



**T.C.
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**M1 SINIFI ULAŞIM ARAÇLARI İÇİN ENGELLİ
LİFTİ TASARIMI VE ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hasan TATOĞLU

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

OCAK 2023

**T.C.
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**M1 SINIFI ULAŞIM ARAÇLARI İÇİN ENGELLİ
LİFTİ TASARIMI VE ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hasan TATOĞLU
(19212872004)**

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ahmet Hanifi ERTAŞ

OCAK 2023

BTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 19212872004 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Hasan TATOĞLU, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “M1 Sınıfı Ulaşım Araçları için Engelli Lifti Tasarımı ve Analizi” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Ahmet Hanifi ERTAŞ**
Bursa Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Ali DURMUŞ**
Bursa Uludağ Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Erdem UZUNSOY
Bursa Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 14 Şubat 2023
Savunma Tarihi : 27 Ocak 2023



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Bursa Teknik Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

İNTİHAL BEYANI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Hasan TATOĞLU

İmzası:

X



Aileme,

ÖNSÖZ

Yüksek lisans derslerim ve tez çalışmalarım boyunca her konuda yardım ve desteklerini benden esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübesi ile rehberlik eden saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet Hanifi ERTAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Bilgisayar destekli tasarım tecrübesi ve bilgisiyle her daim yardımcı olan değerli arkadaşlarım Enes UÇAR ve Abdulkadir TAŞ'a, elektrik tecrübesi ile yardımcı olan iş arkadaşım Hamiddin İNANIR'a, çalışmam sırasında her türlü imkânı sağlayan patronum Ömer ALTEPE'ye teşekkürlerimi sunarım.

En sıkıntılı zamanlarımda desteklerini yanımda hissettiğim eşim Şerife Nur TATOĞLU'na ve kızım Mihrimah TATOĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim.

Ocak 2023

Hasan TATOĞLU
(Makine Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	x
SEMBOLLER	xi
ÇİZELGE LİSTESİ	xii
ŞEKİL LİSTESİ	xiii
ÖZET	xv
SUMMARY	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1 Dünyada Engelli Durumu.....	1
1.2 Türkiye’de Engelli Durumu	2
1.3 Tezin Amacı	4
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	5
2.1 Yapısal Analiz Uygulamaları	5
2.2 Engelli Lifti Literatürü	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	10
3.1 Tasarım.....	10
3.2 Sonlu Elemanlar Yöntemi	12
4. MEKANİK TASARIM	14
4.1 Araç Üstü Montaj Braketinin Tasarlanması	15
4.2 Üst Paralel Kolun Tasarlanması	18
4.3 Alt Paralel Kolun Tasarlanması	20
4.4 Ana Kolun Tasarlanması	22
4.5 Platformun Tasarlanması.....	24
4.6 Platform Kanatlarının Tasarlanması.....	26
5. HİDROLİK TASARIM	28
5.1 Hidrolik Şema ve Ünite Tasarımı.....	28
5.1.1 Hidrolik güç ünitesi hesaplamaları	29
5.1.2 Hidrolik güç ünitesinin komponentleri seçimi.....	32
5.2 Hidrolik Silindir Tasarımı	33
5.3 Hidrolik Rakor Tasarımı	37
6. ELEKTRİK TASARIMI	42
7. TASARIM SONUÇLARI	44
8. ANALİZ	47
8.1 Analize Giriş	47
8.2 1 mm Profil Analiz Gösterimleri.....	50
8.3 2 mm Profil Analiz Gösterimleri.....	56
8.4 3 mm Profil Analiz Gösterimleri.....	62
9. SONUÇLAR	68
KAYNAKLAR	70

EKLER.....	72
ÖZGEÇMİŞ.....	76



KISALTMALAR

ATSE	: Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü
BDT	: Bilgisayar Destekli Tasarım
BSK	: Bilgisayar Sayısal Kontrolü
DA	: Doğru Akım
DDS	: Dakikadaki Devir Sayısı
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
SEA	: Sonlu Elemanlar Analizi
SSB	: Sıcak Sarılmış Bobin
TSE	: Türk Standardları Enstitüsü
UEK	: Uluslararası Elektroteknik Komisyonu
USÖ	: Uluslararası Standardizasyon Örgütü

SEMBOLLER

A	: Silindir alanı
d	: Silindir iç çapı
F	: Kuvvet
g	: Yer çekimi ivmesi
m	: Sistem yükü
n_v	: Volümetrik verim
P	: Güç
P_{TY}	: Tam yük basıncı
P_{YB}	: Yüksek basınç
s	: Emniyet katsayısı
Q_t	: Teorik pompa debisi
t_t	: Teorik süre
v_t	: Teorik hız
V_g	: Gönderim hacmi
α	: Silindirin yatayla yaptığı en küçük açı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1: 59 ülkede çok alanlı işlev düzeylerinden elde edilen 40 ve 50 eşik değerleri için ülkenin gelir düzeyine, cinsiyete, yaşa göre engellik yaygınlık oranları [1].....	2
Çizelge 1.2: Genel nüfus içinde yaş grubu ve cinsiyete göre en az bir engeli olan nüfus oranı [2].	3
Çizelge 8.1: St37 ve St52 malzeme mekanik özellikleri.	48
Çizelge 9.1: Ansys değerler çizelgesi.	68

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1: Üretim Seyir Şeması.....	10
Şekil 3.2: Sonlu elemanlar metodu kullanılarak analizi yapılan bir maddenin gösterimi.....	12
Şekil 4.1: Mercedes-Benz Vito Tourer ölçüleri [18].	14
Şekil 4.2: Mercedes-Benz Vito Tourer arka ölçüleri [18].	15
Şekil 4.3: Araç üstü montaj parçası Catia görünümü.	15
Şekil 4.4: Araç üstü montaj parçasının üretim kaynak datası.....	16
Şekil 4.5: Araç üstü montaj parçasının patlatma görünümü.....	17
Şekil 4.6: Üst paralel kol parçası Catia görünümü.	18
Şekil 4.7: Üst kolun üretim kaynak datası.	18
Şekil 4.8: Üst kol parçasının patlatma görünümü.....	19
Şekil 4.9: Alt paralel kol parçası Catia görünümü.....	20
Şekil 4.10: Alt paralel üretim kaynak datası.....	20
Şekil 4.11: Alt kol parçasının patlatma görünümü.	21
Şekil 4.12: Ana kol parçası Catia görünümü.	22
Şekil 4.13: Ana kol üretim kaynak datası.	22
Şekil 4.14: Ana kol parçasının patlatma görünümü.....	23
Şekil 4.15: Platform parçası Catia görünümü.....	24
Şekil 4.16: Platform üretim kaynak datası.....	24
Şekil 4.17: Platform parçasının patlatma görünümü.	25
Şekil 4.18: Platform kanat parçası Catia görünümü.	26
Şekil 4.19: Platform kanat üretim kaynak datası.	26
Şekil 4.20: Platform kanat parçasının patlatma görünümü.....	27
Şekil 5.1: Hidrolik şema tasarımı.	28
Şekil 5.2: Hidrolik güç ünitesi gösterimi.....	35
Şekil 5.3: Hidrolik güç ünitesinin liftin üzerinde gösterimi.	36
Şekil 5.4: Hidrolik silindir parçaları gösterimi.	37
Şekil 5.5: Hidrolik silindir üretim datası.	37
Şekil 5.6: JIC 37° Flare (SAE J514) ölçü gösterimi [21]	38
Şekil 5.7: British Standard Pipe-BSP (BSPP Parallel - ISO228-PT & BSPT Tapered- ISO7-PT) ölçü gösterimi [22].	39
Şekil 5.8: DIN 2353 metrik hidrolik rakor [22].....	40
Şekil 5.9: Hidrolik sistem gösterimi.	41
Şekil 6.1: Lift elektrik şema gösterimi.	42
Şekil 6.2: Lift switch sistemi gösterimi.....	43
Şekil 6.3: Kumanda devresi gösterimi.....	43
Şekil 7.1: Lift genel gösterimi 1.	45
Şekil 7.2: Lift genel gösterimi 2.	46
Şekil 8.1: Platform analiz kısmı Catia gösterimi.....	47
Şekil 8.2: Platform CAD Modeli.....	48
Şekil 8.3: Platform Mesh gösterimi.	49
Şekil 8.4: 1 mm profil – toplam deformasyon.....	51

Şekil 8.5: 1 mm profil – von-Mises gerilimi.	52
Şekil 8.6: 1 mm profil – kullanım süresi tekrarı.	53
Şekil 8.7: 1 mm profil – hasar.	54
Şekil 8.8: 1 mm profil – güvenlik faktörü.	55
Şekil 8.9: 2 mm profil – toplam deformasyon.	57
Şekil 8.10: 2 mm profil von-Mises gerilimi.	58
Şekil 8.11: 2 mm profil – kullanım süresi tekrarı.	59
Şekil 8.12: 2 mm profil – hasar.	60
Şekil 8.13: 2 mm profil – güvenlik faktörü değeri.	61
Şekil 8.14: 3 mm profil – toplam deformasyon.	63
Şekil 8.15: 3 mm profil - von-Mises gerilimi.	64
Şekil 8.16: 3 mm profil – kullanım süresi tekrarı.	65
Şekil 8.17: 3 mm profil – hasar.	66
Şekil 8.18: 3 mm profil – güvenlik faktörü.	67
Şekil A. 1: Lift Zeminde Fotoğrafları.....	73
Şekil A. 2: Lift Ortada Fotoğrafları	74
Şekil A. 3: Lift Kapalı Fotoğrafları	75

M1 SINIFI ULAŞIM ARAÇLARI İÇİN ENGELLİ LİFTİ TASARIMI VE ANALİZİ

ÖZET

Toplumu oluşturan tüm bireylerin her türlü fırsat ve imkanlardan eşit derecede faydalanmaları gerekir. Bu konu hem ulusal hem de uluslararası çeşitli hak ve yasalarca güvence altına alınmıştır. Son yasal düzenlemelere göre 2018 yılından itibaren ülkemizdeki toplu taşıma araçlarında ve özel araçlarda engelli bireylerin araçlarına erişebilmeleri için yeni sistemler geliştirilmeye başlamıştır. Bu çalışmada, M1 sınıfı araçlara uygun 350 kg kapasiteye sahip bir engelli lifti tasarlanmıştır. Tasarlanan liftin platformunun sonlu elemanlar yöntemi ile analizi yapılmıştır. Platform üzerinde kullanılan 30x30 kare profillerin kalınlıkları değiştirilerek analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Platformun olağan koşullarda dayanımlarının ve yorulma ömürlerinin azamiye çıkarılmasına çalışılmıştır.

İlk olarak, M1 sınıfı aracın ölçüleri tanımlanıp liftin araca montaj braketi tasarlanmıştır. Montaj braketi tasarlanırken aracın şaseleriyle bağlantılı olması, yüksek mukavemetli, düşük ağırlıklı ve boyutlarının minimum seviyede tutulması gözönünde bulundurulmuştur. Sonrasında montaj braketi ile ana kol bağlantısı arasına paralel kollar tasarlanmıştır. Paralel kollar ile beraber ana kolun tasarımı tamamlanmıştır.

İkinci olarak standart bir platform tasarımı yapılmıştır. Platform tasarımında 30x30 kare profili kullanılmıştır. Kare profilin kalınlığı 3 mm olarak seçilmiştir. Platform üzerinde yanlara açılır iki kanat sistemi tasarımı yapılmıştır. Bunun sebebi araç içerisinde acil bir durumda yolcunun sağ ve sol tarafı kullanamaması durumunda arka kapıdan çıkmasını sağlamaktır.

Üçüncü aşamada ele alınan platformun 1 mm, 2 mm ve 3 mm kalınlıkları için sonlu elemanlar yöntemiyle analizleri yapılmıştır. Çıkan sonuç değerlerine göre 1 mm profilin sisteme uygun olmadığı anlaşılmıştır. 2 mm ve 3 mm kalınlık değerleri için yorulma ömürleri ve ağırlıkları karşılaştırılmıştır.

Lift tasarımı yapılırken 2006/42/AT Makine Emniyet Yönetmeliğinin ve TS ISO 9386-1 Hareket Engelliler için Güç Tahrikli Kaldırma Platformları Emniyet, Boyutlar ve İşlevsel Çalışma ile İlgili Kurallar Bölüm 1: Düşey Kaldırma Platformları yönetmeliğinin kuralları uygulanmıştır. Tasarım ile beraber liftin hidrolik şeması ve elektrik şemaları çizilmiştir. Mekanik tasarım yapılırken CAD programı olan Catia V5 [24], hidrolik şema için FluidSIM [25], elektrik şeması için Proteus [26] ve analiz için Ansys [23] programlarından yararlanılmıştır.

Anahtar kelimeler: Engelli lifti, tasarım, yorulma analizi, statik analiz.

DESIGN AND ANALYSIS OF DISABLED LIFT FOR M1 CLASS TRANSPORTATION VEHICLES

SUMMARY

All of the opportunities and opportunities should be distributed fairly among the people that make up the society. Numerous laws and rights at the national and international levels protect this subject. Since 2018, new methods have been developed in our country in compliance with the most recent legislative regulations to allow disabled individuals access to both public transit and private autos. As a result, a disabled lift for M1 class cars was developed in this study with a 350kilogram capacity. The finite element approach was used to assess the platform of the designed lift. The 30x30 square profiles that were employed on the platform had their thicknesses modified, and the analysis's findings were compared. Under typical circumstances, efforts have been made to increase the platform's strength and fatigue life.

The measurements of the M1 class vehicle were acquired prior to creating the mounting bracket for the lift to the vehicle. The mounting bracket's connection to the vehicle's chassis, as well as its high strength, low weight, and compact design, have all been taken into account. The mounting bracket was then connected to the main arm with the help of parallel arms. The main arm's design was completed with the parallel arms.

Second, a common platform design was created. The platform was designed with a square profile of 30x30. The square profile's thickness was held constant at 3 mm. Two wings on the platform with side openings were planned. The goal is to give the passenger a back door exit in the event they are unable to use the right or left sides of the car during an emergency.

The platform presented was examined using the finite element approach in the third stage at thicknesses of 1 mm, 2 mm, and 3 mm. The 1 mm profile is not appropriate for the system, as determined by the result values. Therefore, only the 2 mm and 3 mm platform thicknesses were examined for fatigue lifetimes and weights.

While designing the lift, attention was paid to the 2006/42/AT Machinery Safety Regulation and TS ISO 9386-1 Power Driven Lifting Platforms for Disabled of Motion Rules for Safety, Dimensions, and Functional Operation Part 1: Vertical Lifting Platforms. Along with the mechanical design, the hydraulic and electrical diagrams of the lift were drawn. The mechanical design, schematic hydraulic diagram, electrical diagram, and structural analysis were all completed using the CAD software Catia V5, FluidSIM, Proteus, and ANSYS, respectively.

Keywords: Disabled lift, design, fatigue analysis, static analysis.

1. GİRİŞ

Engellilik kavramı, insanlığın var olduğu her dönemde farklı sebeplerle görülen ve toplumlarda farklı biçimde değerlendirilen bir olgudur. Engelli bireylerin fiziksel eksikliği yaşamlarında zorluklar ve sıkıntılar yaşamalarına sebep olur. Ulaşım sorunu bu sebeplerden en önemlisidir. Engelli vatandaşların gündelik yaşamlarını sürdürebilmeleri için ulaşım imkânlarını kolaylaştırmak gerekir. Gelişen teknolojiyle beraber engellilerin ulaşım sorunu kolaylaşmaya ve iyileşmeye başlamış ve bu kapsamda engellilerin M1 sınıfı araçlarla ulaşım problemi önemli bir konu haline gelmiştir.

Yukarıda dile getirilen hususlar dikkate alınarak çalışma kapsamında yüksek güvenli, ergonomik yapıya sahip engelli lifti tasarımı ve analizi amaçlanmıştır. Süreçte, her tasarım probleminde olduğu gibi maliyeti azaltmak da hedeflenmiştir.

Bu bölümde öncelikle dünyada ve ülkemizde fiziksel engellilik oranı hakkında bilgi verilmiştir.

1.1 Dünyada Engelli Durumu

Engelli vatandaşlar genellikle sağlık, eğitim ve istihdama eşit erişime sahip değildir. Bu durum engelli bireylerin engellilik hizmetlerine erişimde zorluk yaşamalarına ve günlük yaşam aktivitelerinden uzak kalmalarına sebep olmaktadır. Birleşmiş Milletler Engellilerin Haklarına İlişkin Sözleşme'nin yürürlüğe girmesiyle, engellilik bir insan hakları sorunu olarak ele alınmıştır. Engellilik aynı zamanda bir kalkınma sorunudur. Çünkü zamanla, engelli insanların daha düşük sosyoekonomik koşullarda yaşadıklarına ve engelli olmayan insanlardan daha fakir olduklarına dair artan kanıtlar bulunmaktadır. Bütün bu hususların yanında engellilik konusunda farkındalık ve bilimsel bilgi eksikliğinin olduğuda bir gerçektir. Örneğin, engellilik yaygınlığı, dağılımı ve eğilimleri hakkında uluslararası olarak karşılaştırılabilir bilgiler azdır. Az sayıda çalışma, ülkelerin engellilerin ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik politikaları ve müdahaleleri nasıl formüle ettiğine dair tutarlı bir analiz sunmaktadır. Bu duruma cevaben, Dünya Sağlık Asamblesi, "Engelliliğin önlenmesi, yönetimi ve

rehabilitasyonu" konulu 58.23 sayılı Kararında, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) Genel Direktöründen mevcut en iyi bilimsel verileri kullanmasını talep etmiştir. Dünya Engellilik Raporu, Dünya Bankası ile ortaklaşa hazırlanmıştır ve geçmiş deneyimler, iki kurum arasındaki iş birliğinin farklı sektörlerde farkındalığın, siyasi iradenin ve eylemin artmasına yol açtığını göstermektedir. Nitekim yapılan bir çalışma ile elde edilen sonuçlar 59 ülke için çok alanlı işlevsellik düzeylerinden elde edilen 40 ve 50 eşikleri için gelir düzeyi, cinsiyet ve yaşa göre ulusal engellilik yaygınlığı Çizelge 1.1'de gösterilmiştir [1].

Çizelge 1.1 : 59 ülkede çok alanlı işlev düzeylerinden elde edilen 40 ve 50 eşik değerleri için ülkenin gelir düzeyine, cinsiyete, yaşa göre engellilik yaygınlık oranları [1].

Nüfus alt grubu	40 Eşik Değeri			50 Eşik Değeri		
	Yüksek gelirli ülkeler (standart hata)	Düşük gelirli ülkeler (standart hata)	Bütün ülkeler (standart hata)	Yüksek gelirli ülkeler (standart hata)	Düşük gelirli ülkeler (standart hata)	Bütün ülkeler (standart hata)
Cinsiyet						
Erkek	9.1 (0.32)	13.8 (0.22)	12.0 (0.18)	1.0 (0.09)	1.7 (0.07)	1.4 (0.06)
Kadın	14.4 (0.32)	22.1 (0.24)	19.2 (0.19)	1.8 (0.10)	3.3 (0.10)	2.7 (0.07)
Yaş grubu						
18-49	6.4 (0.27)	10.4 (0.20)	8.9 (0.16)	0.5 (0.06)	0.8 (0.04)	0.7 (0.03)
50-59	15.9 (0.63)	23.4 (0.48)	20.6 (0.38)	1.7 (0.23)	2.7 (0.19)	2.4 (0.14)
≥ 60	29.5 (0.66)	43.4 (0.47)	38.1 (0.38)	4.4 (0.25)	9.1 (0.27)	7.4 (0.19)

1.2 Türkiye’de Engelli Durumu

Ülkemizde Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından engelli vatandaşlar konusunu ele alan iki çalışma bulunmaktadır. Bunlardan ilki Türkiye’de bir engelli araştırması olarak 2003 yılında yayınlanmıştır. İkincisi, 2010 yılında, engellilerin sorunlarına ve beklentilerine yönelik bir anket olarak yayınlanmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu’nun 2003 yılında yaptığı araştırmaya göre ülkemiz nüfusunun %12’sini engelliler oluşturmaktadır. Bu veriler engelli nüfusun genel nüfus içinde önemli bir orana sahip olduğunu göstermektedir. TÜİK’ e göre Türkiye’deki genel nüfus içinde yaş grubu ve cinsiyete göre en az bir engelli olan nüfus oranı Çizelge 1.2’de [2] gösterilmektedir.

Çizelge 1.2: Genel nüfus içinde yaş grubu ve cinsiyete göre en az bir engeli olan nüfus oranı [2].

Engelli Birey	Nüfus Oranı (%)	Erkek (%)	Kadın (%)
Tüm yaş grupları	6,9	5,9	7,9
3-9	2,3	2,5	2,1
10-14	2,1	2,4	1,8
15-19	2,3	2,6	2,0
20-24	2,7	3,4	2,0
25-29	2,6	3,0	2,3
30-34	3,2	3,4	3,0
35-39	4,0	4,0	4,1
40-44	5,1	4,7	5,6
45-49	6,9	5,9	7,8
50-54	8,8	7,1	10,7
55-59	12,1	9,2	15,0
60-64	16,5	12,3	20,4
65-69	23,0	18,3	27,2
70-74	31,9	26,3	36,3
75+	46,5	40,9	50,3

Bu veriler göz önüne alındığında günlük hayatımızda sokaklarda pek çok engelliyle karşılaşmamız gerekiyorken bu durumun olmadığını görmekteyiz. Bunun temel sebebi engellilerin insanlardan yardım almadan sosyal hayata adapte olamamalarıdır.

Engellilik çoğu zaman ortadan kaldırılabilir bir durum değildir. Ancak engelli vatandaşlara engelsiz bir ortam sağlamak mümkündür. Engelli vatandaşlarımızın günlük yaşamlarını sorunsuz sürdürebilmeleri engellilerin ihtiyaçlarının dikkate alınmasıyla sağlanabilir. Bu gerçekleştirildiği takdirde engelli vatandaşlarımızın eğitim görmeleri, işgücüne katılmaları ve dahası sosyal hayatlarını sorunsuz bir şekilde devam ettirmeleri mümkün olacaktır. Bu kapsamda erişilebilirlik kavramına ilk kez 2005 yılında ülkemizde engelli vatandaşların haklarını korumak amacıyla gelen Engelliler Kanunu'nda değinilmiştir. Bu Kanunun üçüncü maddesinde erişilebilirlik, "Binaların, açık alanların, ulaşım ve bilişim hizmetlerinin, iletişim teknolojilerinin engellilerin bağımsız olarak kullanılması" olarak tanımlanmıştır. Ayrıca sürücü koltuğuna ek olarak sekizden fazla koltuk bulunan ve yolcu taşımacılığında kullanılan araçlara 2001/85/AT mevzuatına göre tip onayı yönetmeliği kapsamında erişim sağlanması kanunen zorunlu hale getirilmiştir. Bahse konu bu gelişmeler ve artan müşteri talepleri otomotiv sektöründe güvenilir, kullanımı kolay, düşük maliyetli ve verimli ürünler üretmek için çalışmaların başlamasına vesile olmuştur. Örneğin, 350 kg yük kapasiteli robot tipi engelli asansörleri, M1 sınıfı araçlara modifiye edilerek

özüm bulmak için geliştirilmiştir. Bu ve benzeri yenilikçi ürünler engellilerin özellikle ulaşım kaynaklı sorunlarını aşmalarına katkı sağlayacaktır.

1.3 Tezin Amacı

Engellilerin bahsedilen problemlerine bir çözüm teşkil edeceği düşüncesiyle tez kapsamında 350 kg yük taşıyabilen, sık kullanıma uygun, ergonomik, montajı kolay, kaliteli ve düşük maliyetli, herhangi bir araç içerisine kolayca kurulabilen robot tipi engelli asansörü geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda M1 sınıfı araç tipi için engelli asansörü ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. Çalışmanın çıktısı, problemin üstesinden gelen tam otomatik bir ürün olacaktır. Bu sayede engelliler geliştirilen ve detayları tezde sunulan asansör yardımıyla M1 sınıfı araçlarla bir yerden bir yere sorunsuz bir şekilde seyahat edebileceklerdir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Engellilerin yaşam kalitelerinin artırılması ve sosyal yaşamlarında diğer insanlara bağımlı olmadan yaşayabilmeleri için birçok çalışma yapılmıştır. Bu kapsamda engelli lifti tasarım sürecinde malzeme tasarrufu ve dayanımının önemli olduğu mekanik gruplarda yapısal analiz çalışmaları önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle tez kapsamında öncelikle yapısal analiz kapsamında genel uygulama örnekleri verilmiştir. Ardından da engelli lifti tasarım ve platformunun yapısal analiz süreçlerini içeren çalışmalardan bahsedilmiştir.

2.1 Yapısal Analiz Uygulamaları

Toptaş [3] yapılan bir çalışmada dış ortam elektronik ekipman dolaplarının dış kuvvetlere maruz kalabileceği doğal koşullar, IEC ve ETSI kuruluşları tarafından yayınlanan uluslararası standartlara göre açıklanmış ve dış ortam dolap örneklerinin seçilen belirli koşullar altında yapısal analizi yapılmıştır. Bu kapsamda tüm bileşenler için seçilen gerilme emniyet katsayılarını elde etmek amacıyla, bazı bileşenlerin et kalınlıkları değiştirilmiş ve harmonik titreşim ve sismik davranış spektrum analizi tekrarlanmıştır. Kütlesi ve malzeme maliyeti yüksek olan bileşenlerin et kalınlıkları azaldıkça toprak bağlantı noktası çevresindeki gerilmelerin azaldığı gözlemlenmiştir. Yine bu çalışma ile dış mekan kabininin et kalınlığı azaltılarak ve tüm bileşenlerin gerekli güvenlik faktörleri dikkate alınarak malzeme maliyetinin azaltılabileceği ve mukavemetinin artırılacağı gösterilmiştir.

Engelli bireylerin kullanımına uygun olacak şekilde M1 kategorisi araçlar için geliştirilen ikinci sıra yolcu koltuğu karkasının yapısal analizinin araştırıldığı bir başka çalışmada [4], Avrupa Ekonomik Komisyonu (ECE) R-14 yönetmeliği ile uyumlu ve bundan daha ağır şartlara da mukavemet göstermesi beklenen bir yolcu koltuğunun tasarım değişiklikleri irdelenmiştir. (ECE) R-14, araçlarda yeterli emniyet kemeri bağlantı kuvveti sağlamak için bir dizi kurallar içerir. Koltuğun performansını iyileştirmek için bu çalışma kapsamında farklı tasarım seçenekleri oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında CAD modeli ve analizler sırasıyla CATIA V5 ve Hyperworks

yazılımları yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Ek olarak, FEA ve gerçek testlerin sonuçlarını karşılaştırmak için prototip üzerinde fiziksel testler yapılmıştır.

Thomas ve arkadaşları [5] ekerlekli sandalyeyi, hastalar için daha konforlu ve kolay kullanılabilir hale getirmek için özel olarak tasarlamışlardır. Bu tasarıyla aynı zamanda tekerlekli sandalyenin maliyeti azaltılmıştır. Akıllı tekerlekli sandalye olarak adlandırılan tasarımın iskelet analizi ANSYS 18.1'de yapılmış ve tasarımın güvenli sınırlar içinde olduğu görülmüştür.

Bir diğer çalışmada çok fonksiyonlu tekerlekli sandalye tasarlanmıştır. Tasarlanan bu sandalyenin temel özellikleri kullanıcının bir yerden başka bir yere daha az zahmetle ve daha kısa zamanda ulaşmasıdır. Tekerlekli sandalyenin engelli bir bileyin omurgası olduğu ve dolayısıyla kullanıcının yükünü kaldırabilecek kadar güçlü olması gerekir mantığıyla hareket edilen bu çalışmada, motorlu bir tekerlekli sandalye tasarlanmış ve Ansys tarafından titreşim frekansı temelinde analizler gerçekleştirilmiştir. Titreşim ve harici yükleme altında arızaya dayanabilecek en uygun malzemeyi bulmak için sonuç karşılaştırması için iki farklı malzeme analiz edilmiştir. Sonuçta Alüminyum T6 6061 malzemesinin Paslanmaz çelik-304'e göre daha yüksek rezonans frekansına sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca Alüminyum T6 6061 malzemeden imal edilen alt çerçeve 80 kg insan yükü dikkate alınarak statik yapısal analizler yapılmıştır. Simülasyon sonucu, tasarım tekerlekli sandalyenin uygulanan yükü kaldırabileceği tespit edilmiştir [6].

Bir başka çalışmada, fiziksel engelli insanlar için merdiven inip çıkma mekanizması geliştirilmiştir. İlgili mekanizma, merdivenlerden inip çıkmak için üç tekerlekli bir mekanizmadır. Modelleme SolidWorks tasarım yazılımında yapıp analizi ANSYS yazılımında yapılmıştır. Üç tekerlek mekanizması, merdiven çıkmak için benzersiz bir mekanizmadır. Üç farklı malzeme göz önünde bulundurularak analiz yapılmış ve imalat için en iyi malzeme önerilmiştir. Üç tekerlek mekanizmasının üretimi kolay ve tekerlekli sandalyenin toplam üretim maliyetini düşüktür. Üç tekerlekli mekanizmalı merdiven çıkabilen tekerlekli sandalye sayesinde rampaya sahip olmayan hastanelerde merdivenlerden çıkmak mümkün hale gelmiştir [7].

2.2 Engelli Lifti Literatürü

Engelli lifti literatüründe çalışmalar araç üstü olarak çeşitli yapılarda tasarlanmıştır. Bu bölümde engelliye araç içerisine alma sistemlerinden söz edilmiştir.

Sankarlal ve arkadaşları [8] tarafından yapılan bir çalışmada, tekerlekli sandalyenin otobüslere taşınmasında yeniden tasarlanmış bir kaldırma mekanizmasının yapısal analizi yapılmıştır. Tasarımda, fiziksel ve malzeme özelliklerinin yanı sıra güvenlik faktöründe dikkate alınmıştır. Mekanizmanın analizi, toplam deformasyon yükünü ve eşdeğer gerilimi içermektedir. Sonuçlar, önerilen mekanizmanın daha yüksek yüklere dayanabileceğini ve bu itibarla tekerlekli sandalyenin engelli bir kişiyi taşımada güvenle kullanılabileceği gösterilmiştir.

Başka bir çalışmada Mohamed ve Ahmad [9] engelliler için bir rampa tasarlamış ve analizini gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışma ile tekerlekli sandalye kullananların yüksek tabanlı otobüslere rahat bir şekilde erişebilmeleri amaçlanmıştır. Bu kapsamda, yüksek katlı otobüs kapısının modifikasyonu ile ulaşılmazlık sorununun ortadan kaldırılması amaçlanmıştır. Bu çalışmadaki temel yaklaşım, tekerlekli sandalye kullanıcılarının otobüse binmesini sağlayan hareketli Rampa sistemi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Zincir ve dişli mekanizmalarının yer aldığı bu sistemde açık analiz yoluyla rampanın uygulanabilirliği test edilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada, tek kollu katlanabilir tekerlekli sandalye liftinin, 2001/85/EC Direktifinde belirtilen maksimum 300 kg yükü taşıyacak şekilde Sonlu Elemanlar Yöntemi ile analizi gerçekleştirilmiştir. Sonlu Elemanlar Analizinin sonucunu doğrulamak için üretilen tekerlekli sandalye asansörü üzerinde testler yapılmıştır. Yapılan ilk analiz ve testle, asansörün yeterince güvenli olmadığını göstermiştir. Bu nedenle asansörde malzeme seçiminde değişikliğe gidilmiştir. Modifikasyondan sonra, S355JR kalite çelik kullanılarak üretilen platformun konsol kirişinde maksimum von-Mises gerilim değeri 300,15 MPa olarak gözlenmiştir. En yüksek deformasyon, üretilen asansörde ve modelde sırasıyla 82,4 mm ve 78,3 mm olarak ölçülmüştür [10].

Araki ve arkadaşları [11] tarafından yapılan bir başka çalışmada, kullanıcının nesnelere erişmesine ve aynı yükseklikteki diğer insanlarla etkileşime girmesine izin veren otomatik tekerlekli sandalye kaldırma sistemi geliştirilmiştir. Bu kapsamda koltuğa dikey bir otomatik yükseltme sistemi uygulanarak geleneksel bir engelli lifti

tasarlanmıştır. Bu çalışmada ayrıca güvenlik parametreleri, minimum ve maksimum yükseklik ve eğim açısı belirlenerek kontrol sistemi de geliştirilmiştir.

Bir başka çalışmada, 300 kg yük taşıyabilen, sık kullanım için uygun, ergonomik, her türlü midibüs sınıfı taşıma aracına kurulumu kolay, yüksek kaliteli ve düşük maliyetli robot tipi engelli asansör üzerinde çalışma amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 3 boyutlu olarak engelli asansörü tasarlanarak statik ve modal analizler gerçekleştirilmiştir. Maruz kalınan yükler ve oluşan gerilmeler dikkate alınarak platform kirişlerinde ve platformu gövdeye bağlayan parçalarda yüksek gerilmeden dolayı S355JR kalite çelik kullanılmıştır. Engelli asansörünün geri kalan parçalarında ise düşük gerilmeden dolayı S235JR kalite çelik kullanılmıştır. Analizlerden elde edilen sonuçlara göre en düşük frekans ve yer değiştirme değerleri sırasıyla 5.044 mm ve 15.329 Hz olarak gözlenmiştir. En yüksek frekans ve yer değiştirme değerleri ise sırasıyla 62.901 Hz ve 5.8843 mm olarak gözlenmiştir. Son olarak bu çalışmada 8 farklı modda yapılan analizlerin sonuçları incelenerek engelli asansörünün çalışma durumunda herhangi bir sorun görülmediği rapor edilmiştir [12].

Johnson ve Aylor [13] tarafından yürütülen çalışmada, standart elektrikli tekerlekli sandalye için dinamik bir modelin geliştirilmesi ele alınmış ve bu kapsamda elde edilen doğrusal olmayan diferansiyel hareket denklemlerinin bir bilgisayar simülasyonu geliştirilmiştir. Modelleme sürecini doğrulamak amacıyla bir elektrikli tekerlekli sandalye kullanılmış ve zamanın bir fonksiyonu olarak arka tekerlek hızları ve tekerlek yönelimleri kullanılmıştır [13]. Simülasyon programı, elektrikli tekerlekli sandalyeler için yeni bir dijital kontrolör tasarımında uygulanabilecek uygun kontrol algoritmalarının oluşturulmasına temel teşkil etmektedir.

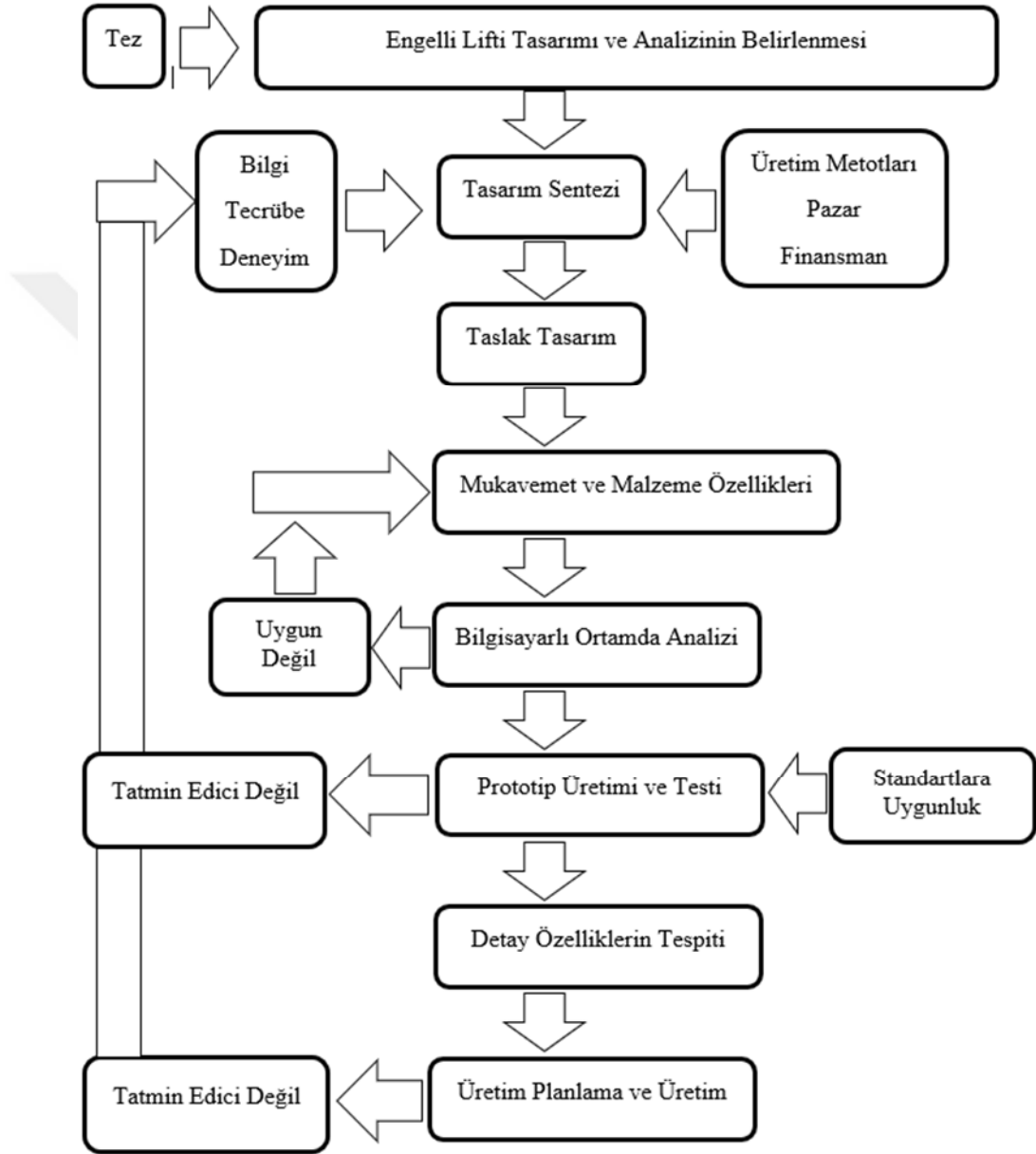
Başka bir çalışmada, piyasadaki en kullanışlı beş elektrikli tekerlekli sandalye şasisinin bilgisayar modeli oluşturularak kafa kafaya çarpışma simülasyonları gerçekleştirilmiştir. Kullanılan simülasyon koşulları, 13.4 m/s hız ve 140 ms süre ile sert bir duvarla çarpışma olan bir koltuk iskeletinden oluşmaktadır. Bu kapsamda en iyi iki sandalye belirlenmiş ve çarpışma testleri ilave sandalye ve yolcu ağırlıkları ile tekrarlanmıştır. Bu simülasyonlar kullanılarak, tasarım modifikasyonları ve malzeme seçimi yaklaşımları yoluyla çarpışmaların etkilerini azaltmak için mekanik olarak en uygun sandalye modeli geliştirilmiştir. Sandalyenin mockup modeline farklı malzemeler uygulayarak nihai tasarım için hangi malzemelerin önden darbe koşullarında daha az hasara yol açacağı belirlenmiştir [14]. Daha sonra geliştirilen

tekerlekli sandalye modeli ANSI/RESNA standartlarına uygun biçimde kızıaklı önden çarpışma testine tabi tutulmuştur. Tüm bu değerdendirmeler birlikte dikkate alınarak sandalyenin önden çarpışması durumunda engelli güvenliğı bakımından dizayn ve malzeme olarak en uygun modeli belirlenmiştir.

Shi ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, elektrikli koltuğun tasarımı ve modellemesi AutoCAD ve CATIA yazılımları kullanılarak yapılmıştır. Elektrikli koltuk sisteminin ana hareketleri, esas olarak DC motorlar, zincirler ve dişliler tarafından gerçekleştirilen dönme, kayma ve uzamadır. Elektrikli koltuk parçalarının çoğu yumuşak çelikten yapılmıştır. Çerçeve imalatı boyunca kaynak teknolojisi kullanılmıştır. Elektrikli koltuğun güvenliğini ve dengesini sağlamak için çeşitli testler yapılmış ve sonuçlar analiz edilmiştir. Elektrikli koltuğun statik analizi ANSYS 11.0 kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar elektrikli koltuğun “Engelli Amerikalılar Yasası (ADA)” standartlarına uygun olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada ayrıca dayanıklılık testi ve LS-DYNA yazılımı kullanılarak dinamik çarpışma analizide gerçekleştirilmiştir. Dayanıklılık testi, elektrikli koltuğun daha uzun ömürlü olmasını sağlarken, çarpışma analizi, yolculara zarar vermeyen küçük bir deformasyon göstermiştir. Bununla birlikte ön koltuğun bir çarpışma durumunda öne doğru yer değiştirmesinin azaltılmasının gerekliliğinden yola çıkılarak performans artırımı için elektrikli koltukta değişikliklerin yapılması gerektiğı sonucuna varılmıştır [15].

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Yapılan çalışmanın basamakları Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1: Üretim Seyir Şeması

3.1 Tasarım

Lift tasarımı yapılırken 2006/42/AT Makine Emniyet Yönetmeliği [16] ve TS ISO 9386-1 Hareket Engelliler için Güç Tahrikli Kaldırma Platformları – Emniyet,

Boyutlar ve İşlevsel Çalışma ile İlgili Kurallar – Bölüm 1: Düşey Kaldırma Platformları [17] dikkat edilmiştir. Kuralları kısaca özetlersek:

Genel Hükümler

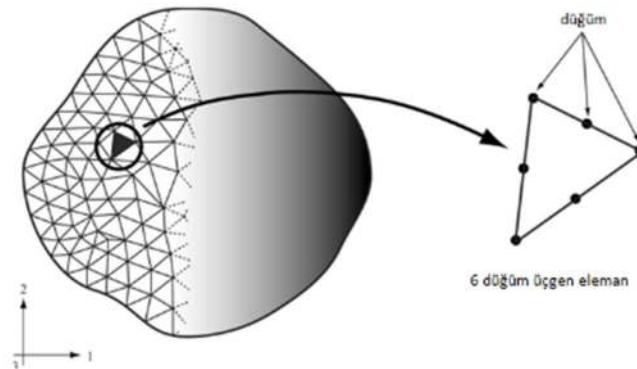
- Kaldırma platformunun tasarımında, bağlı olduğu kullanım sıklığı hesaba katılmalıdır.
- Bileşenler; gözle görülür kusurları bulunmayan, yeterli gerilimde ve uygun kalitede malzemelerin kullanıldığı mekanik ses ve elektriksel özellikte olmalıdır. Bu husus; aşınmaya karşı bu standardda belirtilen boyutların sağlanması ile gerçekleştirilmelidir. Korozyon etkilerine karşı koruma ihtiyacına ayrıca dikkat edilmelidir. Çevreleyen duvarlara ve diğer taşıyıcı yapılara gürültü ve titreşimin iletimi asgariye indirilmelidir. Hiçbir malzemede asbest bulunmamalıdır.
- Kaldırma platformları; periyodik muayene, deneme, bakım ve onarım gerektiren bileşenlere kolayca erişilebilecek şekilde tasarlanmalı, inşa edilmeli ve kurulmalıdır.
- Hareket yönündeki kaldırma platformunun beyan hızı 0,15 m/s'den büyük olmamalıdır.
- Bu standardda aksi belirtilmedikçe; elemanın tüm parçaları için güvenlik faktörü, kazanç yükü ve azami dinamik yüke dayanarak 1,6'dan az olmamalıdır. Bu güvenlik faktörü, çelik ve eşdeğer şekil verilebilir malzemelere göre olmalıdır. Arttırılmış güvenlik faktörleri diğer malzemeler için göz önüne alınmalıdır.
- Asansörler sadece araç dururken çalışabilir olmalıdır. Ayrıca platformda indirme başlatılmadan önce tekerlekli sandalyenin yuvarlanmasını önleyen bir sistem otomatik olarak devreye girmelidir [17].
- Silindir ile tek yönlü veya aşağı yönlü vana arasındaki esnek hortum tam basınç ve patlama basıncı ile ilgili olarak, en az 8'lik bir güvenlik faktörü ile birlikte seçilmelidir. Esnek hortum ve silindir ile tek yönlü veya aşağı yönlü vana arasındaki hortum kuplajları, en az tam yük basıncının beş katındaki bir basınca hasar olmadan dayanabilmelidir. Bu deney, hortum düzeneğinin imalatçısı tarafından gerçekleştirilmelidir.

- Platform zeminindeki ve platform kontrol tertibatlarındaki aydınlatma, kaldırma platformuna bitişik bir anahtar tarafından kontrol edilmelidir. Aydınlatma seviyesi zeminde ölçüldüğünde 50 lux'ten az olmamalıdır.
- Liftin herhangi bir elektrik kesintisinde yolcunun araçtan inebilmesi için manuel olarak indirilebilir ve kaldırılabilir olması gerekir.

3.2 Sonlu Elemanlar Yöntemi

Sonlu elemanlar yöntemi ile belli sınır koşullarına sahip mühendislik problemlerinin yaklaşık olarak aynı çözümü elde edilir. Problemin türüne göre yer değiştirme, sıcaklık, ısı akışı, malzeme türü, malzeme kalınlıkları gibi parametreler sınır koşullarını oluşturabilir.

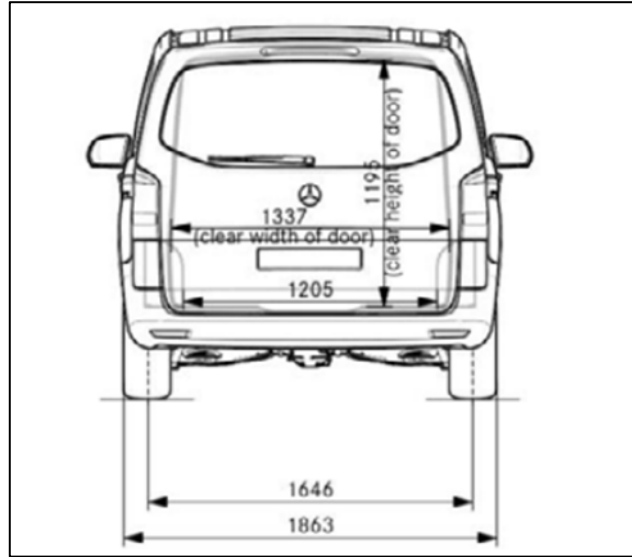
Fiziksel problemde çözüm alanı yani sistem, problemin 2B veya 3B oluşuna göre sonlu elemanlara ayrılır. Bu elemanların yoğunluğunun artırılması çözümün hassasiyetini yani gerçek çözüme yakınlığını artırır. Böylece bilgisayarın yaklaşık bir çözüme ulaşması sağlanır. Sistemin geometrisinin karmaşıklığına göre de elemanların yoğunluğu artırılır. Bazı durumlarda elemanların çok yoğun olmasıyla bundan daha az yoğun olması sonucu değiştirmeyebilir. Bu da yakınsama çalışmasıyla ortaya çıkar. Sonlu elemanlar yazılımlarında yoğunluğun değiştirilmesi eleman boyutuyla ilgilidir. Geometri boşlukta belli bir alanı işgal ettiği için üzerinde bulunan her bir elemanın küçülmesi, bu elemanların sayısının artması anlamına gelir. Sonlu elemanlar, kare, dikdörtgen olabildiği gibi Şekil 3.2'de gösterildiği üzere 2B'de üçgen de olabilir.



Şekil 3.2: Sonlu elemanlar metodu kullanılarak analizi yapılan bir maddenin gösterimi

3B’de ise üçgen prizma, piramit, dikdörtgen prizma gibi şekillerde olabilir. Eleman seçimi problemin türüne göre yapılır. Seçimler, geçmişte yapılan deneysel çalışmalarla doğrulanan sonlu elemanlar çözümleri dikkate alınarak belirlenir.

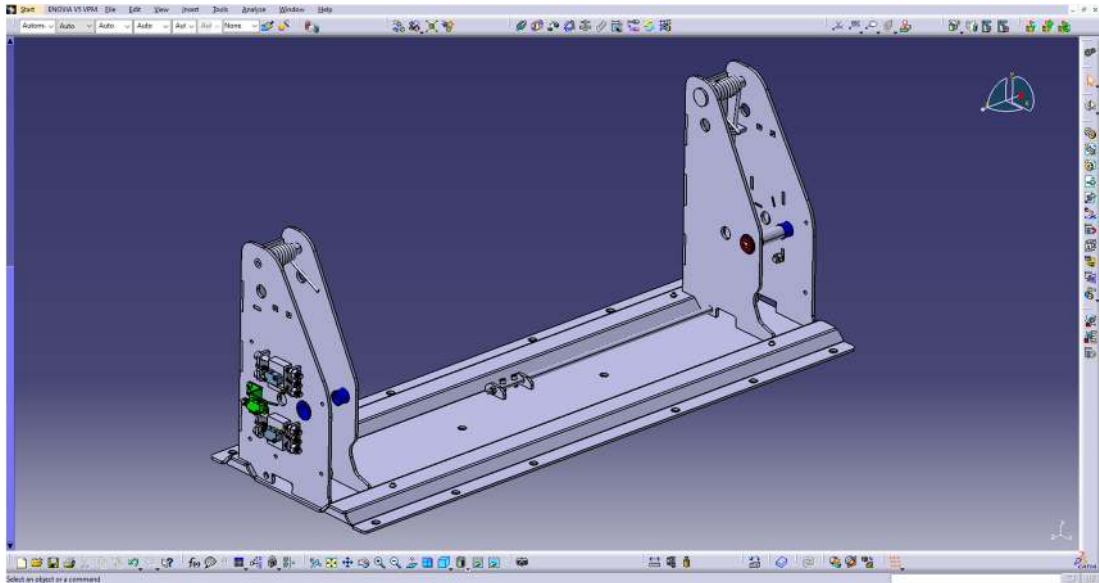




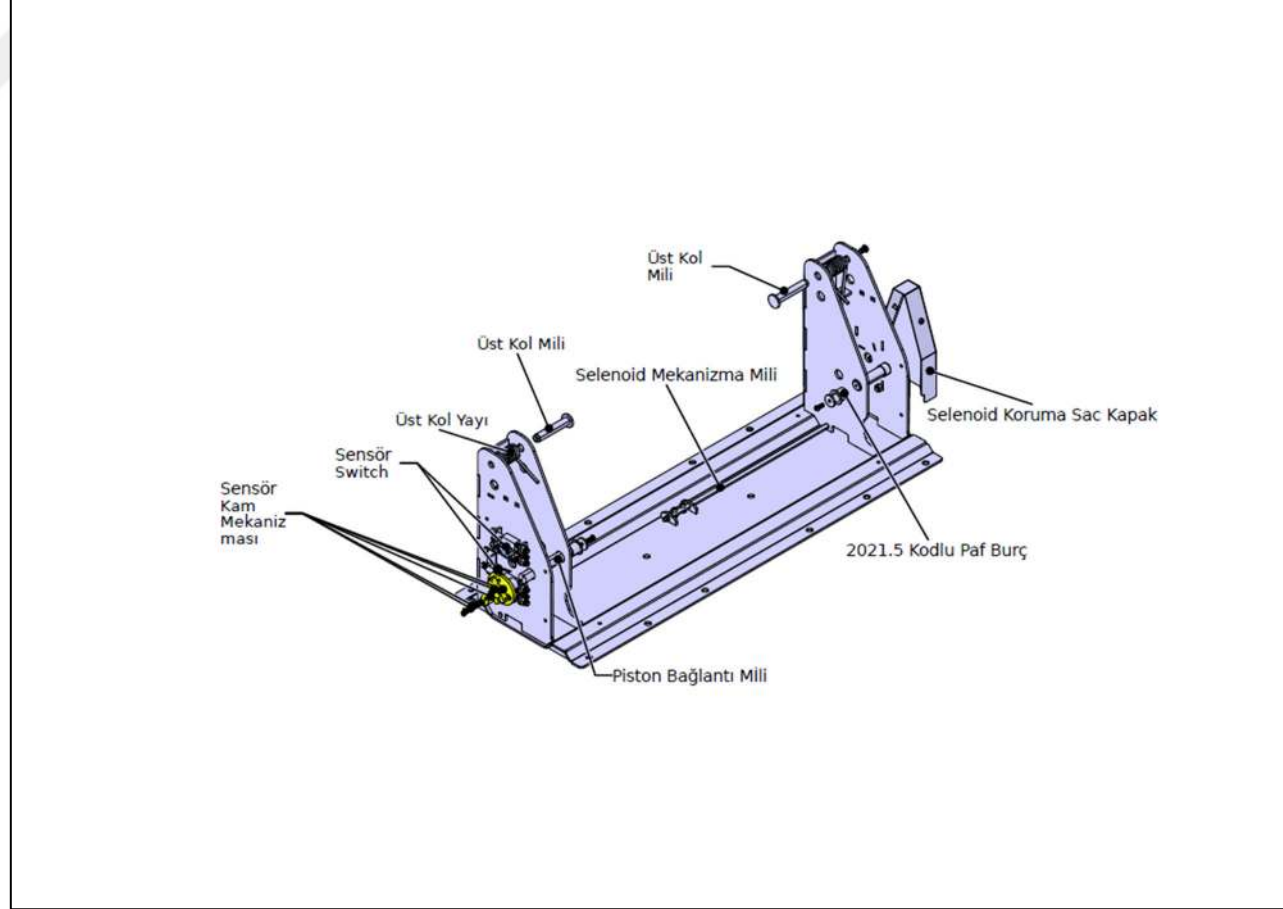
Şekil 4.2: Mercedes-Benz Vito Tourer arka ölçüleri [18].

4.1 Araç Üstü Montaj Braketinin Tasarlanması

Engelli lifti araç üstü braketini iki yan kule bağlantısı olmak üzere tasarlamıştır. (Şekil 4.3) Bağlantı kuleleri tasarlanırken gerekli mukavemet değerlerine ve malzeme bulunabilirliğine uygunluğundan dolayı St37 malzeme seçilmiştir. Kulelere önden bakınca sol tarafında sensör sistemi tasarlanırken sağ tarafta ise kilit sistemi tasarlanmıştır. Kule ile kol bağlantısı arasında yay mekanizması bulunmaktadır. Kule kol bağlantı deliklerinde mil kullanılmıştır. Mil kule bağlantılarında sürtünmeyi azaltabilmek için burçlar tasarlanmıştır.



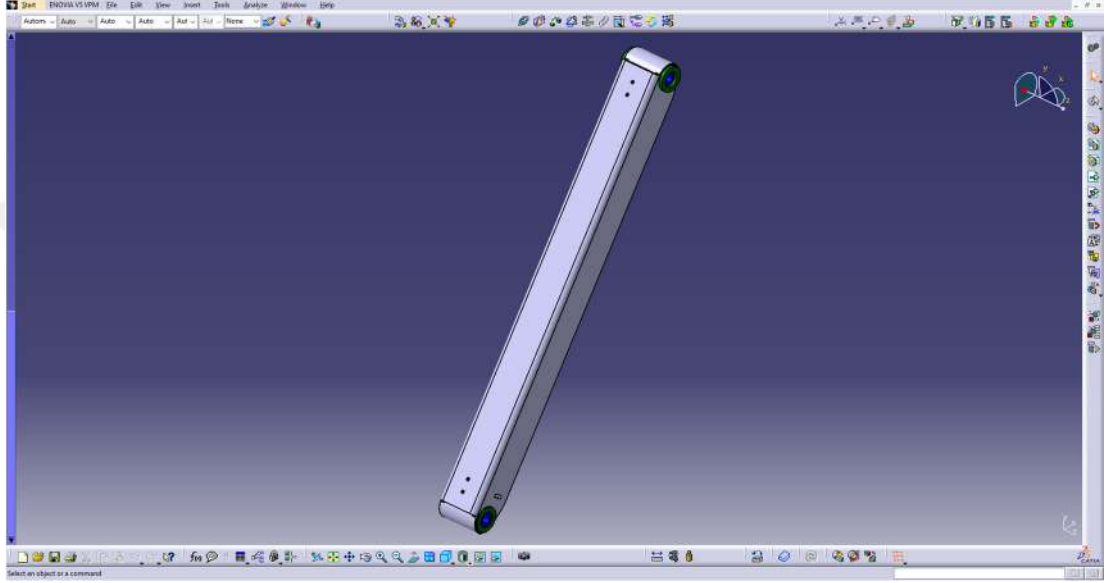
Şekil 4.3: Araç üstü montaj parçası Catia görünümü.



Şekil 4.5: Araç üstü montaj parçasının patlatma görünümü.

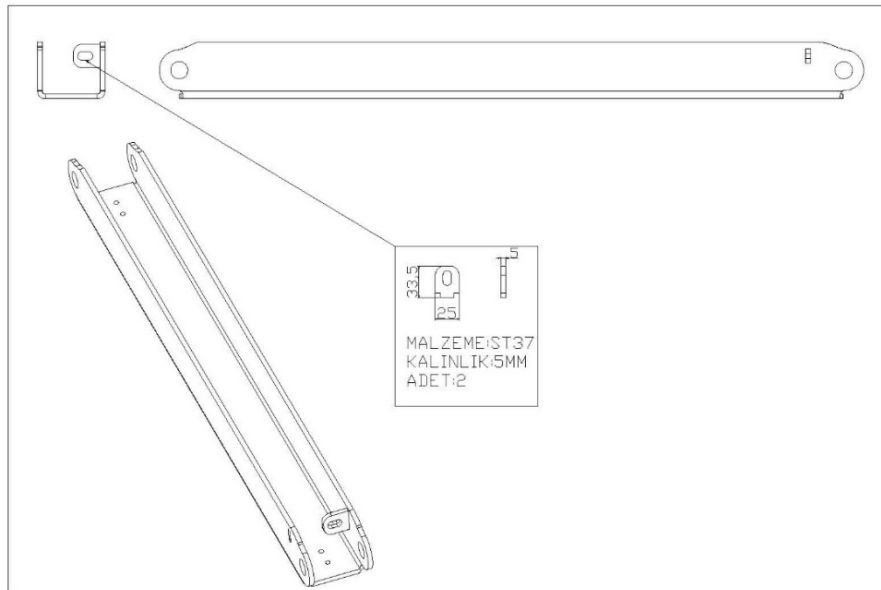
4.2 Üst Paralel Kolun Tasarlanması

Engelli lifti tasarlanırken belirli bir dönüş açısında iki taşıyıcı kol tasarlanmıştır. Bunlardan birincisi üst paralel koldur. Şekil 4.6’da üst paralel kol tasarımı gösterilmiştir. Üst paralel kol tasarımı yapılırken 70mmx70mmx4mm profil kesiti kullanılmıştır.

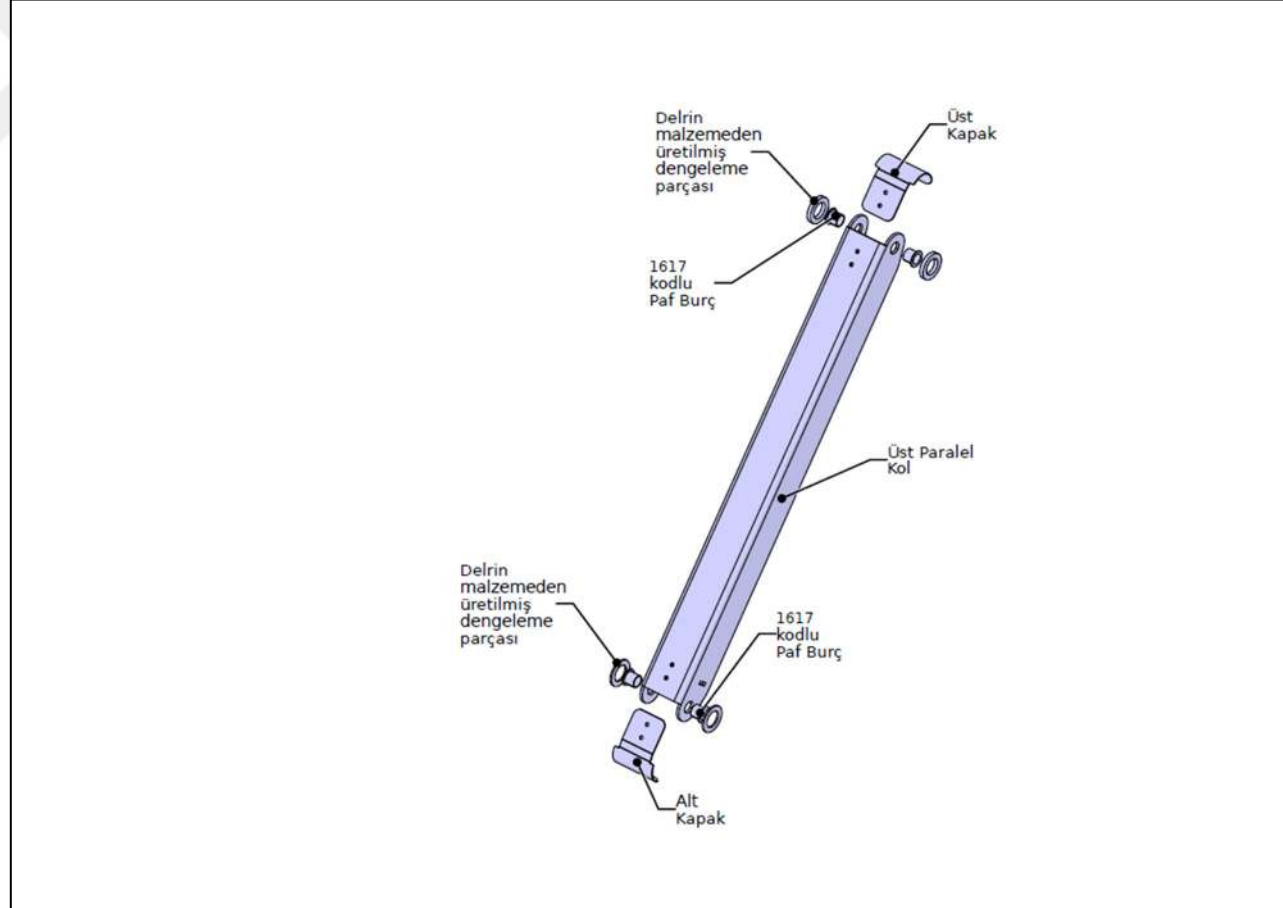


Şekil 4.6: Üst paralel kol parçası Catia görünümü.

Şekil 4.7 ve 4.8’de ise sırasıyla üst kol parçasının kaynak datası üretim için hazırlanmış görseli ve aynı parçanın patlatma görünümü eklenmiştir.



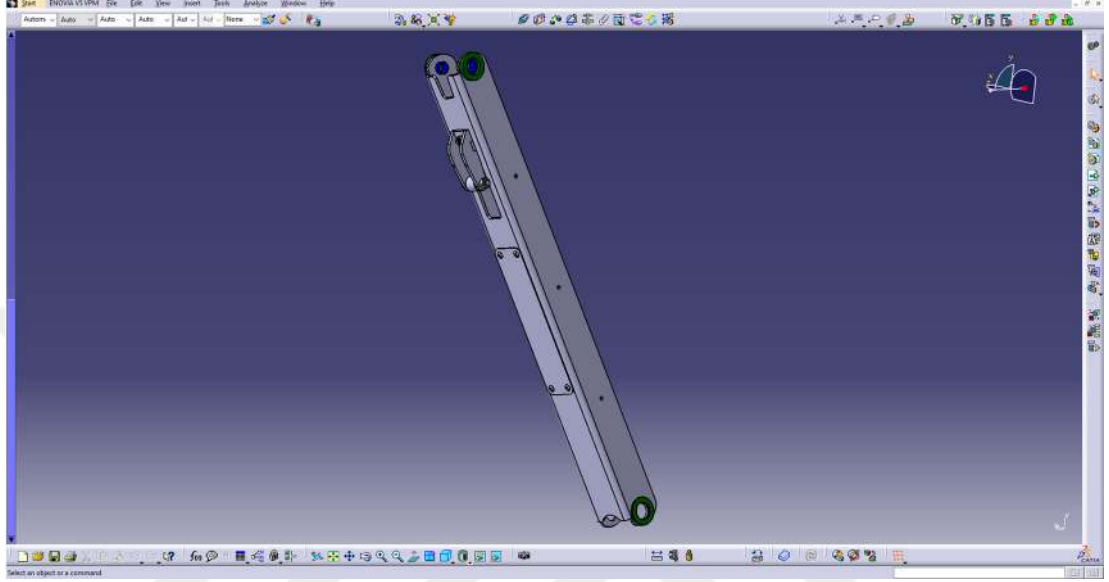
Şekil 4.7: Üst kolun üretim kaynak datası.



Şekil 4.8: Üst kol parçasının patlatma görünümü.

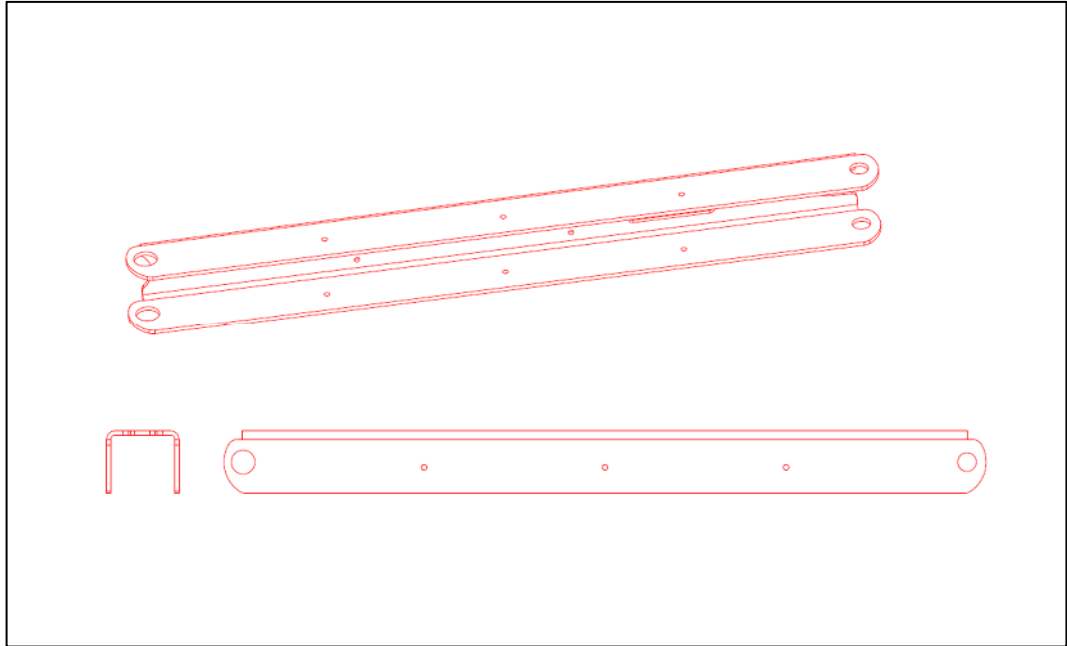
4.3 Alt Paralel Kolun Tasarlanması

Kulelerden bağlantı alıp ana kol ile bağlanan alt koldur. Üst kol ile aralarda paralellik vardır. Detaylar Şekil 4.9’da gösterilmiştir. Üst kolda olduğu gibi 70mmx70mmx4mm profil kesiti kullanılmıştır.

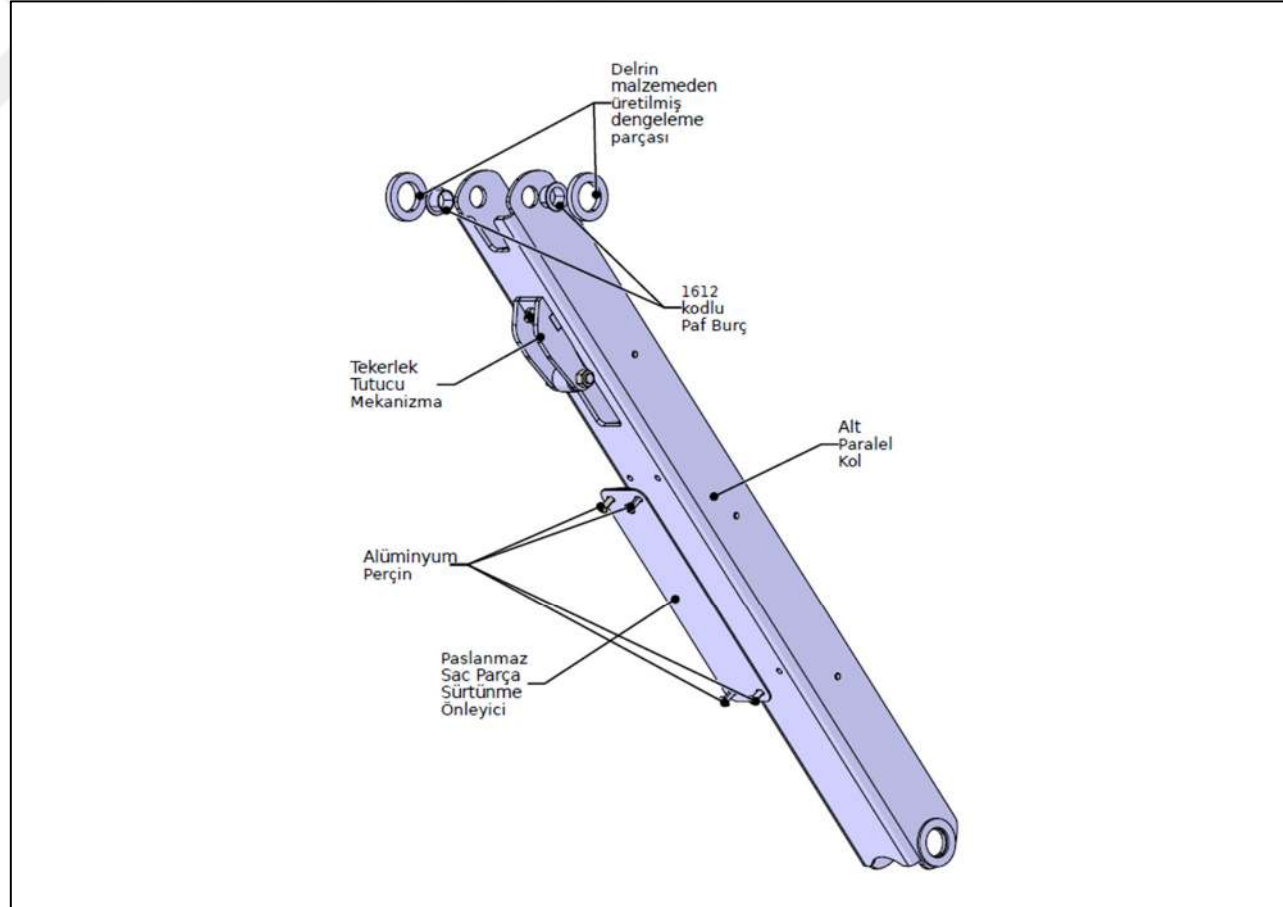


Şekil 4.9: Alt paralel kol parçası Catia görünümü.

Şekil 4.10’da alt kol parçasının kaynak datası üretim için hazırlanmış ve görseli eklenmiştir. Şekil 4.11 ise söz konusu parçanın patlatma görüntüsüne aittir.



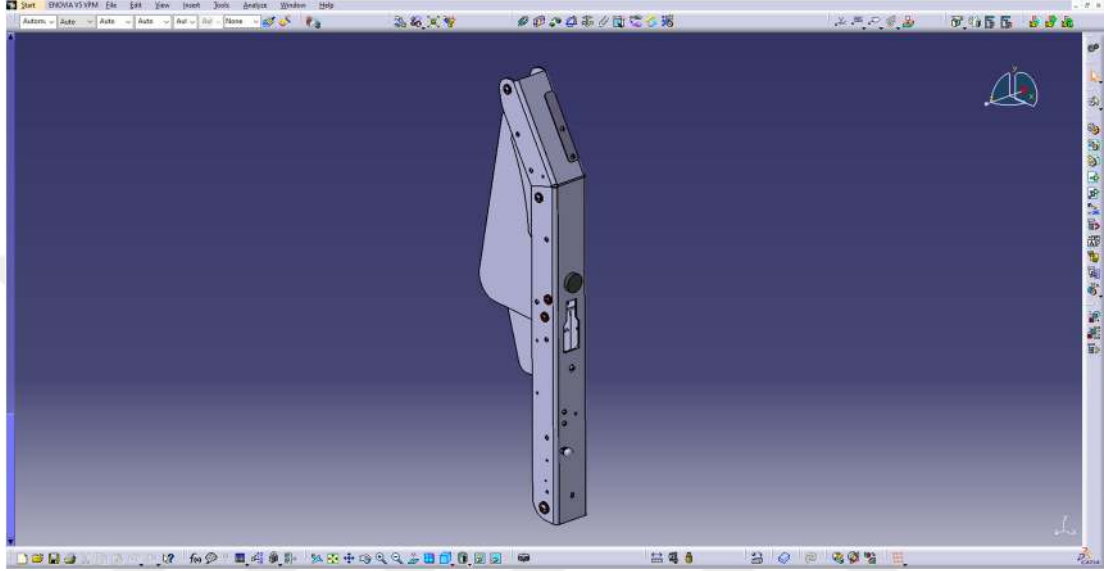
Şekil 4.10: Alt paralel üretim kaynak datası.



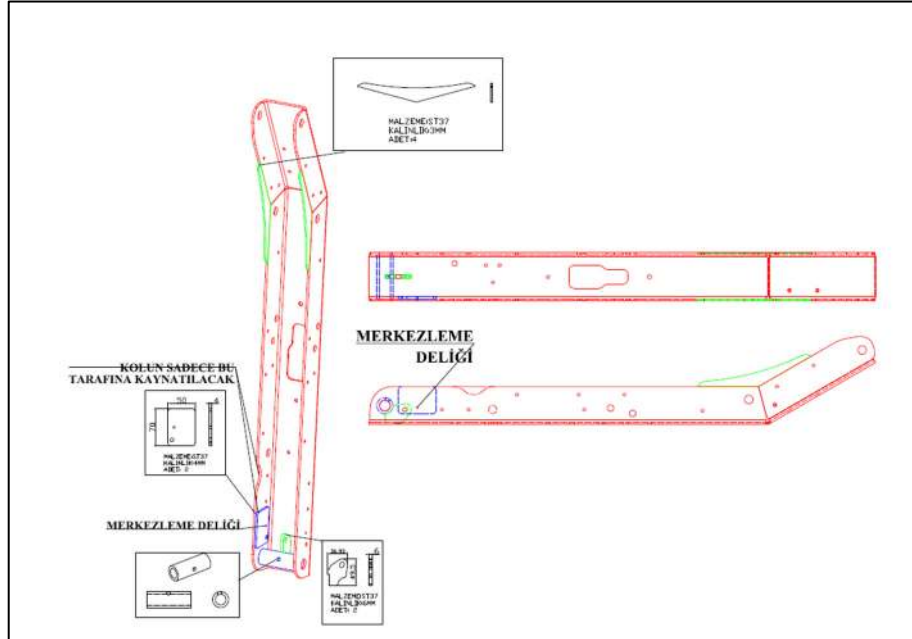
Şekil 4.11: Alt kol parçasının patlatma görünümü.

4.4 Ana Kolun Tasarlanması

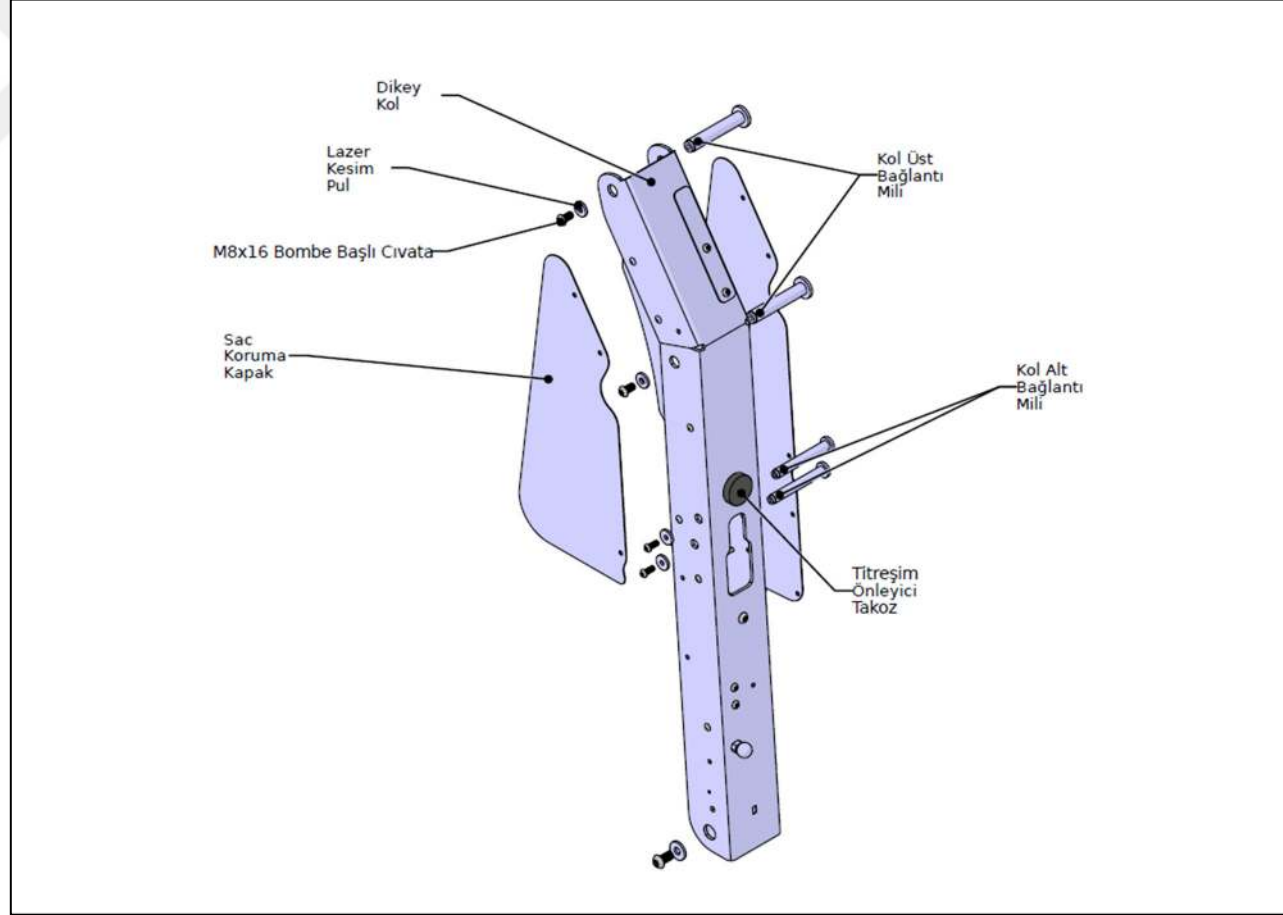
Üst ve alt paralel kolun birlikte hareket etmesini sağlayan ve lifte dikey yönde hareket veren parçadır. Şekil 4.12’de parçanın Catia gösterimi verilmiştir. Ana kol tasarımı yapılırken 90mmx90mmx4mm profil kesiti kullanılmıştır. Şekil 4.13 ve 4.14 ise aynı parçanın sırasıyla kaynak datası ile patlatma görüntüsünü içermektedir.



Şekil 4.12: Ana kol parçası Catia görünümü.



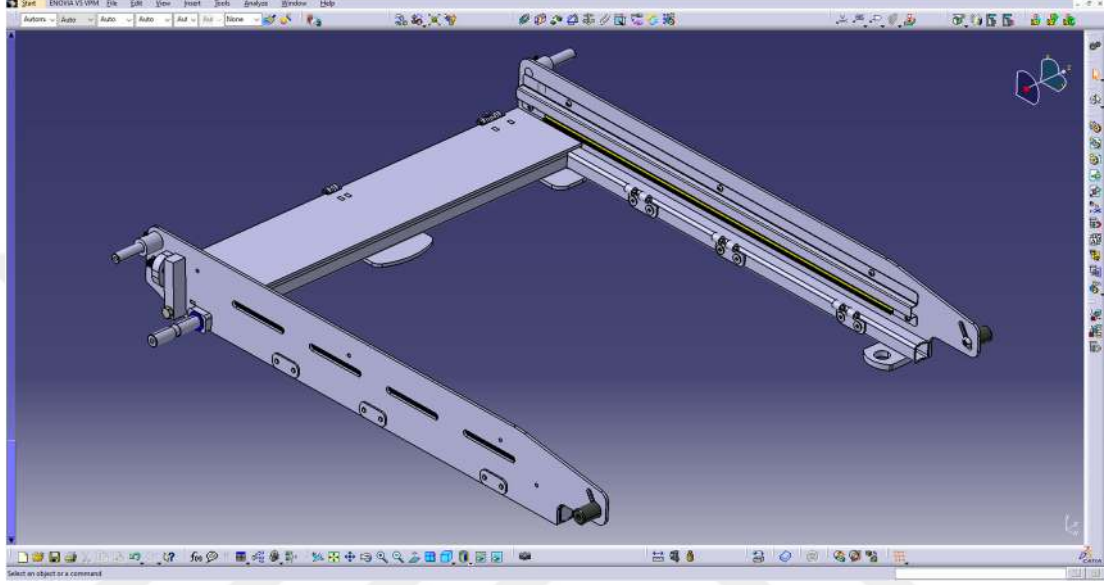
Şekil 4.13: Ana kol üretim kaynak datası.



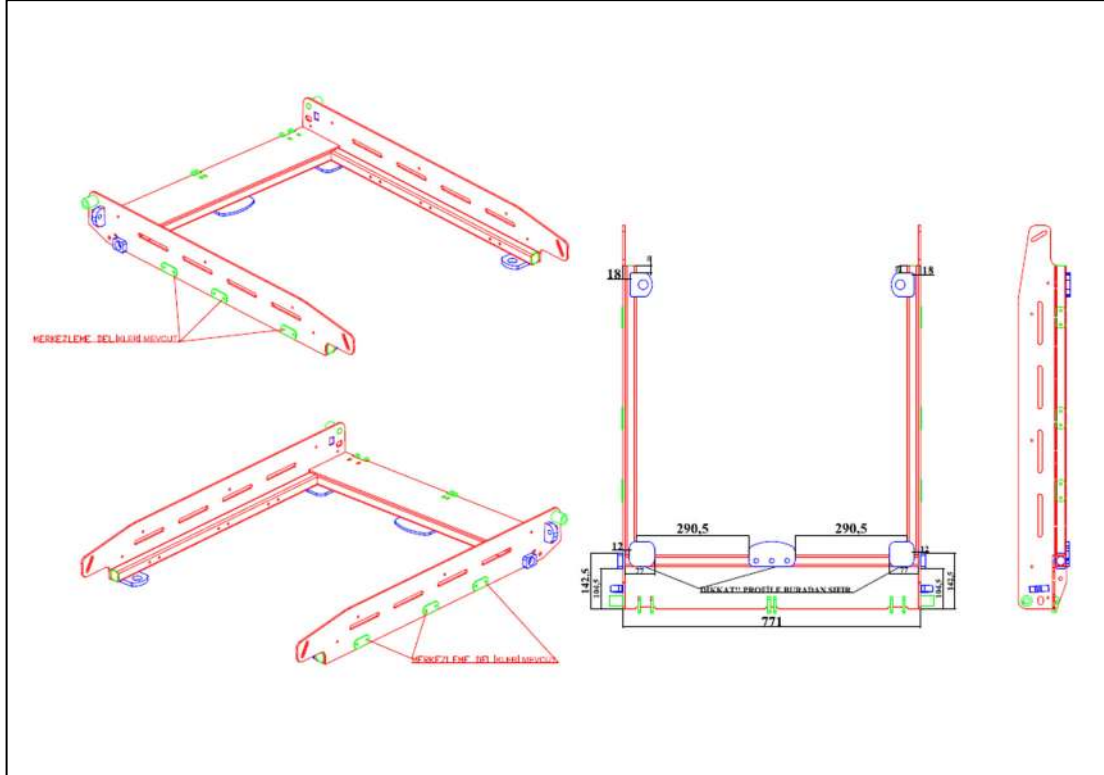
Şekil 4.14: Ana kol parçasının patlatma görünümü.

4.5 Platformun Tasarlanması

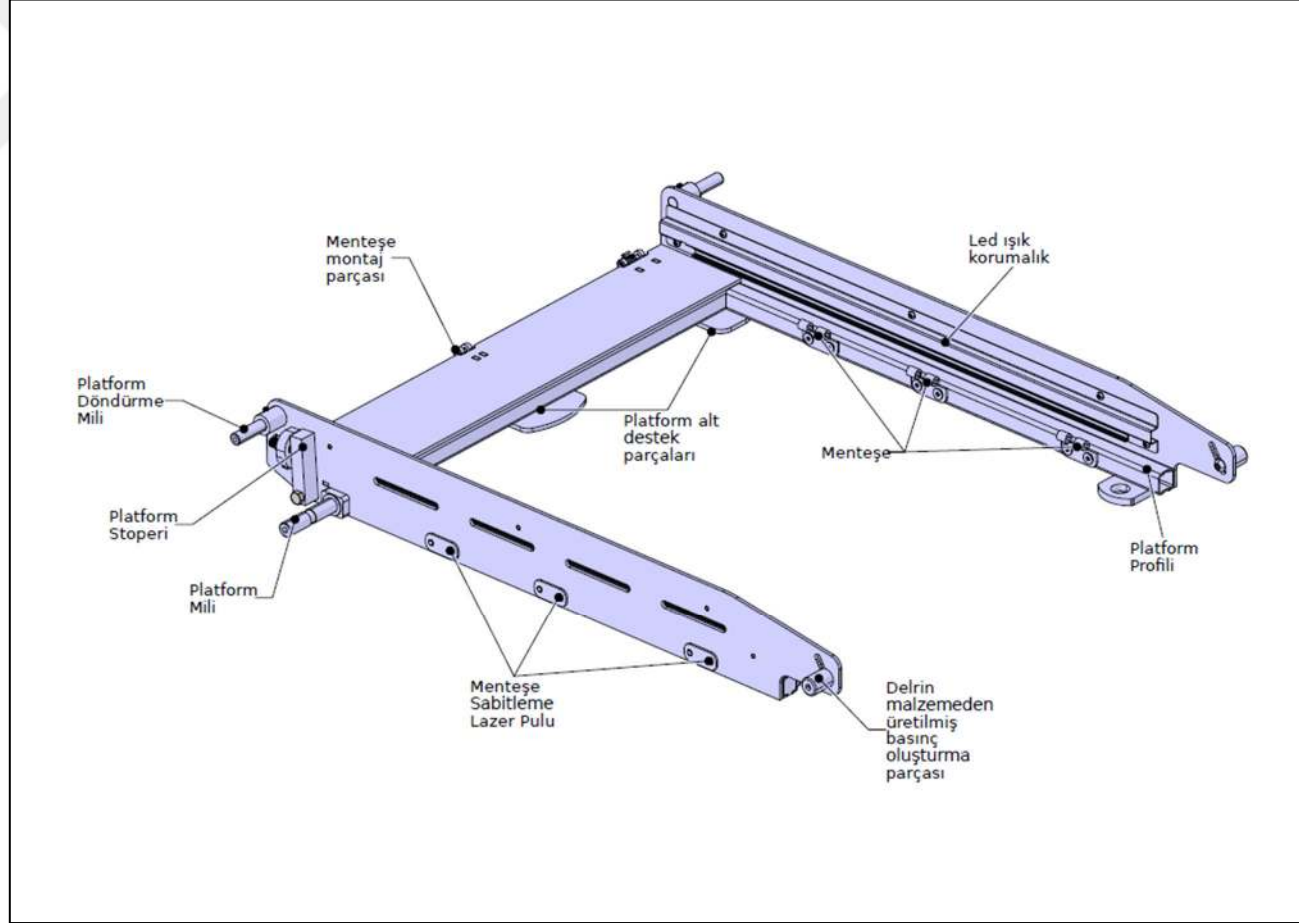
Engelli aracının üzerine çıktığı ve engelliye taşıyan sistemdir. Şekil 4.15’de gösterilmiştir. Platform, engelli aracının genişliğine uygun olacak ölçülerde tasarlanmıştır. Şekil 4.16 ve 4.17 ise aynı parçanın sırasıyla kaynak datası ile patlatma görüntüsünü içermektedir



Şekil 4.15: Platform parçası Catia görünümü.



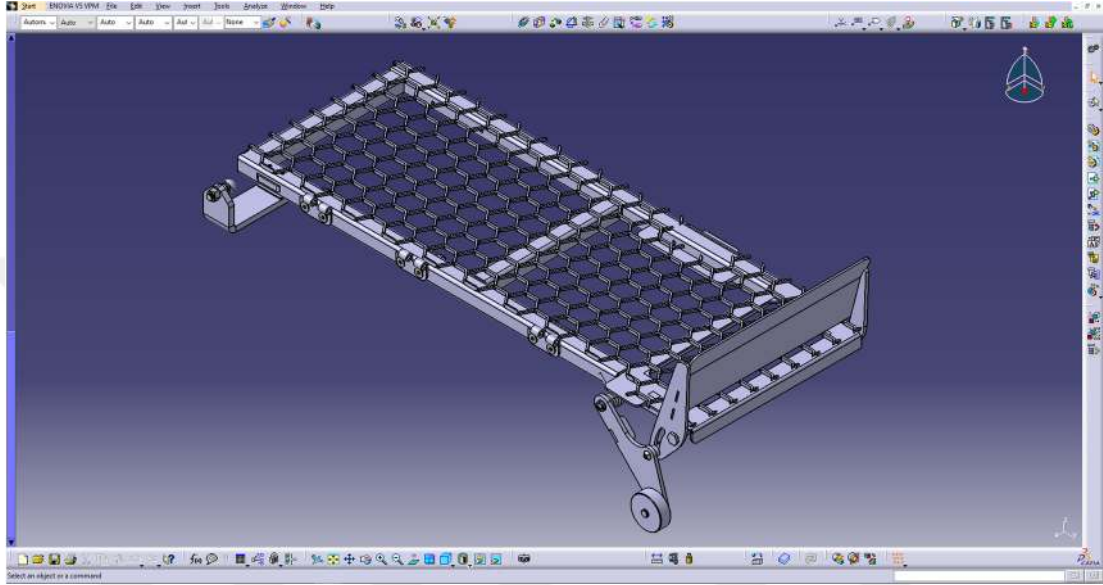
Şekil 4.16: Platform üretim kaynak datası.



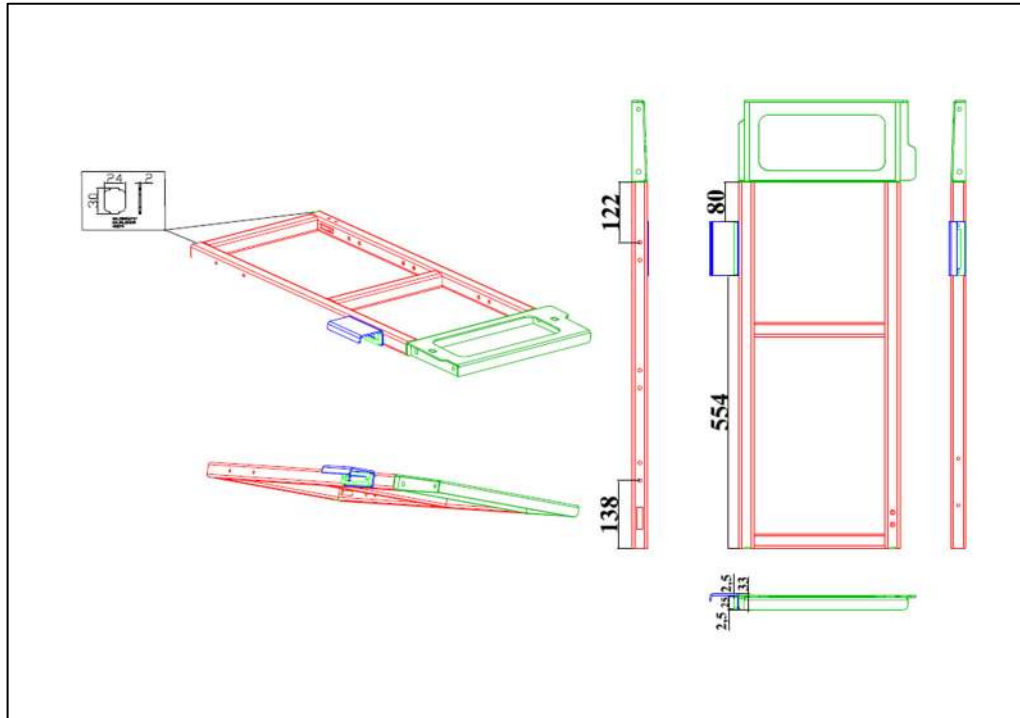
Şekil 4.17: Platform parçasının patlatma görünümü.

4.6 Platform Kanatlarının Tasarlanması

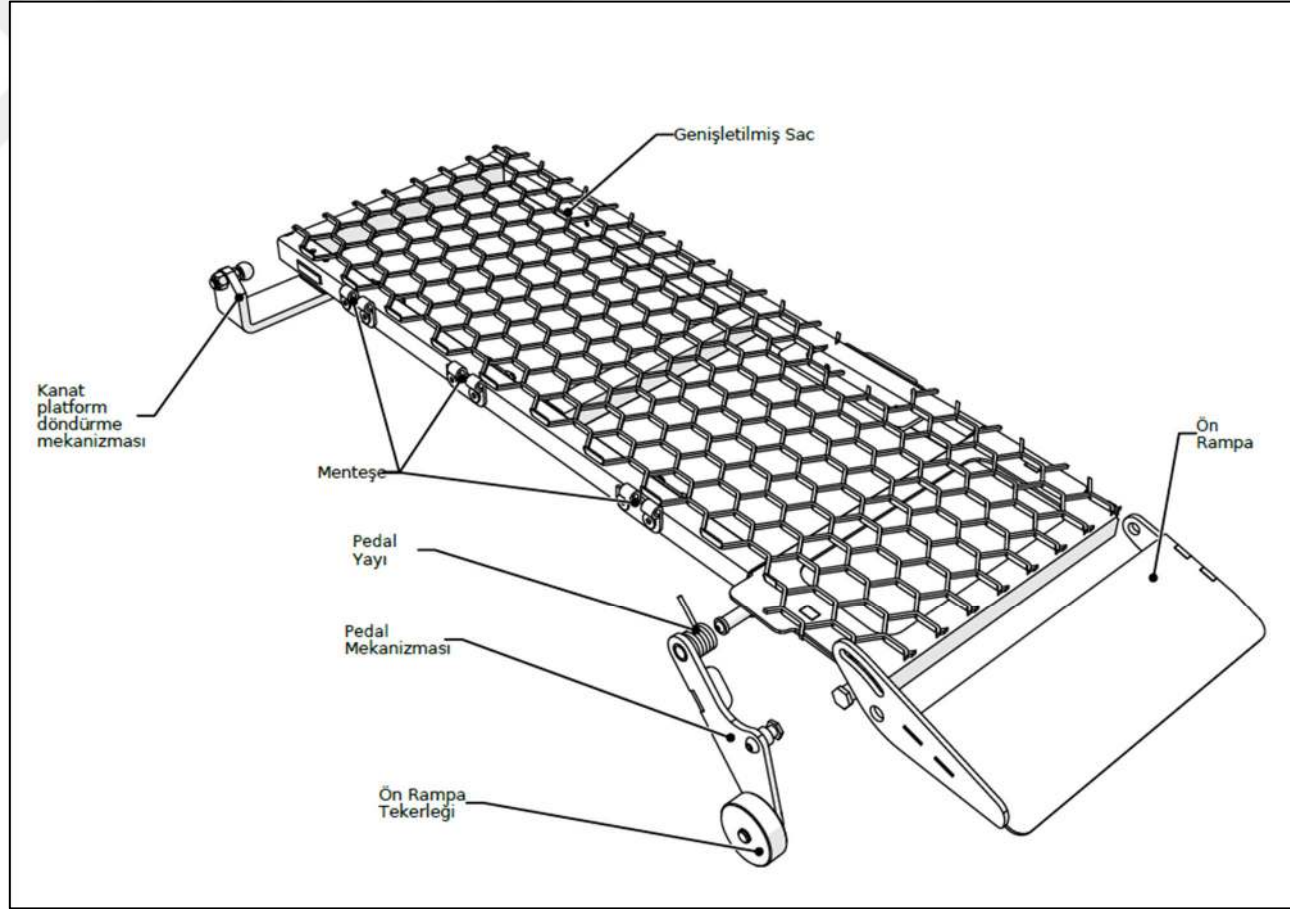
Platform üzerinde yanlara açılan kanatlar Şekil 4.18’de gösterilmiştir. Kanatların üst yüzeyi engelli aracının kaymasını önlemek için tasarımda genişletilmiş sac kullanılmıştır. Şekil 4.19 ve 4.20 ise aynı parçanın sırasıyla kaynak datası ile patlatma görüntüsünü içermektedir



Şekil 4.18: Platform kanat parçası Catia görünümü.



Şekil 4.19: Platform kanat üretim kaynak datası.

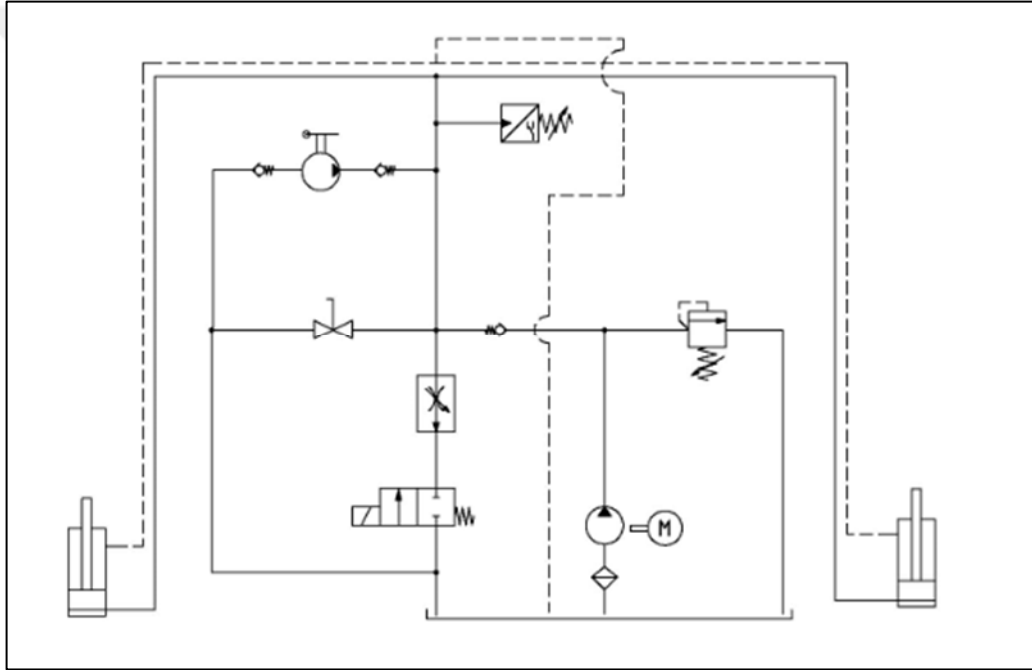


Şekil 4.20: Platform kanat parçasının patlatma görünümü

5. HİDROLİK TASARIM

5.1 Hidrolik Şema ve Ünite Tasarımı

Liftimizde iki adet hidrolik silindir, sabit debili bir pompa, DC elektrik motoru, emniyet valfi, indirme valfi, kısma valfi, manuel pompa, manuel açma vanası, hidrolik basınç anahtarı, yağ filtresi ve yağ tankı kullanılmıştır. Şekil 5.1’de hidrolik şema gösterilmiştir.



Şekil 5.1: Hidrolik şema tasarımı.

Tasarım yapılırken Festo FluidSIM programından yararlanılmıştır. Hidrolik şema hidrolik güç ünitesi, rekorlar, basınç şalteri, hortumlar ve silindirlere oluşur. Hidrolik güç üniteleri, genellikle bir motor, bir yağ deposu ve bir pompa içeren bağımsız bir sistemdir. Motorları, silindirlere ve belirli bir hidrolik sistemin diğer tamamlayıcı parçalarını çalıştırmak için gereken hidrolik basıncı uygulamak için çalışır. Hidrolik rekorlar, hidrolik hortumu, hidrolik silindirlere, borular, tüpler veya güç üniteleri gibi bileşenlere bağlamak için kullanılır. Basınç anahtarı, basınç eşiklerine ulaşıldığında akışkan sistemlerindeki pompaların devreye alınmasını ve

devre dışı bırakılmasını kontrol etmek için önemli bileşenlerdir. Ayrıca sabit pnömatik veya mekanik basıncı korumak için proses kontrol sistemlerinde kullanılırlar.

5.1.1 Hidrolik Güç Ünitesi Hesaplamaları

Hidrolik güç ünitesi, hidrolik ya da elektro-hidrolik sistemlerin ana başlığı olarak düşünülebilir. Hidrolik güç üniteleri, mekanik enerjinin hidrolik enerjiye çevrildiği birleşik hidrolik sistemlerdir.

Bu üniteler genel olarak Motorlar, Hidrolik Pompalar (Dişliler, Kanatlar, Pistonlar), Hidrolik Valfler (Basınç Tahliye Valfleri, Yön Kontrol Valfleri, Hız Kontrol Valfleri vb.), Hidrolik Bloklar, Yağ Tankları ve özel uygulamalara yönelik diğer muhtelif parçalar ve tesisatlardan oluşur. Bu bileşenler, elektrik veya yakıt enerjisini önce mekanik enerjiye, ardından hidrolik enerjiye dönüştüren ve bu hidrolik enerjiyi kontrollü kullanan sistemlerden oluşur. Kısaca basit bir yapıya sahip yön kontrol valfi kullanılarak yön, hız, kuvvet ve tork kontrolü verimli bir şekilde sağlanmaktadır.

Engelli çift kollu asansörün hidrolik güç ünitesi sisteme hidrolik enerji sağlar, bu sayede engelli asansörü normal olarak aracın yüksekliğine kadar yükselip, yere kadar inebilir. Bu çalışmada engelli çift kollu liftin hidrolik bloğu ile birlikte kullanılacak komponentler seçilmiş ve hidrolik güç ünitesi oluşturulmuştur. Sistem gereksinimleri, seçilen bileşenler ve analitik veriler dikkate alınarak motor gücü, pompa debisi ve sistem basıncı ile birlikte teorik hesaplamalar yapılmıştır. Bu değerler, üretilen hidrolik blok ve seçilen bileşenler ile hazırlanan mikrohidrolik güç ünitesi ve iki adet tek etkili silindir ile çalışan test teçhizatı ile test edilerek deneysel sonuçlar elde edilmiştir.

Tek etkili silindirlere hareket veren, maksimum anma hızı 0,15 m/sn olan çift kollu tipi engelli liftleri için 342 mm stroğu aşmayacak, normal şartlarda 150 bar basınçta çalışmaya uygun, konstrüksiyona ergonomik şekilde yerleştirilebilecek bir hidrolik güç ünitesi tasarlanmıştır.

Hesaplamalar TSE şartnamesine [17] uygun olacak şekilde belirlenmiştir: Şartname kapsamında sistem yükü 450 kg, maksimum anma hızı 0,15 m/sn, emniyet katsayısı 2 ve azami basınç yük basıncının 1,5 katı olacak şekilde belirlenmiştir.

Motor, lift ve hidrolik yağ verileri ise şu şekildedir: liftde kullanılan hidrolik silindirin stroğu 342 mm, seçilen motorun devri 3500 d/dk ve yağın yoğunluğu 0,88g/ml dir.

Verimleri dikkate aldığımızda; pompa volümetrik verimi 0,95, sistemin mekanik verimi 0,95 ve toplam verim 0,9 olarak belirlenmiştir.

Silindir verileri: iç çapı 40 mm, mil çapı 28 mm, strok 342 mm, silindirlerin yatay zeminle yaptığı en küçük açı 25°, sistemdeki silindir sayısı 2 adettir.

Basınç hesaplanabilmesi için ilk olarak kuvvet ve alan hesabını yapmamız gerekmektedir. Formül 4.1’de kuvvet hesabı gösterilmiştir.

$$F = \frac{m * g}{\sin \alpha} \quad (4.1)$$

Bu denklemde m sistem yükünü, g yer çekimi ivmesini, α silindirlerin yatayla yaptığı en küçük açıyı göstermektedir.

Silindirlerin yatayla yaptığı en küçük açıyı alarak silindirlere gelen dik kuvvetin maksimum olması sağlanmıştır.

$$F = \frac{450 * 9,81}{\sin 25} = 10446 \text{ N} = 1044,6 \text{ daN}$$

Silindirlere uygulanan maksimum dik kuvvet 1044,6 daN olarak hesaplanmıştır.

Liftimizde kullanılan iki adet silindir aynı ölçülere ve özelliklere sahiptir. Bir adet silindir alanı için Formül 4.2 kullanılabilir. Silindirler basma yönünde tek etkilidir. O yüzden çekme yönü hesaplaması yapmamıza gerek yoktur.

$$A = \frac{\pi * d^2}{4} = \frac{3,14 * 40^2}{4} = 1256 \text{ mm}^2 = 12,56 \text{ cm}^2 \quad (4.2)$$

Burada; A silindir alanını gösterirken, d silindirin iç çapını göstermektedir.

Tam yük basıncı hesabı yapılırken sistemde iki adet silindir bulunduğundan hesaplama iki adet eş silindire göre yapılır (Formül 4.3).

$$P_{TY} = S * \frac{F}{2 * A} = 2 * \frac{1044,6}{2 * 12,56} = 83,17 \text{ bar} \quad (4.3)$$

P_{TY} tam yük basıncını, S emniyet katsayısını, F silindire gelen dik kuvveti göstermektedir.

En yüksek basınç hesabı yaparken tam yük basıncının 1,5 katı dikkate alınır. Formül 4.4’de bu durum gösterilmiştir.

$$P_{YB} = 1,4 * P_{TY} = 1,5 * 83,17 = 124,75 \text{ bar} \quad (4.4)$$

P_{YB} sistemin en yüksek basıncıdır.

Sistemin yaklaşık basınç hesabı yapıldıktan sonra pompa seçimi için debi hesabı yapılacaktır. Hız ve strok kullanılarak süre hesabı Formül 4.5 yardımı ile yapılabilir.

$$t_t = \frac{L}{v} = \frac{0,800}{0,15} = 5,33 \text{ sn} \quad (4.5)$$

Burada t_t sistemin teorik minimum iniş kalkış süresini, L liftin zemin seviyesinden araç seviyesi uzunluğu, v anma hızını gösterir.

Sistemde bulunan iki silindirin hacmi, alan ve strok uzunluğu yardımı ile Formül 4.6’de gösterildiği gibi hesaplanır.

$$V = 2 * A * h = 2 * 12,52 * 34,2 = 856,37 \text{ cm}^3 = 0,857 \text{ lt} \quad (4.6)$$

Bu denklemde V silindirlerin toplam hacmini verirken, h strok mesafesini vermektedir.

Lifte 800 mm mesafeyi, 5,33 saniyede ya da bu süreden az olmayacak şekilde bir pompa seçilmedi. Aynı zamanda 0,857 lt yağ hacmini gönderebilmek için pompa debisi Formül 4.7’de gösterildiği gibi hesaplanır.

$$Q_t = \frac{V}{t_t * n_v} = \frac{0,857}{5,33 * 0,95} = 0,16 \text{ lt/sn} = 9,6 \text{ lt/dk} \quad (4.7)$$

Burada Q_t teorik pompa debisini, n_v volümetrik verimi gösterir.

Motor devri 3500 devir/dakika olarak alınmıştır. Pompanın bir devirde göndermesi gereken yağ miktarı Formül 4.8’de hesaplanmıştır.

$$V_g = \frac{Q_t * 1000}{n} = \frac{9,56 * 1000}{3500} = 2,73 \text{ cm}^3/\text{devir} \quad (4.8)$$

Bu denklemde V_g gönderim hacmini, n motor devrini gösterir.

Hızın 0,15m/sn'yi geçmemesi için bu debiden daha düşük gönderim hacminde bir pompa seçilir. Pompanın 0,50 $cm^3/devir$ gönderim hacmi seçildiğinde yeni durum için debi, süre ve hız hesaplamaları sırasıyla 4.9, 4.10 ve 4.11 formülleri yardımıyla hesaplanır.

$$Q_t = \frac{V_g * n * n_v}{1000} = \frac{0,5 * 3500 * 0,95}{1000} = 1,66 \text{ lt/sn} = 9,6 \text{ lt/dk} \quad (4.9)$$

$$t_t = \frac{V}{Q_t * n_v} = \frac{0,214}{1,66 * 0,95} = 8,16 \text{ sn} = 0,136 \text{ dk} \quad (4.10)$$

$$v_t = \frac{L}{t_t} = \frac{0,800}{8,16} = 0,098 \text{ m/sn} \quad (4.11)$$

4.11 denkleminde v_t sistemin teorik hızını gösterir.

Hesaplanan basınç ve debi değerleri kullanılarak Formül 4.12 yardımı ile güç hesabı gerçekleştirilebilir.

$$p = \frac{P_{AB} * Q_t}{600 * n_t} = \frac{133 * 1,66}{540} = 0,41 \text{ kW} \quad (4.12)$$

Burada p elektrik motor gücünü, n_t toplam verimi (ki sistemimiz için 0,90 olarak belirlenmişti) gösterir. Motor olarak 3500 devirde 0,41 kW veya daha fazla güç sağlayan bir motor seçeriz.

5.1.2 Hidrolik Güç Ünitesinin Komponentleri Seçimi

Hidrolik bloklarda genellikle çelik, döküm, alüminyum gibi malzemeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Blok malzemesi seçimi yapılırken genellikle çalışma basıncı ve sıcaklık göz önünde bulundurulur. Bizim ünitemizde hafif olması, kolay işlenebilirliği, korozyon dayanımı gibi avantajları nedeniyle blok malzemesi olarak alüminyum seçilmiştir [19].

Motor seçiminde güç değeri dikkate alındığından ünitemizin 0,8 kW lık gücü dolayısıyla ve sistemimiz araç üstü ekipman olduğu için 12V, yaklaşık 3600 rpm değere sahip motor seçilmiştir.

Hidrolik pompa mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye çeviren sistemdir. Hidrolik pompa dendiği zaman aklımıza dişli pompalar, pistonlu pompalar ve paletli pompalar gelir. Hesaplamalarımız sonucunda 0,5 cc devir iletim hacmine sahip dişli bir pompa seçimi yapılmıştır.

Basınç emniyet valfi blok üzerine yerleştirilmiş ve 50 – 250 bar arası ayarlamaya sahiptir. Emniyet valfi seçiminde maksimum çıkacağı basınca bakılır ve aralık seçilir.

Sistemde meydana gelebilecek herhangi bir elektriksel problem ile karşılaşıldığında sistemi manuel olarak kontrol etmek için manuel pompaya ihtiyaç duyulur. Üretici kataloğundan seçilen el pompası ile yaklaşık 30 kez çevrim tamamlandığında lift kaldırılabilir. Manuel vanası açıldığı zaman liftin inmesi sağlanabilir.

Yağ tankı olarak amaç tamamen yağı depolamaktır. Hacim olarak yaklaşık 1,5 litre yeterli olacaktır.

Şekil 5.2’de ünite tasarım şekli verilmiştir. Şekil 5.3’de ise hidrolik güç ünitesinin tasarım programında yerleşimi gösterilmiştir.

5.2 Hidrolik Silindir Tasarımı

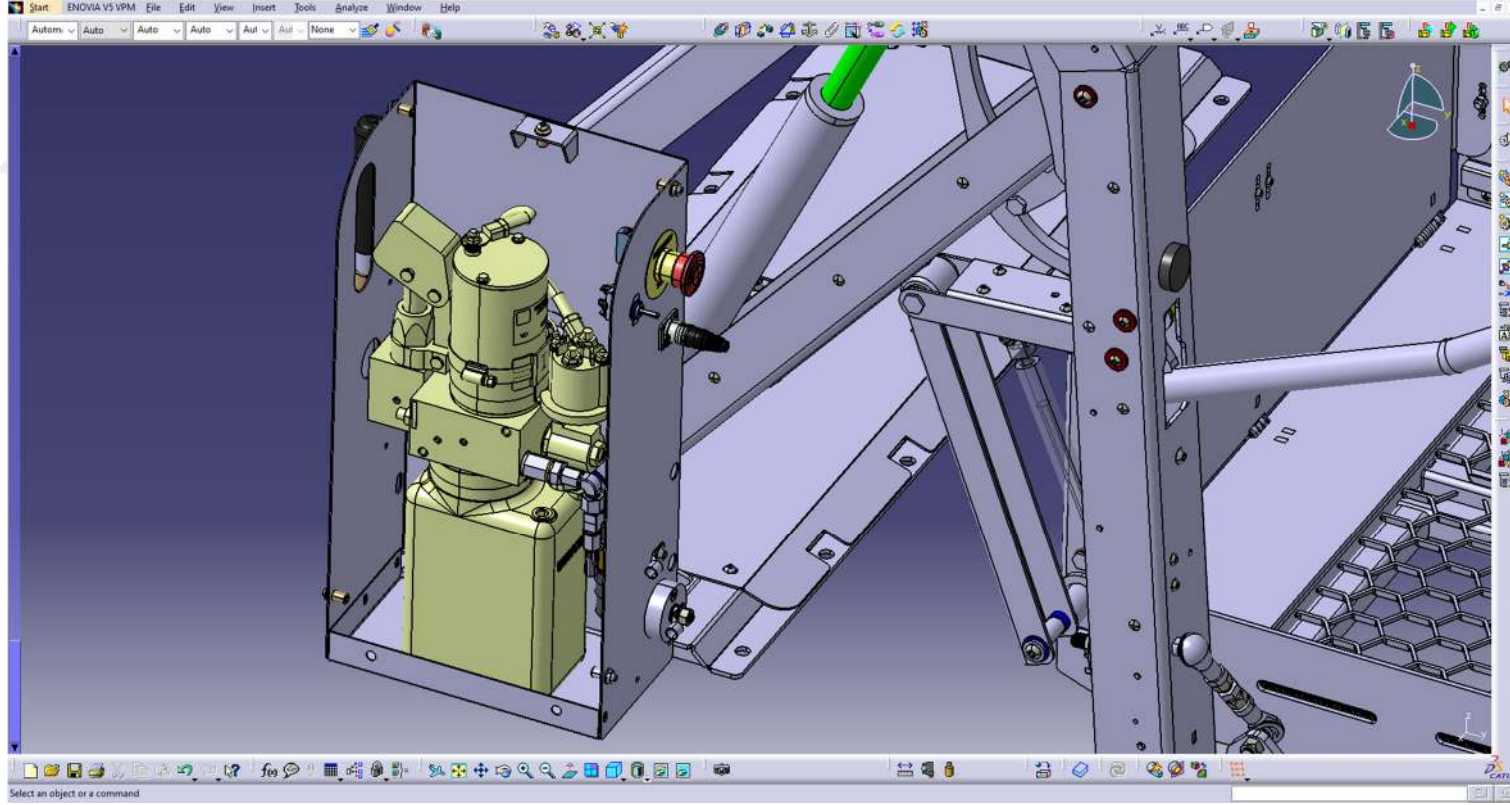
Hidrolik silindirler hidrolik enerjiyi mekanik enerjiye çeviren, doğrusal hareket ve büyük kuvvetler alınan devre elemanlarıdır. Bazen isimleri hidrolik piston olarak da geçmektedir. Basit bir hidrolik silindir; honlanmış silindir borusu, krom kaplı mil, piston, silindir boğazı, silindir tabanı, silindir sızdırmazlık elemanı, boğaz sızdırmazlık elemanı, boğaz yatağı, o-ring ve toz keçesinden oluşmaktadır. Şekil 5.4 de tasarlanan silindirin patlamış görseli bulunmaktadır.

Silindirlerin çalışabilmesi için iç kısımlarında bir basınç oluşturması gerekir. Oluşacak herhangi bir kaçak ya da honlanmış borunun kalitesinden dolayı yağ sızdırması, basınç oluşumunu engelleyerek silindir çalışmasına izin vermez.

Lift için kullanılan silindirler tek etkilidir. Basma yönünde çalışmaktadır. Liftin kaldırma kısımları hidrolik enerji ile sağlanırken indirmeleri kendi ağırlığı ve diğer mekanik kuvvetler ile sağlanır.

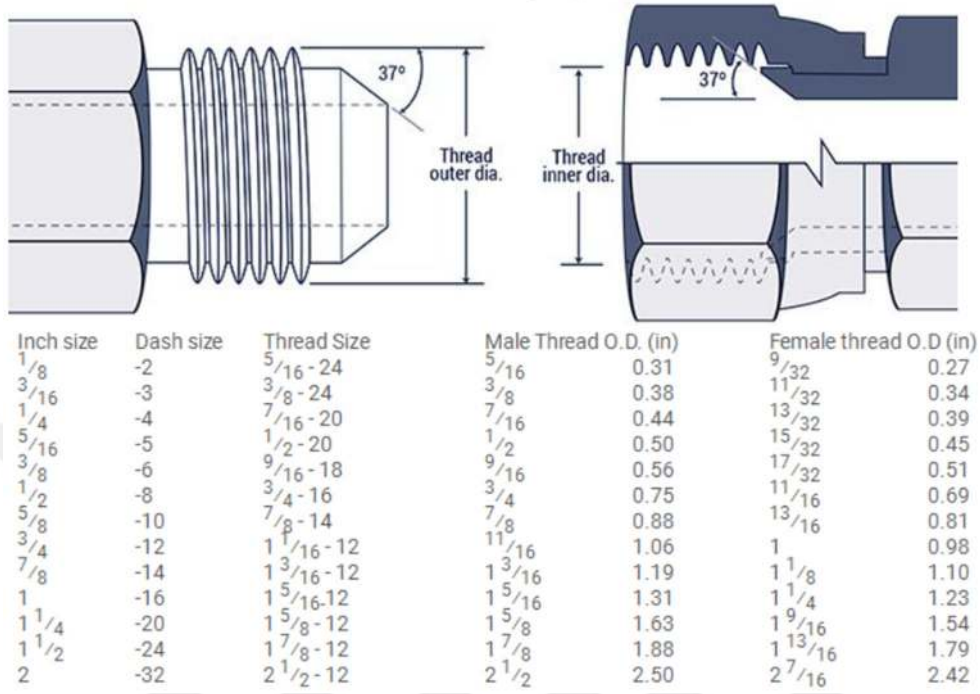
Silindir tasarımında dikkat edilmesi gereken hususları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz [20]:

- Mil ve boru köşe açılarına, uzunluklarına, kanal dibi ve köşe radyuslarına dikkat edilmelidir.
- Silindirik krom kaplamalı mil seçilirken yüzey endüksiyon sertleştirme derinliği 2,5mm, sertliği en az 45HRC, noktalarda 25-40µm krom kaplama kalınlığı olan ürün tercih edilmelidir. Sertlik değeri; kullanılan sızdırmazlık elemanının malzemesine, gösterdiği basınç değerine ve çalışma şartlarına göre 50-60 HRC arasında yapılmalıdır.
- Silindir boynu, boğaz tapası ve boru tesisatı, mil ve piston kafası mükemmel bir şekilde hizalanmalıdır. Silindir çapına bağlı olarak merkezleme H7/f7 veya H8/f7 toleransları dâhilinde yapılmalıdır. Dişlerle birbirine sabitlenen parçaların merkezlenmesine dikkat edilmelidir.
- Yağ giriş çıkış manşonlarına dikkat edilmeli; kavitasyon, türbülanslı akış oluşturmayacak şekilde tasarımlar yapılmalıdır.
- Metal sabitlemeler kullanılacak ise mutlaka spiral yağ kanalları açılmalıdır. Hidrodinamik basınç oluşumu önlenmelidir. Sabitleme seçimlerinde silindire gelen yükler kesinlikle unutulmamalıdır.
- Statik sızdırmazlık yuvalarının dikdörtgen kesitli olmasına özen gösterilmelidir.
- Açık kanallarda kullanılan sızdırmazlık elemanı tasarımlarında piston başı ve boğaz takozunda elemanın erimesine karşı önlemleri mutlaka alınmalıdır. Kimyasal çözülmezlik önlemleri yaygın olarak sistemlerde kullanılmaktadır.
- Somun dudaklı sıyrıcı contaların kullanıldığı durumlarda, genellikle ana contanın arkasında bir yağ karteri oluşturulması önerilir. Ana sızdırmazlık elemanının tahliye işlevi yoksa bir tahliye deliği sağlanmalıdır. Taşıyıcı eleman duvarının farklı ölçülerinde (A-B) ve ana sızdırmazlık elemanının arkasında S kaçak aralığının üretilmesi tavsiye edilir. Piston kafasının veya boğaz kamasının doğrudan işleme olmaksızın aşamalı yapısı, rahat bir yağ geçişini ve verimli sistem çalışmasını sağlar.



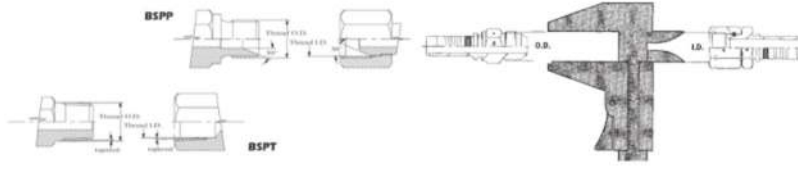
Şekil 5.3: Hidrolik güç ünitesinin liftin üzerinde gösterimi.

ve dişi yarımının düz dişleri tarafından mekanik olarak tutulur. SAE J514 dişlerinin çoğunun SAE 45° havşalı dişlerle aynı olduğunu ancak oturma açılarının farklı olduğunu belirtmek önemlidir. Şekil 5.6’da 37°’lik açısı ve boyutları gösterilmiştir.



Şekil 5.6: JIC 37° Flare (SAE J514) ölçü gösterimi. [21]

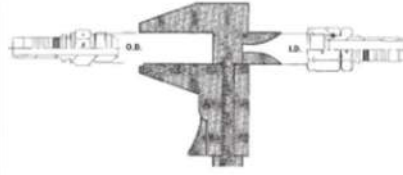
British Standard Pipe-BSP (BSPP Parallel- ISO228-PT & BSPT Tapered- ISO7-PT) bir diş standart ölçü rekorlarıdır. BSPP’de diş paraleldir ve erkek 30° konik havşaya sahipken BSPT’de erkek diş koniktir. Bu diş tipinde teflon bant ya da sızdırmazlık elemanı kullanılmalıdır. Şekil 5.7’de boyutları gösterilmiştir.



Inch size	Dash	Nominal Thread Size	Male thread O.D.		Female thread I.D.		Working pressure		Suggested torque values (Nm)	
			mm	inch	mm	inch	bar	psi	min.	max.
1/8"	-02	1/8" - 28	10.3	0.41	9.4	0.37	350	5070	10	12
1/4"	-04	1/4" - 19	13.7	0.54	12.4	0.49	350	5070	15	20
3/8"	-06	3/8" - 19	17.3	0.68	15.7	0.62	350	5070	25	32
1/2"	-08	1/2" - 14	21.3	0.84	19.3	0.76	315	4560	45	55
5/8"	-10	5/8" - 14	22.9	0.90	21.1	0.83	315	4560	55	65
3/4"	-12	3/4" - 14	26.9	1.06	24.9	0.98	250	3620	80	93
1"	-16	1" - 11	33.3	1.31	31.5	1.24	200	2900	104	120
1.1/4"	-20	1.1/4" - 11	42.2	1.66	40.1	1.58	160	2320	150	170
1.1/2"	-24	1.1/2" - 11	48.3	1.90	46.2	1.82	125	1810	210	230

Şekil 5.7: British Standard Pipe-BSP (BSPP Parallel - ISO228-PT & BSPT Tapered-ISO7-PT) ölçü gösterimi [22].

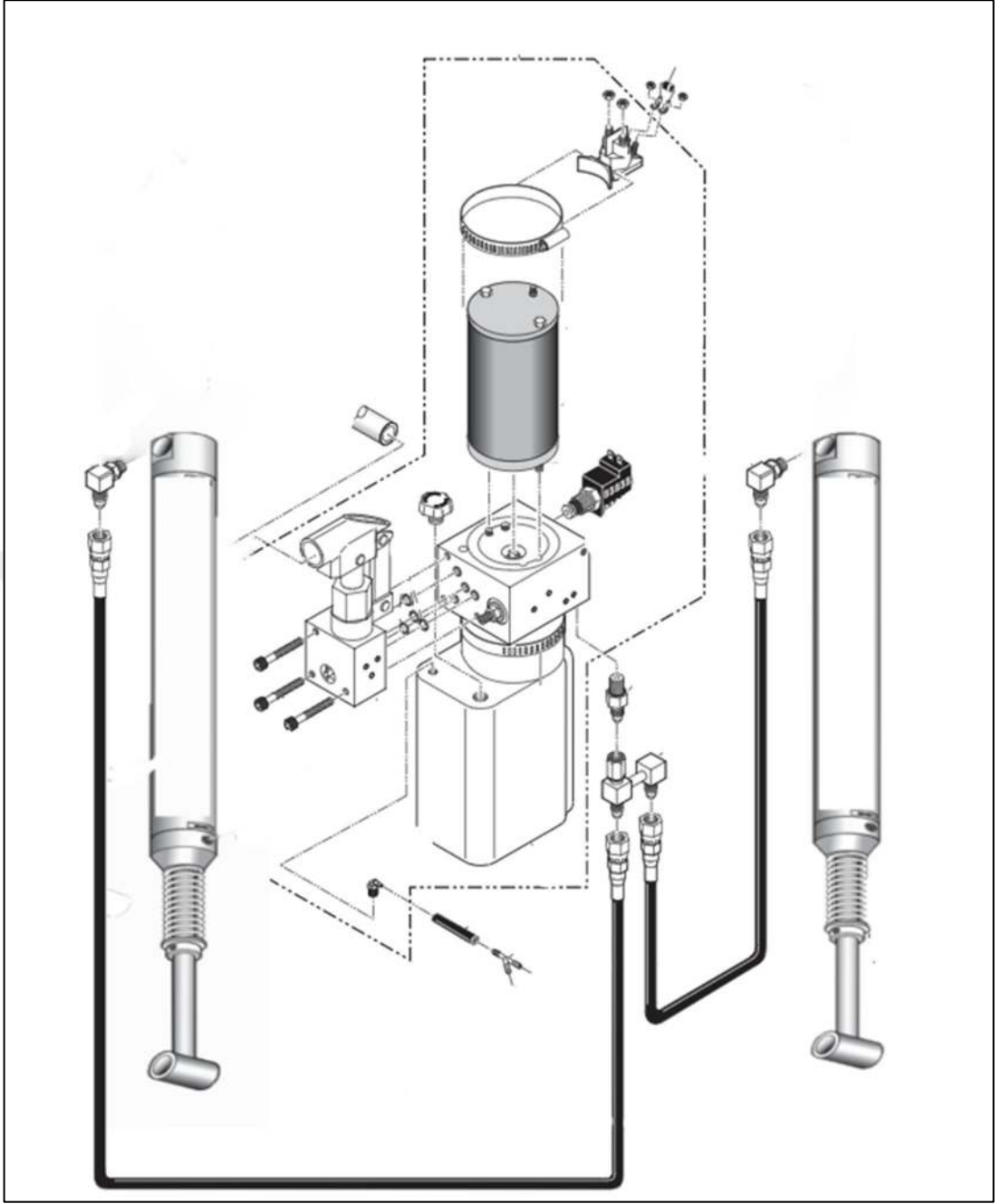
DIN 2353 metrik hidrolik rakor erkek 24° konik yüzeye sahiptir ve dişi kısımda bulunan aynı açı ile mekanik olarak sızdırmazlık sağlanmaktadır. Alman bağlantı tipi olan Metrik bağlantılar en yaygın kullanılan bağlantı tiptir. Farklı tip standartlarla uyumlu konfigürasyonları oldukça zengindir. Bu nedenle diğer bağlantı tiplerine göre daha yaygın kullanılır. Boru uygulamalarında montaj kolaylığı sayesinde birçok uygulamada tercih edilmektedir [22]. Şekil 5.8’de boyutları gösterilmiştir.



Series	Tube OD	d2	b2 min.	d2	b2 min.	d2	b2 min.
LL	4	M 8 x 1 taper	5.5	R 1/8	5.5	1/8 NPT	11.6
LL	6	M 10 x 1 taper	5.5	R 1/8	5.5	1/8 NPT	11.6
LL	8	M 10 x 1 taper	5.5	R 1/8	5.5	1/8 NPT	11.6
L	6	M 10 x 1 taper	5.5	R 1/8	5.5	1/8 NPT	11.6
L	8	M 12 x 1.5 taper	8.5	R 1/4	8.5	1/4 NPT	16.4
L	10	M 14 x 1.5 taper	8.5	R 1/4	8.5	1/4 NPT	16.4
L	12	M 16 x 1.5 taper	8.5	R 3/8	8.5	3/8 NPT	17.4
L	15	M 18 x 1.5 taper	8.5	R 1/2	10.5	1/2 NPT	22.6
L	18	M 22 x 1.5 taper	10.5	R 1/2	10.5	1/2 NPT	22.6
L	22	M 26 x 1.5 taper	10.5	R 3/4	13	3/4 NPT	23.1
L	28	M 33 x 2 taper	12	R 1	16	1 NPT	27.8
L	35	M 42 x 2 taper	13	R 1 1/4	17	1 1/4 NPT	28.3
L	42	M 48 x 2 taper	13	R 1 1/2	17	1 1/2 NPT	28.3
S	6	M 12 x 1.5 taper	8.5	R 1/4	8.5	1/4 NPT	16.4
S	8	M 14 x 1.5 taper	8.5	R 1/4	8.5	1/4 NPT	16.4
S	10	M 16 x 1.5 taper	8.5	R 3/8	8.5	3/8 NPT	17.4
S	12	M 18 x 1.5 taper	8.5	R 3/8	8.5	3/8 NPT	17.4
S	14	M 20 x 1.5 taper	10.5	R 1/2	10.5	1/2 NPT	22.6
S	16	M 22 x 1.5 taper	10.5	R 1/2	10.5	1/2 NPT	22.6
S	20	M 27 x 2 taper	12	R 3/4	13	3/4 NPT	23.1
S	25	M 33 x 2 taper	12	R 1	16	1 NPT	27.8
S	30	M 42 x 2 taper	13	R 1 1/4	17	1 1/4 NPT	28.3
S	38	M 48 x 2 taper	13	R 1 1/2	17	1 1/2 NPT	28.3

Şekil 5.8: DIN 2353 metrik hidrolik rakor. [22]

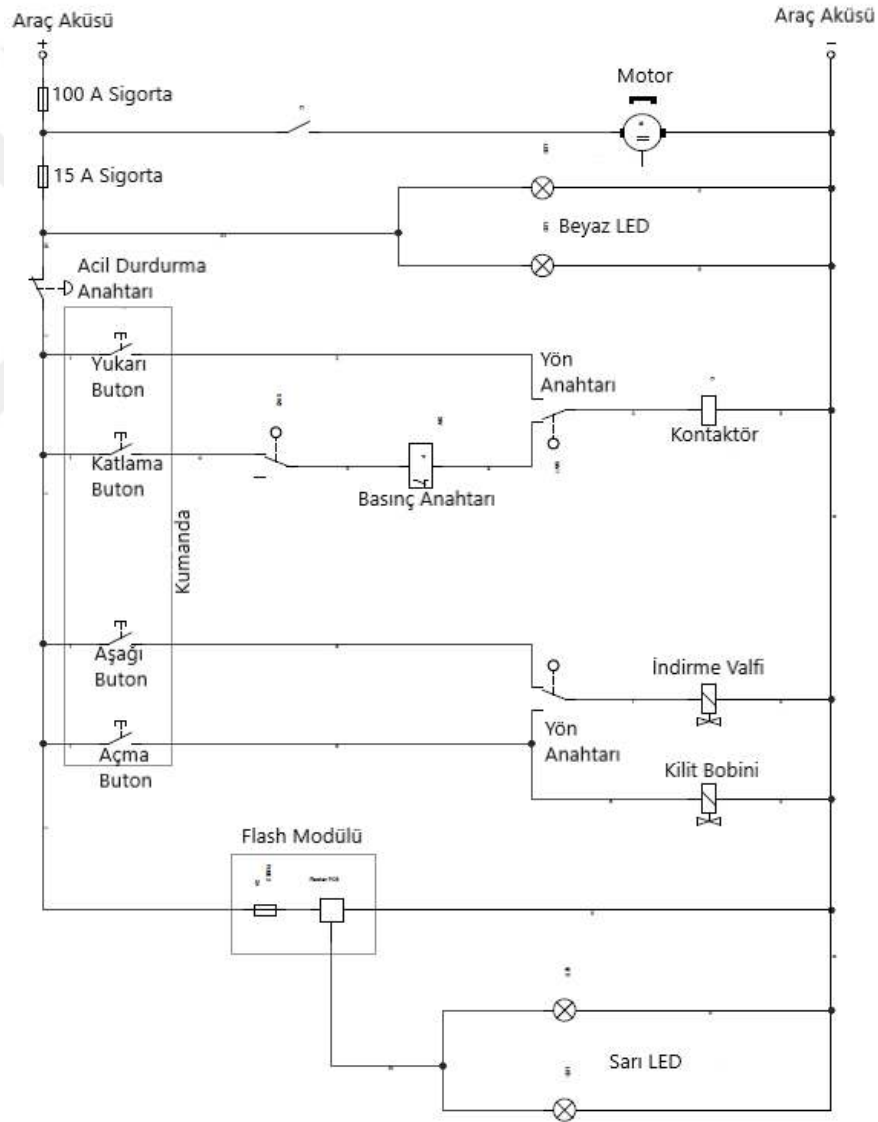
Şekil 5.9’da hidrolik rakor ve hortum bağlantıları ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir. Hidrolik silindirlerimiz basma yönde çalıştığı için üst hava kısımları kontrol altına alınmış ve pnömatik ile tanka bağlanmıştır.



Şekil 5.9: Hidrolik sistem gösterimi.

6. ELEKTRİK TASARIMI

Hidrolik lift M1 sınıfı araç üstü ekipman olduğu için voltaj 12 V tur. Liftin platform üzerinde sürekli yanan beyaz led ve arka tarafında yanıp sönen sarı led bulunmaktadır. Beyaz led platformu aydınlatmaya yararken, sarı led uyarı niteliği taşımaktadır. Aynı zamanda arka planda çalışan bir uyarıcı ses vardır. Şakil 6.1’de elektrik devre şeması verilmiştir.

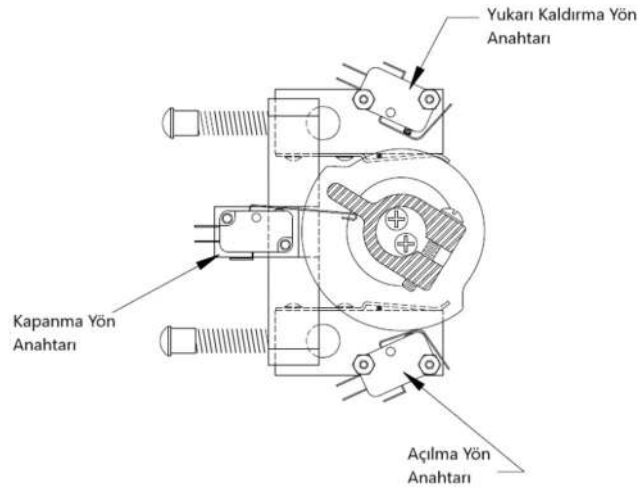


Şekil 6.1: Lift elektrik şema gösterimi.

Lift tasarlanırken 4 adet senaryo vardır. Bunlardan ilki liftin açılması yani lift araç üzerinde kapalı halden liftin araç seviyesi konumuna gelmesidir. İkinci senaryo ise liftin araç konumundan zemin seviyesine gelmesidir. Bu iki senaryonun tersi bize üçüncü ve dördüncü senaryoyu çizer.

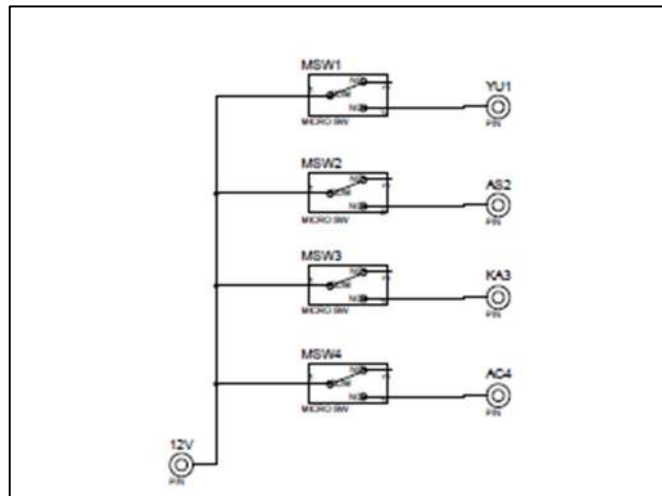
Lift kapalı konumda iken açılması ile araç seviyesine gelmesi bir tuşla yapılır. Bu tuşa açılma tuşu deriz. Açılma tuşunun aktifliğini yön anahtarı keser. Aynı şekilde zemin konumundan araç seviyesine gelmesi kaldırma tuşu olarak adlandırılır. Kaldırma tuşunun aktifliğini tekrardan yön anahtarı keser ve platform araç seviyesine ulaştığını anlar.

Şekil 6.2’de yön anahtarları sistemi gösterimi verilmiştir.



Şekil 6.2: Lift yön anahtar sistemi gösterimi

Liftin kumandası dört butondan oluşmaktadır. Kumanda devresi Şekil 6.3’de gösterilmiştir.



Şekil 6.3: Kumanda devresi gösterimi.

7. TASARIM SONUÇLARI

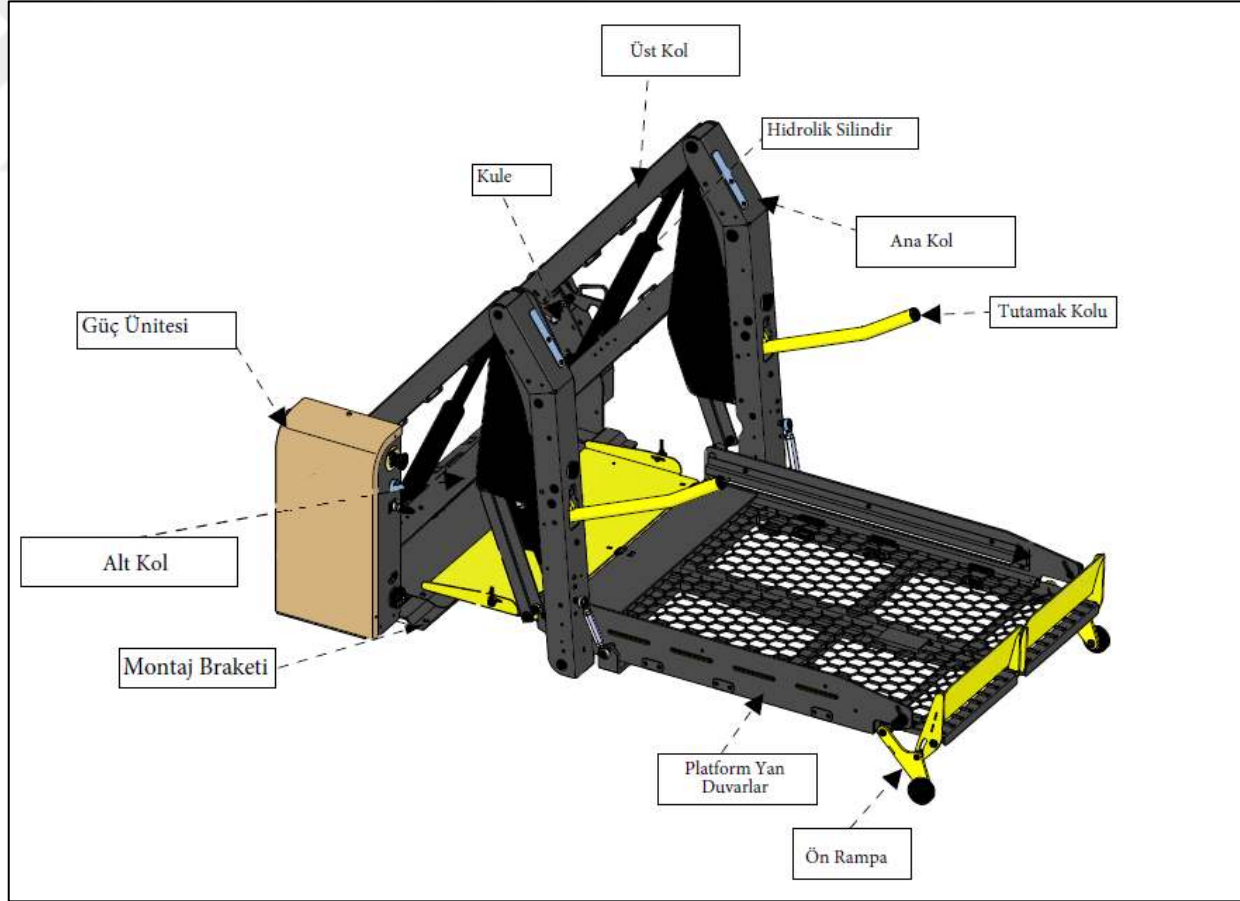
M1 sınıfı araçlar için engelli lifti genel tasarımı sonuçlandırılmıştır. İlk olarak araç ölçüleri göz önünde tutularak engelli liftinin araca montaj kısmı tasarlanmıştır. Sonrasında liftin alt ve üst paralel kolları tasarlanmıştır. Alt ve üst kolların uzunluklarında değişiklikler yaparak farklı tip M1 sınıfı araçlara uyarlama yapılabilir. Örneğin A markasının M1 sınıfı aracın yüksekliği, yüksüz durumda 800 milimetreyken B markasının M1 sınıfı aracı 710 milimetre olmaktadır. Dolayısıyla talebe göre tasarım yapılabilir.

Alt ve üst paralel kolları tasarlandıktan sonra ana kolun yapısı ve ölçüleri tasarlanmıştır. Araç içi yüksekliği bu kolun tasarımı yapılırken dikkat edilmiştir. Ana kol tasarımının alt kısmına platform bağlanması için yüzey delikleri açılmıştır.

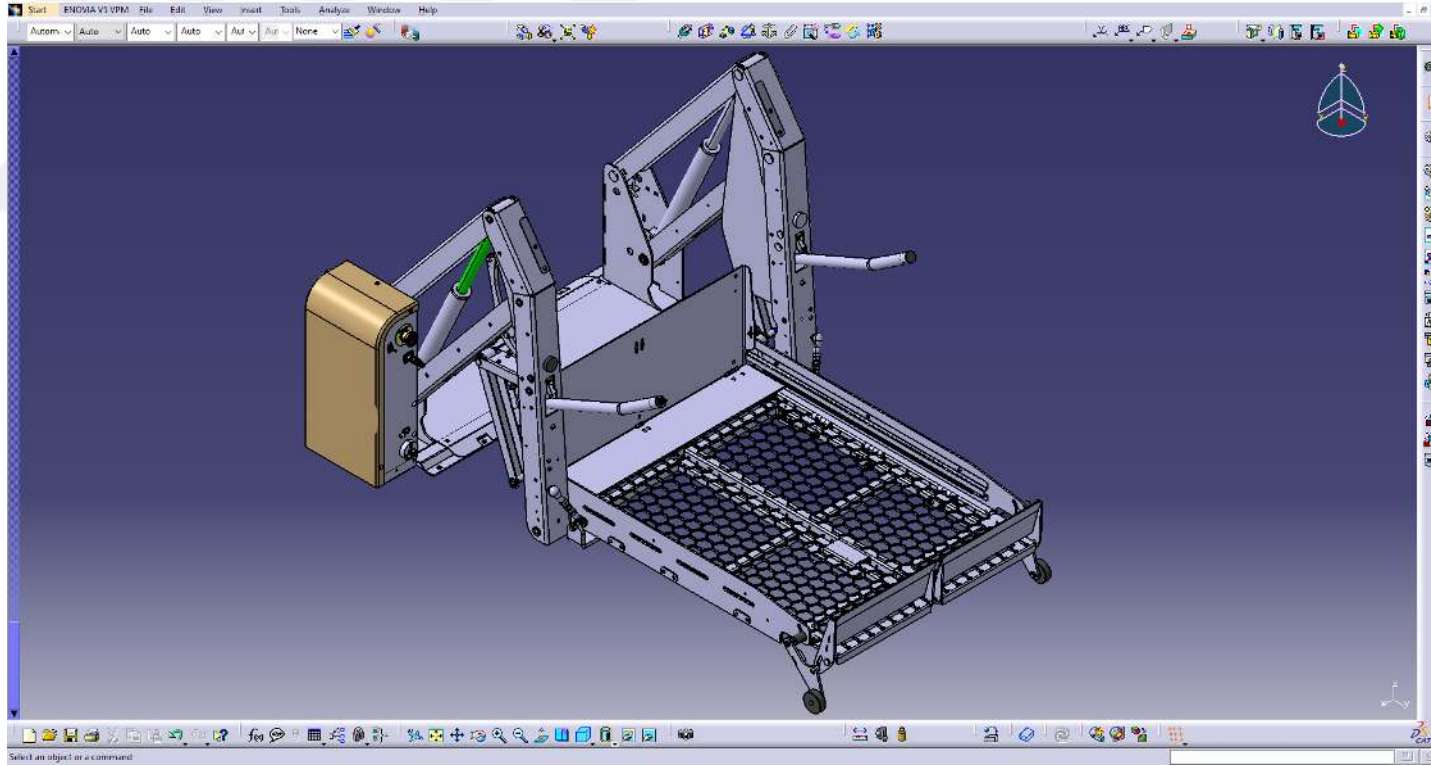
Ana kol tasarımından sonra platform tasarımına geçilmiş ve platform ön ve arkasına rampa tasarlanmıştır. Ön ve arka rampaların amacı platform üzerindeki engelli aracın ön ve arkaya kayması durumunda aracı tutmak ve devrilmesini engellemektir. Şekil 7.1’de genel bir liftin parçalarının isimleri ve görüntüsü; Şekil 7.2’de ise liftin CAD modeli görülmektedir.

Engelli lifti hidrolik sistemi 2 adet silindir, güç ünitesi rakorlar ve hortumlardan oluşmaktadır. Hesaplamalara göre 12 Volt, 0,8 KW motor, 0,5 cc’lik pompa kullanılmıştır. Hidrolik ünitenin bloğu isteğimize göre tasarlanmıştır. Silindirlerde Ø40-Ø50 H8 kalite honlanmış boru ve Ø28 krom kaplı mil kullanılmıştır.

Elektrik tesisatı makine emniyet yönetmeliğine göre dizayn edilmiştir. Engellilerin araca binerken uyarılması için sarı yanıp sönen ledler ve buzzer sistemi kullanılmıştır. Bu işlem için elektronik bir kart tasarlanmıştır. Aynı zamanda liftin kapalı konumdan araç konumuna gelmesiyle stoplaması bir yön anahtarı tarafından yapılmaktadır. Buraya bir yön anahtarı yerleştirilmiştir. Kumandamız 4 adet yaylı butondan oluşmaktadır.



Şekil 7.1: Lift genel gösterimi 1.

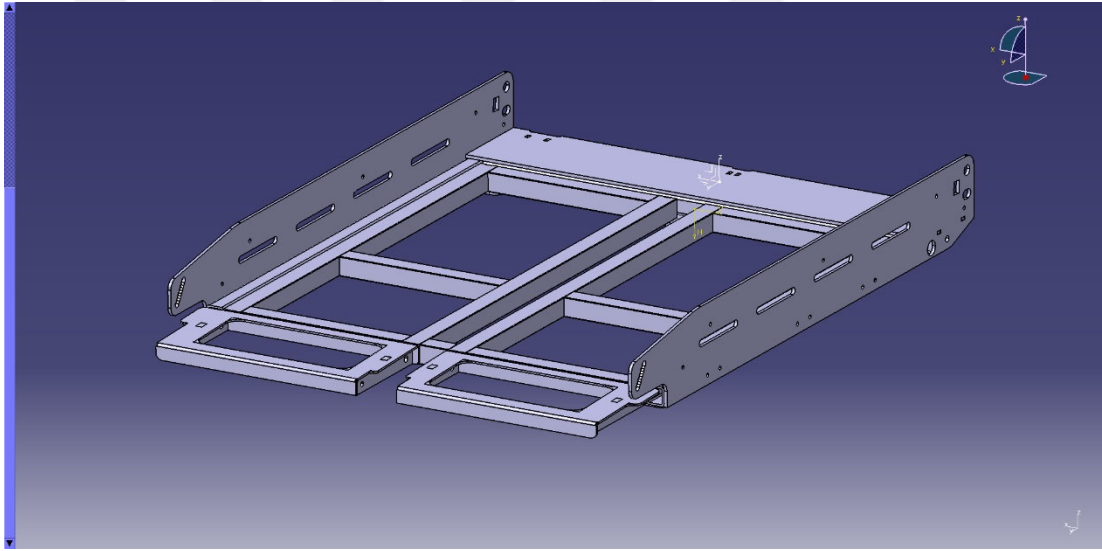


Şekil 7.2: Lift genel gösterimi 2.

8. ANALİZ

8.1 Analize Giriş

Analizler sonlu eleman yazılım programlarından ANSYS kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Engelli liftinde engellilerin arabası ile çıktığı platformun analizi yapılmıştır. Platform profil kalınlıkları 1 mm, 2 mm ve 3 mm olarak incelenmiştir. Şekil 8.1’de platformun sade gösterimi verilmiştir. Platform üzerine 350 kg yük uygulanmıştır.



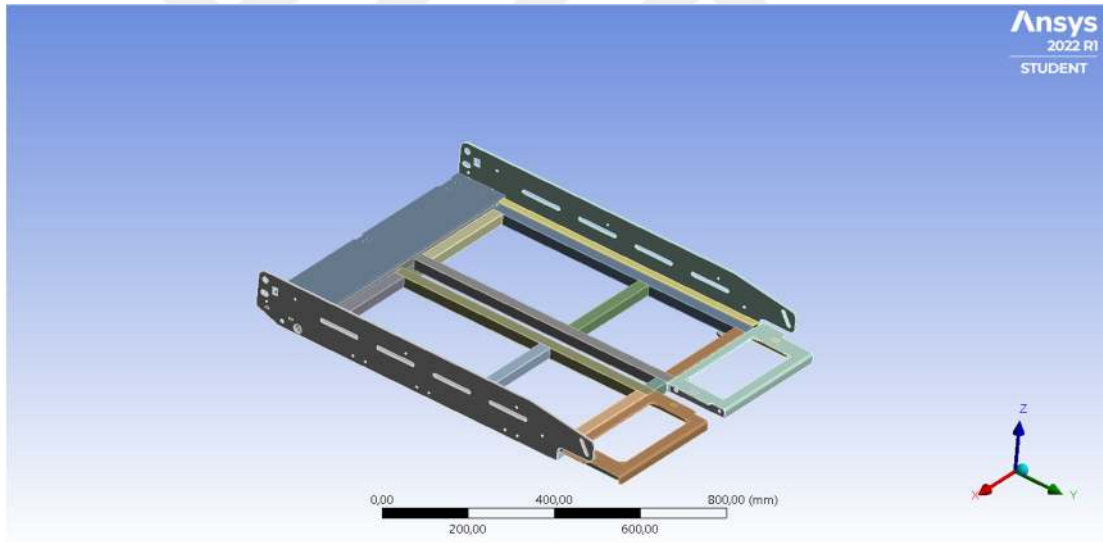
Şekil 8.1: Platform analiz kısmı Catia gösterimi.

Engelli lifti platformunun Şekil 8.2’de ANSYS paket yazılımının Workbench modülünde gösterimi verilmiştir. Levha ve profil parça malzemeleri olarak St52 (S355JR) kullanılmıştır. Söz konusu malzemeye ait özellikler Çizelge 8.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 8.1: St37 ve St52 malzeme mekanik özellikleri.

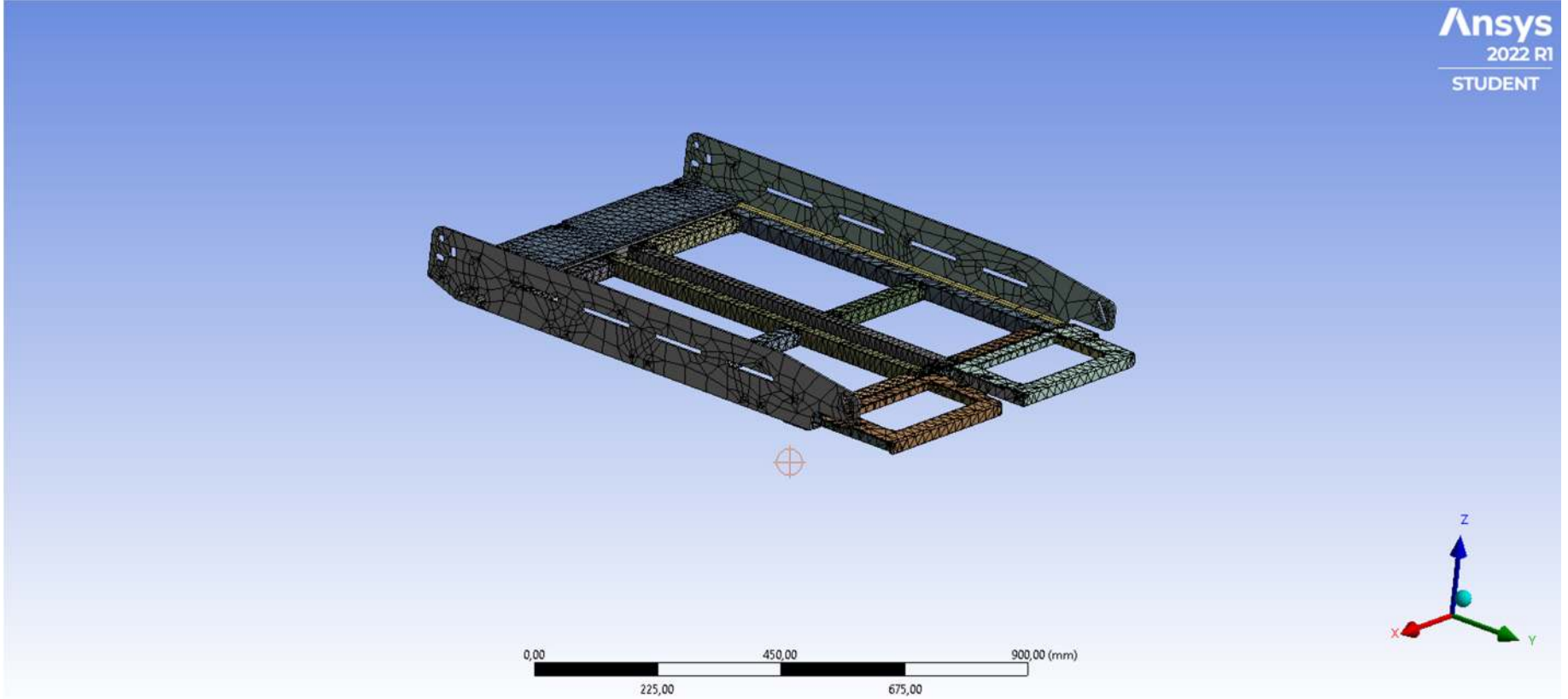
Malzeme Mekanik Özellikleri	St37 S235JR	St52 S355JR
Akma Dayanımı (MPa)	235	282
Çekme Dayanımı (MPa)	360	400
Elastisite Modülü (GPa)	210	210
Kayma Modülü (GPa)	79	79
Poisson rate	0,28	0,28
Yoğunluk (g/cm ³)	7,80	7,80

Engelli lifti analiz hesaplamaları St52 malzemesinin özellikleri ve 1mm, 2mm ve 3mm profil kalınlığı dikkate alınarak yapılmıştır. Şekil 8.2’de platformun CAD modeli; Şekil 8.3’de ise kullanılan mesh örgüsü görülmektedir.



Şekil 8.2: Platform CAD Modeli.

Basitleştirilmiş 3B model, ANSYS aracılığıyla sonlu elemanlar programı ile yapısal analiz için kullanılmıştır. Meshin amacı karmaşık bir hacmi, simülasyonunun devam edeceği kadar küçük parçalara ayırmaktır. Doğru çözümler üretmek için hücre türüne, hücre sayısına ve hesaplama süresine dikkat edilmiştir. Geometriyi birleştirmek için dört yüzlü-kuadratik ve altı yüzlü-kuadratik elemanlar kullanılmıştır. Platformda 76628 eleman ve 123457 düğüm noktası bulunmaktadır. Ortalama ağ kalitesi 0.76'dır. Platformun basitleştirilmiş 3B modelinin ağ görünümü Şekil 8.3'te gösterilmiştir.



Şekil 8.3: Platform Mesh gösterimi.

8.2 1 mm Profil Analiz Gösterimleri

Şekil 8.4’de 1 mm profil kalınlığına sahip engelli lifti platformunun toplam deformasyon değerleri gösterilmiştir. Buna göre maksimum deformasyon değeri 1,7514 mm olarak tespit edilmiştir.

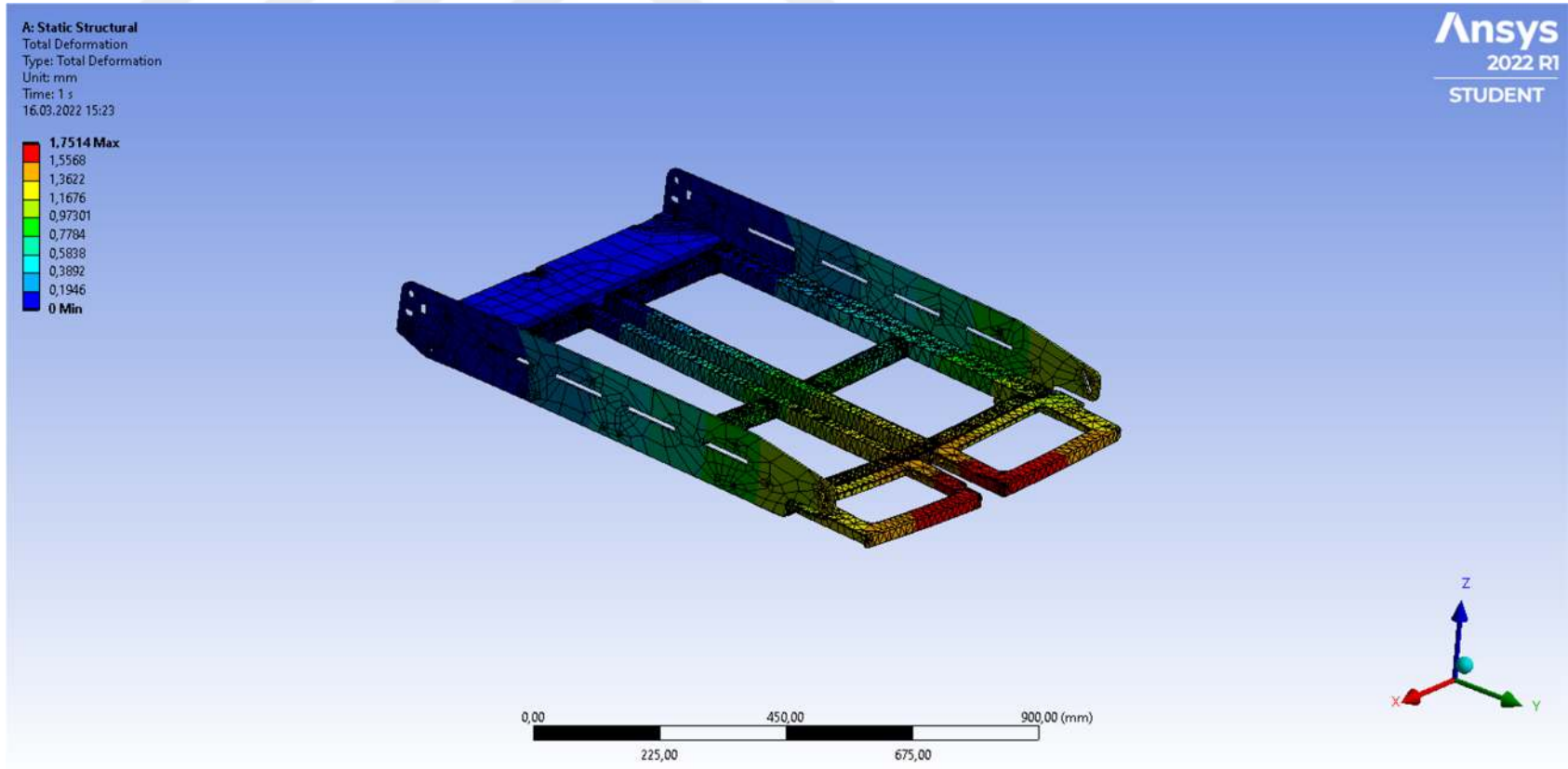
Şekil 8.5’de 1 mm profil kalınlığına sahip engelli lifti platformunun eşdeğer (von-Mises) gerilim değerleri gösterilmiştir. Buna göre maksimum von-Mises gerilim değeri 326,08 MPa olarak tespit edilmiştir. Seçtiğimiz St52 malzemesinin akma dayanımı 282 MPa olduğu dikkate alındığında 1 mm profil kalınlığının dizayn için uygun olmadığı açıktır.

Şekil 8.6’da görüldüğü üzere 1 mm profil kalınlığına sahip engelli lifti platformunun yorulma ömrü değeri gösterilmiştir. Minumum kullanım süresi değeri 5048,8 tekrardır ve bu değer oldukça düşüktür.

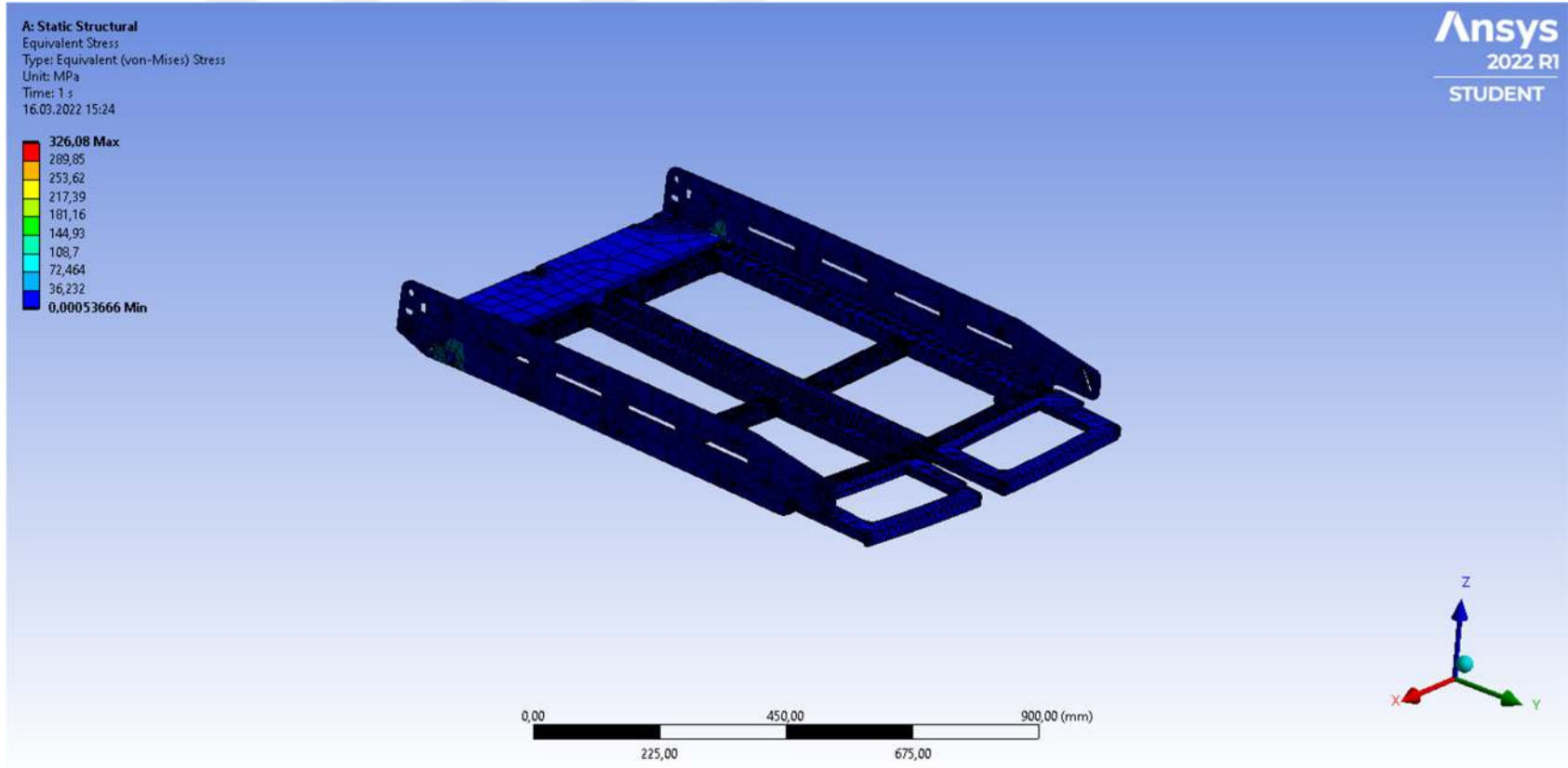
Şekil 8.7’de 1 mm profil kalınlığına sahip engelli lifti platformunun maksimum hasar değerleri gösterilmiştir. Şekil yardımı ile hasar değerinin 1,9666 olduğu görülmekte.

Tüm tasarım kriterleri arasında güvenlik en önemlisiydi. Tüm ana yapısal bileşenler ve hareketli parçalar, malzemenin nihai mukavemetine dayalı olarak minimum altı güvenlik faktörü ile tasarlanmıştır. Korkuluklar, katlanır uç plakası, köprü plakası ve yan etekler ek güvenlik özellikleridir.

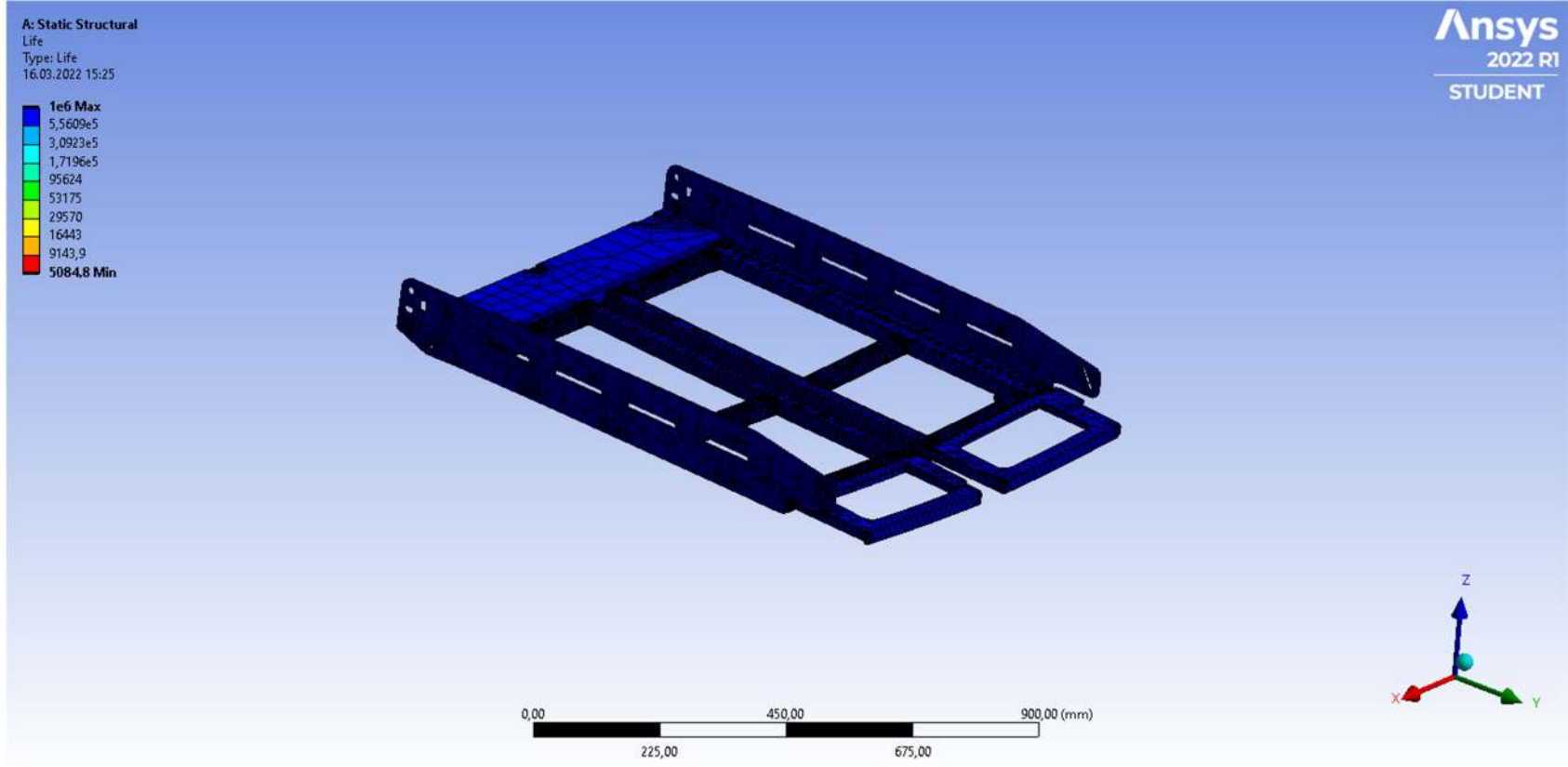
Şekil 8.8’de 1 mm profil kalınlığına sahip engelli lifti platformunun güvenlik faktörü değeri gösterilmiştir. Şekilden anlaşıldığı üzere minumum güvenlik faktörü değeri 0,86362’dir.



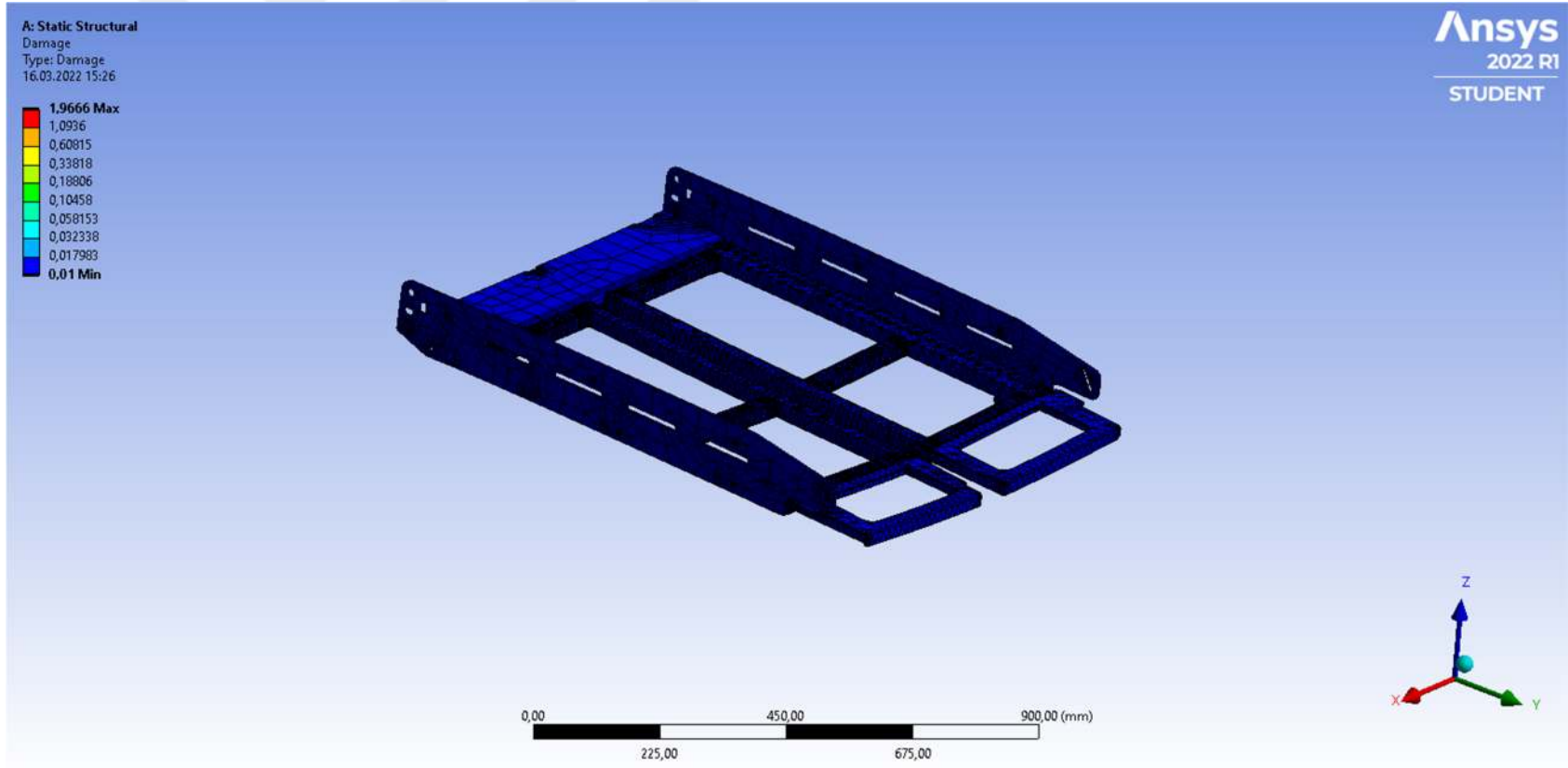
Şekil 8.4: 1 mm profil – toplam deformasyon.



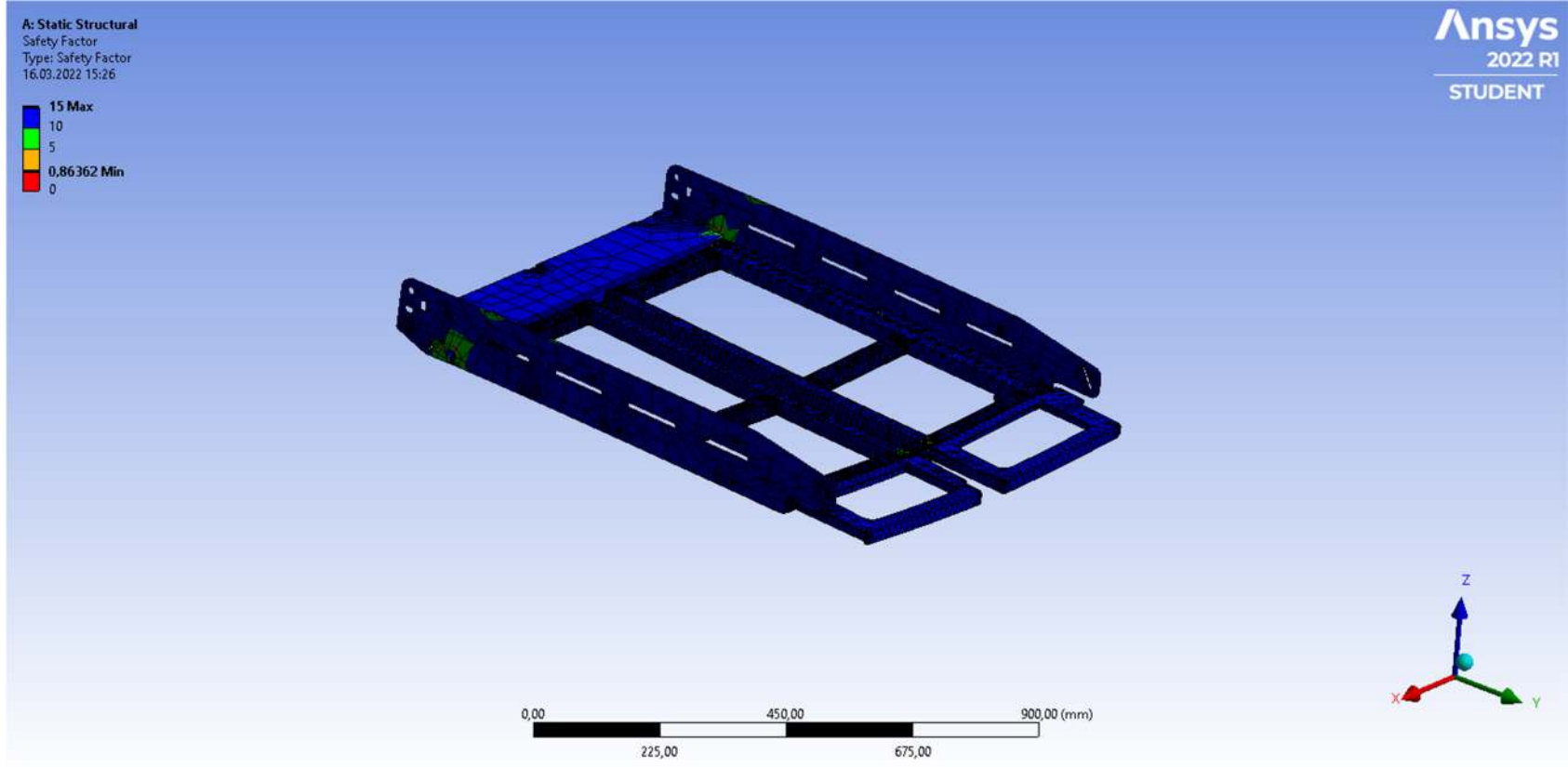
Şekil 8.5: 1 mm profil – von-Mises gerilimi.



Şekil 8.6: 1 mm profil – kullanım süresi tekrarı.



Şekil 8.7: 1 mm profil – hasar.



Şekil 8.8: 1 mm profil – güvenlik faktörü

8.3 2 mm Profil Analiz Gösterimleri

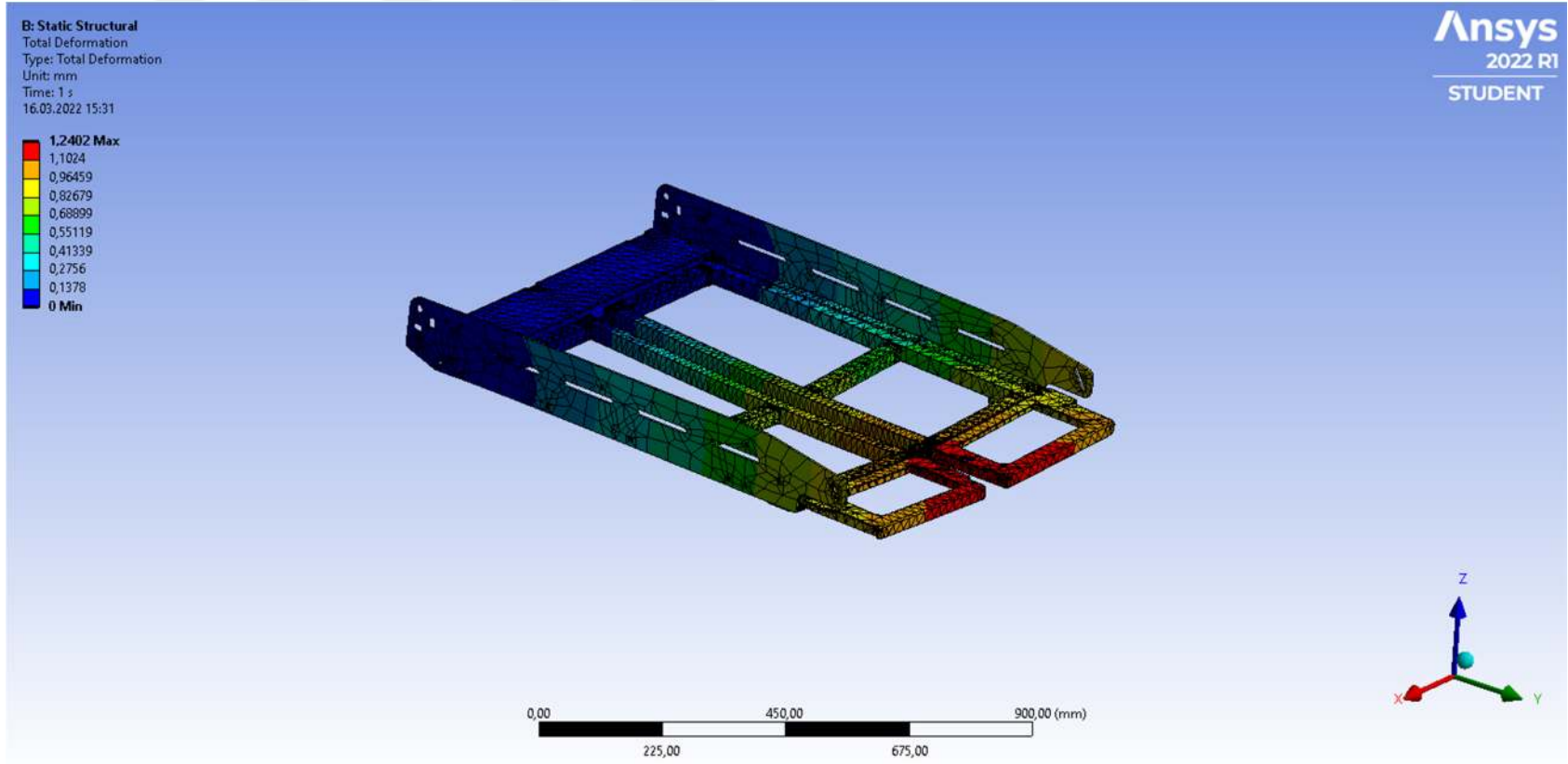
Şekil 8.9’da 2 mm profil kalınlığına sahip engelli lifti platformunun toplam deformasyon değerleri gösterilmiştir. Buna göre maksimum deformasyon değeri 1,2402 mm olarak tespit edilmiştir.

Şekil 8.10’da 2 mm profil kalınlığına sahip engelli lifti platformunun von-Mises gerilim değerleri gösterilmiştir. Buna göre maksimum von-Mises gerilim değeri 241,56 MPa olduğu görülmüştür. Seçtiğimiz St52 malzemesinin akma dayanımı 282 MPa olup 2 mm profil kalınlığının uygun olduğu söylenebilir.

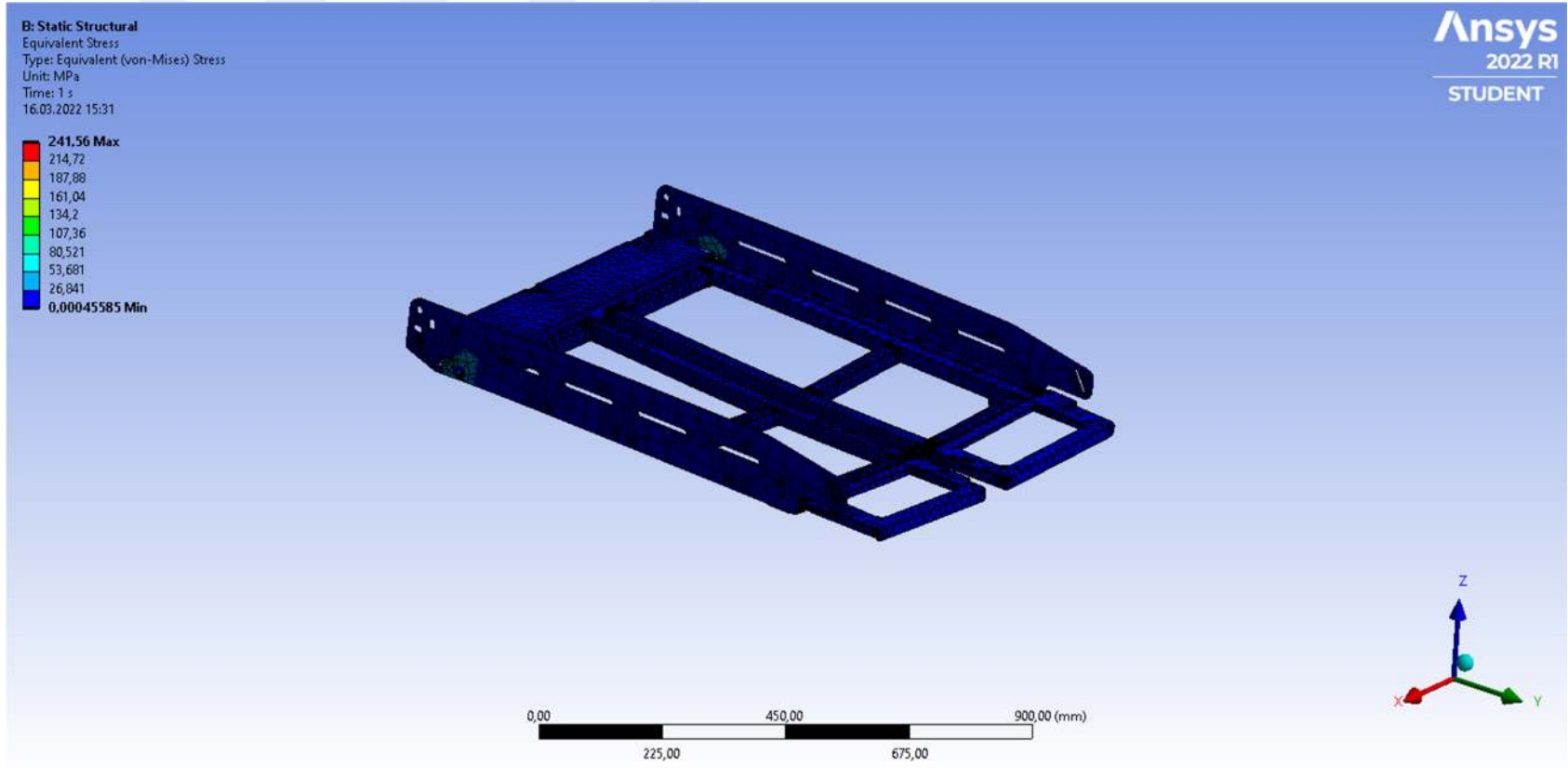
Şekil 8.11 yardımı ile 2 mm profil kalınlığına sahip engelli lifti platformunun minimum kullanım süresi değerinin 13207 olduğunu görmekteyiz.

Şekil 8.12 yardımı ile 2 mm profil kalınlığına sahip engelli lifti platformunun maksimum hasar değerinin 0,75716 olduğu görülmektedir.

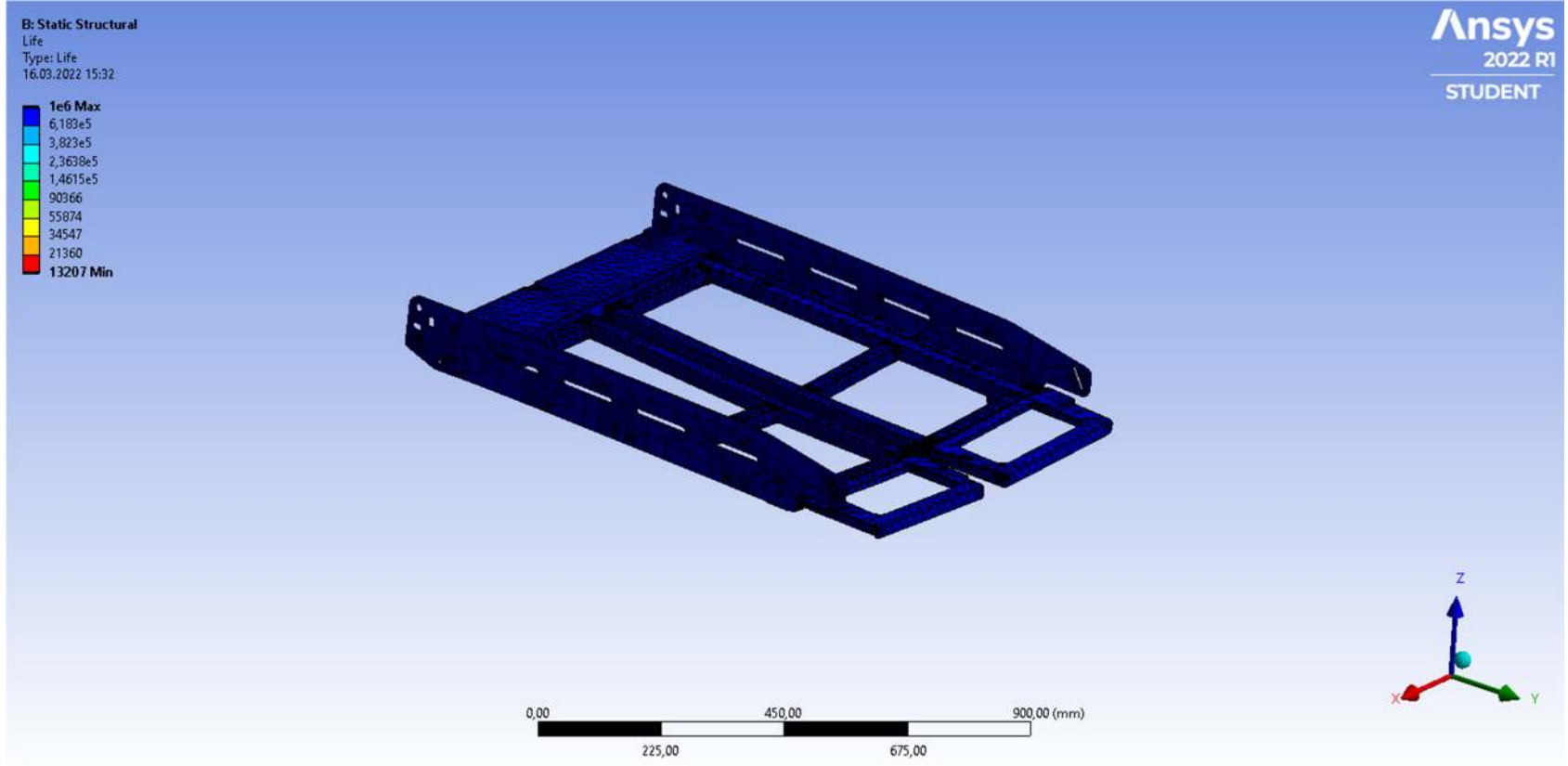
Son olarak Şekil 8.13 yardımı ile 2 mm profil kalınlığına sahip engelli lifti platformunun minimum güvenlik faktörü değerinin 1,1658 olduğu görülmektedir.



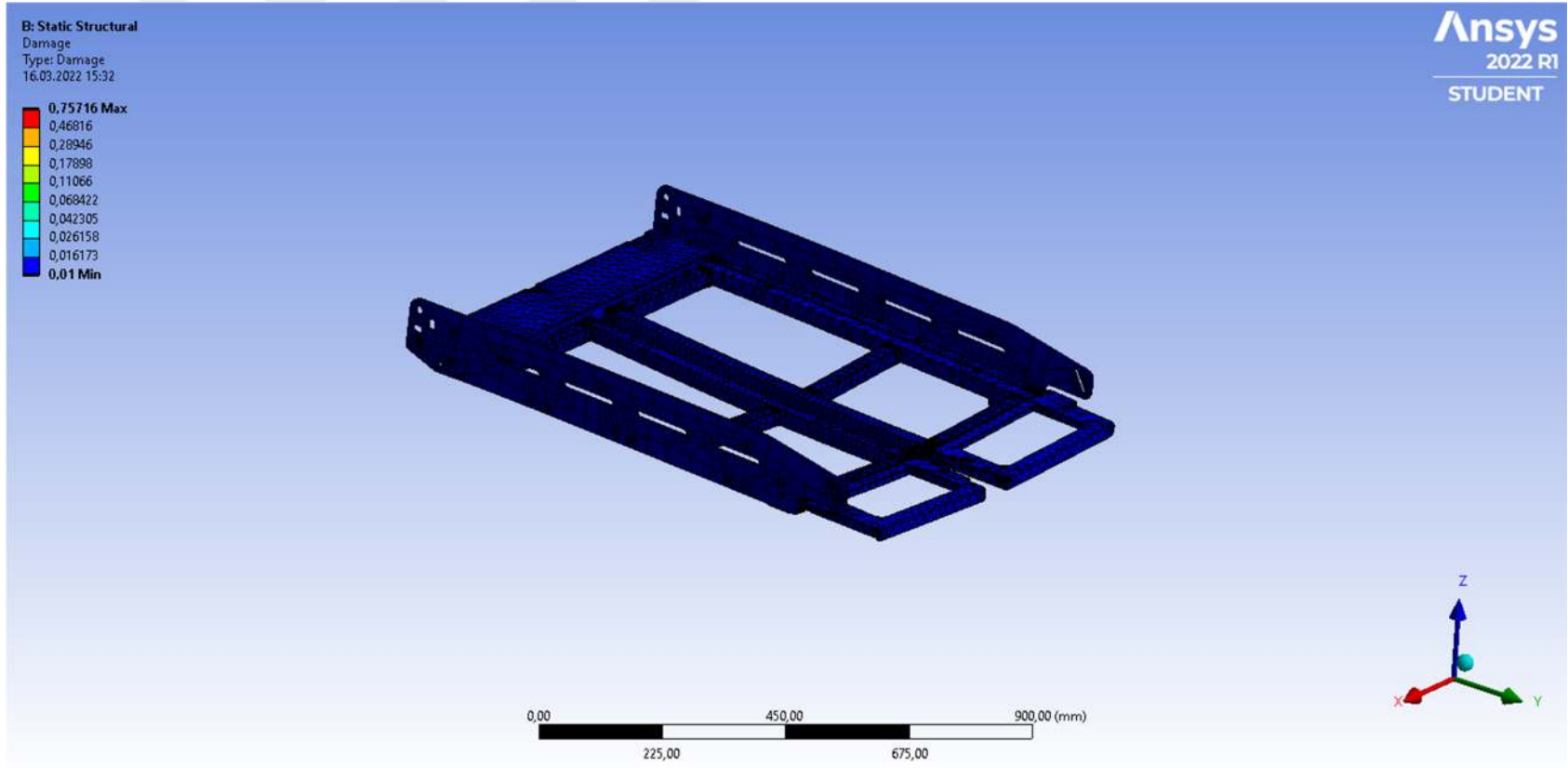
Şekil 8.9: 2 mm profil – toplam deformasyon.



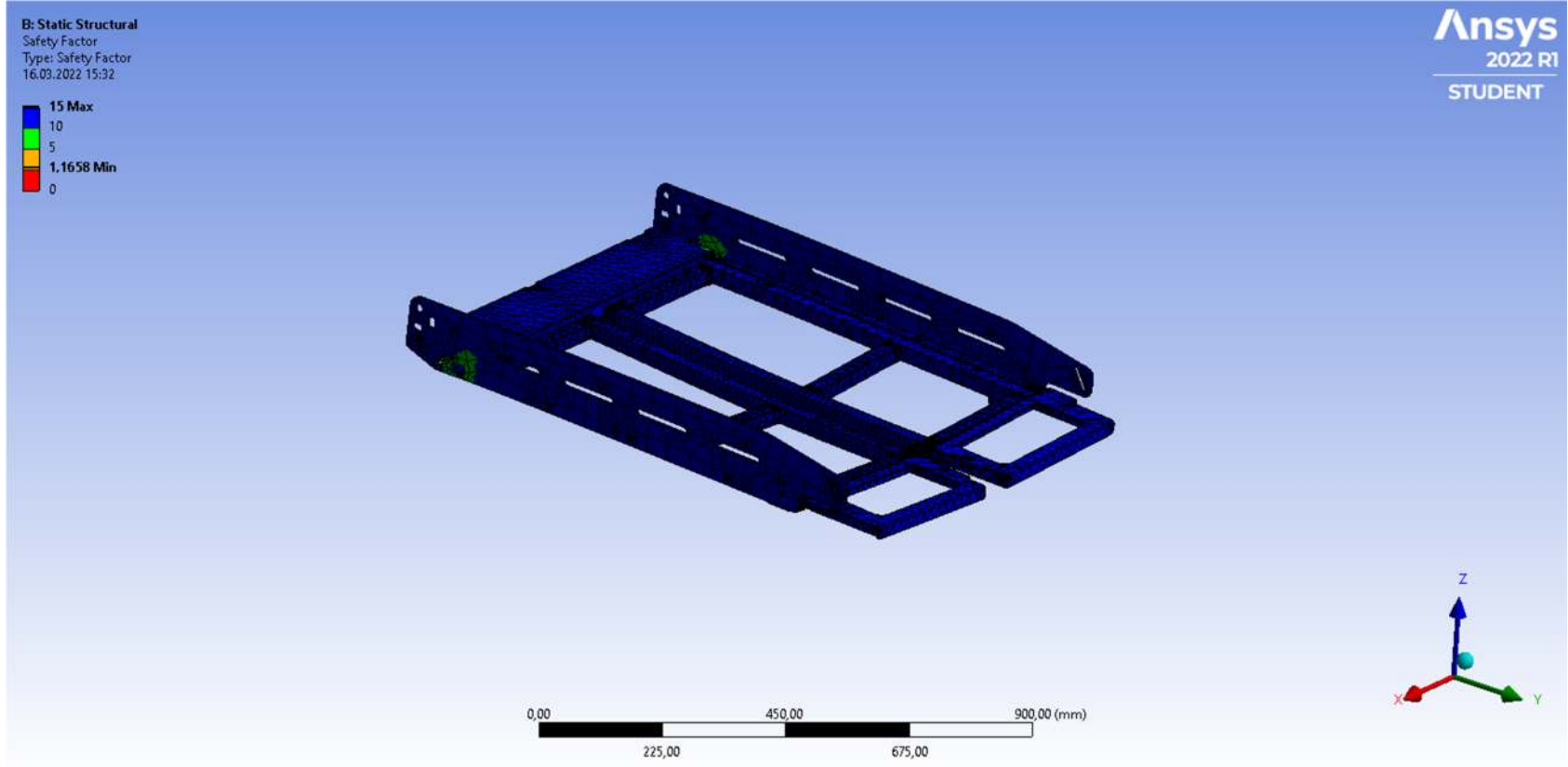
Şekil 8.10: 2 mm profil von-Mises gerilimi.



Şekil 8.11: 2 mm profil – kullanım süresi tekrarı.



Şekil 8.12: 2 mm profil – hasar.



Şekil 8.13: 2 mm profil – güvenlik faktörü değeri.

8.4 3 mm Profil Analiz Gösterimleri

Şekil 8.14’de 3 mm profil kalınlığına sahip engelli lifti platformunun toplam deformasyon değerleri gösterilmiştir. Buna göre maksimum deformasyon değeri 1,2001 mm olduğu görülmektedir.

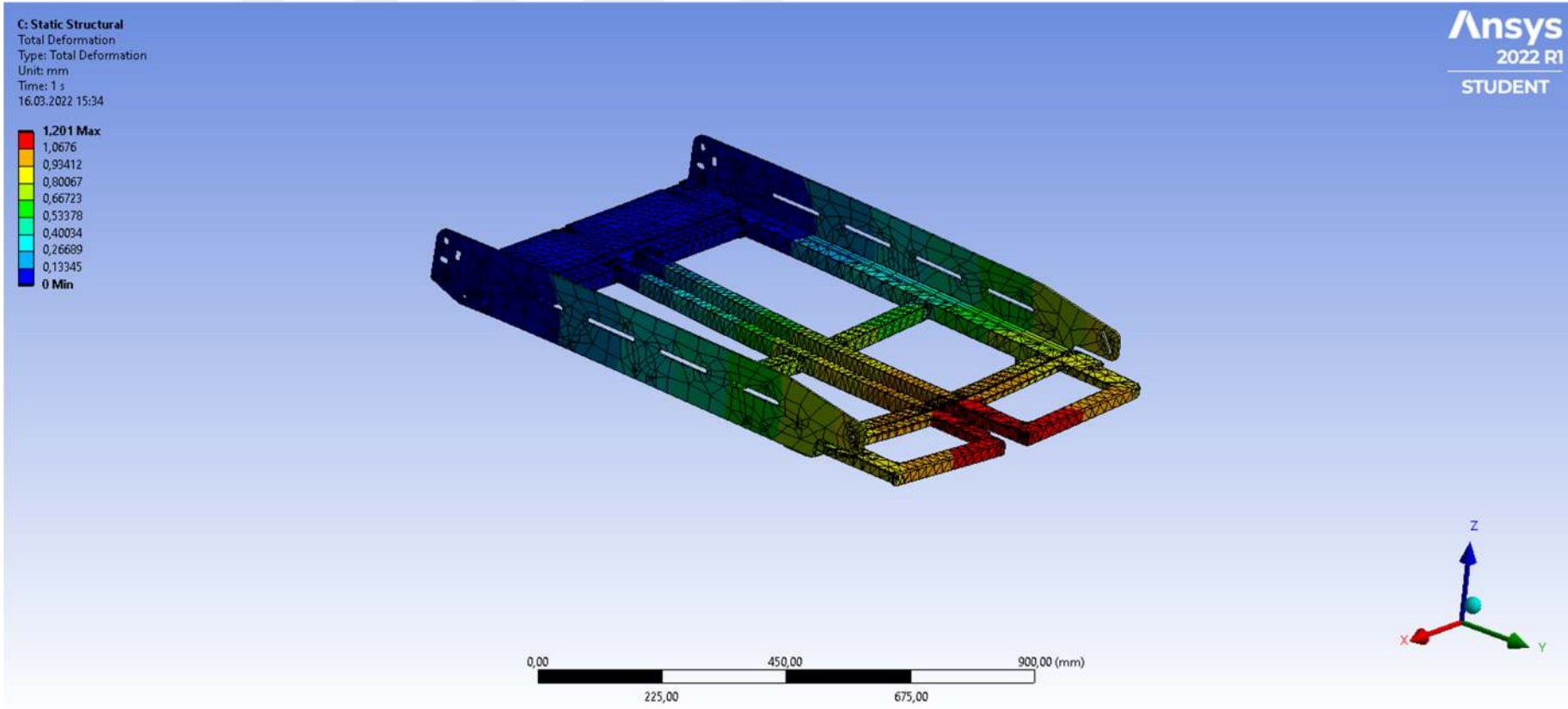
Şekil 8.15’de 3 mm profil kalınlığına sahip engelli lifti platformunun von-Mises gerilim değerleri gösterilmiştir. Buna göre maksimum von-Mises gerilim değeri 204,93 MPa olarak tespit edilmiştir. Seçtiğimiz St52 malzemesinin akma dayanımı 282 MPa olduğu dikkate alındığında 3 mm platform kalınlığının dizayn açısından uygun olduğu rahatlıkla ifade edilebilir.

Şekil 8.16 yardımı ile 3 mm profil kalınlığına sahip engelli lifti platformunun minimum kullanım süresi değerinin 23445 tekrar olduğu anlaşılmaktadır.

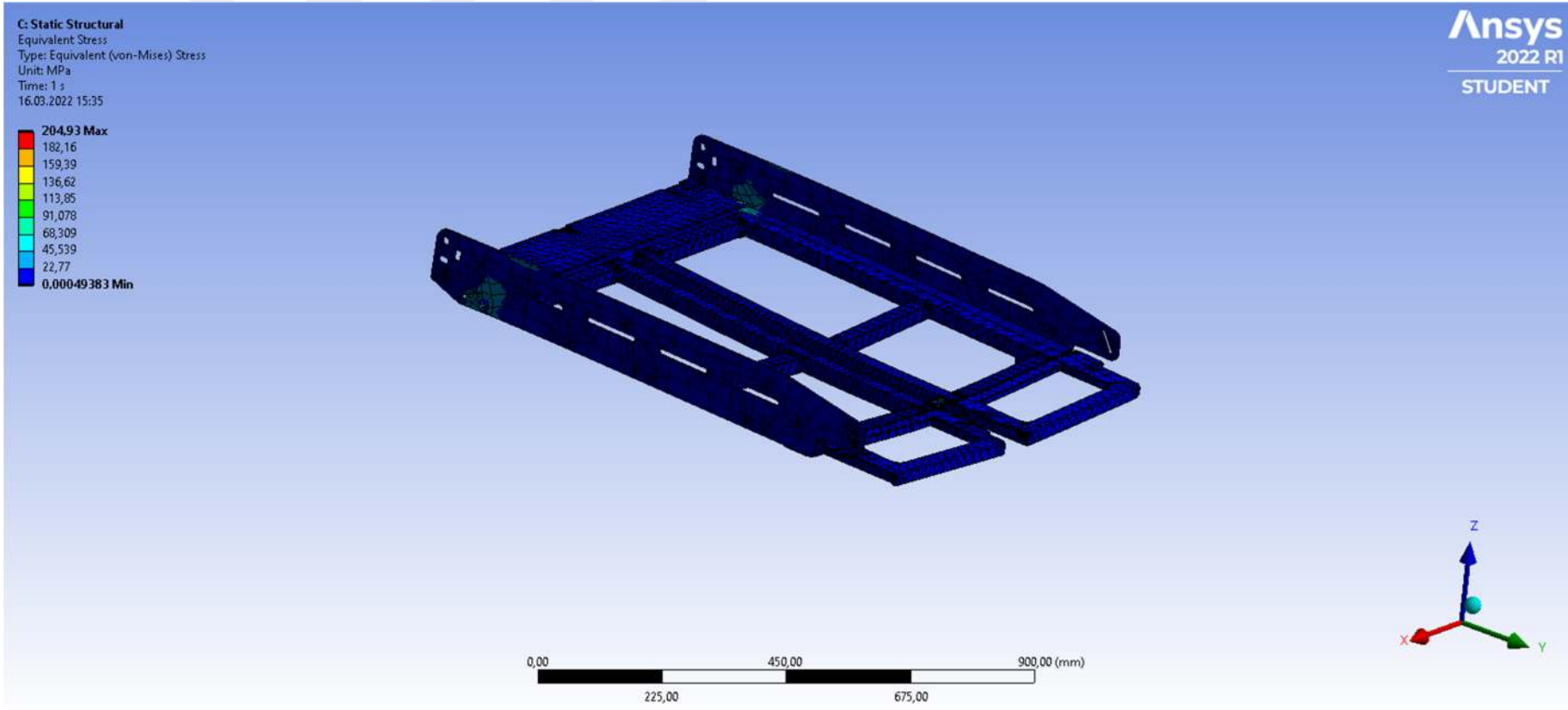
Şekil 8.17 yardımı ile 3 mm profil kalınlığına sahip engelli lifti platformunun maksimum hasar değerinin 0,34122 olduğu görülmektedir.

Son olarak Şekil 8.18 yardımı ile 3 mm profil kalınlığına sahip engelli lifti platformunun minimum güvenlik faktörü değerinin 1,3742 olduğu görülmektedir.

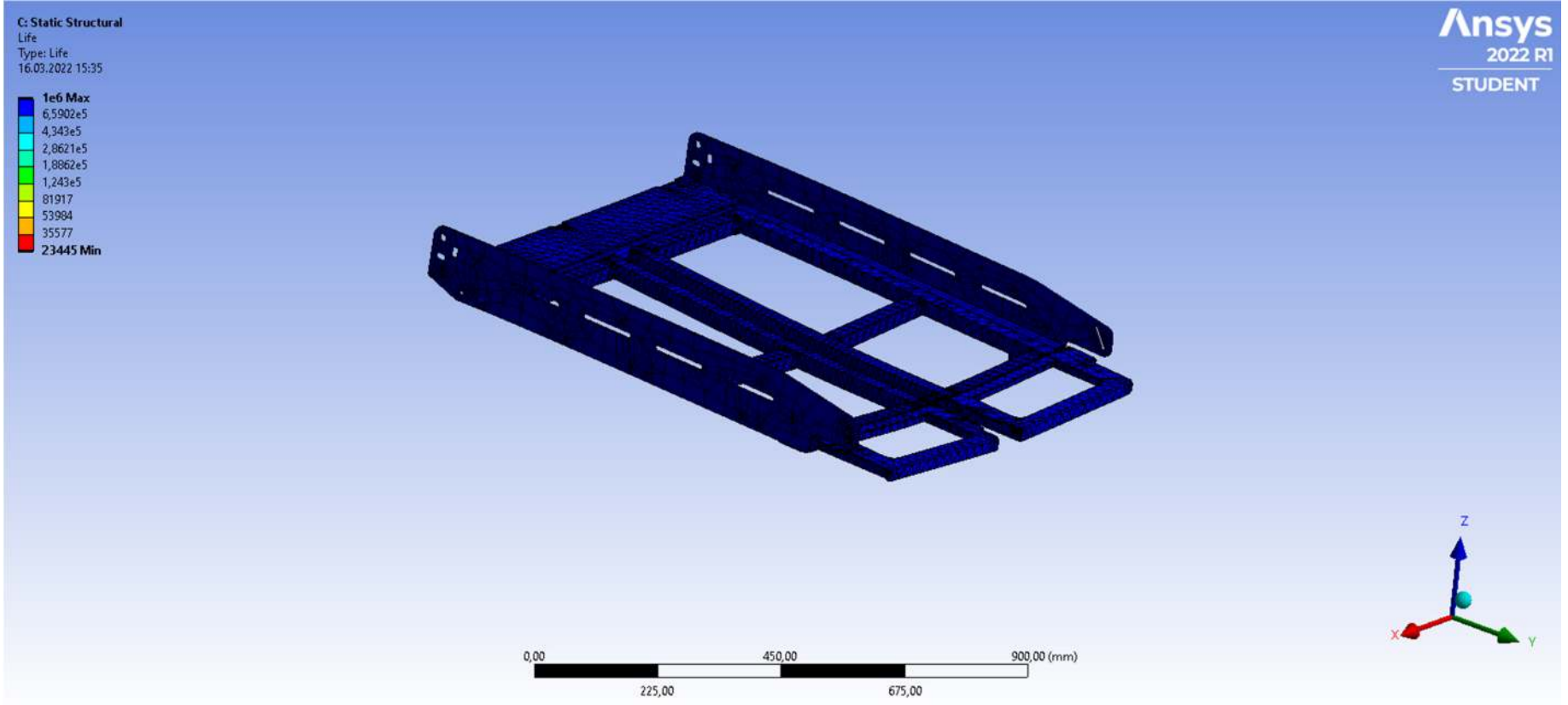
Yapılan analiz sonucunda çıkan değerler Çizelge 9.1’de gösterilmiştir.



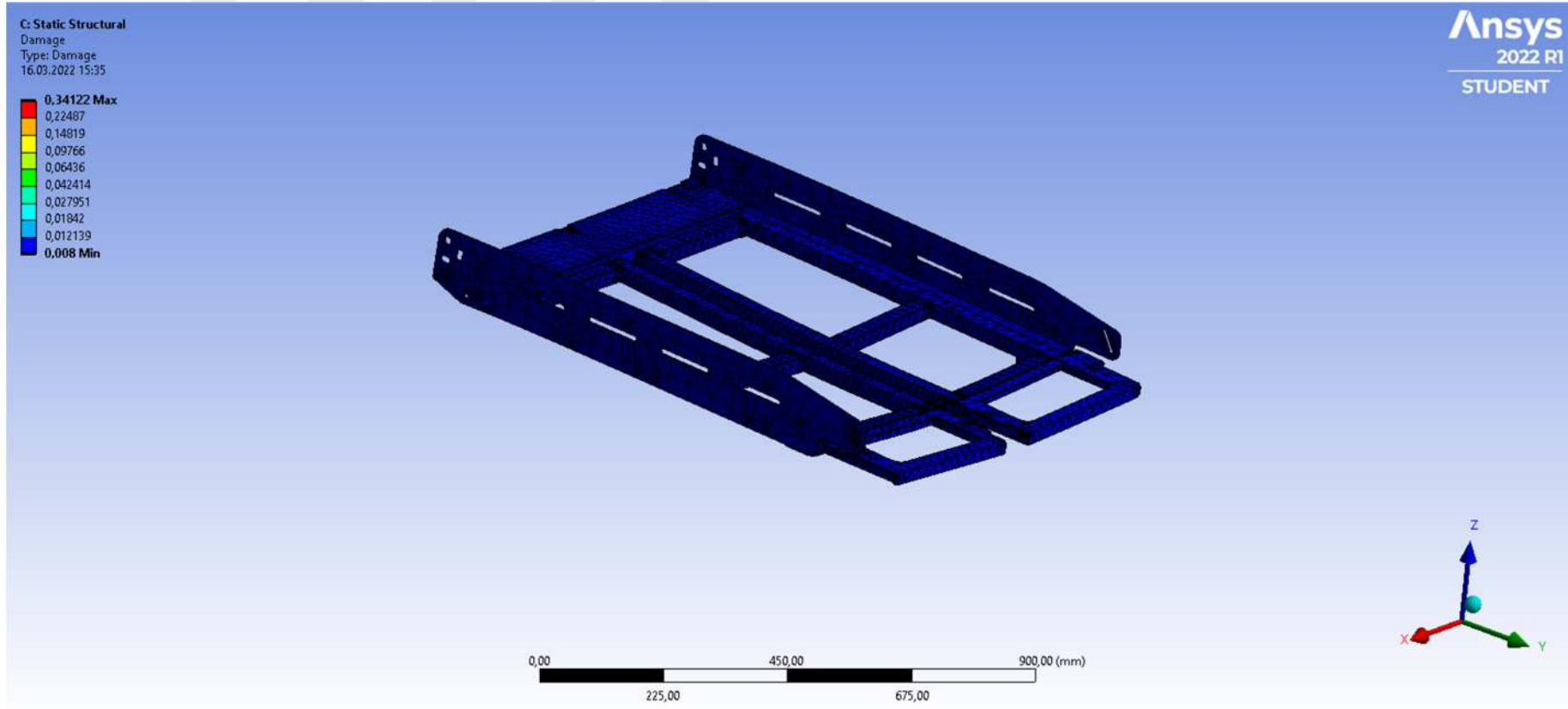
Şekil 8.14: 3 mm profil – toplam deformasyon.



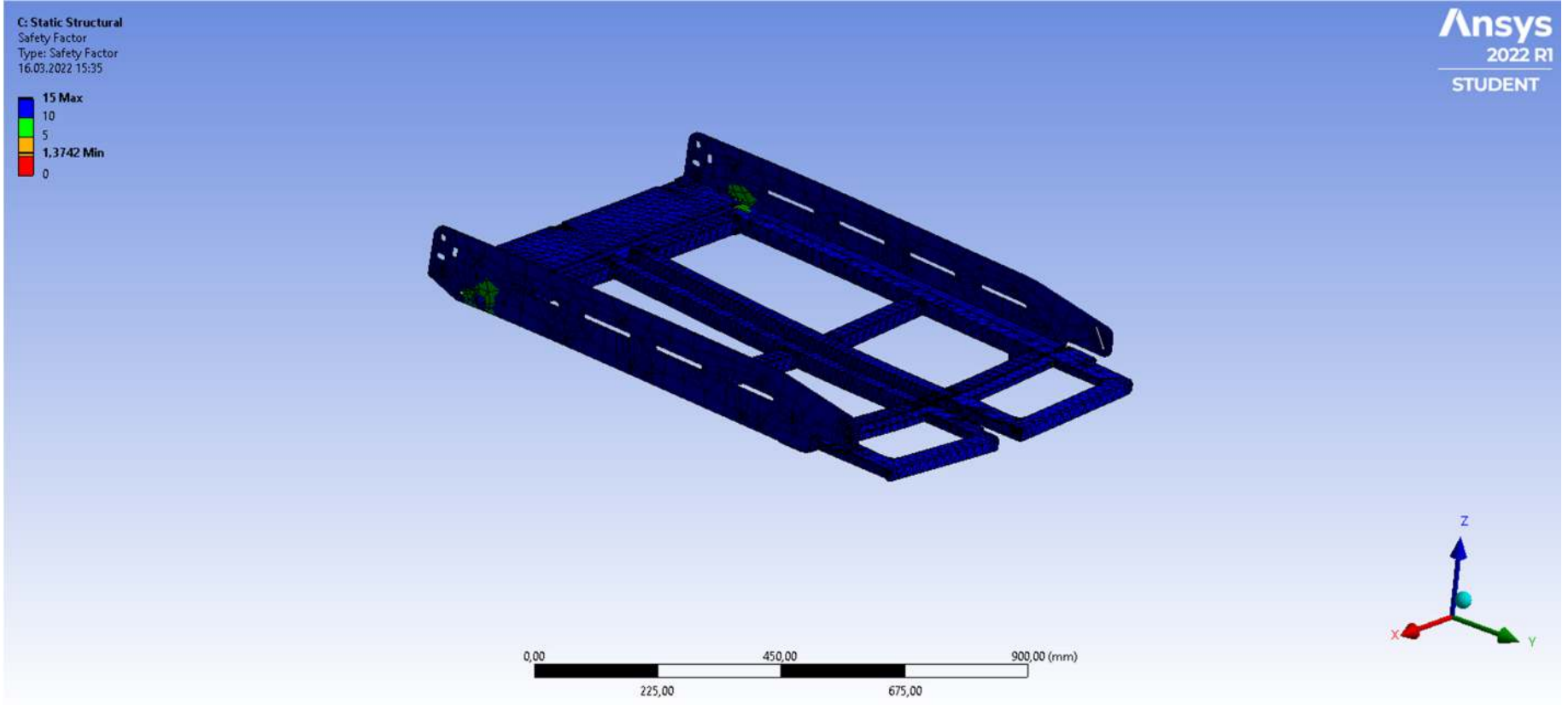
Şekil 8.15: 3 mm profil - von-Mises gerilimi.



Şekil 8.16: 3 mm profil – kullanım süresi tekrarı.



Şekil 8.17: 3 mm profil – hasar.



Şekil 8.18: 3 mm profil – güvenlik faktörü.

9. SONUÇLAR

Çizelge 9.1: Ansys değerler çizelgesi.

30 x 30 Profil	1 mm Profil	2 mm Profil	3 mm Profil
Maksimum Toplam Deformasyon Değeri (mm)	1,7514	1,2402	1,2001
Maksimum Von-Mises Gerilim Değeri (MPa)	326,08	241,56	204,93
Minumum Kullanım Süresi (çevrim)	5048,8	13207	23445
Maksimum Hasar Değeri	1,9666	0,75716	0,34122
Minimum Güvenlik Faktörü Değeri	0,86362	1,1658	1,3742
Platform Ağırlıkları (kg)	15	18	21

Bu çalışma kapsamında tasarlanan engelli lifti platformunun tüm alternatif modeller için profil kalınlıklarına göre toplam deformasyon değeri, von-Mises gerilim değeri, kullanım süresi, hasar değeri, güvenlik faktörü ve ayrıca ağırlığı incelenmiştir. Önceki bölümdeki değerlere dayanarak aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir.

- Engelli lifti platformunun profil kalınlıklarındaki değişim bize kullanım sürelerinde değişikliğe sebep olmuştur. 2 mm profilde kullanım süresi 13207 tekrar ederken, 3 mm profilde 23445 tekrar sağlamıştır.
- Yapılan analiz sonuçlarında uygun platform modeli olarak 2mm ve 3mm profil kalınlıkları seçilebilir düzeydedir. Lift araç üstü ekipman olduğu için ağırlığın düşük olması her zaman tercih sebebidir. Ancak bazı özel durumlarda araç sadece engellilerin taşınması için özel olarak

tasarlanmışsa bu durumda ağırlığın önemi çok büyük olmadığı için 3 mm profil kalınlığı kullanılması daha uygundur

- 1 mm profile bakıldığı zaman maksimum eşdeğer gerilme değerinin 326,08 MPa olduğu görülmektedir. Kullanılan malzemenin (St 52) akma dayanımı ise 282 MPa dır. Bu değerlere bakılarak güvenlik faktörünün 1 değerinden küçük olması nedeniyle 1 mm profil kalınlığına sahip platformun uygun olmadığı tespit edilmiştir.
- Profillerin kalınlıklarındaki değişimin çevrim değerlerinde önemli ölçüde etkilediği sonuçlarda gösterilmiştir.
- Modellerin hem kullanım süresi hem de ağırlıkları karşılaştırıldığında, bu çalışmada profil kalınlıklarına bağlı olarak kullanılan yöntemin profil mukavemetinde önemli bir rol oynadığı açıktır.

KAYNAKLAR

- [1] **Birleşmiş Milletler İnsan Hakları Komisyonu.** (1948). İnsan Hakları Evrensel Bildirgesi. (pp. 1-4).
- [2] **Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK).** (2021). Engelli ve Yaşlı Bülteni. (pp. 15 – 17)
- [3] **Toptaş, O.** (2010). *Bir dış mekân elektronik cihaz kabininin yapısal analizi ve iyileştirilmesi.* (Yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [4] **Erkul, S, Balci, S.** (2020). Structural Strengthening of Second Row Passenger Seat Frame Developed for M1 Category Vehicles. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering, Vol. 25, No. 2, 2020.*
- [5] **Thomas, M., Bhatkar, A., Nair, A., Biju, B., Shetty, A.** (2019). Design and Analysis of the Frame of Smart Wheelchair. *International Conference on Nascent Technologies in the Engineering Field (ICNTE).*
- [6] **Ahmad, F., Chandra Sati M., Singh Shahi M., Chauhan A.** (2021). Vibration Characteristic Based Material Optimization of an Automated Wheelchair. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.*
- [7] **Kasi Vrao P.** (2018). Design of Stair-Climbing Wheelchair using Tri-Wheel Mechanism. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development, Vol. 8, No. 4, 685-694.*
- [8] **Sankarlal R. L, Duraimurugan P, Karthikeyan. G., Seshubabu K.** (2021). Design and Analysis of Wheelchair Ramp in Government Buses. *International Journal of Mechanical Engineering, Vol. 6, No. 3, 1535-1538.*
- [9] **Wan Mohamed W. M., Afiq Ahmad M.** (2020). Structural Analysis of Bus Lifting Mechanism for Transportation of Wheelchair and Physical Disabled People into Buses. *Advances in Transportation and Logistics Research, Global Research on Sustainable Transport & Logistics (GROSTLOG 2020) Proceedings Book, pp. 942-948.*
- [10] **Uludamar E.** (2019). *Design and Finite Element Analysis of a Foldable and Single-Arm Wheelchair Lift for M-Class Vehicles.* Çukurova Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 34(1), 33-42.
- [11] **Yoshinobu Araki S., Florentino P., Saito M., Hernandes M., Bock E., Fuentes L., Fujita I., Lima Stoeterau R., Martins D., Celso Fonseca de Arruda A.** (2017). Computational modelling of an Automatic Wheelchair Lift System for Assistive Technology. 2017 3rd International Conference on Control, Automation and Robotics (ICCAR), Nagoya, Japan, pp. 448-452.
- [12] **Biçer S. G.** (2019). *Research and Development of Disabled Lift for M Type Transportation Vehicles.* (Yüksek lisans tezi). Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi.

- [13] **Johnson B. W., Aylor J. H.** (1985). Dynamic Modeling of an Electric Wheelchair. in *IEEE Transactions on Industry Applicatios*, vol. *IA-21*, no. *5*, pp. *1284-1293*.
- [14] **Yılmazçoban İ. K.** (2009). *Engelli Araçlarının Sonlu Elemanlar Metodu Yardımı ile Çevresel Şartlara Uygunluğunun İncelenmesi*. (Doktora Tezi). Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği ABD, Sakarya.
- [15] **Shi Y., Lee I. T., Afsar A. M., Song J. I.** (2009). Development and Performance Analysis of an Automotive Power Seat for Disabled Persons. *International Journal of Automotive Technology*, vol. *10*, pp. *481-488*.
- [16] **Url-1**
<<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=12907&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>>, erişim tarihi 03.03.2009.
- [17] **Url-2**
<<https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073090118111083075116120121073076122>>, erişim tarihi 13.01.2021.
- [18] **Url-3**
< <https://www.mercedes-benz.co.uk/vans/en/vito-tourer/technical-data>>, erişim tarihi 2004-2022.
- [19] **Yalvaç G., Dülger Z.** Kaset Tip Engelli Lifti Mini Hidrolik Güç Ünitesi Tasarımı ve Teorik ile Deneysel Sonuçlarının Karşılaştırılması. *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi (2021) Cilt4 Sayı2*. 50-60.
- [20] **Url-4.**
<<https://www.kastas.com.tr/hidrolik-teknik-bilgiler/hidrolik-silindir-tasarimi>> erişim tarihi 13.01.2021.
- [21] **Url-5**
<<https://www.qcssproducts.com/info/jic-37-flare-sae-j51422465604.html>> erişim tarihi 13.02.2021.
- [22] **Url-6**
<<https://www.hidroman.com.tr/icerik/hidrolik-baglanti-rakorlari> -ve- [rakor-cesitleri](#)> erişim tarihi. 10.08.2021.
- [23] **Ansys** (Student Version, 2020 R2) [Computer software]
- [24] **Catia V5** [Computer software]
- [25] **FluidSIM** [Computer software]
- [26] **Proteus 8** [Computer software]

EKLER

EK A: Üretimi bitmiş lift fotoğrafları



EK A



Şekil A. 1: Lift Zeminde Fotoğrafları



Şekil A. 2: Lift Ortada Fotoğrafları



Şekil A. 3: Lift Kapalı Fotoğrafları

ÖZGEÇMİŞ

TARANMIŞ
VESİKALIK
FOTOĞRAF

Ad-Soyad : Hasan Tatoğlu

Doğum Tarihi ve Yeri

E-posta

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2015, İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü.

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Araştırma Görevlisi (2016 – 2017) (13 Ay)
- Alar Makine Hidrolik Lift Sistemleri Limited Şirketi (2017- aktif)