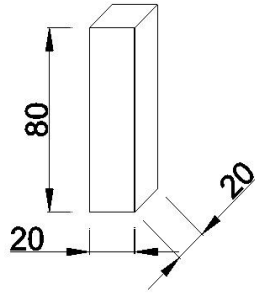
Şekil 3. 10. Çekme deneyi örnekleri (ölçüler mm'dir)

Deneyleerde yükleme hz 2 mm/dak olarak sabit tutulmuştur. Kopma anındaki kuvvet ($F_{max\zeta}$) ve kopmanın meydana geldiği kesit alan (A_ζ) için çekme direnci (σ_ζ) (4) numaralı eşitlikten hesaplanmıştır.

$$\delta_\zeta = \frac{F_{max\zeta}}{A_\zeta} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (4)$$

3.4.3. Liflere paralel basınç direnci

Basınç dirençlerinin belirlenmesinde, TS 2595 de belirtilen esaslara uyularak, Liflere paralel basınç direnci deneylerinde deney rnekleri Şekil 3.11.' de gösterilen ölçüde 20 x 20 kare kesitli ve lifler yönünde 80 mm uzunluğundaki numuneler kullanılmıştır.



Şekil 3. 11. Liflere paralel basınç direnci deneyi örnekleri (ller mm'dir)

Deneyleerde yükleme hz 2 mm/dak arttırlmş ve kopma anındaki kuvvet (F_{maxb}) ve örnek enine kesit alan (A_b) için basınç direnci (σ_b).

$$\delta_b = \frac{F_{maxb}}{A_b} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (5)$$

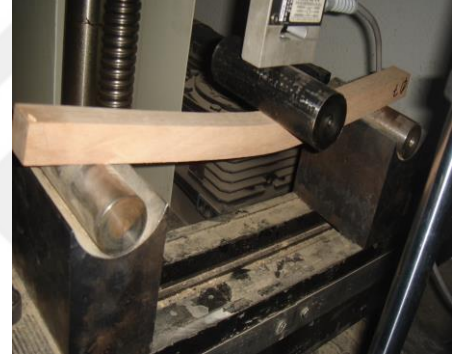
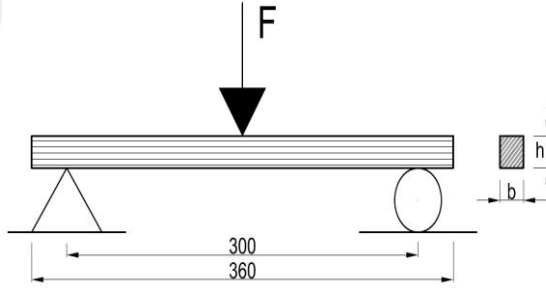
eşitliğinden hesaplanmıştır.

3.4.4. Liflere dik eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü

Liflere dik eğilme direnci için TS 2474 esaslarına uyulmuştur. Deney örnekleri 360 x 20 x 20 mm ölçülerinde hazırlanmıştır. Deneylerde kuvvet numunelerin tam ortasından uygulanmış ve deney cihazının yükleme hızı 2 mm/dak olarak ayarlanmıştır. Kırılma anındaki maksimum yük (F_{maxe}) için eğilme direnci (σ_e),

$$\delta_e = \frac{3}{2} \times \frac{F_{maxe} L_s}{bxh^2} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (6)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada kesit genişliği (b) (mm), kesit yüksekliği ise (h) (mm) dir. Eğilme direnci deney düzeneği fotoğraf şekil 3.12.' de gösterilmiştir.



Şekil 3. 12. Eğilme direnci deneyi düzeneği

Eğilme deneylerinde, eğilmede elastikiyet modülü değerleri TS 2478 esaslarına uyularak hesaplanmıştır. Elastiklik modülü E , yük-yer değiştirme eğrisinin doğrusal kısmından yararlanılarak hesaplanmıştır. Yük-yer değiştirme eğrisinin doğrusal kısmına isabet eden her bir yük için belirli bir yer değiştirme değeri söz konusu olduğundan, (F_1) ve (F_2) kuvvetleri farkına (F) karşılık oluşan çökme miktarı (f) olmak üzere, elastiklik modülü E ,

$$E = \frac{FxLs^3}{4xbxh^3xf} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (7)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

3.5. Çalışma Kapsamında Değerlendirilen Sandalye Modelleri

Üretici Firmada 2013 Haziran itibarı ile monteli ve demonte olmak üzere 90 farklı sandalye modeli üretilmektedir. Demonte olarak üretilen sandalye modellerinden mukavemetinin düşük olduğu düşünülen ve gelen müşteri şikâyetleri doğrultusunda 10 farklı model belirlenmiştir. Fotoğraflar şekil 3.13.' de belirlenen demonte sandalye modelleri M1-M10 arasında kod verilerek gösterilmiştir.



M 1



M 2



M 3



M 4



M 5



M 6



M 7



M 8



M 9



M 10

Şekil 3. 13. Belirlenen demonte sandalye modelleri

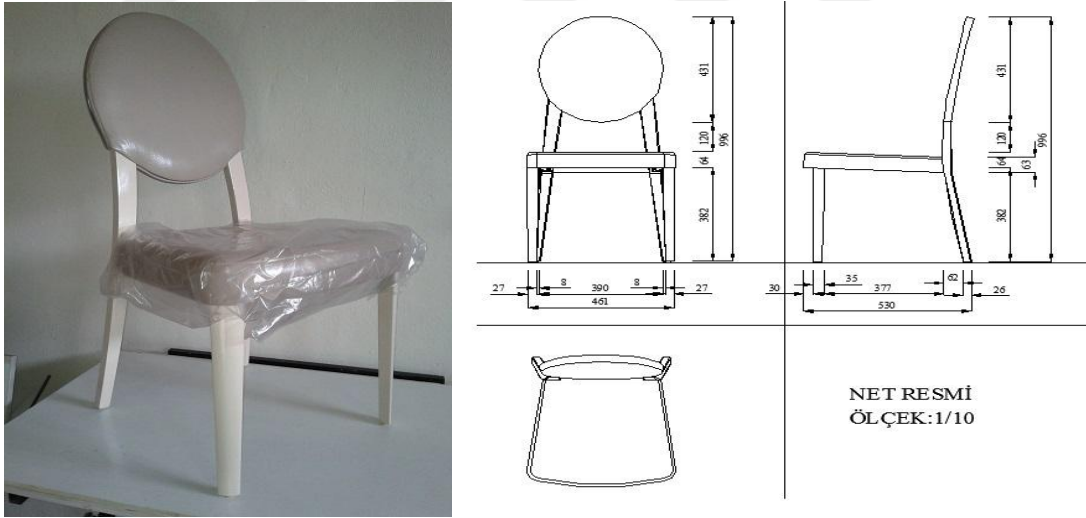
Üretici Firmada 2013 Haziran itibarı ile 90 farklı sandalye modeli üretilmektedir ve yıllık yaklaşık 630.000 sandalye üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu üretilen sandalyenin yaklaşık olarak % 30' u demonte olarak üretilmektedir.

3.5.1. Sandalye modellerinin teknik özellikleri ve kurulum (montaj) aşamaları

Çalışma kapsamında değerlendirilen sandalye modelleri demonte olarak üretildiğinden her biri parçalar halinde temin edilmiş ve montaj şemalarına uygun olarak monte edilmişlerdir. Aşağıda her bir model sandalyenin teknik özellikleri ve kurulumu ayrı ayrı anlatılmıştır.

3.5.1.1.M1 modeli sandalyenin teknik özellikleri ve montaj süreci

M1 modeli sandalyeye ilişkin teknik resim ve fotoğraf Şekil 3.14.' de gösterilmiş olup, sandalye modelinin parça ölçüleri ve bağlantı özelliklerine ilişkin detaylar ise Çizelge 3.1. ve 3.2.' de verilmiştir.



Şekil 3. 14. M1 modeli sandalye resmi ve net resmi

Çizelge 3. 1. M1 modeli sandalye parça ölçüleri

Eleman adı	Boy (mm)	Genişlik (mm)	Kalınlık (mm)
Ön ayak(üst) /Ön ayak(alt)	430	40/27	40/27
Arka ayak	948	25	27
Sağ Yan kayıt (üst/alt)	371/376	50	22
Sol yan kayıt (üst/alt)	371/376	50	22
Ön kayıt	384	50	22
Ön ayak bağlantı köşesi (dış/iç)	102/52	50	22

Çizelge 3. 2. M1 modeli sandalye parça bağlantı türü, bağlantı aksesuarı, kullanılan malzemeler

Birleştirme Elemanı	Birleştirme Tekniği	Bağlantı Elemanı Sayısı	Kullanılan malzeme çeşidi	Kullanılan bağlantı elemanı
Ön ayak-yan kayıt	Cıvata-Zamak Dübel	2	Ön Ayak Masif-Yan kayıt Kontra	Cıvata Akb M6x40 Özel
Arka ayak-yan kayıt	Cıvata-Zamak Dübel	2	Arka Ayak Papel- Yan kayıt Kontra	Cıvata Akb M6x45 Özel
Arka ayak	Zıvana (40x13)(30x11)	3	Kayın	Monteli
Ön ayak	Cıvata-Zamak Dübel	2	Kayın	Cıvata Akb M6x40 Özel

Çalışma kapsamında teste tabi tutulacak M1 sandalye modelinin montajı yapılmıştır. Sandalyenin malzemelerinin kutudan çıkartıldıktan sonraki hali Şekil 3.15' de gösterilmektedir. Kutudan çıkan sandalye parçaları; 2 adet ön ayak, 1 adet üretici firma tarafından montajı yapılan arka ayak, arkalık kısmı, oturma yeri fontu, montaj aksesuarı, garanti belgesi ve montaj kılavuzudur. Şekil 3.15.' de M1 model kutu içerisinden çıkan demonte sandalye parçaları görülmektedir.



Şekil 3. 15. M1 model kutu içerisinde çıkan demonte sandalye parçaları.

Öncelikle oturma yeri fontuna bağlantı yapılacak ön ayağın montaj yerine takılması yapılmıştır. Ön ayak üzerinde üretici firma tarafından montaj aksesuarı olan zamak dübellere montajlanmıştır. Bu montajlanan zamak dübellere montaj sırasında zamandan tasarruf ve montaj kolaylığı sağlamaktadır. Yere ters şekilde yatırılan oturma yeri fontu üzerinde bulunan ön ayak için yapılmış olan boşluğa şekillerdeki gibi montaj yapılmaktadır (Şekil 3.16.).



Şekil 3. 16. Sandalye oturma fontuna ön ayak montajı

Montaj yerine geçirilen ön ayak, AKB M6x40 vida ile bağlantısı yapılarak alyan anahtarı ile sıkılmakta ve 2 ön ayak montajı tamamlanmaktadır (Şekil 3.17.). Tamamlanan ön ayak montajından sonra ön ayakları bağlanmış oturma fontu montajlı olarak gelen arka ayak arkalık yeri montajına geçilmiştir.



Şekil 3. 17. Sandalye oturma fontuna ön ayak montajı

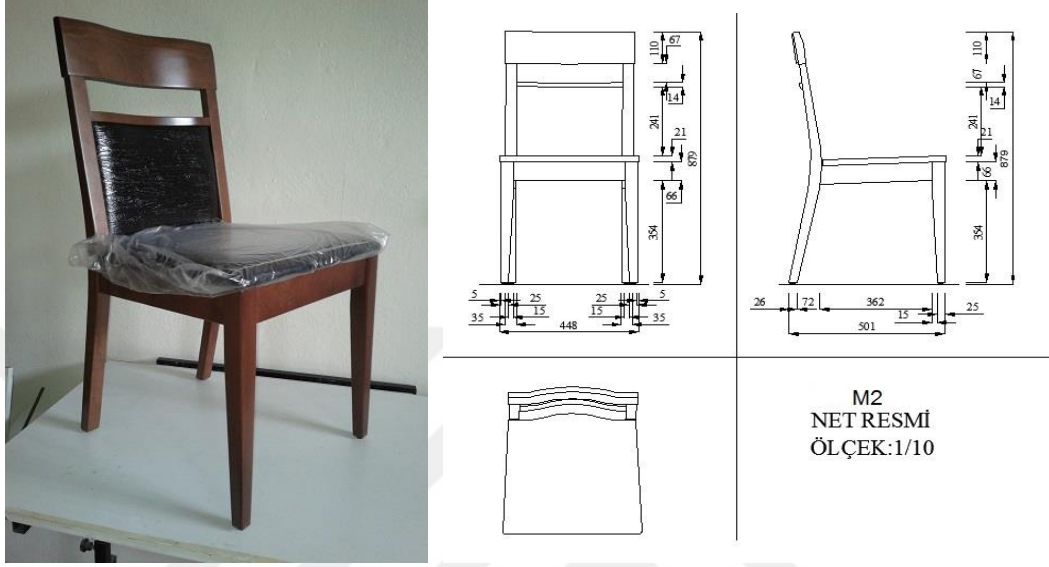
Ön ayak montajı biten sandalyenin oturma yeri fontu montajı yapılan arka ayak arkalık kısmına bağlantısı AKB M6x45 vida kullanılarak alyan anahtarı ile yapılmıştır (Şekil 3.18.). Montajı tamamlanan sandalyede zeminden dolayı oluşan dengesizliği almak ve sürtünmeden dolayı çizilmeleri önlemek için ayarlı pabuç kullanılmaktadır.



Şekil 3. 18. Sandalye oturma fontuna arka ayak montajı

3.5.1.2.M2 modeli sandalyenin teknik özellikleri ve montaj süreci

M2 modeli sandalyeye ilişkin teknik resim ve fotoğraf Şekil 3.19.' de gösterilmiş olup, sandalye modelinin parça ölçüleri ve bağlantı özelliklerine ilişkin detaylar ise Çizelge 3.3. ve 3.4.' de verilmiştir.



Şekil 3. 19. M2 modeli sandalye resmi ve net resmi

Çizelge 3. 3. M2 modeli sandalye parça ölçüleri

Eleman adı	Boy(mm)	Genişlik(mm)	Kalınlık(mm)
Ön ayak (üst/alt)	420	40/25	40/25
Arka ayak alt kayıt	342	34	22
Yan kayıt (üst/alt)	357/363	66	18
Sırt ara alt kayıt	342	66	22
Arka ayak	879	34	28
Arka ayak üst kayıt	416	113	26
Ön kayıt	360	66	22

Çizelge 3. 4. M2 modeli sandalye parça bağlantı türü, bağlantı aksesuarı, kullanılan malzeme

Birleştirme Elemanı	Birleştirme Tekniği	Bağlantı Elemanı Sayısı	Kullanılan Malzeme Çeşidi	Kullanılan Bağlantı Elemanı
Ön ayak-yan kayıt	Kavela, Somun Saplama, Cıvata	2	Ön Ayak Masif-Yan kayıt Kontra	Kısa Saplama,85'lik Cıvata, Özel Pul, Fiberli Somun
Arka ayak-yan kayıt	Zıvana, Somun Saplama, Cıvata	2	Arka Ayak Papel- Yan kayıt Kontra	,85'lik Cıvata, Özel Pul, Fiber Somun
Arka ayak	Zıvana	2	Kayın papel	-----
Ön ayak	Zıvana	2	Kayın kereste	-----
Arka kayıtlar	Zıvana	6	Kayın papel	-----

Montajı yapılacak sandalyenin malzemelerinin kutudan çıkartıldıktan sonraki hali otoğraf şekil 3.20' de görülmektedir. Kutudan çıkan sandalye parçaları; 1 adet üretici firmada montajı yapılan arka ayak arkalık kısmı, sabitlenmiş ön ayaklar, 2 adet sağ-sol yan kayıt, 1 adet oturma yeri fontu, montaj aksesuarı, garanti belgesi ve montaj kılavuzudur (Şekil 3.20.).



Şekil 3. 20. M2 model demonte sandalyenin Kutu içinden çıkan parçaları

Montajı yapılmış olarak gönderilen sandalye ön ayaklarına yan kayıtların bağlanmasını sağlayan 2 kavela ve M6x65 saplama sistemi bulunmaktadır. Bu bağlantıyı yaparken üretici firma tarafından ön ayaklara sabitlenmiş olan zamak dübele, M6x65 saptamalar el yardımıyla sabitlenmektedir.

Kavela deliklerine montaj aksesuarlarının içerisinde gönderilmiş olan tutkal tüpünde bulunan tutkal dökülerek yan kayıtın çıkması engellenmiştir (Şekil 3.21.).



Şekil 3. 21.  n ayak-yan kayıt montajı

Tutkal dökülen kavela deliklerine sağ-ol parçaları üzerinde yazılı yan kayıtlar getirilerek, özel pul ve somunun bağlanması için yan kayıt üzerine açılmış yer mevcuttur. Saplamaı yan kayıtta bulunan saplamanın geçmesi için açılan delikten geçirilerek M6  zel pul ve M6  zel fiberli somun ile bağlantı yapılmaktadır. Montaj aksesuarı ile gönderilen 10-13 anahtar vasıtası ile somun sıkılarak ön ayak yan kayıt montajını tamamladıktan sonra arka ayak, arkalık montajı yapılmıştır (Şekil 3.22.).



Şekil 3. 22.  n ayak-yan kayıt montajı

Ön ayak yan kayıt bağlantıları yapılan sandalyeye arka ayak arkalık dış yüzeyinden ve dişi zıvana içerisinden geçerek, M6x85 AKB vida ile bağlanmıştır (Şekil 3.23). Arka ayak yan kayıt birleştirme sırasında kutu içerisine gönderilen tutkal tüpünden zıvanaya tutkal dökülmüştür.



Şekil 3. 23. Sandalye oturma yeri fontu montajı

Zıvana içerisine dökülen tutkal zıvananın zamanla dışarıya çıkmasını önler. Tutkal döküldükten sonra yan kayıta M6 özel pul ve M6 özel fiberli somun yerine takılarak 10-13 no'lu anahtar ve M6 özel fiberli somun anahtar ile tutularak sıkılmıştır (Şekil 3. 24.).



Şekil 3. 24. Sandalye oturma yeri fontu montajı

3.5.1.3.M3 modeli sandalyenin teknik özellikleri ve montaj süreci

M3 modeli sandalyeye ilişkin teknik resim ve fotoğraf Şekil 3.25’ de gösterilmiş olup, sandalye modelinin parça ölçüleri ve bağlantı özelliklerine ilişkin detaylar ise Çizelge 3.5. ve 3.6.’ da verilmiştir.



Şekil 3. 25. M3 modeli sandalye resmi ve net resmi

Çizelge 3. 5. M3 modeli sandalye parça ölçüleri

Eleman adı	Boy(mm)	Genişlik(mm)	Kalınlık(mm)
Ön ayak (üst/alt)	430	40/25	40/25
Arka ayak	899	38	16
Yan kayıt (üst/alt)	376/380	66	22
Yan kayıt (üst/alt)	376/380	66	22
Arka ayak alt kayıt	314	38	25
Orta dikme	496	40	16
Arka ayak üst kayıt	314	38	16
Ön kayıt	350	66	22

Çizelge 3. 6. M3 modeli sandalye parça bağlantı türü, bağlantı aksesuarı, kullanılan malzeme

Birleştirme Elemanı	Birleştirme Tekniği	Bağlantı Elemanı Sayısı	Kullanılan malzeme çeşidi	Kullanılan bağlantı elemanı
Ön ayak-yan kayıt	Kavela, Somun Saplama, Cıvata Zamak Dübel	2	Ön Ayak Masif-Yan kayıt Kontra	Kısa Saplama 65'lik Cıvata Özel Pul Fiber Somun
Arka ayak-yan kayıt	Zıvana, Somun Saplama, Cıvata	2	Arka Ayak Papel-Yan kayıt Kontra	Uzun Saplama 75'lik Cıvata Özel Pul Fiber Somun
Arka ayak	Zıvana	-----	Kayın papel	Zıvana
Ön ayak	Kavela (2adet)	-----	Kayın	Kavela
Arka ayak kayıtlar	Zıvana(25x13)	-----		Zıvana
Arka ayak orta dikme	Zıvana(25x11)	-- -----	Kayın papel	Zıvana
Ön kayıt	Zıvana(40x15,5)	-----	Kayın papel	Zıvana

Montajı yapılacak sandalyenin malzemelerinin kutudan çıkartıldıktan sonraki hali şekil 3.26.' d a görülmektedir. Kutudan çıkan sandalye parçaları; 1 adet üretici firmada montajı yapılan arka ayak arkalık kısmı, sabitlenmiş ön ayaklar, 2 adet sağ-sol yan kayıt, 1 adet oturma yeri fontu, montaj aksesuarı, garanti belgesi ve montaj kılavuzudur (Şekil 3. 26.).



Şekil 3. 26. M3 kutu içinden çıkan demonte sandalyenin parçaları

Montajı yapılmış olarak gönderilen sandalye ön ayaklarına yan kayıtların bağlanmasını sağlayan 2 kavela ve M6x65 saplama sistemi bulunmaktadır. Bu bağlantıyı yaparken üretici firma tarafından ön ayaklara sabitlenmiş olan zamak dübele, M6x65 saplamalar el yardımıyla sabitlenmektedir. Kavela deliklerine montaj aksesuarlarının içerisinde gönderilmiş olan tutkal tüpünde bulunan tutkal dökülerek yan kayıtların çıkması engellenmiştir (Şekil 3.27.).



Şekil 3. 27. Ön ayak-yan kayıt montajı

Tutkal dökülen kavela deliklerine sağ- sol parçaları üzerinde yazılı yan kayıtlar getirilerek özel pul ve somunun bağlanması için yan kayıt üzerine açılmış yerler mevcuttur. Saplamayı yan kayıttaki bulunan saplamanın geçmesi için açılan delikten geçirerek M6 özel pul ve M6 özel fiberli somun ile bağlantı yapılmaktadır. Montaj aksesuarı içerisinde gönderilen 10-13 anahtar vasıtasıyla somun sıkılarak ön ayak yan kayıt montajı tamamlanmakta ve arka ayak montajına geçilmiştir (Şekil 3. 28.).



Şekil 3. 28. Sandalye arka ayak-yan kayıt montajı

Ön ayak yan kayıt bağlantıları yapılan sandalyeye arka ayak arkalığının bağlanmasında M6x9 Tırnaklı Perçine M6x75 faturalı saplama bağlanmıştır (Şekil 3. 29.).



Şekil 3. 29. Sandalye arka ayak-yan kayıt montajı

Zıvana içerisinde bulunan M6x9 Tırnaklı Perçin montaj aksesuarına M6x75 faturalı saplama elle sabitlenmekte ve tutkal tüpünden zıvana içerisine tutkal dökülmektedir. Zıvana içerisine dökülen tutkal zıvananın zamanla dışarıya çıkmasını önler. Tutkal döküldükten sonra yan kayıta M6 özel pul ve M6 özel fiberli somun yerine takılarak 10-13 no'lu anahtar ile M6 özel fiberli somun sıkılmıştır (Şekil 3. 30.).



Şekil 3. 30. Sandalye oturma yeri fontu montajı

Sandalyenin ön ayakları ile arka ayakları; arkalık bağlantısını sağlayan yan kayıtların montajı tamamlandıktan sonra, sandalyenin oturma fontuna M6x53 AHB vida ile bağlanmıştır. Bu durum şekil 3.31.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 31. Sandalye oturma yeri fontu montajı

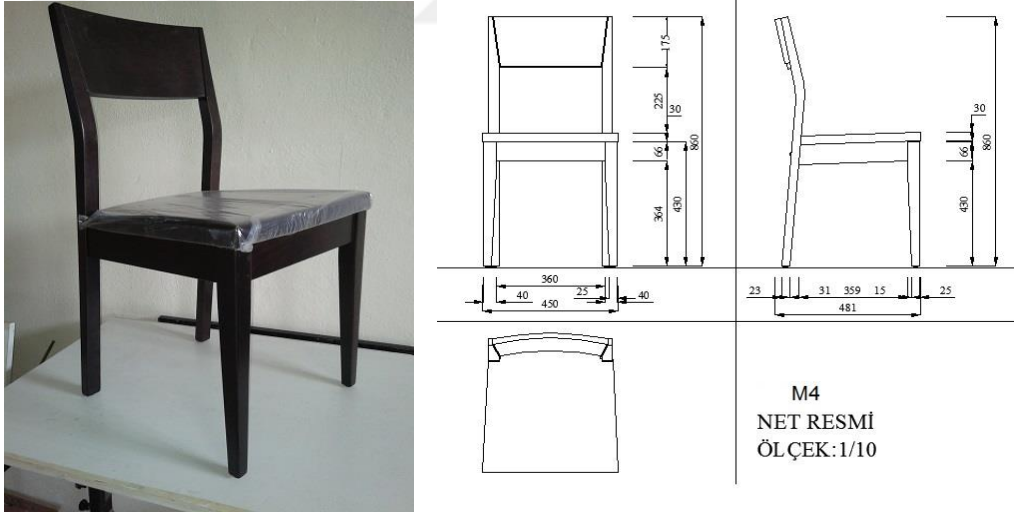
Montajı tamamlanan sandalyede zeminden dolayı oluşan dengesizliği almak ve sürtünmeden dolayı çizilmeleri önlemek için ayarlı pabuç kullanılmıştır. Bu pabuçlar şekil 3.32.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 32. Sandalye ayarlı pabuç montajı

3.5.1.4.M4 modeli sandalyenin teknik özellikleri ve montaj süreci

M4 modeli sandalyeye ilişkin teknik resim ve fotoğraf Şekil 3.33.' de gösterilmiş olup, sandalye modelinin parça ölçüleri ve bağlantı özelliklerine ilişkin detaylar ise Çizelge 3.7. ve 3.8.' de verilmiştir.



Şekil 3. 33. M4 modeli sandalye resmi ve net resmi

Çizelge 3. 7. M4 modeli sandalye parça ölçüleri

Eleman adı	Boy(mm)	Genişlik(mm)	Kalınlık(mm)
Ön ayak (üst/alt)	430	40/25	40/25
Arka ayak	855	35	23
Yan kayıt (üst/alt)	353/359	66	22
Arka ayak üst kayıt (üst/alt)	384/340	175	18/25
Ön kayıt	360	66	22

Çizelge 3. 8. M4 modeli sandalye parça bağlantı türü, bağlantı aksesuarı, kullanılan malzemeler

Birleştirme Elemanı	Birleştirme Tekniği	Bağlantı Elemanı Sayısı	Kullanılan malzeme çeşidi	Kullanılan bağlantı elemanı
Ön ayak-yan kayıt	Cıvata-Zamak Dübel	2	Ön Ayak Masif-Yan kayıt Kontra	Cıvata Akb M6x40 Özel
Arka ayak-yan kayıt	Cıvata-Zamak Dübel	2	Arka Ayak Papel- Yan kayıt Kontra	Cıvata Akb M6x45 Özel
Arka ayak	Zıvana	2	Kayın Papel	-----
Ön ayak	Zıvana	2	Kayın kereste	-----
Arka ayak üst kayıt (üst/alt)	Zıvana	2	Huş papel	-----
Ön kayıt	Zıvana	2	Kayın kontra	-----

Montajı yapılacak sandalyenin malzemeleri kutudan çıkartıldıktan sonraki halini Şekil 3. 34. Göstermektedir. Kutudan çıkan sandalye parçaları; 1 adet üretici firma tarafından üretici firmada sevkiyata gitmeden montajı yapılan arka ayak arkalık kısmı, sabitlenmiş ön ayaklar, 2 adet sağ-sol yan kayıt, 1 adet oturma yeri fontu, montaj aksesuarı, garanti belgesi ve montaj kılavuzu olarak gösterilmiştir. Montaj parçaları şekil 3.34.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 34. Sandalye kutu içinden çıkan parçalar

Montajı yapılmış olarak gönderilen sandalye ön ayaklarına yan kayıtların bağlanmasını sağlayan 2 kavela ve M6x65 saplama sistemi bulunmaktadır. Bu bağlantıyı yaparken üretici firma tarafından ön ayaklara sabitlenmiş olan zamak dübele, M6x65 saplamalar el yardımıyla sabitlenmektedir. Kavela deliklerine tutkal dökülerek yan kayıttın çıkması engellenir. Tutkal dökülen kavela deliklerine sağ-sol parçaları üzerinde yazılı yan kayıtlar getirilerek özel pul ve somunun bağlanması için yan kayıt üzerine açılmış yer mevcuttur. Montaj aksesuarı ile gönderilen 10-13 anahtar vasıtası ile somun sıkılarak ön ayak yan kayıt montajı tamamlanmıştır (Şekil 3.35.).



Şekil 3. 35. Sandalye ön ayak-yan kayıt montajı

Ön ayak yan kayıt bağlantıları yapılan sandalyeye, arka ayak arkalığının bağlanmasında, arkalık dış yüzeyinden ve dişi zıvana içerisinden geçen M6x85 AKB vida kullanılmıştır. Zıvana içerisinde bulunan tutkal tüpünden tutkal dökülmelidir. Zıvana içerisine dökülen tutkal zıvananın zamanla dışarıya çıkmasını önler. Tutkal döküldükten sonra yan kayıta M6 özel pul ve M6 özel fiberli somun yerine takılarak, 10-13 nolu anahtar ile M6 özel fiberli somun yardımıyla sıkılmıştır. Bu durum şekil 3.36.'da gösterilmiştir.



Şekil 3. 36. Sandalye arka ayak-yan kayıt montajı

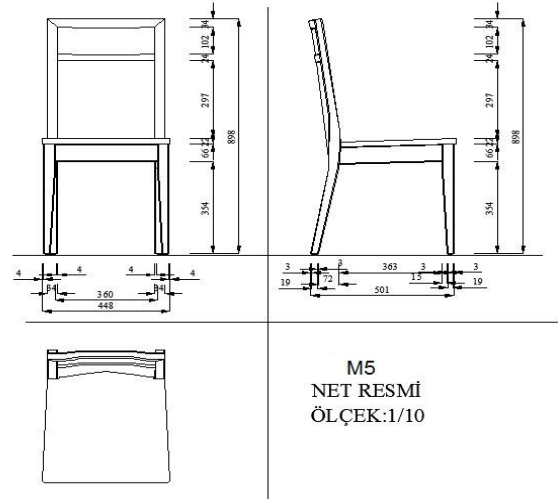
Sandalyenin ön ayakları ile arka ayak arkalık bağlantısını sağlayan yan kayıtların montajı tamamlandıktan sonra, sandalyenin oturma fonu M6x53 AKB vida ile bağlanmaktadır. Montajı tamamlanan sandalyede zeminden dolayı oluşan dengesizliği almak ve sürtünmeden dolayı çizilmeleri önlemek için ayarlı pabuç kullanılmaktadır (Şekil 3.37.). Böylece montaj tamamlanmıştır.



Şekil 3. 37. Sandalye oturma yeri fonu montajı

3.5.1.5.M5 modeli sandalyenin teknik özellikleri ve montaj süreci

M5 modeli sandalyeye ilişkin teknik resim ve şekil 3.38.' de gösterilmiş olup, sandalye modelinin parça ölçüleri ve bağlantı özelliklerine ilişkin detaylar ise Çizelge 3.9. ve 3.10.' da verilmiştir.



Şekil 3. 38. M5 modeli sandalye resmi ve net resmi

Çizelge 3. 9. M5 modeli sandalye parça ölçüleri

Eleman adı	Boy(mm)	Genişlik(mm)	Kalınlık(mm)
Arka ayak	895	34	26
Yan kayıt (üst/alt)	357 363	66	22
Arka ayak alt kayıt	342	34	26
Arka ayak Üst kayıt (üst /alt)	410 342	34	26
Ön ayak (üst/alt)	420	40 25	40 25
Sırt ara kayıt	342	34	21
Laminantlı sırt	354	98	8,5

Çizelge 3. 10. M5 sandalye parça bağlantı türü, bağlantı aksesuarı, kullanılan malzeme

Birleştirme Elemanı	Birleştirme Tekniği	Bağlantı Elemanı Sayısı	Kullanılan malzeme çeşidi	Kullanılan bağlantı elemanı
Ön ayak-yan kayıt	Cıvata-Zamak Dübel	2	Ön Ayak Masif-Yan kayıt Kontra	Cıvata Akb M6x40 Özel
Arka ayak-yan kayıt	Cıvata-Zamak Dübel	2	Arka Ayak Papel-Yan kayıt Kontra	Cıvata Akb M6x45 Özel
Arka ayak	Zıvana	6	Kayın papel	-----
Ön ayak	Zıvana	2	Kayın kereste	-----

Şekil 3.39. montajı yapılacak sandalyenin malzemelerinin kutudan çıkartıldıktan sonraki halini göstermektedir.

Kutudan çıkan sandalye parçaları; 1 adet üretici firma tarafından montajı yapılan arka ayak arkalık kısmı, sabitlenmiş ön ayaklar, 2 adet sağ-sol yan kayıt, 1 adet oturma yeri fontu, montaj aksesuarı, garanti belgesi ve montaj kılavuzu olarak sıralanmıştır (Şekil 3.39.).



Şekil 3. 39. M5 model demonte sandalyenin kutu içinden çıkan parçaları

Ön ayağa yan kayıtların montajı, M6x45 AKB vida ve alyan anahtarı kullanılarak yapılmaktadır. Aynı şekilde sandalye arka ayak arkalığına montaj işlemi yapılmıştır. Daha sonra montajı biten sandalyenin oturma fontu montaj edilmiştir. Bu durum şekil 3.40.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 40. Sandalye ön ayak-yan kayıt, arka ayak-yan kayıt montajı

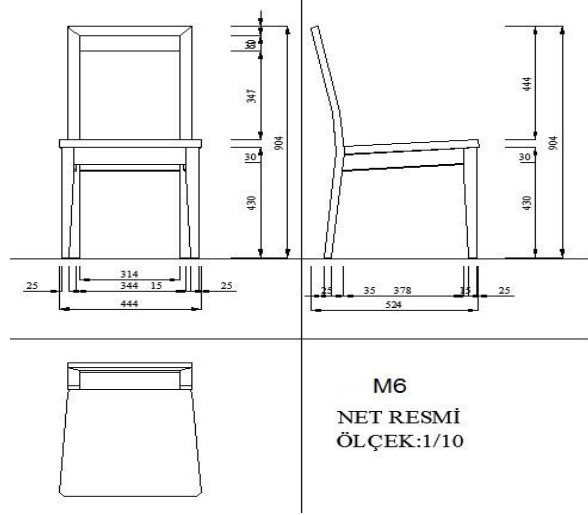
Sandalye oturma fonu M6x53 AHB vida ile monte edilmiştir. Bu bağlantı fotoğraf şekil 3.41.'de gösterilmiştir. Fontunun montajı yapılan sandalyenin montajı tamamlanan sandalyede zeminden dolayı oluşan dengesizliği almak ve sürtünmeden dolayı çizilmeleri önlemek için ayarlı pabuç bulunmaktadır. Böylece montaj işlemi tamamlanmıştır.



Şekil 3. 41. Sandalye oturma yeri fonu montajı

3.5.1.6.M6 modeli sandalyenin teknik özellikleri ve montaj süreci

M6 modeli sandalyeye ilişkin teknik resim ve fotoğraf şekil 3.42.' de gösterilmiş olup, sandalye modelinin parça ölçüleri ve bağlantı özelliklerine ilişkin detaylar ise Çizelge 3.11. ve 3.12.' de verilmiştir.



Şekil 3. 42. M6 modeli sandalye resmi ve net resmi

Çizelge 3. 11. M6 modeli sandalye parça ölçüleri

Eleman adı	Boy(mm)	Genişlik(mm)	Kalınlık(mm)
Ön ayak (üst/alt)	430	40/25	40/25
Arka ayak	906	38	25
Yan kayıt (üst/alt)	376/380	66	22
Arka ayak alt kayıt	314	38	18
Arka ayak üst kayıt (üst/alt)	390/314	38	25
Arka ayak sırt pano	314	120	15

Çizelge 3. 12. M6 modeli sandalye parça bağlantı türü, bağlantı aksesuarı, kullanılan malzeme

Birleştirme Elemanı	Birleştirme Tekniği	Bağlantı Elemanı Sayısı	Kullanılan malzeme çeşidi	Kullanılan bağlantı elemanı
Ön ayak-yan kayıt	Kavela, Somun, Saplama Cıvata	2	Ön Ayak Masif-Yan kayıtKontra	Uzun Saplama,85'lik Cıvata, Özel Pul, Fiber Somun
Arka ayak-yan kayıt	Zıvana, Somun, Saplama Cıvata	2	Arka Ayak Papel-Yan kayıt Kontra	Uzun Saplama,85'lik Cıvata, Özel Pul, Fiber Somun
Arka ayak	Zıvana	2	Kayın papel	-----
Ön ayak	Zıvana	2	Kayın kereste	-----
Arka Ayak üst kayıt	Zıvana	2	Kayın papel	-----
Arka Ayak sırt pano	Zıvana	2	Kayın kontra	-----

Montajı yapılacak sandalyenin kutudan çıkan parçaları, 1 adet üretici firma tarafından firmada sevkiyata gitmeden montajı yapılan arka ayak arkalık kısmı ve ön ayaklar sabitlenmiş, 2 adet sağ-sol yan kayıt, 1 adet oturma yeri fontu, montaj aksesuarı, garanti belgesi ve montaj kılavuzu mevcuttur (Şekil 3.43.).



Şekil 3. 43. M6 model demonte sandalyenin kutu içinden çıkan parçaları

Montajı yapılmış olarak gönderilen sandalye ön ayaklarına, yan kayıtların bağlanmasını sağlayan 2 kavela ve M6x65 saplama sistemi ile bağlantı yapılmaktadır.

Bu bağlantıyı yaparken üretici firma tarafından ön ayaklara sabitlenmiş olan zamak dübele M6x65 saplamalar el yardımıyla sabitlenmiştir. Kavela deliklerine montaj aksesuarlarının içerisinde gönderilmiş olan tutkal tüpünde bulunan tutkal dökülerek yan kayıtın çıkmasını engellenmiştir (Şekil 3.44.).



Şekil 3. 44. Sandalye ön ayak-yan kayıt montajı

Tutkal dökülen kavela deliklerine sağ-sol parçaları üzerinde yazılı yan kayıtlar getirilerek özel pul ve somunun bağlanması için yan kayıt üzerine açılmış yer mevcuttur. Saplamayı yan kayıta bulunan saplamanın geçmesi için açılan delikten geçirerek M6 özel pul ve M6 özel fiberli somun ile bağlantı yapılmıştır. Montaj aksesuarı ile gönderilen 10-13 anahtar vasıtası ile somun sıkılarak ön ayak yan kayıt montajı tamamlanmıştır. Şekil 3.45.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 45. Sandalye ön ayak-yan kayıt montajı

Ön ayak yan kayıt bağlantıları yapılan sandalyeye, arka ayak arkalığının bağlanmasında M6x85 AKB vida ile kullanılmıştır. Zıvana içerisinde bulunan tutkal tüpünden tutkal dökülmelidir. Zıvana içerisine dökülen tutkal zıvananın zamanla dışarıya çıkmasını önler. Tutkal döküldükten sonra yan kayıta M6 özel pul ve M6 özel fiberli somun yerine takılarak 10-13 no'lu anahtar yardımı ile sıkılmıştır. Bu durum şekil 3.46.'da gösterilmiştir.



Şekil 3. 46. Sandalye arka ayak-yan kayıt montajı

Sandalyenin ön ayakları ile arka ayak arkalık bağlantısını sağlayan yan kayıtların montajı tamamlandıktan sonra, sandalyenin oturma fontunun M6x53 AKB vida ile montajı yapılmıştır. Oturma fontunun montajı şekil 3.47.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 47. Sandalye oturma yeri fontu montajı

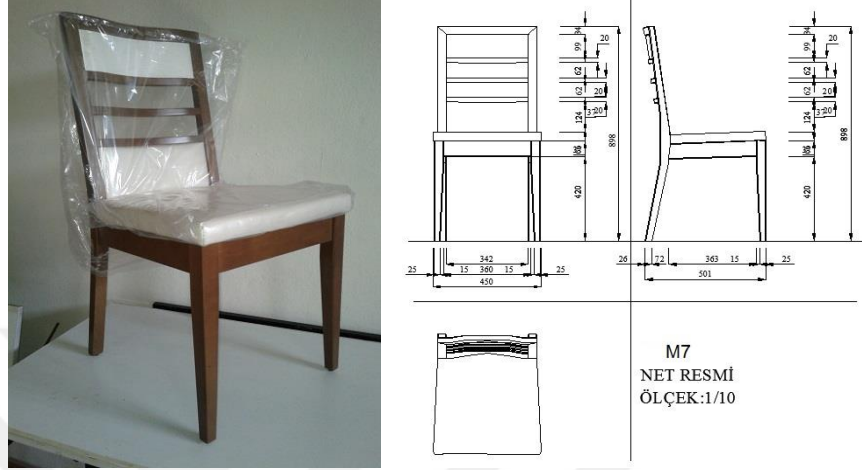
Montajı tamamlanan sandalyede zeminden dolayı oluşan dengesizliği almak ve sürtünmeden dolayı çizilmeleri önlemek için ayarlı pabuç bağlanmıştır. Böylece montajı tamamlanmıştır (Şekil 3.48.).



Şekil 3. 48. Sandalye ayarlı pabuç montajı

3.5.1.7.M7 modeli sandalyenin teknik özellikleri ve montaj süreci

M7 modeli sandalyeye ilişkin teknik resim ve fotoğraf şekil 3.49.' de gösterilmiş olup, sandalye modelinin parça ölçüleri ve bağlantı özelliklerine ilişkin detaylar ise Çizelge 3.13. ve 3.14.' de verilmiştir.



Şekil 3. 49. M7 modeli sandalye resmi ve net resmi

Çizelge 3. 13. M7 modeli sandalye parça ölçüleri

Eleman adı	Boy(mm)	Genişlik(mm)	Kalınlık(mm)
Yan kayıt (üst/alt)	357/363	66	22
Arka ayak	895	34	26
Arka ayak alt kayıt	342	34	18
Arka ayak üst kayıt	410	34	26
Sırt ara kayıt	342	21	20
Abanozlu sırt	354	98	8,5
Sırt ara kayıt alt	342	21	20
Ön ayak (üst/alt)	420	40/25	40/25
Ön kayıt	360	66	22

Çizelge 3. 14. M7 sandalye parça bağlantı türü, bağlantı aksesuarı, kullanılan malzeme

Birleştirme Elemanı	Birleştirme Tekniği	Bağlantı Elemanı Sayısı	Kullanılan malzeme çeşidi	Kullanılan bağlantı elemanı
Ön ayak-yan kayıt	Cıvata-Zamak Dübel	2	Ön Ayak Masif-Yan kayıt Kontra	Cıvata Akb M6x45 Özel
Arka ayak-yan kayıt	Cıvata-Zamak Dübel	2	Arka Ayak Papel-Yan kayıt Kontra	Cıvata Akb M6x45 Özel
Arka ayak	Zıvana	4	Kayın kereste	-----
Ön ayak- Ön kayıt	Zıvana	2	Kayın kereste-papel	-----
Arka ayak kayıtlar	Zıvana	5	Kayın papel	-----

Montajı yapılacak sandalyenin malzemelerinin kutudan çıkartıldıktan sonraki hali fotoğraf şekil 3.50.' de gösterilmiştir. Kutudan çıkan sandalye parçaları; 1 adet üretici firma tarafından montajı yapılan arka ayak arkalık kısmı, sabitlenmiş ön ayaklar, 2 adet sağ-sol yan kayıt, 1 adet oturma yeri fontu, montaj aksesuarı, garanti belgesi ve montaj kılavuzu şeklindedir. Sandalye parçaları şekil 3.50.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 50. M7 model demonte sandalyenin kutu içinden çıkan parçaları

Ön ayağa yan kayıtların montajı M6x45 AKB vida ve alyan anahtarı kullanılarak yapılmıştır. Aynı şekilde sandalye arka ayak, arkalığını montaj edilmiştir. Montajı biten sandalyenin oturma fontun montaj edilmiştir. Montaj aşamaları şekil 3.51.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 51. Sandalye ön ayak-yan kayıt montajı

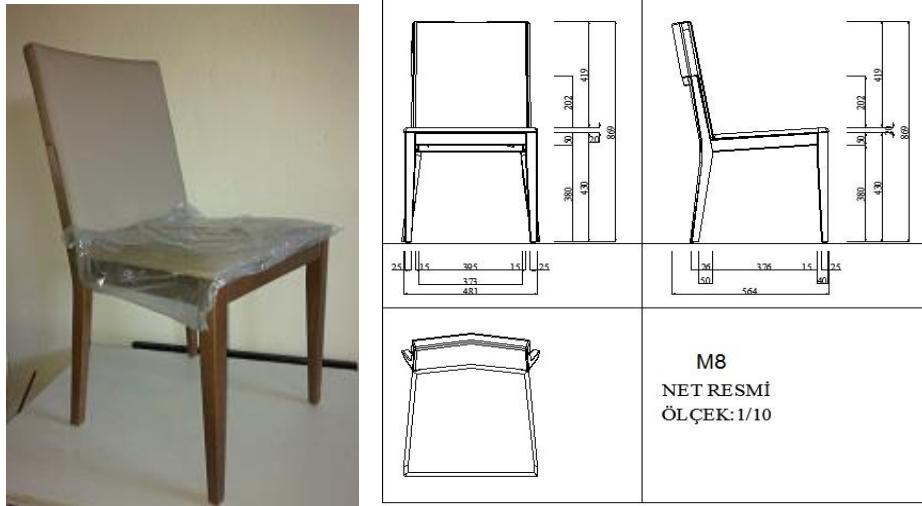
Sandalye oturma fontu montajı M6x53 AHB vida ile yapılmıştır (Şekil 3.52.). Fontunun montajı yapılan sandalyenin montajı tamamlandıktan sonra, dengesizliği almak ve sürtünmeden dolayı çizilmeleri önlemek için ayarlı pabuçlar kullanılmıştır.



Şekil 3. 52. Sandalye oturma yeri fontu montajı

3.5.1.8.M8 modeli sandalyenin teknik özellikleri ve montaj süreci

M8 modeli sandalyeye ilişkin teknik resim ve fotoğraf şekil 3.53.' de gösterilmiş olup, sandalye modelinin parça ölçüleri ve bağlantı özelliklerine ilişkin detaylar ise Çizelge 3.15. ve 3.16.' de verilmiştir.



Şekil 3. 53. M8 modeli sandalye resmi ve net resmi

Çizelge 3. 15. M8 modeli sandalye parça ölçüler

Eleman adı	Boy(mm)	Genişlik(mm)	Kalınlık(mm)
Ön ayak (üst/ alt)	420	40/25	40/25
Arka ayak	657	31/27	23/27
Yan kayıt (üst/alt)	392/386	50	22
Üst kayıt (üst/ alt)	361/362	34	27
Arka ayak alt kayıt (üst/alt)	373/373	50	22
Ön kayıt	395	50	22

Çizelge 3. 16. M8 modeli sandalye parça bağlantı türü, bağlantı aksesuarı, kullanılan malzeme

Birleştirme Elemanı	Birleştirme Tekniği	Bağlantı Elemanı Sayısı	Kullanılan malzeme çeşidi	Kullanılan bağlantı elemanı
Ön ayak-yan kayıt	Cıvata –Zamak Dübel	2	Ön Ayak Masif-Yan kayıt Kontra	Cıvata Akb M6x45
Arka ayak-yan kayıt	Cıvata –Zamak Dübel	2	Arka Ayak kayın Papel- Yan kayıt Kontra	Cıvata Akb M6x45
Arka alt kayıt	Cıvata-zamak dübel	2	Kayın kontra	Cıvata Akb M6x45
Ön ayak	Zıvana(35*11,5)	-----	Kayın kereste	Zıvana
Arka ayak Üst kayıt	Zıvana(40*13)	-----	Kayın papel	zıvana
Ön kayıt	Cıvata	3	Kayın kontra	Cıvata

Montajı yapılacak sandalyenin malzemeleri kutudan çıkartıldıktan sonraki hali şekil 3.54.' de gösterilmiştir. Kutudan çıkan sandalye parçaları; 1 adet ön ayak, 1 adet üretici firma tarafından üretici firmada sevkiyata gitmeden montajı yapılan arka ayak, arkalık kısmı ve oturma yeri fontu, montaj aksesuarı, garanti belgesi ve montaj kılavuzudur (Şekil 3.54.).



Şekil 3. 54. M8 model demonte sandalyenin kutu içinden çıkan parçaları

Firmadan montajı yapılmış olarak gönderilen sandalye arka ayaklarına yan kayıtların bağlantısı 2 adet M6x45 AKB vida sistemi ile yapılmaktadır. Bu bağlantıya yaparken üretici firma tarafından arka ayaklara sabitlenmiş olan zamak dübele M6x45 vidalar ile yan kayıtlar bağlanmaktadır. Bağlantı yan kayıta bulunan AKB M6x45 vidanın geçmesi için açılan delik yardımıyla yapılır. Montaj aksesuarı ile gönderilen alyan anahtar vasıtası ile vida sıkılarak arka ayak yan kayıt montajı tamamlanır. Sonra arka ayak, alt kayıt montajı M6x45 vida ile yapılmaktadır. Daha sonra arka alt kayıt ile arkalık fontunu birbirine bağlamak için 4x60 sunta vidası kullanılmıştır. Montaj süreci şekil 3.55.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 55. Sandalye arka ayak-yan kayıt montajı

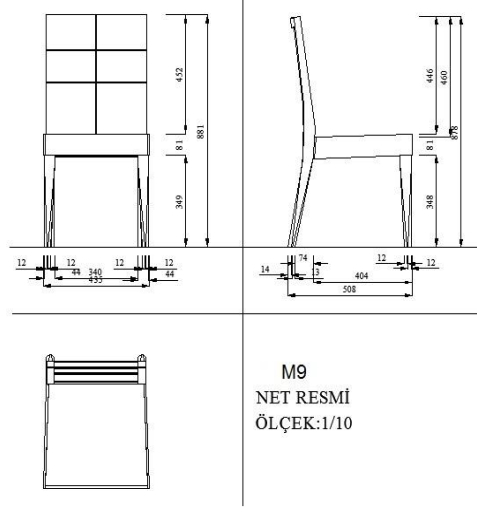
Arka ayak bağlantısı tamamlanan sandalyenin, daha sonra da ön ayağının montajı yapılmıştır (Şekil 3.56.). Ön ayak bağlantısı yapılan sandalyede oturma yeri fontu montajı M6x53 vida ve alyan anahtarı yardımıyla yapılmıştır. Sandalyenin oturma fontu bağlantısı yapıldıktan sonra sandalyede zeminden dolayı oluşan dengesizliği almak ve sürtünmeden dolayı çizilmeleri önlemek için, ayarlı pabuç kullanılmıştır. Böylece montaj işlemi tamamlanmıştır.



Şekil 3. 56. Sandalye oturma yeri fontu montajı

3.5.1.9.M9 modeli sandalyenin teknik özellikleri ve montaj süreci

M9 modeli sandalyeye ilişkin teknik resim ve fotoğraf şekil 3.57.' de gösterilmiş olup, sandalye modelinin parça ölçüleri ve bağlantı özelliklerine ilişkin detaylar ise Çizelge 3.17. ve 3.18.' de verilmiştir.



Şekil 3. 57. M9 modeli sandalye resmi ve net resmi

Çizelge 3. 17. M9 modeli sandalye parça ölçüleri

Eleman adı	Boy (mm)	Genişlik (mm)	Kalınlık (mm)
Ön ayak (üst/alt)	420	44/36/27	44/36/27
Arka ayak(üst/orta/alt)	875	32,5	25/41/30
Yan kayıt (üst/alt)	353/359	66	22
Sırt alt kayıt	343	40	33
Sırt üst kayıt	343	40	33
Ön kayıt	340	66	22

Çizelge 3. 18. M9modeli sandalye parça bağlantı türü, bağlantı aksesuarı, kullanılan malzeme

Birleştirme Elemanı	Birleştirme Tekniği	Bağlantı Elemanı Sayısı	Kullanılan malzeme çeşidi	Kullanılan bağlantı elemanı
Ön ayak-yan kayıt	Cıvata-Zamak Dübel	2	Ön Ayak Masif-Yan kayıt Kontra	Cıvata AkbM6x40 Özel
Arka ayak-yan kayıt	Cıvata-Zamak Dübel	2	Arka Ayak Papel-Yan kayıt Kontra	Cıvata Akb M6x45 Özel
Arka ayak	Zıvana	2	Kayın papel	-----
Ön ayak	Zıvana	2	Kayın kereste	-----
Sırt alt kayıt	Zıvana	2	Kayın kereste	-----
Sırt üst kayıt	Zıvana	2	Kayın kereste	-----
Ön ara kayıt	Zıvana	2	Kayın kontra	-----

Montajı yapılacak sandalyenin malzemelerinin kutudan çıkartıldıktan sonraki hali fotoğraf ekil 3.58.' de görülmektedir. Kutudan çıkan sandalye parçaları; 1 adet üretici firma tarafından montajı yapılan arka ayak arkalık kısmı, sabitlenmiş n ayaklar, 2 adet sağ-sol yan kayıt, 1 adet oturma yeri fontu, montaj aksesuarı, garanti belgesi ve montaj kılavuzu olarak sıralanmaktadır (ekil 3.58.).



Şekil 3. 58. Sandalye kutu içinden çıkan parçalar

Firma tarafından montajı yapılmış olarak gönderilen sandalye n ayaklarına, yan kayıtların bağlantısı 2 kavela ve M6x65 saplama sistemi ile yapılmaktadır. Bu bağlantıyı yaparken üretici firma tarafından n ayaklara sabitlenmiş olan zamak dübele M6x65 saplamalar el yardımıyla sabitlenmektedir. Kavela deliklerine montaj aksesuarlarının içerisinde gönderilmiş olan tutkal tüpünde bulunan tutkal dökülerek yan kayıtın çıkması engellenmiştir. Bu durum ekil 3.59.'da gösterilmiştir.



Şekil 3. 59. M9 sandalye ön ayak-yan kayıt montajı

Şekil 3.60.'ta tutkal dökülen kavela deliklerine sağ-sol yan kayıtlar getirilerek, özel pul ve somun yardımıyla bağlantı yapılmaktadır. Montaj aksesuarı ile gönderilen 10-13 anahtar vasıtası ile somun sıkılarak, ön ayak yan kayıt montajı tamamlanmakta, daha sonra da arka ayak arkalık montajı yapılmıştır. Şekil 3.60.'ta sandalye ön ayak-yan kayıt montajı gösterilmiştir.



Şekil 3. 60. M9 sandalye ön ayak-yan kayıt montajı

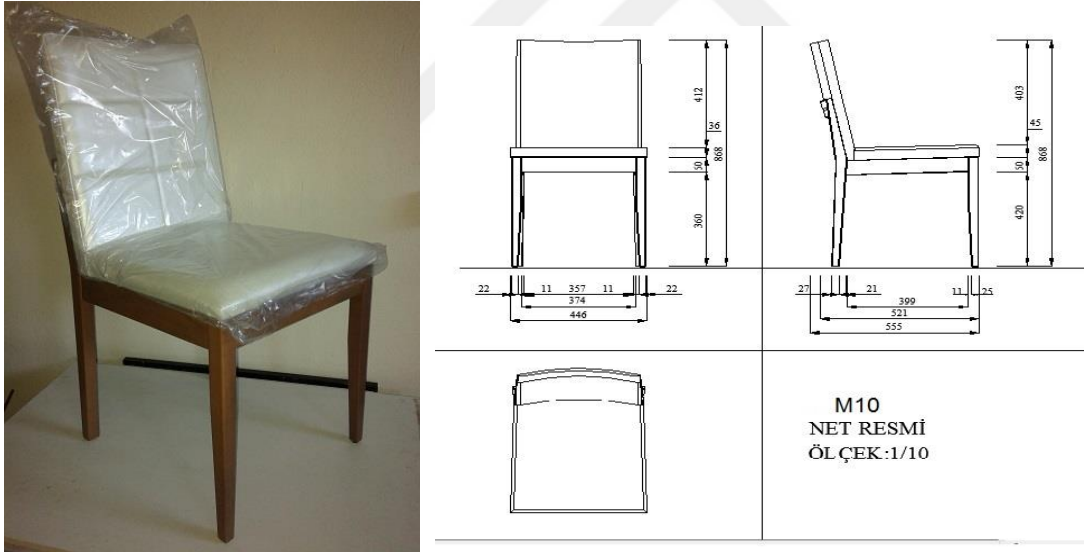
Ön ayak yan kayıt bağlantıları yapılan sandalyeye arka ayak bağlanmasında M6x9 tırnaklı perçin ile M6x75 faturalı saplama kullanılmaktadır. Zıvana içerisinde bulunan M6x9 tırnaklı perçin (T-Nut) montaj aksesuarına M6x75 faturalı saplama elle sabitlenerek zıvana tutkalanmıştır. Tutkallama işleminden sonra, yan kayıta M6 özel pul ve M6 özel fiberli somun yerine takılmakta ve 10-13 no'lu anahtar ile M6 özel fiberli somun sıkılmaktadır. Sandalyenin ön ayakları ile arka ayak, arkalık bağlantısını sağlayan yan kayıtların montajı tamamlandıktan sonra sandalyenin oturma fontu M6x63 AHB vida ile bağlanmıştır. Bu bağlantı şekil 3.61.'de gösterilmiştir. Montajı tamamlanan sandalyede zeminden dolayı oluşan dengesizliği almak ve sürtünmeden dolayı çizilmeleri önlemek için ayarlı pabuç kullanılmıştır.



Şekil 3. 61. M9 Sandalye arka ayak-yan kayıt ve oturma yeri fontu montajı

3.5.1.10.M10 modeli sandalyenin teknik özellikleri ve montaj süreci

M10 modeli sandalyeye ilişkin teknik resim ve fotoğraf şekil 3.62.' de gösterilmiş olup, sandalye modelinin parça ölçüleri ve bağlantı özelliklerine ilişkin detaylar ise Çizelge 3.19. ve 3.20.' de verilmiştir.



Şekil 3. 62. M10 modeli sandalye resmi ve net resmi

Çizelge 3. 19. M10 modeli sandalye parça ölçüleri

Eleman adı	Boy(mm)	Genişlik(mm)	Kalınlık(mm)
Ön ayak (üst/ alt)	420	33/22	33/22
Arka ayak	647	31	27
Yan kayıt (üst/alt)	399/402	60	22
Üst kayıt (üst/ alt)	376/349	70	18
Font alt kayıt (üst/alt)	370/372	40	22
Font profili yatay	20*20	440	420
Font profili dikey	20*20	554	420

Çizelge 3. 20. M10 modeli sandalye parça bağlantı türü, bağlantı aksesuarı, kullanılan malzeme

Birleştirme Elemanı	Birleştirme Tekniği	Bağlantı Elemanı Sayısı	Kullanılan Malzeme çeşidi	Kullanılan bağlantı elemanı
Ön ayak-yan kayıt	Cıvata-Zamak Dübел Kavela	2	Ön Ayak Masif Yan kayıt Kontra	Uzun Saplama75'lik Cıvata Cıvata Akb M6x45 Özel Pul, Fiber Somun
Arka ayak-yan kayıt	Cıvata-Zamak Dübел kavela	2	Arka Ayak Papel- Yan kayıt Kontra	Uzun Saplama 75'lik Cıvata Özel Pul Fiber Somun
Arka kayıt	Cıvata-zamak dübel	2	Kayın kereste	Cıvata Akb M6x45 Özel
Ön ayak	Zıvana(35*11,5)	-----	Kayın	Zıvana
Arka ayak	Zıvana(40*13)	-----	Kayın	Zıvana
Üst kayıt	Zıvana(40*13)	-----	Kayın papel	Zıvana
Oturma fontu	Kaynak	(kaynaklı)	20*20 metal profil	Kaynak

Montajı yapılacak sandalyenin malzemelerinin kutudan çıkartıldıktan sonraki hali şekil 3.63.' de görülmektedir. Kutudan çıkan sandalye parçaları 1 adet ön ayak 1 adet üretici firma tarafından üretici firmada sevkiyata gitmeden montajı yapılan arka ayak, arkalık kısmı ve oturma yeri fontu, montaj aksesuarı, garanti belgesi ve montaj kılavuzu olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.63.).



Şekil 3. 63. M10 demonte sandalyenin kutu içinden çıkan parçaları

Montajı yapılmış olarak gönderilen sandalye ön ayaklarına, yan kayıtların bağlantısı 2 kavela ve M6x65 saplama sistemi ile yapılmaktadır. Bu bağlantıyı yaparken üretici firma tarafından ön ayaklara sabitlenmiş olan zamak dübele M6x65 saplamalar el yardımıyla sabitlenmektedir. Kavela deliklerine montaj aksesuarlarının içerisinde gönderilmiş olan tutkal tüpünde bulunan tutkal dökülerek yan kayıtın çıkması engellenmiştir. Bu durum şekil 3.64.' te gösterilmiştir.



Şekil 3. 64. Sandalye ön ayak-yan kayıt montajı

Tutkallanan kavela deliklerine yan kayıtlar getirilerek, özel pul ve somun yardımıyla bağlantı yapılmaktadır. Montaj aksesuarı ile gönderilen 10-13 anahtar vasıtası ile somun sıkılarak ön ayak yan kayıt montajını tamamlanmış, daha sonra da arka ayak ve arkalık montajı yapılmıştır. Montaj aşamaları şekil 3.65.'te gösterilmiştir.



Şekil 3. 65. M10 sandalye ön ayak-yan kayıt montajı

Ön ayak yan kayıt bağlantıları yapılan sandalyeye arka ayak arkalığının bağlanmasında 2 kavela deliği ve firma tarafından montaj edilmiş sağ ve sol olmak üzere 2 adet zamak dübel kullanılmaktadır. Kavela deliklerine tutkal döküldükten sonra özel M6x75 cıvatanın, alyan anahtarı yardımı ile bağlantısı yapılmıştır. Bu işlemler şekil 3.66.' da gösterilmiştir.



Şekil 3. 66. M10 sandalye arka ayak-yan kayıt montajı

Şekil 3.66.' da görüldüğü gibi, yan kayıt bağlantısı yapılan sandalyeye arka kayıt montajı özel cıvata M6x45 ile yapılmaktadır. İskelet montajı tamamlanan sandalyenin oturma yeri fontu AHB M6x53 ile monte edilmektedir. Oturma yeri fontu montajı şekil 3.67.' de gösterilmiştir. Montajı tamamlanan sandalyede zeminden dolayı oluşan dengesizliği almak ve sürtünmeden dolayı çizilmeleri önlemek için ayarlı pabuçlar kullanılmıştır.



Şekil 3. 67. M10 sandalye oturma yeri fontu montajı

3.6. Deneş Deseni

Bu alışma kapsamında deneş sandalyeleri üretici firma tarafından tasarlanmış ve seçilmiştir. 10 farklı model sandalye, 3 test yöntemi ve her bir model sandalyeden 5'er adet sandalye olmak üzere (10 x 3 x 5) toplam 150 adet 1/1 ölçekli sandalyelerin modern yöntemler ile (seri üretim tipi) üretimi yapılmıştır. Demonte olarak üretilen sandalyeler paketlenerek test edilmek üzere Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Bölümü atölyesine gönderilmiştir. Gönderilen sandalyeler kurulum kılavuzuna uygun olarak montajı yapılarak teste hazır hale getirilmiştir. Hazırlanan sandalyeler şekil 3.68.'de ve deneme deseni izelge 3.21.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 68. Montajı yapılacak sandalyenin paketteki hali ile montajı tamamlanan sandalyeler

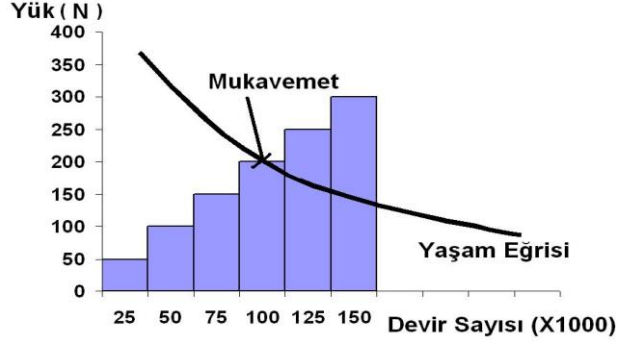
Çizelge 3. 21. Deneme desenine göre test edilecek toplam sandalye sayısı

Model numarası	Test yöntemi (önden arkaya devirli yükleme testi)	Test yöntemi (arkadan öne devirli yükleme testi)	Test yöntemi (yanal devirli yükleme testi)
M1	5	5	5
M2	5	5	5
M3	5	5	5
M4	5	5	5
M5	5	5	5
M6	5	5	5
M7	5	5	5
M8	5	5	5
M9	5	5	5
M10	5	5	5
	50	50	50
Mevcut modeller	150 Adet Mevcut Sandalye		
Optimize modeller	150 Optimize Edilmiş sandalye		
TOPLAM	150 150 = 300 Sandalye		

3.7. Deneilerin Yapılışı

Deneiler, Muğla Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde yapılmıştır. Kullanılan performans test ekipmanı, Amerika' da sandalyeler için geliştirilmiş olan American Library Association (ALA) test yöntemlerindeki esaslara göre çalışmaktadır.

Test sisteminin metodolojisinde, kullanıcıların yük uygulama eylemlerini, bir başka ifadeyle sandalyelerin gerçek kullanım şartlarını en rasyonel şekilde temsil eden “devirli basamaklı artan yüklem” (cyclic stepped increasing load) metodu kullanılmaktadır. Bu metot, yaşam eğrisi ile zorlayıcı kuvvetlerin etkilerinin ilk kesişim noktasını belirleyerek herhangi bir ürünün, yaşam süresi boyunca karşılaşacağı muhtemel zorlanmalara karşı gösterebileceği performansını en iyi şekilde simüle etmektedir (Şekil 3.69.).



Şekil 3. 69. Devirli basamaklı yükleme metodu programı ve yaşam eğrisi ile ilk kesişim noktası

Bu metotta her bir performans testi için kullanılan önceden belirlenmiş kritik parametreler;

- Başlangıç yükü (N)
- Yük artış değeri (N)
- Her kademedeki devir sayısı (devir)
- Devir oranı (dev/dak)
- Toplam devir sayısı (devir)' dir.

Devirli basamaklı artan yükleme metodunda, her bir performans testi için önceden belirlenmiş olan bir yük değeri belli devir sayısında ve oranında mobilya sitemine uygulanmaktadır. Bu aşama tamamlandığında, yük değeri yine önceden belirlenmiş bir oranda arttırılarak birinci aşamadaki işlemler tekrarlanır. Bu işlemler, kabul edilebilir tasarım yük değerlerine ulaşıncaya veya mobilyada herhangi bir açılma, kırılma vb. gibi deformasyonlar meydana gelinceye kadar devam ettirilir. Her aşamadaki devir sayısı 25000 devir olarak uygulanmakta ve devir oranı yaklaşık olarak 20 dev/dak alınmaktadır. Test edilen bir mobilyanın performansı, 25000 devri başarıyla tamamlayan en büyük yük değeri olarak kabul edilmektedir. Daha sonra da bu performans değeri, standartta hafif, orta ve ağır hizmet kullanımları için önceden belirlenmiş olan kabul edilebilir tasarım yük değerleri ile karşılaştırılmak suretiyle dayanıklılık konusunda değerlendirmeler ve gerekli optimizasyonlar yapılabilmektedir.

Bu deney yönteminde, “*hafif kullanımlar*” ev içi ve özel mekânlardaki kullanımları, “*orta kullanımlar*” çok yoğun olmayan büro vb. mekânlardaki kullanımları, “*ağır kullanımlar*” ise yoğun kullanımı olan hastane, okul, kütüphane, hava alanı, vb. mekânlardaki kullanımları temsil etmektedir (Eckelman ve Erdil, 2001).

Sandalyeler için geliştirilmiş olan performans test metotlarında, karakteristik sandalye kullanıcı pozisyonları ve yükleme dereceleri kategorilere ayrılarak tanımlanmıştır. Buna göre sandalye kullanıcılarının birçok değişik pozisyondaki aksiyonlarından özellikle sandalye sistemini, elemanlarını ve birleştirmelerini zorlayanlardan en kritik olanları temsil edecek 6 yükleme biçimi belirlenmiştir. Bunlar, kullanıcıların sandalyeye oturması ve arkalığa dayanması, arkalığa dayanarak yaslanması, bir ileri bir geri hareket yaparak periyodik yükleme yapması, yanal yüklemelerle sandalyeye yaslanması ve kolçakları yanlara doğru itmesi gibi sandalye sisteminde, elemanlarında ve birleştirmelerinde gerilmeler meydana getirecek eylemlerdir. Bu eylemler dizisi bir sandalyenin performansını etkileyebilecek yaşamı boyunca karşılaşılabileceği muhtemel zorlanmalardan en önemli ve kritik olanlarıdır. Bir sandalyenin performansı, bu tür zorlanmalara karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanabilir. Bu bağlamda, bir sandalyenin performansını tahmin edebilmek için geliştirilen spesifik test metotları şunlardır.

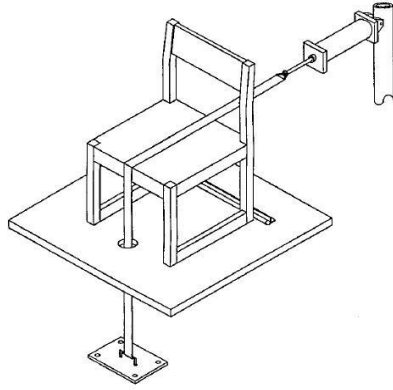
- a. Sandalye oturma çerçeve sistemine düşey yönde devirli yükleme testi
- b. Oturma çerçeve sistemine önden arkaya devirli yükleme testi
- c. Oturma çerçeve sistemine arkadan öne devirli yükleme testi
- d. Oturma çerçeve sistemine yanal devirli yükleme testi
- e. Kolçaklara yanal devirli yükleme testi

Bu çalışmada, deney sandalyelerine test standardında belirtilen yükleme metotlarından “oturma çerçeve sistemine önden arkaya devirli yükleme testi”, “oturma çerçeve sistemine arkadan öne devirli yükleme testi” ve “oturma çerçeve sistemine yanal devirli yükleme testi” uygulanmıştır. Uygulanan test metoduna ait detaylı bilgiler bir alt başlıkta detaylı olarak anlatılmıştır.

3.7.1. Deney sandalyelerinin önden arkaya devirli yükleme testi

Bu test yöntemi, sandalye oturma çerçevesi sisteminin önden arkaya doğru itilerek zorlanmasını ve bu yüklemenin sandalyede kalıcı deformasyon, birleştirme yerlerinde açılma, elemanlarda kırılma vb. oluncaya kadar devam ettirilmesini konu almaktadır. Bu testin amacı yan çerçevelerdeki (ikileme) birleştirmelerin mukavemetinin test edilmesidir. Yan çerçevedeki birleştirmelerde, tutkal kullanımının uygunluğu, miktarı, uygulanan birleştirme konstrüksiyonlarının tekniğine uygun yapıp yapılmadığının anlaşılmasını sağlayacak bir testtir. Bu yükleme biçimi, kullanım sırasında sandalyede oturma ve aynı anda arkaya yaslanma eylemini temsil eder (Eckelman, 1988).

Deneylerde dakikada 20 devir olacak şekilde önden arkaya doğrultuda ve yatay yönde bir yükleme yapılmıştır (Şekil 3.70.). Deneylere 445 N' luk bir yükleme ile başlanmış olup, her başarılı tamamlanan 25000 devir sonrası yük değeri 112 N arttırılmak suretiyle testlere devam edilmiştir. Her tamamlanan 1113 N' luk yük değerinden sonra, yük artışı değeri 112 N' dan 224 N' a çıkarılmıştır (Eckelman, 1988).



Şekil 3. 70. Önden arkaya yükleme test düzeneği ve yükleme biçimi

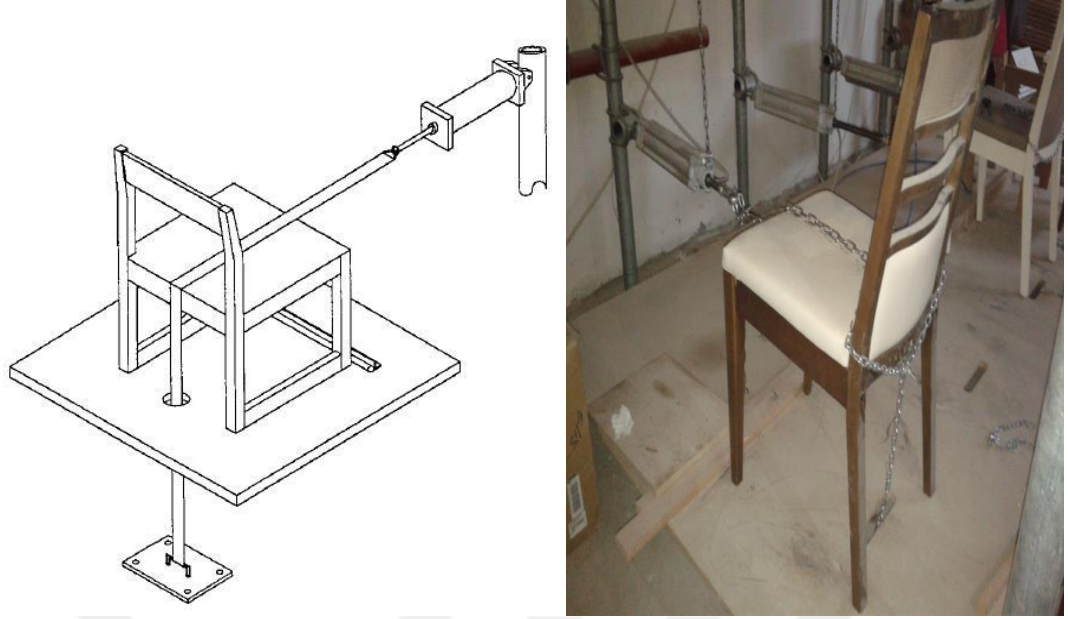
Deney düzeneğinde, fotoğraf şekil 3.70.'de görüldüğü gibi, deney sandalyesinin arka ayaklarının arka kısmına, sandalyenin arkaya doğru kaymasını engellemek amacıyla destek parçaları yerleştirilmiştir.

Önden arkaya yükleme, pistona kitli bir Şekilde tutturulmuş bir zincir yardımıyla yapılmış olup, çekme yükünü uygulayacak pistona bağlı olan yükleme zinciri, sandalyenin genişlik yönünde tam ortasında yer almıştır. Deneylerde yüklemeler sandalye elemanlarında kırılma, birleştirme yerlerinin açılması vb. gibi aşırı deformasyon hali oluşup, yük taşıma özelliği kayboluncaya kadar bu sistemde arttırılarak devam etmiş ve sandalyenin kırıldığı andaki devir sayısı ve yük değeri sandalyenin yaşam ömrü olarak kaydedilmiştir (Eckelman, 1988). Daha sonra bu değerler, ALA' da verilen hafif, orta ve ağır kabul edilebilir tasarım yükleri ile karşılaştırılmıştır. ALA' da verilen hafif, orta ve ağır kabul edilebilir servis yükleri sırasıyla 1335 N, 1557 N ve 1780 N' dur.

3.7.2. Deney sandalyelerinin arkadan öne devirli yükleme testi

Bu test yöntemi, sandalye oturma çerçevesi sisteminin arkadan öne doğru itilerek zorlanmasını ve bu yüklemenin sandalyede kalıcı deformasyon, birleştirme yerlerinde açılma, elemanlarda kırılma vb. oluncaya kadar devam ettirilmesini konu almaktadır. Bu testin amacı, önden arkaya yükleme testinde olduğu gibi, yan çerçevelerdeki birleştirmelerin mukavemetinin test edilmesidir. Yükleme yönünün değiştirilmesi halinde, yan çerçevedeki birleştirmelerde, tutkal kullanımının uygunluğu, miktarı, uygulanan birleştirme konstrüksiyonlarının tekniğine uygun yapılıp yapılmadığının anlaşılmasını sağlayacak bir testtir. Bu yükleme biçimi, kullanım sırasında sandalyede oturma ve aynı anda öne doğru eğilme, öne doğru hareket etme, arkaya doğru sandalyenin ön ayaklarını yerden kaldıracak Şekilde yaslanma ve aniden öne bırakma vb. gibi eylemleri temsil etmektedir (Eckelman, 1988).

Deneylerde dakikada 20 devir olacak Şekilde arkadan öne doğrultuda ve yatay yönde bir yükleme yapılmıştır (Şekil 3.71.). Deneylere 445 N' luk bir yükleme ile başlanmış olup, her başarılı tamamlanan 25000 devir sonrası yük değeri 112 N arttırılmak suretiyle testlere devam edilmiştir. Her tamamlanan 1113 N' luk yük değerinden sonra, yük artışı değeri 112 N' dan 224 N' a çıkarılmıştır (Eckelman, 1988).



Şekil 3. 71. Arkadan öne yükleme test düzeneği ve yükleme biçimi

Deney düzeneğinde, fotoğraf şekil 3.71.' de görüldüğü gibi, prototip deney sandalyesinin ön ayaklarının ön alt kısmına, sandalyenin öne doğru kaymasını engellemek amacıyla destek parçaları yerleştirilmiştir. Arkadan öne yükleme, pistonla kilitli bir şekilde tutturulmuş bir zincir yardımıyla yapılmış olup, çekme yükünü uygulayacak pistonla bağlı olan yükleme zinciri, sandalyenin genişlik yönünde tam ortasında yer almıştır.

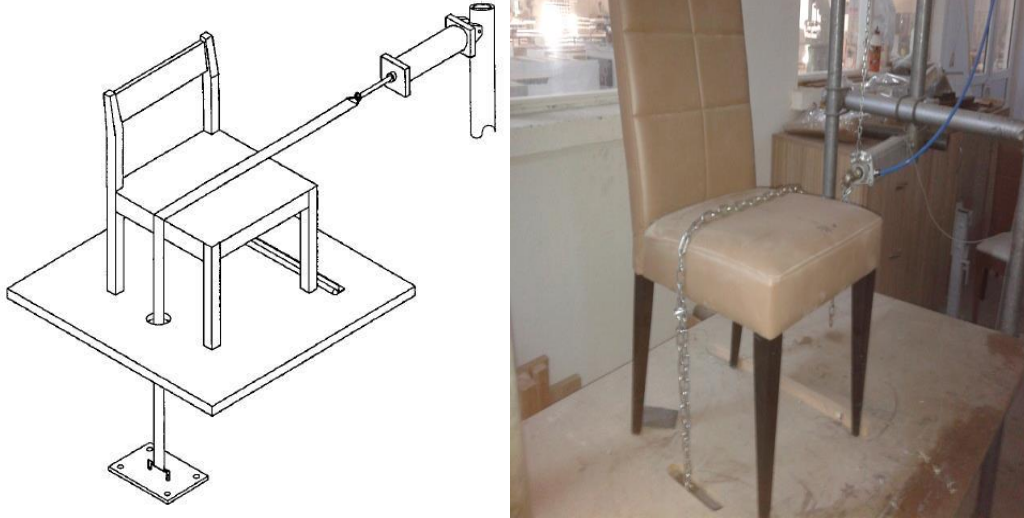
Deneylede yüklemeler sandalye elemanlarında kırılma, birleştirme yerlerinin açılması vb. gibi aşırı deformasyon hali oluşup, yük taşıma özelliği kayboluncaya kadar bu sistemde arttırılarak devam etmiş ve sandalyenin kırıldığı andaki devir sayısı ve yük değeri sandalyenin yaşam ömrü olarak kaydedilmiştir (Eckelman, 1988). Daha sonra bu değerler ALA' da verilen hafif, orta ve ağır kabul edilebilir tasarım yükleri ile karşılaştırılmıştır. ALA' de verilen hafif, orta ve ağır kabul edilebilir servis yükleri sırasıyla 1001 N, 1446 N ve 1891 N' dur.

3.7.3. Deney sandalyelerinin yan al devirli yükleme testi

Bu test yöntemi, sandalye oturma çerçevesi sisteminin yana doğru itilerek zorlanmasını ve bu yüklemenin sandalyede kalıcı deformasyon, birleştirme yerlerinde açılma, elemanlarda kırılma vb. oluncaya kadar devam ettirilmesini konu almaktadır.

Bu testin yönteminde esas olan, sandalyenin yan al yöndeki zorlayıcı kuvvetlere karşı göstereceği performansın belirlenmesidir. Bu tür yüklemelerle, sandalye kullanıcıların herhangi bir sebeple yana doğru eğilmesi, uzanması veya özellikle yan taraflarındaki bir kişi ile sohbet etme esnasında kolçağa doğru yaslanarak sandalyeyi yan al yönde zorlaması gibi eylemlerde karşılaşılır.

Bu testin amacı yan çerçevesi birbirine bağlayan elemanların (n kayıt, arka kayıt, ara kayıtlar) birleştirme yerlerinin mukavemetinin test edilmesidir. Bu test yöntemi, anılan birleştirmelerde, tutkal kullanımının uygunluğu, tutkal miktarı, uygulanan birleştirme konstrüksiyonlarının tekniğine uygun yapılıp yapılmadığının anlaşılmasını sağlayacak bir testtir (şekil 3.72.).



şekil 3. 72. Yan al yükleme test düzeneği ve yükleme biçimi

Deneyleerde dakikada 20 devir olacak Şekilde arkadan öne doğrultuda ve yatay yönde bir yükleme yapılmıştır. Deneyleere 223 N' luk bir yükleme ile başlanmış olup, her başarılı tamamlanan 25000 devir sonrası yük değeri 112 N arttırılmak suretiyle testlere devam edilmiştir. Her tamamlanan 1113 N' luk yük değerinden sonra, yük artışı değerini 112 N' dan 224 N' a çıkarılmıştır.

Deney düzeneğinde, fotoğraf şekil 3.72.'de görüldüğü gibi, deney sandalyesinin yan alt kısmına, sandalyenin yana doğru kaymasını engellemek amacıyla destek parçaları yerleştirilmiştir. Yanal yükleme, pistonla kilitli bir şekilde tutturulmuş bir zincir yardımıyla yapılmış olup, çekme yükünü uygulayacak pistonla bağlı olan yükleme zinciri sandalyenin derinlik yönünde tam ortasında yer almıştır.

Deneyleerde yüklemeler sandalye elemanlarında kırılma, birleştirme yerlerinin açılması vb. gibi aşırı deformasyon hali oluşup, yük taşıma özelliği kayboluncaya kadar bu sistemde arttırılarak devam etmiş ve sandalyenin kırıldığı andaki devir sayısı ve yük değerini sandalyenin yaşam ömrü olarak kaydedilmiştir (Eckelman, 1988).

Daha sonra bu değerler ALA' da verilen hafif, orta ve ağır kabul edilebilir tasarım yükleri ile karşılaştırılmıştır. ALA' da verilen hafif, orta ve ağır kabul edilebilir servis yükleri sırasıyla 890 N, 1449 N ve 1891 N' dur.

3.8.Mevcut Sandalyelerin Fiili Deneyleerde Elde Edilen Kuvvetlerle Gerçekleştirilen Yapısal Analiz Programının Kullanılması

Ansys yazılımını mühendislerin mukavemet, titreşim, akışkanlar dinamiği ve ısı transferi ile elektromanyetik alanlarında fiziğin tüm disiplinlerinin birbiri ile olan interaksiyonunu simule etmekte kullanılabilen genel amaçlı bir sonlu elemanlar yazılımıdır. Bu sayede gerçekteleştirilen testlerin ya da çalışma şartlarının simule edilmesine olanak sağlayan ansys ürünlerin henüz prototipleri üretilmeden sanal ortamda test edilmesine olanak sağlar.

Ayrıca sanal ortamdaki 3 boyutlu simülasyonlar neticesinde yapıların zayıf noktalarının tespiti ve iyileştirilmesi ile ömür hesaplarının gerçekleştirilmesi ve muhtemel problemlerin öngörülmesi mümkün olmaktadır. (www.figes.com.tr)

Ansys'in yararları

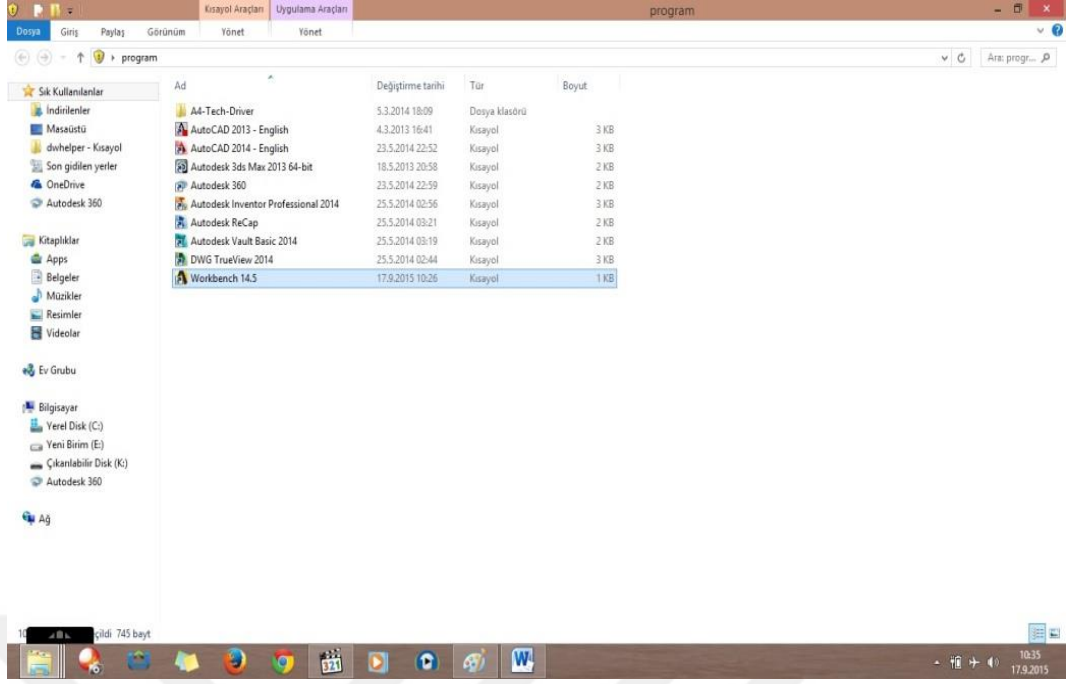
3. Prototip üretme zorunluluğunu ortadan kaldırır.
4. Test süresi fiili teste göre kısa sürdüğü için firmalarda ürünün üretime girme süresi kısalmıştır
5. Bilgisayar ortamında yapıldığı için müdahale olanağı sağlar
6. Ürünün zayıf noktaları üzerinde çeşitli yöntem deneme olasılığını artırır
7. Arge, üretilme ve Kalite yönetim aynı anda aynı ürün üzerinde çalışabilir.

ANSYS'in kullanımı ve testlerin nasıl yapıldığı bir örnek sandalye üzerinde gösterilmiştir. Anlatılacak olan sandalyenin test sonucu gerçeği yansıtmamaktadır.

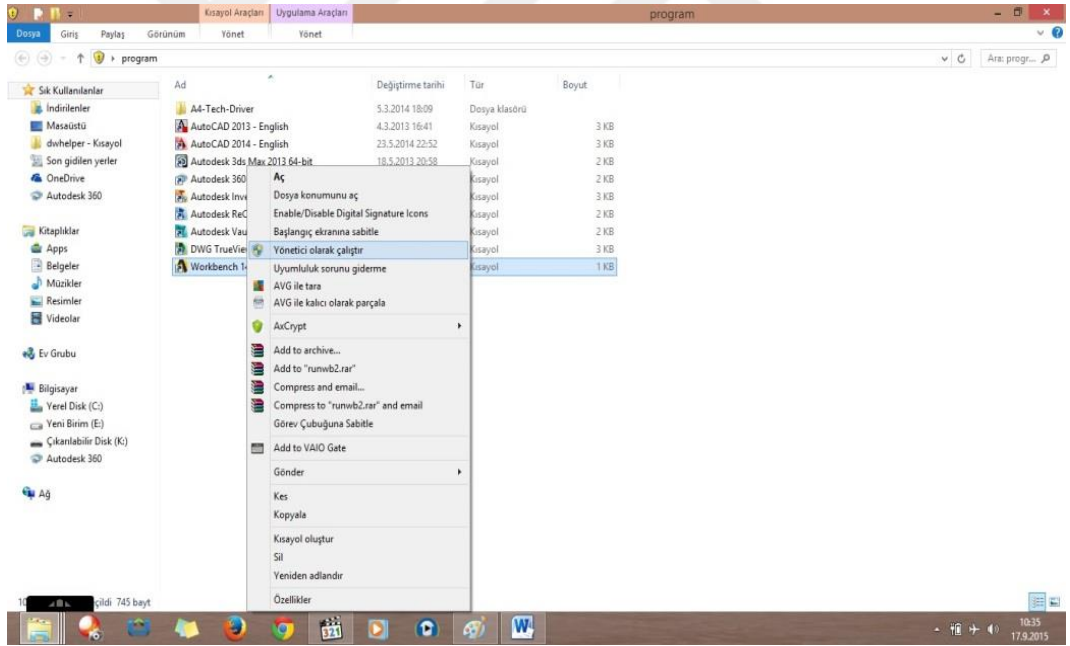
3.8.1. Ansys'in başlatılması

Ansys'in workbench programını kurulu olduğu ya da kısayol oluşturduğunuz yerde workbench kısayol ikonu oluşturulmuştur. Oluşturulan kısayol komutu fotoğraf şekil 3.73'te gösterilmiştir.

Workbench programına fare ile sağ tuşuna basarak yönetici olarak çalıştırılmıştır. Bu işlem şekil 3.74.'te gösterilmiştir.

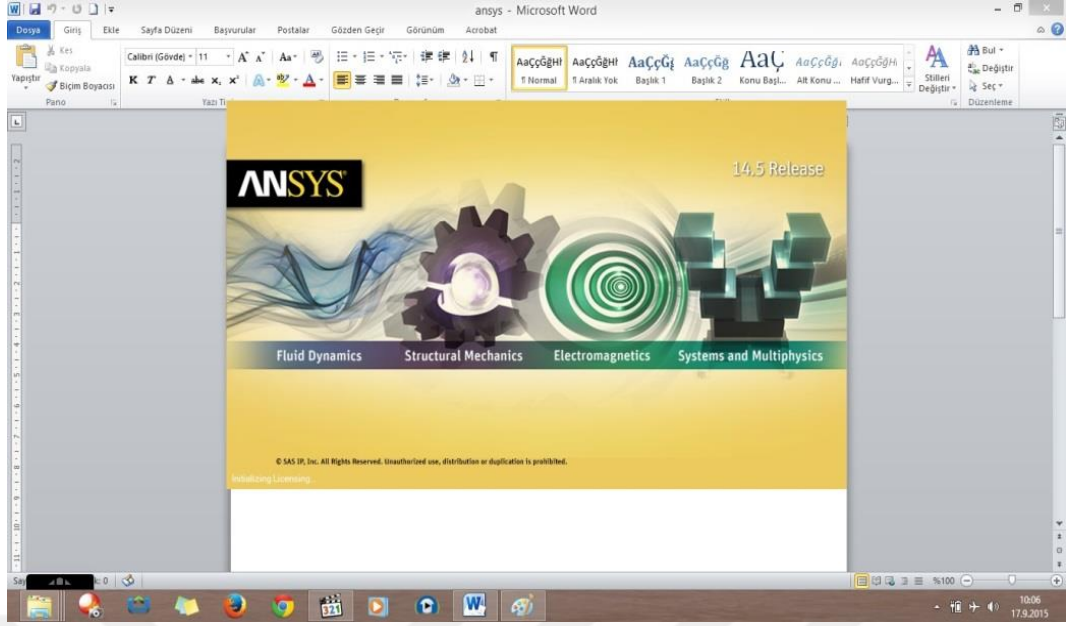


Şekil 3. 73. Ansys programının kısayolunun bulunduğu dosya



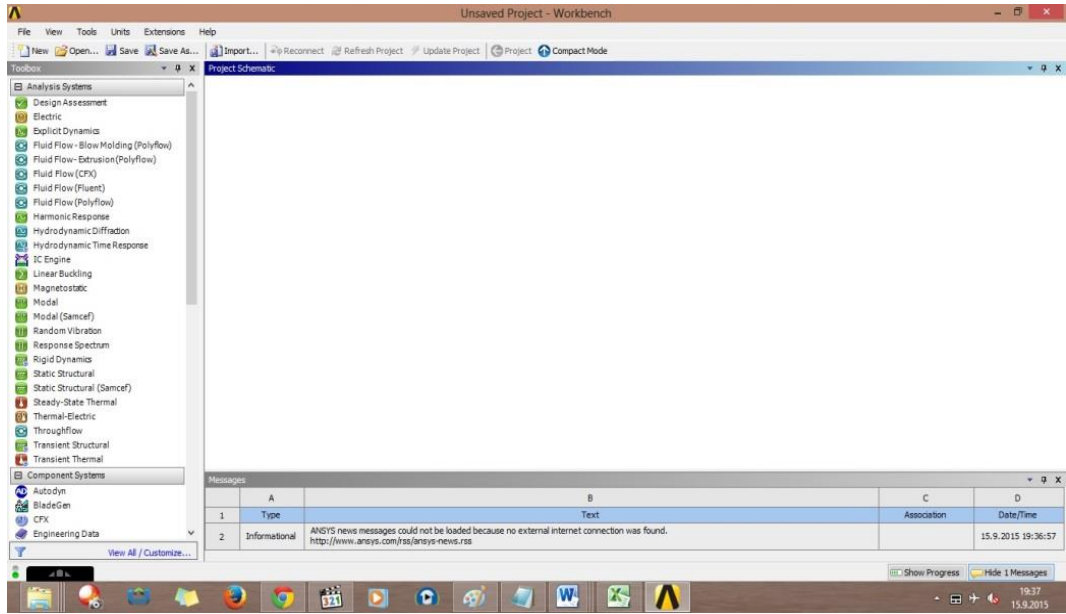
Şekil 3. 74. Ansys'in yönetici olarak çalıştırılması

Programın ilk açılış süresi kullanılan bilgisayarın özelliklerine göre değişmektedir. Programın açılış ekranı şekil 3.75.'te gösterilmiştir.



Şekil 3. 75. Ansys programının başlaması

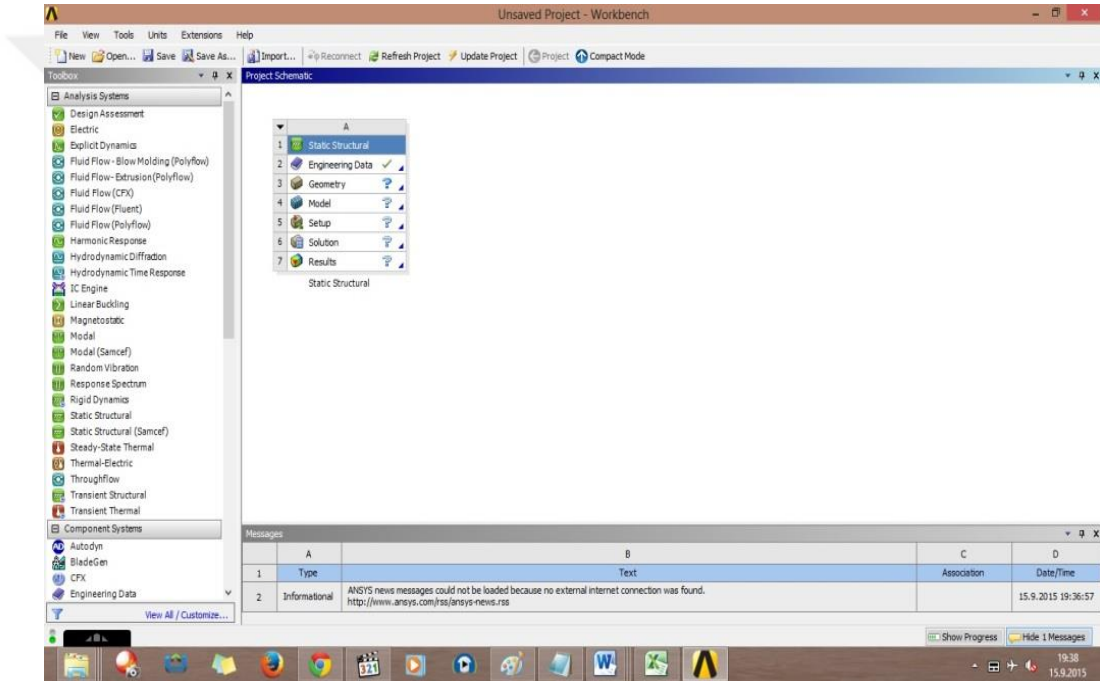
Açılan programda mühendislik dalında yapılan uygulamalar; akışkanlar dinamiği, dinamik, statik, termal, elektrik, elektromanyetik vb. gibi testler yapılmaktadır. Sandalyelerde bu testlerden sadece static structural testi yapılmıştır. Bu modüller şekil 3.76.'da gösterilmiştir.



Şekil 3. 76. Ansys workbench uygulaması ana menüsü

Yapacağımız test statik test olduğu için sol yanda bulunan static structural testini tutarak sağ da bulunan boş alana sürükleyerek bırakılmıştır. Bu testte kullanılacak olan static structural modülü uygulamasının üzerinde bulunan komutlar şekil 3.77.'de gösterilmiştir.

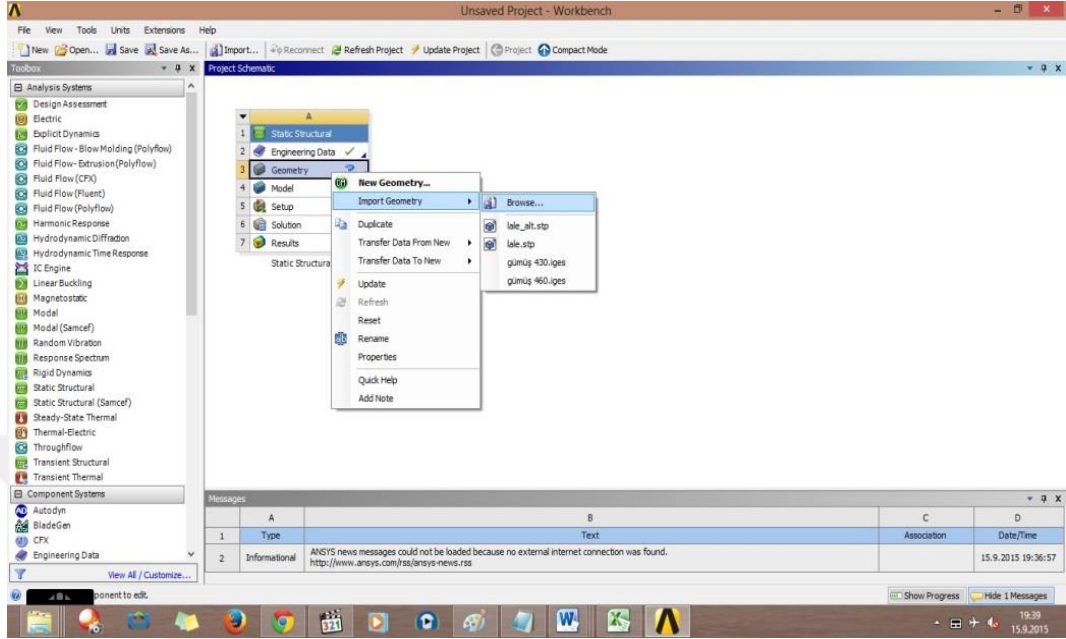
- a. Static structural (Test türü)
- b. Engineering data (kullanılan malzeme özellikleri)
- c. Geometry (test yapılacak geometrik Şekil)
- d. Setup (Mechanical (ANSYS Multiphysics) açılır)
- e. Solution (çözümüne bakılan yer)
- f. Results (sonuçlara bakılan yer)



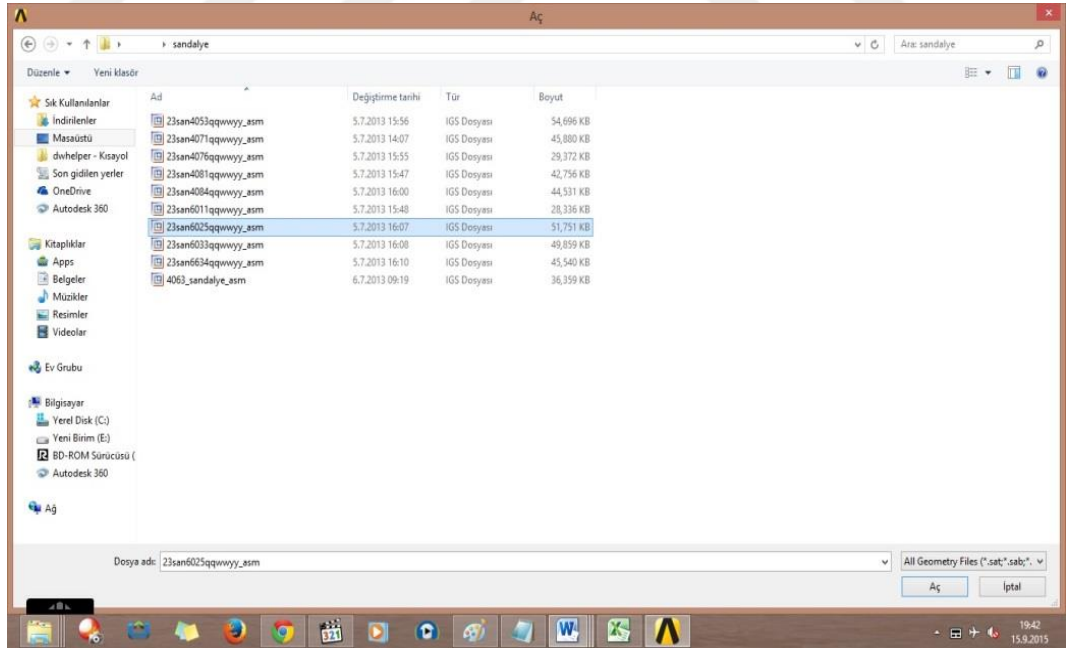
Şekil 3. 77. Static structural menüsü

Geometry üzerine gelerek farenin sağ tuşuna basarak çizimi Yapısal analiz programında yapmak isterseniz new geometrye basarak dizayn modeling de oluşturabilirsiniz. Burada çizim işlemi uzun sürdüğünden dolayı çizimi dışardan almak avantaj sağlamaktadır. Dışardan çizimi alırken import geometry browse den çizimi aldık ancak dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır.

Bu noktalar dışardan alınan çizimlerin uzantıları (stp) olmalıdır. Bu durumlar şekil 3.78. ve şekil 3.79.'de gösterilmiştir. İğes uzantıları bazen kabul edilmemekte ya da kabul edildiğinde ise parçaları bir bütün olarak tanıma hatası vermektedir.

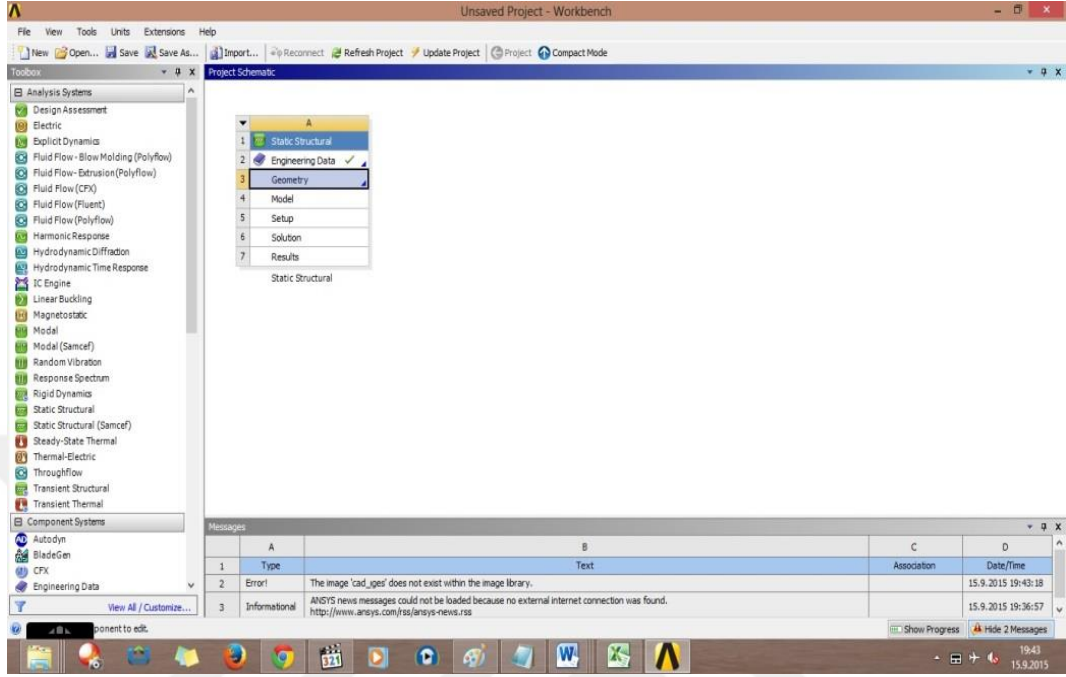


Şekil 3. 78. Ansys'te dışardan çizimin alınması import etme



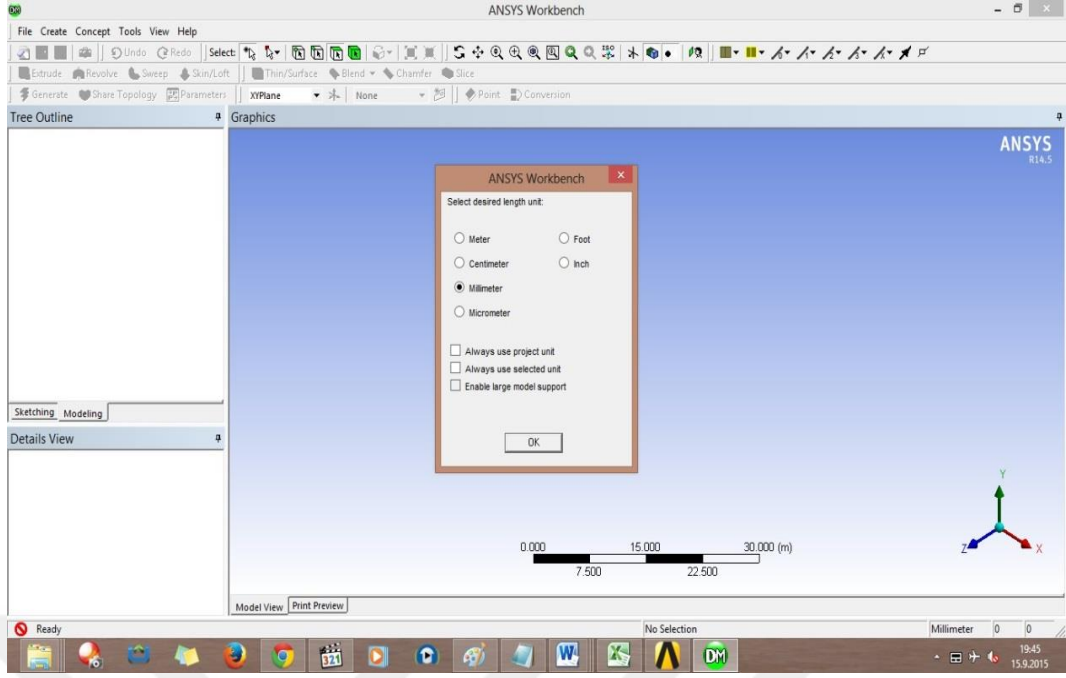
Şekil 3. 79. Ansys'te dışardan çizimin seçilmesi

Çizim dosyası alındıktan sonra çizimi incelemek ve olan küçük hataların düzeltilmesi için geometry üzerine farenin sol tuşuna iki kez basılarak dizayn modelling çalıştırılmıştır. Bu işlem şekil 3.80.'de gösterilmiştir.



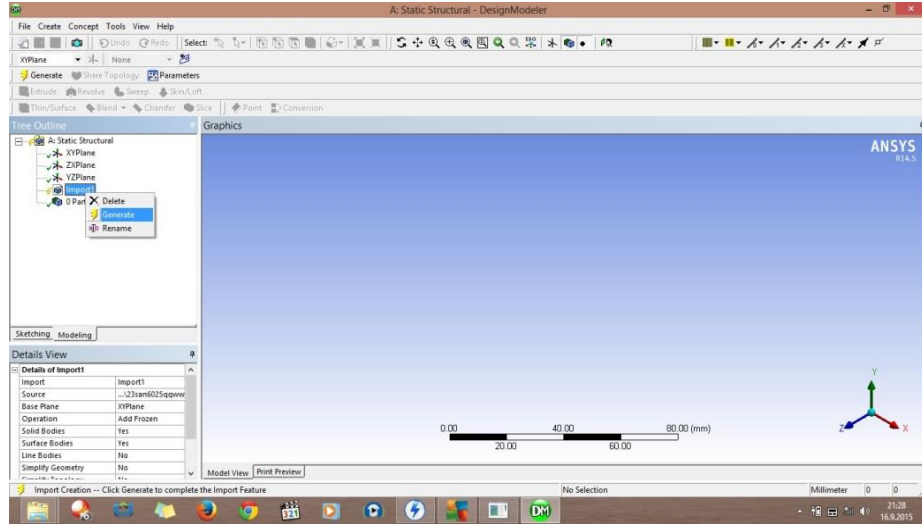
Şekil 3. 80. Dizayn modellingin çalıştırılması

Açılan dizayn modelling'te başlangıçta ölçü birimini bize ne olması gerektiğini soruyor bunu mm işaretleyip ok ikonuna basılarak onaylanmıştır bu işlem şekil 3.81.'de gösterilmiştir.



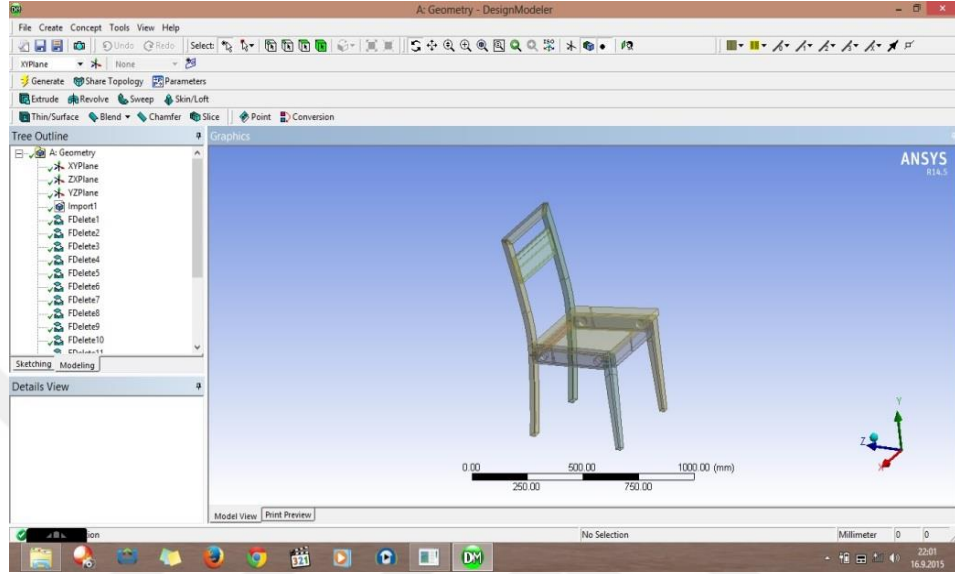
Şekil 3. 81. Dizayn modellingde çizimin ölçü biriminin belirtilmesi

Çağrılan çizimin çalışma sayfasına gelmesini sağlamak için iki yol vardır. Bunlardan 1.seçenek yukarıda bulunan generate ye basılmalı ya da 2. seçenek olarak import üzerine farenin sağ tuşuna basılmak suretiyle generate yapılmıştır. Bu işlem şekil 3.82.'de gösterilmiştir.



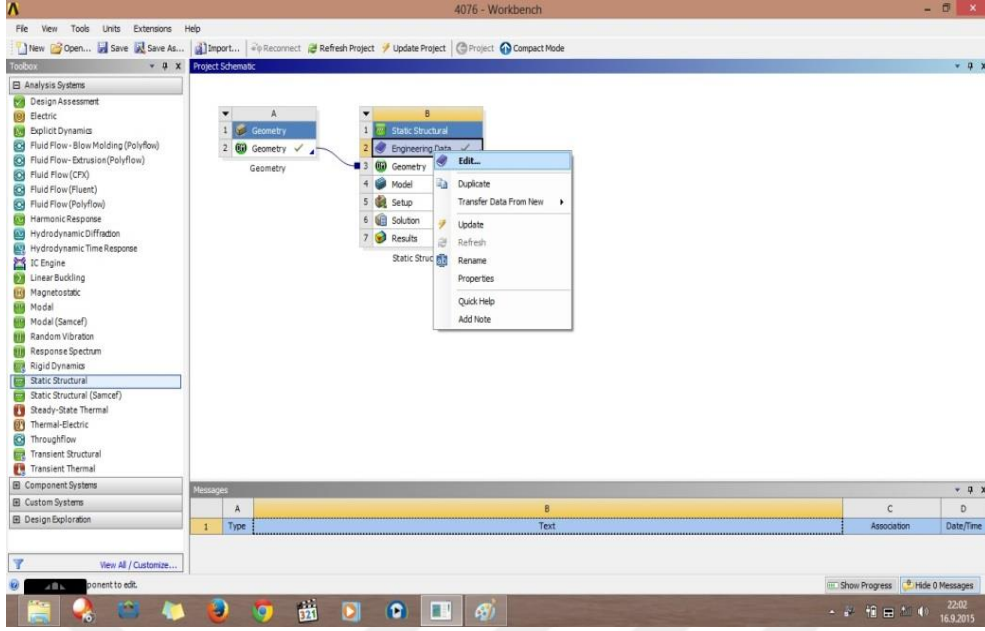
Şekil 3. 82. Çağrılan çizimin çalışma sayfasına getirilmesi

Generate yapıldıktan sonra gelen çizim parçaları kontrolünü burada yaparak gereksiz parçaları, sol tarafta bulunan parçaların üzerine gelerek suppress yaparak gizlenebilir ya da delete (silme) işlemi ile bizim için gerekli olan işlemler yapılmıştır. Yapılan işlemden sonra bu uygulama kapatılmış ve workbench ana sayfasına gelinmiştir. Bu işlem şekil 3.83.'de gösterilmiştir.



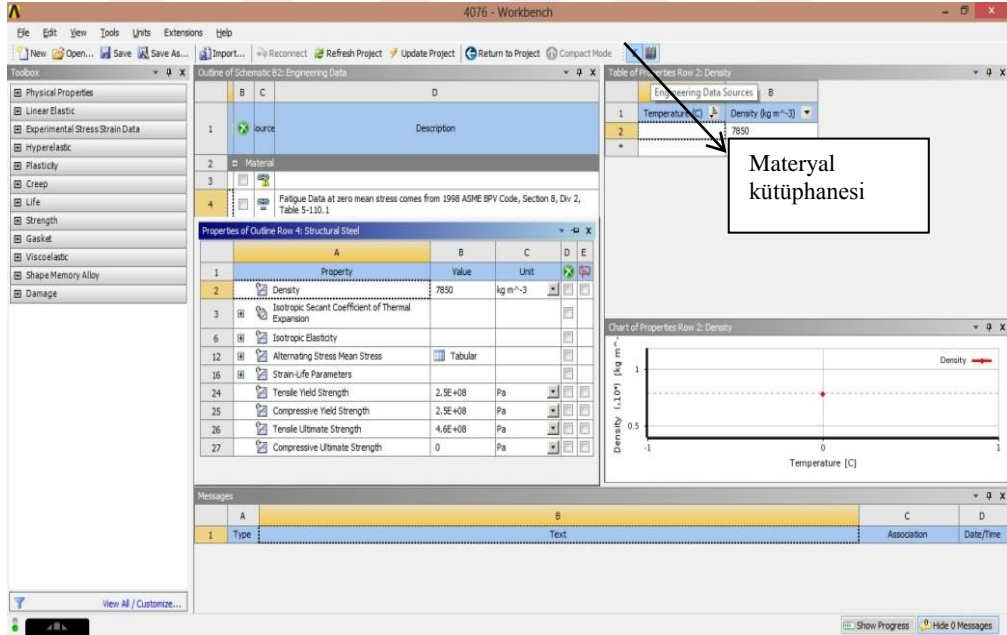
Şekil 3. 83. Gereksiz parçaların gizlenmesi ya da temizlenmesi

Dizayn modelling kapatıldıktan sonra workbench ana menüye geri dönülerek kullanılacak malzemelerin teknik özelliklerinin bulunduğu yer olan Engineering data'ya farenin sağ tuşu ile edit'e basılarak girilmiştir. Bu işlem şekil 3.84.'de gösterilmiştir.



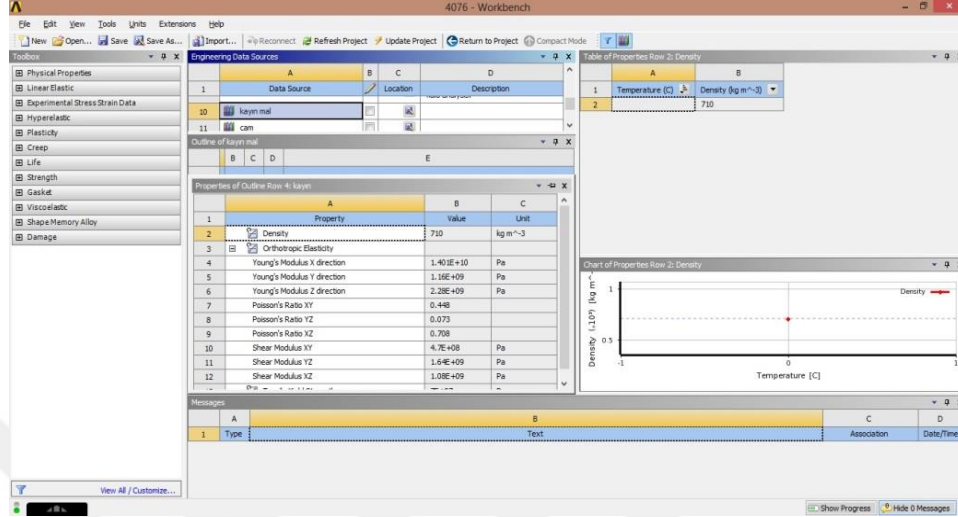
Şekil 3. 84. Materyal kütüphanesinin açılması

Burada kullanılacak olan tüm malzemelerin bulunduğu kısım olan engineering data sources' e girilmiştir. Bu işlem şekil 3.85.'de gösterilmiştir.



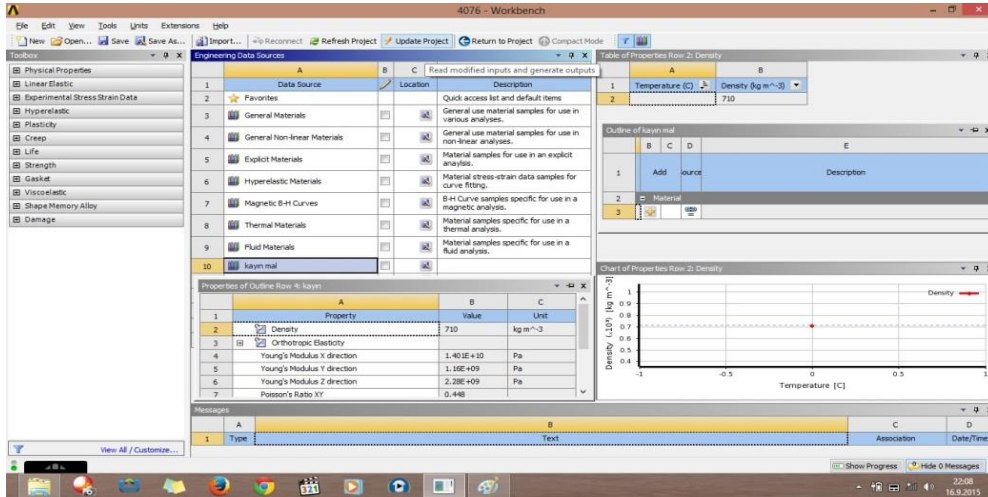
Şekil 3. 85. Materyal kütüphanesinin açılması

Engineering data sources de bulunan materyallerden ihtiyacımız olan materyaller seçilmiştir. Bizim için gerekli olan sandalye iskeleti malzemesi olarak kullanılan kayın ve bağlantı elemanı olarak kullanılacak olan stainless steel (paslanmaz çelik) seçilmiştir. Bu işlemler şekil 3.86.'da gösterilmiştir.



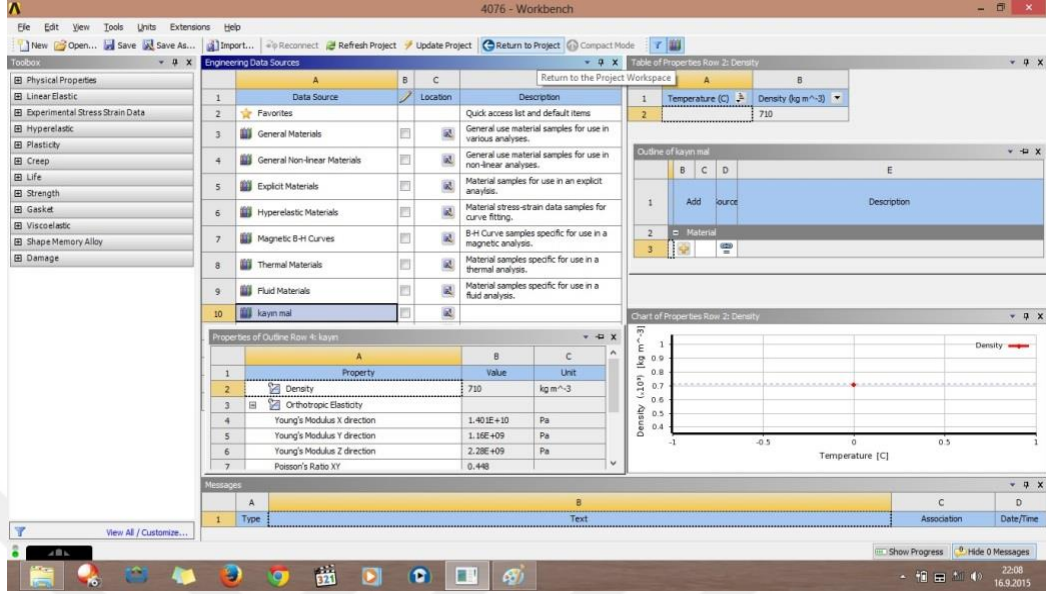
Şekil 3. 86. Kullanılacak materyalin seçilmesi

Seçilen materyalin etkin olup testte kullanılabilmesi için Update Project'e basılmış ve test sırasında seçilen materyallerin aktif olması sağlanmıştır. Sandalyelerin testi sırasında kullanılması için materyaller tanımlanmıştır (Şekil 3.87.).



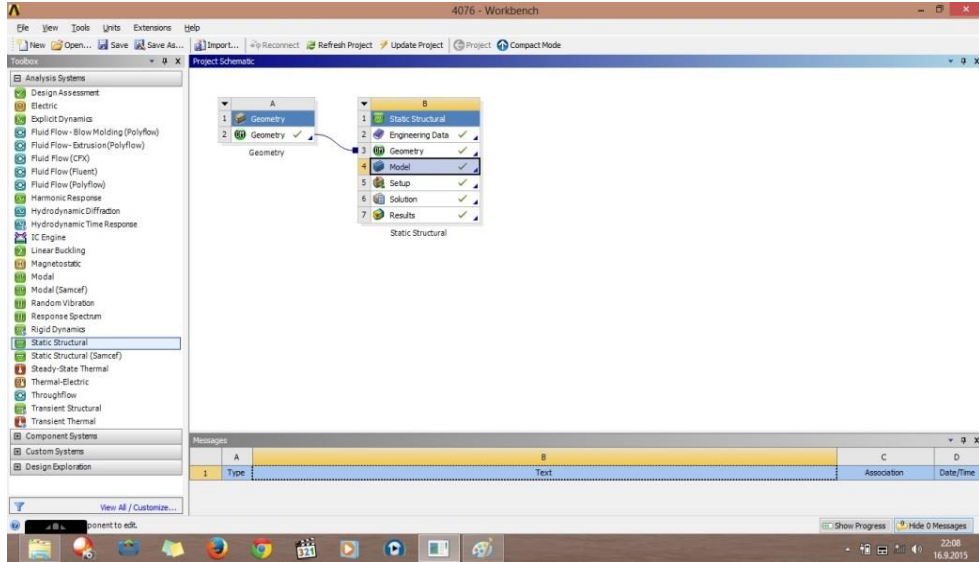
Şekil 3. 87. Seçilen materyallerin etkinleştirilmesi

Daha sonra Return To Project'e basılarak workbench ana sayfasına dönmüştür. Bu işlem şekil 3.88.'de gösterilmiştir.



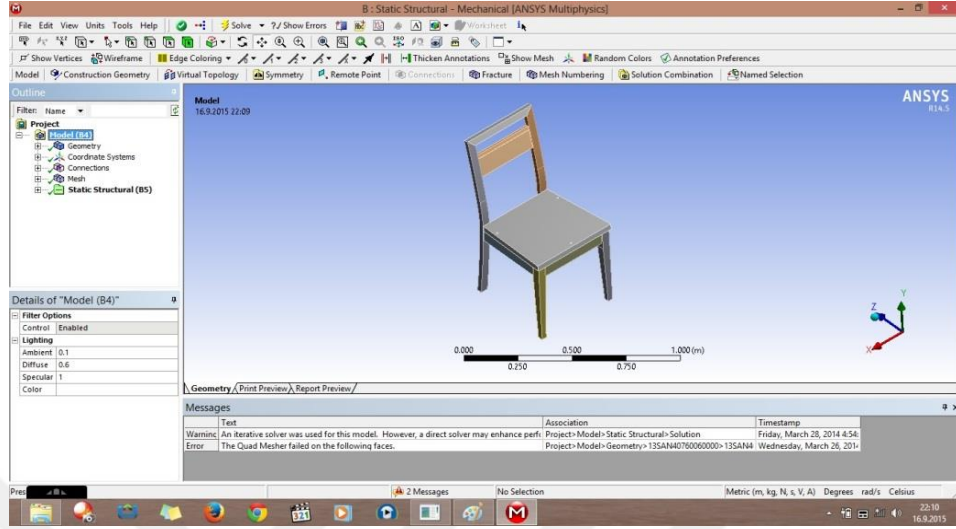
Şekil 3. 88. Workbench ana sayfaya dönme

Workbench ana sayfasına döndükten sonra modele farenin sol tuşuna iki kez basılarak static structural Mechanical (ANSYS Multiphysics) girilmiştir. Bu işlem şekil 3.89.'da gösterilmiştir.



Şekil 3. 89. Statik testin yapılacağı sayfanın açılması

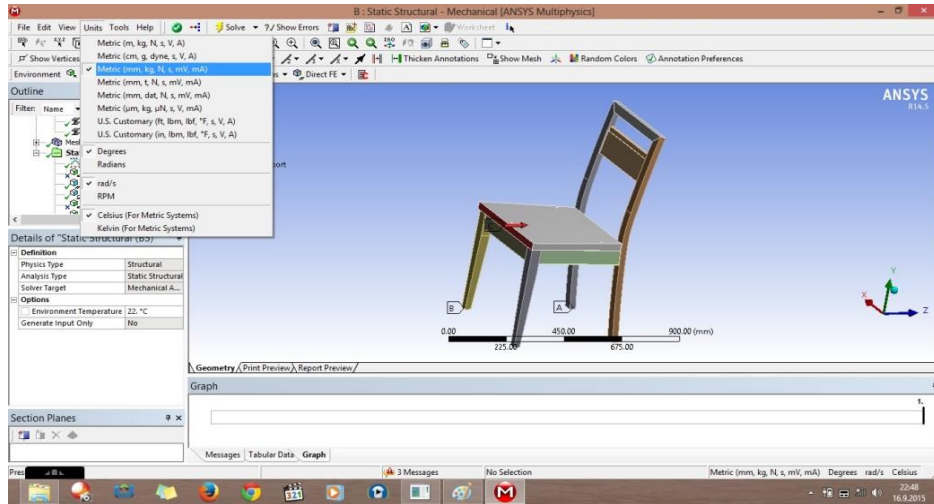
Static structural Mechanical (ANSYS Multiphysics) açılınca çalışma ekranında yapılacak olan çalışmanın 3 boyutlu olarak resmi görülmekte ve test işlemi burada yapılmıştır. Bu durum şekil 3.90.'da gösterilmiştir.



Şekil 3. 90. Static structural çalışma anasayfası

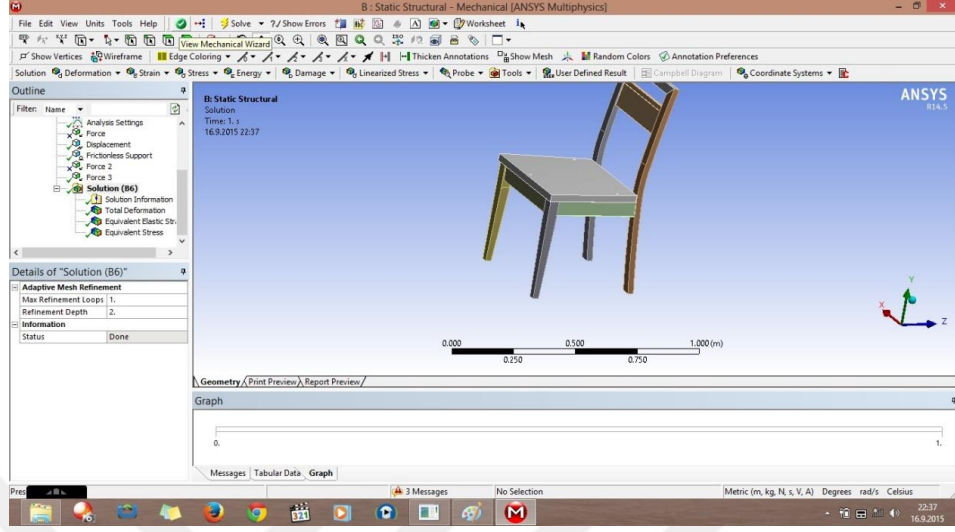
3.8.2. Static structural mechanical (ansys multiphysics) da kullanılacak komutlar

Units: İlk yapılması gereken işlem yukarıda bulunan çekme menülerden units'ten 3 sırada bulunan (MM, KG, N) olan seçilmiştir. Bu işlem şekil 3.91.'de gösterilmiştir.



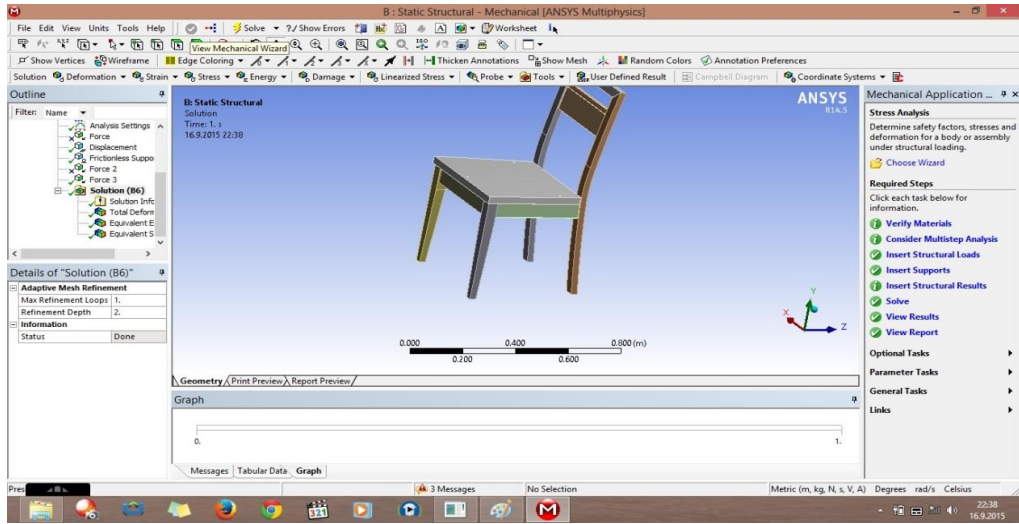
Şekil 3. 91. Units(ölçü) biriminin seçilmesi

View Mechanical wizard: Bu komut yapılan işlemlerden hangilerinin eksik ya da hatalı olduğunu göstermeye yarayan komuttur. Bu komut şekil 3.92.'de gösterilmiştir.



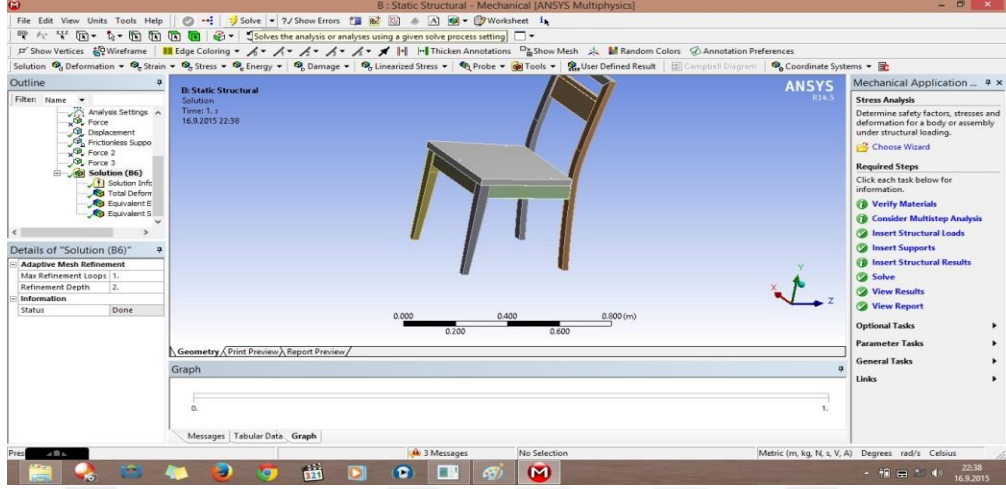
Şekil 3.92. View mechanical wizard komutunun kullanılması

View Mechanical wizard komutu seçildiğinde çalışma ekranının sağ yanında kenarlarında yeşil (tik) ya da sarı (x) işareti görülür. Bu yeşil (tik) işareti o işlemin yapıldığını sarı (x) işareti ise yapılmadığı ya da hatalı olduğunu bildirmektedir. Bu durumlar şekil 3.93.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.93. View mechanical wizard komutunun kullanılması

Solve: Tüm test işlemi hazırlıkları tamamlandıktan sonra testi başlatmak için kullanılmıştır. Bu komut şekil 3.94.'de gösterilmiştir.



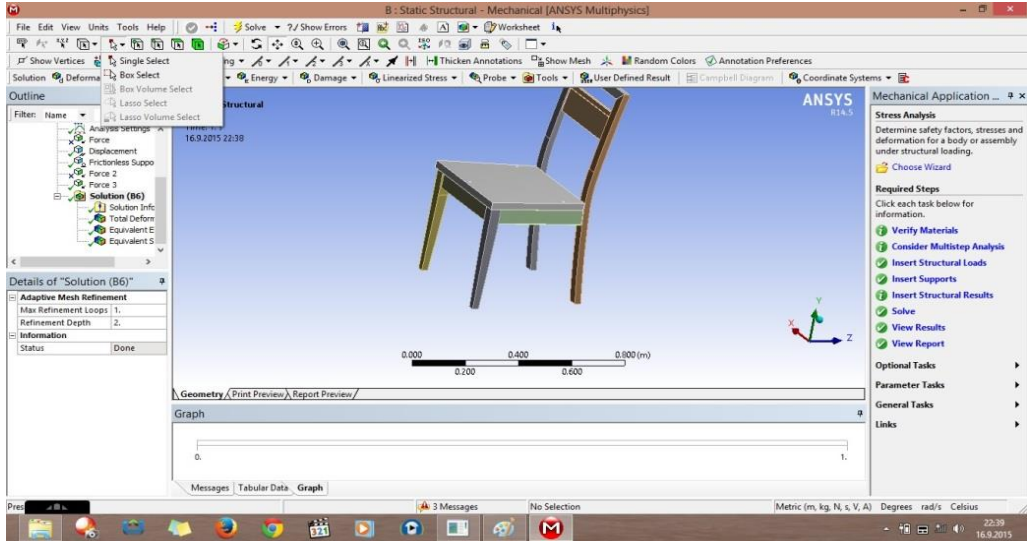
Şekil 3. 94. Solve komutunun kullanılması

Seçim Araçları:

Single select: Tek seçim aracı

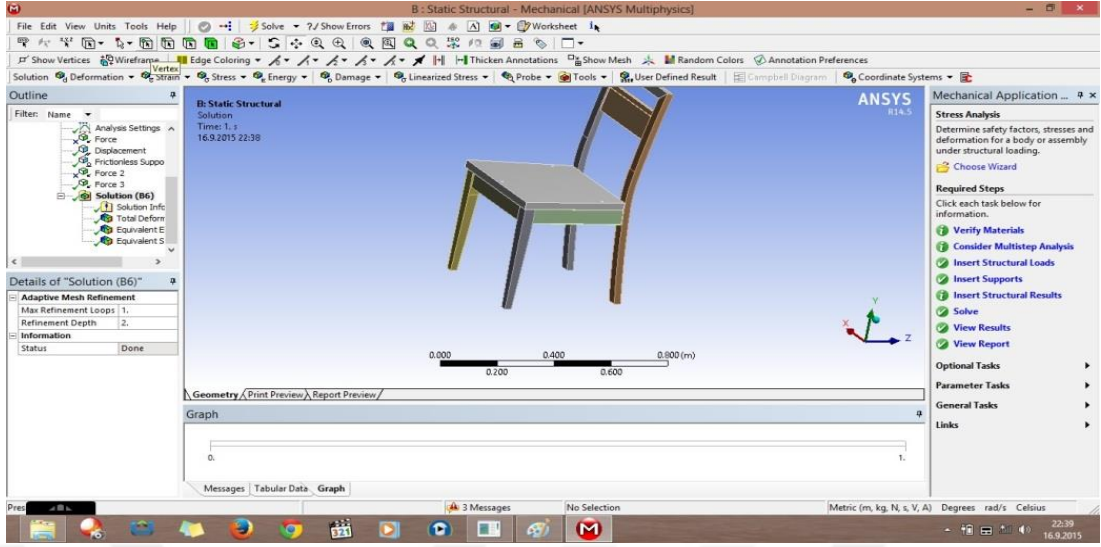
Box select: Kutu seçim aracı

Single select ve box select komutları şekil 3.95.'de gösterilmiştir.



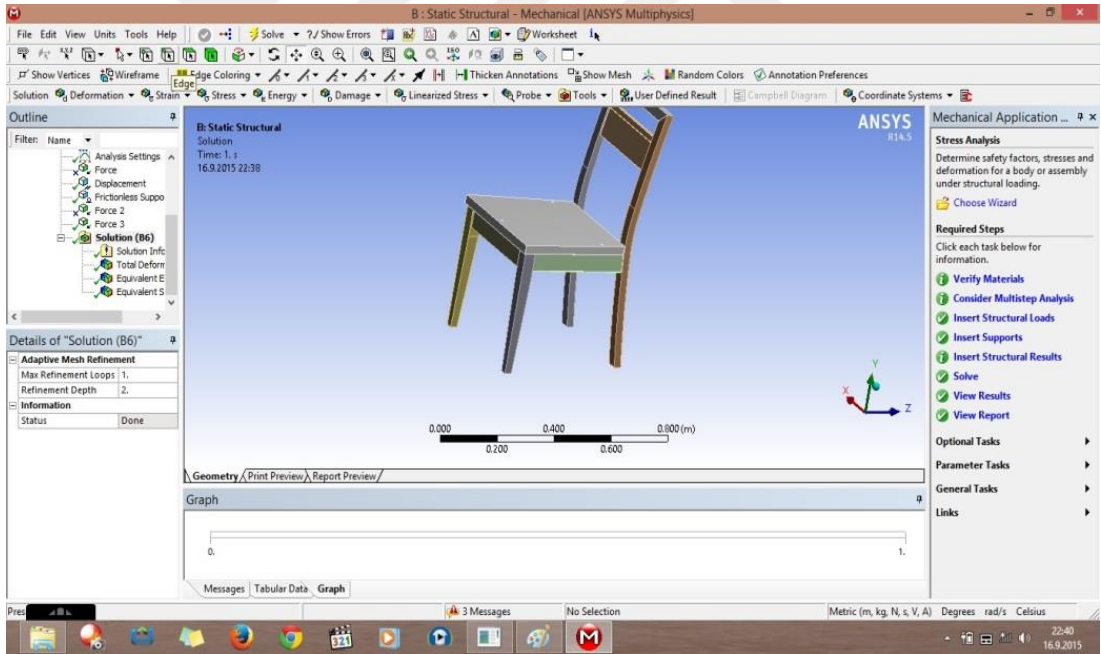
Şekil 3. 95. Seçim araçlarının gösterilmesi

Vertex select: Nokta seçim aracı bu komut şekil 3.96.'de gösterilmiştir.



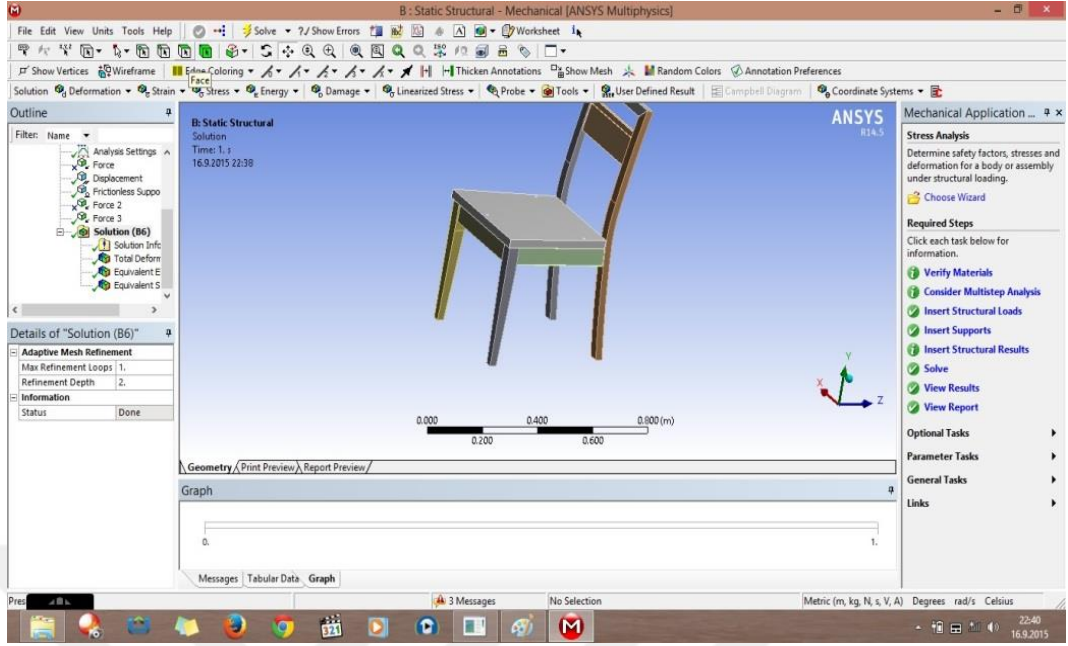
Şekil 3. 96. Vertex select nokta seçim aracı

Edge select: İki nokta arasında seçme bu komut şekil 3.97.'de gösterilmiştir.



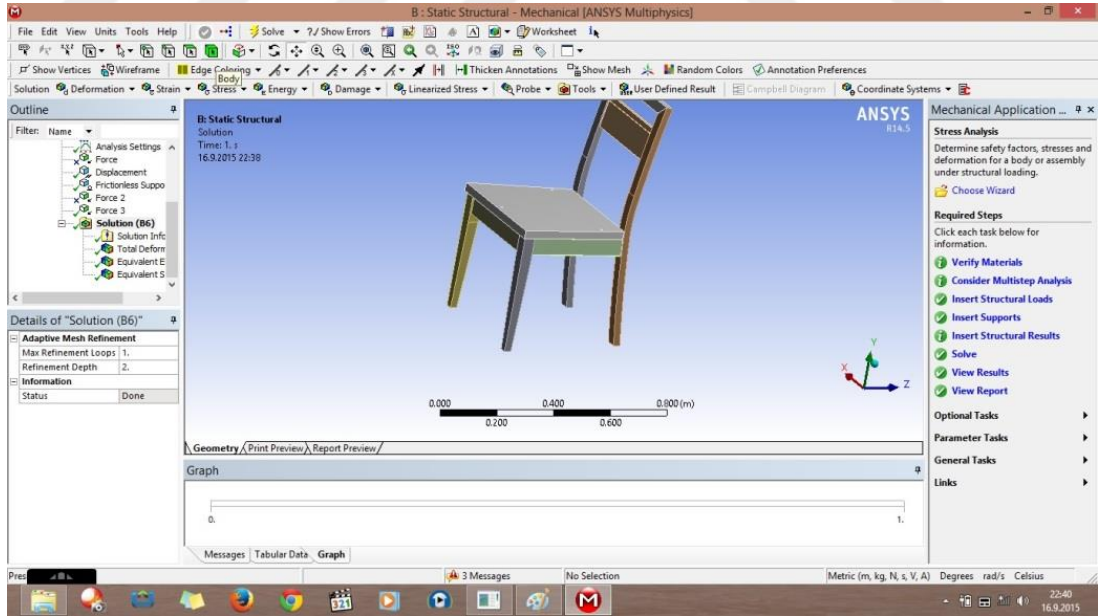
Şekil 3. 97. Edge select iki nokta arası seçme

Face select: Yüzey seçme bu komut şekil 3.98.'da gösterilmiştir.



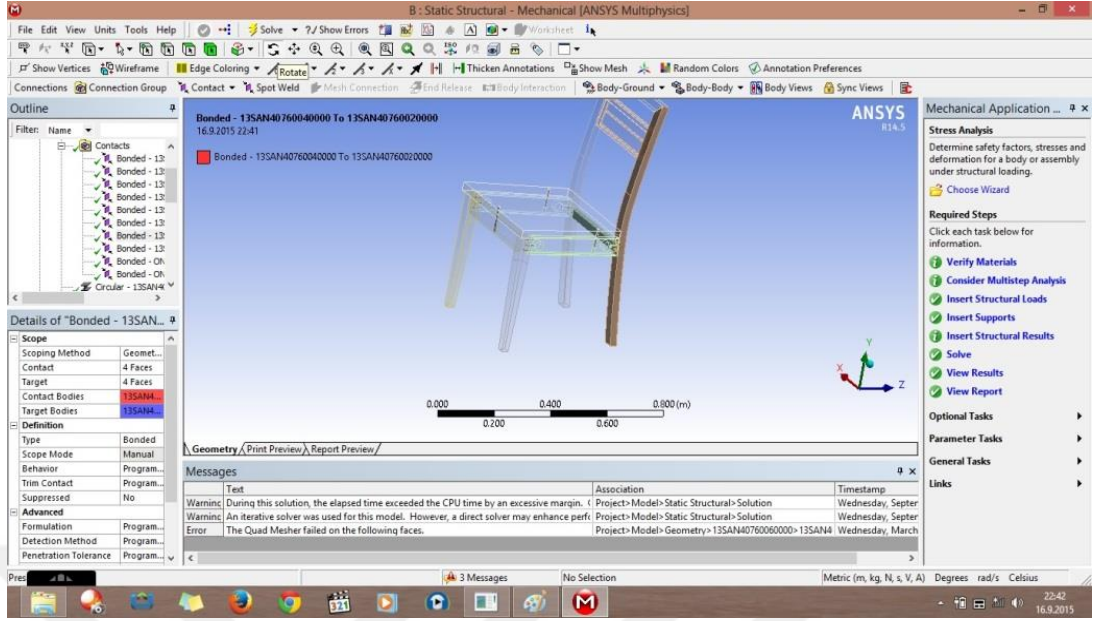
Şekil 3. 98. Face select yüzey seçim aracı

Body select: Gövde (aynı anda hepsinin) seçim aracı bu komut şekil 3.99.'de gösterilmiştir.



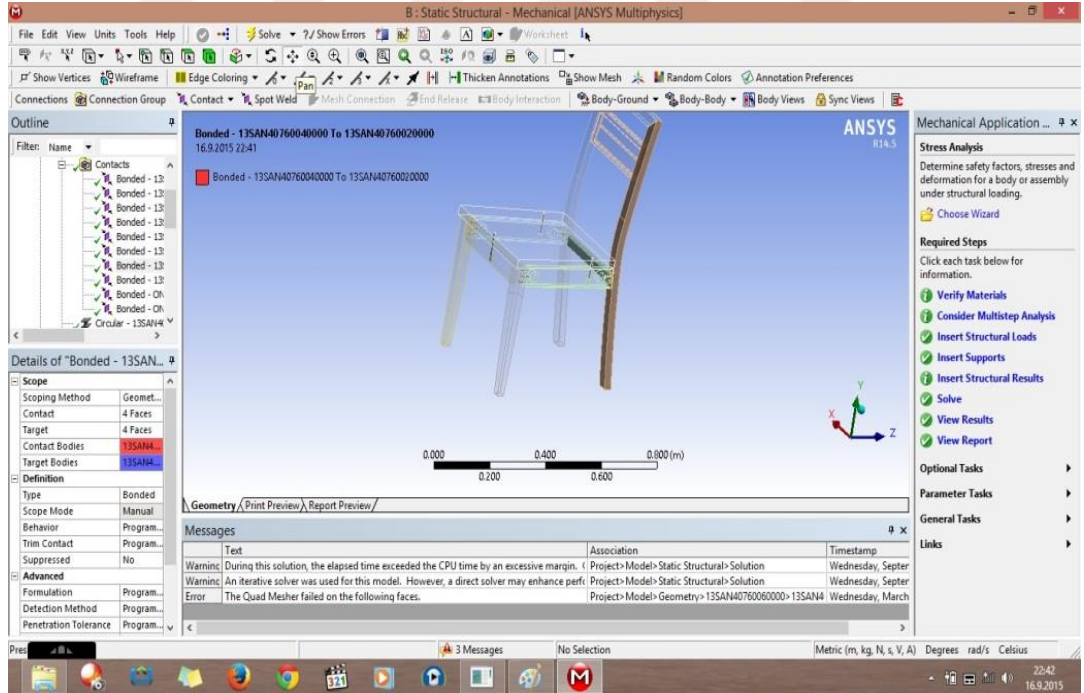
Şekil 3. 99. Body select gövde seçim aracı

Rotate: Döndürme komutu. Bu komut şekil 3.100.'de gösterilmiştir.



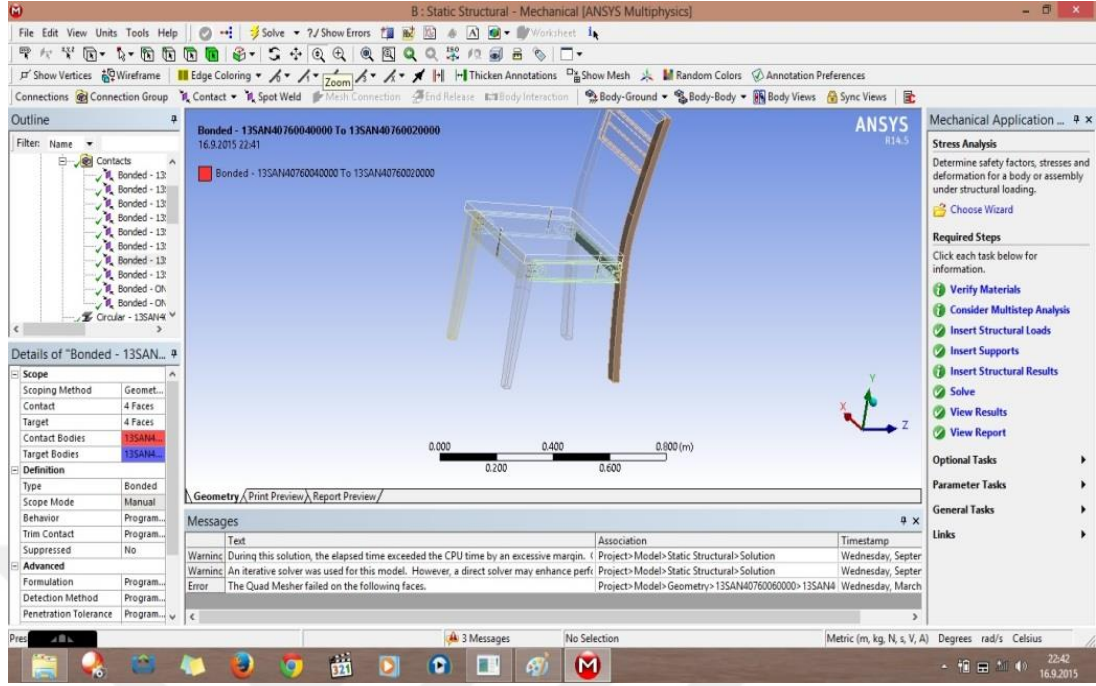
Şekil 3. 100. Rotate döndürme aracı

Pan Kaydırma: Hareket komutu. Bu komut şekil 3.101.'da gösterilmiştir.



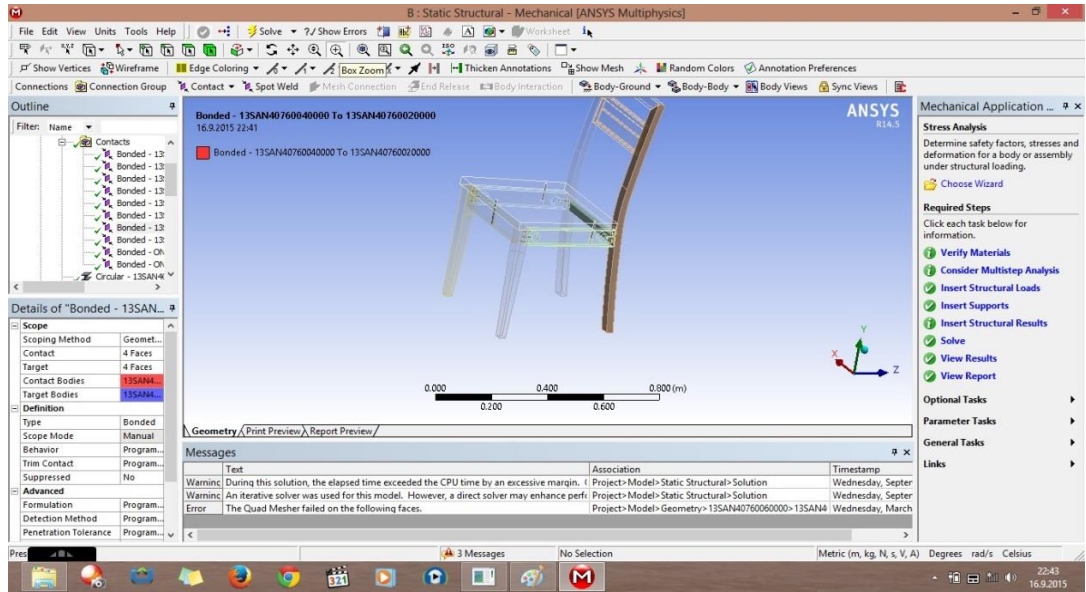
Şekil 3. 101. Pan kaydırma(hareket) aracı

Zoom: Yakınlaştırma komutu. Bu komut şekil 3.102.'da gösterilmiştir.



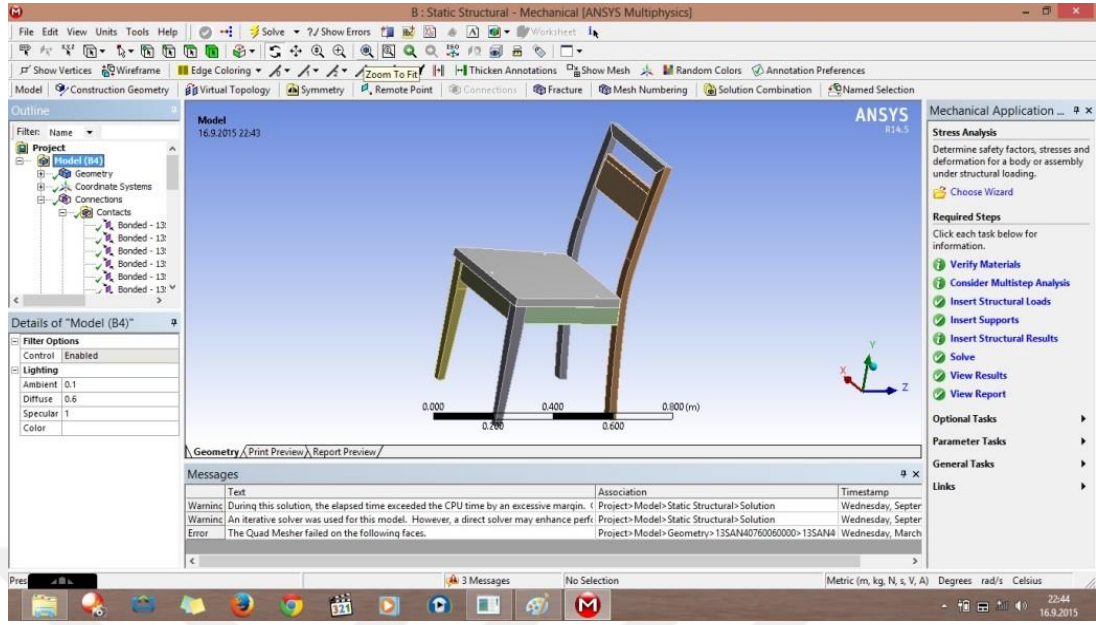
Şekil 3. 102. Zoom yakınlaştırma aracı.

Box zoom: Seçilen yeri yakınlaştırma komutu. Bu komut şekil 3.103.'de gösterilmiştir.



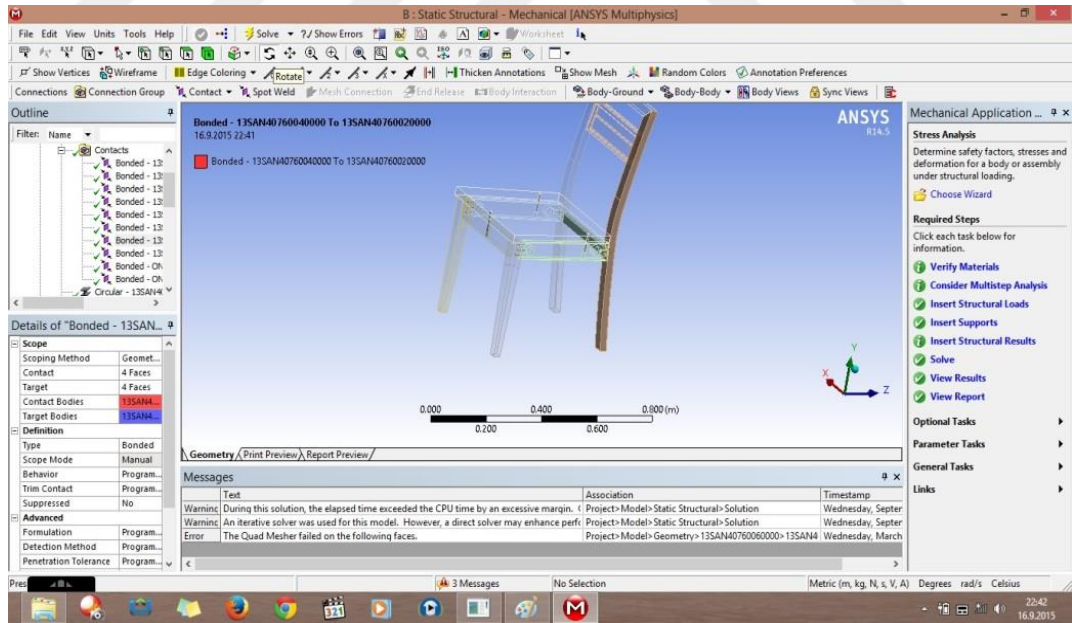
Şekil 3. 103. Box zoom seçilen yeri yakınlaştırır

Zoom to fit: Çizimi ekrana sığdırır bu komut şekil 3.104.'de gösterilmiştir.



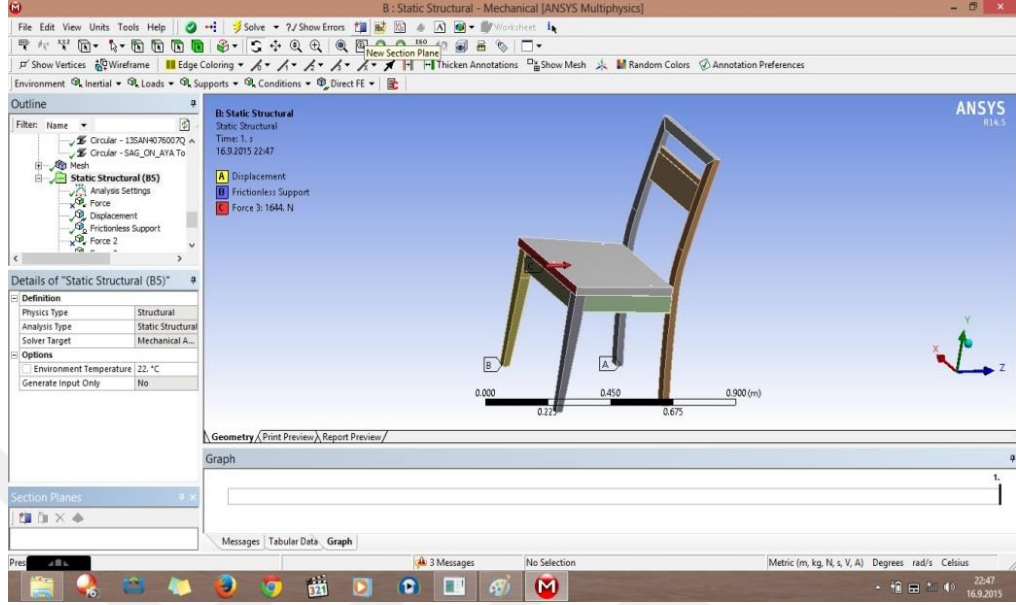
Şekil 3. 104. Zoom to fit çizimi ekrana sığdırır

Virtual topology: Parçaları kaynatarak bir bütün oluşturur bu komut şekil 3.105.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 105. Virtual topology parçaları kaynatarak bir bütün oluşturur

New section plane: Kesit alma işlemini yapar. Çizimi eski haline getirmek için sol en altta bulunan tik işareti kaldırılır ve delete yapılmıştır. Bu komut şekil 3.106.'da gösterilmiştir.



Şekil 3. 106. New section plane kesit alma işlemini yapar

Fare tuşlarının fonksiyonları:

Sol tuş: Seçme işlevi yapar.

Sağ tuş: Menü açar

Sağ tuş basılı tutularak: Fareyi ileri ya da geri götürülürse seçilen yeri yakınlaştırır.

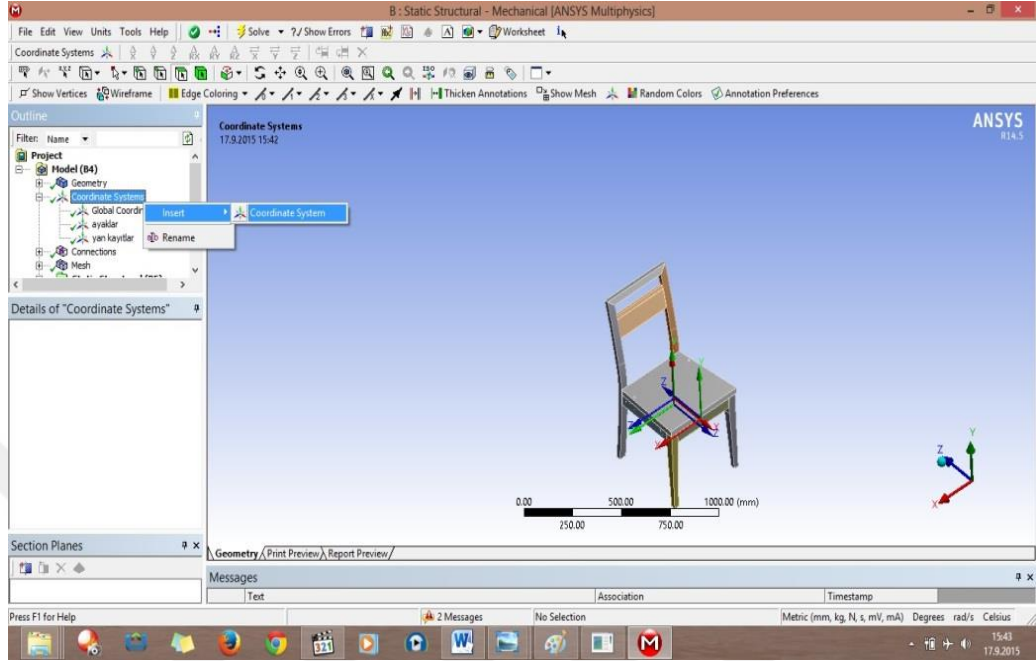
Orta tuşa basılı tutularak. Döndürme işlemi yapar.

Orta tuş ileri geri yapılarak. Yakınlaştırma uzaklaştırma yapılır.

3.8.3. Koordinat sisteminin ayarlanması

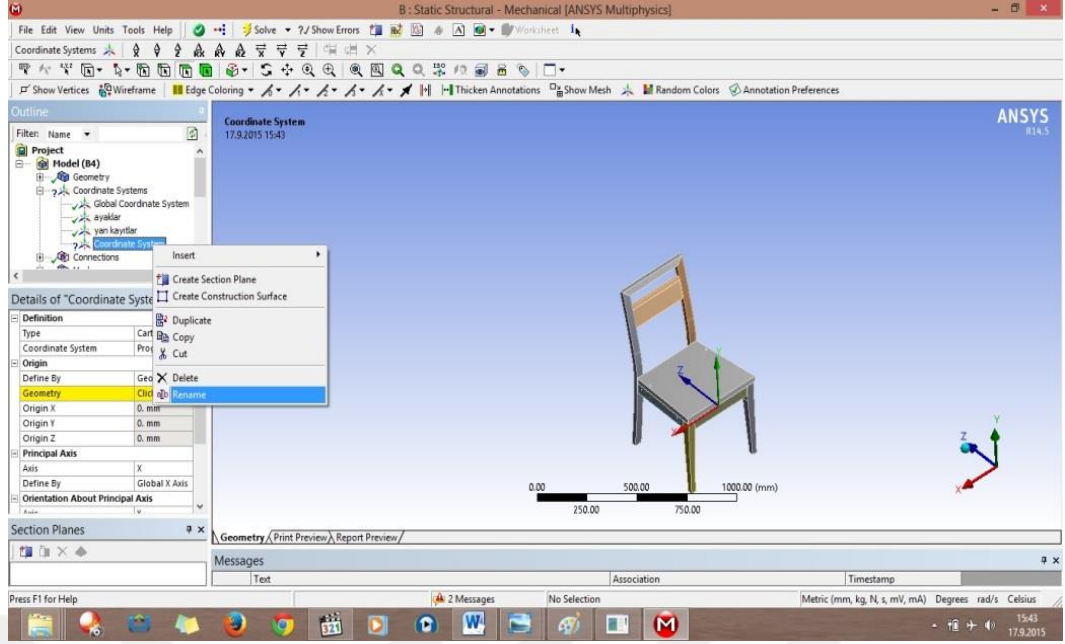
İlk olarak testi yapılacak çizimde kullanılacak malzeme ağaç malzeme olduğundan dolayı farklı yönlerde koordinat sistemi tanımlaması gerekmektedir. Nedeni ise kullanılan ağaç malzeme her yönde aynı oranda çalışmamasından kaynaklanmaktadır.

Yeni koordinat sistemi oluşturulurken coordinate systems üzerine gelerek sağ tuş yapılmıştır. Açılan sekmeden insert coordinant systems seçilmiştir. Bu işlem şekil 3.107.'de gösterilmiştir.



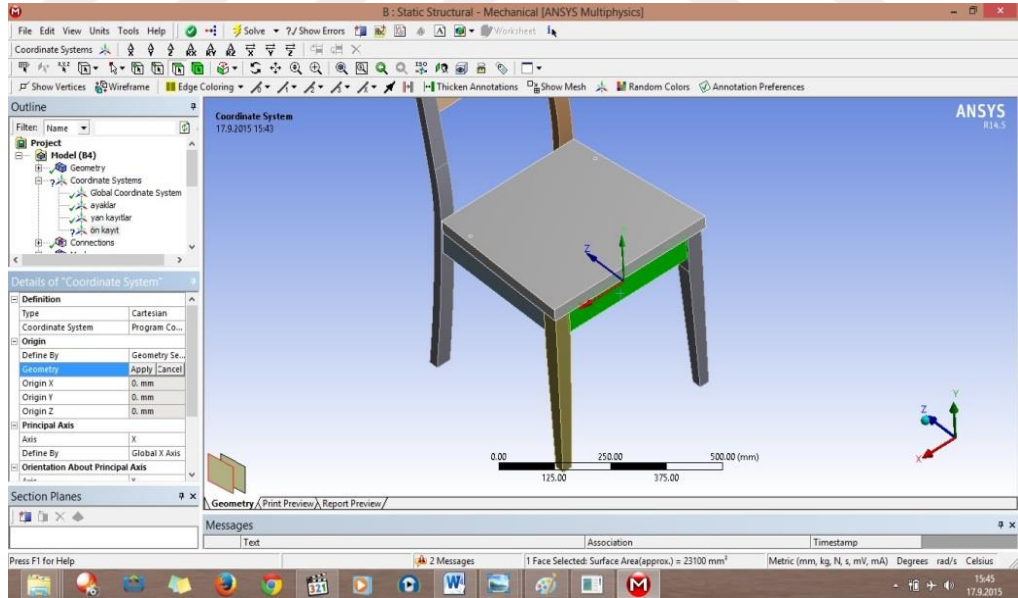
Şekil 3. 107. Koordinat sisteminin ayarlanması

Coordinant systems'in alt kısmında yeni bir koordinat sistemi açılmıştır. Açılan koordinat sisteminin adını değiştirmek için yeni açılan koordinat sistemi üzerinde farenin sağ tuşuna basılarak açılan sekmeden rename seçilerek isim değiştirilmiştir. İsim değiştirmenin amacı hangi parçaya hangi koordinatı atadığımızı bilmek için yapılmıştır. Bu işlem şekil 3.108.'da gösterilmiştir.



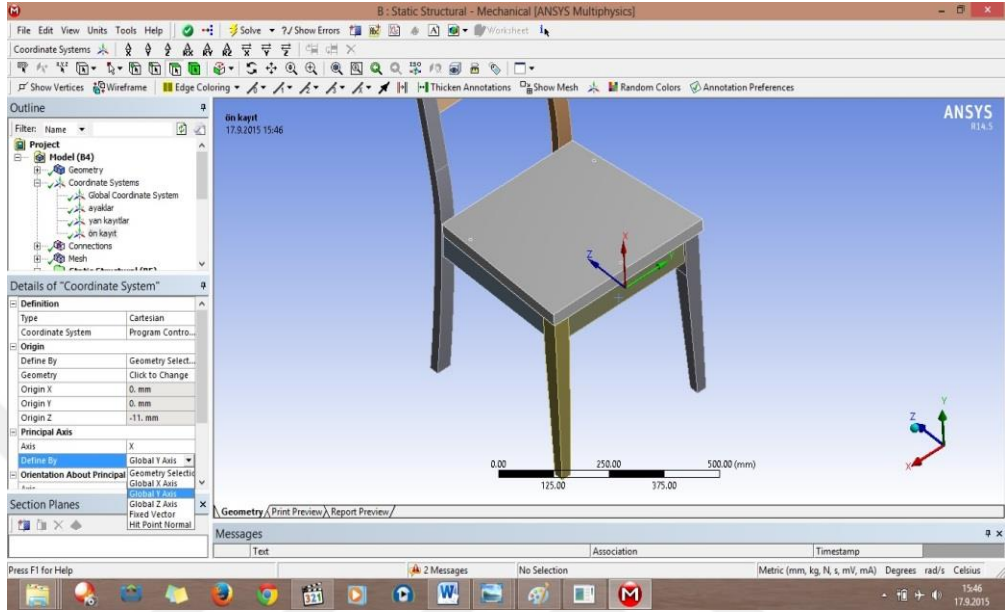
Şekil 3. 108. Yeni koordinat sistemini oluşturma ve isim verme

Koordinat sistemi tanımlanacak olan parça seçilmiştir. Parçayı seçtikten sonra sol tarafta bulunan details of 'coordinate systems' de bulunan origin de bulunan geometry'i apply yapılarak onaylanmıştır. Bu işlem şekil 3.109.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 109. Koordinat sistemi tanımlanacak parçanın seçimi

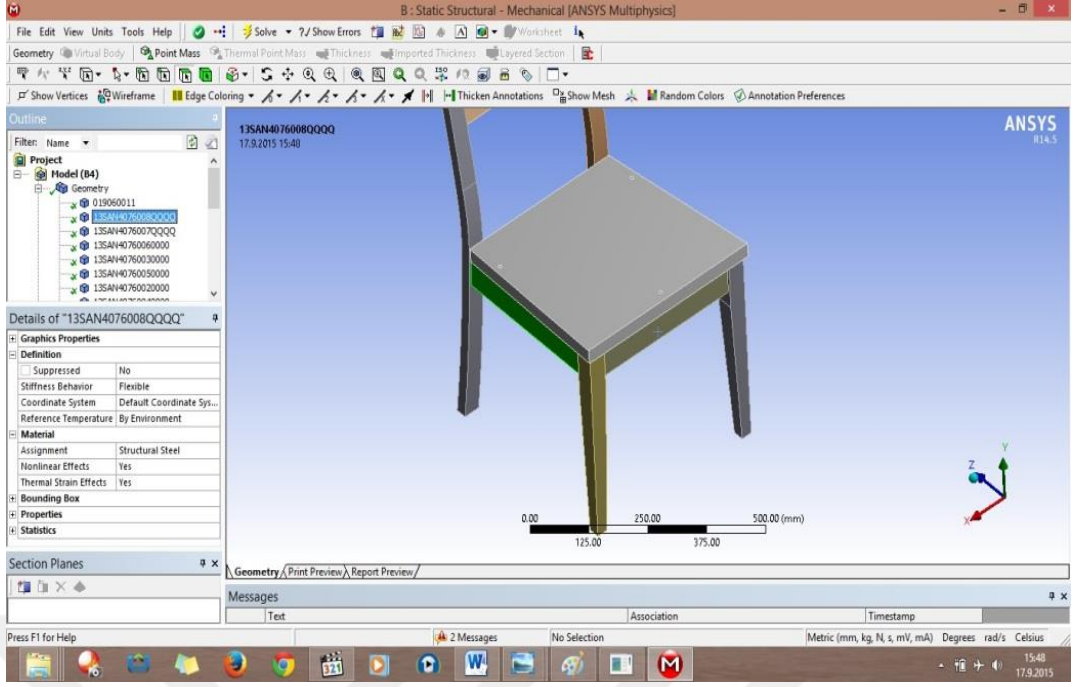
Onaylamadan sonra x,y,z yönlerini ayarlamak için details of 'coordinate systems' de bulunan principal axis de bulunan define by'ın yanında bulunan Global x axis'e farenin sol tuşuna basılarak yönleri kullanılan malzemenin özelliğine göre değiştirilmiştir. Bu işlem şekil 3.110.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 110. koordinat düzleminin yönlerinin değiştirilmesi

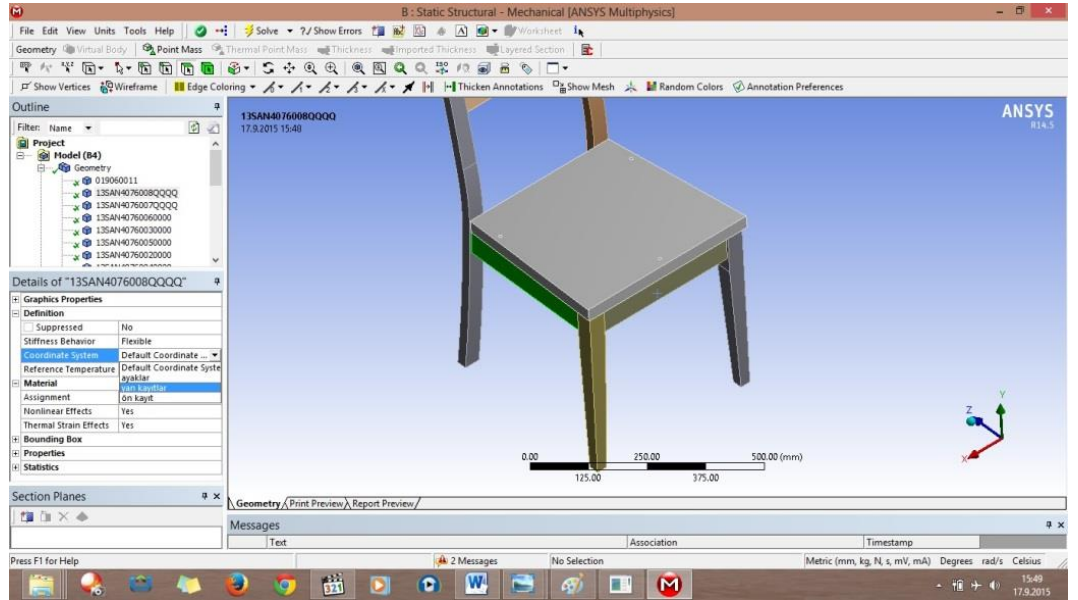
3.8.4. Modele malzeme ve koordinat sisteminin tanımlanması

Koordinat sistemi oluşturulduktan sonra solda bulunan model(B4) üzerinde malzeme ve koordinatlar tanımlaması yapılmıştır. Malzeme ve koordinatları tanımlamak için ilk önce modele gelinmiştir. Modelin altında coordinant systems e kadar olan kısımda 3 boyutlu çizimi oluşturan parçalar mevcuttur. Geometry komutunun altından bir parça seçilmiştir. Seçilen parçanın altında bulunan detals of yazan kısımda bulunan definationun altındaki stiffness behaivor yazan kısmının yanında yazan flexible ya da rigid malzemenin elastik ya da elastik olmayan malzeme olup olmadığını belirtmektedir. Eğer metal malzeme kullanılıyor ise rigid ağaç malzeme ise flexible olarak seçilmiştir. Bu işlemin şekil 3.111.'da gösterilmiştir.



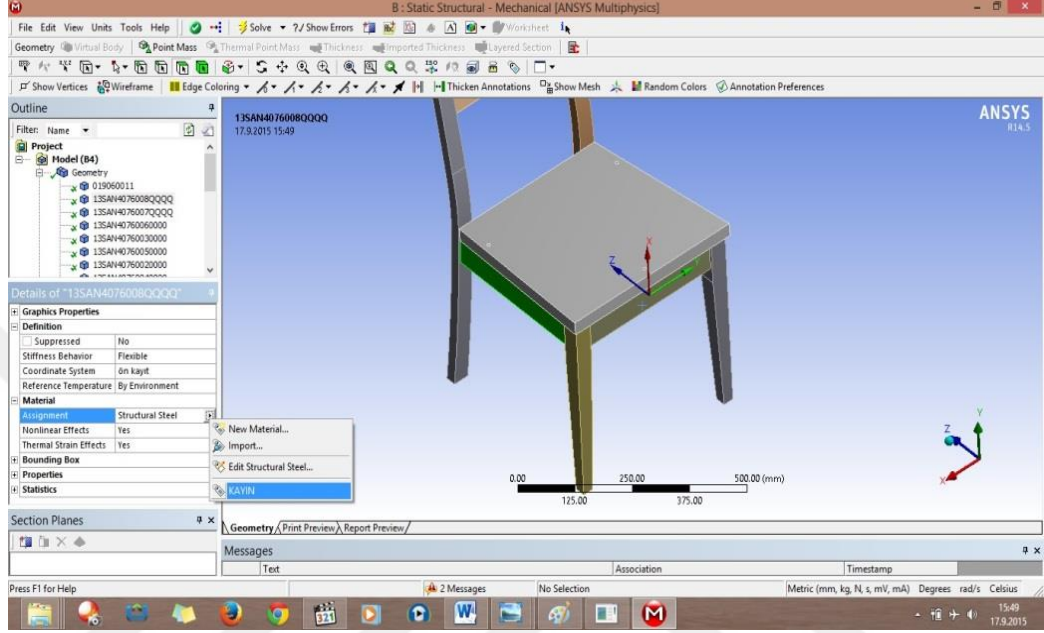
Şekil 3. 111. Kullanılan malzemenin özelliğinin tanımlanması

Daha sonra alt kısımda yazan coordinate systems yazan yerden parçaya daha önce hazırlanan koordinat sistemini tanımlanmıştır. Bu işlem şekil 3.112.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 112. Koordinat sisteminin sandalye parçalarına tanımlanması

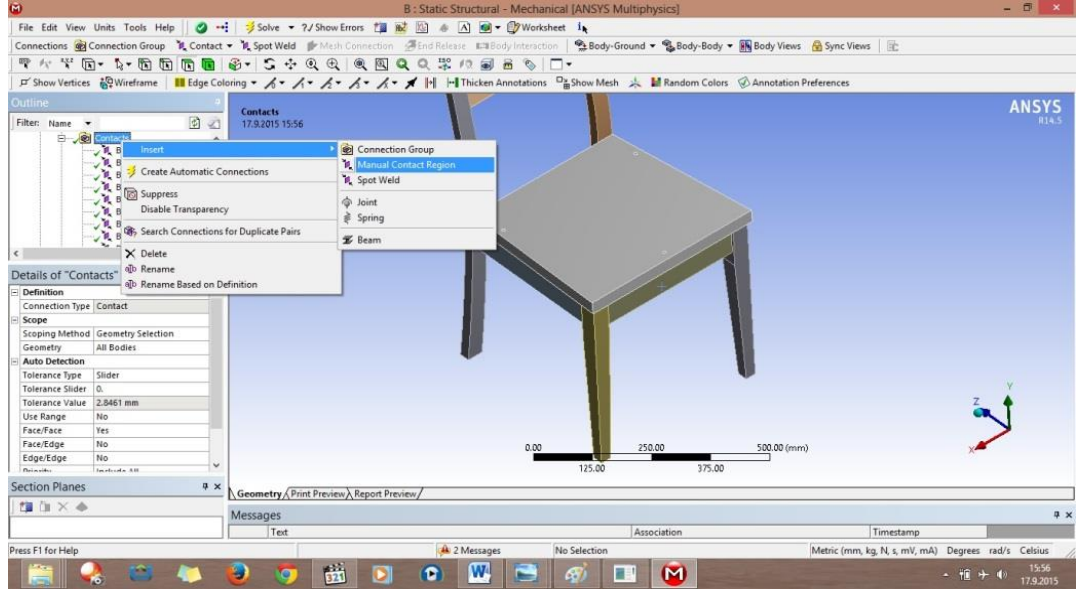
En son model üzerinde yapacağımız tanımlama ise kullanılan materyaldir. Materyal tanımlaması koordinat sistemi yaptığımız yerin altında bulunan assignment'ın altında structural steel'i kullanılan malzemenin cinsini sandalyenin iskeletinde kayın malzeme kullanıldığı için kayın malzeme yapılmıştır. Bu işlem şekil 3.113.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 113. Kullanılan materyalin seçimi

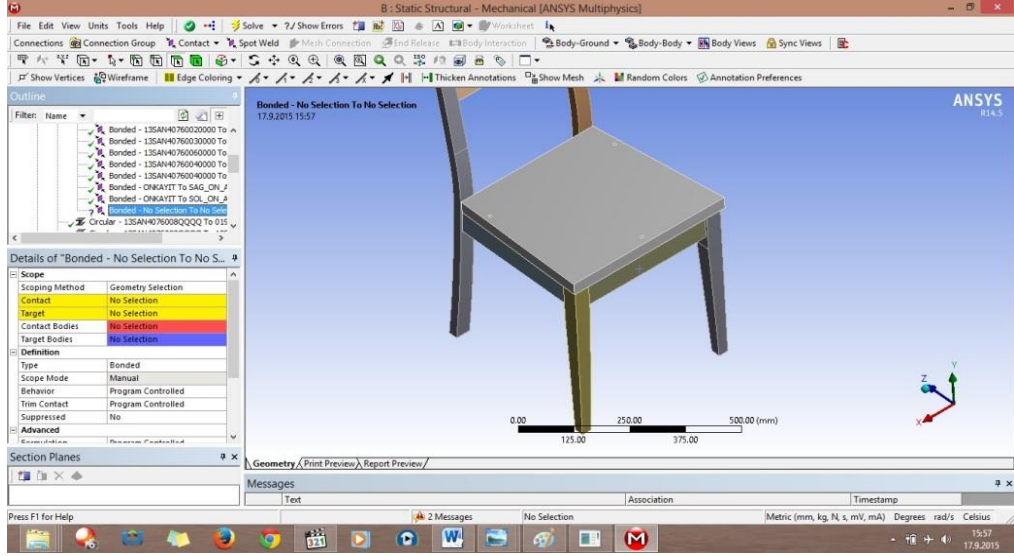
3.8.5. Connections, bağlantı noktaları (temas noktaları)

Coordinant systems'in altında bulunan connections, parçaların bir bütün oluştururken bağlantı noktalarını tanımlamak için kullanılmıştır. Bağlantı noktalarını tanımlamak için connections contacts üzerinde farenin sağ tuşuna basılarak açılır menüler açıldıktan sonra insert manuel contact region komutunu seçilmiştir. Bu işlem şekil 3.114.'de gösterilmiştir.



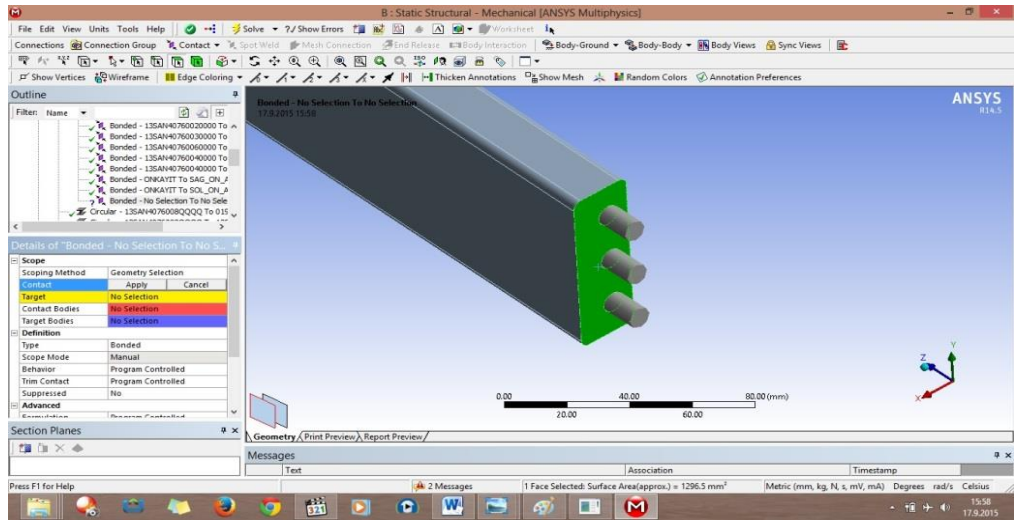
Şekil 3. 114. Connection bağlantı (temas) noktalarının seçimi

Manuel contact region komutu seçildikten sonra sol yan tarafta connections altında başında soru işareti bulunan bonded no selection to no selection vardır. Açılan bu satır iki farklı parçanın birleşim yerlerindeki temas noktalarının tanımlanmasının yapılması gerekmektedir. Örneğin erkek ve dişi zıvananın birleşiminde nerelere temas ettiğini ve bu temas noktalarının belirtilmesini istemektedir. Contact ve target olmak üzere sarı çizili olan 2 seçenek ile karşılaşılır bu durum şekil 3.115.'de gösterilmiştir. Bu durum zıvana üzerinden anlatılacak olursa, contact erkek zıvananın birleşim yüzeyindeki temas yüzeyleri target ise dişi zıvana içerisindeki temas noktalarıdır.



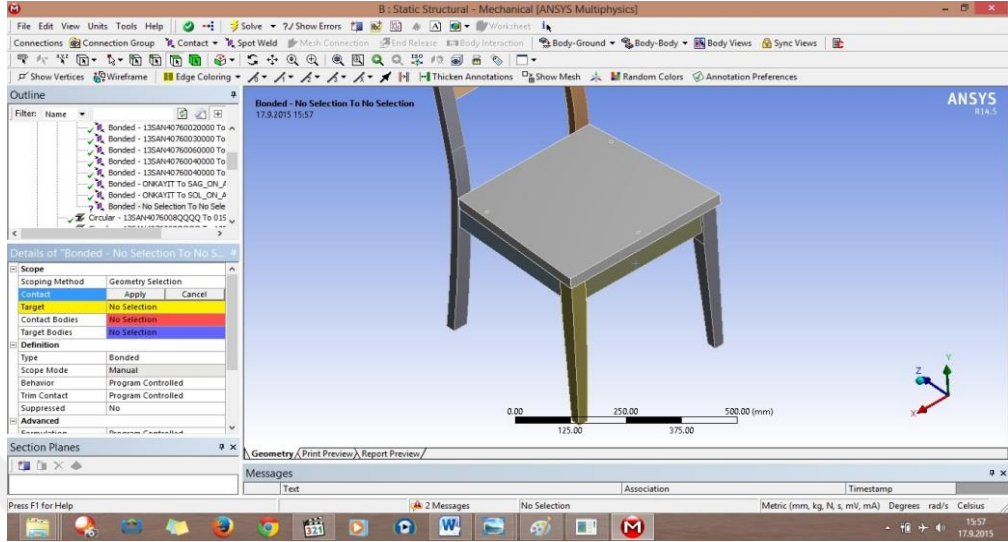
Şekil 3. 115. Temas noktalarının tanımlanması

Programda işlemlerin ya da tanımlamaların kolay yapılabilmesi için parça veya parçaları gizleme kullanılmıştır. Örneğin sandalyenin ilk önce yan kaydı seçilsin, yan kaydı seçildikten sonra farenin sağ tuşu ile hide all other bodies yapılarak seçili parça hariç hepsi gizlenebilmektedir. Bu komut sayesinde çalışma ekranında sadece seçilen parça kalmıştır. Bunun amacı çalışma sırasında karışıklığı önleyerek daha kolay ve hızlı işlem yapabilmektir. Seçilen parça yüzey seçim aracı ile seçilmiştir. Bu işlemler şekil 3.116.'de gösterilmiştir.



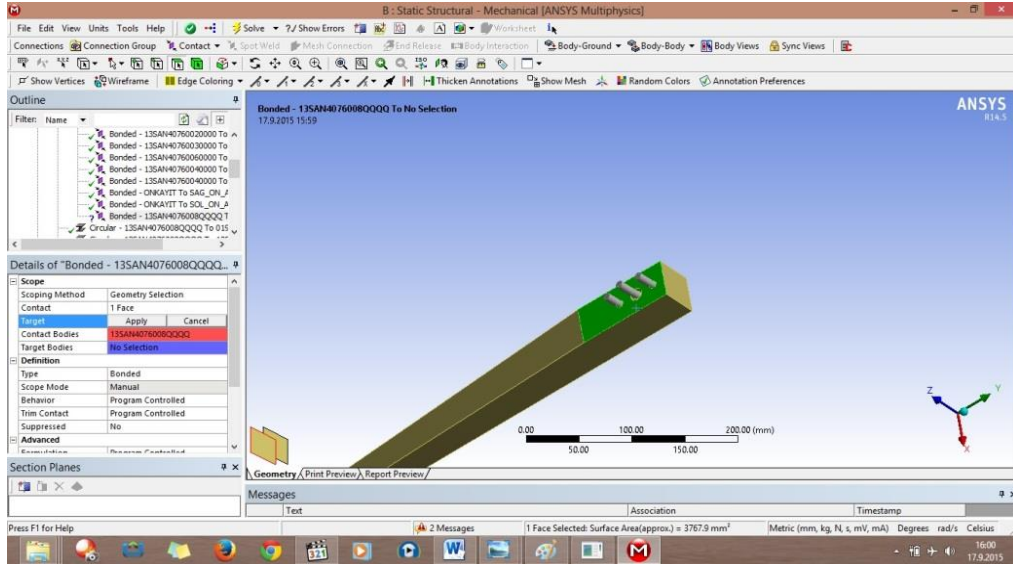
Şekil 3. 116. Seçilen parça dışındaki parçaların gizlenmesi

İşlem, yüzeyi seçtikten sonra contact'a gelerek apply'e basılarak onaylanmıştır. Daha sonra gizlenen diğer parçaları Show all bodies yaparak görünür hale getirilmiştir. Bu işlem şekil 3.117.'de gösterilmiştir.



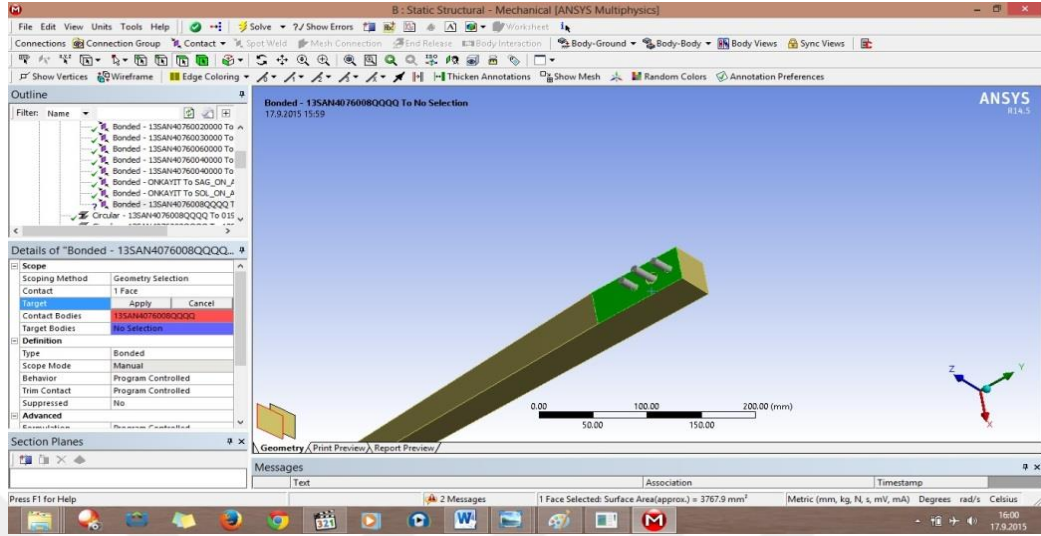
Şekil 3. 117. Seçilen temas noktalarının tanımlanması ve gizli parçaları gösterme

Target kısmında aynı şekilde fakat bu sefer ayak seçilerek hide all other bodies yapılarak diğer parçalar gizlenmiştir. Daha sonra yan kayıt ile ayakta birleşim yeri olan nokta yüzey seçim aracıyla seçilmiştir. Bu işlem şekil 3.118.'da gösterilmiştir.



Şekil 3. 118. Diğer temas (target) noktasının seçimi

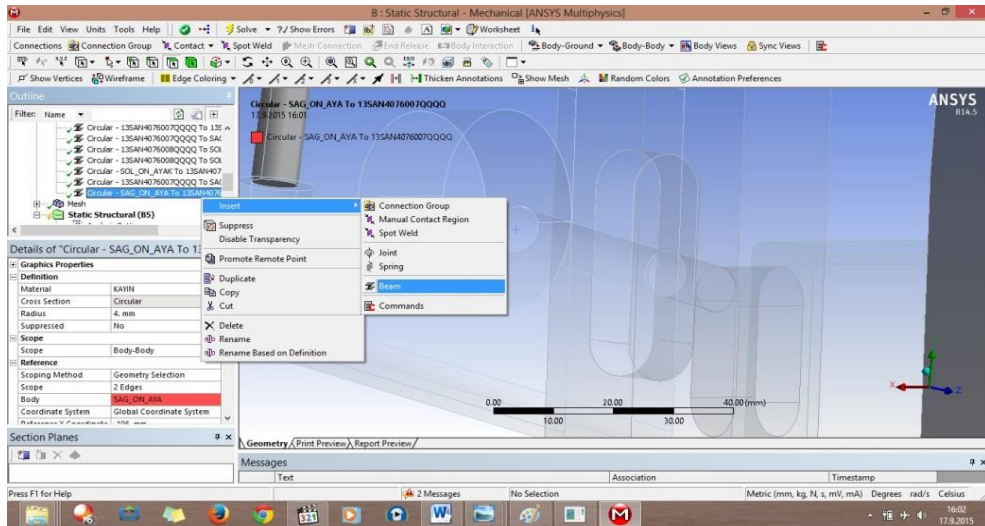
Seçim yapıldıktan sonra target kısmına apply'e basarak onaylanmıştır (Şekil 3.119.). Daha sonra gizlenen parçalar Show all bodies yaparak görünür hale getirilmiştir.



Şekil 3. 119. Seçilen yüzeylerin onaylanması

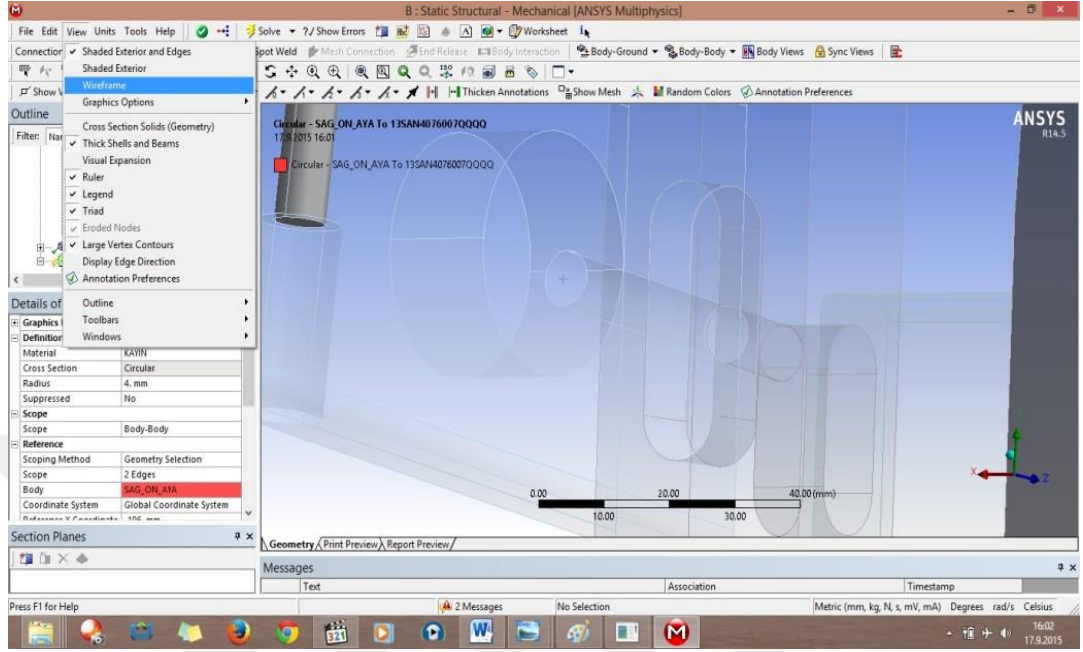
Bağlantı noktalarında civata ve kavela tanımlaması

Bağlantı noktalarında kullanılan civata ve kavela tanımlaması yapmak için tüm işlemler aynıdır sadece farklı olan civatada çelik kullanılırken kavelada kayın malzeme kullanılmıştır. Kavela, civata ya da vida yapmak için contact'ta farenin sağ tuşuna basılarak insert beam seçilmiştir. Bu işlem şekil 3.120.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 120. Kavela, vida ya da civata oluşturulması

Beam tanımlamasını yapmadan önce kolay çalışabilmemiz için yukarıda bulunan çekme menüde bulunan view çekme menüyü kullanarak shaded exterior and edges'i wireframe (tel kafes) yapılmıştır. Bu işlem şekil 3.121.'da gösterilmiştir.



Şekil 3. 121. View görüntüsünü değiştirme

Görüntüyü wireframe yaptıktan sonra cıvata tanımlaması başında soru işaretli circular no selection to no selection'un altında bulunan 4 kısım bizim için önemlidir. Bunlar;

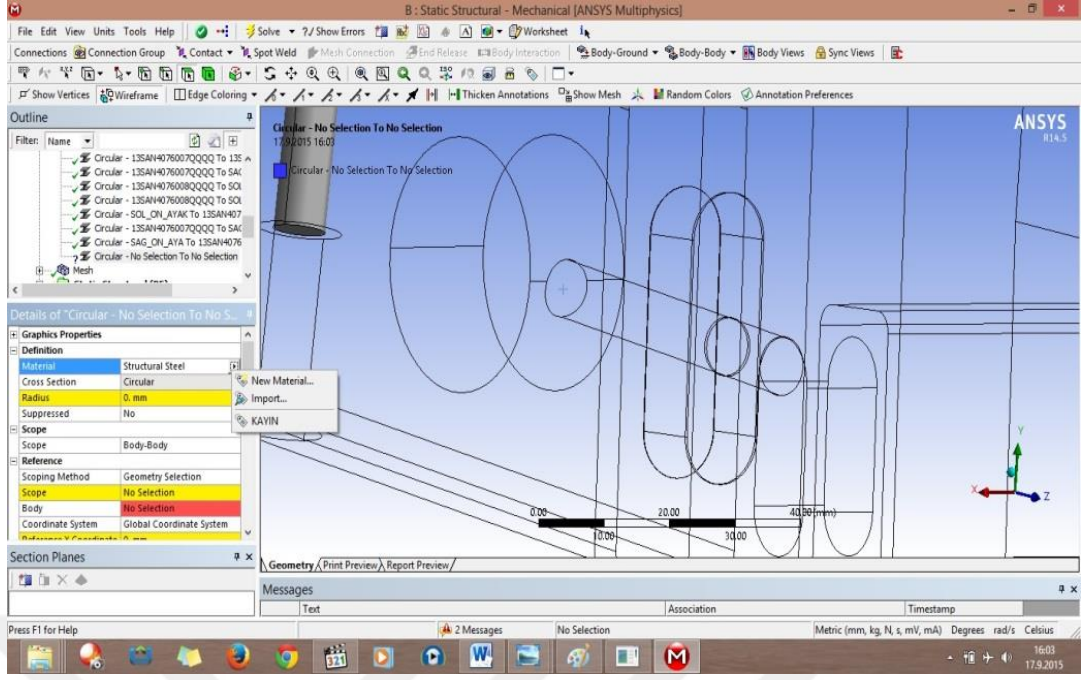
Material. kullanılan malzeme seçimi(çelik, ağaç v.b. gibi)

Radius. Kullanılacak malzemenin yarıçapı.

Scope. kullanılan malzemenin başlangıç noktası.

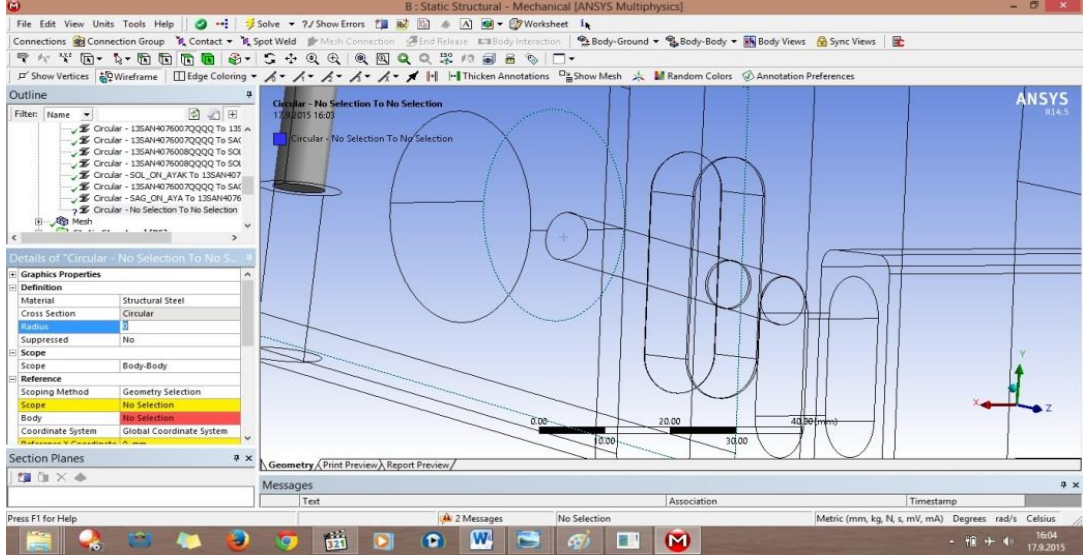
Scoping. method kullanılan malzemenin bitiş noktası.

İlk önce materyal kısmında kullanılacak malzemelerin seçimi yapılmıştır. Bu seçim işlemi şekil 3.122.'de gösterilmiştir.



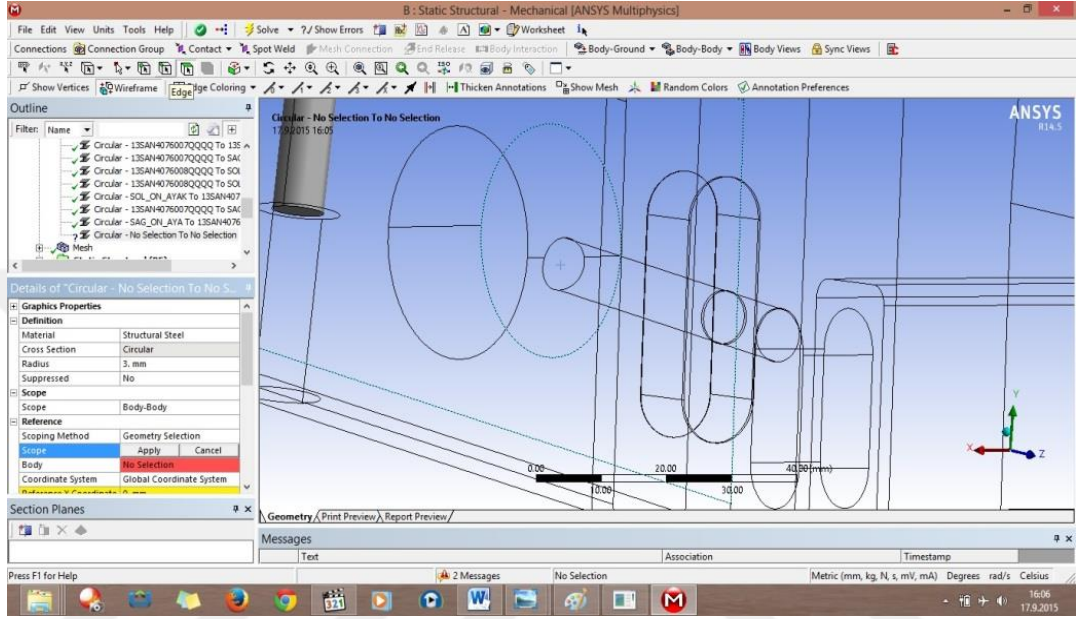
Şekil 3. 122. Kullanılan materyalin tanımlanması

Malzeme tanımlamasından sonra kullanılacak civatanın ya da kavelanın yarıçapı tanımlanmıştır. Bu işlem şekil 3.123.'de gösterilmiştir.



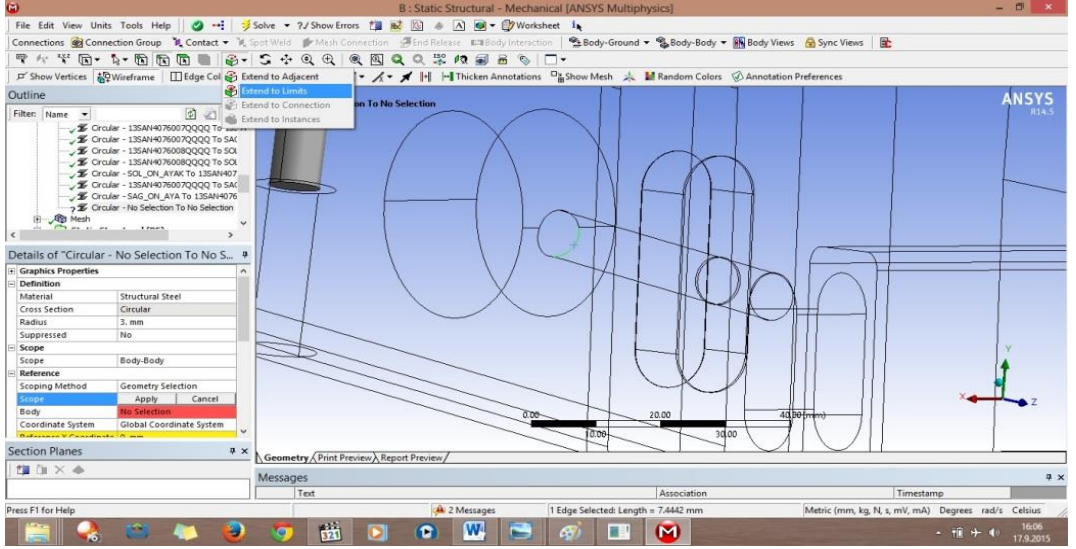
Şekil 3. 123. Tanımlanması yapılacak malzemenin yarıçapının tanımlanması

Kullanılacak civatanın yarıçapının tanımlanmasından sonra civatanın başlangıç noktasının tanımlanması için scope' seçilmiştir daha sonra başlangıç noktasını oluşturacağımız yeri seçmeden önce edge seçim komutu fare ile seçilmiştir. Seçildikten sonra çizim üzerinde neresi başlangıç noktası ise orası seçilmiştir. İlk seçimi yaptıktan sonra kontrol tuşuna basarak daireyi tamamlayınız. Bu işlem şekil 3.124.'de gösterilmiştir.



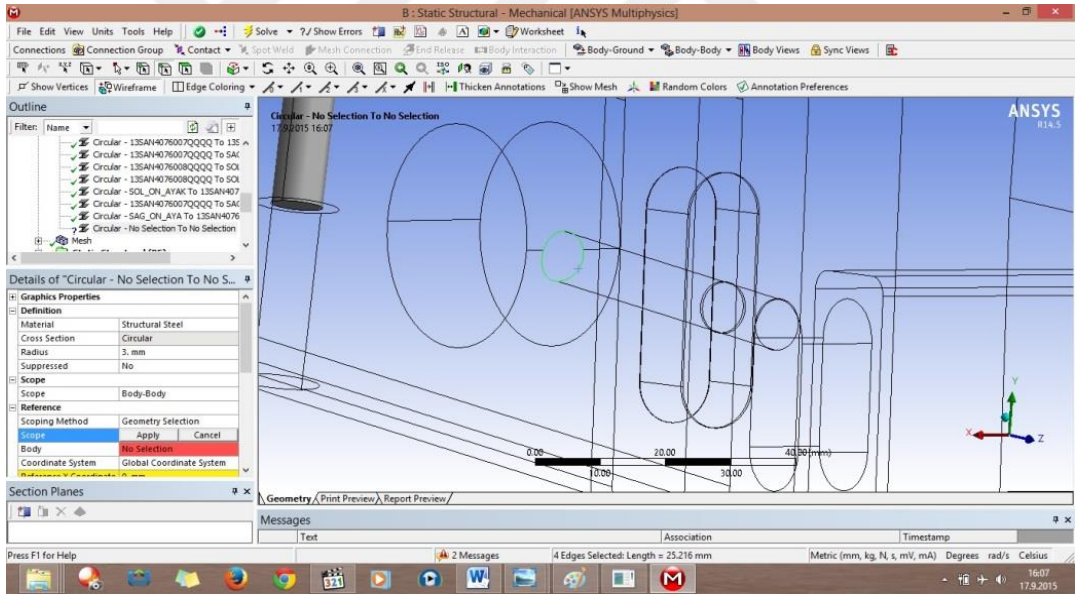
Şekil 3. 124. Başlangıç noktasının seçilmesi

Kontrol tuşuna basarak seçmekte zorlanılmıştır. Seçme işlemi kolay ve hızlı yapmak için body seçim aracının sağ tarafında bulunan yere tıklayarak extend to adjacent ve extend to limits seçenekleri görülecektir. Bu seçim araçlarından extend to limits'i seçerek ilk seçtiğiniz edgeyi kendisi otomatik olarak tamamlamıştır. Bu işlem şekil 3.125.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 125. Başlangıç noktasından ilk seçilen yerin tamamını seçme

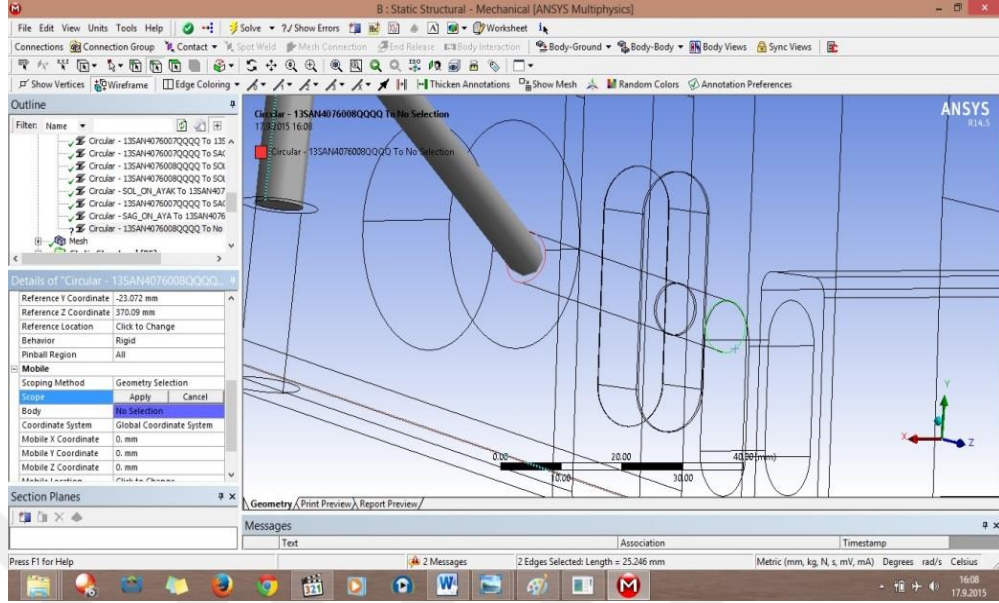
Çizimde başlangıç noktasını seçtikten sonra scope'ye tekrar apply diyerek onaylanmıştır. Bu işlem şekil 3.126.'te gösterilmiştir.



Şekil 3. 126. Bağlantı elemanının başlangıç noktasının onaylanması

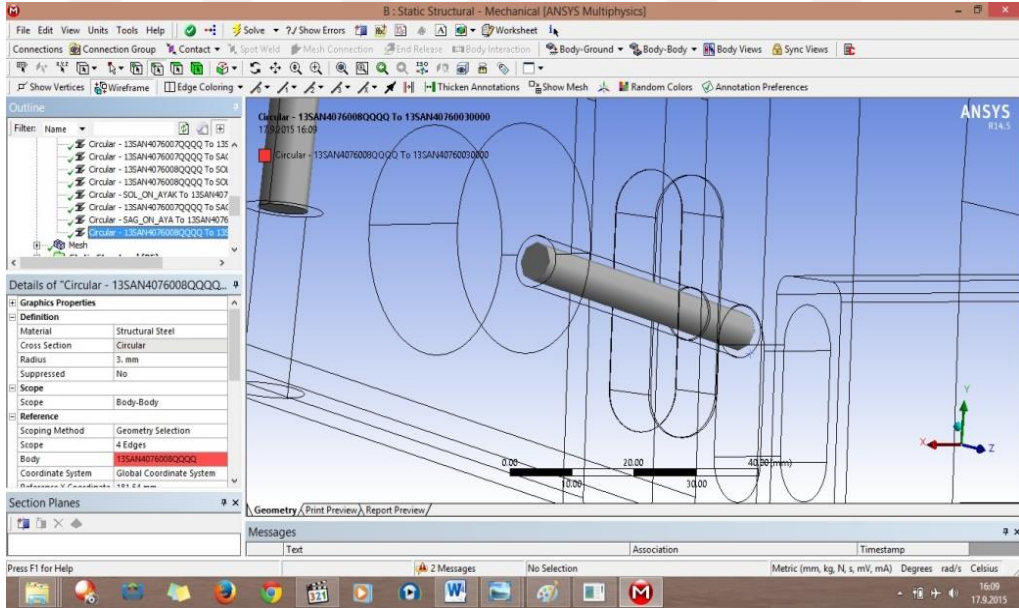
Çizimde civatanın bitiş noktasını tanımlamak için scopenin altında bulunan scope method seçilmiştir. Civatanın bitiş noktasını edge seçim komutu açıkken bir parçası seçilmiştir ve daha sonra extend to limits'e basılmıştır.

Seçim işlemi tamamlandıktan sonra scope method apply yapılarak onaylanmıştır. Bu işlem şekil 3.127.'te gösterilmiştir.



Şekil 3. 127. Bağlantı elemanı bitiş noktasının seçilmesi ve onaylanması

Böylece cıvata tanımlanması yapılmıştır. Bu durum şekil 3.128.'da gösterilmiştir.

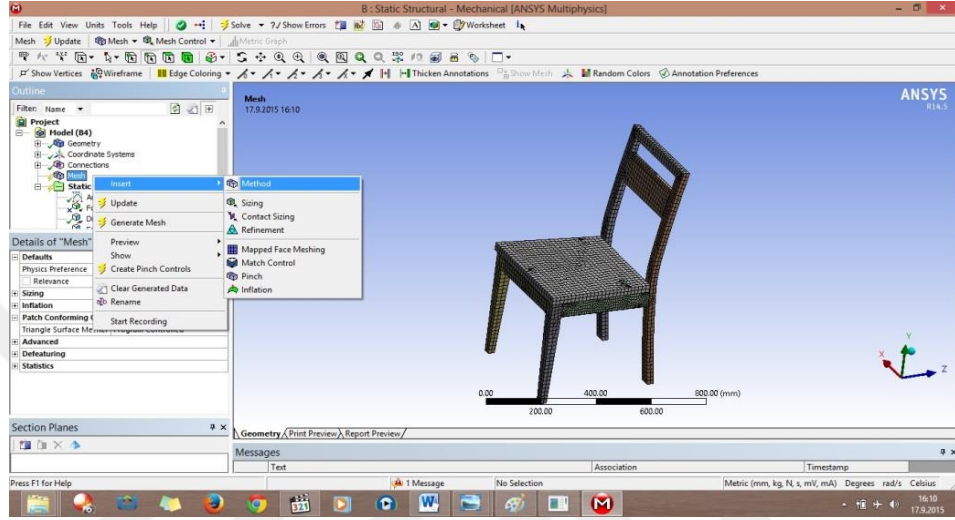


Şekil 3. 128. Bağlantı elemanı tanımlanması

3.8.6. Mesh

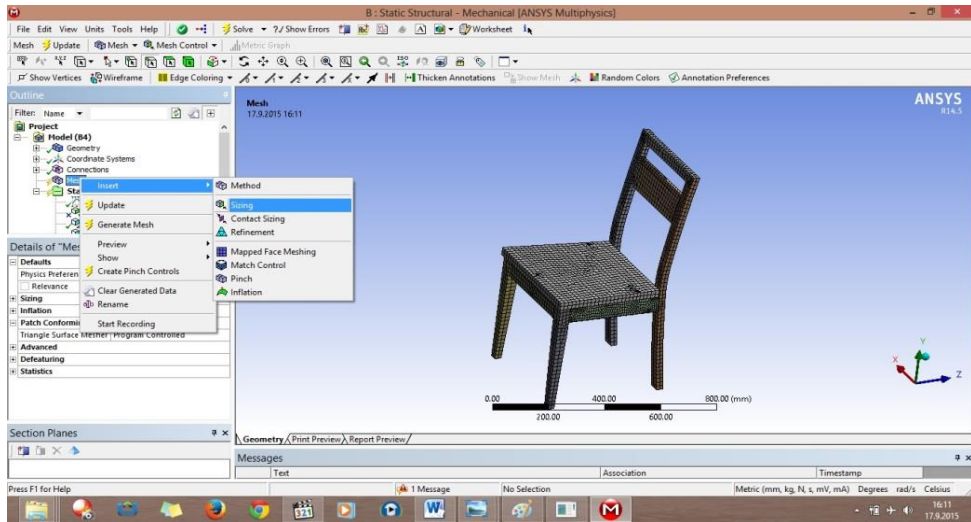
Yüzeyi küçük parçalara bölme

Mesh analiz sırasında küçük yüzeylerde daha iyi çözüm yapabilmek için küçük parçalara bölme işlemidir. Mesh tanımlaması solda bulunan mesh'in üzerine farenin sağ tuşuna basılarak insertten çeşitli metotlardan biri seçilmiştir (Şekil 3.129.).



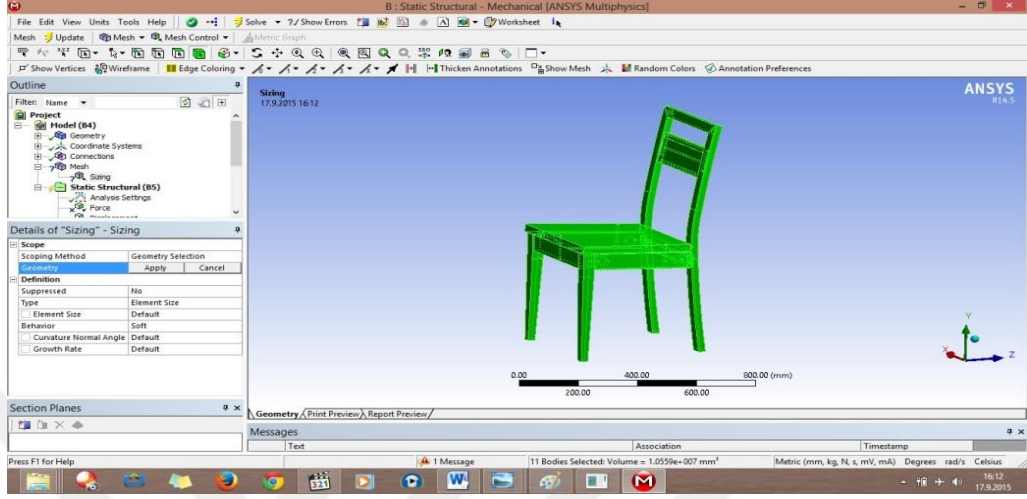
Şekil 3. 129. Mesh tanımlamasının yapılması

Düz kesitli malzemelerde düzgün sonuç almak için sizing seçilmiştir (Şekil 3.130.).



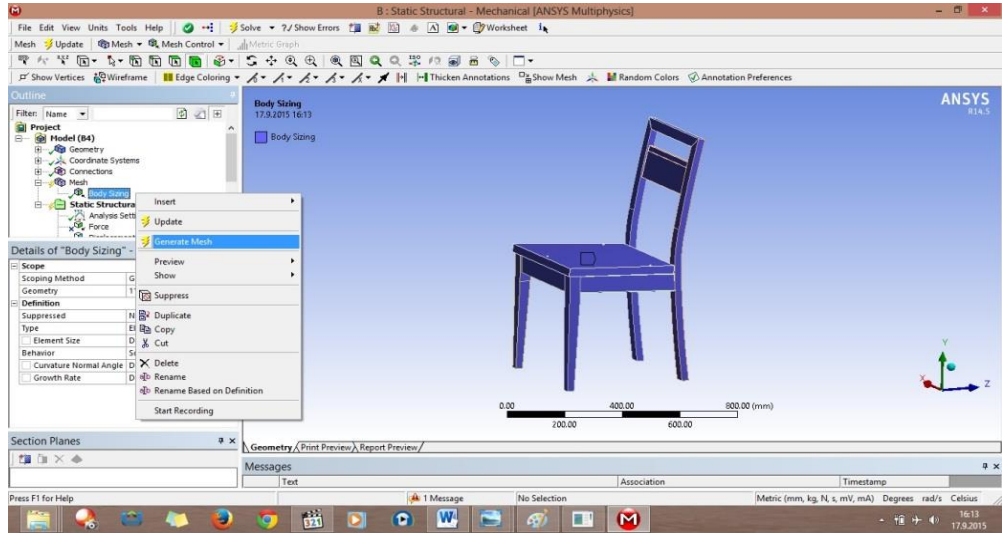
Şekil 3. 130. Mesh sizing komutunun seçilmesi

Sizing seçildikten sonra mesh'in altında başında soru işaretli sizing oluşmuştur. Oluşan bu yeri seçtiğimizde sizingin altında geometry yazan yere basılmıştır. Daha sonra çalışma ekranında bulunan çizimi farenin sol tuşuna basılarak hepsi seçilmiştir. Seçtikten sonra apply diyerek onaylanmıştır. Bu işlem şekil 3.131.'da gösterilmiştir.



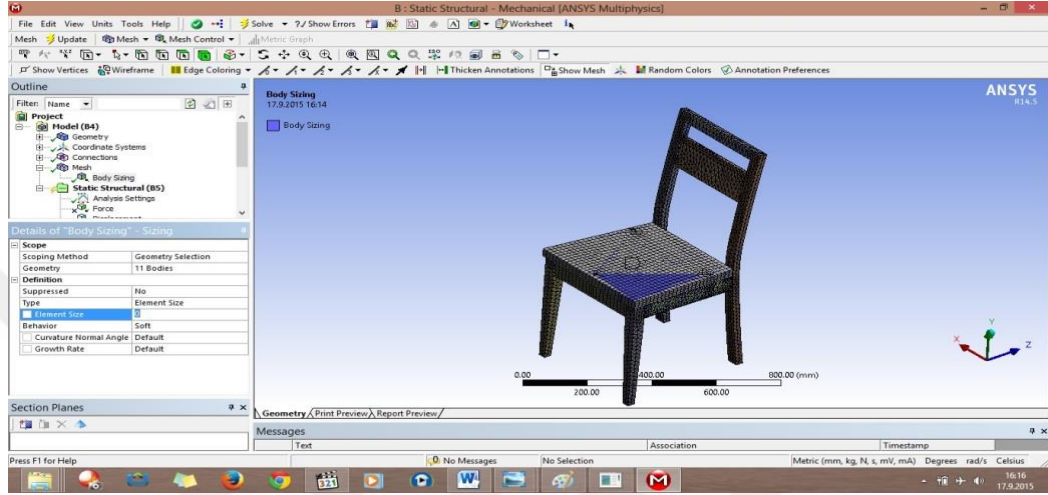
Şekil 3. 131. Çizimin seçilip onaylanması

Onayladıktan sonra yapılan işlemin uygulanması için body sizing üzerinde farenin sağ tuşuna basılarak, generate mesh yapılmıştır. Bu işlem şekil 3.132.'da gösterilmiştir.



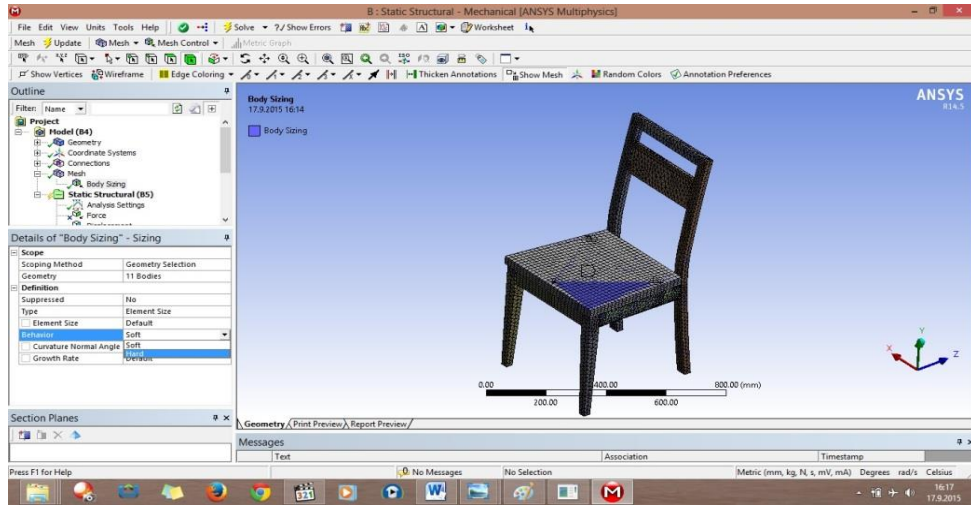
Şekil 3. 132. Mesh tanımlanmasının çizim üzerine uygulanması

esh nodes (iki nokta arası) aralıkları büyük olursa çözümlene yaparken gerçek sonuçlara tam olarak yaklaşamaz. Bu yüzden mesh kalitesi düşer, bunu gidermek için element size'nin yanına fare ile basıldığında değer girme noktası açılmıştır. Açılan değer noktasına istediğimiz değeri girebiliriz. Bu işlem şekil 3.133.'de gösterilmiştir. Örneğin normal sizing'le 10 mm gelirken biz bu değeri element size'den 3 mm ye düşürülebilir ve mesh kalitesi artırılabilir.



Şekil 3. 133. Mesh çözüm aralığının ayarlanması

Ayrıca behavior'un yanında bulunan soft istenirse hard yapılabilir. Bu nodes aralarını sertleştirir ya da yumuşatır. Bu işlem şekil 3.134.'de gösterilmiştir.

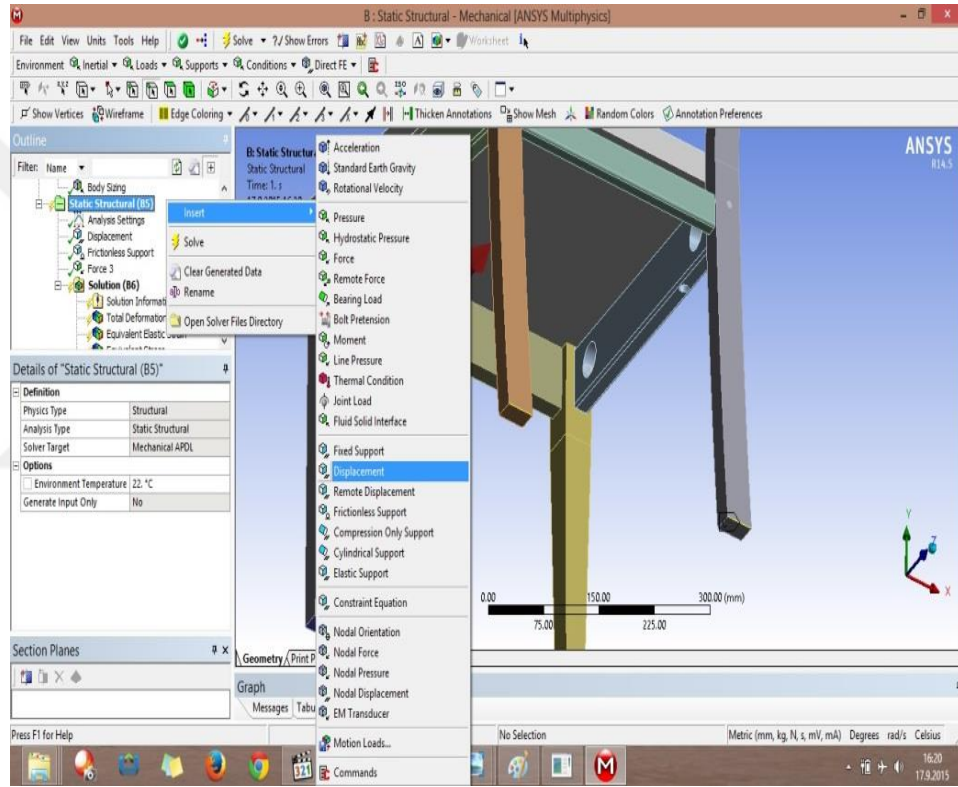


Şekil 3. 134. Mesh keskinliğini yumuşatmak ya da sertleştirmek

3.8.7. Static structural (B5)

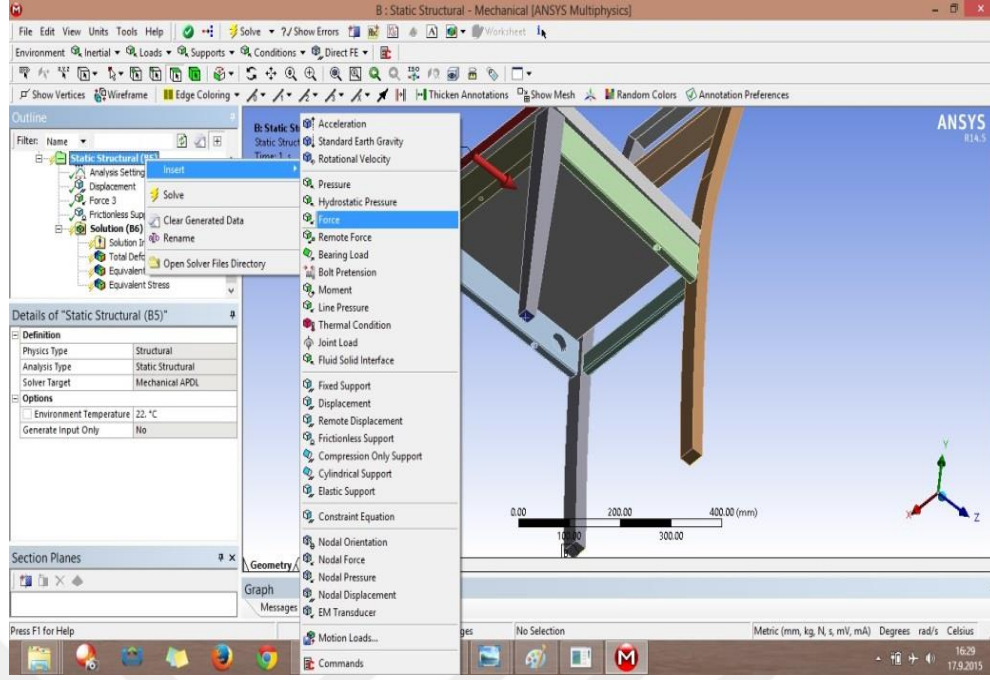
Static structural; Kuvvet, zemin, yerçekimi, hareket vb. gibi tanımlamaların yapıldığı yerdir. Burda istenilen tanımlar yapılacak testin özelliğine göre belirlenir. Bundan önceki kısımlar tüm yapılan işlemler için gerekli iken bu kısımda farklılıklar görülmektedir.

Bu kısmı tanımlarken bizim için gerekli olan tanımlamaları belirlemek ve daha sonra static structural üzerinde farenin sağ tuşu ile seçerek insert 'ten gerekli olan komutlar eklenmiştir. Bu işlem şekil 3.135.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 135. Static structural'a test için gerekli özelliklerin eklenmesi

Tanımlama için ilk gerekli olan force (kuvvet) tür, kuvvet bizim için gereklidir. Testin yapılabilmesi için belirli miktarda kuvvete ihtiyaç duyulmaktadır. Tanımlama için force'u seçerken Static structural üzerinde sağ tuş yaparak insertten force seçilmiştir. Bu işlem şekil 3.136.'te gösterilmiştir.

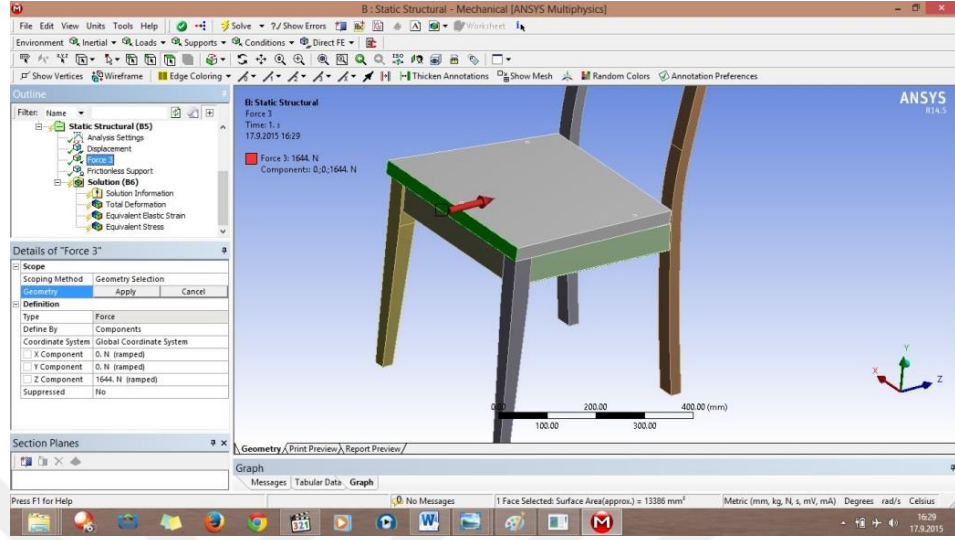


Şekil 3. 136. Force'un seçilmesi

Static structural' in altında force gelir. Force tıkladığımızda geometry altında bizden kuvveti uygulayacağı yeri sormaktadır. Kuvvetin uygulanacağı yeri seçtikten sonra apply diyerek onaylanmıştır. Onayladıktan sonra hangi yönden uygulayacağını belirtmemiz gerekmektedir. Yönü belirtmek için global coordinant system'in altından uygulanacak kuvvet yazılmıştır. Bu işlem şekil 3.137.'de gösterilmiştir. Örneğin z component'ten 1644 N gibi kuvvet uygulanmıştır.

Mevcut durum tespitinde, gerçek testlerden elde edilen maksimum yük değerleri, sanal ortamda sandalyelere ilgili yerlerden yüklenmiş ve sistemin her bir elemanında ve birleştirmesinde meydana gelen kuvvet, moment, gerilmeler ve deformasyonlar alınmıştır. Sanal ortamda yükleme yapılırken statik–devirli yük ilişkileri dikkate alınmıştır. Literatürde yapılan çalışmalarda, ahşap yapıların devirli yük mukavemet değerlerinin statik yük mukavemeti değerinin yaklaşık % 50' si olarak düşünülmesi gerektiği belirtilmektedir. Bir başka ifadeyle, ahşap bir çerçeve sisteminin devirli yük altında gösterdiği mukavemet, statik yük altında göstereceği mukavemetin % 50'si olarak alınmalıdır (Erdil 1998; Eckelman ve Erdil 1999).

Bir başka ifade ile ANSYS ortamındaki testlerde yorma yüklemesi yerine statik yükleme ile analiz yapılmış olup, gerçekte devirli testlerde elde edilen yük değerlerinin 2 katı uygulanarak işlem yapılmıştır.

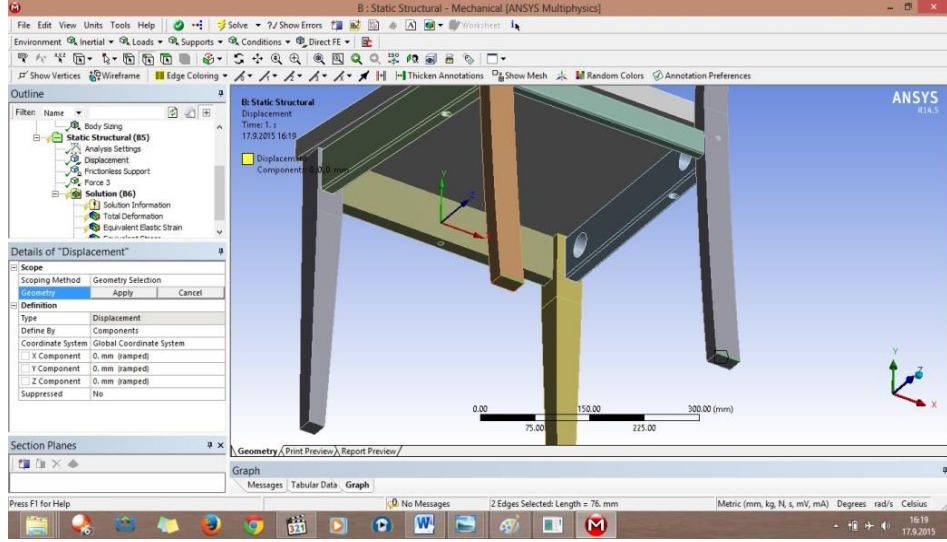


Şekil 3. 137. Force'un yükünün ve yönünün tanımlanması

Displacement. Hareketsiz sabitleme

Bu tanımlama test sırasında uygulanan kuvveti karşılayarak yere sabitmiş gibi davranış gösterir.

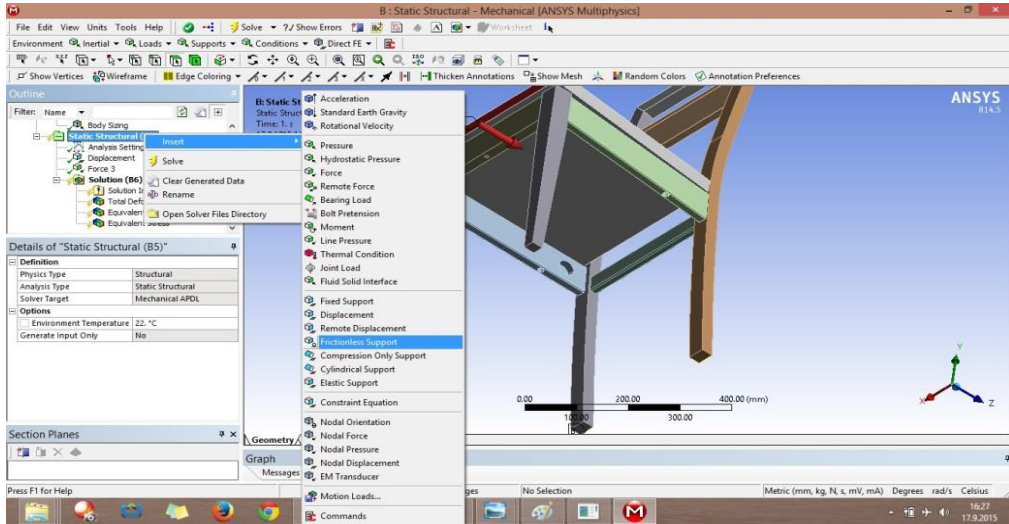
Tanımlamanın yapılışı static structural'a sağ tuş insert displacement seçilmiştir. Seçilen tanımlama static structural altında displacement oluşturulmuştur. Oluşan displacement üzerine gelinerek seçilmiştir. Daha sonra displacement altında geometry seçildikten sonra nerelerinden sabitlenecek ise o noktaları edge seçim tuşu ile o noktaları seçerek apply diyerek onaylanmıştır. Bu işlem şekil 3.138.'da gösterilmiştir.



Şekil 3. 138. Displacement Hareketsiz sabitleme tanımlaması

Frictionless support. Sürtünmesiz destek

Tanımlamanın yapılışı static structural' a farenin sağ tuşuna basılarak insert frictionless support seçilmiştir. Seçilen tanımlama static structural altında frictionless support oluşturmuştur. Oluşan frictionless support üzerine gelinerek ve seçilmiştir. Daha sonra frictionless support altında geometry seçtikten sonra nerelerinden sabitlemek istiyorsak o noktaları farenin sol seçim tuşu ile o noktaları seçilerek apply diyerek onaylanmıştır. Bu işlem şekil 3.139.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 139. Frictionless support sürtünmesiz destek tanımlaması

3.8.2. Solution

Çözüm

Yapılan testin çözümlerine(sonuç) bakılan kısımdır. Bu kısımda 3 çözüm anlatılacak olup sadece deformasyon miktarlarına bakılmıştır. Bu çözüm noktaları

Total deformation. Deformasyonlarına bakılmıştır.

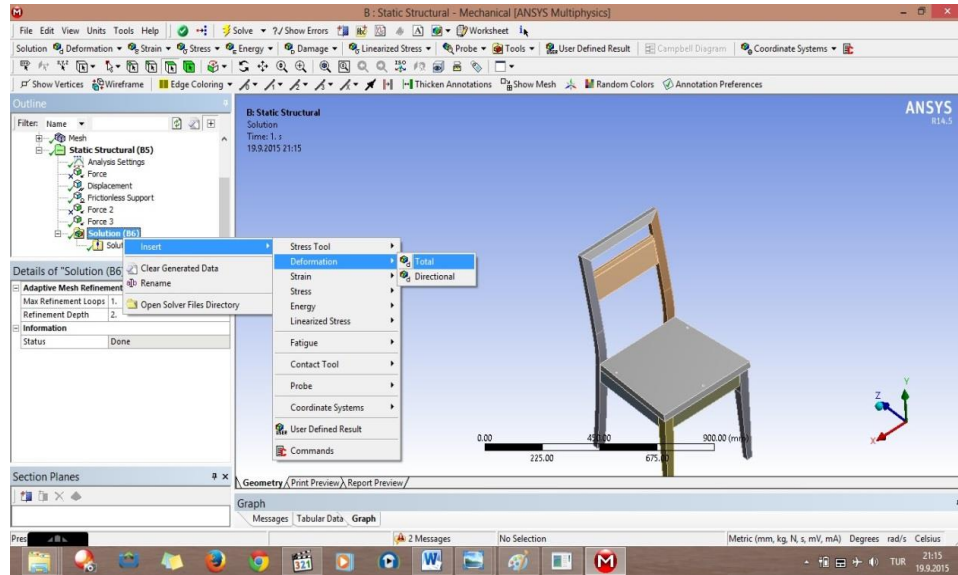
Strain. Uzama miktarına bakılan kısımdır.

Stress. Stres miktarı bakılan kısımdır.

Total deformation

Bu çözümde uygulanan kuvvetin çizimde ne kadar deformasyon yaptığının saptanması için kullanılmıştır. İlk durum testlerini yaptık daha sonra optimize kararları uygulanmış çizimler üzerinde başta anlattığımız kısımlarda değişiklik yapmaksızın aynı yönden kuvvet uygulanmış olup yapılan optimize çalışmalarının faydalı olup olmadığı tespit edilmiştir.

Deformasyon sonuçlarını görmek için solution üzerinde iken farenin sağ tuşuna basılarak insert deformation' dan sonra total seçilmiştir. Bu işlem şekil 3.140.'de gösterilmiştir.

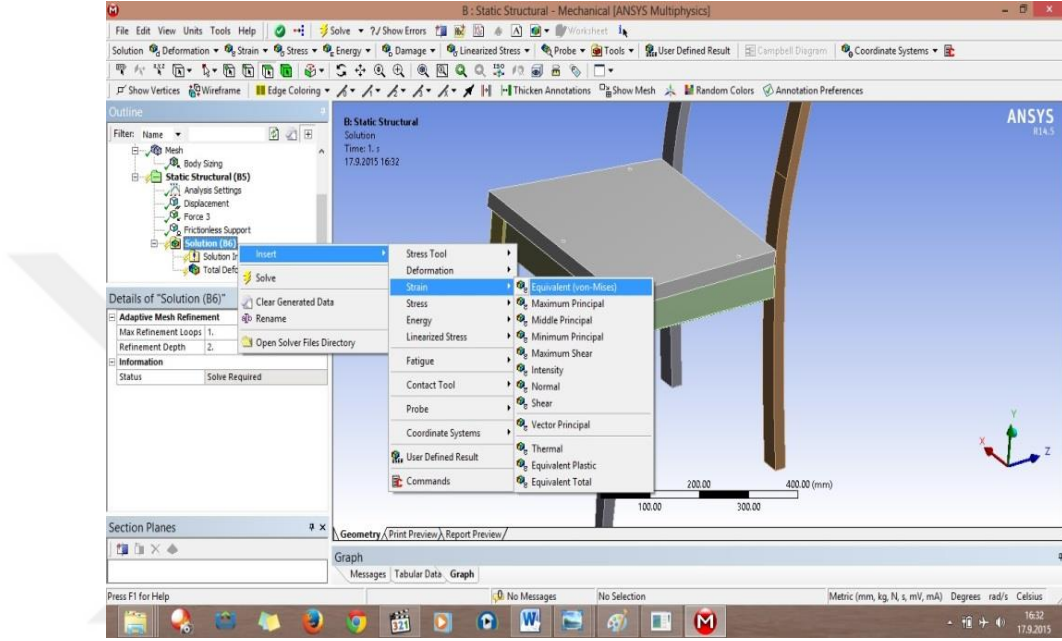


Şekil 3. 140. Toplam deformasyonun tanımlanması

Strain

Bu çözümde uygulanan kuvvetin çizimde ne kadar uzama yaptığının saptanması için kullanılır.

Uzama sonuçlarını görmek için solution üzerinde iken farenin sağ tuşuna basılarak insert Strain 'den sonra equivalent (von-mises) seçilmiştir. Bu işlem şekil 3.141.'de gösterilmiştir.

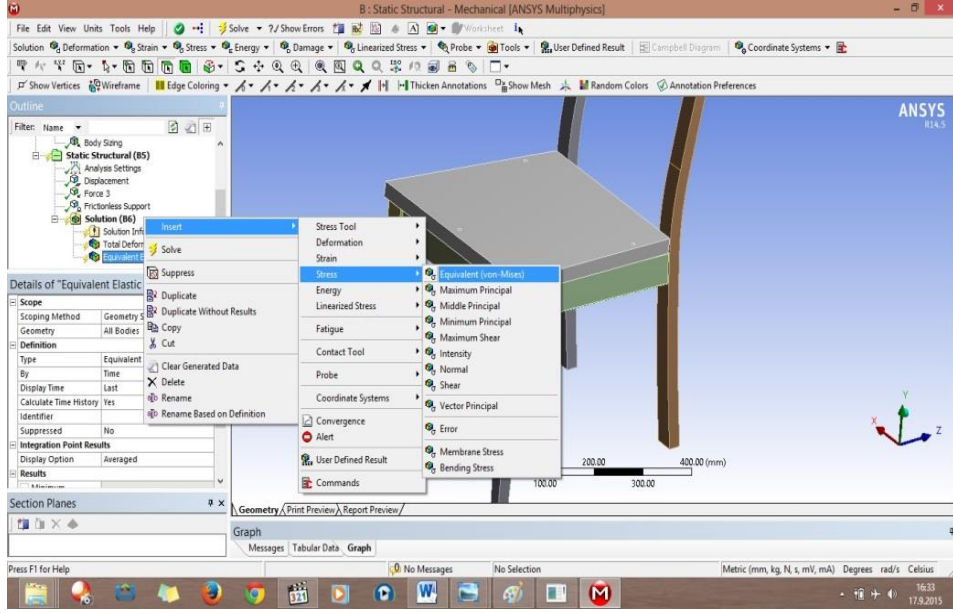


Şekil 3. 141. Strain (uzama) tanımlanması

Stress.

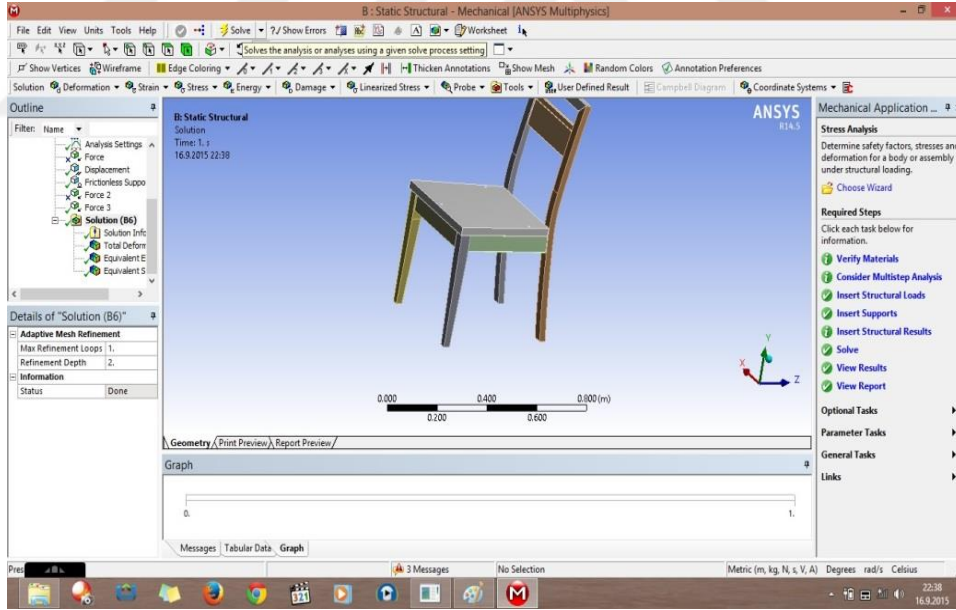
Bu çözümde uygulanan kuvvetin çizimde ne kadar stres yaptığının saptanması için kullanılır.

Stres sonuçlarını görmek için solution üzerinde iken farenin sağ tuşuna basılarak insert stress' dan sonra equivalent (von-mises) seçilmiştir. Bu işlem şekil 3.142.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 142. Stress (stres) tanımlanması

Solve: Çekme menülerin sağ yanında bulunan solve komutu testi başlatmak için kullanılmıştır. Bu işlem şekil 3.143.'de gösterilmiştir.

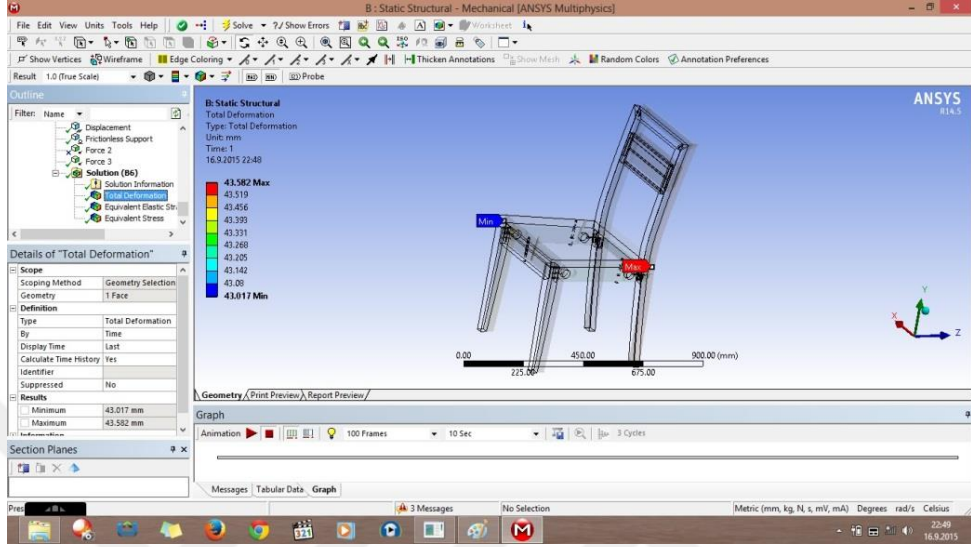


Şekil 3. 143. Solve testi başlatma komutu

Solution Çözümlerin ANSYS'te görülmesi

Total deformation

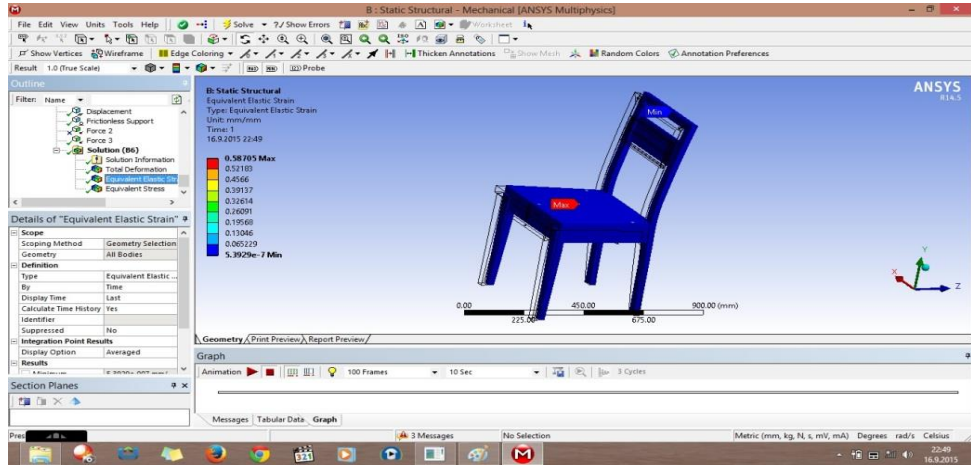
Toplam deformasyon sonrası oluşan maksimum ve minimum deformasyon noktaları bilgisayar tarafından gösterilmiştir. Bu durum şekil 3.144.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 144. Maksimum ve minimum defermasyon noktalarının gösterilmesi

Strain: Uzama

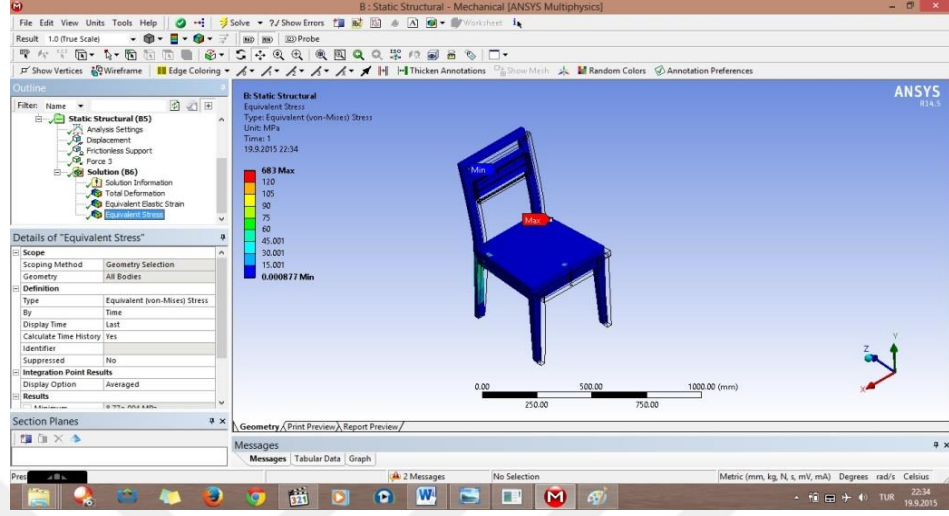
Test sonrası oluşan uzama maksimum ve minimum uzama noktaları bilgisayar tarafından gösterilmiştir. Bu durum şekil 3.145.'da gösterilmiştir.



Şekil 3. 145. Uzama miktarının maksimum ve minimum noktalarının gösterilmesi

Stres.

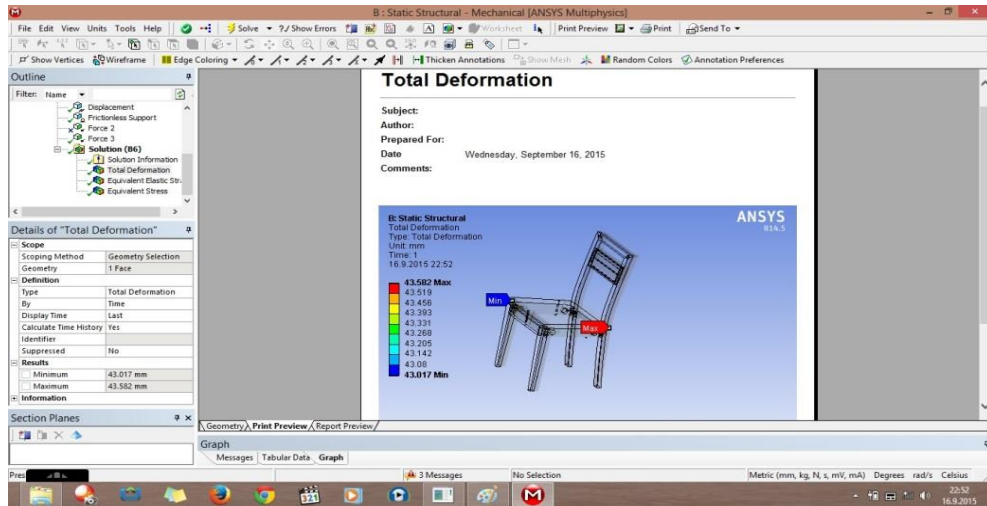
Test sonrası oluşan uzama maksimum ve minimum uzama noktaları bilgisayar tarafından gösterilmiştir. Bu durum şekil 3.146.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 146. Stres miktarının maksimum ve minimum noktalarının gösterilmesi

Solutionun(çözümün) rapor halinde alınması:

Yapılan testin sonucunun çıktı halinde alınması için çalışma ekranının altında bulunan geometry'nin yanında bulunan print previewden alınmış olup, bu durum şekil 3.147.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 147. Yapılan testin sonucunun alınması ve kaydedilmesi

4.BULGULAR

4.1. Ağaç Malzemenin Bazı Teknik Özellikleri

4.1.1. Yoğunluk ve rutubet

Deney sandalye iskeletlerinin üretilmiş oldukları ağaç malzemenin rutubetine ilişkin istatistik değerleri Çizelge 4.1.'de, tam kuru yoğunluklar Çizelge 4.2.' de, hava kuru yoğunluklar ise Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

Çizelge 4. 1. Ağaç malzemenin ortalama rutubeti (%)

Malzeme	Rutubet Oranı (%)			
	X_{min}	X_{max}	X_{ort}	v (%)
Doğu Kayını	7,56	9,38	8,47	6,87

X_{min} . En küçük değer X_{max} . En büyük değer X_{ort} . Ortalama değer v: Varyasyon katsayısı

Çizelge 4. 2. Ağaç malzemenin tam kuru yoğunluk değerleri

Malzeme	Tam Kuru Yoğunluk (gr/cm ³)			
	X_{min}	X_{max}	X_{ort}	v (%)
Doğu Kayını	0,61	0,71	0,66	8,16

Çizelge 4. 3. Ağaç malzemenin hava kuru yoğunluk değerleri

Malzeme	Hava Kuru Yoğunluk (gr/cm ³)			
	X_{min}	X_{max}	X_{ort}	v (%)
Doğu Kayını	0,65	0,73	0,69	8,47

4.1.2. Çekme direnci

Deney sandalyelerinin yapımında kullanılan ağaç malzemenin liflere veya yüzeye paralel çekme direnci için, istatistik değerleri Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4. 4. Ağaç malzemenin çekme direnci değerleri

Malzeme	Çekme Direnci (N/mm ²)			
	X _{min}	X _{max}	X _{ort}	v (%)
Doğu Kayını	98,53	122,21	110,37	6,39

4.1.3. Basınç direnci

Sandalye iskeletlerinin üretiminde kullanılan ağaç malzeme için liflere veya yüzeye paralel basınç direnci değerleri Çizelge 4.5.'de verilmiştir.

Çizelge 4. 5. Ağaç malzemenin basınç direnci değerleri

Malzeme	Basınç Direnci (N/mm ²)			
	X _{min}	X _{max}	X _{ort}	v (%)
Doğu Kayını	53,72	67,82	60,72	5,57

4.1.4. Eğilme direnci

Deney sandalyelerinin yapıldığı ağaç malzemenin liflere veya yüzeye dik eğilme direnci değerleri Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4. 6. Deney malzemenin eğilme direnci değerleri

Malzeme	Eğilme Direnci (N/mm ²)			
	X _{min}	X _{max}	X _{ort}	v (%)
Doğu Kayını	107,54	151,6	129,57	12,37

4.1.5. Elastikiyet modülü

Sandalye iskeletlerinde kullanılan ağaç malzemenin liflere veya yüzeye dik eğilmede elastikiyet modülü değerleri Çizelge 4.7.' de verilmiştir.

Çizelge 4. 7. Ağaç malzemenin eğilmede elastikiyet modülü değerleri

Malzeme Çeşidi	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)			
	X _{min}	X _{max}	X _{ort}	v (%)
Doğu Kayını	11023	15143	13083	12,53

4.2. Performans Deneyi Sonuçları ve Meydana Gelen Deformasyon Karakteristikleri

Sandalyelerde meydana gelen deformasyon karakterleri aşağıda anlatılmıştır.

4.2.1. M1 sandalye modeline ilişkin sonuçlar

4.2.1.1. Önden-arkaya devirli yükleme fülî test sonuçları

M1 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, önden arkaya yüklenen yük miktarı 489,28 N dur. Oluşan deformasyon noktası, Arka ayak üzerinde bağlanmış durumdaki iki zamak dübel arasındaki ahşap malzemeyi parçalayarak ve zamak dübeli yerinden çıkartarak deformasyona neden olmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.1.' de gösterilmiştir.



Şekil 4. 1. Önden-arkaya yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.1.2. Yanal devirli yükleme fiili test sonuçları

M1 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, yanal yüklenen yük miktarı 444,8 N dur. Oluşan deformasyon noktası, ön ayak üzerinde bağlanmış durumdaki zamak dübeli yerinden çıkartarak deformasyona neden olmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.2.' de gösterilmiştir.



Şekil 4. 2. Yanal yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.1.3. Arkadan-öne devirli yükleme fiili test sonuçları

M1 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, arkadan-öne yüklenen yük miktarı 533,76 N dur. Oluşan deformasyon noktası, sonradan monte edilen, ön ayak üzerinde bağlanmış durumdaki zamak dübeli yerinden çıkartarak deformasyona neden olmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.3.' de gösterilmiştir.



Şekil 4. 3. Arkadan-öne yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.2. M2 sandalye modeline ilişkin sonuçlar

4.2.1.4. Önden-arkaya devirli yükleme fiili test sonuçları

M2 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, arkadan öne yüklenen yük miktarı 1245,44 N dur. Oluşan deformasyon noktası, arka ayak yan kayıt bağlantısı yapılan m6x85 akb vida başının kopması ve vida başı ahşap malzemeyi ezerek deformasyona neden olmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.4.' de gösterilmiştir.



Şekil 4. 4. Önden-arkaya yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.1.5. Yanal devirli yükleme filii test sonuçları

M2 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, yanal yüklenen yük miktarı 400,32 N dur. Oluşan deformasyon noktası, ön ayak üzerinde bağlanmış durumdaki ön kayıt zıvana birleşiminde erkek zıvana, zorlanmadan dolayı kırılarak ya da zıvanaların ayrılması neticesinde deformasyonlar olmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.5.' de gösterilmiştir.



Şekil 4. 5. Yanal yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.1.6. Arkadan-öne devirli yükleme fiili test sonuçları

M2 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, arkadan öne yüklenen yük miktarı 518,93 N dur. Oluşan deformasyon noktası, ön ayak üzerinde bağlanmış durumdaki, zamak dübeli yerinden çıkartarak deformasyona neden olmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.6.' de gösterilmiştir.



Şekil 4. 6. Arkadan-öne yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.3. M3 sandalye modeline ilişkin sonuçlar

4.2.3.1. Önden-arkaya devirli yükleme fiili test sonuçları

M3 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, önden arkaya yüklenen yük miktarı 667,2 N dur. Oluşan deformasyon noktası, Arka ayak üzerinde arkadan bağlanmış durumdaki T-NUT (tırnaklı perçin)'i kırarak deformasyona neden olmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.7.' de gösterilmiştir.



Şekil 4. 7. Önden-arkaya yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.3.2. Yanal devirli yükleme filii test sonuçları

M3 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, yanal yüklenen yük miktarı 533,76 N dur. Oluşan deformasyon noktası, ön ayak üzerinde bağlanmış durumdaki ön kayıt zıvana birleşiminde erkek zıvana, zorlanmadan dolayı kırılarak ya da zıvanaların ayrılması neticesinde deformasyonlar oluşmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.8.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 8. Yanal yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.3.3. Arkadan-öne devirli yükleme fiili test sonuçları

M3 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, arkadan öne yüklenen yük miktarı 481,86 N dur. Oluşan deformasyon noktası, ön ayak üzerinde bağlanmış durumdaki zamak dübel, ahşap malzemeyi parçalayarak ve zamak dübeli yerinden çıkartarak deformasyona neden olmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.9.'da gösterilmiştir.



Şekil 4. 9. Arkadan-öne yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.4. M4 sandalye modeline ilişkin sonuçlar

4.2.4.1. Önden-arkaya devirli yükleme fiili test sonuçları

M4 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, önden arkaya yüklenen yük miktarı 1112 N dur. Oluşan deformasyon noktası, arka ayak yan kayıt bağlantısı yapılan m6x85 akb vidanın arka ayak bağlantı noktasından vida başı ahşap malzemeyi ezerek ve çatlatma yaparak deformasyona neden olmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.10.'da gösterilmiştir.



Şekil 4. 10. Önden-arkaya yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.4.2. Yanal devirli yükleme fiili test sonuçları

M4 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, yanal yüklenen yük miktarı 444,8 N dur. Oluşan deformasyon noktası, ön ayak üzerinde bağlanmış durumdaki ön kayıt zıvana birleşiminde erkek zıvana, zorlanmadan dolayı ön ayak zıvanaların ayrılması neticesinde deformasyonlar oluşmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.11.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 11. Yanal yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.4.3. Arkadan-öne devirli yükleme fîli test sonuçları

M4 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, arkadan öne yüklenen yük miktarı 444,8 N dur. Oluşan deformasyon noktası, ön ayak üzerinde bağlanmış durumdaki yan kayıt, zamak dübeli yerinden çıkartarak deformasyona neden olmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.12.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 12. Arkadan-öne yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.5. M5 sandalye modeline ilişkin sonuçlar

4.2.5.1. Önden-arkaya devirli yükleme fîli test sonuçları

M5 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, önden arkaya yüklenen yük miktarı 911,84 N dur. Oluşan deformasyon noktası, Arka ayak üzerinde bağlanmış durumdaki iki zamak dübel arasındaki ahşap malzemeyi parçalayarak ve zamak dübeli yerinden çıkartarak deformasyona neden olmaktadır. Ayrıca arka ayak ahşap malzemelerde zamak dübelin etkisi ile çatlamlar gözlenmiştir. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.13.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 13. Önden-arkaya yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.5.2. Yanal devirli yükleme fiili test sonuçları

M5 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, yanal yüklenen yük miktarı 444,8 N dur. Oluşan deformasyon noktası, ön ayak üzerinde bağlanmış durumdaki ön kayıt zıvana birleşiminde erkek zıvana, zorlanmadan dolayı ön ayak zıvanaların ayrılması neticesinde deformasyonlar olmaktadır. Bu deformasyonlar yan kayıt ön ayak bağlantı yerinde yan kayıta yarıma ve kırılmalar meydana gelmiştir. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.14.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 14. Yanal yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.5.3. Arkadan-öne devirli yükleme fiili test sonuçları

M5 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, arkadan öne yüklenen yük miktarı 689,44 N dur. Oluşan deformasyon noktası, ön ayak üzerinde bağlanmış durumdaki iki zamak dübel ön ayak ahşap malzemeyi parçalayarak deformasyona neden olmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.15.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 15. Arkadan-öne yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.6. M6 sandalye modeline ilişkin sonuçlar

4.2.6.1. Önden-arkaya devirli yükleme fiili test sonuçları

M6 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, önden arkaya yüklenen yük miktarı 822,88 N dur. Oluşan deformasyon noktası, arka ayak yan kayıt bağlantısı yapılan m6x85 akb vidanın arka ayak bağlantı noktasından kırma ve çatlatma yaparak deformasyona neden olmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.16.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 16. Önden-arkaya yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.6.2. Yanal devirli yükleme fiili test sonuçları

M6 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, yanal yüklenen yük miktarı 578,24 N dur. Oluşan deformasyon noktası, ön ayak üzerinde bağlanmış durumdaki ön kayıt zıvana birleşiminde erkek zıvana, zorlanmadan dolayı ön ayak zıvanaların ayrılması neticesinde deformasyonlar olmaktadır. Bu deformasyonlar yan kayıt ön ayak bağlantı yerinde yan kayıta yarıma ve kırılmalar meydana gelmiştir. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.17.' de gösterilmiştir.



Şekil 4. 17. Yanal yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.6.3. Arkadan-öne devirli yükleme fülî test sonuçları

M6 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, arkadan öne yüklenen yük miktarı 500,4 N dur. Oluşan deformasyon noktası, ön ayak üzerinde bağlanmış durumdaki zamak dübel, ahşap malzemeyi parçalayarak ve zamak dübeli yerinden çıkartarak deformasyona neden olmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.18.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 18. Arkadan-öne yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.7. M7 sandalye modeline ilişkin sonuçlar

4.2.7.1. Önden-arkaya devirli yükleme fülî test sonuçları

M7 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, önden arkaya yüklenen yük miktarı 889,6 N dur. Oluşan deformasyon noktası, Arka ayak üzerinde bağlanmış durumdaki iki zamak dübel arasındaki ahşap malzemeyi parçalayarak ve zamak dübeli yerinden çıkartarak deformasyona neden olmaktadır. Ayrıca arka ayak ahşap malzemelerde zamak dübelin etkisi ile çatlamlar oluşmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.19.'da gösterilmiştir.



Şekil 4. 19. Önden-arkaya yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.7.2. Yanal devirli yükleme filii test sonuçları

M7 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, yanıl yüklenen yük miktarı 647,04 N dur. Oluşan deformasyon noktası, ön ayak üzerinde bağlanmış durumdaki ön kayıt zıvana birleşiminde erkek zıvana, zorlanmadan dolayı kırılarak ya da zıvanaların ayrılması neticesinde deformasyonlar oluşmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.20.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 20. Yanal yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.7.3. Arkadan-öne devirli yükleme fîli test sonuçları

M7 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, arkadan öne yüklenen yük miktarı 689,44 N dur. Oluşan deformasyon noktası, ön ayak üzerinde bağlanmış durumdaki iki zamak dübel ön ayak ahşap malzemeyi parçalayarak deformasyona neden olmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.21.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 21. Arkadan-öne yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.8. M8 sandalye modeline ilişkin sonuçlar

4.2.8.1. Önden-arkaya devirli yükleme fîli test sonuçları

M8 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, önden arkaya yüklenen yük miktarı 600,48 N dur. Oluşan deformasyon noktası, Arka ayak üzerinde bağlanmış durumdaki iki zamak dübel arasındaki ahşap malzemeyi parçalayarak ve zamak dübeli yerinden çıkartarak deformasyona neden olmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.22.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 22. Önden-arkaya yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.8.2. Yanal devirli yükleme fiili test sonuçları

M8 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, yanal yüklenen yük miktarı 333,6 N dur. Oluşan deformasyon noktası, ön ayak üzerinde bağlanmış durumdaki ön kayıt zıvana birleşiminde erkek zıvana, zorlanmadan dolayı kırılarak ya da zıvanaların ayrılması neticesinde deformasyonlar oluşmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.23.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 23. Yanal yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.8.3. Arkadan-öne devirli yükleme fiili test sonuçları

M8 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, arkadan öne yüklenen yük miktarı 444,8 N dur. Oluşan deformasyon noktası, ön ayak üzerinde bağlanmış durumdaki iki zamak dübel ön ayak ahşap malzemeyi parçalayarak deformasyona neden olmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.24.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 24. Arkadan-öne yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.9. M9 sandalye modeline ilişkin sonuçlar

4.2.9.1. Önden-arkaya devirli yükleme fiili test sonuçları

M9 No'lu sandalyeye GSA yöntemine göre, önden arkaya yüklenen yük miktarı 711,68 N dur. Oluşan deformasyon noktası, Arka ayak üzerinde arkadan bağlanmış durumdaki T-NUT (tırnaklı perçin) 'ı kırarak deformasyona neden olmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.25.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 25. Önden-arkaya yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.9.2. Yanal devirli yükleme filii test sonuçları

M9 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, yanal yüklenen yük miktarı 689,44 N dur. Oluşan deformasyon noktası, ön ayak üzerinde bağlanmış durumdaki ön kayıt zıvana birleşiminde erkek zıvana, zorlanmadan dolayı kırılarak ya da zıvanaların ayrılması neticesinde deformasyonlar olmaktadır. Bu deformasyonlar yan kayıt ön ayak bağlantı yerinde yan kayıta yarılma ve kırılmalar meydana gelmiştir. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.26.'da gösterilmiştir.



Şekil 4. 26. Yanal yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.9.3. Arkadan-öne devirli yükleme fiili test sonuçları

M9 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, arkadan öne yüklenen yük miktarı 667,2 N dur. Oluşan deformasyon noktası, ön ayak üzerinde bağlanmış durumdaki zamak dübel, ahşap malzemeyi parçalayarak ve zamak dübeli yerinden çıkartarak deformasyona neden olmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.27.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 27. Arkadan-öne yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.10. M10 sandalye modeline ilişkin sonuçlar

4.2.10.1. Önden-arkaya devirli yükleme fiili test sonuçları

M10 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, önden arkaya yüklenen yük miktarı 917,4 N dur. Oluşan deformasyon noktası, Arka ayak üzerinde bağlanmış durumdaki zamak dübeli yerinden çıkartarak deformasyona neden olmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.28.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 28. Önden-arkaya yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.10.2. Yanal devirli yükleme filii test sonuçları

M10 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, yanal yüklenen yük miktarı 481,86 N dur. Oluşan deformasyon noktası, ön ayak üzerinde bağlanmış durumdaki ön kayıt zıvana birleşiminde erkek zıvana, zorlanmadan dolayı ön ayak kırılarak ya da zıvanaların ayrılması neticesinde deformasyonlar olmaktadır. Bu deformasyonlar yan kayıt ön ayak bağlantı yerinde yan kayıta yarılma ve kırılmalar meydana gelmiştir. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.29.'da gösterilmiştir.



Şekil 4. 29. Yanal yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

4.2.10.3. Arkadan-öne devirli yükleme fiili test sonuçları

M10 No'lu sandalyeye ALA yöntemine göre, arkadan öne yüklenen yük miktarı 472,6 N dur. Oluşan deformasyon noktası, ön ayak üzerinde bağlanmış durumdaki, zamak dübeli yerinden çıkartarak deformasyona neden olmuştur. Sandalyede meydana gelen deformasyonlar şekil 4.30.'te gösterilmiştir.



Şekil 4. 30. Arkadan-öne yükleme testinde gözlenen deformasyon biçimi

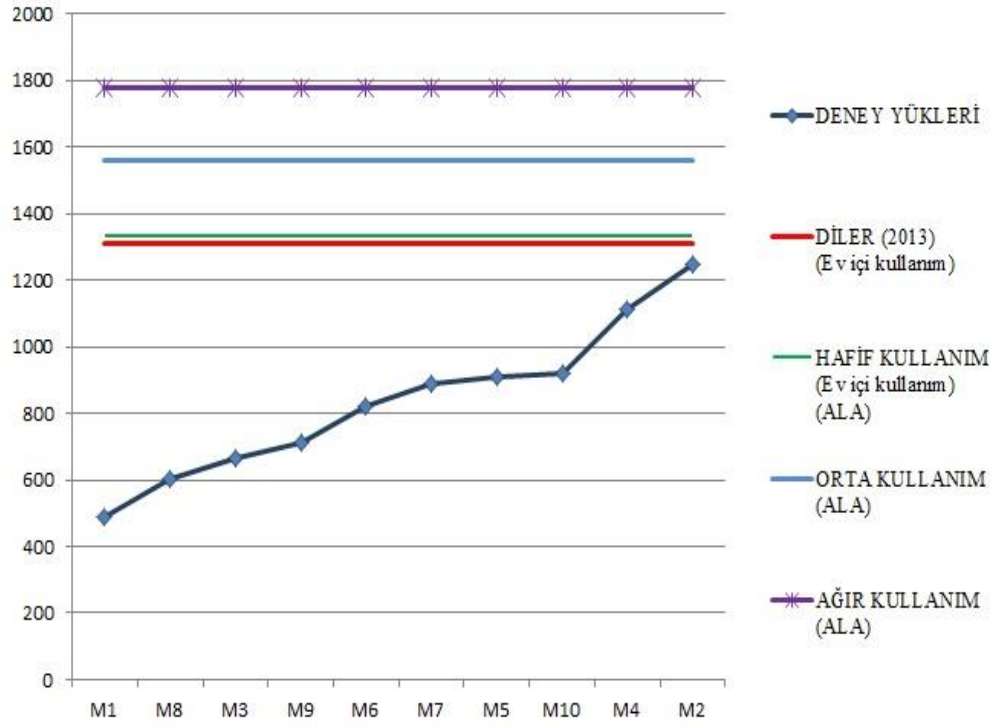
4.3. Sandalyelerin Performans Değerlendirmesi

Denemelerde kullanılan sandalye iskeletlerine uygulanan mukavemet deneyleri sonucunda elde edilen önden-arkaya kuvvet taşıma değerleri, Çizelge 4.8.' de verilmiştir.

Çizelge 4. 8. Sandalye iskeletlerinin önden arkaya kuvvet taşıma değerleri

Model	Deney yükleri	H. DİLER(2013) (ev içi kullanım)	Sonuç	Hafif Kullanım (ALA)	Sonuç	Orta Kullanım (ALA)	Sonuç	Ağır Kullanım (ALA)	Sonuç
M1	489,28	1312	Kaldı	1335	Kaldı	1557	Kaldı	1780	Kaldı
M8	600,48	1312	Kaldı	1335	Kaldı	1557	Kaldı	1780	Kaldı
M3	667,2	1312	Kaldı	1335	Kaldı	1557	Kaldı	1780	Kaldı
M9	711,68	1312	Kaldı	1335	Kaldı	1557	Kaldı	1780	Kaldı
M6	822,88	1312	Kaldı	1335	Kaldı	1557	Kaldı	1780	Kaldı
M7	889,6	1312	Kaldı	1335	Kaldı	1557	Kaldı	1780	Kaldı
M5	911,84	1312	Kaldı	1335	Kaldı	1557	Kaldı	1780	Kaldı
M10	917,4	1312	Kaldı	1335	Kaldı	1557	Kaldı	1780	Kaldı
M4	1112	1312	Kaldı	1335	Kaldı	1557	Kaldı	1780	Kaldı

Yapılan önden arkaya fiili testler sonucunda tüm mevcut sandalye modellerinin göstermiş oldukları performanslar ALA yöntemine ve Diler (2013)'e göre önden arkaya yüklemde “ev içi” kullanım yüklerini sağlayamamıştır. Sandalye modellerinin performanslarının kabul edilebilir yükler ile karşılaştırılması Şekil 4.31.'de grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 4. 31. Sandalye iskeletlerinin önden arkaya kuvvet taşıma değerleri

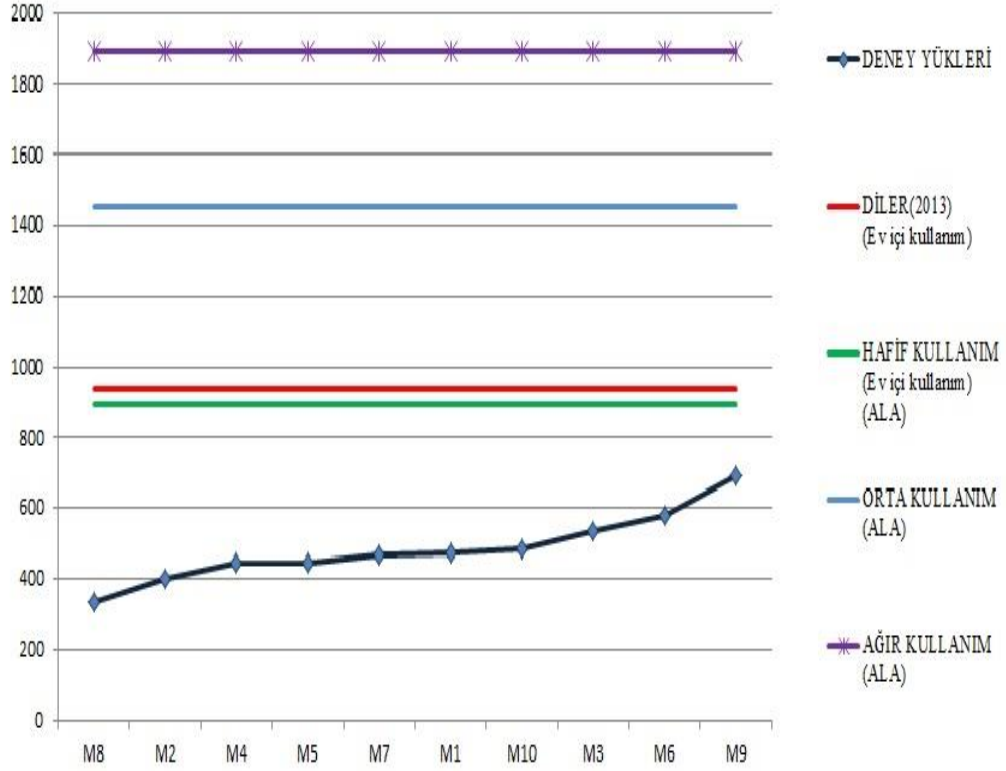
Buna göre, hiç bir sandalye modeli gerek ALA gerekse Diler (2013)' de belirlenen ev içi kullanımlar için gerekli kabul edilebilir tasarım yüklerini karşılayabilecek mukavemeti gösterememiştir.

Denemelerde kullanılan sandalye iskeletlerine uygulanan mukavemet deneyleri sonucunda elde edilen yanal yöndeki kuvvet taşıma değerleri, Çizelge 4.9.' da verilmiştir.

Çizelge 4. 9. Sandalye iskeletlerinin yanal kuvvet taşıma değerleri

Model	Deney yükleri	H. DİLER(2013) ev içi kullanım	Sonuç	Hafif Kullanım (ALA)	Sonuç	Orta Kullanım (ALA)	Sonuç	Ağır Kullanım (ALA)	Sonuç
M8	333,6	935	Kaldı	890	Kaldı	1449	Kaldı	1891	Kaldı
M2	400,32	935	Kaldı	890	Kaldı	1449	Kaldı	1891	Kaldı
M4	444,8	935	Kaldı	890	Kaldı	1449	Kaldı	1891	Kaldı
M5	444,8	935	Kaldı	890	Kaldı	1449	Kaldı	1891	Kaldı
M7	467,04	935	Kaldı	890	Kaldı	1449	Kaldı	1891	Kaldı
M1	472,6	935	Kaldı	890	Kaldı	1449	Kaldı	1891	Kaldı
M10	481,86	935	Kaldı	890	Kaldı	1449	Kaldı	1891	Kaldı
M3	533,76	935	Kaldı	890	Kaldı	1449	Kaldı	1891	Kaldı
M6	578,24	935	Kaldı	890	Kaldı	1449	Kaldı	1891	Kaldı
M9	689,44	935	Kaldı	890	Kaldı	1449	Kaldı	1891	Kaldı

Yapılan yanıl fiili testler sonucundatüm mevcut sandalye modellerinin göstermiş oldukları performanslar ALA yöntemine ve Diler (2013)'e göre yanıl yüklemede “ev içi” kullanım yüklerini sağlayamamıştır. Sandalye modellerinin performanslarının kabul edilebilir yükler ile karşılaştırılması Şekil 4.32.'de grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 4. 32. Sandalye iskeletlerinin yanıl kuvvet taşıma değerleri

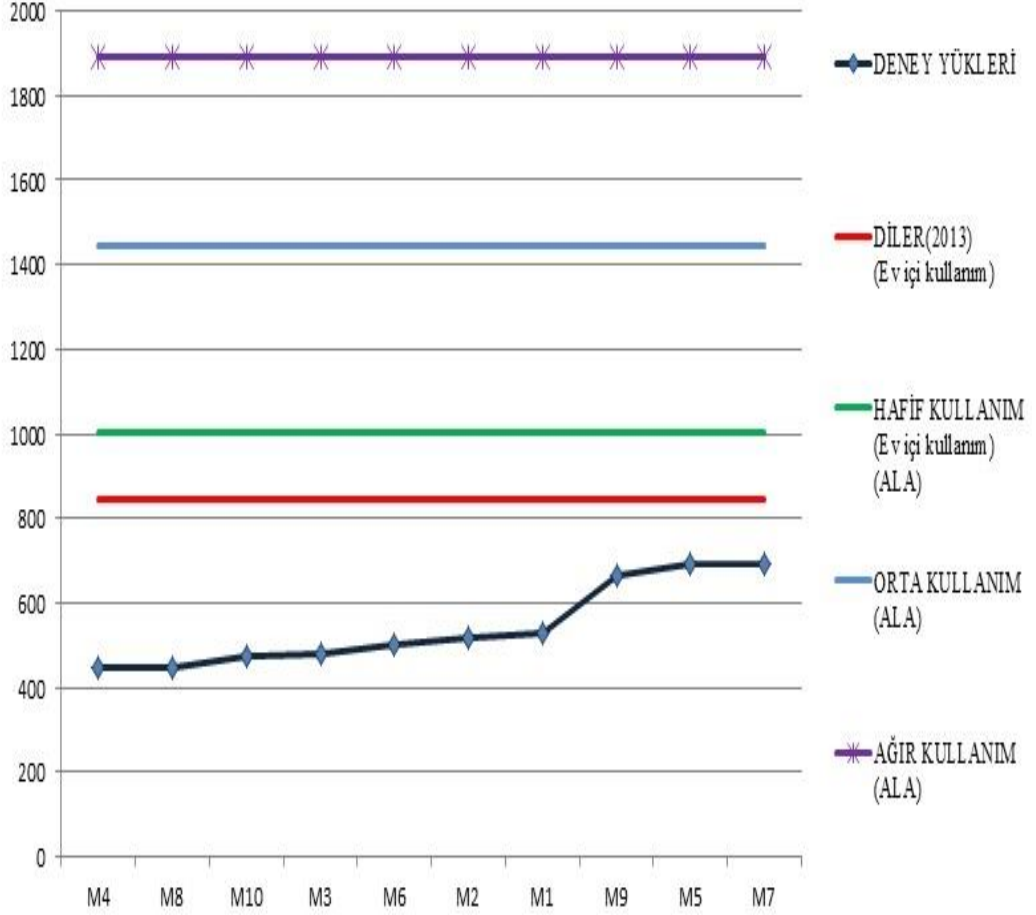
Buna göre, hiç bir sandalye modeli gerek ALA gerekse Diler (2013)' de belirlenen ev içi kullanımlar için gerekli kabul edilebilir tasarım yüklerini karşılayabilecek mukavemeti gösterememiştir.

Denemelerde kullanılan sandalye iskeletlerine uygulanan mukavemet deneyleri sonucunda elde edilen arkadan öne kuvvet taşıma değerleri, Çizelge 4.10.'da verilmiştir.

Çizelge 4. 10. Sandalye iskeletlerinin arkadan öne kuvvet taşıma değerleri

Model	Deney yükleri	H. DİLER(2013) ev içi kullanım	Sonuç	Hafif Kullanım (ALA)	Sonuç	Orta Kullanım (ALA)	Sonuç	Ağır Kullanım (ALA)	Sonuç
M4	444,8	845	Kaldı	1001	Kaldı	1446	Kaldı	1891	Kaldı
M8	444,8	845	Kaldı	1001	Kaldı	1446	Kaldı	1891	Kaldı
M10	472,6	845	Kaldı	1001	Kaldı	1446	Kaldı	1891	Kaldı
M3	481,86	845	Kaldı	1001	Kaldı	1446	Kaldı	1891	Kaldı
M6	500,4	845	Kaldı	1001	Kaldı	1446	Kaldı	1891	Kaldı
M2	518,93	845	Kaldı	1001	Kaldı	1446	Kaldı	1891	Kaldı
M1	528,2	845	Kaldı	1001	Kaldı	1446	Kaldı	1891	Kaldı
M9	667,2	845	Kaldı	1001	Kaldı	1446	Kaldı	1891	Kaldı
M5	689,44	845	Kaldı	1001	Kaldı	1446	Kaldı	1891	Kaldı
M7	689,44	845	Kaldı	1001	Kaldı	1446	Kaldı	1891	Kaldı

Yapılan arkadan öne fiili testler sonucunda tüm mevcut sandalye modellerinin göstermiş oldukları performanslar ALA yöntemine ve Diler (2013)'e göre arkadan öne yüklemde “ev içi” kullanım yüklerini sağlayamamıştır. Sandalye modellerinin performanslarının kabul edilebilir yükler ile karşılaştırılması Şekil 4.33.'de grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 4. 33. Sandalye iskeletlerinin arkadan öne kuvvet taşıma değerleri

Buna göre, hiç bir sandalye modeli gerek ALA gerekse Diler (2013)' de belirlenen ev içi kullanımlar için gerekli kabul edilebilir tasarım yüklerini karşılayabilecek mukavemeti gösterememiştir.

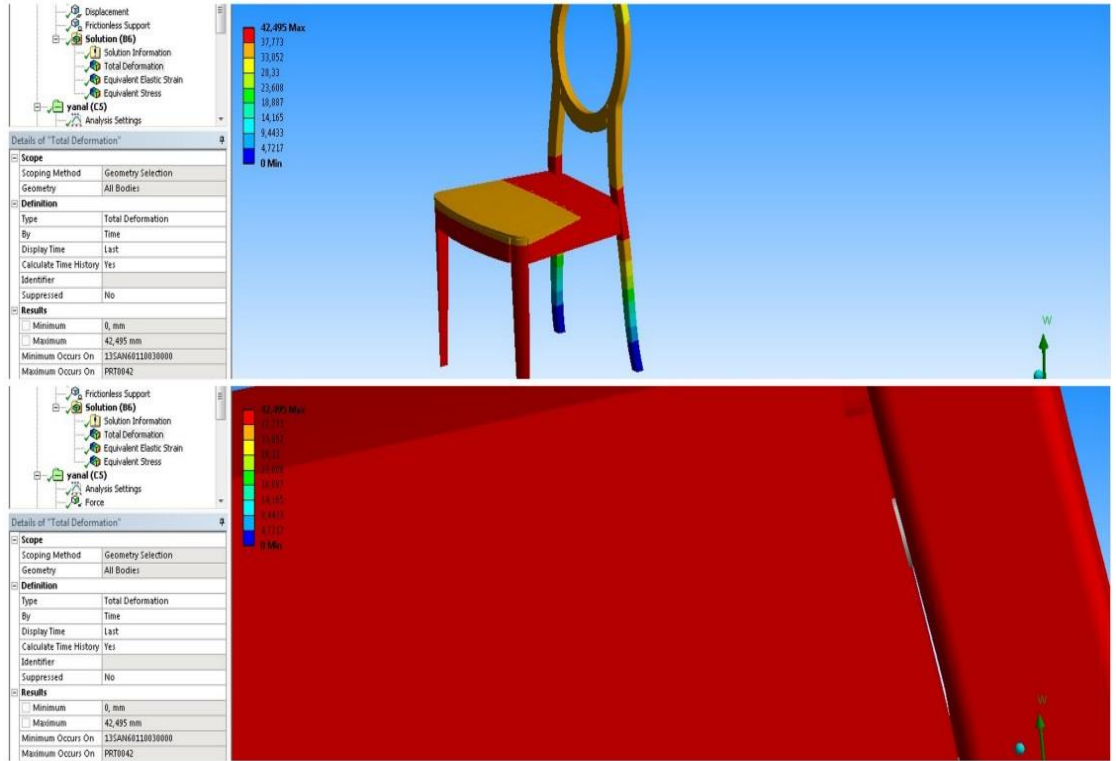
4.4. Sonlu elemanlar Analizi Yöntemiyle Yapılan Yapısal Analiz Sonuçları

Fiili test sonucunda oluşan deformasyon yerleri ve kritik noktalar sonlu elemanlar yöntemiyle çalışan yapısal analiz programında tespit edilmiştir.

4.4.1. M1 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları

4.4.1.1. Önden-arkaya yükleme testi

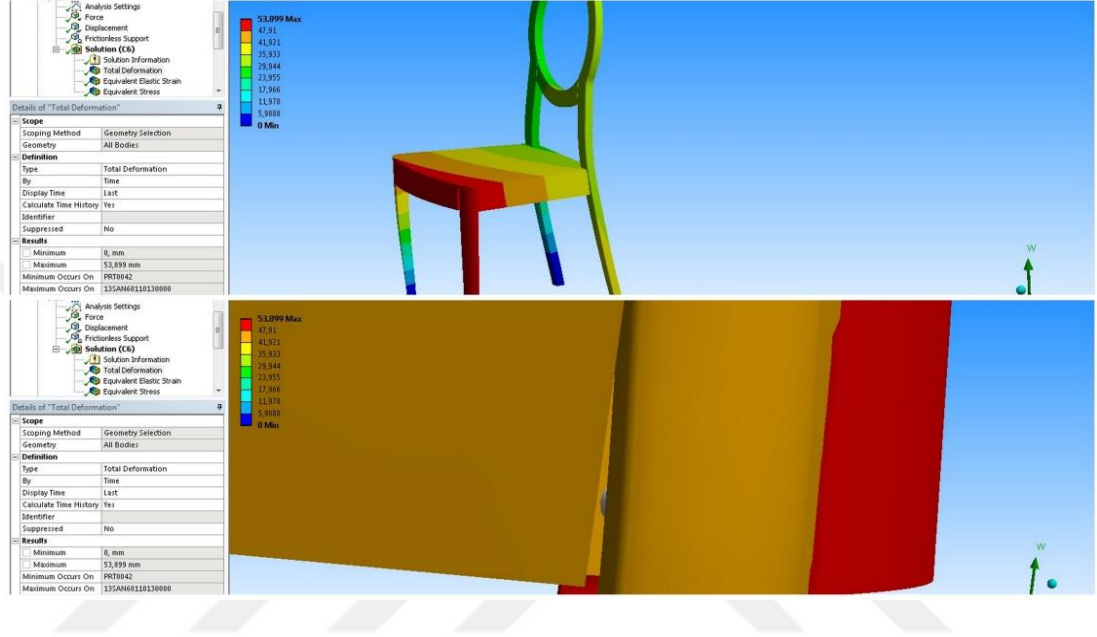
M1 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında önden arkaya olarak yüklenen yük miktarı 978,56 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri arka ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 42,49 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.34.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 34. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi

4.4.1.2. Yanal yükleme testi

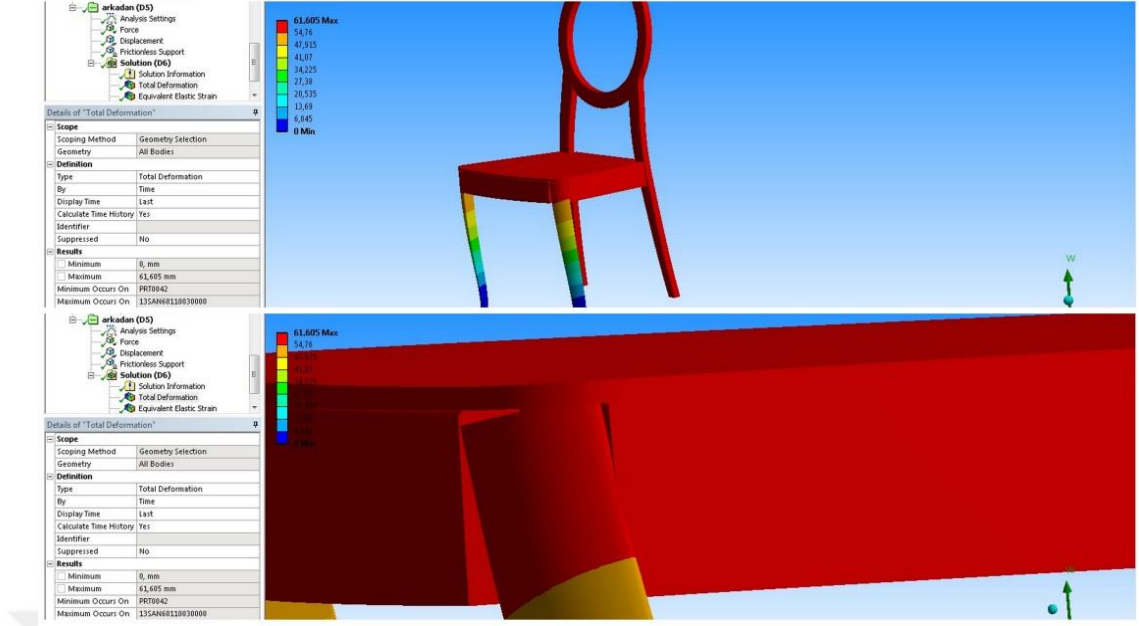
M1 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında yanal olarak yüklenen yük miktarı 889,6 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-ön kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 53,89 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.35.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 35. Yapısal analiz yanal yükleme Testi

4.4.1.3. Arkadan- öne yükleme

M1 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında arkadan-öne yüklenen yük miktarı 1067,52 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 61,60 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.36.'te gösterilmiştir.

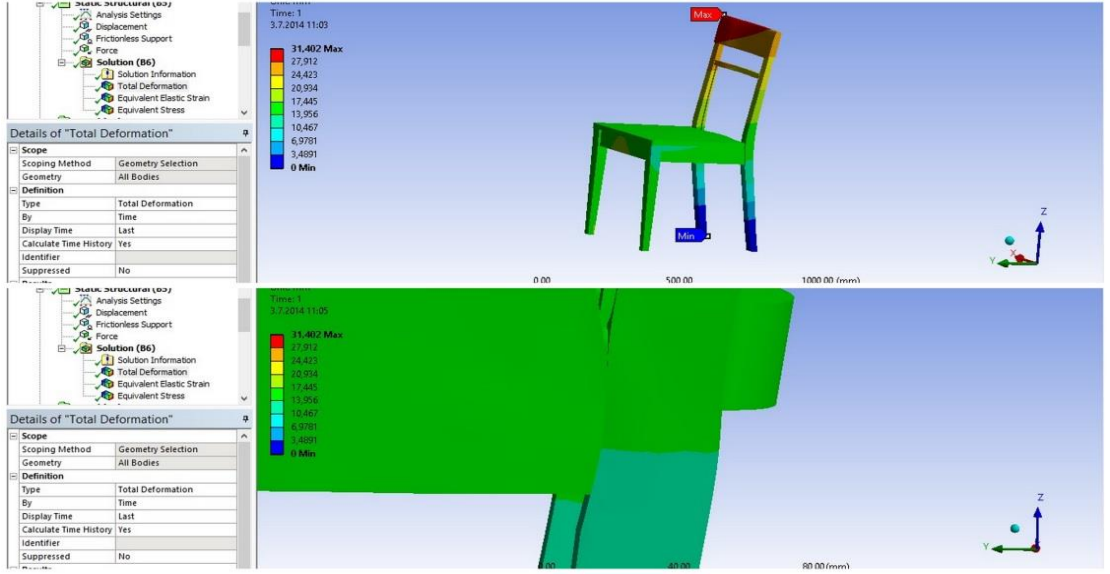


Şekil 4. 36. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi

4.4.2. M2 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları

4.4.2.1. Önden-arkaya yükleme

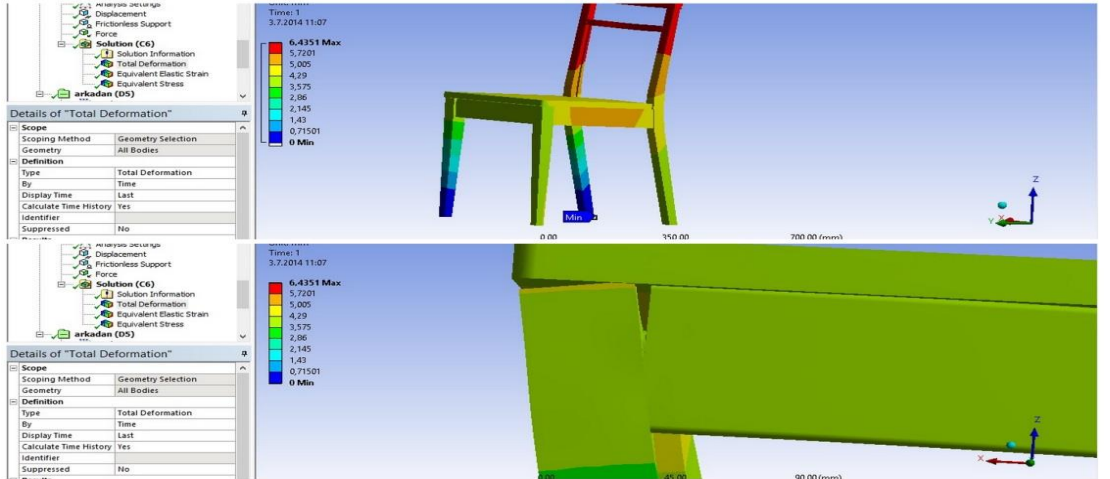
M2 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında önden-arkaya yüklenen yük miktarı 2490,88 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri arka ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 31,40 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.37.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 37. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi

4.4.2.2. Yanal yükleme

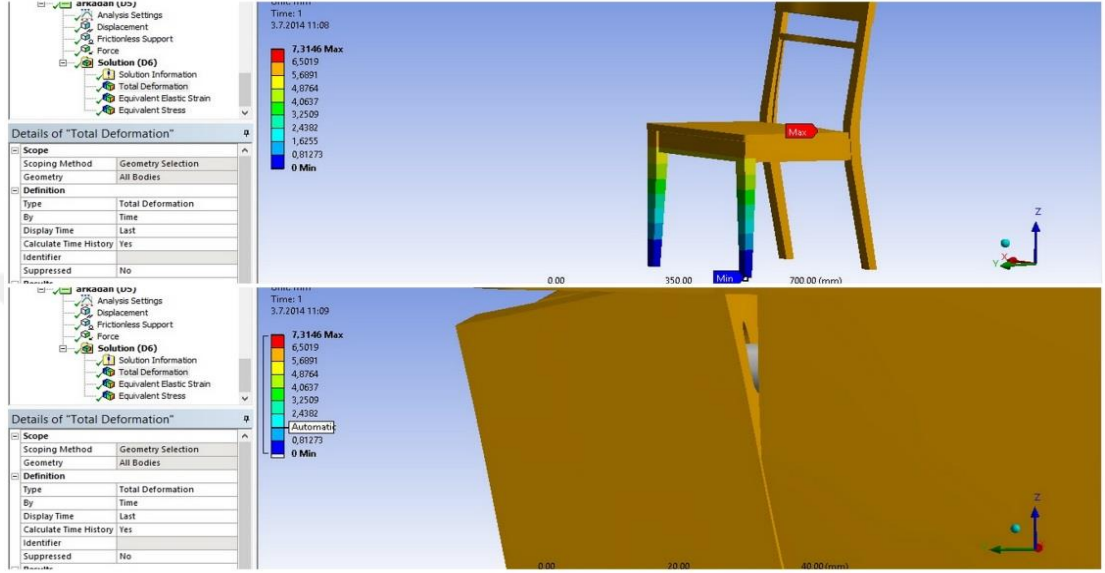
M2 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında yanal olarak yüklenen yük miktarı 800,64 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-ön kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 6,43 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.38.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 38. Yapısal analiz yanal yükleme Testi

4.4.2.3. Arkadan- öne yükleme

M2 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında arkadan-öne yüklenen yük miktarı 1037,86 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 7,31 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.39.'te gösterilmiştir.

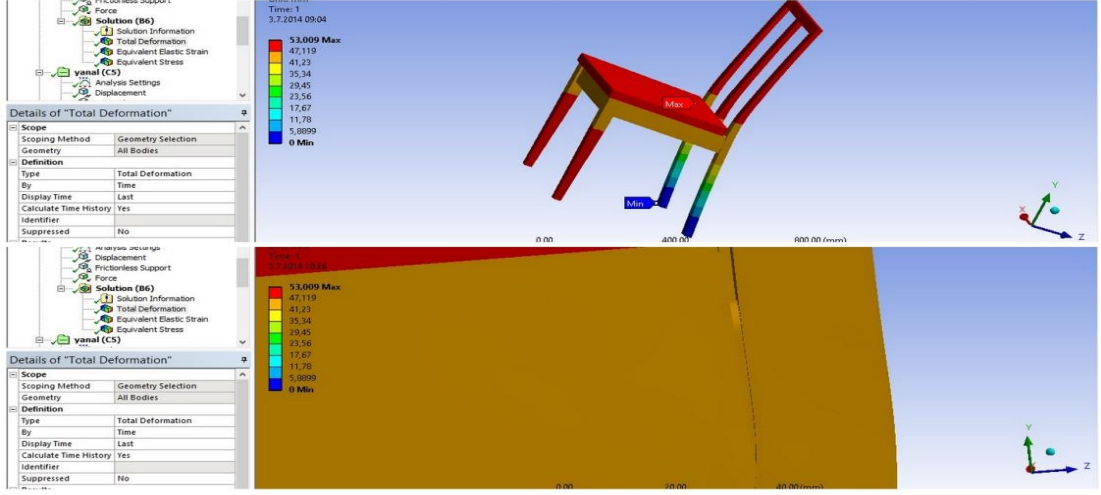


Şekil 4. 39. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi

4.4.3. M3 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları

4.4.3.1. Önden-arkaya yükleme

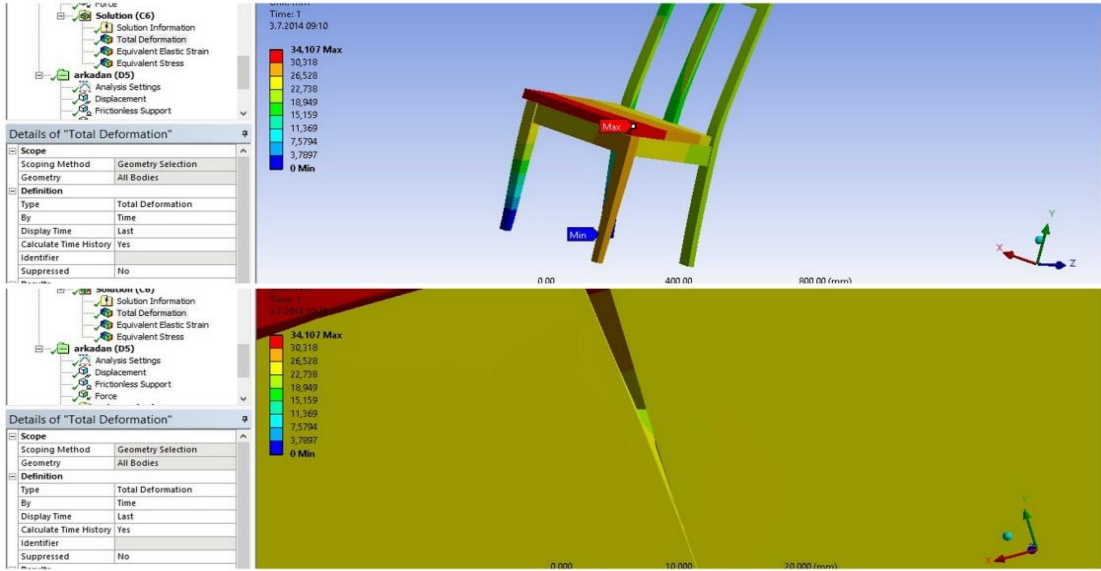
M3 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında önden-arkaya yüklenen yük miktarı 1334,4 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri arka ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 53 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.40.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 40. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi

4.4.3.2. Yanal yükleme

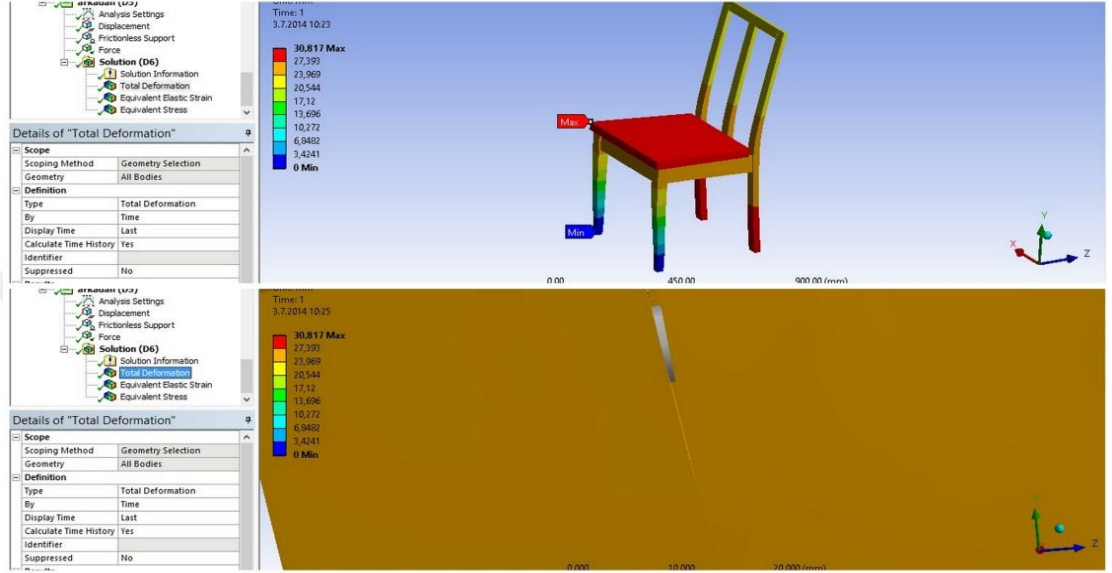
M3 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında yanal yüklenen yük miktarı 1067,52 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-ön kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 34,10 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.41.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 41. Yapısal analiz yanal yükleme Testi

4.4.3.3. Arkadan- öne yükleme

M3 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında arkadan-öne yüklenen yük miktarı 963,73 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak- ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 30,81 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.42.'te gösterilmiştir.

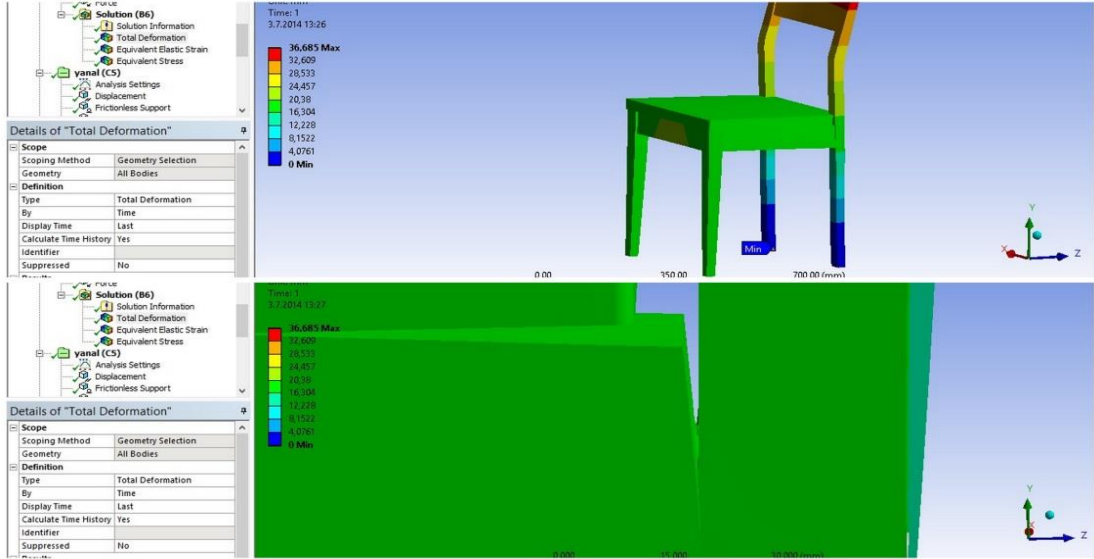


Şekil 4. 42. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi

4.4.4. M4 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları

4.4.4.1. Önden-arkaya yükleme

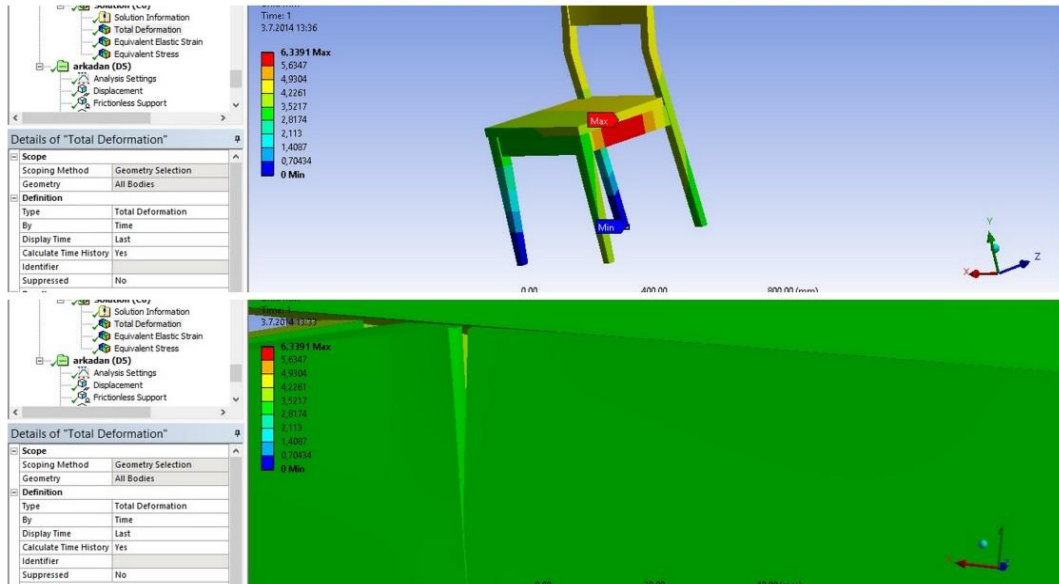
M4 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında önden-arkaya yüklenen yük miktarı 2224 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri arka ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 36,68 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.43.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 43. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi

4.4.4.2. Yanal yükleme

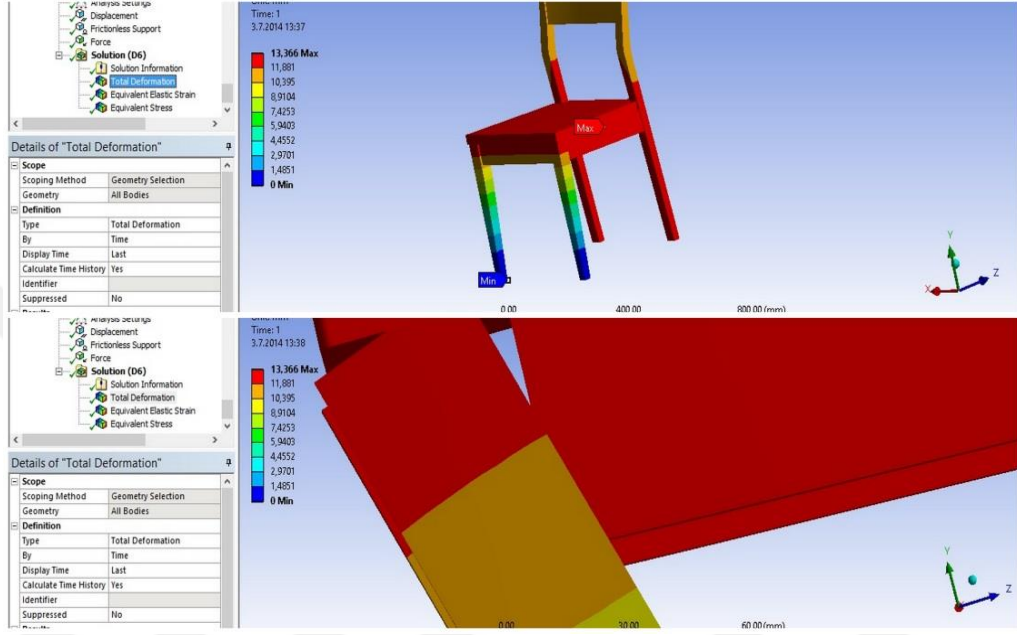
M4 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında yanal olarak yüklenen yük miktarı 889,6 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-ön kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 6,33 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.44.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 44. Yapısal analiz yanal yükleme Testi

4.4.4.3. Arkadan- öne yükleme

M4 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında arkadan-öne yüklenen yük miktarı 889,6 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 13,36 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.45.'te gösterilmiştir.

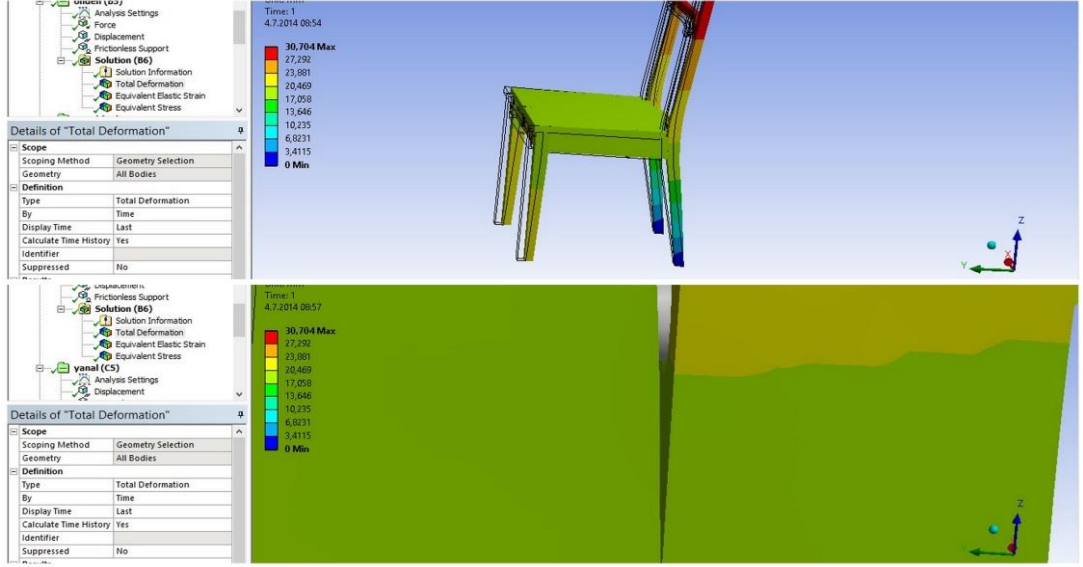


Şekil 4. 45. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi

4.4.5. M5 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları

4.4.5.1. Önden-arkaya yükleme

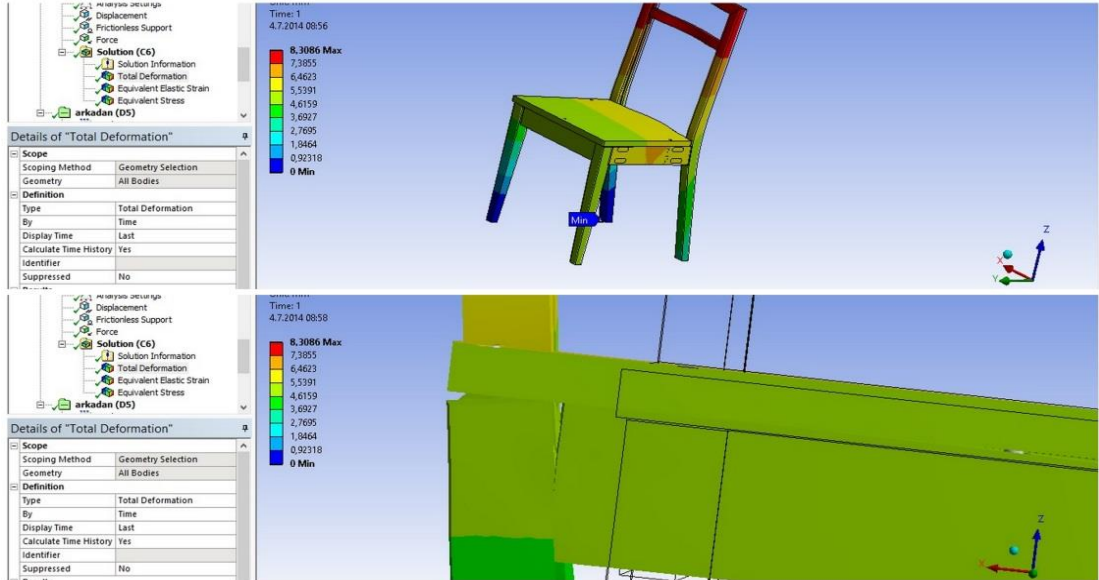
M5 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında önden-arkaya yüklenen yük miktarı 1823,68 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri arka ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 30,70 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.46.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 46. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi

4.4.5.2. Yanal yükleme

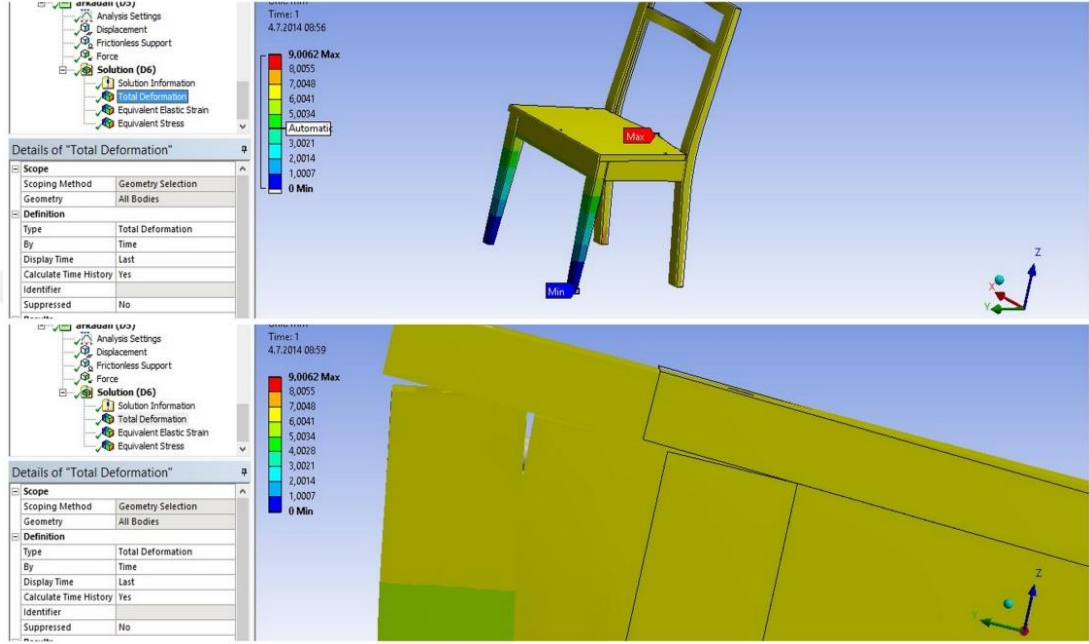
M5 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında yanal olarak yüklenen yük miktarı 889,6 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-ön kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 8,30 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.47.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 47. Yapısal analiz yanal yükleme Testi

4.4.5.3. Arkadan- öne yükleme

M5 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında arkadan-öne yüklenen yük miktarı 1378,88 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 9 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.48.'te gösterilmiştir.

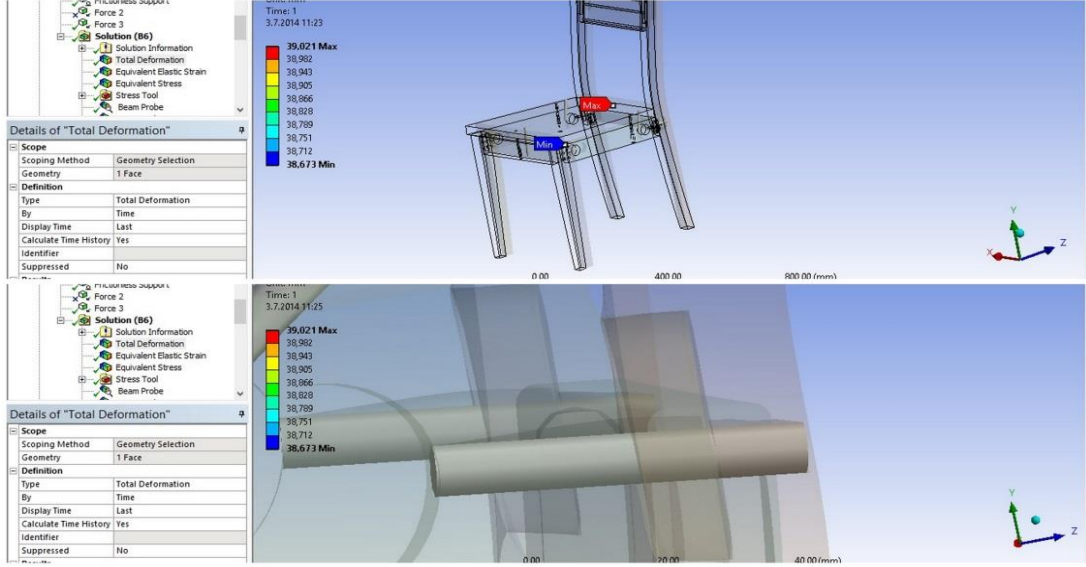


Şekil 4. 48. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi

4.4.6. M6 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları

4.4.6.1. Önden-arkaya yükleme

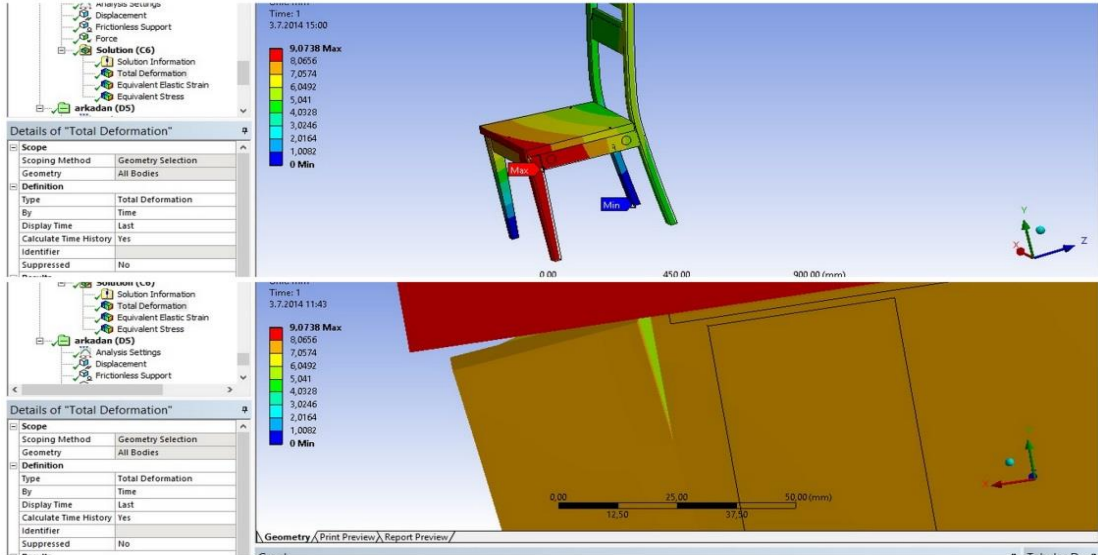
M6 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında önden-arkaya yüklenen yük miktarı 1645,76 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri arka ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 39,02 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.49.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 49. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi

4.4.6.2. Yanal yükleme

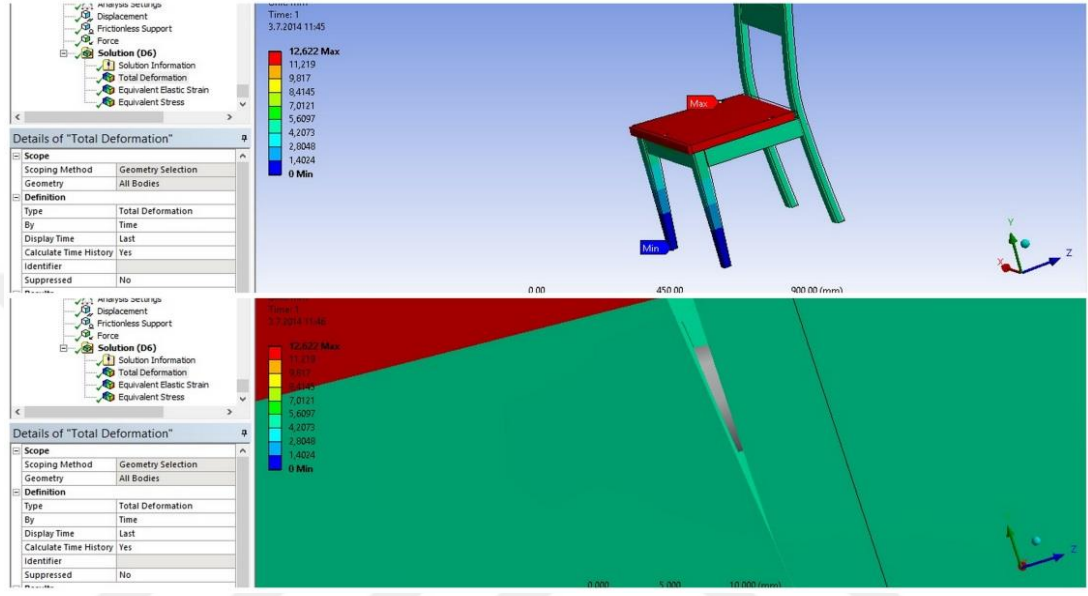
M6 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında yanal olarak yüklenen yük miktarı 1156,48 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-ön kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 9,07 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.50.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 50. Yapısal analiz yanal yükleme Testi

4.4.6.3. Arkadan- öne yükleme

M6 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında arkadan-öne yüklenen yük miktarı 1000,8 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 12,62 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.51.'te gösterilmiştir.

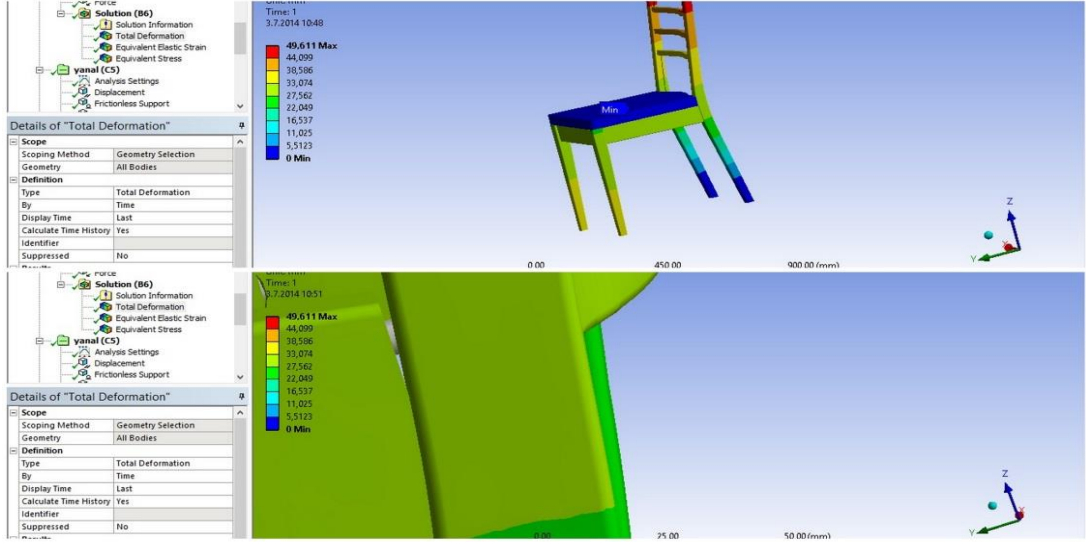


Şekil 4. 51. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi

4.4.7. M7 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları

4.4.7.1. Önden-arkaya yükleme

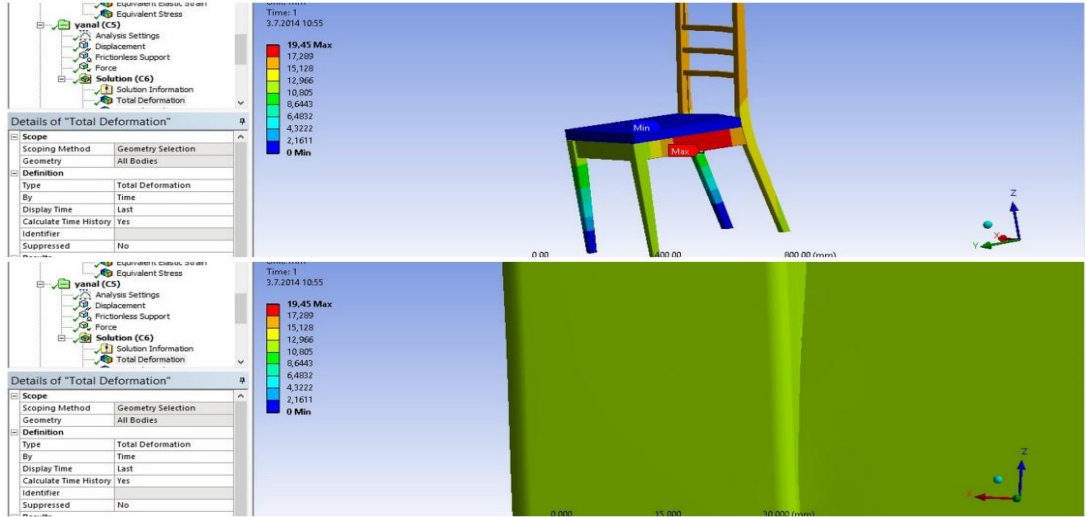
M7 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında önden-arkaya yüklenen yük miktarı 1779,2 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri arka ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. 49,61 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.52.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 52. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi

4.4.7.2. Yanal yükleme

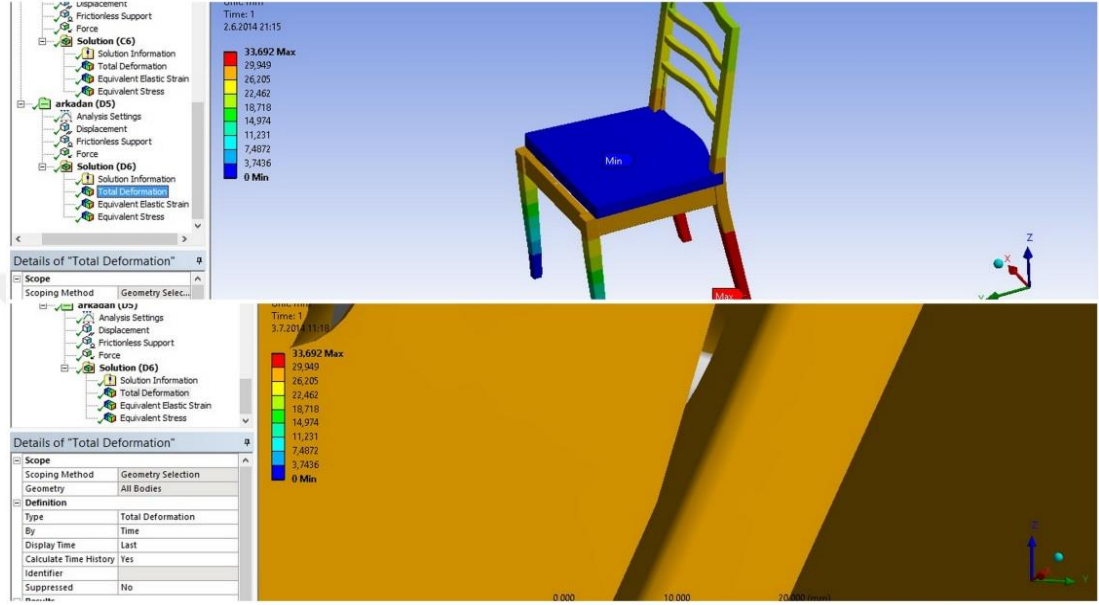
M7 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında yanal olarak yüklenen yük miktarı 934,08 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-ön kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 19,45 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.53.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 53. Yapısal analiz yanal yükleme Testi

4.4.7.3. Arkadan- öne yükleme

M7 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında arkadan-öne yüklenen yük miktarı 1378,88 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 33,69 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.54.'te gösterilmiştir.

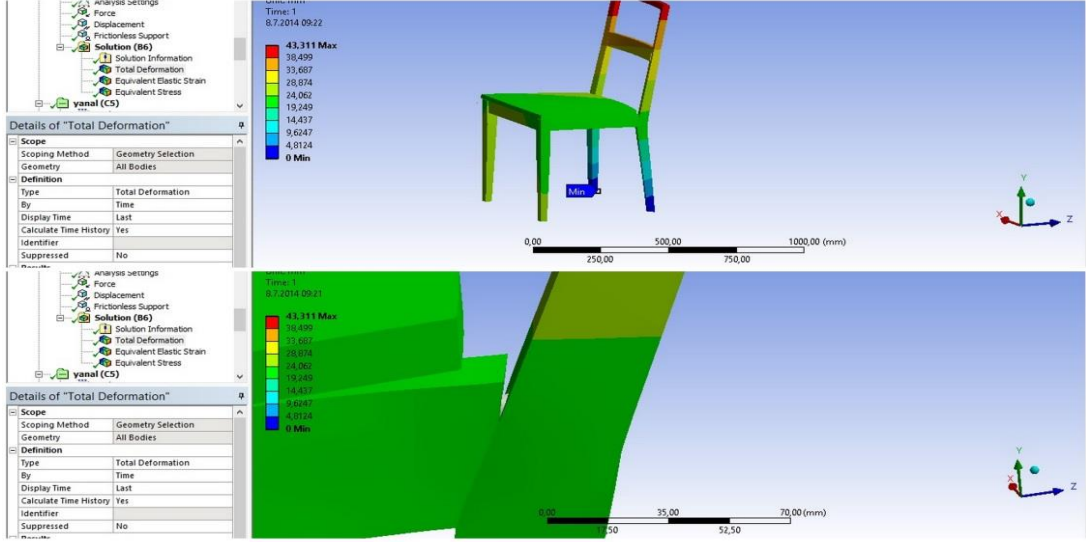


Şekil 4. 54. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi

4.4.8. M8 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları

4.4.8.1. Önden-arkaya yükleme

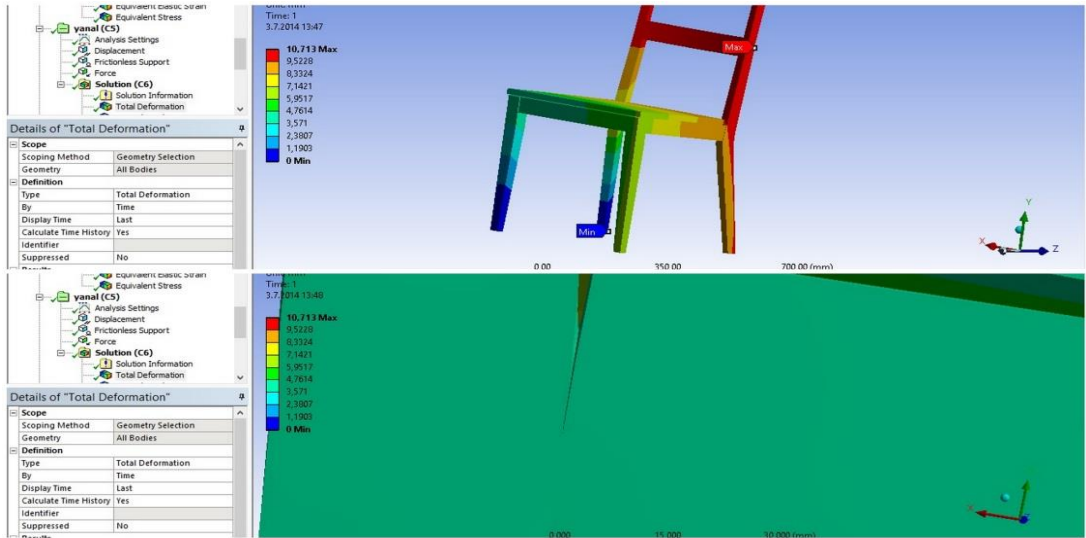
M8 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında önden-arkaya yüklenen yük miktarı 1200,96 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri arka ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 43,31 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.55.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 55. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi

4.4.8.2. Yanal yükleme

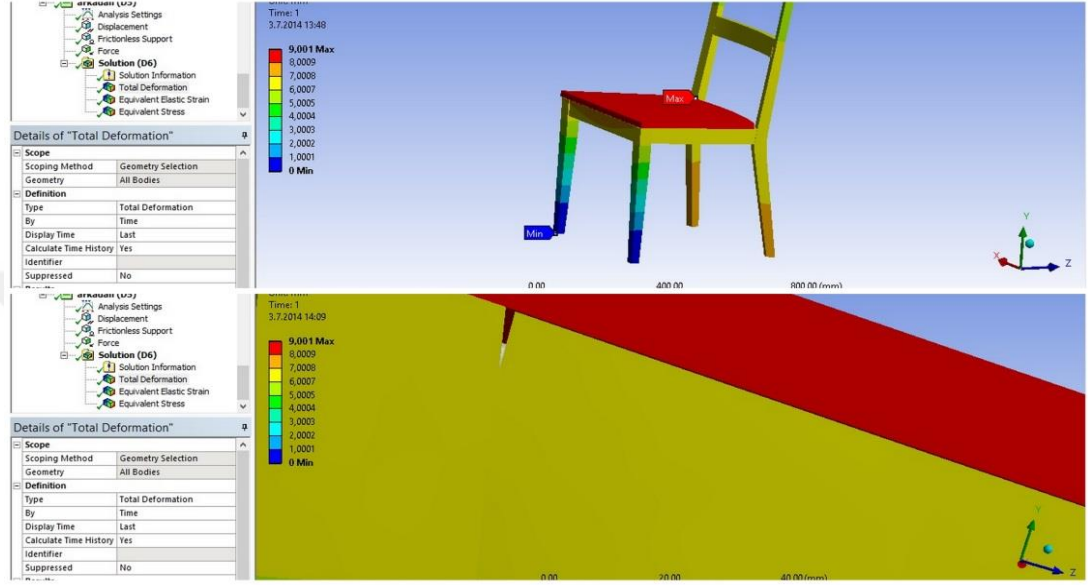
M8 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında yanal olarak yüklenen yük miktarı 667,2 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-ön kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 10,71 mm'dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.56.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 56. Yapısal analiz yanal yükleme Testi

4.4.8.3. Arkadan-öne yükleme

M8 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında arkadan-öne yüklenen yük miktarı 889,6 N dur. Yüklenen yükler ön ayak ön kayıt bağlantısı üzerine yük iletilmekte ve bağlantı noktalarında deformasyonlar oluşmaktadır. Deformasyon miktarı 9 mm'dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.57.'te gösterilmiştir.

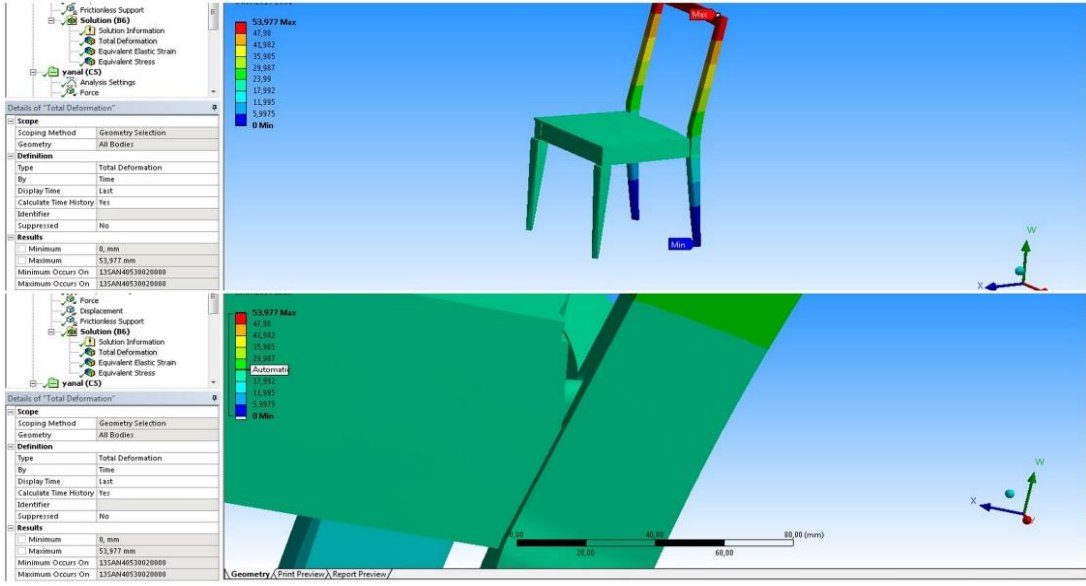


Şekil 4. 57. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi

4.4.9. M9 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları

4.4.9.1. Önden-arkaya yükleme

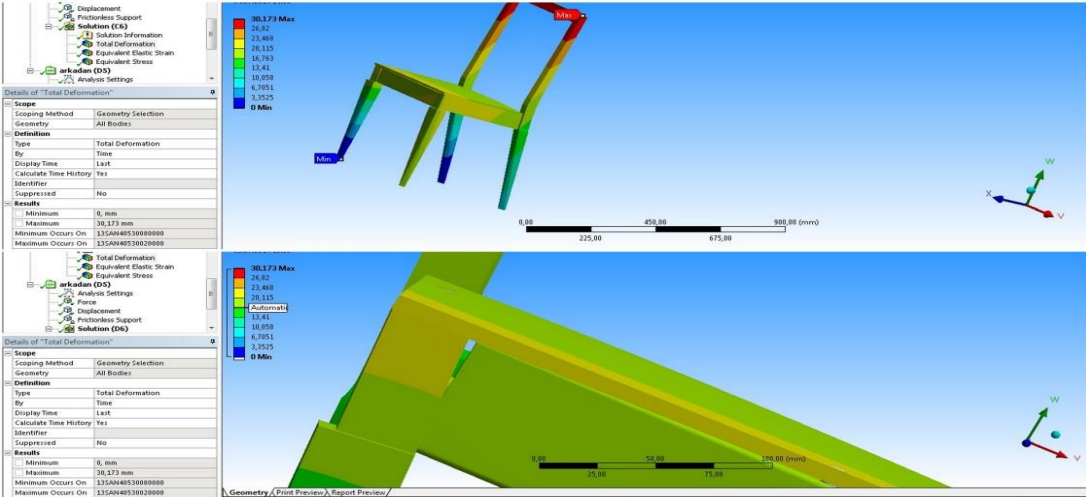
M9 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında önden-arkaya yüklenen yük miktarı 1423,36 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri arka ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 53,97 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri Şekil 4.58.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 58. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi

4.4.9.2.Yanal yükleme

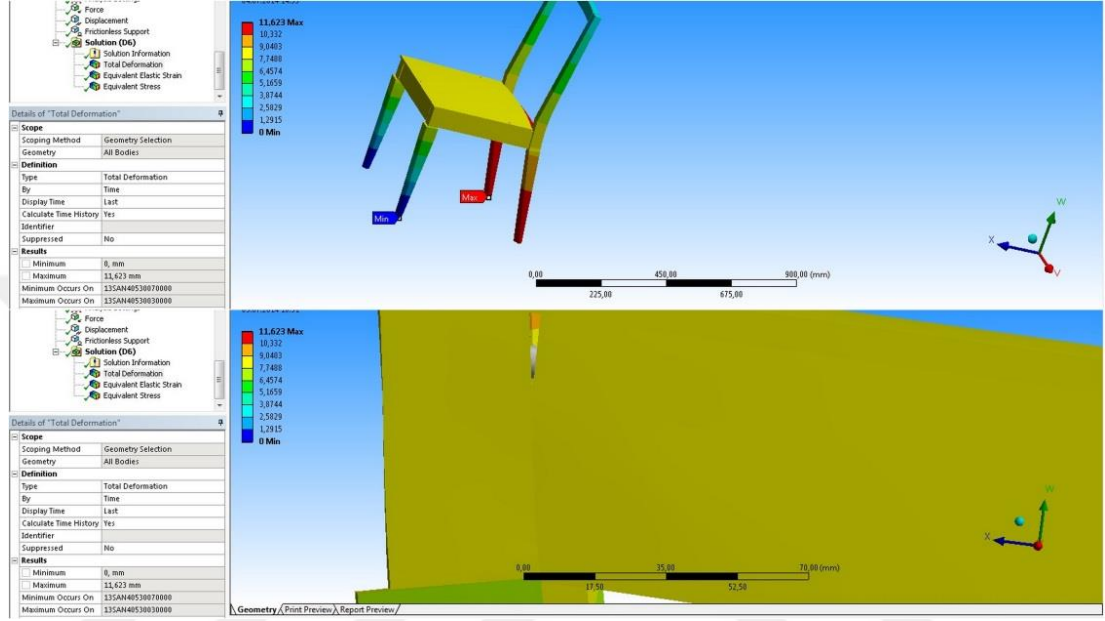
M9 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında yanal olarak yüklenen yük miktarı 1378,88 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-ön kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 30,17 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.59.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 59. Yapısal analiz yanal yükleme Testi

4.4.9.3. Arkadan- öne yükleme

M9 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında arkadan-öne yüklenen yük miktarı 1334,4 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 11,62 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.60.'te gösterilmiştir.

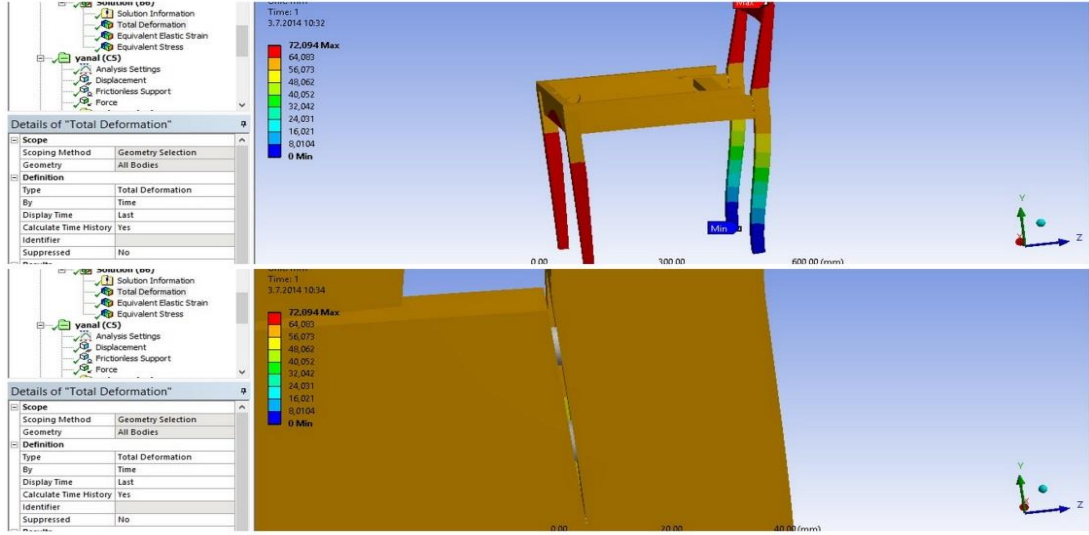


Şekil 4. 60. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi

4.4.10. M10 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları

4.4.10.1. Önden-arkaya yükleme

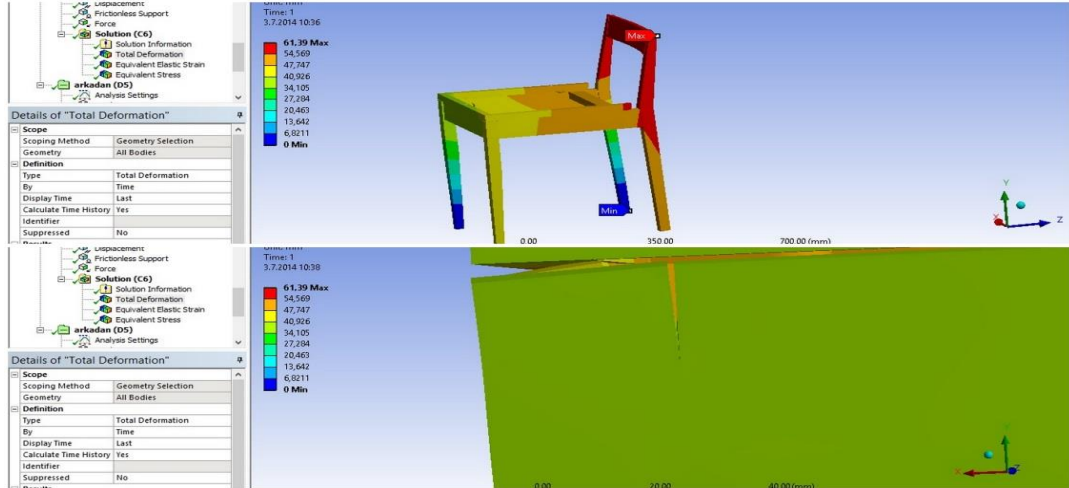
M10 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında önden-arkaya yüklenen yük miktarı 1834,8 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri arka ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 72,09 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.61.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 61. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi

4.4.10.2. Yanal yükleme

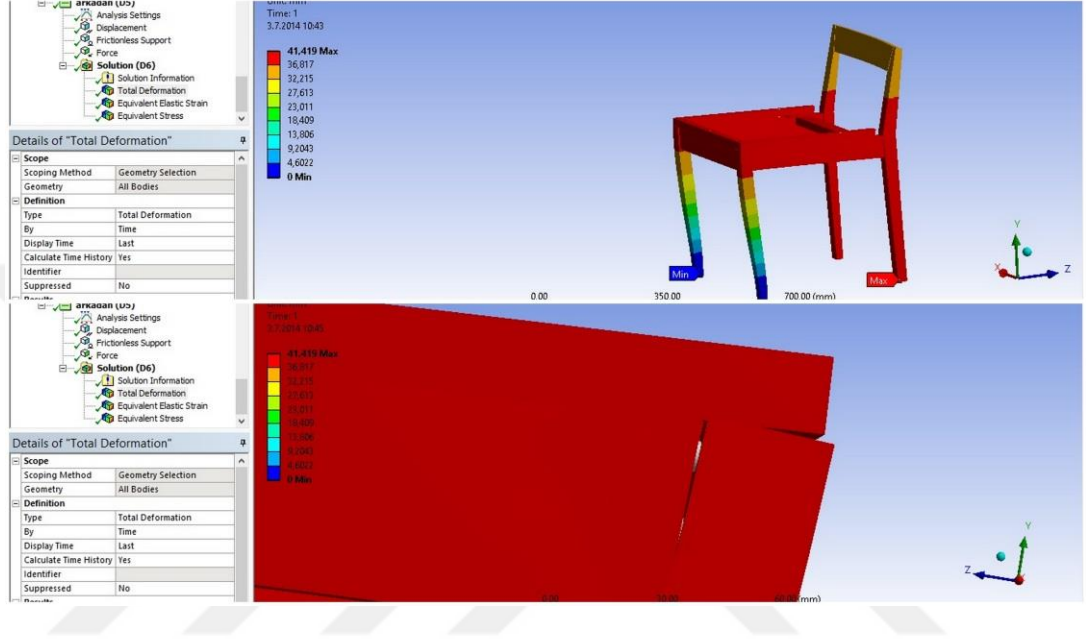
M10 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında yanal olarak yüklenen yük miktarı 963,73 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-ön kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 61,39 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.62.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 62. Yapısal analiz yanal yükleme Testi

4.4.10.3.Arkadan- öne yükleme

M10 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında arkadan-öne yüklenen yük miktarı 945,2 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 41,41 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.63.'te gösterilmiştir.



Şekil 4. 63. Yapısal analiz arkadan öne yükleme testi

Yapısal analiz sonuçları modellerin fiili test sonuçlarına göre modellere uygulanan yüklerin ortalaması olarak yükler yüklenmiş ve deformasyon miktarları mm cinsinden belirtilmiştir. Çizelge 4.11.'de tüm sandalye modellerinin deformasyon miktarları toplu halde gösterilmiştir.

Çizelge 4. 11. Yapısal analiz sonuçları

Sandalye Modeli	Önden Arkaya		Yanal		Arkadan Öne	
	MaksimumYük Değerleri (N)	Ansys İlk Deformasyon Sonuç (mm)	MaksimumYük Değerleri (N)	Ansys İlk Deformasyon Sonuç (mm)	MaksimumYük Değerleri (N)	Ansys İlk Deformasyon Sonuç (mm)
M1	978,6	42,5	889,6	53,9	1067,5	61,6
M2	2490,9	31,4	800,6	6,4	1037,9	7,3
M3	1334,4	53,0	1067,5	34,1	963,7	30,8
M4	2224,0	36,7	889,6	6,3	889,6	13,4
M5	1823,7	30,7	889,6	8,3	1378,9	9,0
M6	1645,8	39,0	1156,5	9,1	1000,8	12,6
M7	1779,2	49,6	934,1	19,5	1378,9	33,7
M8	1201,0	43,3	667,2	10,7	889,6	9,0
M9	1423,4	54,0	1378,9	30,2	1334,4	11,6
M10	1834,8	72,1	963,7	61,4	945,2	41,4

4.5. Sandalye Modellerinde Mukavemet Geliştirici Optimizasyon Çalışmaları

Sandalyeler 13 farklı geometrik özellikler itibarı ile incelenmiştir. Çoklu analizler için veri yapısının uygunluğuna bakılmış ve sandalyelerin geometrik özellikleri arasında korelasyonun önemli olduğu tespit edilmiştir. Çok değişkenli analizler yerine elde edilen veriler çoklu değişken analizlerine tabi tutulmuştur. Böylece doğru optimizasyon kararlarının verilmesine yardımcı olmak amaçlanmıştır. Bu sonuçlar Çizelge 4.12.'de verilmiştir.

Çizelge 4. 12. 13 Farklı kesit geometri özelliklerindeki değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları

	OA Boy	OA GenislikUst	OA GenislikAlt	AA Boy	AA Genislik	AA Kalınlık	SS Yan KayıtUst	SS Yan Kayıt Alt	O KayıtUzunluk	O KayıtGenislik	AA UstKayıt	AA Alt Kayıt	Sırt Ara Kayıt
OABoy	1,00	0,12	0,35	0,07	0,04	-0,43	0,62	0,63	0,29	-0,41	-0,57	-0,45	-1,00
OA Genislik Ust	0,12	1,00	0,83	0,60	0,14	-0,17	-0,29	-0,29	-0,42	0,19	0,03	-0,35	*
OA Genislik Alt	0,35	0,83	1,00	0,34	-0,31	0,04	0,08	0,00	0,12	-0,38	-0,35	-0,31	-1,00
AA Boy	0,07	0,60	0,34	1,00	0,19	-0,27	-0,42	-0,16	-0,55	0,41	-0,18	-0,84	-0,97
AA Genislik	0,04	0,14	-0,31	0,19	1,00	-0,58	-0,08	-0,01	-0,69	0,80	0,55	0,01	1,00
AA Kalınlık	-0,43	-0,17	0,04	-0,27	-0,58	1,00	-0,14	-0,27	0,46	-0,36	0,25	0,36	-0,17
SS Yan KayıtUst	0,62	-0,29	0,08	-0,42	-0,08	-0,14	1,00	0,94	0,54	-0,63	-0,48	-0,03	-1,00
SS Yan Kayıt Alt	0,63	-0,29	0,00	-0,16	-0,01	-0,27	0,94	1,00	0,36	-0,48	-0,59	-0,31	-1,00
O Kayıt Uzunluk	0,29	-0,42	0,12	-0,55	-0,69	0,46	0,54	0,36	1,00	-0,90	-0,41	0,27	-1,00
O Kayıt Genislik	-0,41	0,19	-0,38	0,41	0,80	-0,36	-0,63	-0,48	-0,90	1,00	0,65	-0,04	1,00
AA Ust Kayıt	-0,57	0,03	-0,35	-0,18	0,55	0,25	-0,48	-0,59	-0,41	0,65	1,00	0,60	0,99
AA Alt Kayıt	-0,45	-0,35	-0,31	-0,84	0,01	0,36	-0,03	-0,31	0,27	-0,04	0,60	1,00	1,00
Sırt Ara Kayıt	-1,00	*	-1,00	-0,97	1,00	-0,17	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	0,99	1,00	1,00

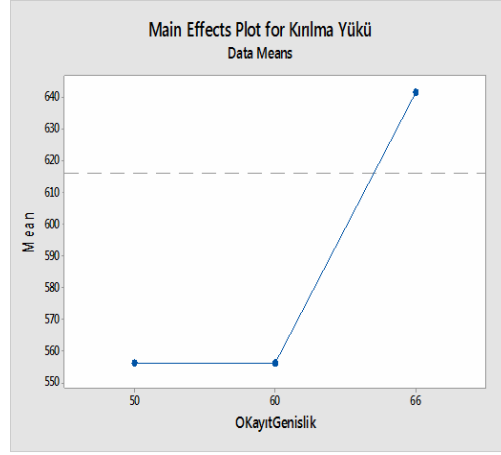
OA: Ön ayak

AA: Arka ayak

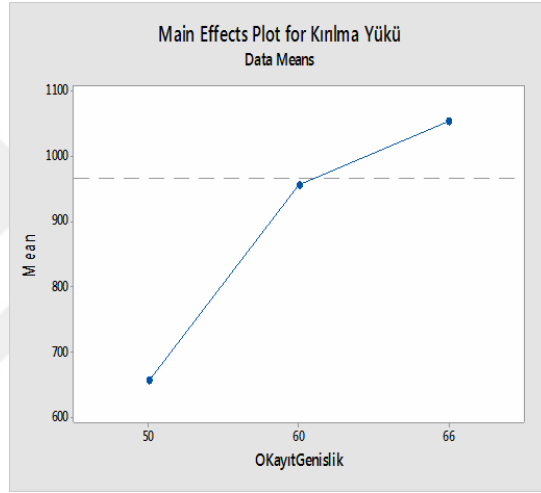
O: Orta

SS: Sağ / sol

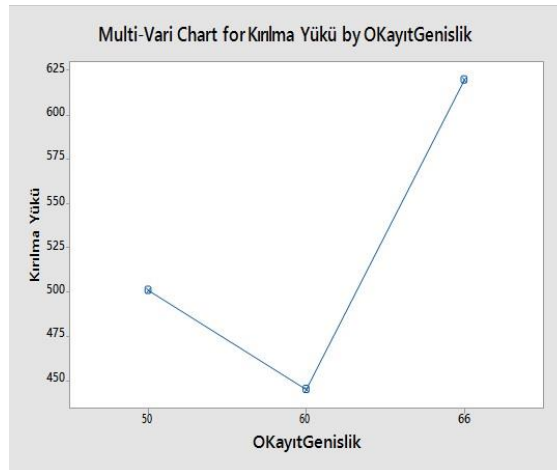
Yapılan çoklu değişken analizlerinde ön kayıt genişliğini 66 mm olmasının mukavemete olumlu yansıdığı görüldü ve optimizasyon kararlarına eklenmiştir. Şekil 4.64. şekil 4.65. ve şekil 4.66.'te gösterilmiştir.



Şekil 4. 64. Arkadan öne test



Şekil 4. 65. Önden arkaya test



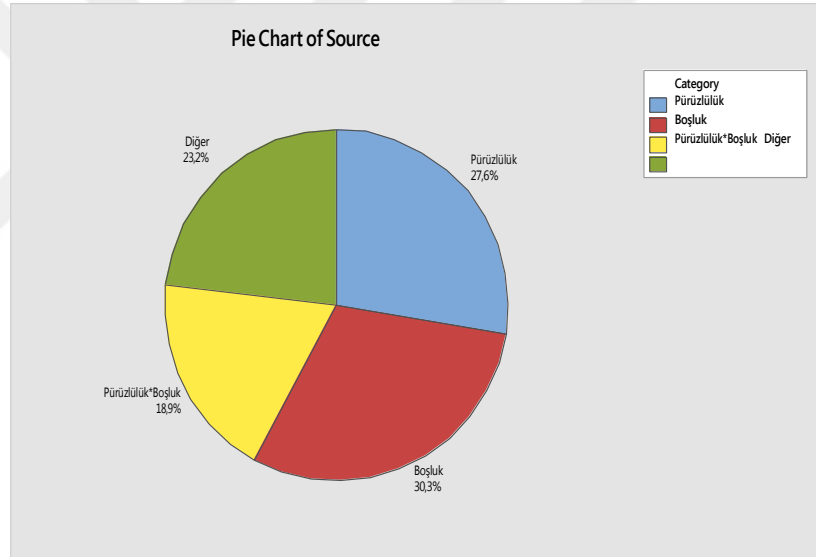
Şekil 4. 66. Yanal test

Karar 1: Her 3 test sonucu da incelendiğinde ön kayıt genişliğinin 66 mm olmasının mukavemeti olumlu etkilediği sonucuna varıldı. Yeni sandalyelerde ön ayak kayıt genişliğinin 66 mm olması sağlanacaktır.

Yapısal analiz’de tam anlamıyla çözülemeyeceği düşünülen bazı optimizasyon önerilerinin deney tasarımı ile denenmesi ve optimizasyon kararının buradan elde edilecek deney sonuçlarına göre verilmesi kararlaştırılmıştır.

Yapılan deneylerde erkek zıvana yüzeyi (pürüzlü, pürüzsüz), erkek-dişi zıvana arasındaki boşluk (tolerans) miktarı (boşluksuz, 0,5 mm ve 1 mm boşluk) birer faktör (bağımsız değişken) olarak ele alınmıştır. 30 örneklilik numune ile yapılan tam faktöriyel testte elde edilen sonuçlar şu şekildedir.

Zıvana yüzeyi, boşluk miktarı ve bu iki faktörün etkileşimi yapışma mukavemeti üzerinde etkili olmaktadır. Bu etkilerin düzeyi şekil 4.67.’de verilmiştir.

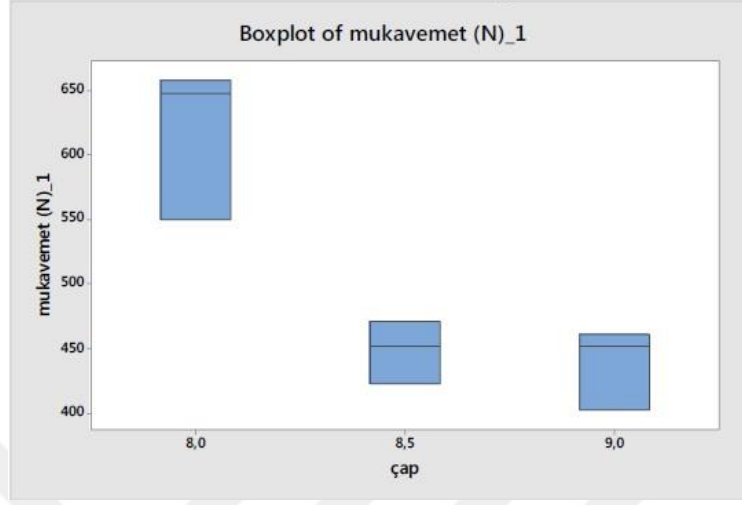


Şekil 4. 67. Faktörler ve yapışma mukavemetine etki düzeyleri

Yapışma mukavemeti %72 oranında açıklanmakta olup en büyük etki boşluk (30,3%), pürüzlülük (27,6%), etkileşim (18,9%) olarak elde edilmiştir.

Karar 2 ve 3: Böylece zıvanaların üretilmesinde boşluksuz (toleransız) ve pürüzlü olarak üretimin devam ettirilmesine karar verilmiştir.

Zamak dübel çapları 8 - 8,5 – 9 mm olarak 3'erli örnekler üzerinde teste tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar grafiksel olarak aşağıda verilmektedir. şekil 4.68.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 68. Zamak dübel çapı ve mukavemet değerleri.

Karar 4: Farklı zamak dübel çaplarında yapılan deney sonucunda elde edilen mukavemet değerlerine göre optimize edilmiş sandalyelerde zamak dübel çaplarının 8 mm olmasına karar verilmiştir. Bağlantı elemanı olarak kullanılan zamak dübel şekil 4.69.'da gösterilmiştir.



Şekil 4. 69. Bağlantı elemanı olarak kullanılan zamak dübel

Karar 5: Genel olarak sandalyelerin kırılma noktası olan kayıt ve ayak bağlantı noktalarına metal köşe destek plakası konulmasına karar verilmiştir. Kullanılan metal köşebentler şekil 4.70.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 70. Köşe destek metali ve bağlantı noktası

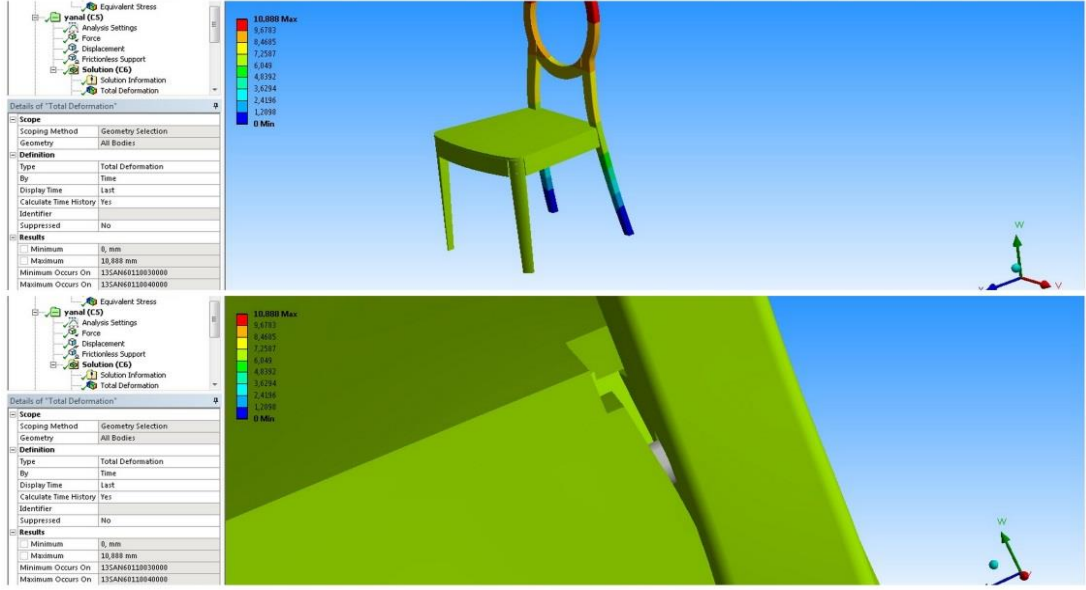
4.6. Optimize Edilmiş Sandalye Modellerinin Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Yapılan Yapısal Analiz Sonuçları

Fiili testler ve yapısal analiz sonuçlarına göre sandalyeler optimize edilmiş ve optimize edilen sandalyeler yapısal analiz programında tekrar yapısal analize tabii tutulmuştur.

4.6.1. Optimize edilmiş M1 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları

4.6.1.1. Önden-arkaya yükleme

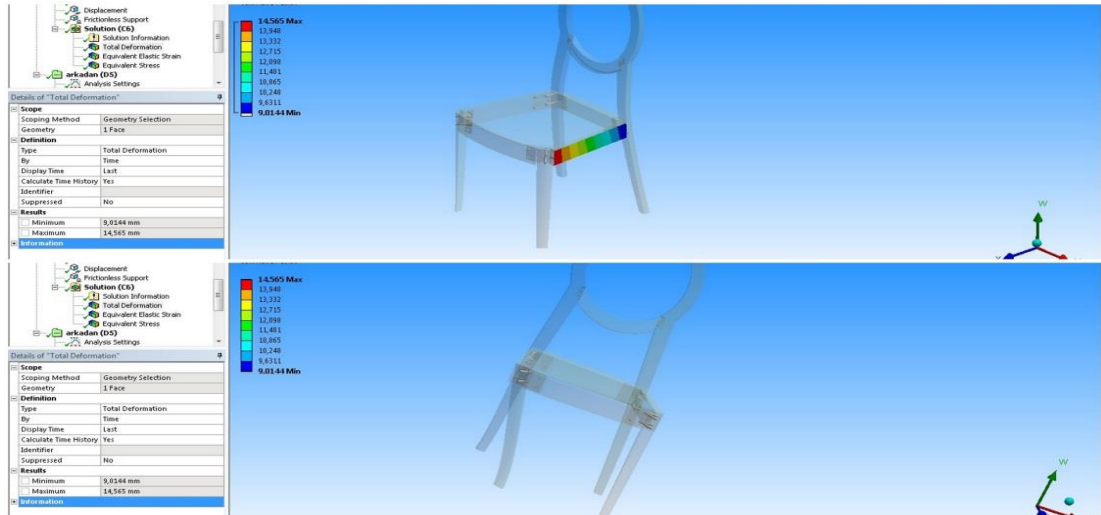
M1 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında önden arkaya olarak yüklenen yük miktarı 978,56 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri arka ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 20,9 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.71.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 71. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi

4.6.1.2. Yanal yükleme

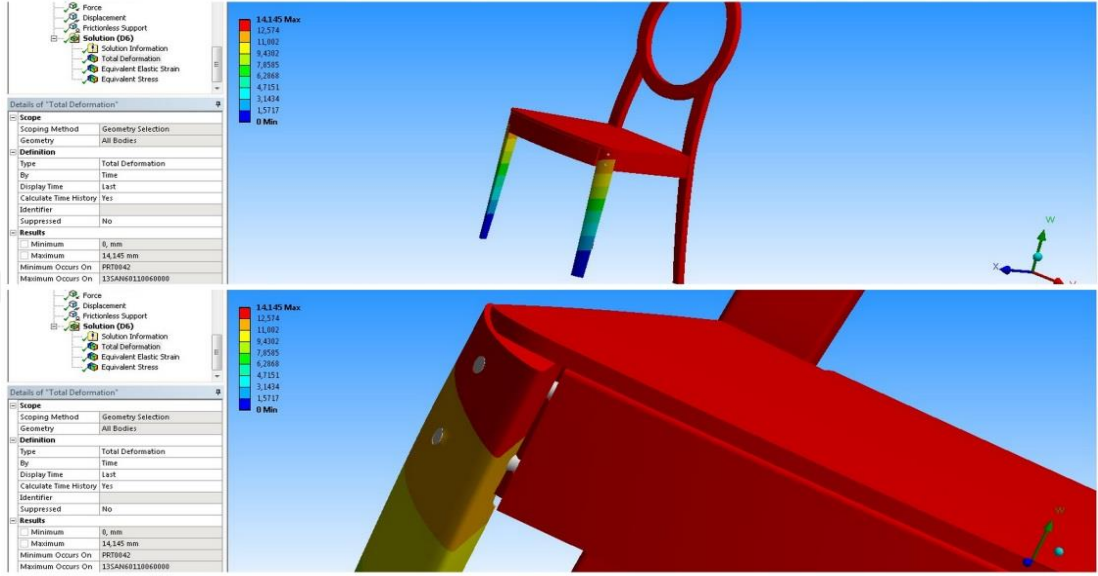
M1 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında yanal olarak yüklenen yük miktarı 889,6 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-ön kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 14,6 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.72.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 72. Yapısal analiz yanal yükleme Testi

4.6.1.3. Arkadan- öne yükleme

M1 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında arkadan-öne yüklenen yük miktarı 1067,52 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 34,1 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.73.'te gösterilmiştir.

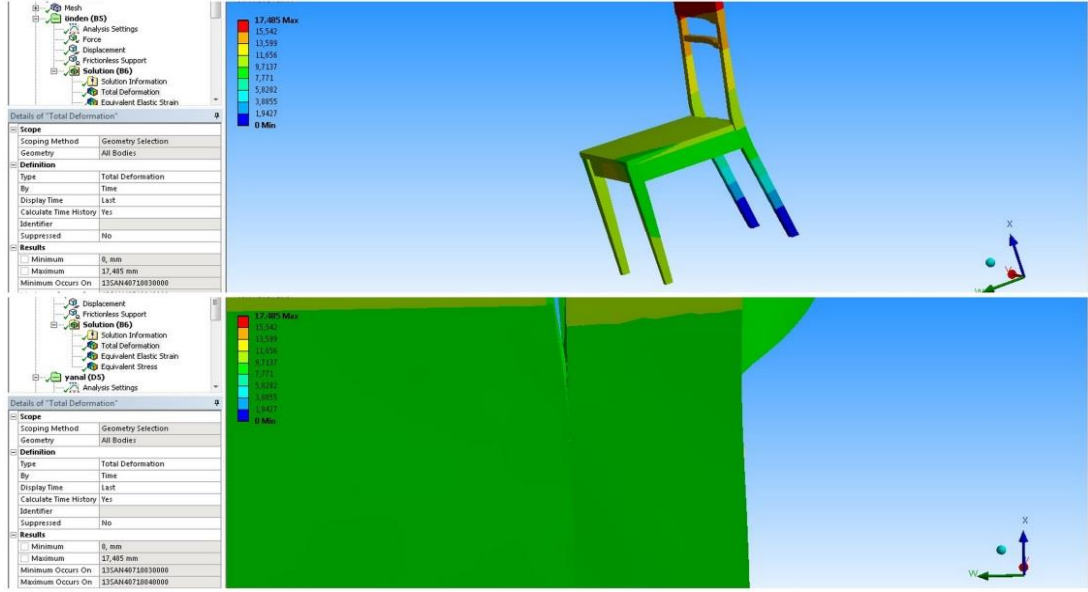


Şekil 4. 73. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi

4.6.4. Optimize edilmiş M2 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları

4.6.2.1. Önden-arkaya yükleme

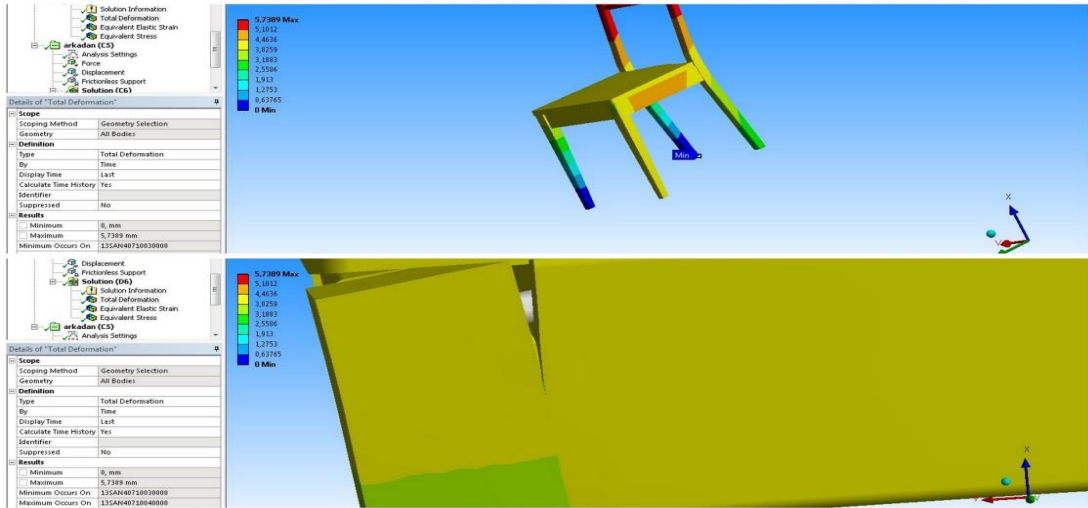
M2 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında önden-arkaya yüklenen yük miktarı 2490,88 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri arka ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 17,5 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.74.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 74. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi

4.6.2.2. Yanal yükleme

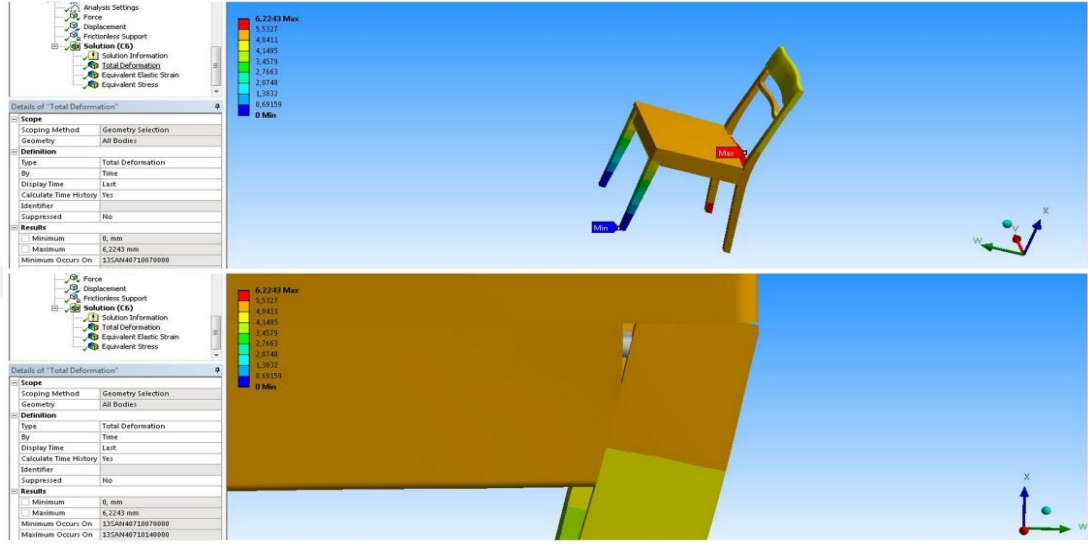
M2 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında yanal olarak yüklenen yük miktarı 800,64 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-ön kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 3,7 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.75.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 75. Yapısal analiz yanal yükleme Testi

4.6.2.3. Arkadan- öne yükleme

M2 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında arkadan-öne yüklenen yük miktarı 1037,86 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 3,2 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.76.'te gösterilmiştir.

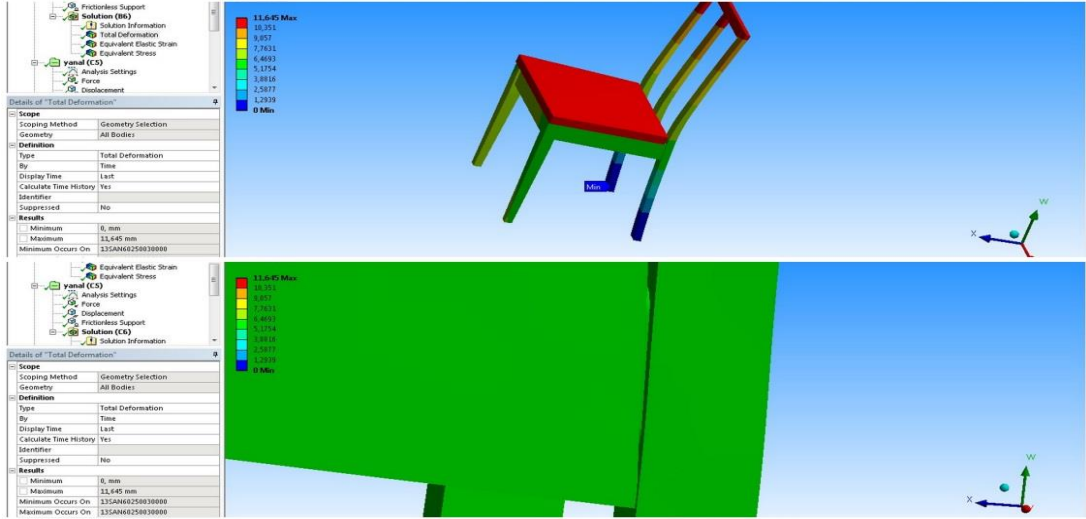


Şekil 4. 76. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi

4.6.5. Optimize edilmiş M3 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları

4.6.3.1. Önden-arkaya yükleme

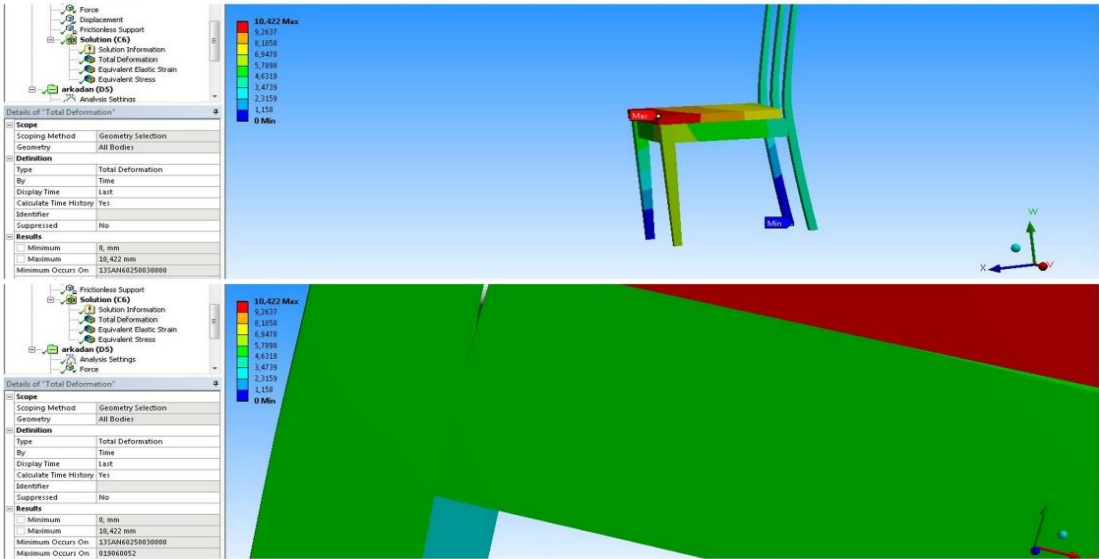
M3 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında önden-arkaya yüklenen yük miktarı 1334,4 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri arka ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 31,6 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.77.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 77. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi

4.6.3.2. Yanal yükleme

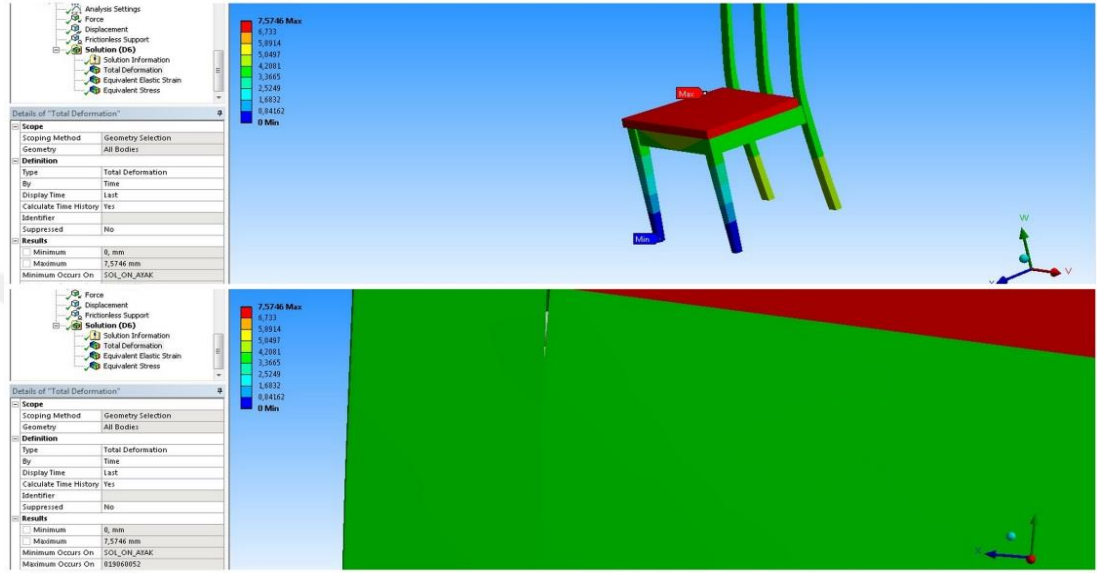
M3 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında yanal yüklenen yük miktarı 1067,52 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-ön kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 10,4 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.78.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 78. Yapısal analiz yanal yükleme Testi

4.6.3.3. Arkadan-öne yükleme

M3 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında arkadan-öne yüklenen yük miktarı 963,73 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak- ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 9,6 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.79.'te gösterilmiştir.

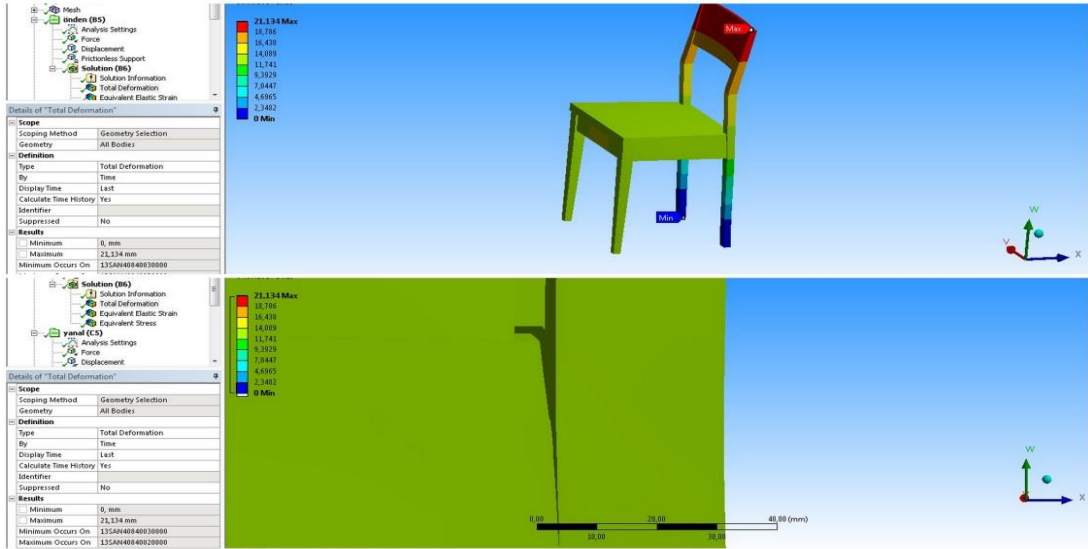


Şekil 4. 79. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi

4.6.6. Optimize edilmiş M4 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları

4.6.6.1. Önden-arkaya yükleme

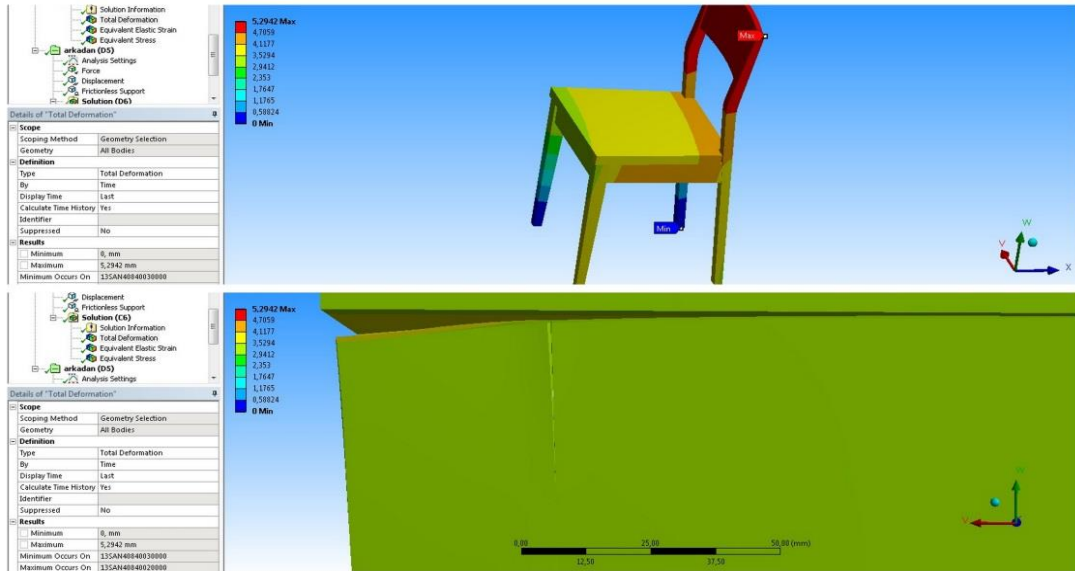
M4 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında önden-arkaya yüklenen yük miktarı 2224 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri arka ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 21,1 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.80.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 80. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi

4.6.6.2. Yanal yükleme

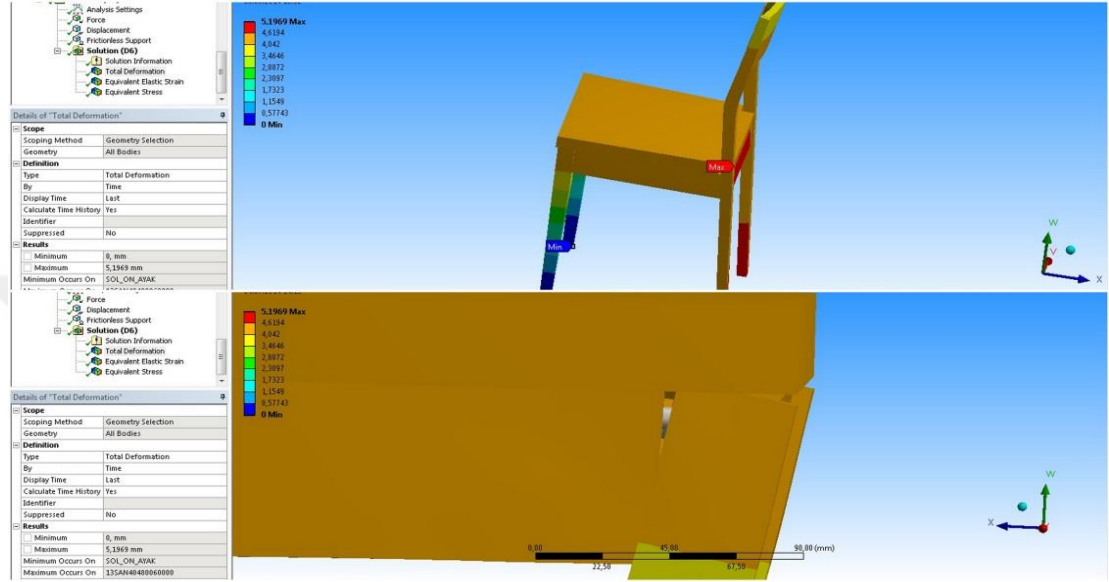
M4 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında yanal olarak yüklenen yük miktarı 889,6 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-ön kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 3,3 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.81.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 81. Yapısal analiz yanal yükleme Testi

4.6.4.3. Arkadan- öne yükleme

M4 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında arkadan-öne yüklenen yük miktarı 889,6 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 6,2mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.82.'te gösterilmiştir.

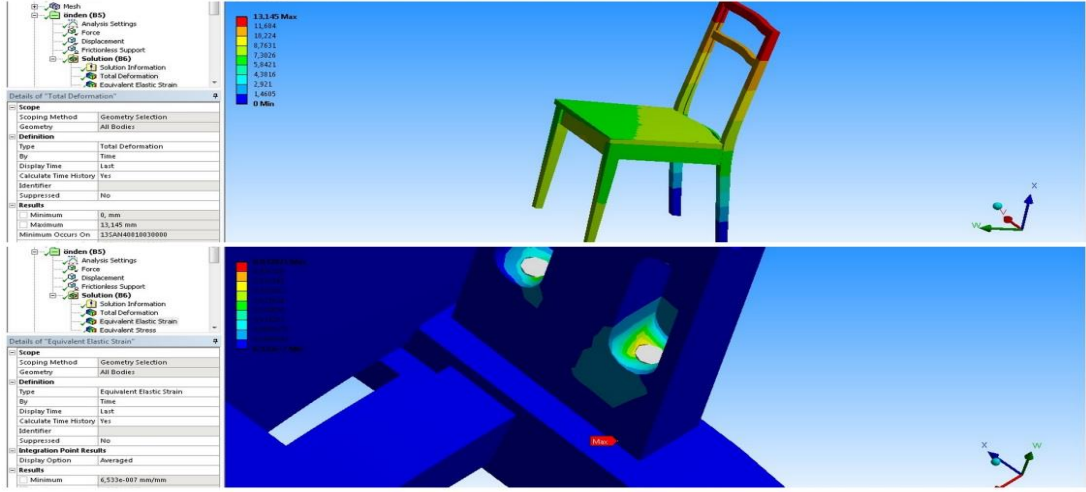


Şekil 4. 82. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi

4.6.5. Optimize edilmiş M5 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları

4.6.5.1. Önden-arkaya yükleme

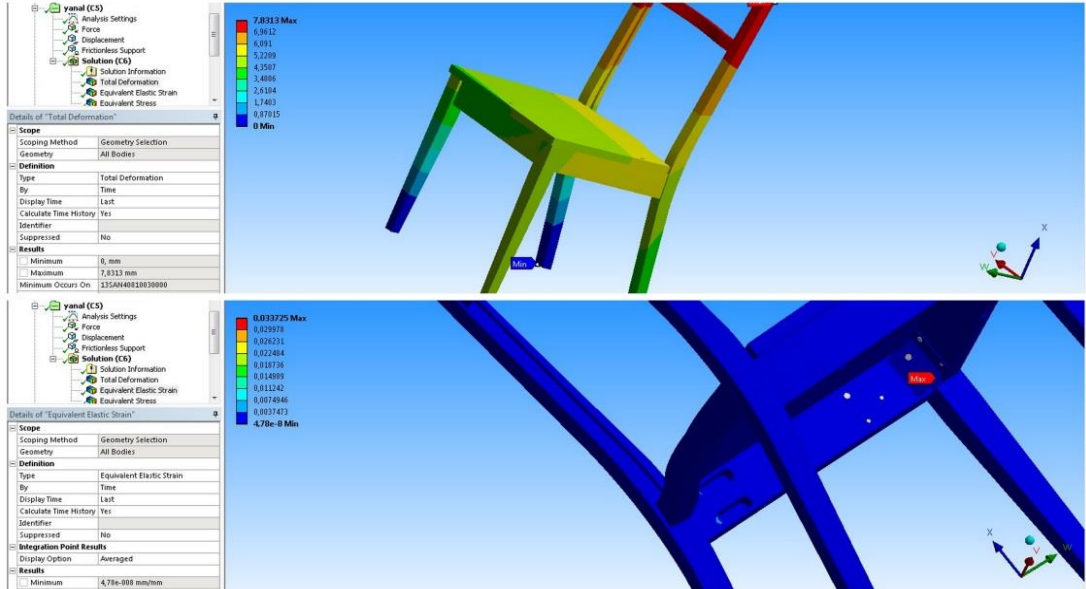
M5 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında önden-arkaya yüklenen yük miktarı 1823,68 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri arka ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 13,1 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.83.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 83. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi

4.6.5.2. Yanal yükleme

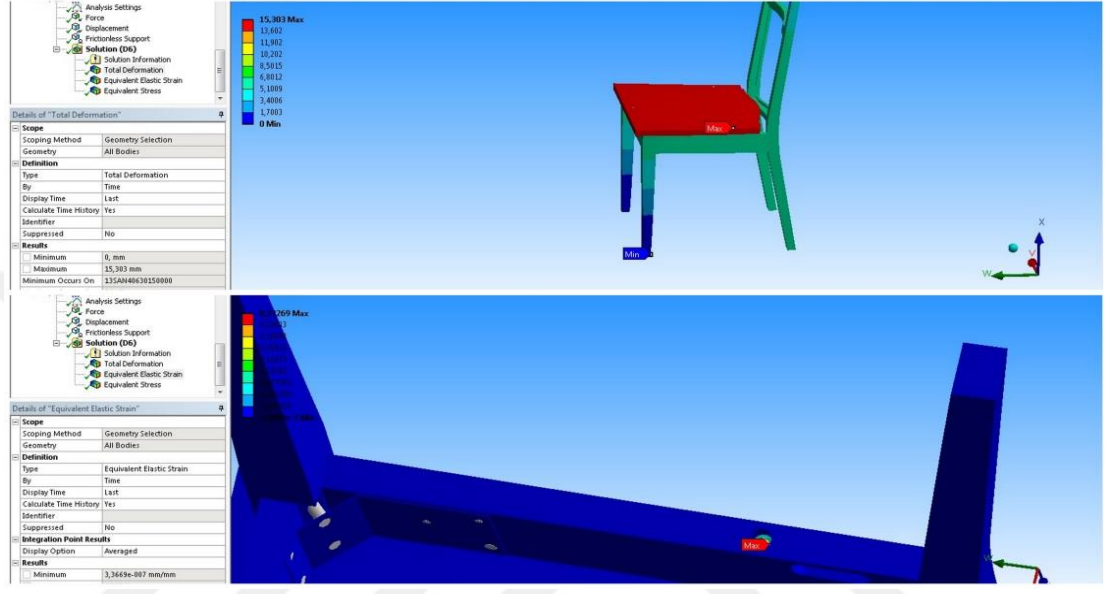
M5 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında yanal olarak yüklenen yük miktarı 889,6 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-ön kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 4,8 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.84.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 84. Yapısal analiz yanal yükleme Testi

4.6.5.3. Arkadan- öne yükleme

M5 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında arkadan-öne yüklenen yük miktarı 1378,88 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 5,3 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.85.'te gösterilmiştir.

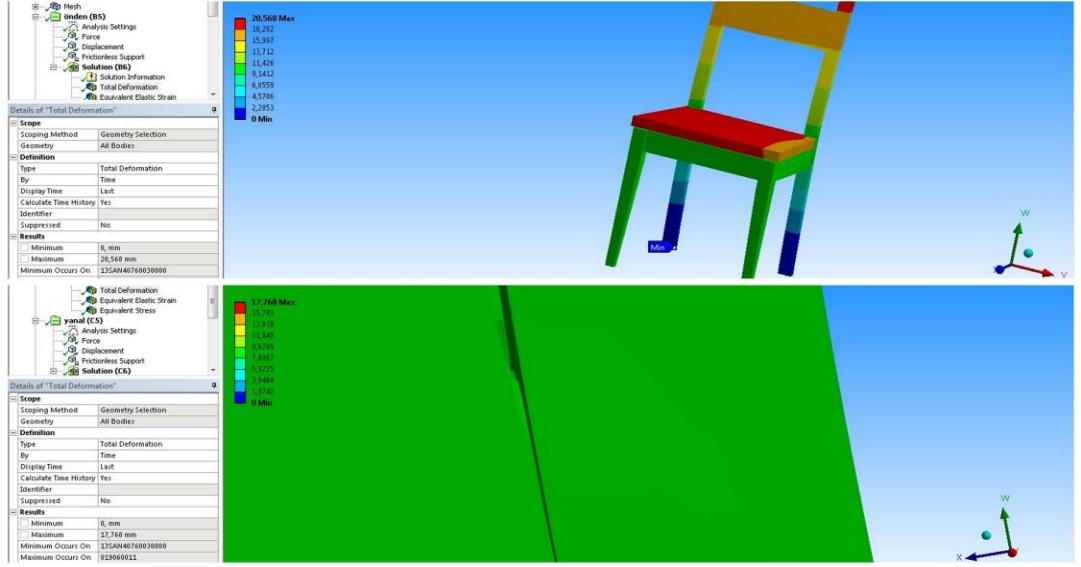


Şekil 4. 85. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi

4.6.6. Optimize edilmiş M6 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları

4.6.6.1. Önden-arkaya yükleme

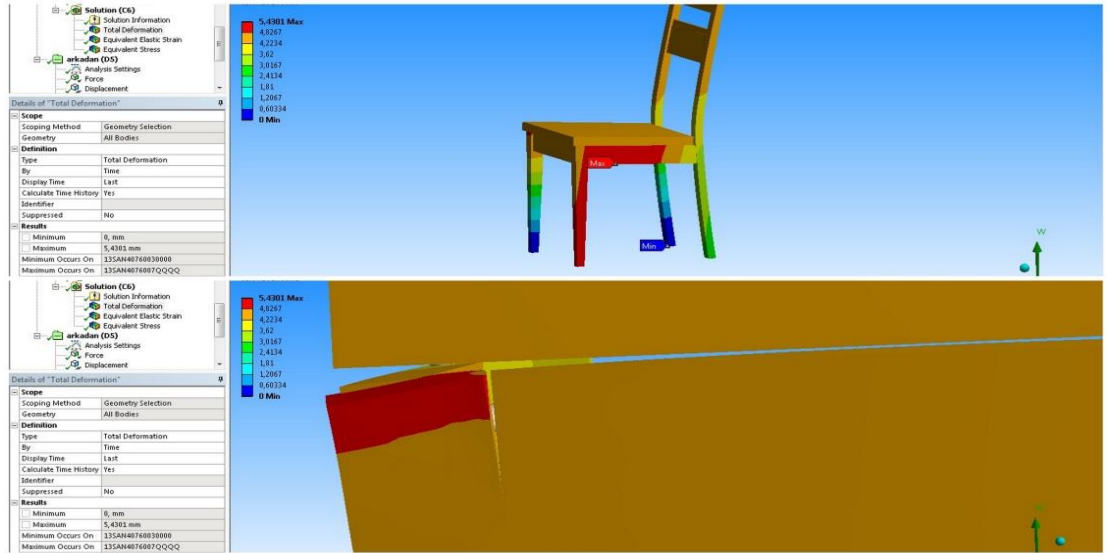
M6 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında önden-arkaya yüklenen yük miktarı 1645,76 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri arka ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 20,6 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.86.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 86. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi

4.6.6.2. Yanal yükleme

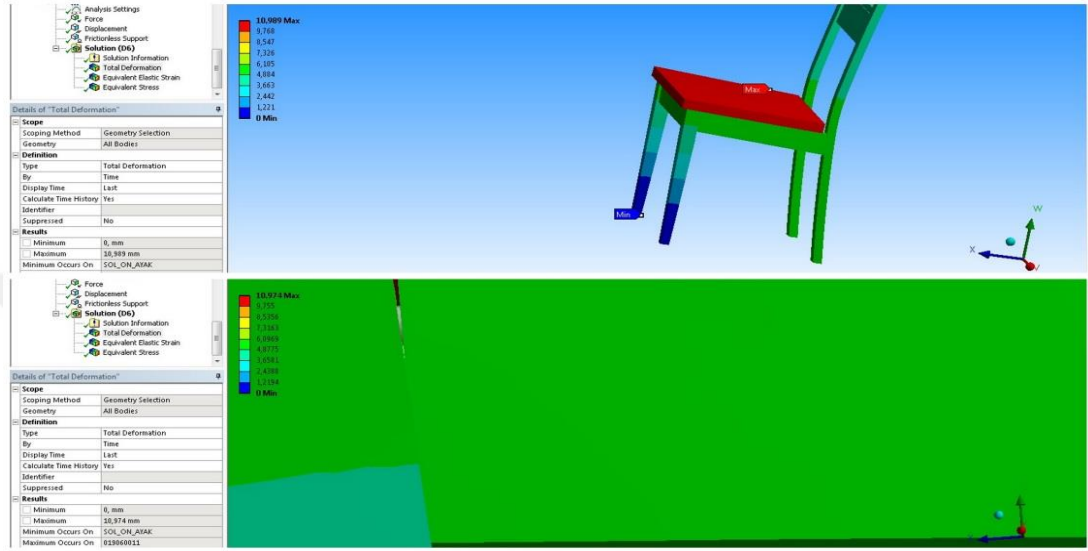
M6 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında yanal olarak yüklenen yük miktarı 1156,48 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-ön kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Toplam deformasyon miktarı 5,6 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.87.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 87. Yapısal analiz yanal yükleme Testi

4.6.6.3. Arkadan- öne yükleme

M6 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında arkadan-öne yüklenen yük miktarı 1000,8 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 7,1 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.88.'te gösterilmiştir.

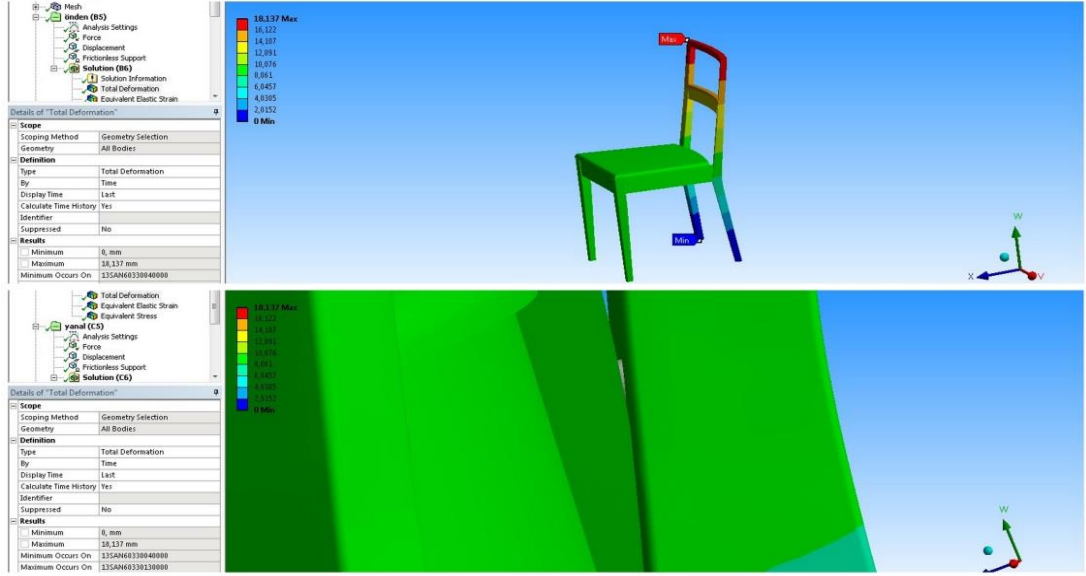


Şekil 4. 88. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi

4.6.7. Optimize edilmiş M7 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları

4.6.7.1. Önden-arkaya yükleme

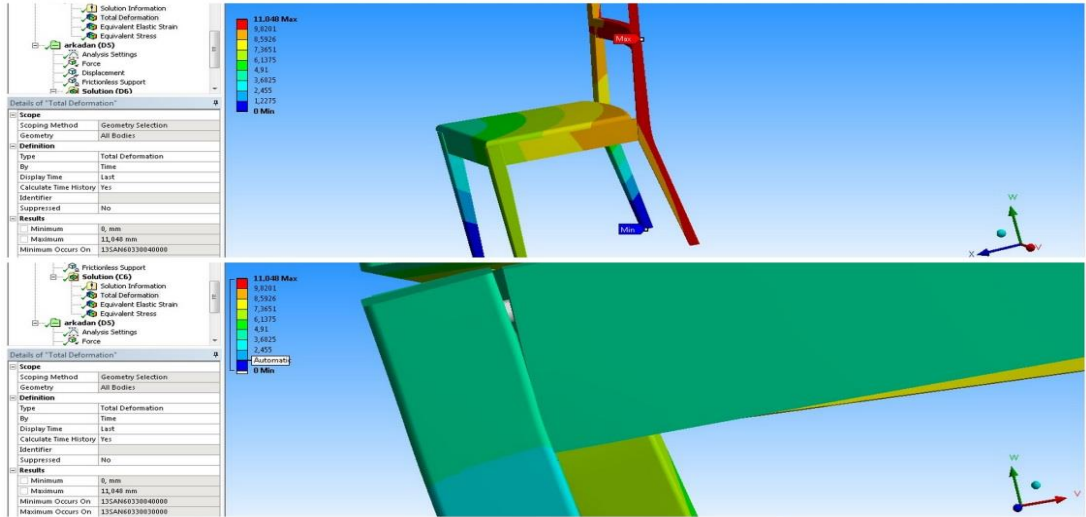
M7 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında önden-arkaya yüklenen yük miktarı 1779,2 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri arka ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 28,1 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.89.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 89. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi

4.6.7.2. Yanal yükleme

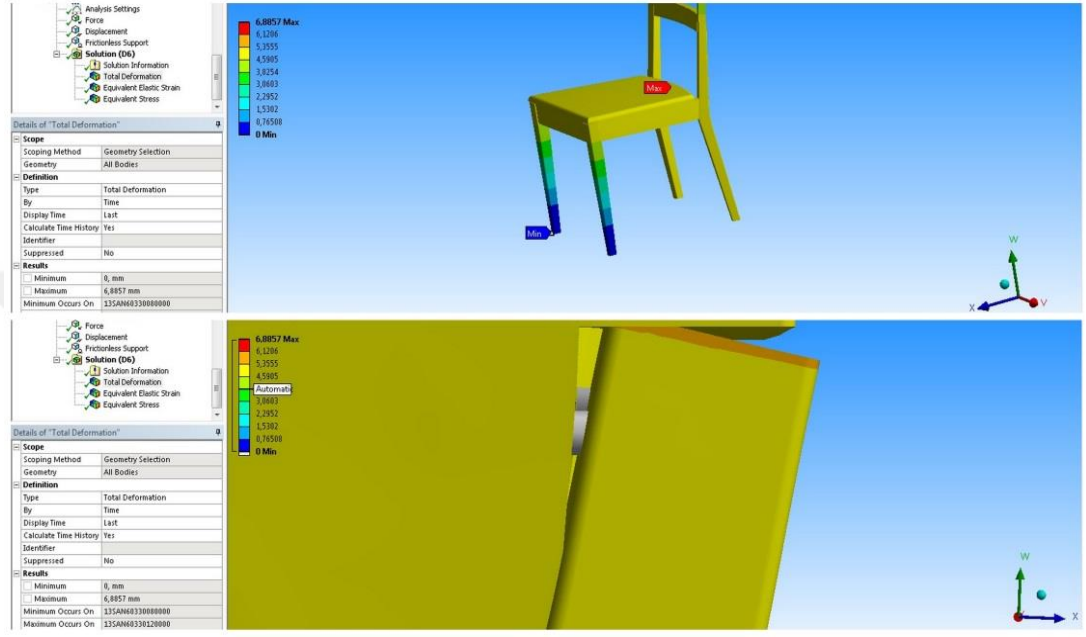
M7 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında yanal olarak yüklenen yük miktarı 934,08 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-ön kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 10 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.90.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 90. Yapısal analiz yanal yükleme Testi

4.6.7.3. Arkadan- öne yükleme

M7 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında arkadan-öne yüklenen yük miktarı 1378,88 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 16,9 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.91.'te gösterilmiştir.

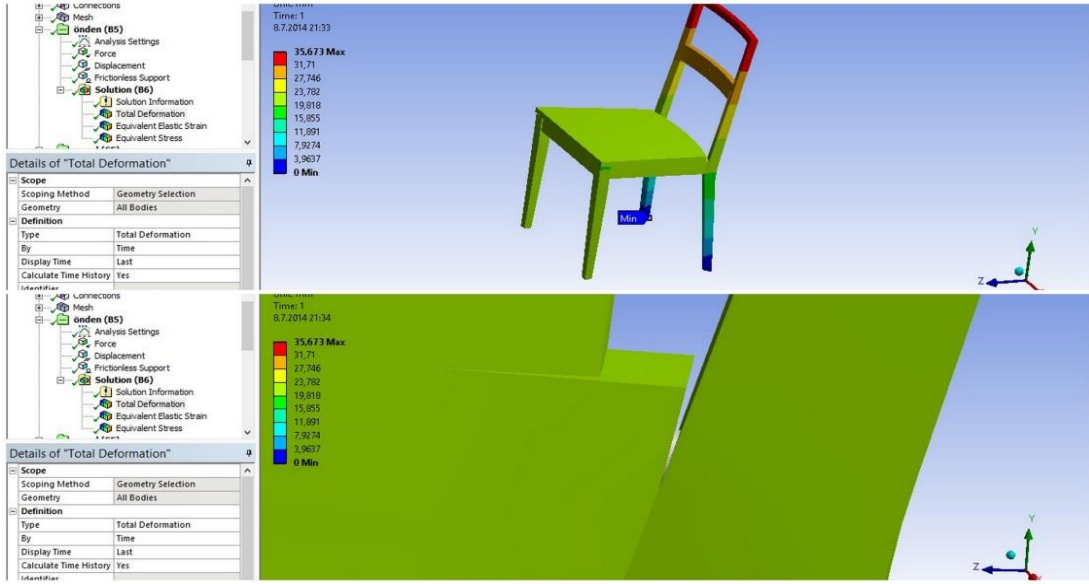


Şekil 4. 91. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi

4.6.8. Optimize edilmiş M8 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları

4.6.8.1. Önden-arkaya yükleme

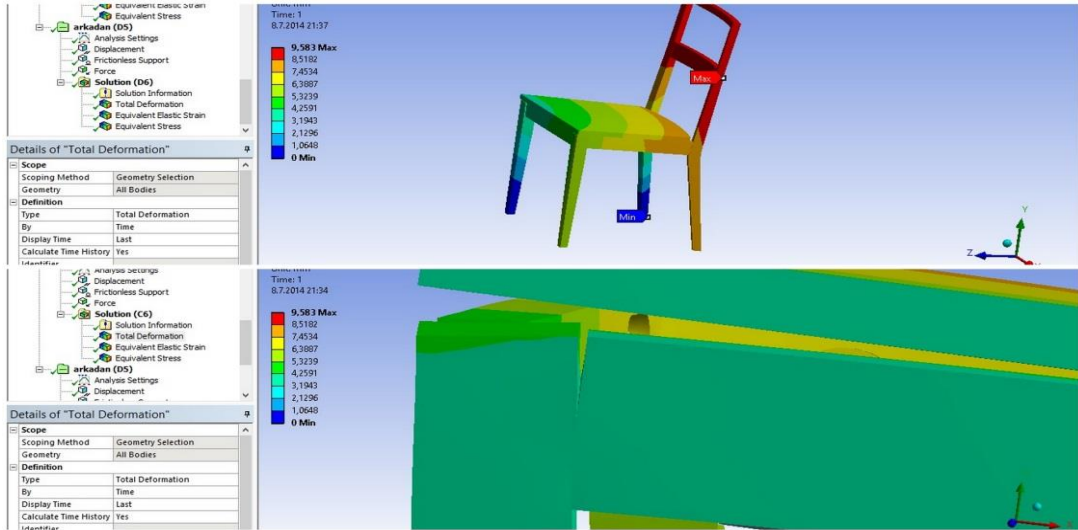
M8 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında önden-arkaya yüklenen yük miktarı 1200,96 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri arka ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 15,7 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.92.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 92. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi

4.6.8.2. Yanal yükleme

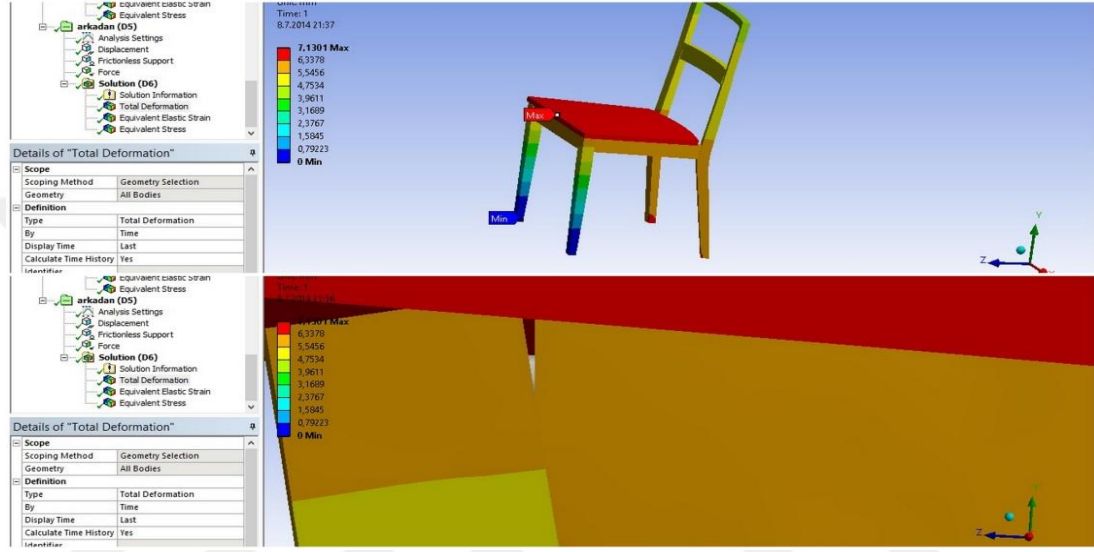
M8 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında yanal olarak yüklenen yük miktarı 667,2 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-ön kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 4,6 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.93.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 93. Yapısal analiz yanal yükleme Testi

4.6.8.3. Arkadan-öne yükleme

M8 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında arkadan-öne yüklenen yük miktarı 889,6 N dur. Yüklenen yükler ön ayak ön kayıt bağlantısı üzerine yük iletilmekte ve bağlantı noktalarında deformasyonlar oluşmaktadır. Deformasyon miktarı 3,1 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.94.'te gösterilmiştir.

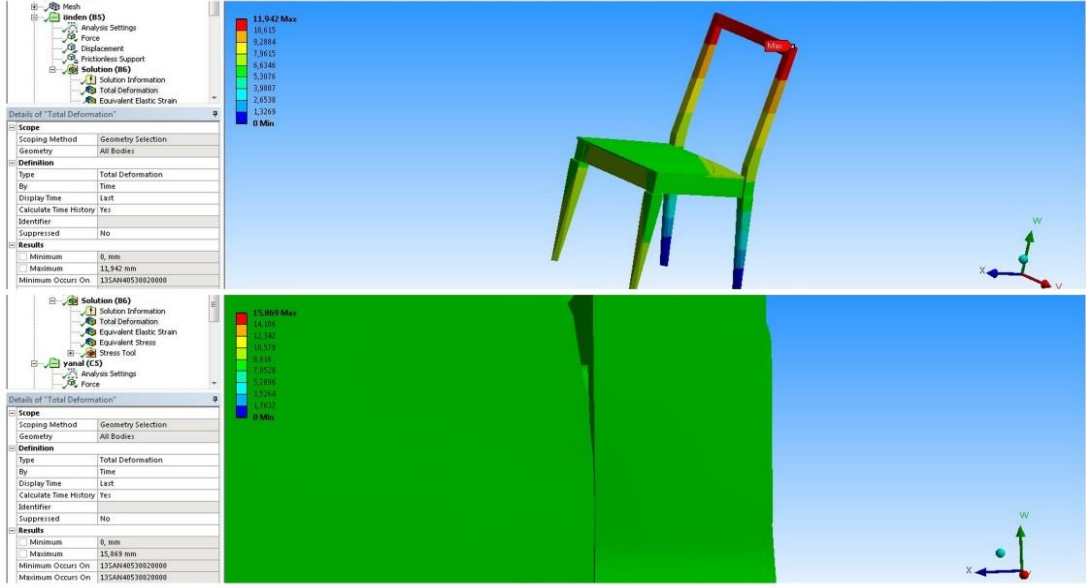


Şekil 4. 94. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi

4.6.9. Optimize edilmiş M9 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları

4.6.9.1. Önden-arkaya yükleme

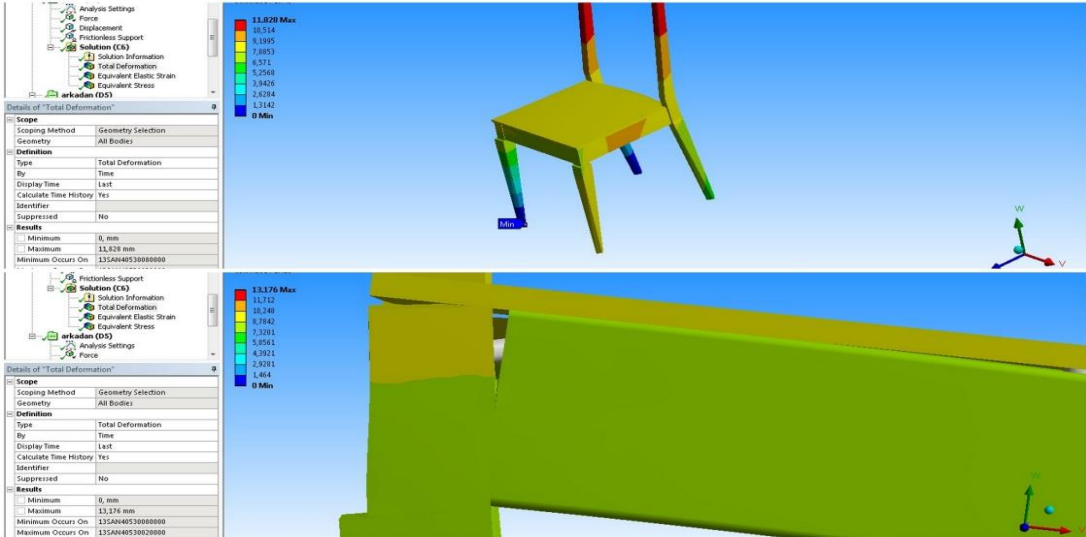
M9 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında önden-arkaya yüklenen yük miktarı 1423,36 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri arka ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 31,9 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.95.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 95. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi

4.6.9.2. Yanal yükleme

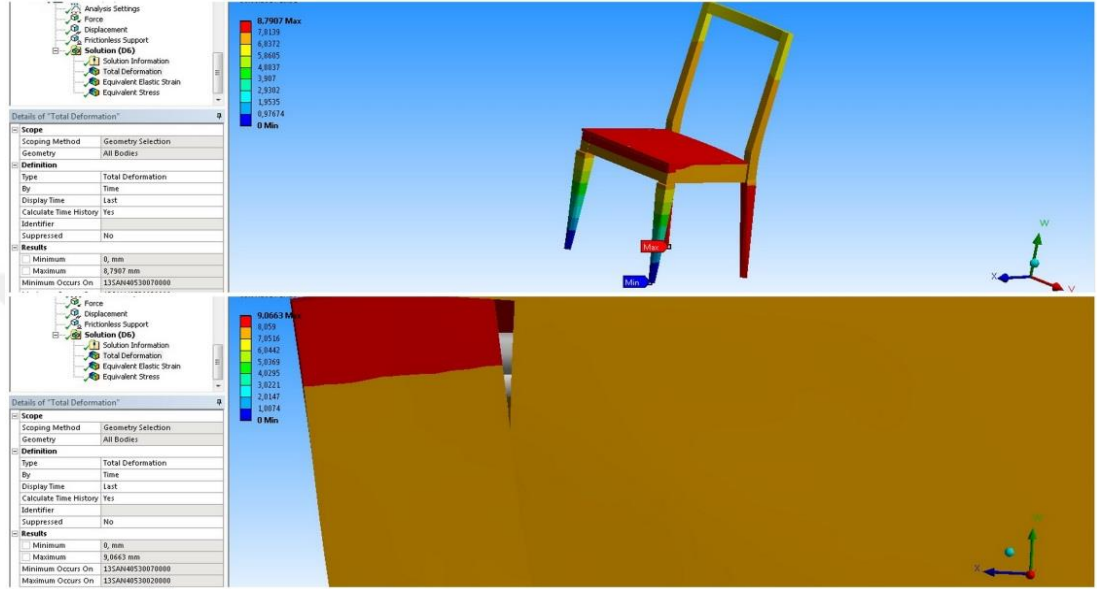
M9 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında yanal olarak yüklenen yük miktarı 1378,88 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-ön kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 11,8 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.96.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 96. Yapısal analiz yanal yükleme Testi

4.6.9.3. Arkadan- öne yükleme

M9 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında arkadan-öne yüklenen yük miktarı 1334,4 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 6,8 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.97.'te gösterilmiştir.

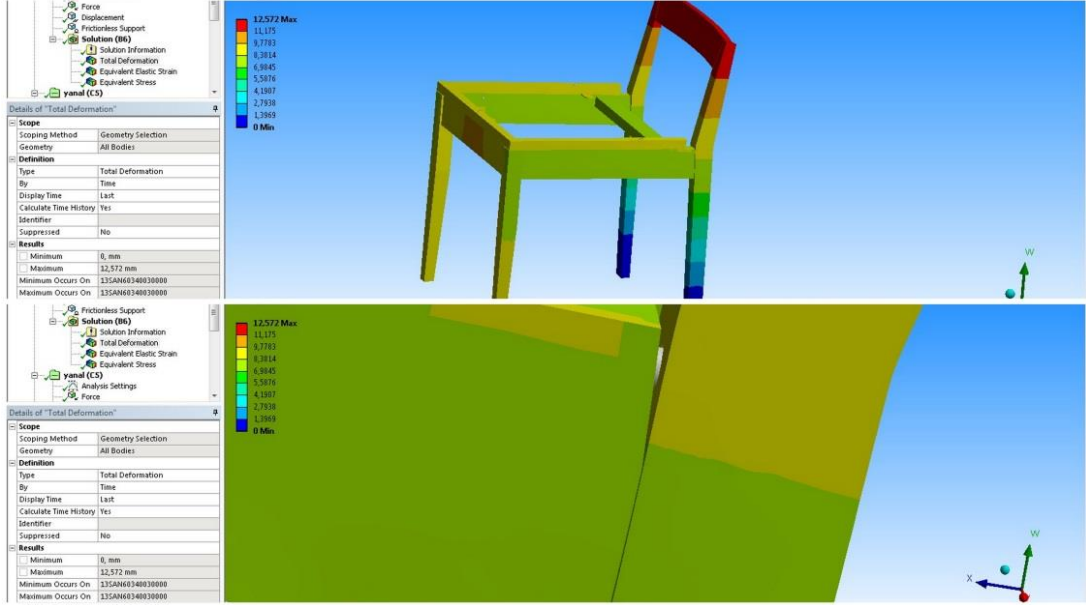


Şekil 4. 97. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi

4.6.10. Optimize edilmiş M10 sandalye modeline ilişkin yapısal analiz sonuçları

4.6.10.1. Önden-arkaya yükleme

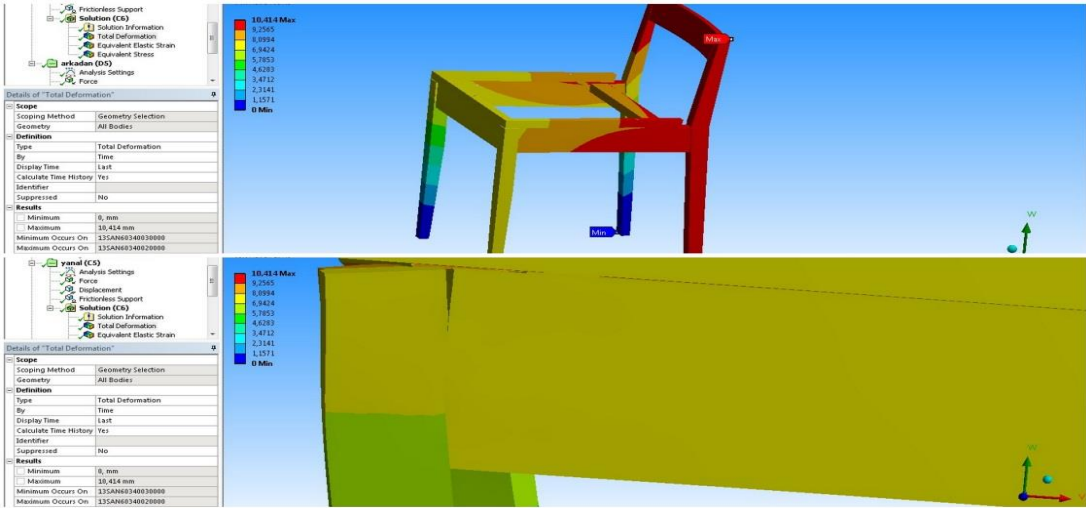
M10 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında önden-arkaya yüklenen yük miktarı 1834,8 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri arka ayak yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 42,6 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.98.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 98. Yapısal analiz önden arkaya yükleme Testi

4.6.10.2. Yanal yükleme

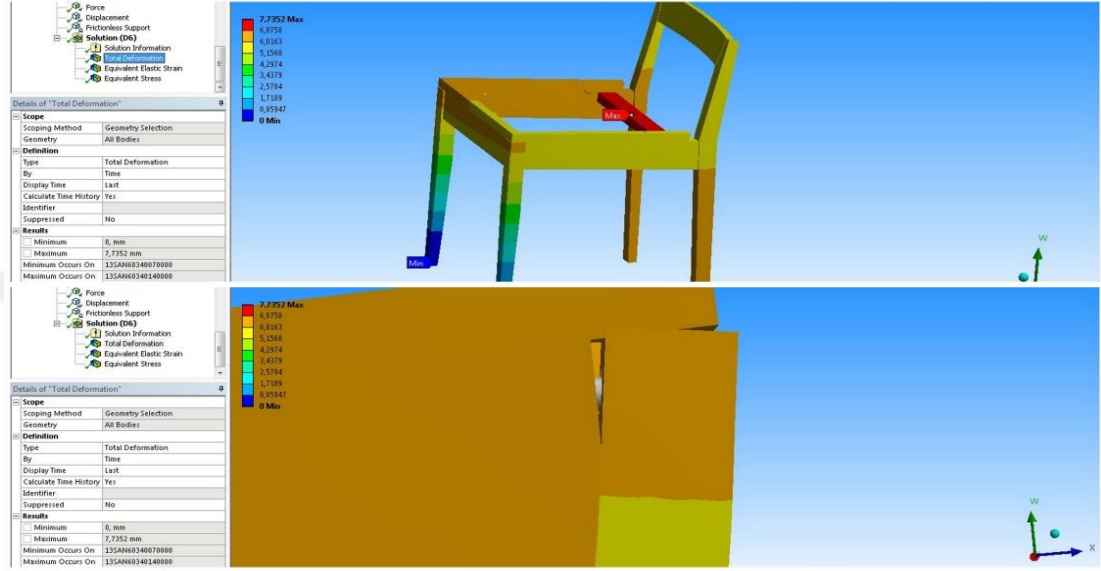
M10 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında yanal olarak yüklenen yük miktarı 963,73 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-ön kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 30,4 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.99.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 99. Yapısal analiz yanal yükleme Testi

4.6.10.3. Arkadan- öne yükleme

M10 No'lu sandalyeye Yapısal analiz programında arkadan-öne yüklenen yük miktarı 945,2 N dur. Uygulanan yük neticesinde görülen deformasyon yeri ön ayak-yan kayıt bağlantı noktasında görülmektedir. Deformasyon miktarı 17,7 mm dir. Sandalyelerde oluşan maksimum deformasyon yerleri şekil 4.100.'te gösterilmiştir.



Şekil 4. 100. Yapısal analiz arkadan öne yükleme Testi

4.7. Yapısal Analiz Sonuçlarına Göre Geliştirilmiş Sandalye Deformasyon Miktarlarının Karşılaştırılması

Yapısal analizlerde, mevcut sandalyelerin her üç yükleme yönündeki performans testlerinde dayandıkları maksimum yükler, aynı sandalyenin optimize edilmiş haldeki modellerine sanal ortamda uygulanmıştır. Buna göre, optimize edilmemiş deney sandalyelerinde elde edilen deformasyon (mm) miktarlarında meydana gelen azalmalar yüzdesel olarak hesaplanmış ve yük- deformasyon arasında doğrusal ilişki olduğu varsayımına göre bu yüzdeler kuvvetlerdeki artış oranları olarak hesaba alınmıştır.

Sandalye modellerinde gerekli optimizasyon kararları alındıktan sonra tüm bu optimizasyon kararlarının üç boyutlu modellere aktarılması gerçekleştirilmiştir. Optimize edilmiş sandalyeleri temsil eden üç boyutlu modeller daha sonra mevcut durumdaki maksimum yükler altında sanal ortamda tekrar analiz edilmişlerdir.

Yapısal analiz sonuçlarına göre, aynı yük miktarı altında optimize edilmiş sandalye modellerinde önden arkaya, yan ve arkadan öne yüklemelerde meydana gelen deformasyon miktarları ve yüzdesel azalmalar sırasıyla Çizelge 4.13. Çizelge 4.14. ve Çizelge 4.15.'te gösterilmiştir.

Çizelge 4. 13. Yapısal analiz önden arkaya yükleme test sonuçları

Sandalye Modeli	Mevcut Mukavemet (N)	Yapısal Analiz Mevcut Deformasyon Sonucu (mm)	Geliştirilmiş Modelde Yapısal analiz Deformasyon Sonucu (mm)	Deformasyon Azalma Oranı (%)
M1	978,6	42,5	20,9	49
M2	2490,9	31,4	17,5	56
M3	1334,4	53,0	31,6	60
M4	2224,0	36,7	21,1	57
M5	1823,7	30,7	13,1	43
M6	1645,8	39,0	20,6	53
M7	1779,2	49,6	28,1	57
M8	1201,0	43,3	15,7	36
M9	1423,4	54,0	31,9	59
M10	1834,8	72,1	42,6	59

Sandalye modellerinin önden arkaya yüklemelerine ilişkin toplam deformasyon miktarı sonuçlarına bakıldığında, mevcut sandalye yapısal analiz test sonuçlarında elde edilen deformasyon miktarlarının, geliştirilmiş sandalye yapısal analiz test sonuçlarında elde edilen deformasyon miktarlarına oranla daha fazla olduğu görülmektedir. Deformasyon miktarlarındaki düşüş, aynı yüke maruz kalan sandalyenin mevcut durumdaki deformasyon miktarına ulaşması için uygulanan yükün artmasına neden olacağı varsayılmış ve geliştirilen sandalyelerin önden arkaya yönde daha fazla yük taşıyabileceği öngörülmüştür.

Çizelge 4. 14. Yapısal analiz yanal yükleme test sonuçları

Sandalye Modeli	Mevcut Mukavemet (N)	Yapısal Analiz Mevcut Deformasyon Sonucu (mm)	Geliştirilmiş Modelde Yapısal analiz Deformasyon Sonucu (mm)	Deformasyon Azalma Oranı (%)
M1	889,6	53,9	14,6	27
M2	800,6	6,4	3,7	58
M3	1067,5	34,1	10,4	30
M4	889,6	6,3	3,3	52
M5	889,6	8,3	4,8	58
M6	1156,5	9,1	5,6	62
M7	934,1	19,5	10	51
M8	667,2	10,7	4,6	43
M9	1378,9	30,2	11,8	39
M10	963,7	61,4	30,4	50

Sandalye modellerinin yanal yüklemelerine ilişkin toplam deformasyon miktarı sonuçlarına bakıldığında, mevcut sandalye yapısal analiz test sonuçlarında elde edilen deformasyon miktarlarının, geliştirilmiş sandalye yapısal analiz test sonuçlarında elde edilen deformasyon miktarlarına oranla daha fazla olduğu görülmektedir. Deformasyon miktarlarındaki düşüş, aynı yüke maruz kalan sandalyenin mevcut durumdaki deformasyon miktarına ulaşması için uygulanan yükün artmasına neden olacağı varsayılmış ve geliştirilen sandalyelerin yanal yönde daha fazla yük taşıyabileceği öngörülmüştür.

Çizelge 4. 15. Yapısal analiz arkadan öne yükleme test sonuçları

Sandalye Modeli	Mevcut Mukavemet (N)	Yapısal Analiz Mevcut Deformasyon Sonucu (mm)	Geliştirilmiş Modelde Yapısal analiz Deformasyon Sonucu (mm)	Deformasyon Azalma Oranı (%)
M1	1067,5	61,6	34,1	55
M2	1037,9	7,3	3,2	44
M3	963,7	30,8	9,6	31
M4	889,6	13,4	6,2	46
M5	1378,9	9,0	5,3	59
M6	1000,8	12,6	7,1	56
M7	1378,9	33,7	16,9	50
M8	889,6	9,0	3,1	34
M9	1334,4	11,6	6,8	59
M10	945,2	41,4	17,7	43

Sandalye modellerinin önden arkaya yüklemelerine ilişkin toplam deformasyon miktarı sonuçlarına bakıldığında, mevcut sandalye yapısal analiz test sonuçlarında elde edilen deformasyon miktarlarının, geliştirilmiş sandalye yapısal analiz test sonuçlarında elde edilen deformasyon miktarlarına oranla daha fazla olduğu görülmektedir. Deformasyon miktarlarındaki düşüş, aynı yüke maruz kalan sandalyenin mevcut durumdaki deformasyon miktarına ulaşması için uygulanan yükün artmasına neden olacağı varsayılmış ve geliştirilen sandalyelerin önden arkaya yönde daha fazla yük taşıyabileceği öngörülmüştür.

4.8. Optimize Edilmiş Sandalye Modellerinin Fiili Testlerdeki Performansı

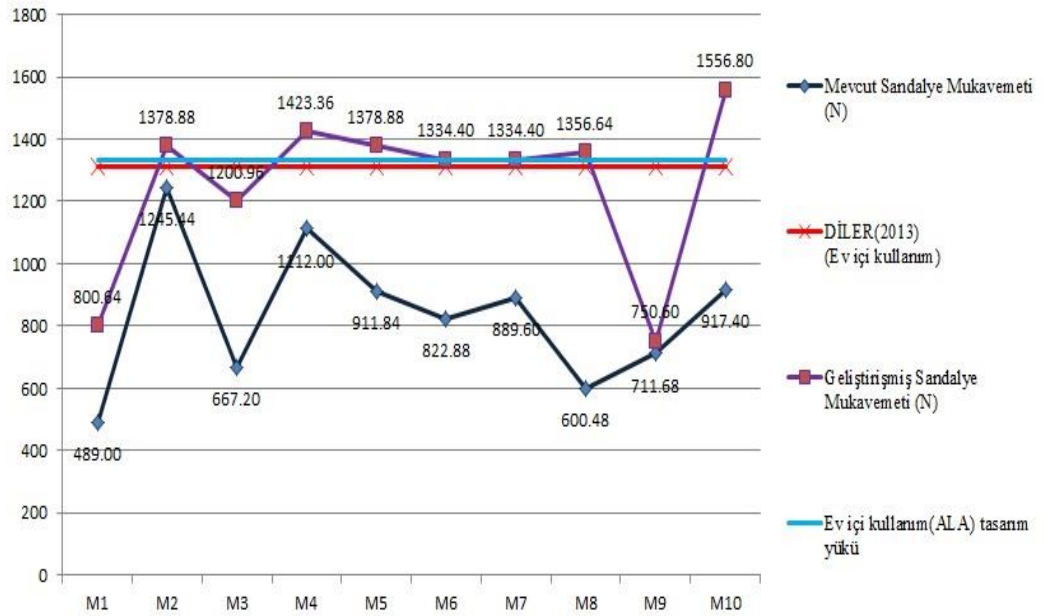
Denemelerde kullanılan sandalye iskeletlerine uygulanan mukavemet deneyleri sonucunda elde edilen önden arkaya kuvvet taşıma değerleri Çizelge 4.16.'da verilmiştir.

Çizelge 4. 16. Sandalye iskeletlerinin önden arkaya kuvvet taşıma değerleri

Model	Mevcut Sandalye Mukavemeti (N)	Geliştirilmiş Sandalye Mukavemeti (N)	Artış Oranı (%)	Diler (2013) (Ev içi kullanım)	Sonuç	ALA (Ev içi kullanım)	Sonuç
M1	489,00	800,64	63,73	1312	Kaldı	1334	Kaldı
M2	1245,44	1378,88	10,71	1312	Geçti	1334	Geçti
M3	667,20	1200,96	80,00	1312	Kaldı	1334	Kaldı
M4	1112,00	1423,36	28,00	1312	Geçti	1334	Geçti
M5	911,84	1378,88	51,22	1312	Geçti	1334	Geçti
M6	822,88	1334,40	62,16	1312	Geçti	1334	Geçti
M7	889,60	1334,40	50,00	1312	Geçti	1334	Geçti
M8	600,48	1356,64	125,93	1312	Geçti	1334	Geçti
M9	711,68	750,60	5,47	1312	Kaldı	1334	Kaldı
M10	917,40	1556,80	69,70	1312	Geçti	1334	Geçti

Sandalye modellerinin önden arkaya yöndeki devirli yüklemelere karşı göstermiş olduğu performans değerleri ile bu performans değerlerinin karşılaştırılması sonucunda, Diler (2013)' e ve ALA' da belirtilen kabul edilebilir yüklerle göre M1, M3 ve M9 nolu modeller belirlenen sınıflandırmalardaki “ev içi” kullanım yüklerini sağlayamamıştır. Kalan diğer 7 sandalye modeli ise “ev içi” kullanım koşullarını sağlamışlardır. Bir başka ifade ile bu testlerdeki başarı oranı % 70 olarak gerçekleşmiştir.

Mevcut sandalye fiili test sonuçları ile geliştirilmiş sandalye önden arkaya fiili test sonuçlarını topluca gösteren grafik, Şekil 4.101.'de verilmiştir.



Şekil 4. 101. Sandalye iskeletlerinin önden arkaya kuvvet taşıma değerleri

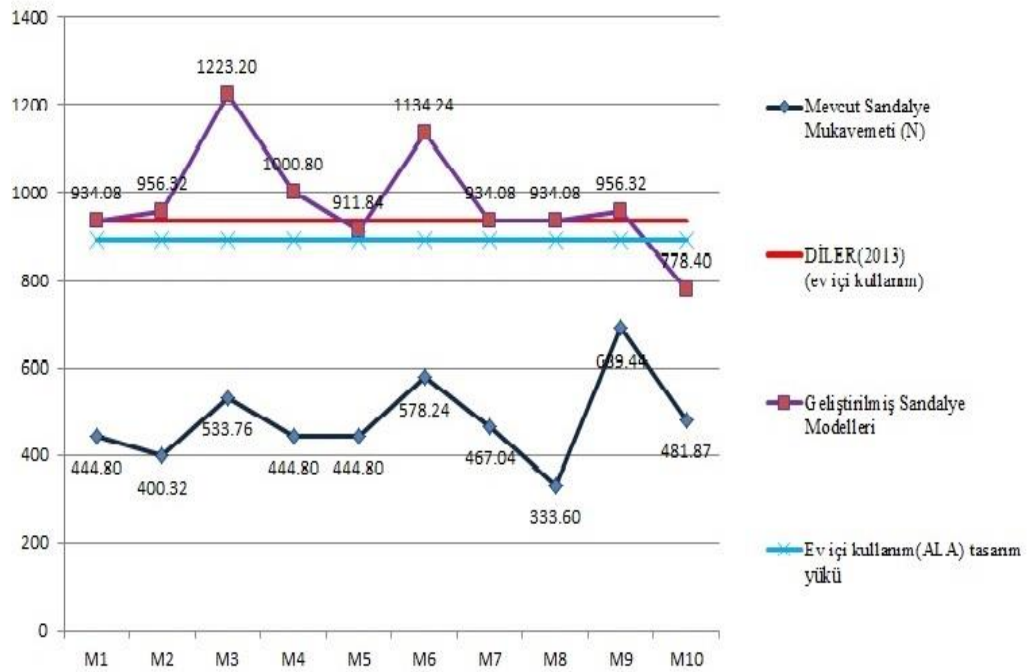
Denemelerde kullanılan sandalye iskeletlerine uygulanan mukavemet deneyleri sonucunda elde edilen yanal kuvvet taşıma değerleri Çizelge 4.17.'da verilmiştir.

Çizelge 4. 16. Sandalye iskeletlerinin yanal kuvvet taşıma değerleri

Model	Mevcut Sandalye Mukavemeti (N)	Geliştirilmiş Sandalye Mukavemeti (N)	Artış Oranı (%)	Diler (2013) (Ev içi kullanım)	Sonuç	ALA (Ev içi kullanım)	Sonuç
M1	444,80	934,08	110,00	935	Geçti	889,6	Geçti
M2	400,32	956,32	138,89	935	Geçti	889,6	Geçti
M3	533,76	1223,20	129,17	935	Geçti	889,6	Geçti
M4	444,80	1000,80	125,00	935	Geçti	889,6	Geçti
M5	444,80	911,84	105,00	935	Geçti	889,6	Geçti
M6	578,24	1134,24	96,15	935	Geçti	889,6	Geçti
M7	467,04	934,08	100,00	935	Geçti	889,6	Geçti
M8	333,60	934,08	180,00	935	Geçti	889,6	Geçti
M9	689,44	956,32	38,71	935	Geçti	889,6	Geçti
M10	481,87	778,40	61,54	935	Kaldı	889,6	Kaldı

Sandalye modellerinin yanal yöndeki devirli yüklemelere karşı göstermiş olduğu performans değerleri ile bu performans değerlerinin karşılaştırılması sonucunda, Diler (2013)' e göre M5 ve M10 modelleri, ALA' da belirtilen kabul edilebilir yüklerle göre ise sadece M10 nolu model belirlenen sınıflandırmalardaki “ev içi” kullanım yüklerini sağlayamamıştır. Kalan diğer sandalye modelleri ise “ev içi” kullanım koşullarını sağlamışlardır. Bir başka ifade ile bu testlerdeki başarı oranı Diler (2013)' e göre % 80, ALA' ya göre ise % 90 olarak gerçekleşmiştir.

Mevcut sandalye fiili test sonuçları ile geliştirilmiş sandalye yanal fiili test sonuçlarını topluca gösteren grafik, Şekil 4.102.'de verilmiştir.



Şekil 4.102. Sandalye iskeletlerinin yanal kuvvet taşıma değerleri

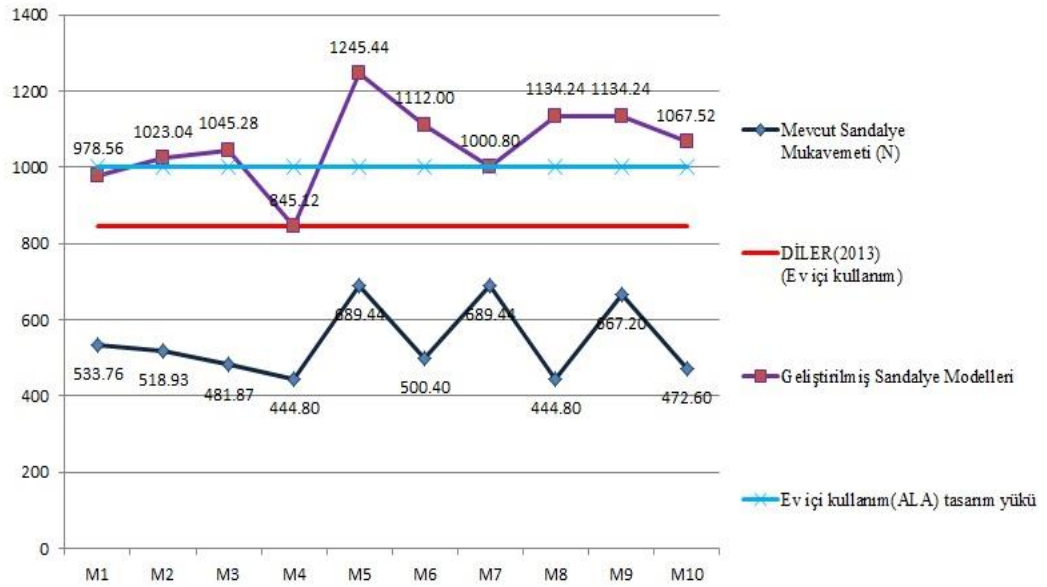
Denemelerde kullanılan sandalye iskeletlerine uygulanan mukavemet deneyleri sonucunda elde edilen arkadan öne kuvvet taşıma değerleri Çizelge 4.18.'da verilmiştir.

Çizelge 4. 17. Sandalye iskeletlerinin arkadan öne kuvvet taşıma değerleri

Model	Mevcut Sandalye Mukavemeti (N)	Geliştirilmiş Sandalye Mukavemeti (N)	Artış Oranı (%)	Diler (2013) (Ev içi kullanım)	Sonuç	ALA (Ev içi kullanım)	Sonuç
M1	528,20	978,56	85,26	845	Geçti	1000,8	Geçti
M2	518,93	1023,04	97,14	845	Geçti	1000,8	Geçti
M3	481,87	1045,28	116,92	845	Geçti	1000,8	Geçti
M4	444,80	845,12	90,00	845	Geçti	1000,8	Geçti
M5	689,44	1245,44	80,65	845	Geçti	1000,8	Geçti
M6	500,40	1112,00	122,22	845	Geçti	1000,8	Geçti
M7	689,44	1000,80	45,16	845	Geçti	1000,8	Geçti
M8	444,80	1134,24	155,00	845	Geçti	1000,8	Geçti
M9	667,20	1134,24	70,00	845	Geçti	1000,8	Geçti
M10	472,60	1067,52	125,88	845	Kaldı	1000,8	Kaldı

Sandalye modellerinin arkadan öne yöndeki devirli yüklemelere karşı göstermiş olduğu performans değerleri ile bu performans değerlerinin karşılaştırılması sonucunda, Diler (2013)' e göre tüm sandalye modelleri, ALA' da belirtilen kabul edilebilir yüklerle göre ise M1 ve M4 nolu modeller dışında kalan diğer sandalye modelleri belirtilen “ev içi” kullanım koşullarını sağlamışlardır. Bir başka ifade ile bu testlerdeki başarı oranı Diler (2013)' e göre % 100, ALA' ya göre ise % 80 olarak gerçekleşmiştir.

Mevcut sandalye fiili test sonuçları ile geliştirilmiş sandalye arkadan öne fiili test sonuçlarını topluca gösteren grafik Şekil 4.103.'de verilmiştir.



Şekil 4. 103. Sandalye iskeletlerinin arkadan öne kuvvet taşıma değerleri

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, üniversite sanayi işbirliği kapsamında yapılmış olup, Türkiye Mobilya Sektörü'nde önemli bir paya sahip olan üretici bir firma ile ortak olarak yapılmıştır. Çalışmadaki temel amaç, firma tarafından üretilen demonte sandalyelerin mukavemet açısından geliştirilmesi ve ev içi kullanımlar için gerekli yükleri karşılayabilecek sağlamlığa getirilmesidir.

Mobilyalar günümüzde demonte olarak üretilmeye başlanmıştır. Demonte olarak üretilen mobilyalarda ayrıca üretim kolaylığı, depolama maliyetlerinde düşüş, servis hizmetleri (parça değişimi, tamir) ve yerinde montaj kolaylığı gibi önemli avantajlar sağlamaktadır.

Yıllık 630,000 sandalye üretimi yapan bu firma tarafından demonte olarak üretilen sandalye modelleri ile bir örneklem grubu oluşturulmuş ve sandalyelerin çeşitli yükleme yönlerindeki devirli yükleme performansları belirlenerek mukavemet açısından sınıflandırma yapılmıştır.

Çalışmada ayrıca, ürün mühendisliği uygulamalarında kullanılan bilgisayar destekli yapısal analiz programı olan ANSYS'ten yararlanılmıştır. Sonlu elemanlar metodu kullanılarak yapılan üç boyutlu yapısal analizlere göre, bilgisayar destekli analiz programları, mobilya sistemlerinin genel mukavemeti hakkında anlamlı değerler sağlamıştır. Bilgisayar teknolojisinin hızla geliştiği ve kullanımının yaygınlaştığı günümüzde, tasarlanan bir mobilyanın üretimine geçilmeden önce mukavemeti hakkında ön bilgiler elde edilebilmesi ve bu bilgilere göre gerekli değişikliklerin yapılarak optimizasyonun sağlanması, AR-GE, ÜR-GE ve kalite kontrol biriminin işini kolaylaştırarak aynı ürün üzerinde çalışılmasına olanak sağlar.

Ürünün protatipinin yapılmasına gerek kalmadan tasarım aşamasında iken 3 boyutlu çizim üzerinde zayıf noktaları belirleyerek geliştirmelerin yapılması prototip yapımından kar eldesi ve kalite departmanlarında ürünlere yapılan testlerin uzun sürmesi yeni ürün giriş süresini etkilemektedir. Buna göre, yapısal analiz programlarının mobilya mühendislik tasarımında kullanılması önerilebilir.

Performans deneyleri sonucunda demonte sandalyelerde gözlenen deformasyon karakteristikleri ve elde edilen mukavemet değerlerinin yapısal analizleri sonucunda genel olarak görülen olumsuzlar;

- Kusurlu malzeme kullanımı,
- Uygun olmayan kesit geometrisi ve ölçüleri ile tasarımlar,
- Sandalye tasarımında yan, ön ve arka ara kayıtların kullanılmaması,
- Birleştirme noktalarındaki konstrüksiyonel ve uygulama hataları,
- Demonte bağlantı elemanlarının yetersizliği ve uygunsuzluğu,
- Köşe destek elemanlarının boyutsal ve şekilsel uygunsuzluğu

olarak özetlenebilir. Bu gözlemlenen olumsuzluklar, genel anlamda öncelik sırasına göre verilmeye çalışılmış olmasına rağmen, bu olumsuzlukların önem sırası modelden modele farklılıklar gösterebilmektedir.

Demonte sandalye iskeletleri modeller itibarıyla farklı mekanik davranış özellikleri göstermişlerdir. Birleştirme noktalarındaki açılmalar birleştirme yüzeyinin bir kenarı sabit, diğer kenarı ise bu sabit kenar noktasına göre bir açı yapacak şekilde gerçekleşmiştir. Bağlantı çeşidine göre, mekanik davranış özelliklerinde çok önemli farklılıklar görülmüştür. Deformasyon karakteristikleri farklı şekillerde gerçekleşmiş, ayrıca deformasyon miktarlarında da farklılıklar gözlenmiştir.

Bu çalışmada değerlendirilen demonte sandalye iskeletlerinin montaj yerinde montajı yapılan metal köşe destek elemanlı sandalyeler gerekli mukavemeti göstermiştir. Sandalye iskeletleri metal köşe destek elemanı sayesinde kuvvet taşıma değerinde artış meydana getirmiştir.

Ayrıca kullanılan bağlantı elemanı zamak dübel'in çapı değiştirilmiş ve yan kayıt ile ön kayıt parça genişlikleri artırılarak sandalyelerin mukavemeti geliştirilmiştir.

Deney sandalyelerinin gerçek kullanım koşulları altında gösterebilecekleri olası davranışlar, sandalyeler için geliştirilmiş olan bir deney yöntemindeki tasarım yük değerlerinden yararlanılarak elde edilmiştir. Demonte olarak üretilmiş olan bu sandalye modellerinin hiçbirisi mevcut durumda iken hafif kullanım yüklerini karşılayamamışlardır, Buna göre, yapılan geliştirme çalışmalarından sonra bu demonte sandalye iskeletleri mukavemet açısından, ev içi kullanımlar için uygun hale getirilmiştir.

5.1. Malzeme Faktörü

Özellikle, budak, ardak vb. kusur bulunan ağaç malzemelerle üretilmiş sandalyeler daha zayıf performans göstermiştir. Bir sistemin sağlamlığını temsil eden en önemli faktörlerden birisinin, sistemi oluşturan elemanların malzemesinin sağlamlığı olduğu düşünülürse, özellikle dinamik ve yorma servis yüklerini taşıyacak bir sistem olan sandalyelerin, hiçbir zaman kusurlu malzemelerden üretilmemesi gerektiği söylenebilir. Kusurlu, özellikle de Doğu kayını odununun en bilinen kusularından olan ardaklanmış malzemelerin beklenenden daha düşük mukavemet özellikleri göstermesi beklenen bir durumdur.

5.2. Sandalyenin Tasarımına İlişkin Faktörler

5.2.1. Arkalık bölümünde eleman mevcudiyeti

Genel anlamda sandalyenin tasarımının mukavemet üzerinde oldukça etkili olduğu anlaşılmaktadır. Sandalye modelleri incelendiğinde, özellikle aralık bölümünde yatay veya dikey pozisyonda duran kayıt ilavesi sandalye modelinin önden arkaya ve yanal yöndeki performansını önemli derecede arttırmıştır.

5.2.2. Yan kayıt elemanının tasarımı

Sandalye tasarımının performansa etkisinde dikkat çeken önemli özelliklerden bir tanesi de yan kayıt elemanının tasarımıdır. Düz yan kayıt ile yan çerçevesi oluşturulmuş modeller, kavisli yan kayıt ile yan çerçevesi oluşturulmuş modellerden daha yüksek performans değerleri vermişlerdir. Burada, kavisli yan kayıtların arka ayak ve ön ayakla olan birleştirmelerinin, düz kayıtlara nazaran daha güçsüz olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumun, yan çerçevelerin montajında (ikileme), uygulama esnasında karşılaşılan konstrüksiyonel ve presleme zorluklarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

5.2.3. Arkalık bölümünün dolu olup olmaması

Sandalye tasarımında, arkalık bölümü tamamen dolu olan modeller, diğer modellere göre dikkate değer derecede yüksek performans değerleri göstermişlerdir. Tüm yükleme yönlerinde artış gözlenmiş olup, önden arkaya yükleme yönündeki artış en büyük değerlerde olmuştur.

5.2.4. Köşe destek elemanının mevcudiyeti

Sandalye ön / arka ayakları ile yan kayıtların bağlantısını güçlendirmek amacıyla atılmış bağlantı destek elemanlarının (köşebent) önden arkaya ve arkadan öne yükleme yönünde mukavemet üzerinde önemli katkısı olduğu görülmüştür. Köşe destek elemansız sandalye iskeletleri, köşe destek elemanlı sandalye iskeletlerine kıyasla çok daha düşük değerlerde yaşam ömrünü tamamlamıştır. Köşe destek elemanlarının doğru bağlanmasının sandalye performanslarına olumlu etki ettiği gözlemlenmiştir. Buna göre, hafif kullanım sınıfında olan ev içi kullanım için hazırlanan sandalyelerde köşe destek elemanları sistemin performansı açısından en ekonomik çözüm olarak değerlendirilebilir.

5.2.5. Sandalye elemanlarının kesit özellikleri

Sandalye tasarımlarında özellikle elemanların kesit ölçüleri ve kesit geometrilerinin sandalye modellerinin performansı üzerinde önemli etkilerinin olduğu görülmüştür. Doğal olarak, ince kesit yapıları ile tasarlanmış sandalyeler daha düşük performans değerleri vermişlerdir. Kalın kesit yapıları ile sağlam modeller tasarlanırken estetik hususlardan taviz verildiği, ince kesitli estetik tasarımlarda ise mukavemet zaaflarının olduğu bir gerçektir. Bir başka ifadeyle, estetik ve teknik hususlar her zaman çelişki içerisinde. Estetik ve mukavemetin ideal arakesitinde, hem estetik hem de yeterli mukavemete sahip sandalye tasarımları oluşturmak, ancak mühendislik tasarımı yaklaşımı sayesinde mümkün olabilir.

5.2.6. Birleştirme noktaları

Performans deneyleri sonuçlarına göre, mobilya iskelet sistemlerinde kritik noktalar birleştirmeler olmaktadır. Diğer bir deyişle, birleştirmelerin mukavemeti tüm sistemin mukavemetini temsil etmektedir. Buna göre, güçlü birleştirmeler ile daha mukavemetli mobilya sistemleri elde etmek mümkün olabilir. Demonte sandalye modellerinde bağlantı elemanı sayısı, bağlantı elemanı çapı ve etkili boyu gibi faktörler birleştirmelerin mukavemetinde etkili olmuştur.

5.3. Genel Çıkarımlar

Performans deneyleri sonuçlarına göre, demonte sandalye iskelet sistemlerinde kritik noktalar birleştirmeler olmaktadır. Diğer bir deyişle, birleştirmelerin mukavemeti tüm sistemin mukavemetini temsil etmektedir, Buna göre, mekanik dirençleri yüksek olan malzemeler ile daha güçlü birleştirmeler ve dolayısıyla daha mukavemetli mobilya sistemleri elde etmek mümkün olabilir.

Demonte olarak üretilen mobilyaların monteli mobilyaların mukavemetine yaklaştırılması gerekmektedir. Yapısal analiz programı kullanarak ürün giriş sürecini kısaltmak ve zayıf olan noktaların tesbitinde kullanmak günümüz teknolojisinde zorunluluk halini almakta olduğu söylenebilir.

Performans deneylerini de kapsayan ürün mühendisliği yöntemlerinin, mobilya mukavemet analizinde uygulanabileceği ve böylece kaliteli, estetik ve ekonomik çerçeve konstrüksiyonlu mobilyalar üretileceği söylenebilir. Çalışma sonucunda, masif ağaç malzemelerden üretilecek demonte sandalye iskeletlerinin mukavemet analizi için gerekli olan veriler elde edilmiştir. Bu veriler üretici firma tarafından gelecek yıllarda üretilmesi düşünülen demonte sandalyelere standartlaşma sağlayabilecektir.

Sonuç olarak, mobilyada kalite göstergesi estetik ve dayanım olduğundan, geliştirilen yöntemler ve performans deneyleriyle, ülkemiz mobilya endüstrisi Avrupa standartları kalitesinde hatta daha kaliteli mobilyalar üreterek ülkemiz ekonomisine katkıda bulunulacağı söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Altınok, M., “Sandalye Tasarımında Gerilme Analizine Göre Mukavemet Elemanlarının Boyutlandırılması”, Doktora Tezi, **G, Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 38-47 (1995).
- Altun, S., Burdurlu, E., Kılıç, M., “Effect Of Adhesive Type On The Bending Moment Capacity Of Miter Frame Corner Joints”, **Bio Resources**, 5(3), 1473-1483 (2010).
- Cross, N., “Engineering Design Methods, Strategies for Product Design 3rd Edition”, **John Wiley & Sons, Ltd, New York**, 2-4 (2000).
- Dias, A, M, P, G., Wan De Kuilen J, W.,, Lopes, S., Cruz, H., “A Non-Linear 3D FEM Model To Simulate Timber–Concrete Joints”, **Advances in Engineering Software**, 38, 522–530 (2007).
- Eckelman, C, A., “Furniture Frame Analysis and Design”, Ph,D, Thesis, **Purdue University**, West Lafayette, Indiana, 10-16 (1968).
- Eckelman, C., A., “Bending Strength and Moment Rotation Characteristics of Two–Pin Dowel Joints”, **Forest Product Journal**, 21 (3) , 35–39 (1970).
- Eckelman, C., A., “Shear Strength of Dowel Joints”, **Purdue University Paper**, 4567, 24–28 (1971).
- Eckelman, C., A., “Performance Testing of Furniture, Part I, Underlying Concepts”, **Forest Product Journal**, 38 (3) , 44–48 (1988).
- Eckelman, C., A., “Performance Testing of Furniture, Part II, A Multipurpose Universal Structural Performance Test Method”, **Forest Product Journal**, 38 (4), 13–18 (1988).
- Eckelman, C, A., “Performance Test Concepts” **Library Teknology Reports**, 124-154 (1995).
- Eckelman, C, A., Zhang, J, L., “Uses of the General Services Administration Performance Test Method for Upholstered Furniture in the Engineering of Upholstered Furniture Frames”, **Holz als Roh-und Werkstoff**, 53(4): 261–267 (1995).

- Eckelman, C, A., “Performance Testing of Side Chair”, *Holz als Roh-und Werkstoff*, 57: 227–234 (1999).
- Eckelman, C, A., Erdil, Y, Z., “Joint Design Manual for Furniture Frames Constructed of Plywood and Oriented Standard Board”, *H,Ü, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, I, Uluslararası Mobilya Kongresi*, Bildiri Kitabı, İstanbul, 265-305 (1999).
- Eckelman, C, A., Erdil, Y, Z., “Furniture Engineering and Quality of Life”, *H,Ü, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü I, Uluslararası Mobilya Kongresi*, Bildiri Kitabı, İstanbul, 306-332 (1999).
- Eckelman, C., A., Erdil, Y., Z., “General Services Administration Upholstered Furniture Test Method – FNAE 80 – 214 , A Description of the Method with Drawings”, *Purdue University, Department of Forestry and Natural Resources*, Extension Publication Fnr – 176, 1159 Forestry Bldg., West Lafayette, 47907, Indiana, USA, (2001).
- Efe, H., Zhang, J, L., Erdil, Y, Z., Kasal, A., “Moment Capacity of Traditional and Alternative T–Type End to Side Grain Furniture Joints”, *Forest Product Journal*, Kabul Edilmiştir, (2003).
- Erdil, Y, Z., “Strength Analysis and Design of Joints of Furniture Frames Constructed of Plywood and Oriented Strand–Board, Master of Science”, *Purdue University Graduate School*, West Lafayette, Indiana, USA, 1-9 (1998).
- Erdil, Y, Z., “Integrated Product Engineering and Performance Testing of Furniture”, Ph,D, Thesis, *Purdue University*, West Lafayette, Indiana, 2-19 (2002).
- Erdil, Y., Z., “Integrated Product Engineering and Performance Testing of Furniture”, Ph,D, Thesis, *Purdue University*, West Lafayette, Indiana, 2-19 (2002).
- Haviarova, E., Eckelman, C,A., and Erdil, Y,Z., “Design and Testing of Wood School Desk Frames Suitable for Production by Low Technology Methods From Waste Wood Residues”, *Forest Product Journal*, 51 (5) , 79–88 (2001).
- Haviarova, E., Eckelman, C,A., and Erdil, Y,Z., “Design and Testing of Environmentally Friendly Wood School Chairs for Developing Countries”, *Forest Product Journal*, 51 (3) , 58–64 (2001).

- He, X., “A review of finite element analysis of adhesively bonded joints”, *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 3(4), 248-264 (2011).
- Kasal, A., Pullela S, V., “Development of Analytical Models For Furniture” *Furniture Manufacturing and Management Center*, Teknical Report 95-01, 1-82 (1995).
- Kasal, A., “Masif ve Kompozit Ağaç Malzemelerden Üretilmiş Çerçeve Konstrüksiyonlu Koltukların Performansı”, Doktora Tezi, *G,Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (2004).
- Kimiaefar, A., Toft, H, S., Lund, E., Thomsen, J, D, S., “Reliability Analysis of Adhesive Bonded Scarf Joints” *Engineering Structures*, 35, 281-287 (2012).
- Koç, K, H., Kızılkaya, K., Erdinler, E, S., Korkut, D, S., “The use of Finite Element Method in the Furniture Industry”, *African Journal of Business Management (AJBM)*, 5(3), 855-865 (2011).
- Laemlaksakul, V., “Investigation of Performance of Laminated Bamboo Chair Through Virtual Testing”, Proceedings of the 10th WSEAS International Conference on Mathematical and Computational Methods in Science and Engineering, 39-44 (2008).
- Polisan, Üretici Firma, <http://www.polisan.com.tr>, Bolu, 1996.
- Sriram, S., Wagoner, R, H., “Adding Bending Stiffness To 3-D Membrane Fem Programs”, *International Journal of Mechanical Sciences*, 42, 1753-1782 (2000).
- Smardzewski, J., Gawronski, T., “Fem Algorithm For Chair Optimisation”, *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 4, 1, 2, 01 (2001).
- Serrano, E., “A Numerical Study Of The Shear-Strength-Predicting Capabilities Of Test Specimens”, *For Wood-Adhesive Bonds*, 24, 23-35 (2004).
- Tangut A, N., Tangut, N “The Effects Of Joint Forms (Shape) And Dimensions On The Strengths Of Mortise And Tenon Joints” *Turk J Agric For TUBİTAK*, 29, 493-498 (2005).

- Tankut, A, N., Tankut, N., “Section modulus of corner joints in furniture frames as engineering design criteria for their efficient construction”, *Materials and Design*, 32, 2391–2395 (2006).
- Tankut, A, N., Tankut, N., “Evaluation the effects of edge banding type and thickness on the strength of corner joints in case-type furniture”, *Materials and Design*, 31, 2956–2963, (2010).
- Tankut, A, N., Tangut, N., “Section modulus of corner joints in furniture frames as engineering design criteria for their efficient construction”, *Materials and Design*, 32, 2391–2395, (2011).
- TS 2471, “Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Rutubet Miktarının Tayini”, *T,S,E.*, Ankara, (1976).
- TS 2472, “Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini”, *T,S,E.*, Ankara (1976).
- TS 2474 “Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini”, *T,S,E.*, Ankara, (1976).
- TS 2475 “Odunda Liflere Paralel Doğrultuda Çekme Gerilmesinin Tayini”, *T,S,E.*, Ankara, (1976).
- TS 2478 “Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini”, *T,S,E.*, Ankara, (1976).
- TS 2595 “Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı Tayini”, *T,S,E.*, Ankara, (1977).
- Wilczyński, A., Warmbier K, “Effect Of Joint Dimensions On Strength And Stiffness Of Tenon Joints” *Folia Forestalia Polonia, Seria B, Zeszyt* 34, 53-66, (2003).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Ad Soyadı: Adem UÇMAK

Uyruk: T,C,

Doğum Yeri ve Tarihi: 23/10/1983

Medeni Hali: Bekar

Sürücü Belgesi: B

Telefon: 0 543 770 04 52

E-posta: adem_ucmak12@hotmail.com

Eğitim

Alınan Derece	Aldığı Kurum / Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lise	Kayseri Merkez Endüstri Meslek Lisesi	2000
Yüksek Okul	Kayseri Meslek Yüksek Okulu	2006
Lisans	Muğla Üniversitesi	2010

İş Tecrübesi

Yıl	Yer	Pozisyon / Görev
2015	BOYTAŞ Mobilya A.Ş. / Kayseri	Uzman yardımcısı
2013	Kayseri Meslek Yüksek Okulu / Kayseri	Ücr. Öğretim Görevlisi
2012	Nasreddin Group Orman Ürünleri/ Muğla	Cnc operatörü

Kurs Sertifika Bilgileri

Yıl	Yer	Sertifika Alanı
2013	BOYTAŞ Mobilya A.Ş./Kayseri	ANSYS Kullanımı

Bilgisayar Kullanımı

Programlar	Zayıf	Orta	İyi
Microsoft Word			X
Microsoft EXCEL			X
Microsoft POWERPOINT			X
Autocad			X
3d Max			X
ANSYS		X	

Hobiler

Bilgisayar kullanımı, makine hatları, doğa yürüyüşü, balık tutma.

Yayınlar

KASAL.,A., DİLER.,H., KUŞKUN.,T., ACAR.,M., UÇMAK.,A., 2015. Farklı Ağaç Türünde Ve Farklı Boyutlardaki Köşe Destek Elemanlarının Sandalye Mukavemetine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Teknik Online Dergisi

KASAL, A., DİLER, H., KUŞKUN, T., ACAR, M., UÇMAK, A., "Farklı Ağaç Türünde ve Farklı Boyutlardaki Köşe Destek Elemanlarının Sandalye Mukavemetine Etkileri", 3. Ulusal Mobilya Kongresi, Selçuk Üniversitesi, 10-12 Nisan 2015, Konya. – 201

UÇMAK.,A.,KASAL.,A.,” Performans Testleri Ve Ürün Mühendisliği Entegrasyonu İle Demonte Sandalyelerin Mukavemetinin Geliştirilmesi” Fen Bilimleri Araştırma Sempozyumu Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla-2015