



YAŞLI VE ENGELLİLER İÇİN MERDİVEN ASANSÖRÜ GELİŞTİRME

Ferhat BOZBUĞA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENDÜSTRİYEL TASARIM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HAZİRAN 2018

Ferhat BOZBUĞA tarafından hazırlanan “YAŞLI VE ENGELLİLER İÇİN MERDİVEN ASANSÖRÜ GELİŞTİRME” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. H. Rıza BÖRKLÜ

Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Doç. Dr. Hüdayim BAŞAK

Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Dr. Öğr. Üy. İhsan TOKTAŞ

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 27/06/2018

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ferhat BOZBUĞA

27/06/2018

YAŞLI VE ENGELLİLER İÇİN MERDİVEN ASANSÖRÜ GELİŞTİRME
(Yüksek Lisans Tezi)

Ferhat BOZBUĞA

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2018

ÖZET

Toplumu oluşturan tüm bireylerin her türlü fırsat ve imkânlardan eşit derecede faydalanmaları gerekir. Bu konu, hem ulusal hem de uluslararası çeşitli hak ve yasalarca da güvence altına alınmıştır. Son yasal düzenlemelere göre 2012 yılından itibaren ülkemizdeki tüm genel/kamu binaları, ortak alanlar/yapılar vb. yerlerde ortopedik/diğer engellilerin ulaşımını mümkün kılacak altyapı ve imkânların olması gerekir. Yukarıdaki tespitlerden hareketle bu tez ‘Yaşlı ve Engelliler için Merdiven Asansörü Geliştirme’ amaçlı bir araştırmayı içermektedir. Burada yapılan çalışmalara benzer asansör sistemleri gelişmiş ve sanayileşmiş ülkelerde üretilmekle birlikte bu konu ülkemiz için bir ilktir. Geliştirilen sistem hem yaşlı hem de engellilerin ihtiyaçlarını karşılayacak özellikler taşımaktadır. Ayrıca bu sistem; ergonomik ve katlanabilir koltuk, kolluk, emniyet kemeri vb. mevcut benzer sistemlerde olmayan bazı yenilikleri de içermektedir. Tez kapsamında yapılan merdiven asansörü tasarımı ve geliştirilmesinde Pahl Beitz’in sistematik tasarım yaklaşımı yanında TRIZ (Yaratıcı Problem Çözme Teorisi) ve QFD (Kaliteli Fonksiyon Yayılımı) gibi etkin yöntemler de kullanılmıştır. Ayrıca bu tez bir SANTEZ projesi kapsamında ve HAS Asansör Firması ile müşterek yürütülen çalışmaları da içermektedir. Kavramsal ve şekillendirme tasarımları yapılan sistemlerin CAD modelleri hazırlanmış, hareket simülasyonları ve dayanım hesap ve analizleri yapılmış, imalat resimleri çizilmiş, prototip bir sistem imal edilmiş, çalıştırılmış ve yapılan testlerden olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Tez kapsamında yapılan çalışmalar bu tür bir sistemin yerli ve milli imkânlar ile üretilebileceğini göstermiştir.

Bilim Kodu : 91439
Anahtar Kelimeler : Kavramsal Tasarım, Yaşlı ve Engelliler İçin Tasarım, Sistematik Yaklaşım, Merdiven Asansörü, Şekillendirme Tasarımı
Sayfa Adedi : 102
Danışman : Prof. Dr. Hüseyin Rıza BÖRKLÜ

A NOVAL CONCEPTUAL DESIGN OF A STAIRLIFT FOR ELDERLY AND
DISABLED PEOPLE

(M. Sc. Thesis)

Ferhat BOZBUĞA

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June 2018

ABSTRACT

All the individuals who make the society must benefit from all kinds of facilities and resources on equal terms. This issue is guaranteed both by national and international rights and laws. According to the latest legal regulations, all general / public buildings, common areas / structures and similar places in our country, it is necessary to have the infrastructure and facilities to enable the transportation of orthopedic / other disabilities since 2012. Based on the above findings, this thesis contains a research aimed at 'Developing a Stairlift for the Elderly and the Disabled'. The elevator systems similar to those used in this study are produced in developed and industrialized countries, but this is an issue for our country. The developed system has features that meet the needs of both the elderly and the disabled. This system also includes some innovations that are not available in existing systems such as ergonomic and foldable seats, armrests, seat belts etc. Pahl Beitz's systematic design approach and effective methods such as TRIZ (Creative Problem Solving Theory) and QFD (Quality Function Deployment) have also been used in the design and development of stair lifts made within the scope of the thesis. This thesis also includes jointly conducted studies with HAS Elevator Company within the scope of a SANTEZ project. CAD models were prepared for conceptual and embodiment designs, motion simulations and strength calculations and analyses were made, manufacturing drawings were drawn, a prototype system was constructed, operated and tests were performed and positive results were obtained. The studies carried out within the scope of the thesis have shown that such a system can be produced with domestic and national facilities.

Science Code : 91439
Key Words : Conceptual Design, Design for Elderly and Disabled People,
Systematic Approach, Stair Lift, Embodiment Design
Page Number : 102
Supervisor : Prof. Hüseyin Rıza BÖRKLÜ

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarımnda, çalışmalarımın yürütülmesi ve sonuçlandırılmasında benden desteğini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. H. Rıza BÖRKLÜ'ye, bilhassa gösterdiği iyi niyet ve içtenlikleri için teşekkür ederim. Bu zor süreçte bana yol gösteren, büyük katkılar sağlayan danışman hocama gösterdiği sabır, hoşgörü ve maddi/manevi katkıları için minnettarım. Tez kapsamında alınan SAN-TEZ projesinde çalışmaların olgunlaşmasında büyük katkı sağlayan HAS Asansör firmasına, firma sorumlusu Yasin ÜSKÜL beyefendiye, Doç. Dr. Kadir CAVLAR hocama ve Yrd. Doç. Dr. H. Kürşad SEZER hocama en samimi teşekkürlerimi sunarım. Bu tezin gerçekleşmesi ve somut bir ürün ortaya çıkarmada emeği geçen tüm firma çalışanları, tedarikçiler ve diğer hocalarıma şükranlarımı sunarım. Ayrıca eğitim hayatım boyunca yanımda durarak beni destekleyen çok sevgili aileme ve arkadaşlarıma da minnet ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
2.1. Yaşlılık ve Engellilik Durumları	5
2.2. Yaşlı ve Engellilerin Gözünde Merdivenler.....	7
2.3. Merdiven Asansörü Tarihçesi ve Pazar Analizi	8
2.4. Merdiven Asansörü İçin Alınan Patentlerin İncelenmesi	13
2.5. Mevcut Bazı Ticari Ürünlerin Kıyaslanması	15
3. KAVRAMSAL TASARIM.....	17
3.1. Giriş.....	17
3.2. Sistemik Tasarım Yaklaşımı İle Merdiven Asansörü Geliştirme.....	17
3.2.1. QFD (Quality Function Deployment-Kalite Fonksiyon Yayılımı).....	18
3.2.2. İhtiyaçlar listesi	21
3.2.3. TRIZ (Yaratıcı Problem Çözme Teorisi)	23
3.2.4. Problemi formüle etme ve fonksiyon yapıları geliştirme.....	24
3.2.5. Alt fonksiyonlara çözüm ilkeleri araştırmak	28

	Sayfa
3.2.6. Çözüm ilkelerini birleştirme.....	29
3.2.7. Seçim işlemi 1 (Seçim kartı).....	30
3.3. Tasarım Çeşitleri	31
3.3.1. Önemli tasarımlar.....	31
3.3.2. Ek seçim işlemleri.....	33
3.4. Kavramsal Tasarım Sonuç.....	36
4. ŞEKİLLENDİRME TASARIMI.....	39
4.1. Tasarımın Kaba Çizimi ve Hesaplamalar	41
4.1.1. Platform sisteminin kaba çizimi ve hesaplamaları.....	42
4.1.2. Merdiven asansörü ana gövde kaba çizimi ve hesaplamaları	44
4.1.3. Tahrik sistemi elemanları kaba çizimi ve hesaplamaları	50
4.2. Tasarım Analizleri.....	55
4.2.1. Platform sistemi mekanik analizi	55
4.2.2. Ana gövde mekanik analizi.....	58
4.2.3. Tahrik sistemi elemanları mekanik analizleri	60
4.3. Malzeme Seçimi.....	67
4.3.1. Malzemelerin sınıflandırılması	67
4.3.2. Malzemelerin teknik özellikleri	68
4.4. Tasarım Düzeltmeleri ve İyileştirmeleri	69
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	75
KAYNAKLAR	79
EKLER	83
EK-1 Platform iskeleti ANSYS statik analiz raporu.....	84
EK-2 Gövde iskeleti ANSYS statik analiz raporu	88

	Sayfa
EK-3 Yatak mili ANSYS statik analiz raporu	93
EK-4 Ray profili ANSYS statik analiz raporu.....	97
ÖZGEÇMİŞ	101



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Bazı merdiven asansörü patentleri ve ayırt edici özellikleri.....	14
Çizelge 3.1. Merdiven asansörü geliştirme için hazırlanan kalite evi uygulaması	19
Çizelge 3.2. Merdiven asansörü için ihtiyaç listesi	22
Çizelge 3.3. TP çelişkileri, bunlara karşılık gelen TRIZ çelişkileri ve TRIZ çözümleri.....	23
Çizelge 3.4. Çelişkilerin çözümü için yaratıcı problem tanımları veya çözümleri	24
Çizelge 3.5. Yaşlı ve engelliler için merdiven asansörü çözüm ilkeleri birleştirme	30
Çizelge 3.6. Merdiven asansörü kavramsal tasarımına ait değerlendirme çizelgesi	35
Çizelge 4.1. Sistem alt gruplarının çalışma hareketleri	40
Çizelge 4.2. Teleskopik kızıağın yük taşıma değerleri (Vurgulu olan seçilmiştir).....	56

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Yaşlı ve engelli bireylerin toplum nüfus içindeki oranları	7
Şekil 2.2. Merdiven ve rampa kullanımına ait alan mukayesesi.....	8
Şekil 2.3. Üretilen ilk modern merdiven asansörü, INCLIN-ATOR.....	9
Şekil 2.4. INCLIN-ATOR'un daha gelişmiş üst modeli, The Inclinette	10
Şekil 2.5. Merdiven asansörü tasnifi.....	13
Şekil 2.6. Bazı üreticilerin mevcut koltuklu merdiven asansörlerini karşılaştırma.	15
Şekil 2.7. Bazı üreticilerin mevcut platformlu merdiven asansörlerini karşılaştırma....	16
Şekil 3.1. Mühendislik parametreleri arasındaki ilişkiler	20
Şekil 3.2. Merdiven asansörü geliştirme ölçütleri ve yüzdelik önemi.....	21
Şekil 3.3. Merdiven asansör sisteminin tüm (genel) fonksiyonu.....	26
Şekil 3.4. Yaşlı ve engelliler için merdiven asansörü geliştirme alt fonksiyonları.....	27
Şekil 3.5. Sistem fonksiyon şeması: (a)/(b) Senaryo 1/2	27
Şekil 3.6. Sistem kavramsal tasarımı için morfolojik matris	29
Şekil 3.7. Merdiven asansörü seçim kartı	31
Şekil 3.8. Çözüm seçeneği 1	32
Şekil 3.9. Çözüm seçeneği 2	32
Şekil 3.10. Çözüm seçeneği 4	33
Şekil 3.11. Merdiven asansörü kavramsal tasarımına ait amaçlar ağacı.....	34
Şekil 3.12. Merdiven asansörü kavramsal tasarımına ait değer profili.....	36
Şekil 3.13. Yaşlı ve engelliler için merdiven asansörü kavramsal tasarımı (Ç4)	37
Şekil 4.1. Sistem tasarımı için yapılan işlemlerin çıktısı olarak genel oluşum.....	42
Şekil 4.2. Platform mekanizması için iç ve dış iskelet ile teleskopik kızak	43
Şekil 4.3. Sürme hareketini sağlayacak aktüatör ve iskelete bağlantısı.....	43
Şekil 4.4. Sac kaplamaları ve ana gövdeye bağlanacak menteşe parçası.	44
Şekil 4.5. 25° eğimli yüzeyde dönen cismin oluşturduğu kuvvetler	46

Şekil	Sayfa
Şekil 4.6. Merdiven asansörünün ana motoru CAD çizimi	47
Şekil 4.7. Ana motor ve 60/1 oranına sahip dişli kutusu bağlantısı.....	48
Şekil 4.8. Merdiven asansörü gövde iskeletine bağlanan motor ve dişli kutusu	48
Şekil 4.9. Ana göve ve üzerindeki bileşenler.....	49
Şekil 4.10. Oturma eyleminin antropometrik ölçüler ile incelenmesi	50
Şekil 4.11. Modüle göre dişlinin dış geometrisindeki değişimi.....	51
Şekil 4.12. Kremayer ve pinyon dişli CAD çizimi	52
Şekil 4.13. Tahrik elemanları ve bunların ana gövdedeki yerleşim düzeni	53
Şekil 4.14. Ray profili ve makaraların yerleşim düzeni ile koruyucu önlemler	54
Şekil 4.15. Teleskopik kızak mekanizmasının teknik ölçüleri	56
Şekil 4.16. Platform çerçevesindeki toplam deformasyon.....	57
Şekil 4.17. Platform çerçevesindeki eş değer gerilme	57
Şekil 4.18. Gövde iskeletinin eş değer gerilmesi.....	58
Şekil 4.19. Gövde iskeletinin toplam deformasyonu	59
Şekil 4.20. Gövde iskeletinin güvenlik faktörü	59
Şekil 4.21. Makara yatak millerinin sadeleştirilmiş geometrileri ve ağ yapısı.....	60
Şekil 4.22. Yatak milinin toplam deformasyonu	61
Şekil 4.23. Yatak milinin eş değer gerilmesi	61
Şekil 4.24. Yatak milinin güvenlik faktörü.....	62
Şekil 4.25. Ray profili sadeleştirilmiş geometrisi ve üzerine atanan ağ yapısı.....	62
Şekil 4.26. Platform üzerine uygulanan yükün oluşturduğu tepki kuvvetleri.....	64
Şekil 4.27. Ray profilinin eşdeğer gerilmesi.....	65
Şekil 4.28. Ray profilinin toplam deformasyonu.....	65
Şekil 4.29. Ray profilinin güvenlik faktörü	66
Şekil 4.30. Makine tasarım malzemeleri genel sınıflandırma.....	68
Şekil 4.31. Platform mekanizması açılma kapanma hareketi	71

Şekil	Sayfa
Şekil 4.32. Koruma barları formu ve gövde üzerinde yerleşimi.....	71
Şekil 4.33. Merdiven asansörü kontrol kumandası.....	72
Şekil 4.34. Akümülatörün gövdeye yerleşimi yerleşimi.....	73
Şekil 4.35. Yaşlıların kullanımı için tasarlanan koltuk.....	74
Şekil 5.1. Son ürün.....	76



RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 5.1. Tasarlanan merdiven asansörünün prototip imalatı.....	77
Resim 5.2. Prototip testi ve heyet kontrolü.....	77



SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklamalar
p	Pi sayısı
°	Derece
AC	Alternatif akım
d/dak	Dakikadaki devir
d₀	Bölüm dairesi
DC	Doğru akım
d_b	Diş üstü dairesi çapı
d_g	Temel dairesi
d_t	Diş dibi dairesi çapı
F	Kuvvet
F_n	Tepki kuvveti
F_s	Sürtünme kuvveti
F_x	X eksenindeki kuvvet
g	Yer çekim ivmesi
h	Toplam diş yüksekliği
h_b	Diş üstü yüksekliği
h_t	Diş dibi yüksekliği
i	Çevrim oranı
kg	Kilogram
m	Kütle
m	Metre
m	Modül
mm	Milimetre
MPa	Mega paskal
N	Newton

n₁	Motor devri
n₂	Çıkış devri
P	Güç
S₀	Diş kalınlığı
sn	Saniye
t₀	Diş adımı
V	Volt
V	Hız
W	Watt
z	Diş sayısı

Kısaltmalar**ADA****BM****CAD****E****ILO****M****QFD****S****TP****TRIZ****TÜİK****WHO****Açıklamalar**

Engelli Amerikalılar Yasası

Birleşmiş Milletler

Bilgisayar destekli çizim

Enerji

Uluslararası Çalışma Örgütü

Malzeme

Kalite Fonksiyon Yayılımı

Sinyal

Mühendislik/tasarım parametreleri

Yaratıcı Problem Çözme Teorisi

Türkiye İstatistik Kurumu

Dünya Sağlık Örgütü

1. GİRİŞ

Engelli ve yaşlı bireylerin özel veya genel ihtiyaçlarının karşılanması ve üretken bir topluma kazandırılması, sosyal devlet olmanın gereğidir. Bu bireylere verilen değer, bir toplumun gelişmişlik seviyesini gösterdiği gibi vicdani olarak da bir yükümlülüktür. Yaşlı ve engellilerin ihtiyaçlarını karşılama, bu önemli durumun farkındalığını toplumca oluşturma ve artırmaya yönelik düzenlemelerin önemi, en çok günlük hayatta karşılaşılan problemlerle ortaya çıkmaktadır. Özel konut, genel veya kamu binalarındaki çeşitli fiziksel engeller veya olumsuz koşullar, engelli/ yaşlı insanların hayatlarını zorlaştırdığı gibi toplumsal hayata katılımlarını da kısıtlamaktadır. Oysa toplumu oluşturan tüm bireylerin, yasalar önünde eşit haklara sahip olduğu, bütün imkân ve fırsatlardan eşit derecede yararlanmaları gerektiği herkesçe bilinmektedir. Esasen bu tür olumsuzlukların giderilmesi amacı ile ulusal ve uluslararası çeşitli yasal düzenlemeler yapılmış, standartlar hazırlanmış ve uygulanmaları için de yerel yönetimler yetkili kılınmıştır. Örneğin; 1990'da Amerika Birleşik Devletleri'de Engelli Amerikalılar Yasası (ADA) [1], Avrupa Birliği'nin Temel Haklar Bölümü 'Eşitlik' kısmındaki 21 ve 26. maddeler [2] ve hatta 'Birleşmiş Milletler (BM) Evrensel İnsan Hakları Beyanamesi' engelli ve yaşlıların da (diğer insanlar gibi) toplumsal hayata katılma ve tüm imkân/fırsatlardan yararlanmalarını güvence altına almaktadır [3]. Benzer tarzda (anayasal hak ve teminatlara ek olarak) ülkemizde 2005 yılında çıkartılan Özürlüler Kanununun 2. maddesi de "Kamu kurum ve kuruluşlarına ait mevcut resmî yapılar, tüm yol, kaldırım, yaya geçidi, açık/yeşil/spor alanları vb. sosyal ve kültürel alt yapı alanları ile gerçek ve tüzel kişilerce yapılmış ve umuma açık hizmet veren her türlü yapıların 7 yıl içinde özürllü erişebilir duruma getirileceği" hükmünü içermektedir [4]. Yani, 2012 yılından sonra Türkiye'deki tüm genel/kamu binalarında ortopedik ve diğer engellilerin ulaşımını sağlayacak bazı kolaylık ve asansörlerin bulunması sadece vicdani değil aynı zamanda (kaldırımlardaki sarı şeritli kısımlar gibi) yasal bir zorunluluktur.

Engelli ve yaşlı bireyler özel veya toplum hayatında karşılaştıkları sorunlar, özel konut veya genel/kamu binalarındaki çeşitli fiziksel engeller/olumsuz koşullar, engelli/yaşlı insanların yaşamını zorlaştırır ve toplumsal hayata katılımlarını da sınırlandırır. Bu tespitler ışığında yaşlı ve ortopedik engelli bireylerin karşılaştıkları sorunlardan biri olan merdiven çıkma/inmeyi kolaylaştıracak bir yardımcı elemana ihtiyaç vardır. Merdiven asansörü, yolcusunu ileri ve/veya yukarı taşıyacak mekanizmalardan oluşan yardımcı bir teknolojidir.

İç ve dış mekânlarda yaşlı ve engellilerin kullanabileceği birçok merdiven asansörü çeşidi bulunmaktadır[5, 6].

Tezin Amacı

Bu tez ile amaçlananlar, mevcut merdiven asansörlerinin incelenip tasarımına sistematik açıdan yaklaşmak, tasarımı sağlam temellere oturarak mevcut sistemleri geliştirmek ve ortaya faydalı bir ürün tasarımı koymak olarak sıralanabilir. Amaca ulaşma doğrultusunda, Pahl ve Beitz'in sistematik tasarım yaklaşımı ve bu yaklaşımda kullanılan belli bazı yöntemlerin kullanımı esas rol oynamaktadır.

Yaşlı ve engellilerin günlük hayata kazandırılması adına bu tür yardımcı ürünlerin önemi artmakta ve ihtiyaç haline gelmektedir. Tez kapsamında yapılacak çalışmalar ile mevcut ihtiyacı karşılayacak, esnek, kullanıcı odaklı, estetik ve yenilikçi bir merdiven asansörü tasarlamak hedeflenmektedir.

Tez Kapsamında Yapılan Çalışmalar

Yaşlandıkça gerçekleştirilmesi zorlaşan veya dışarıdan bir destek alınmadan gerçekleştirilemeyen faaliyetler ortaya çıkar. Bunların çözümüne yönelik 2014 yılında WHO tarafından birkaç ülkede yapılan bir araştırmada söz konusu problemler bir sıralamaya koyulmuştur. Araştırma ile belirlenen 12 problemde hareket kabiliyetinin doğrudan etkin olduğu “yatağa-koltuğa gitme-gelme” ve “ulaşım araçlarını kullanma ile bunun için hareket etme” ilk 7'inci sıralamadır (sırasıyla 2'inci ve 7'incilik önem sırasındaki problemler)[7].

Yaşlılar için uygulamada problem oluşturabilecek bu 12 aktivitelerde, problem bertaraf etmede bir yardımcı cihaza ihtiyaç duyulmaktadır. 6 kategori olarak belirlenen yardımcı cihazlardan, ulaşım için yardımcı cihaz ve çevre için yardımcı cihazlar grubunun içerisinde yer alan merdiven asansörü üzerine geliştirme odaklı bir çalışma yapılmıştır[7].

Çalışmanın ilk aşaması olarak literatür araştırması yapılmıştır. Amaç ve hedef açıkça belirlenmiştir. Bu hedefler doğrultusunda Pahl ve Beitz'in sistematik tasarım yaklaşımları kullanılarak çok aşamalı bir kavramsal tasarım çalışması yapılmıştır. Tasarımın somutlaştırılması için kaba çizimler ve bilgisayar destekli çizim (CAD) modelleri oluşturulmuş, modellerin çeşitli mekanik analizleri gerçekleştirilmiştir. Tasarımın

bileşenleri için gerekli dayanımı sağlayacak malzemeler seçilmiş, tasarım düzeltmeleri gerçekleştirilmiştir. En uygun tasarım çözümü üzerinden bahsedilen adımlar uygulanarak bir ürün geliştirme işlemi tamamlanmıştır.

Araştırma Yöntemleri

Bu tez kapsamında yapılan araştırmalarda güncel bilgileri içeren tasarım ve üretim konulu kitaplar, çeşitli bilgilere erişimi sağlayabilecek güvenilir internet siteleri ve görseller ile patentler kullanılmıştır. Mevcut sistemler üzerinde kıyaslama çalışması yapılmış, eksiklikler ve geliştirilebilecek unsurlar belirlenmiştir. Pazar araştırmaları ile desteklenen literatür araştırmasında merdiven asansörünün tarihçesi ve gelişim sürecine de değinilmiştir.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Yaşlılık ve Engellilik Durumları

Yaşlı ve engelli hedef kullanıcılara ait bazı farklı tanımlar vardır. Canlı varlıklar yaşlanma sonucu zamanla hücre yıpranması ve bozulması ile organ ve işlevlerini kısmen veya tamamen kaybederler [7, 8, 9]. Böylece de yaşlanma etkilerini göstermiş olur. Biyolojik olarak erişkinlik sonrası üreme döneminin bitmesi ve ölüme kadar olan bu zaman diliminde biyolojik ve fizyolojik değişimler meydana gelir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) yaşlılık sürecinin 65 yaşından itibaren başladığı ve bu dönemi; genç yaşlılık (65-74 yaş), orta yaşlılık (75-84 yaş) ve ileri yaşlılık (85 yaş ve üstü) olarak üç gruba ayırır. İlerleyen yaşa bağlı olarak zihinsel ve fiziksel kapasite azalmaları, hareket ve refleks yetenek yavaşlamaları, hastalık risk artışları görülür. Ama bu koşullar herkeste aynı dönem, eşit miktar ve olasılıkta gerçekleşmez [7, 8].

WHO, BM ve Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) engellilik kavramını yakın ama farklı açılardan tanımlar. BM kaynakları engelliği, “normal bir kişinin özel ya da sosyal yaşantısında kendi başına yapması gereken işleri bedensel veya ruhsal yeteneklerindeki kalıtsal ya da sonradan olma herhangi bir noksanlık sonucu yapamayan” olarak tanımlar [10]. WHO konuyu daha ayrıntılı ve şu üç farklı başlık altında ele alınmıştır:

- Noksanlık (Impairment): “Sağlık açısından ‘noksanlık’ psikolojik, anatomik veya fiziksel yapı ve fonksiyonlardaki bir noksanlık veya dengesizliği ifade eder.”
- Özürlülük (Disability): “Sağlık alanında ‘sakatlık’ bir noksanlık sonucu meydana gelen ve normal sayılabilecek bir insana oranla bir işi yapabilme yeteneğini kaybetme ve kısıtlanması durumunu ifade eder.”
- Maluliyet (Handicap): “Sağlık alanında ‘maluliyet’ bir noksanlık veya sakatlık sonucunda belirli bir kişide meydana gelen ve o kişinin yaş, cinsiyet, sosyal ve kültürel durumuna göre normal sayılabilecek faaliyette bulunma yeteneğini önleyen ve sınırlayan dezavantajlı bir durumu ifade eder” [10, 11].

1 Temmuz 2005 tarihli 5378 nolu “Özürlüler ve Bazı Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun” da ise özürlü-engelli tanımı: “Doğuştan veya sonradan herhangi bir nedenle bedensel, zihinsel, ruhsal, duygusal ve sosyal yeteneklerini çeşitli derecelerde kaybetmesi nedeniyle toplumsal yaşama uyum sağlama ve günlük

gereksinimlerini karşılama güçlükleri olan ve korunma, bakım, rehabilitasyon, danışmanlık ve destek hizmetlerine ihtiyaç duyan kişi” şeklindedir [12]. Ayrıca Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığının 2002 yılında yayınladığı Türkiye Özürlüler Araştırması’nda yer alan bazı tanımlamalar ise şöyledir:

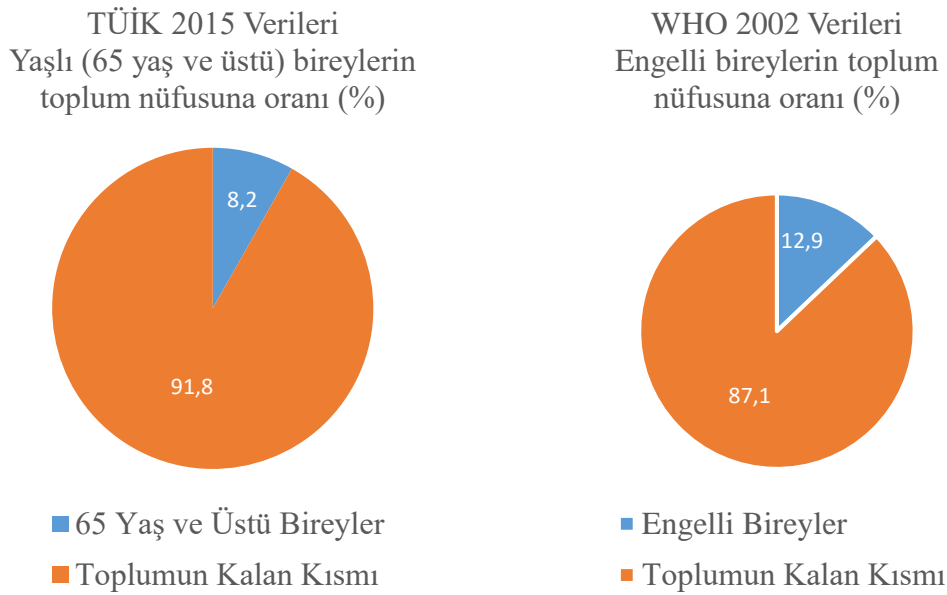
“Özürlü: Doğuştan veya sonradan herhangi bir hastalık veya kaza sonucu bedensel, zihinsel, ruhsal, duysal ve sosyal yetilerini çeşitli derecelerde kaybetmiş, normal yaşamın gereklerine uyamayan kişilerdir” [13].

Ortopedik Özürlü: Kas ve iskelet sisteminde yetersizlik, eksiklik ve fonksiyon kaybı olan kişidir. El, kol, ayak, bacak, parmak ve omurgalarında, kısalık, eksiklik, fazlalık, yokluk, hareket kısıtlılığı, şekil bozukluğu, kas güçsüzlüğü, kemik hastalığı olanlar, felçliler, Serebral Palsi, spastikler ve spina bifida olanlar bu gruba girmektedir [13].

Yaşlı ve/veya engelli bir bireyin kendi başına işlerini yapabilmesi ve başkalarına muhtaç olmaması için çeşitli imkân ve kolaylıklar mevcuttur. Bu amaçla yardımcı ve destekleyici teknolojilerden faydalanılabilir. Bu teknolojiler; bireyin işlevsellik ve bağımsızlığını sağlama, geliştirme veya iyileştirme amaçlı ürün ve hizmetlerin tümünü içerir [7, 14]. Yardımcı ürünler, örneğin, işitme cihazından protezlere, tekerlekli sandalyeden ilaç düzenleyicilere kadar değişebilir. Yeryüzünde yaklaşık bir milyar insan bu tür ürünlere ihtiyaç duymaktadır. Nüfusun yaşlanması ve sair nedenlerden ötürü bu rakamın 25-30 yıl içinde iki milyarı aşacağı ön görülmektedir. Hayati düzeyde ihtiyaç duymalarına rağmen, yüksek fiyatlar, bilinçli ve farkında olmama, eğitim eksikliği gibi nedenlerden muhtaç insanların ancak %10’u bu tür ürünleri kullanabilmektedir [14]. Buna karşın bu ürünler, ihtiyaç sahiplerinin daha sağlıklı yaşayabilmesi, üretken ve bağımsız olabilmesi, eğitim öğretim ve beşeri hayata uyum sağlayabilmesi açısından önem taşır. Ayrıca anılan ürün ve teknolojilerin eksikliği engellilerin içine kapanması ve sosyal hayattan uzaklaşması sonucu kendisi, ailesi ve toplum üzerinde büyük yıkıcı etkileri olmaktadır [14].

Yaşlılar ve engelliler, hemen her toplumda istek ve ihtiyaçları karşılanması gereken önemli bir kesimi teşkil eder. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2015 yılı verileri ülkemiz nüfusunun %8,2’lik kısmının (6.495.239 kişi) 65 yaş ve üstünde olduğunu göstermektedir. Bir önceki yıla göre %0,2’lik bir artış ile bu rakam oldukça önemli bir düzeydedir. Dünyadaki 167 ülke arasında 66. sırada yer alan ülkemizde bu oranın gittikçe artarak 2050

yılında %20,8'lik bir nüfusa ulaşabileceği ön görülmektedir [15, 16]. Ülkemizde engelli sayısına dair bir araştırma yapılmamış olmakla birlikte WHO verilerine göre bu oran, 2002'de %12,9 şeklinde görülmektedir (Şekil 2.1). Ortopedik, görme, işitme, dil ve konuşma ile zihinsel özürlü olanların oranı kırsal kesimde ve süreğen hastalığa sahip olanların oranı ise kentte daha yüksektir [17].



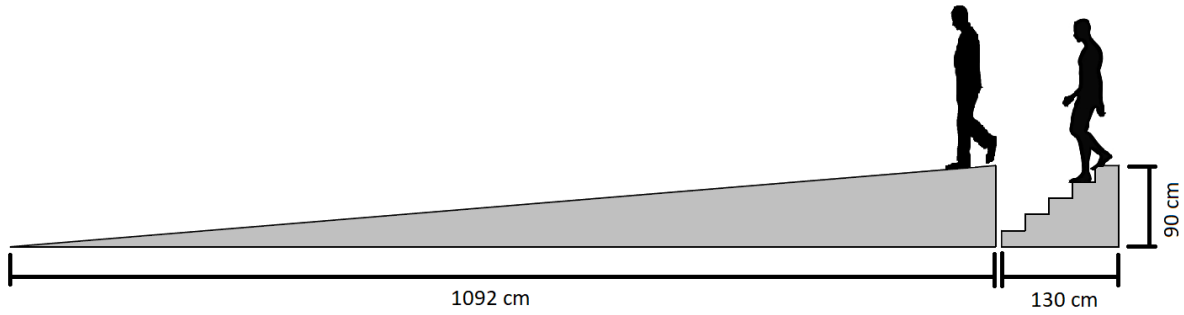
Şekil 2.1. Yaşlı ve engelli bireylerin toplum nüfus içindeki oranları [15, 16, 18]

2.2. Yaşlı ve Engellilerin Gözünde Merdivenler

Yaşlı ve engelliler için erişilebilir bir teknoloji geliştirmek için önce problemin ne olduğunu ve günlük hayattaki yer ve önemini tanımlamak gerekir. Yaşlı ve engelliler açısından merdivenler bir binanın yapı veya mimari özelliklerinden ziyade fiziksel engeller anlamı taşımaktadır. Bunlar katlar arası geçiş ve bağlantı sağlayan mimari bir yapı unsurudur. Alternatif olarak asansör ve rampalar kullanılmakla birlikte bu kez de maliyetler yükselebilir veya gerekli özel alanlar artabilir. Ancak eğimli yollar/yüzeyler veya asansörler tekerlekli sandalye vb. aygıt

lar için daha kullanışlı ve rahat olur. Eğimli yolların kullanılabilmesi için eğim açısının en fazla 4.8° olması nedeni ile çok fazla yer gerekir. Dolayısı ile mevcut merdivenlere uygulanması zor olduğu gibi estetik açıdan da hoş değildir[19].

Tipik bir merdiven (yükseklik 18 cm, derinlik 26 cm, eğim açısı 35°) ile müsaade edilebilir en fazla eğim açısına (4.8°) sahip bir rampa arasında, eşit yüksekliği sağlayacak bir mukayese Şekil 2.2’de görülmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi merdiven kullanımı ile 8.4 kat alan tasarrufu sağlanabilir [19]. Bir rampa en çok 4.8° eğime sahipken elektrikli motor kullanan tekerlekli sandalyeler için eğim açısı en çok 7.1° olabilir. Ama bireylerin bu tip tekerlekli sandalyeye ulaşımı zordur.



Şekil 2.2. Merdiven ve rampa kullanımına ait alan mukayesesi [19]

Türkiye genelinde %12,9'luk engellilik oranının içinde bulunan ortopedik engellilik oranının toplam nüfusa oranı %1,25'dir [15, 18]. Yürüme, merdiven çıkma ve inmede zorluk yaşadığı veya hiç yapamadığını bildirenlerin oranı ise %3,3'tür [17]. Tüm bu gerçek ve ihtiyaçlar sonucu yeni bir merdiven asansörü tasarımı amaçlı tez konusu seçilmiştir.

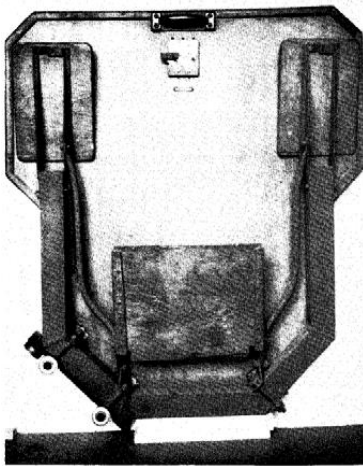
2.3. Merdiven Asansörü Tarihçesi ve Pazar Analizi

Engelli ve yaşlı bireylerin özel veya toplum hayatında karşılaştıkları sorunlar, özel konut veya genel/kamu binalarındaki çeşitli fiziksel engeller/olumsuz koşullar, engelli/yaşlı insanların yaşamını zorlaştırır ve toplumsal hayata katılımlarını da sınırlandırır. Bu tespitler ışığında yaşlı ve ortopedik engelli bireylerin karşılaştıkları sorunlardan biri olan merdiven çıkma/inmeyi kolaylaştıracak bir yardımcı elemana ihtiyaç vardır. Merdiven asansörü, yolcusunu ileri ve/veya yukarı taşıyacak sistemleri içeren yardımcı bir teknolojidir. İç ve dış mekânlarda yaşlı ve engellilerin kullanabileceği birçok ticari merdiven asansörü çeşidi bulunmaktadır [5, 6]. Merdiven asansörünün gelişimi, kullanımı ve ticari yaygınlaşması şu tarihsel sırada olmuştur:

- 1536-1547: İngiltere kralı Henry VIII'nin bir mızraklı dövüşte aldığı darbeye ayağından yaralanması tarihte ilk merdiven asansörün gelişimi için vesile olmuştur. 20 basamaklı

taht odasına sahip Londra'daki Whitehall Kalesine göre tasarlanan makine zamanın savaş gemilerindeki takoz blok mekanizmasına sahip ve insan gücü ile hareket ettirilmekteydi. Kral Henry VIII, bu basit merdiven asansörü ile tahta çıkmaktaydı. Ancak bu merdiven asansörün sonra başka bir yerde kullanıldığına dair kaynaklarda bir bilgi mevcut değildir. Bu sebeple bu örnek özel bir durum olarak kabul edilebilir [20, 21].

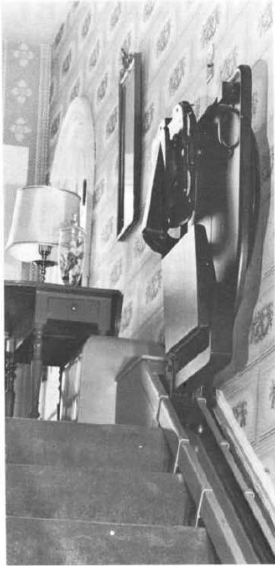
- 4 Ekim 1921: C. Cullen Crispen, hasta bir arkadaşının merdiven kullanmasını kolaylaştırmak için, modern ilk merdiven asansörü tasarladı. Sonra da 1473813 numara ve “merdivenler için asansör” adlı patent 13 Kasım 1923'te Amerika Patent Ofisi tarafından onaylandı [21].
- 1924: C.C. Crispen bu tarihte “Inclinor Company of America, Inc.” adlı merdiven asansörü tasarlayan, üreten ve satan bir şirket kurdu. İlk model INCLIN-ATOR olarak anılır (Şekil 2.3). Sonra da engelli bir kadına doktor tavsiyesi ile satılarak, merdiven asansörleri, pazara tanıtılmıştır. [21].



Şekil 2.3. Üretilen ilk modern merdiven asansörü, INCLIN-ATOR [21]

- 1925: Bu yılda 6 adet merdiven asansörü satılmış ve günümüzde önemli merdiven asansörü üreticisi şirketlerinden Stannah'ın kurucusu Leslie Stannah Amerika'ya taşınmıştır [21].
- 1926-1928: INCLIN-ATOR yaygınlaşmış ve satışları hızla artmıştır [21].
- 1928: Crispen'in şirketi mevcut tasarım INCLIN-ATOR'a göre daha üstün yeni bir model, The Elevette'yi çıkarmışlardır. Bu model dönen merdivenlere de uygulanmıştır [21].
- 1928-1929: Amerikan şirketlerine bazı merdiven asansör parçaları yaptırılması bu şirketler için konut asansörü alanı açılmış ve rekabet artmıştır [21].

- 1947: Kansas City’de American Stair Glide şirketi kurulmuştur [21, 22].
- 1947-1957: Bu tarihler arasında merdiven asansörü oskar adayı bir filmde yer almış, halk tarafından daha çok tanınır hale gelmiştir [21].
- 1960: Hollanda asansör firması Liftfabriek’in sahibinin torunu Jan Hamer’in Amerika seyahati esnasında merdiven asansörü görmesi ve ilgi duyması bu ülkenin de aynı sektöre girmesine neden olmuştur [21].
- 1962: INCLIN-ATOR’un daha modern ve üstün özelliklere sahip modeli The Inclinette piyasaya sürülmüştür (Şekil 2.4). Bu model; katlanan kolçak ve dönebilen koltuk ile çok az yeri kaplamaktadır. Yine aynı yıl Avrupa’da ilk ürün tasarlanmış ve üretilmiştir [21].



Şekil 2.4. INCLIN-ATOR’un daha gelişmiş üst modeli, The Inclinette

- 1968: Bir diğer Hollanda şirketi olan Oto-Ooms BV merdiven asansörü işine girmiştir.
- 1970’ler: Avrupa’da Hollanda’nın dışında başka merdiven asansörü şirketleri de ortaya çıkmıştır. 1975’te İngiltere firması Stannah, 1977’de Almanya firması Lifta Lift und Antreib bunlara örnek verilebilir [21].

1924-1962 arası 38 yıl boyunca merdiven asansörü satışları sadece Amerika’da yapılmış ve bir başka ülkede merdiven asansörün ticarileştiğine dair bir belge yoktur. Başka ülkelere çok az satış yapılsa da, INCLIN-ATOR’un uyarlanmış kurulum ve üretim gerektirmesi, satışların Amerika ile sınırlı kalmasını sağlamıştır. Bir başka Amerikan firması olan American Stair Glide’in bu pazara girmesi ile merdiven asansör üretim ve satışları artmıştır. Böylece girişimci ve üreticilerin mevcut pazar potansiyeli üzerinde ilgilerini artırmıştır [21, 22].

Yüksek fiyatlar ve satış sonrası servisten dolayı müşterilerin olumsuz görüşleri merdiven asansöründe aşılması gereken uzun vadeli engellerdir. Sağladığı avantajlar kamu ve özel kurum ve kuruluşların desteğini kazanması, merdiven asansörü üreticileri açısından bir fırsat doğurmuştur. Yeni teknolojiler ve artan güvenlik önlemleri müşterilerin güvenini kazanmayı sağlamış ve bunun pazar payında artışlara sebep olacağı düşünülmektedir [23].

Merdiven asansörünün Avrupa'da yaygınlaşmasına iki şirket ön ayak olmuştur. Daha önce asansör ve taşıma işiyle uğraşan bu firmalar Liftenfabriek ve Stannah'dır. Bu şirketler ürünün dünya çapında yayılması ve tanıtılmasında önemli rol oynamışlardır. Liftenfabriek ile Amerikalı INCLIN-ATOR şirketi arasında üretim ve Pazar paylaşımı konusunda 2 yıl gibi az bir zaman vardır. Öte yandan Stannah'da Leslie Stannah'ın Amerika'ya taşınması (1925) ile ilk merdiven asansörü üretimi (1970) arası sürece dair herhangi bir bilgi yoktur. Bu bağlamda Hollanda Avrupa'da merdiven asansörü tanıtımında büyük rol oynamıştır. Hollandalı şirketler (1960'larda üretime başlayan Oto Ooms BV ve De Reus şirketleri ile Liftenfabriek), Avrupa'nın 1970'lere kadar tek merdiven asansörü üreticileri olmuşlardır. 1970'lerde İngiliz Stannah firması ve Alman Lifta Lift und Antreib'da Avrupa pazarına girmiş, 2000'ler ortasında küresel Pazar yıllık 100.000 birim satışa ulaşmıştır. Bu satışlar yaklaşık 200 milyon \$ değerindedir [21]. The American Stair-Glide Co. ve Cheney Co. 1991 yılında Access Industries firmasının satın alınarak meşhur birçok ev tipi elevatör ve tekerlekli sandalye asansörleri üretmişlerdir. 1999 yılında bu firma Alman menşeli ThyssenKrupp tarafından satın alınmış ve yeni tip merdiven asansörleri üretmiştir [22]. Bir diğer Amerikan şirketi Bruno, 1984'te faaliyete geçmiştir [20]. Çeşitli tipte halen modern merdiven asansör üretilen ülkeler; yukarıda tarihçesi özetlenen ABD'ye ilaveten Almanya, İngiltere, Çin, Kanada, Avusturya vb. şekilde sıralanabilir [5, 24]. Diğer bir başarılı örnek olarak İngiltere'deki duruma göz atılırsa [20]: 1867 yılında İngiltere'de Stannah Şirketi, elevatör ve asansör sistemleri üretmeye başlamıştır. 1975 yılında ilk merdiven asansörü üretmiş ve 2011'de ise 500.000 rakamına ulaşmıştır. Dünya çapında üretim ve sevkiyat yapılmaktadır. Bu asansörler; şık, kullanımı kolay ve çok emniyetli olarak bilinmektedir. Diğer bir İngiliz şirketi olan Acorn Stair Lifts, 1992'de faaliyete geçmiş, önce kullanılmış asansörleri alıp satarak işe başlamış, sonra kendi tasarlayıp imal ettiği ürünlerle devam etmiş ve arkasından da Amerikan pazarına girmiştir [21].

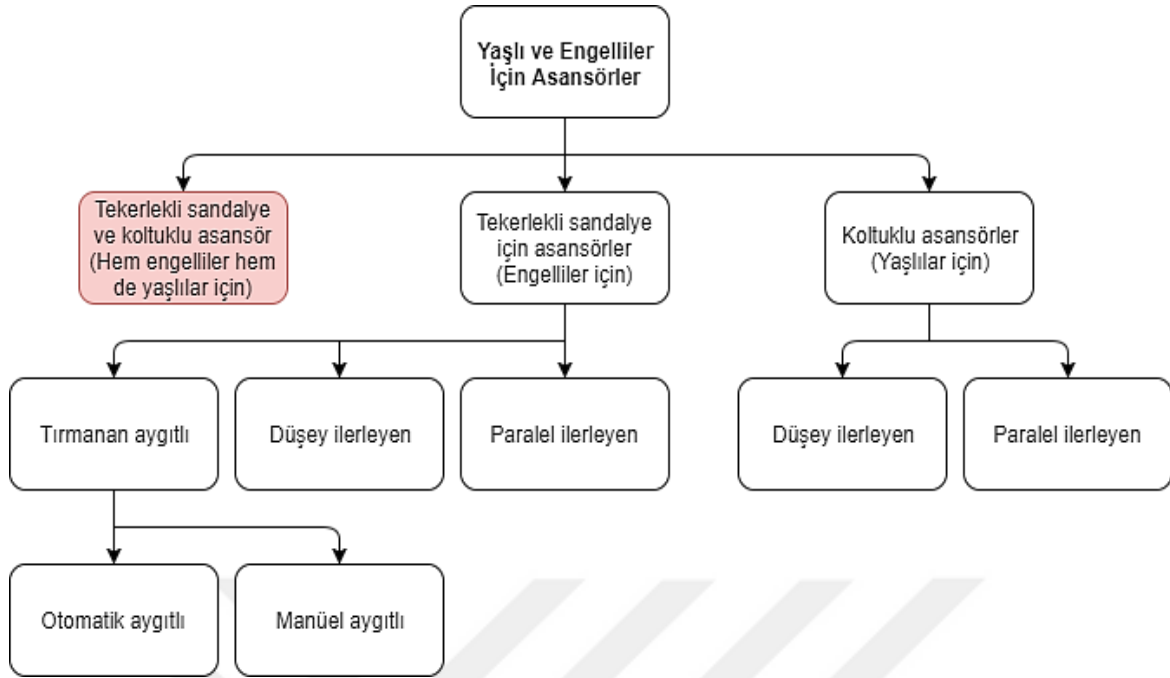
Avrupa hâlihazırda merdiven asansörü pazarında önde gelmektedir. 2024 yılına kadar da küresel çapta yerini koruması beklenmektedir. 2016 sonu itibariyle merdiven asansörü

pazarının Avrupa’da 396 milyon \$ olması beklenilmektedir. Almanya, İngiltere ve Fransa Avrupa’da önde gelen üretici firmalara ev sahipliği yapmaktadır. Tek başına İngiltere’nin 2016 yılı Pazar payı 167 milyon \$ olabilecektir [23].

Kuzey Amerika merdiven asansörü pazarında önde gelen ikinci paya sahiptir. Pazarın çoğu Amerika Birleşik Devletleri kontrolü altındadır. Hasta, engelli ve yaşlıların konu üzerinde farkındalığının artması ile Pazar payının büyüyeceği ön görülmektedir. 2016 yılı sonuna kadar Kuzey Amerika merdiven asansörü pazarının 284 milyon \$ olacağı tahmin edilmektedir [23].

Asya pasifik üçüncü en büyük merdiven asansörü pazarı olup 2016 yılında %5’lik bir büyüme ön görülmektedir. Bu alanda Japonya, Çin Halk Cumhuriyeti’nin önünde pazar lideridir [23]. Küresel merdiven asansörü pazarının 2016-2024 döneminde %7 büyümesi beklenmektedir [23].

Yukarıda özetlenen kaynak araştırması sonrası bu alanda halen faaliyet gösteren firmaların çeşitli tip ve türdeki yaşlı ve engelliler için asansör üretimleri dikkate alınarak bir tasnif yapılmış ve Şekil 2.5’de de gösterilmiştir [5, 6]. Bu tasnifte merdiven asansör sistemleri; (1) Tekerlek sandalyeli, (2) Koltuklu ve (3) Tekerlek sandalyeli + Koltuklu olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Genelde bunlardan ilki engelliler, ikincisi yaşlılar ve üçüncüsü ise hem engelli hem de yaşlılara hitap etmekte ve ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Geliştirilmesi proje konusu da olan bunlardan üçüncüsü dünyada fazla üretilmemekte ve iyileştirilmesi gereken bazı özellikleri bulunmaktadır. Yine bunlardan tekerlekli sandalyeli olan da; (1) paralel (eğimli) ilerleyen, (2) düşey hareketli ve (3) tırmanan (özel) aygıtlı (otomatik ve manuel çalışan) şeklinde üç alt gruba ayrılmaktadır. Koltuklu tipler ise; (1) paralel (eğimli) ilerleyen ve (2) düşey hareketli şeklindedir.



Şekil 2.5. Merdiven asansörü tasnifi

Mevcut ve pazarda yaygın olan birçok tasarım mevcudiyeti ile bunlara inovatif özellik eklenmesi oldukça zor gözükmemektedir. Ama yine de modern ve etkin tasarım/inovasyon yöntemleri ile bunların bazı özellikleri iyileştirilebilir [21].

2.4. Merdiven Asansörü İçin Alınan Patentlerin İncelenmesi

Bu tez konusu ile alakalı çeşitli uluslararası patent ve faydalı ürünler bulunmaktadır. Sektörün önde gelen firmaları Stannah Stairlifts Limited ve Handicare Stairlifts B.V. bu alanda en çok patente sahip ticari kuruluşlardır. Bunların yanında bireysel patent alan mucitler de bulunmaktadır. Genel olarak birbirine benzer unsurları taşıyan farklı tasarımlardan en ayırt edici olanları seçilmiştir. Alınan bazı patentler ve bunların prensip olarak incelemeleri Çizelge 2.1’de görülmektedir.




Çizelge 2.1. Bazı merdiven asansörü patentleri ve ayırt edici özellikleri [25, 26, 27, 28, 29]

Patent No	Patent sahibi	Tarihi	Belirgin/farklı özellikleri
US 7322461 B2	Stannah Stairlifts Ltd.	13.11.2002	Ray profil tasarımında tek boşluklu dairesel olmayan profil kullanılmıştır. Taşıyıcının ray etrafında dengesiz dönmesini engelleme parçalarına gerek yoktur. Dengesizlik ray etrafına yerleştirilen makaralar ile önlenir.
US20100101894 A1	Stannah Stairlifts Ltd.	20.10.2006	Makaraları yerleştirmede bazı düzenlemeler içerir. Merkezi bir silindir ray üzerinde konum ve sabitleme sağlarken, merkezi makaranın iki yanında da dış makara setleri vardır. Bunlar kıvrımlı hatlarda birbirinden bağımsız hareket eder.
US5720364 A	Stannah Stairlifts Ltd.	01.05.1994	Merdiven asansörler düz bir hatta ilerlerse denge mekanizması yerine koltuk/platformu yatay dengede tutacak sabit bir açı ile tasarlanabilir. Değişken eğimli ve birkaç katlı ray profilleri için merdiven asansörü dengeleme içerir.
US4627517 A	Jan H. Bor	13.02.1984	Tahrik sistemi olarak zincir dişli sistemi esas alınmıştır. Motora bağlı bir dişli ve sonsuz tüpüler bir ray içinden geçen zincir arası çekme işlemine dayalı bir tahrik vardır. Bu raylara taşıyıcı da asılır.
WO 2002005617 A1	Stannah Stairlifts Ltd.	24.01.2002	Asansör ve kullanıcı ağırlık kuvvetlerine bağlı tahrik elemanı ve ray arası sürtünme ile merdiven tırmanma işlemini yapar.

Yeni modellerde birçok yeni, inovatif ve gelişmiş özellik bulunmakla birlikte ilk çözümlerde yer alan çoğu unsur korunmaktadır. Örneğin, 1992’de bu asansörlere akü konması ile binış ve kullanım oldukça iyileştirilmiştir. Çok sayıda patentli ürün bulunmaktadır. Bu patentler sadece tahrik sistemi üzerine değil, elektronik yazılım, güvenlik, koltuk hareket tasarımı, ray profili gibi alanları da içerir. Bu tarz birçok patente de rastlanılmış ve incelenmiştir. Yerli bir patentle karşılaşılmalıdır.

2.5. Mevcut Bazı Ticari Ürünlerin Kıyaslanması

Merdiven asansörleri daha önceki tasnifte de bahsedildiği üzere özel üretimler dışında iki grupta sınıflandırılabilir. Bunlardan ilki yaşlılar için olan koltuklu genelde iç mekânlarda kullanılır. Bu tip merdiven asansörlerin önemli üretici firmalarından Stennah, Bruno, Hiro Lift ve Lehner Liftechnik markalarının bazı modelleri Şekil 2.6 ve Şekil 2.7’de mukayese edilmektedir.

Ticari ürün markası		
Stennah	Bruno	Liftechnik
		
Yolcu Taşıma Kapasitesi (kg)		
136	180	160
Güç Kaynağı		
110v +batarya	110v +batarya	110v +batarya
Tahrik Sistemi		
Pinyon dişli - Kramayer	Pinyon dişli - Kramayer	Pinyon dişli - Kramayer
Tırmanma Açısı		
0° - 42-49 °	0° - 45 °	0° - 52 °
Güvenlik önlemleri		
Aç - kapa Anahtarı ve Engel sensörleri		
Var	Var	Var
Emniyet kemeri		
2-5 noktadan bağlamalı	2 noktadan bağlamalı	2 noktadan bağlamalı

Şekil 2.6. Bazı üreticilerin mevcut koltuklu merdiven asansörlerini karşılaştırma

Ticari ürün markası		
Hiro lift	Lehner Liftechnik	
		
Yolcu Taşıma Kapasitesi (kg)		
300		
Güç Kaynağı		
230v	230v + 24v batarya	230v
Tahrik Sistemi		
Pinyon dişli - Kramayer	Pinyon dişli - Kramayer	Zincir-dişli
Tırmanma Açısı		
1/6	0° - 57 °	0° - 60 °
Güvenlik önlemleri		
Aç - kapa Anahtarı ve Engel sensörleri		
Var	Var	Var
Koruyucu bar ve Katlanır rampa		
Var	Var	Var
Hız (m/s)		
0.1	0.1	0.06-0.15

Şekil 2.7. Bazı üreticilerin mevcut platformlu merdiven asansörlerini karşılaştırma

Mukayese ölçütleri olarak taşıma kapasitesi, güç kaynağı, hareket mekanizması, tırmanma açısı ve emniyet tedbirleri seçilmiştir. Bu üç koltuklu merdiven ve platformlu merdiven asansörleri çok benzer özellikler sergilemektedir. Farklı noktalar; tırmanma açıları, kontrol birimi ve diğer unsur biçimleri olarak belirtilebilir. Patent incelemelerinde de bahsedilen, taşıyıcı ve de kılavuz işlevi yapan ray profilleri birçok modeli birbirinden biraz daha farklı kılmaktadır. Genel olarak ele alındığında aynı hareket prensiplerine (pinyon dişli-kramayer) bağlı olarak görevlerini yerine getirmektedirler. Estetik açıdan farklı dış tasarımlara sahip olsalar da yenilikçi bir yaklaşım ile ele alınmamışlardır. Bu sebeple geliştirmeye müsait, potansiyeli yüksek yardımcı teknoloji ürünleridir.

3. MERDİVEN ASANSÖRÜ KAVRAMSAL TASARIMI

3.1. Giriş

Sistematik tasarım, tasarım ve üretimin akılcı bir şekilde gerçekleşmesini sağlar. Adım adım yapılan tasarım işlemleri ile tasarım problemlerine tekrar kullanılabilir çözümler oluşturulur.

Tez kapsamında yapılacak merdiven asansörü kavramsal tasarımı geliştirmede Pahl ve Beitz'in Sistematik Tasarım yaklaşımı kullanılacaktır.

Pahl ve Beitz'in bu yaklaşımı mühendislik tasarımı için kapsamlı ve sistemli bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımla, tasarım sezgi ve yeteneklerden ziyade bilimsel, sistematik tekniklere dayanmaktadır. Bu sayede iyi bir tasarım sadece saf yetenekle değil sistemli bir çalışma ile gerçekleştirilmektedir. Pahl ve Beitz'in bu yaklaşımı hızlı, ucuz, işlevsel, kolay ve en iyi tasarımları yapmayı da sağlayabilir [30].

Bu yaklaşım dört aşamalı bir işlem içerir:

1. Tasarım görevini belirleme: Gerekli tüm veri/bilgileri topladıktan sonra tasarım problemini tanımlamak ve bir ihtiyaç listesi (tasarım şartnamesi) hazırlamak.
2. Kavramsal tasarım: İhtiyaç listesini karşılayacak fikir/düşünce düzeyli muhtelif tasarım kavramları oluşturmak ve aralarından en uygun/optimum olanı seçmek.
3. Şekillendirme tasarımı: Seçilen kavramı daha belirgin hale getirmek, optimize etmek ve hatalarını azaltmak (konstrüksiyon yapısı geliştirmek).
4. Ayrıntılı tasarım: Boyut, yüzey işlemleri, toleranslar, imalat dokümanları vb. tüm işlemleri belirleme. Ayrıca montaj ve maliyet tahminleri de ortaya çıkar [30].

3.2. Sistematik Tasarım Yaklaşımı İle Merdiven Asansörü Kavramsal Tasarımı Geliştirme

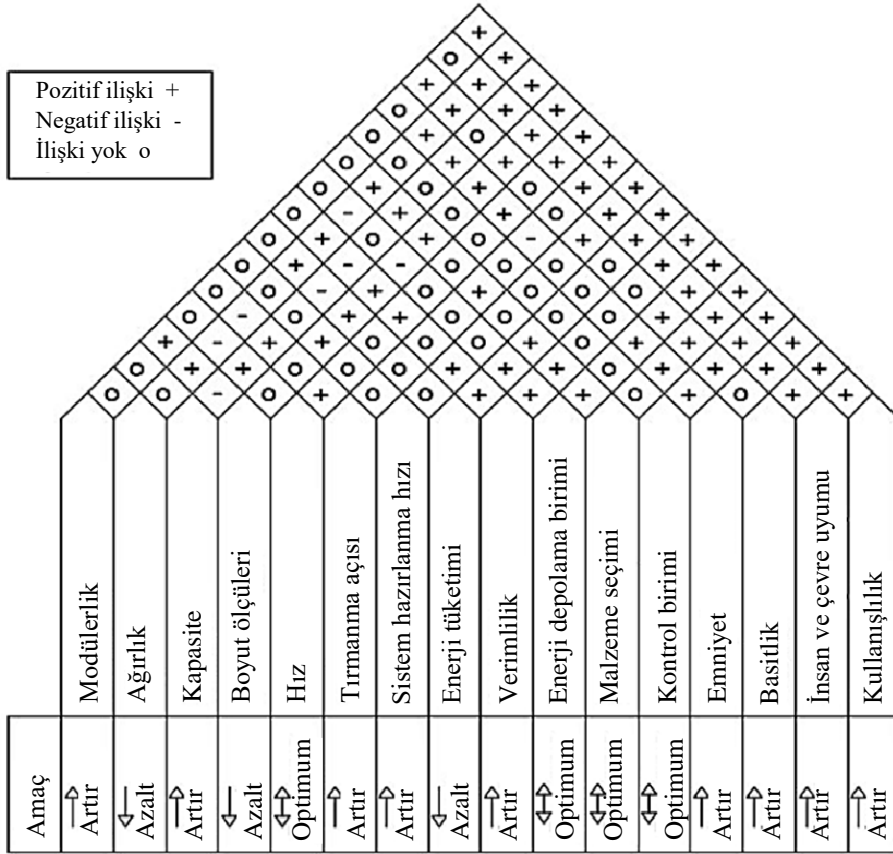
Yaşlı ve engelliler için merdiven asansörü geliştirmenin sistematik tasarım yaklaşımına dayandığı tasarım aşamaları şu şekilde ilerlemektedir. Öncelikle hedef kitlenin isteklerini öğrenmek gerekir. Bir merdiven asansöründen her farklı kullanıcı grubunun (yaşlı veya engelli) ne beklediği belirlenir ve bunlar çeşitli tasarım parametrelerine dönüştürülür.

Bunlardan geliştirilmesi istenen özellikler kıyaslanır ve tasarım şartnamesi oluşturulur. Arkasından müşteri ihtiyaçları ve teknik parametreler arasındaki çelişkiler, Yaratıcı Problem Çözme Teorisi (TRIZ) ile çözülür ve giderilir. Kavramsal tasarım sürecinde fonksiyon şemaları hazırlanır, alt ve genel çözümler oluşturulur, çeşitli seçme/değerlendirme yöntemleri ile optimum bir kavramsal tasarım elde edilir [30, 31]. Bu tasarım sonraki tüm işlemlerde baz alınır.

3.2.1. Kalite Fonksiyon Yayılımı- Quality Function Deployment (QFD)

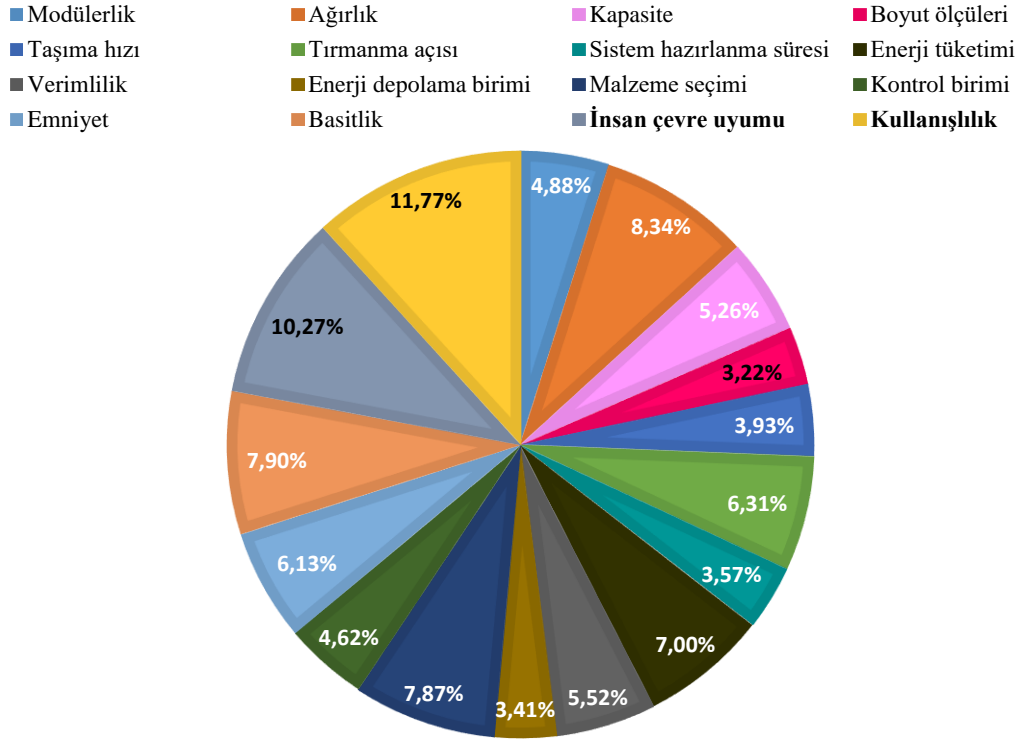
Girişimci gözüyle küresel pazarlara bakılırsa, çok talepkâr ve rekabetçi bir ortam yanında, sık değiştiği görülür. Bu şartlara uyum sağlamak ve ayakta kalmak için kuruluşlar, müşteri ihtiyaçlarını, kalite, fiyat ve teslimat süresi açısından karşılaması gerekir. Tasarım aşamasında ürüne olabildiğince kalite katmak, pazar rekabeti açısından bir avantaj olduğu kadar teslim süresini de kısaltabilir. Bu bağlamda erken tasarım aşamalarında müşteri istek ve ihtiyaçları belirlemek önemlidir. Bu amaçla kullanılan Kalite Fonksiyon Yayılımı (QFD) meşhur bir yöntemdir [21].

QFD; müşteri isteklerini belirleme, bunları mühendislik tasarım parametrelerine dönüştürme, önem/öncelik/birbirine etkilerini belirleme, diğer/rakip firmalar ile mukayese vb. imkânlar sağlar [30, 31]. Diğer bir ifade ile müşteri istek ve ihtiyaçları doğrultusunda ürün tasarlamayı mümkün kılar. Böylece geliştirilecek sisteme ait bir kalite evi oluşturulup müşteri istekleri mühendislik parametreleri (TP) arası ilişki kurulmuştur (Çizelge 3.1). Ardından her bir parametrenin ihtiyaçları karşılama yüzdesi sayısal değerlerle hesaplanmıştır. Böylece TP'nin yüzde önem derecesi belirlenmiştir. QFD, burada kavramsal tasarım aşamasında yol gösterici veriler sunar.



Şekil 3.1. Mühendislik parametreleri arasındaki ilişkiler

Hazırlanan kalite evinin daha kolay değerlendirilmesi amacıyla, yaşlı ve engelliler için merdiven asansörü geliştirme ölçütleri ve bunların yüzde değerleri grafik olarak Şekil 3.2’de görülmektedir.



Şekil 3.2. Merdiven asansörü geliştirme ölçütleri ve yüzdeleri önemi

Yapılan çalışma sonucunda yukarıdaki grafikten de okunacağı üzere, basitlik, kullanışlılık, insan çevre uyumu, ağırlık ve emniyet böyle bir merdiven asansörü geliştirme için üzerinde ağırlıklı durulması gereken konulardır.

QFD, müşteri ihtiyaçlarının, ilişkili teknik parametrelere, ürün geliştirmenin her bir safhasında uygulanan dönüştürmeye dayalı bir sistematik yaklaşımdır. Sadece ürün performansını sağlamak ve geliştirmek değil aynı zamanda tasarlanan ve üretilen ürünlerin müşteri memnuniyeti ve belirtilmeyen arzularını yerine getirmeyi de sağlar. 21. yüzyılda büyüyen şirketlere yeni pazarlar yaratmak ve yeniliği teşvik etmek için gereklidir [30].

3.2.2. İhtiyaçlar listesi

Yeni ve orijinal bir ürünün ilk ihtiyaç listesini hazırlamak oldukça güçtür. Bu sebeple mevcut benzer sistem özellikleri incelenerek yeni sistem özelliklerini belirlemek, gerekli ihtiyaç listesi hazırlamayı kolaylaştırır [31]. İhtiyaç listesi, tasarlanacak sistemin karşılaması gereken (nitel ve nicel) özellik ve sınırlayıcıları içerir. Bu veriler baştan kesin ve net olmayabilir [31].

Yaşlı ve engelliler için merdiven asansör sistem tasarımına ait bir ihtiyaç listesi Çizelge 3.2’de görülmektedir. Burada çalışma prensipleri, güvenlik önlemleri, kontrol birimi, insan çevre uyumu, üretim maliyeti gibi istek ve arzular belirlenmiştir. Bu özellikler kavramsal tasarım kapsamlı olup zamanla ve ilerleyen aşamalarda genişletilebilir. Tasarım çözümleri istekleri karşılama zorunlu, arzular ise teknik ve ekonomik şartlar el verdiği ölçüde karşılanmalıdır [31].

Çizelge 3.2. Merdiven asansörü için ihtiyaç listesi

TASARIM ŞARTNAMESİ			
Yaşlı ve Engelliler için Merdiven Asansörü Geliştirme			
DEĞİŞİKLİK	Önem 0..1	İHTİYAÇLAR (İ: İstekler)	SORUMLU
		Fiziksel ve kimyasal özellikler:	Ferhat BOZBUĞA
	0,75	I-1. Modüler tasarım (montaj kolaylığı için)	
	0,6	I-2. İnsan kullanım ve kontrolüne uygun boyutlar (ergonomik)	
	0,9	İ-3. Sistem maksimum ağırlık (250-300 kg)	
	1	G4. Sistem yük kapasitesi: platform 250 kg, koltuk 160 kg	
	1	G5. Sistemin kapalı hacmi mümkün olduğunca küçük olmalı	
		Kinematik:	
	1	G6. Sistem tırmanma hızı: 0,15 m/s (Sabit)	
	1	G7. Sistem tırmanma eğimi $\leq 45^\circ$	
	0,6	G8. Sistemin taşımaya hazır hale gelme süresi 10-15 sn	
		Enerji:	
	0,9	G9. Elektrik enerjisini mümkün olduğunca az kullanmalı	
	1	G10. Enerji kayıpları en az olmalı	
	1	G11. Ek enerji ünitesi olmalı	
		Malzeme:	
	0,7	G12. Dış ortam şartlarına uygun ve dayanıklı malzeme kullanılmalı	
	0,9	G13. Hafif ve dayanıklı malzeme seçilmeli	
	1	Sinyal:	
	1	G14. Hareket kontrolü	
	1	Emniyet ve Ergonomi:	
	0,8	G15. Ani durumlarda hareket kesilmeli	
	0,5	G16. Sistem parçaları uzun ömürlü olmalı	
		G17. Koltuk yüksekliği mümkünse ayarlanabilmeli	
	1	Üretim ve Kontrol:	
	0,8	G18. Parçaların imalatı kolay ve ucuz olmalı	
		G19. Plastik parçalar, geri dönüşümlü malzemelerden imal edilmeli	
	0,8	Montaj ve Nakil:	
	0,8	G20. En az sayıda parçayla mekanik ağırlıklı tasarım yapılmalı	
	1	G21. Montaj, demontaj kolaylığı	
		İşleyiş ve Bakım:	
	0,8	G22. Bakım kolaylığı	
		Maliyet:	
		G23. İmalat maliyeti: maksimum 25.000 TL	

3.2.3. TRIZ (Yaratıcı Problem Çözme Teorisi)

QFD ile müşteri isteklerinden elde edilen (dönüştürülen) tasarım parametreleri arası ilişki bir matrisle ortaya konur (Şekil 3.1). Bu TP arası çelişkiler, matriste “-“ ile gösterilir ve negatif ilişki anlamı taşır. Bu çelişkiler, TRIZ’in çelişki matrisi ve yaratıcı 40 prensibi kullanılarak çözülür. Çelişki matrisi ile çözüm; çelişkileri TRIZ mühendislik parametrelerine çevirme, bunları çelişki matrisinde kesiştirme, kesişen hücredeki yaratıcı çözüm prensiplerini bulma ve değerlendirme şeklinde işlem sürer. Sonuçta çözümü sağlayacak en uygunu yaratıcı prensip seçilir [31]. Tasarıma ait TP çelişkileri ve bunların TRIZ çelişkileri ve uygun TRIZ çözümleri Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. TP çelişkileri, bunlara karşılık gelen TRIZ çelişkileri ve TRIZ çözümleri

	TP ilişki matrisindeki çelişkiler	TRIZ çelişkisi	TRIZ çözüm ilkeleri	En uygun prensipler	Problem no
1	Ağırlık-Taşıma hızı	1-5	5, 34, 31, 35	34,31	P1
2	Ağırlık-Tırmanma açısı	2-20	18, 19, 28, 1	28,1	P2
3	Ağırlık-Enerji depolama	1-7	29, 2, 40, 28	40	P3
4	Kapasite-Boyut ölçüleri	7-7	7		P3
5	Kapasite-Boyut ölçüleri	5-7	7, 14, 17, 4	7,4	P4
6	Kapasite-Enerji tüketimi	1-19	35, 12, 34, 31	31	P5
7	Kapasite-Verimlilik	1-22	6, 2, 34, 19	19	P6
8	Boyut ölçüleri-Enerji depolama	7-19	35		P6
9	Boyut ölçüleri-Enerji depolama	7-36	26, 1	1	P4
10	Tırmanma açısı-Emniyet	10-27	3, 35, 13, 21	3	P7

P1 ile gösterilen 1-5 çelişkisi için sistem ağırlık artışına bağlı olarak taşıma hız düşüşü için önerilen çözümlerden “parça çıkarma ve yeniden oluşturma” ile “gözenekli malzeme” ilkeleri kabul edilmiştir. Problem çözümü, “gereksiz parça kullanmaktan kaçınılmalı” ve “iskelet yapıda maksimum dayanım/minimum malzeme seçimi” şeklinde olmalı. Bir diğer örnek çözüm aynı TP’nin farklı iki TRIZ parametre çelişkisine çevrilerek elde edilmiştir (P3 ve P4). Burada yolcu taşıma kapasitesi artışı ve sistem hacmini büyütme çözümü “iç içe geçme” ve “asimetri” ilkeleri kullanımı uygun olabilir. Böylece platform asimetrik olarak iç içe geçen ve daha az yer kaplayan formda tasarlanabilir. Diğer problemler ve bulunan yaratıcı çözümleri Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Çelişkilerin çözümü için yaratıcı problem tanımları veya çözümleri

Problem no	Yaratıcı problem tanımı
P1	Gereksiz parçalardan kaçın ve iskelet yapıyı maksimum dayanım / minimum malzeme özelliği içerecek şekilde oluştur.
P2	Hareketli ve birden fazla destek makarası ile gerekli sürtünme kuvveti sağla.
P3	Ek güç ünitesi ile oluşan fazla ağırlık, alt sistemlerde kompozit malzeme kullanma veya azami seviyede alt sistem (bileşen) kullanarak dengele.
P4/P5	Koltuk birimi katlanarak hacimden tasarruf sağlar. Engelli platformu iç içe geçerek ve asimetrik parçalardan oluşturularak hacimden tasarruf sağlar.
P6	Ağır sistemin getirdiği fazla enerji tüketim sorunu, koltuk ve platform gibi çeşitli bileşenler, boşluklu yapıda tasarlanarak giderilebilir.
P7	Yerçekimi kuvveti sayesinde, frenleme ile inişler daha az güç tüketecek şekilde yapılmalı.
P8/P9	Ek güç üniteleri, kapasitesi bölünerek farklı konumlara yerleştirilmeli.
P10	Büyük tırmanma açılarının yaratacağı kayma etkisi makara yüzey pürüzlülük değerleri değiştirilerek sürtünme kuvveti artışı ile engellenmeli.

3.2.4. Problemi formüle etme ve fonksiyon yapısı geliştirme

Bir ihtiyaç listesindeki özelliklerin yardımı ile ele alınan tasarım problemine odaklanma ve özel bilgi düzeyini artırma sağlanabilir. Bunun için öncelikle kritik problemler belirlenmeli ve buna göre yapılacak düzeltmede ihtiyaç listesi, gerekli fonksiyonlar ve temel sınırlayıcılara esas alınarak analiz edilmelidir. Bu analiz, adım adım soyutlamayı takip ederek bütünleşen, görevin genel özellikleri ile temel sorunlarını ortaya çıkarır [30].

Soyutlama işlemi:

- Kişisel tercihleri eleme,
- Temel sınırlayıcılar ve doğrudan fonksiyonlara dayanmayan ihtiyaçları yok sayma,
- Nicel ifadeleri temel nitel ifadelere dönüştürme,
- Önceki adım sonuçları amaca uygun şekilde genelleştirme,
- Çözüm-bağımsız terimlerde problemi formüle etme, olarak beş adımdan oluşur.

Bazı adımlar, ihtiyaç listesinin büyüklüğü ve görevin özellikleri dikkate alınarak ihmal edilebilir [30, 31].

Yaşlı ve engelliler için merdiven asansörü geliştirme kapsamında daha evvel hazırlanan ihtiyaç listesi yardımıyla fonksiyon yapısı geliştirmek için yapılan soyutlama aşağıdaki gibidir.

1 ve 2. adım sonuçları:

- Sistem boyutu olabildiğince küçük olmalıdır.
- Platform genişliği ve koltuk yüksekliği standartlara uygun olmalıdır.
- Ek güç birimine (12V akü) sahip olmalıdır.
- Sistem ağırlığı 250 - 300 kg arasında olmalıdır.
- Tırmanma açısı 42° - 30° arası olmalıdır.
- Çevre dostu malzemeler seçilmeli, iç/dış ortamlarda kullanıma uygun dayanımda olmalıdır.
- Seyahat ve kullanıcı güvenliği mutlaka sağlanmalıdır (emniyet kemeri, sesli uyarı gibi).
- Üretim maliyeti ≤ 25 Bin TL olmalıdır.
- Kullanım ve kontrol oldukça basit ve anlaşılır olmalıdır.

3. adım Sonuçları:

- Çeşitli sistem hacmi
- Standartlara uygun
- Çeşitli sistem ağırlığı
- Çeşitli açılarda tırmanma sağlayan
- Güvenilir çalışma ve işletme
- Düşük üretim ve çalışma maliyetli
- Kullanışlı ve konforlu

4. Adım Sonuçları:

- Çeşitli hacimler
- Çeşitli ağırlıklar
- Çeşitli koşullarda
- Güvenli ve konforlu
- Düşük maliyetli

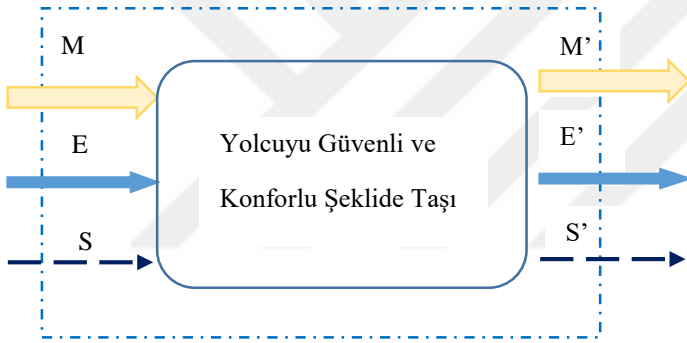
5. Adım Sonuçları:

- Olası en az maliyet ve hacme sahip sistem ile çeşitli ağırlıktaki yolcuları, farklı eğim ve tırmanma koşullarında güvenli ve konforlu bir biçimde taşımak.

Tüm fonksiyon ve alt fonksiyonları saptama işlemi bunlardan hemen sonra yapılır.

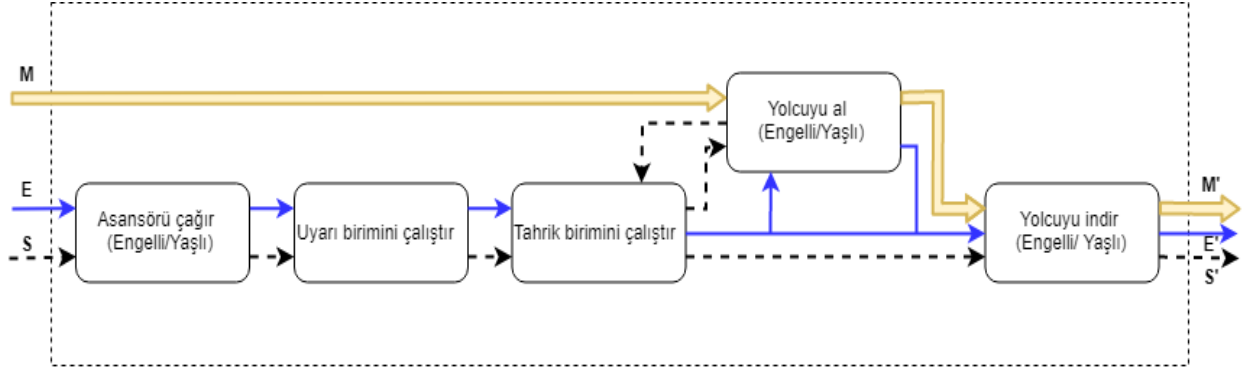
Soyutlandırma yardımıyla elde edilen problem formülasyonu ile genel problemin kritik noktası belirtilmiş olur. Bu tüm (genel fonksiyon) enerji, malzeme ve sinyal girdi-çıktılarına dayalı bir blok diyagramı şeklindedir. Bu girdi-çıkı ilişkileri mümkün olduğunca hassas ifade edilmelidir.

Yaşlı ve engelliler için merdiven asansörü geliştirmede genel problem mümkün olan en küçük (kompakt) asansör ile yolcuu almak ve güvenli bir şekilde taşımaktır. Burada yolcuu alma işleminde bir malzeme akışı, asansörün çalışması ve güvenlik önlemlerinde sinyal akışı, elektrik enerjisinin hareket enerjisi ve kayıp enerjilere dönüşümü şeklinde de bir enerji akışı vardır. Göreve ait tüm fonksiyon yolcuu güvenli ve konforlu biçimde taşımaktır (Şekil 3.3). Bu tüm fonksiyon, çeşitli alt fonksiyonlara bölünerek bunların uygun ve mantıklı bir şekilde birleşimleri ile bazı fonksiyon şemaları oluşturulur.



Şekil 3.3. Merdiven asansör sisteminin tüm (genel) fonksiyonu

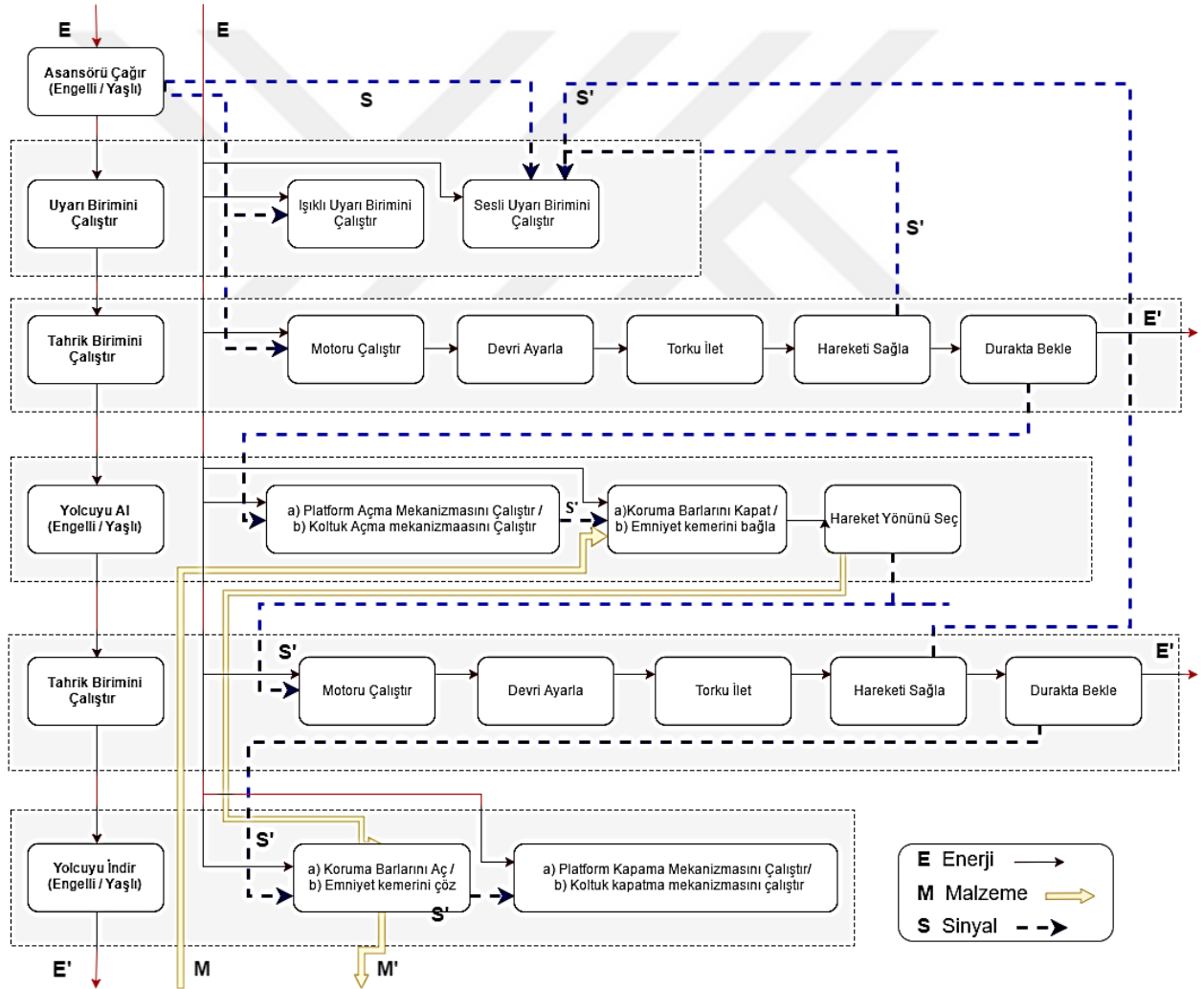
“Yolcuu güvenli ve konforlu şekilde taşı” genel fonksiyonunu karşılayacak bir sistem şu alt fonksiyonları icra etmesi gerekir; asansörü çağırma, uyarı birimini çalıştırma, tahrik birimini çalıştırma, yolcuu alma ve yolcuu indirme (Şekil 3.4). Genel fonksiyonu verilen görev iki ayrı kullanım senaryosu için oluşturulmuş ve daha da detaylandırılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.4. Yaşlı ve engelliler için merdiven asansörü geliştirme alt fonksiyonları

a) SENARYO 1 (Engelli Taşıma)

b) SENARYO 2 (Yaşlı Taşıma)



Şekil 3.5. Sistem fonksiyon şeması: (a)/(b) Senaryo 1/2

Merdiven asansörüne ait fonksiyon şemaları iki ayrı senaryo için oluşturulmuştur. Bunlardan ilki engelliler için düşünülmüştür (Şekil 3.5 a). Sistem; başlangıç sinyali, uyarı sistemleri, tahrik birimi ve güvenlik önlemlerinden oluşmaktadır. Senaryo 1 adımları, kısaca; asansörü

çağırma, çağrı sinyalinin görsel ve işitsel uyarı birimleri aktifini içerir. Sistemin çalışmasını sağlayacak bazı alt fonksiyonlar bulunmaktadır (devir ayarlama, tork iletme, hareket etme). Çağrılan yere giden asansör, yolcunun binmesi için platform açma mekanizması ve ilişkili rampayı aktif eder. Yolcu bindikten sonra koruma barları olası güvenlik problemlerine karşı kapanır. Yolcu gitmek istediği yönü seçer ve ilgili alt sistem çalışır. Böylece asansör, verilen sinyale göre istenilen yönde hareket eder. Hareket esnasında bir problem olursa tekrar sesli sinyal verir. İstenilen durağa gelince asansör koruma barlarını açar, yolcu indikten sonra platform mekanizması kapanır. İkinci senaryo yaşlı taşıma işlemini içerir. Şekil 3.5 b’de gösterilen senaryo adımları birinciye çok benzer. Aralarındaki fark, yolcuların fiziksel durumlarına bağlı olan yolcu taşıma birimidir. Yaşlıların kullanacağı koltuk, engelli bireylerin taşıma platformu ile emniyet kemeri de koruma barları ile yer değiştirmiştir. Her iki senaryoda da kullanılan enerji, elektrik enerjisi, sisteme dâhil olan taşıma işleminin yapılacağı malzeme, kullanıcı olarak belirlenmiştir. Sistemi terk eden enerjiler kayıp enerjiler olarak düşünülmelidir.























3.2.5. Alt fonksiyonlara çözüm ilkeleri araştırmak

Alt fonksiyonlara çözüm ilkeleri araştırmak belli birkaç kurala dayanmaktadır. Bunlar:

- Tüm (genel) çözüm ilkesini belirleyecek ana alt fonksiyonlara ve bunlardan çözüm ilkesi henüz bulunmamış olanlara öncelik verilmez.
- Tasnif ölçütleri ve karakteristikleri, enerji, malzeme ve sinyal akışları arasında belirlenebilir ilişkiler veya ortak sistemlerden çıkartılmalıdır.
- Çalışma ilkesi bilinmiyorsa, bu ilkeler enerji ve fiziksel etkiler üzerinden çıkartılmalıdır. Fiziksel etki belirlenmişse uygun çalışma geometrisi, çalışma hareketleri ve malzemeler seçilmelidir (gerekirse değiştirilebilir). Yeni fikirler kontrol listesi temel alınarak uyarlanabilir.
- Tasarımcılar, sezgisel olarak bulunan çözümleri de değerlendirmelidir. Bunları anahtar tasnif ölçütlerinin, özel çalışma ilkeleri ile olan ilişkilerini analiz edip, bu ölçütleri yeni başlıklar altında alt bölümlere ayırmalı, sınırlamalı veya genelleştirmelidir.
- Seçim işlemine hazırlanmak için önemli bazı çalışma ilkeleri ve özellikleri not edilmelidir [30].

Şekil 3.5’de verilen fonksiyon şeması, merdiven asansörünün birbirinden bağımsız alt fonksiyonlarını kapsamaktadır. Bu alt fonksiyonların ayrıca E, M, S cinsinden veri akışı ve

ilişkileri de belirtilmiştir. Bu aşamadan sonra her bir alt fonksiyona bulunan alt çözüm önerileri bir matrise yerleştirilir (Şekil 3.6). Bu tür gösterim şekline morfolojik matris/kart denilir [30, 31]. Her satırdaki fonksiyona ait farklı alt çözümler bulunur. Buradaki fonksiyonlar; oturma (koltuk), engelli taşıma (platform), güç iletimi (tahrik), sistemi taşıma (ray), uyarı, durdurma (fren), yolcuu sabitleme (emniyet kemeri) şeklindedir.

Çözüm yolu		a	b	c	d
Önemli fonks.					
1	Oturma	Tam koltuk 	Eyer tipi 	Katlanır 	
2	Engelli taşıma	Tek parça 	İç-içe geçebilir 		
3	Güç iletimi	Sürtünme makaraları 	Zincir dişli 	Krem. pinyon 	
4	Sistemi Taşıma	Silindirik 	Ekstrüde 		
5	Uyarı	Yansıtıcı bant 	LED şerit 	Uyarı lambası 	Sesli ikaz 
6	Durdurma	Elektro-mekanik 	Hidrolik 	Manyetik 	
7	Kontrol etme	Manuel buton 	Manuel joystick 	Otomatik buton 	
8	Yolcuu sabitleme	2 noktalı 	5 noktalı 		

Şekil 3.6. Sistem kavramsal tasarımı için morfolojik matris

3.2.6. Çözüm ilkelerini birleştirme

Tüm fonksiyonu karşılamak için daha sonra çalışma ilkeleri, uygun çalışma yapıları oluşturacak şekilde seçilip birleştirilmelidir. Böylece genel çözümler çeşitli seçenekler sağlayacak şekilde oluşturulabilir. Mantıksal ve fiziksel olarak uygun fonksiyon

çözümlerinin birleştirilmesi aynı zamanda bir sistem sentezidir [30]. Çözüm ilkelerini birleştirirken:

- Sadece uyumlu alt fonksiyonlar birleştirilmeli.
- Çözümlerden, tasarım şartnamesi isteklerini karşılayanlar ile bütçe sınırları içinde olanlar sürdürülmelidir.
- Umut vadeden birleşimler üzerinde durmak ve geri kalanlara kıyasla bunların sağladığı yararları ve tercih sebepleri belirlenmelidir.

Yaşlı ve engelliler için merdiven asansörü kavramsal tasarımı için hazırlanan görevin alt fonksiyonlarına bulunan çözüm seçenekleri, bir morfolojik matriste gösterilmiştir. Morfolojik matristeki bazı alt çözümlerin muhtelif birleşimleri ile elde edilen genel tasarım seçenekleri çizelge olarak sunulmuştur (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. Yaşlı ve engelliler için merdiven asansörü çözüm ilkeleri birleştirme

Genel tasarım seçenekleri \ Önemli alt fonksiyonlar	1	2	3	4	5	6	7	8
Ç1	c	b	a	a	d	a	c	a
Ç2	a	a	b	a	c	a	c	a
Ç3	b	a	c	b	b	c	a	a
Ç4	c	a	c	a	a	a	b	b
Ç5	a	b	b	a	a	b	a	a

3.2.7. Seçim işlemi 1 (Seçim kartı)

Morfolojik matristeki alt tasarım birleşimleri ile oluşan genel tasarımların ilk aşama ve ön değerlendirilmesi seçim kartı ile yapılır. Burada; şartname uyumu, yapılabilir olma, makul maliyette vb. gibi ölçütler kullanılır (Şekil 3.7).

MERDİVEN ASANSÖRÜ İÇİN GENEL ÇÖZÜMLER SEÇİM KARTI									
ÇÖZÜMLER	SEÇİM ÖLÇÜTLERİ							KARAR	
	(+) EVET (-) HAYIR (!) İHTİYAÇLAR LİSTESİNİ KONTROL ET (?) BİLGİ EKSİK							(+) ÇÖZÜMÜ SÜRDÜR (-) ÇÖZÜMÜ SÜRDÜRME (!) DEĞİŞİKLİKLER İÇİN İHTİYAÇ LİSTESİNİ KONTROL ET (?) BİLGİ TOPLA ÇÖZÜMÜ YENİDEN DEĞERLENDİR	
	Şartname uyumu								
	İşlev uyumu								
	Pratikte gerçekleştirilebilirlik								
	Emniyet şartlarını karşılama								
	Müsade edilebilir maliyet								
	Tasarım kolaylığı								
	Yeterli bilgi								
	Açıklamalar								
Ç1	+	+	+	+	+	+	+	Seçilen çözüm, geomeri uyumlu	+
Ç2	+	+	+	+	!	+	+	Seçilen çözüm, alan tasarrufu yetersiz	+
Ç3	!	+	+	+	!	+	+	Özel üretim ve tasarım gerekliliği	-
Ç4	+	+	+	+	+	+	+	Seçilen çözüm, mevcut benzer sistemler	+
Ç5	+	+	+	!	-	+	+	Nispeten yüksek maliyet, yetersiz emniyet	-

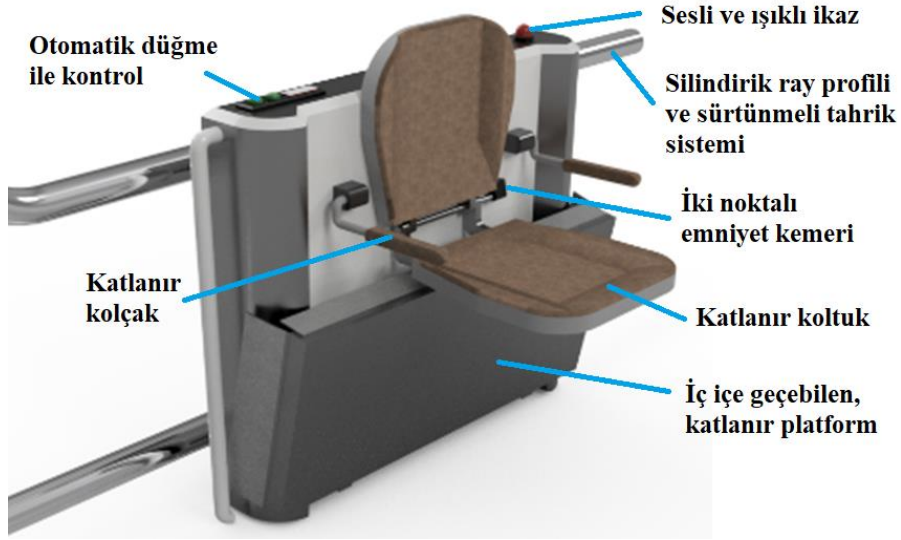
Şekil 3.7. Merdiven asansörü seçim kartı

Çözümün bu ölçütleri karşılama durumu, değerlendirme ölçütlerine uygun bir şekilde gözden geçirilir (+, -, ?, ! gibi). Eğer bir kavram/çözüm seçeneği bu değerlendirme sonucu yeterli bulunursa bu çözüm seçilmeli ve sonraki aşamalara taşınmalıdır [30]. Ve nitekim yapılan ön değerlendirme sonrası, Şekil 3.7’de de görülen + ile işaretli, Ç1, Ç2 ve Ç4 tasarım çözümleri uygun tasarımlar olarak seçilmiştir.

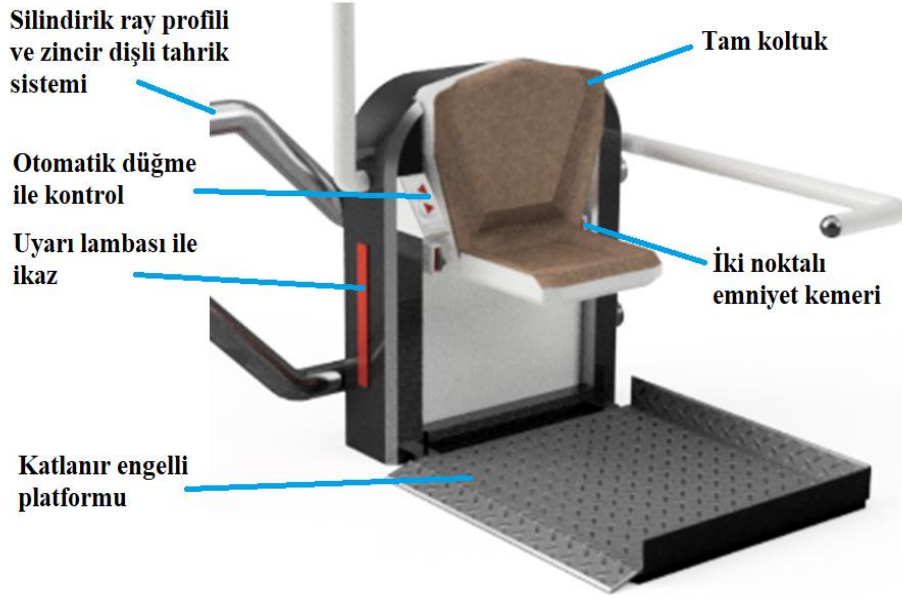
3.3. Tasarım Çeşitleri

3.3.1. Önemli tasarımlar

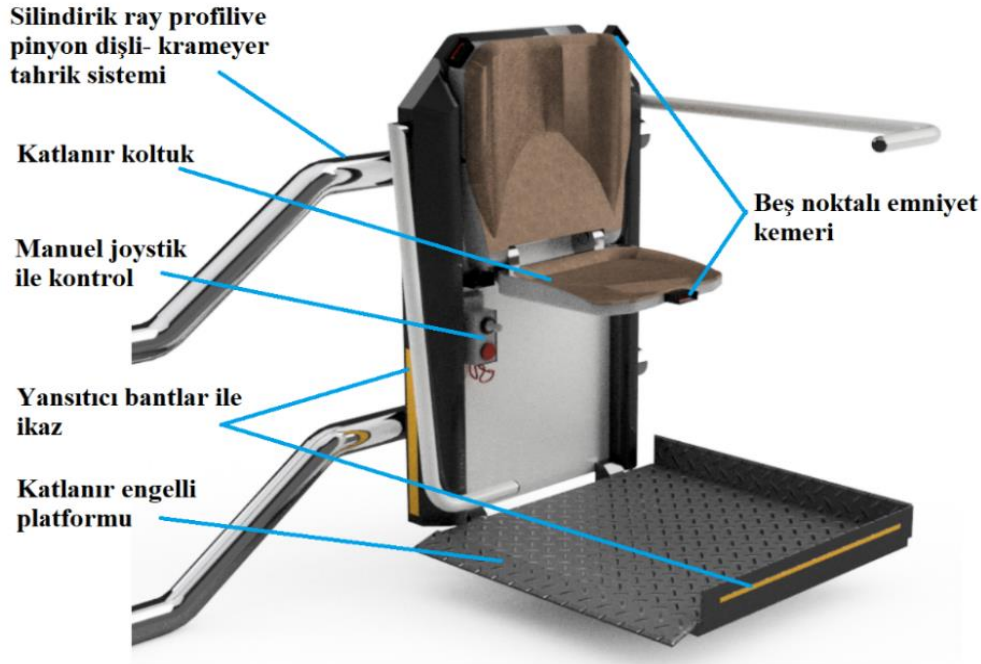
Seçim kartı ile yapılan ön değerlendirme sonucu elde edilen önemli çözümler Şekil 3.8, Şekil 3.9 ve Şekil 3.10’de gösterilmiştir. Çözüm 1, iç içe geçebilen engelli platformu, katlanabilen koltuk, silindirik ray profili ve sürtünmeli tahrik sistemini, iki noktalı emniyet kemeri bağlantı seçeneğini sunmaktadır. Çözüm 2, tek parça engelli platformu, tam koltuk, zincir dişli tahrik sistemi, silindirik ray profili, otomatik düğme ile kontrol seçeneği sunmaktadır. Çözüm 4 ise tek parça engelli platformu, katlanan koltuk, silindirik ray profili ve kremayer-pinyon dişli tahrik sistemi, beş noktadan bağlanabilen emniyet kemeri seçeneğini sunmaktadır.



Şekil 3.8. Çözüm seçeneği 1



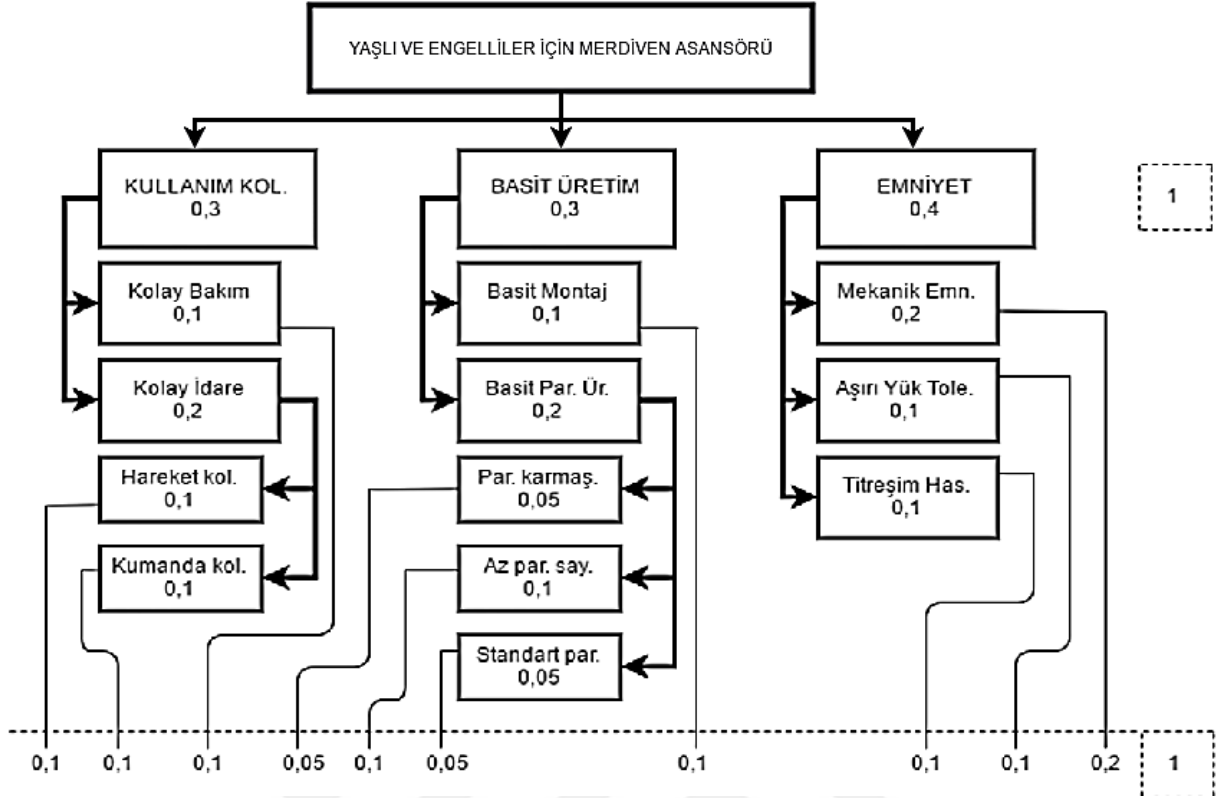
Şekil 3.9. Çözüm seçeneği 2



Şekil 3.10. Çözüm seçeneği 4

3.3.2. Ek seçim işlemleri

Buraya kadar yapılan tüm tasarım aşamalarında bazı tasarım seçenekleri oluşturulmuş ve kaba bir seçim işlemi sonucu diğerlerine göre daha değerli üç tasarım çözümü belirlenmiştir. Belirlenen bu tasarımlar arasında daha detaylı bir değerlendirme ve eleme işlemi yapılmıştır. İşlem kavramsal tasarıma ait bazı değerlendirme ölçütlerinin belirlenmesi ve bunların hiyerarşik yapıda düzenlenmesi ile başlamıştır. Bu gösterim çeşidine amaçlar ağacı (kriter ağırlık şeması) denilmektedir [30]. Daha sonra bu ölçütlerin ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 3.11). Üç ana ölçüt olarak (1) Kullanım kolaylığı, (2) Basit üretim ve (3) Emniyet belirlenmiştir. Bunların alt dalları da sırası ile kolay bakım, kolay idare (hareket ve kumanda kolaylığı), basit parça üretimi (parça sayısı / karmaşıklığının az olması, standart parça kullanımı), basit montaj, mekaniksel emniyet, aşırı yük toleransı, titreşim hassasiyeti olmak üzere belirlenmiştir (Şekil 3.11).



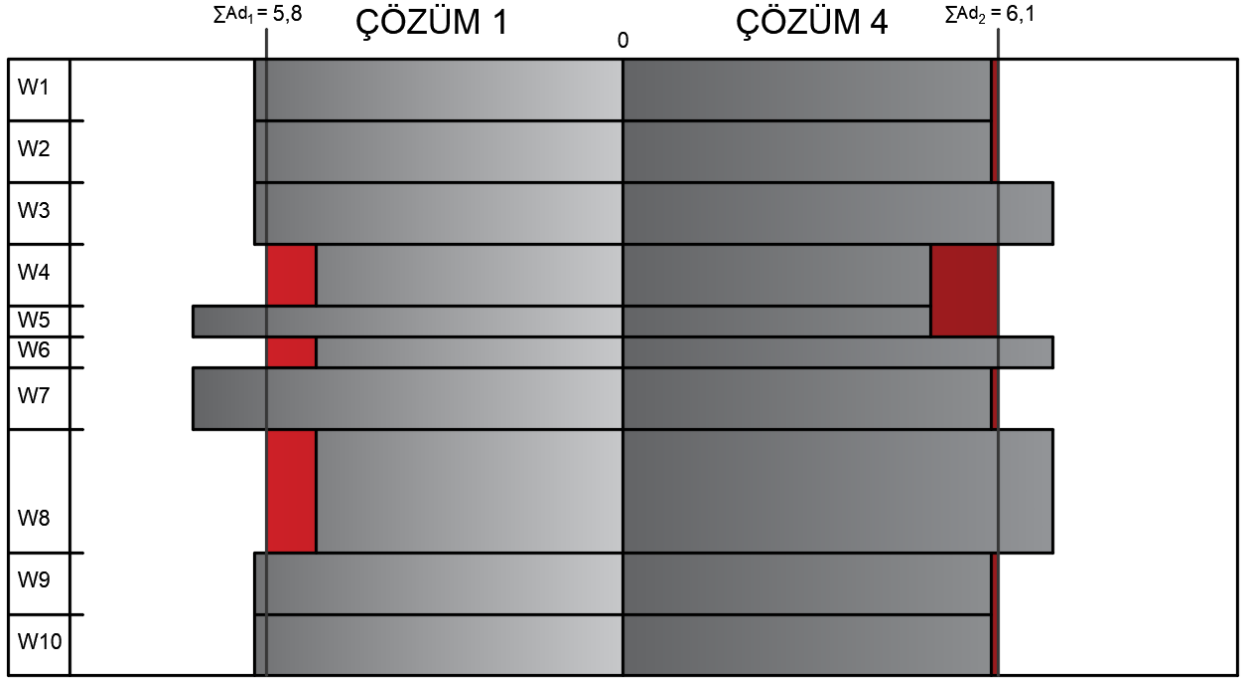
Şekil 3.11. Merdiven asansörü kavramsal tasarımına ait amaçlar ağacı

Daha sonra bu ölçütlerden mümkün olanlara birim atanmış ve son olarak ta ön değerlendirmeyi geçen 3 çözüm seçeneği bu parametrelere göre puanlama işlemine tabi tutulmuştur (Çizelge 3.6). Arkasından toplamda en yüksek iki puanı alan çözümler bir sonraki seçim aşaması olan, değer profili çıkarmaya ve kıyaslamaya tabi tutulmuştur(Şekil 3.12) [30].

Çizelge 3.6. Merdiven asansörü kavramsal tasarımına ait değerlendirme çizelgesi

Değer ölçütleri	Birim	Ağırlık (w)	Çözüm 1			Çözüm 2			Çözüm 4		
			Büyüklik	Değer	Ağ. Değer	Büyüklik	Değer	Ağ. Değer	Büyüklik	Değer	Ağ. Değer
Kolay bakım	-	0,1	Orta	6	0,6	Orta	4	0,4	Orta	6	0,6
Hareket kolaylığı	-	0,1	Orta	6	0,6	Orta	5	0,5	Orta	6	0,6
Kolay kumanda	-	0,1	Orta	6	0,6	İyi	7	0,7	İyi	7	0,7
Parça sayısı azlığı	adet	0,1	İyi	5	0,5	Orta	5	0,5	Orta	6	0,6
Parça karmaşıklığı	-	0,05	İyi	7	0,35	Orta	5	0,25	Orta	5	0,25
Standart parçalar	-	0,05	Orta	5	0,25	İyi	7	0,35	İyi	7	0,35
Basit montaj	-	0,1	İyi	7	0,7	Orta	6	0,6	Orta	6	0,6
Mekaniksel güvenlik	-	0,2	İyi	5	1,0	İyi	7	1,4	İyi	6	1,2
Aşırı yük toleransı	± kg	0,1	Orta	6	0,6	Orta	6	0,6	Orta	6	0,6
Az titreşim (Şiddeti)	W/cm ²	0,1	Orta	6	0,6	Orta	5	0,4	Orta	6	0,6
	Wt = 1		Σd = 59			Σd = 57			Σd = 61		
			ΣAd = 5,8			ΣAd = 5,7			ΣAd = 6,1		

Değer profili (Şekil 3.12) ile çözüm seçenekleri arasından, toplam değerleri yüksek olan (yeşil renk ile vurgulanan) iki seçenek (çözüm seçeneği 1 ve 4) kıyaslanır. Kıyaslamada ağırlıklı değer toplamları referans alınır. Bu değerlerin altında puana sahip değer ölçütleri, o ölçütleri karşılamada yetersiz olarak kabul edilir. Toplamda daha az yetersiz alana sahip olan çözüm seçeneği diğerine göre daha dengeli dağılıma sahiptir ve optimum çözüm seçeneği olarak adlandırılır [30].



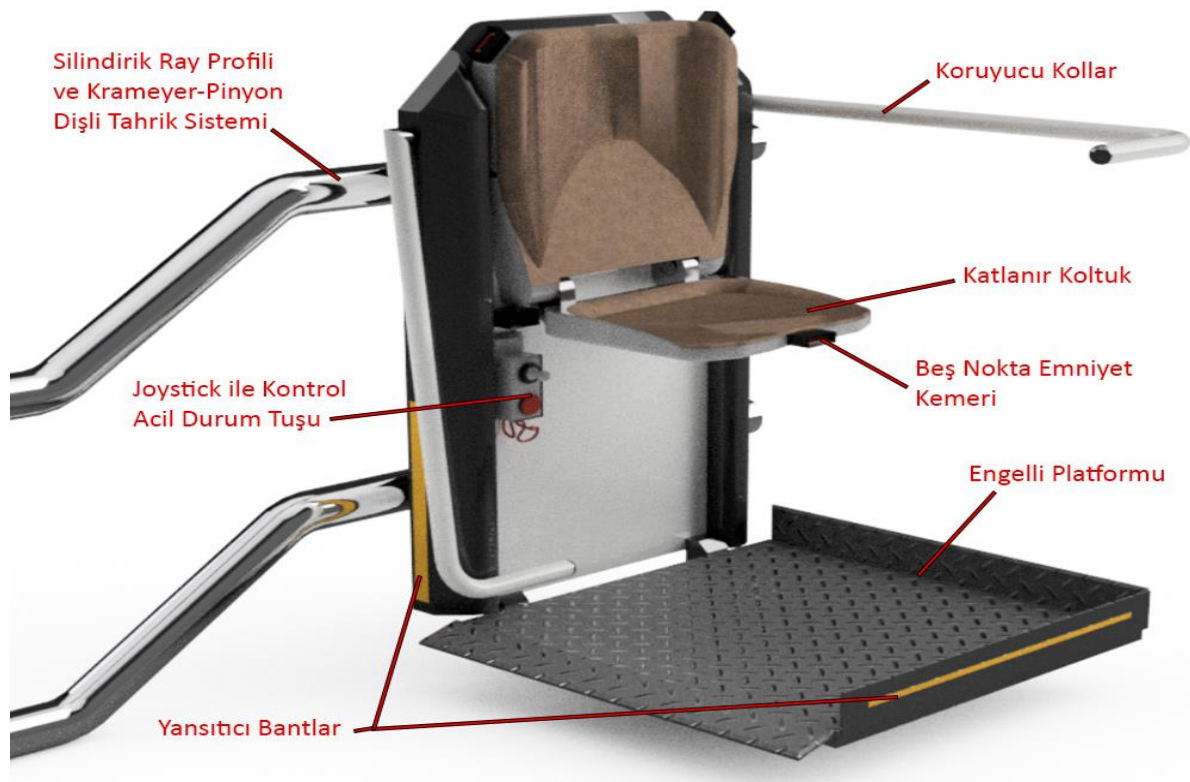
Şekil 3.12. Merdiven asansörü kavramsal tasarımına ait değer profili

3.4. Kavramsal Tasarım Sonucu ve Değerlendirilmesi

Kavramsal tasarım; yaratıcı, optimum ve doğru çözümler bulmayı amaçlar. Problemi küçük parçalara ayırır ve bunlara çözüm ilkeleri geliştirir. Soyutlama ile mevcut çözümlerden farklı yaratıcı çözüm önerileri sunar. Bu çözüm önerileri için değerlendirme yöntemleri (seçim kartı, amaçlar ağacı, değer profili vb.) uygulanarak en doğru tasarıma karar verilir.

Bu bölümünde yaşlı ve engelliler için merdiven asansörü tasarımına ait yapılan kavramsal tasarım işlemi açıklanmıştır. Önce müşteri beklentilerini belirleme, bunları teknik parametrelere dönüştürme, ihtiyaç listesi çıkarma yapılmıştır. Öncelikli ve önemli özellikler belirlenmiş ve ihtiyaç listesine temel hazırlanmıştır. Soyutlaştırma yapılarak temel fonksiyon ve alt fonksiyonlar belirlenmiştir. Her alt fonksiyona uygun çözüm önerileri geliştirilmiştir. Örneğin; sistemin kontrol edilmesi için 4 seçenek belirlenmiştir. Bunlar, asansörü çağırma, uyarı birimini çalıştırma, tahrik birimini çalıştırma, yolcuyu alma veya yolcuyu indirme şeklindedir. Alt çözüm önerileri bir morfolojik karta yerleştirilmiş ve çeşitli birleşimler ile uygun seçenekler elde edilmiştir. Son olarak bu çözüm seçenekleri; ihtiyaç listesi ve temel fonksiyonu karşılama açısından seçim kartı, değerlendirme çizelgesi ve değerlendirme profili ile değerlendirilmiş ve ideal çözüme ulaşılmıştır. Tüm bu işlem adımları neticesinde şu sonuca varılmıştır:

Merdiven asansörü için kavramsal tasarım sürecinin bir sonucu olarak, çözüm seçeneği 4 en uygun tasarım kavramı (konsepti) olarak belirlenmiştir. Böylece yaşlılar / engelliler için en iyi / rahat ulaşımın yapılmasını sağlayacak, yeni ve inovatif bir sistem tasarlanmıştır. Mevcut ticari ürünlerden en önemli farkları, küçük hacimli sistem (kompakt), yaşlı ve engelli bireylerin kullanımı için tek bir yardımcı makine olması, krameyer - pinyon dişli tahrik sistemi, tek parça platform ve katlanabilir koltuklardır (Şekil 3.13). Kavramsal tasarım ürünü olan bu çözüm yöntemi ideal bir çözüm olarak kabul edilebilir. Ancak bu çözümü uygularken problemler olursa alternatif çözüm seçenekleri kullanılabilir.



Şekil 3.13. Yaşlı ve engelliler için merdiven asansörü kavramsal tasarımı (Ç4)



4.ŞEKİLLENDİRME TASARIMI

Şekillendirme tasarımı, tasarım işleminin bir diğer parçasıdır. Bu işlem adımında tasarım, temel çözüm veya kavramsal bir tasarımdan yola çıkarak, teknik ve ekonomik bilgilere dayalı, ayrıntılı tasarıma kadar sürer. Tasarım sürecinde genel oluşum tasarımı, parça biçim ve malzemeleri ile üretim işlemleri belirlenir, yardımcı fonksiyonlara çözümler sağlanır. Tasarım ölçekli çizimlerle daha somut bir yapıya bürünür ve bu birkaç farklı varyasyon olarak oluşturulur [30].

Şekillendirme tasarımı, kavramsal tasarımdan farklı olarak, analiz ve sentezin sürekli değiştiği ve birbirini tamamlayıcı olarak ilerlediği adımları içerir. Bu açıdan eş zamanlı birçok işlemin gerçekleşmesi karmaşık olabilir. Ayrıca yapılan parça tasarımı düzeltmeleri, tüm bir sistemde yan etkilere sebep olabilir. Bu sebeple şekillendirme tasarımında sabit bir plan üzerinde çalışmak çoğu zaman mümkün olmayabilir. Ancak şekillendirmede tasarımın esası, nitelden nicele, soyuttan somuta ve kaba tasımlardan ayrıntılara doğru ilerler şeklinde belirtilebilir [30, 31].

Birçok işlemin eş zamanlı yapılması, birçok adımın tekrar edilmesi, yapılan bir değişikliğin diğer alanları etkilemesi şekillendirme tasarımını zorlaştırır. Böylece katı bir plan yerine genel bir ŞT yaklaşımı önerilebilir [30, 31].

Şekillendirme tasarımının adımları:

- Şekillendirmede, belirleyici ihtiyaçlar (işlem hacmi ve akış yönü, hareket, konum, korozyon direnci vb.) ile boyutsal sınırlayıcılar tayin edilir.
- Belirleyici ana fonksiyon taşıyıcılar ve ön genel oluşum geliştirilir.
- Ön genel oluşumlar arasında uygun olanı seçilir ve diğer ana fonksiyon taşıyıcılarına göre ön biçim tasarımları geliştirilir.
- Yardımcı fonksiyonlar için çözümler aranır, bu çözümler ana fonksiyon çözümleri ile uyumlu hale getirilir ve tüm çözüm tamamlanır.
- Ön genel oluşum tasarımı optimize ve imalat dokümanları hazırlanır.

2 ve 3B bilgisayar destekli çizim, modelleme ve analiz araçları ile daha kaliteli ve çabuk tasarım yapabilmek mümkündür [30].

Şekillendirme tasarımının temel kuralları:

- Açıklık: fonksiyonun veya tasarımın her yönüyle anlaşılabilir, belirgin olmasıdır.
- Basitlik: daha az sayıda bileşenler ve bileşenlerin karmaşık olmayan biçimleri ile ekonomik fizibilite sağlanır.
- Emniyet: güvenlik ve güvenilirlik, dayanım ve kazadan korunma ve çevreyi korumaya karşı tutarlı bir yaklaşım sağlar.

Bu temel kurallar çerçevesinde ilerleyen tasarımın başarılı olma ihtimali yüksektir. Bu esasları sağlamayan tasarımların ortaya koyduğu çözüm tatminkâr olmayacaktır [30].

Şekillendirme tasarımı öncesi bir ön araştırma yapıldığı için (Bkz. Bölüm 3) ilk şekillendirme adımları ihmal edilmiştir. Ana fonksiyonların gerçekleşmesi için çalışma hareketleri tür, biçim, konum ve boyut ölçütleri açısından değerlendirme yapılmıştır. Sistem tasarımı biçim olarak, üç ana başlık altında gruplandırılabilir. Bunlar platform, ana gövde ve tahrik birimidir. Sistem şekillendirme aşamasında bu grupların çalışma hareketleri tür, biçim, konum ve boyut ölçütleri ile belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Sistem alt gruplarının çalışma hareketleri

Çalışma hareketleri	Tür	Biçim	Konum	Boyut
Platform	Öteleme ve döndürme hareketi	Düzenli	Y eksenini doğrultusunda öteleme ve Z eksenini doğrultusunda döndürme	Genişlik ve uzunluk 900 mm civarında
Ana gövde	Öteleme hareketi	Düzenli	Y eksenini doğrultusunda öteleme	Genişlik 900 mm, uzunluk 1100 mm ve derinlik 150 mm civarında
Tahrik birimi	Döndürme ve öteleme hareketi	Düzenli	Y ve Z eksenini doğrultusunda öteleme, X eksenini doğrultusunda döndürme	Makara boyutları 65 mm civarında, Krameyer dişli uzunluğu çalışma ortamına göre, pinyondişli 65 mm anma çapı civarında

Şekillendirme tasarımı yapılacak olan alt gruplar daha sonra fonksiyon, çalışma ilkeleri, ergonomi ve emniyet açısından kontrol edilmiştir.

4.1. Tasarımın Kaba Çizimi Ve Hesaplamalar

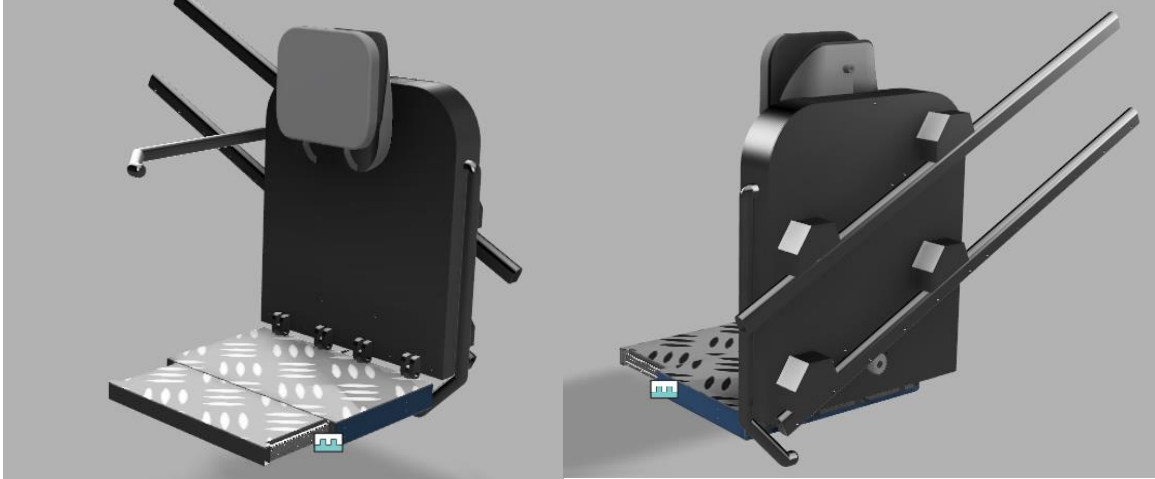
Şekillendirmede belirleyici olan ana fonksiyon taşıyıcılarıdır. Başlangıçta bu fonksiyon taşıyıcılarının genel oluşumu, parça biçim ve malzemeleri geçici olarak belirlenir. Bununla beraber boyutsal sınırlayıcılar ve tüm ana fonksiyonlar karşılanarak tamamlanmalıdır.

Sistem oluşumunda kritik rol oynayan tahrik sistemi tüm fonksiyonu karşılaması açısından önemlidir. Tahrik sistemi elektrik enerjisini hareket enerjisine dönüştürecek, yeterli güce sahip bir motor, enerji miktarını ayarlayacak bir dişli kutusu ve kavramsal tasarım adımları sonucunda karar verilen hareket iletim elemanından oluşmaktadır. Bu açıdan incelendiğinde tasarımın kaba çizimi, 1 platform mekanizması, 2 ana gövde ve 3 tahrik elemanları (destek makaraları, dişliler ve ray) olmak üzere üç ana kısımdan oluşmaktadır.

Merdiven asansörü şekillendirme tasarımında sistemin kaba formunun oluşturulması için belli hacimlere sahip bileşenlerin boyutlarını belirlemek gerekir. Ayrıca bileşenlerin istenilen özelliklere sahip olabilmesi adına genel formlar oluşturulmuş ve daha sonra detaylandırılmıştır. İlk adımda sistem tasarımı için yapılan işlemler şöyledir:

- Platform boyutlarını oluşturma
- Genel boyutları oluşturulan platformun çalışma mekanizması için gerekli prensipleri belirleme
- Çalışma prensiplerinin gerçekleştirilmesi için platformun iskelet sistemini oluşturma
- Platformu ana makinenin şasisine bağlama
- Ana makinenin iskelet yapısını oluşturma,
- Tahrik mekanizması için yapılan hesaplamalar ile boyutların doğrulanması
- Tahrik mekanizması ve makine gövdesi bağlantısını sağlama
- Makine gövde dengesini sağlayabilmek için destek makaraları oluşturma.
- Bu makaraların yükü taşıyabilmesi için mil ve yatak tasarımını gerçekleştirme
- Makara mil ve gövde bileşenini ana gövdeye bağlama
- Mekanik sınırlayıcı bileşenleri seçme ve yerleşim yerini belirleme
- Platform mekanizmasının kullanıma hazır hale gelmesini sağlayacak sistemi seçme
- Bu sistemi, platform ve ana gövde arasında bağlama

Yukarıdaki adımların uygulanması ile genel oluşum Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

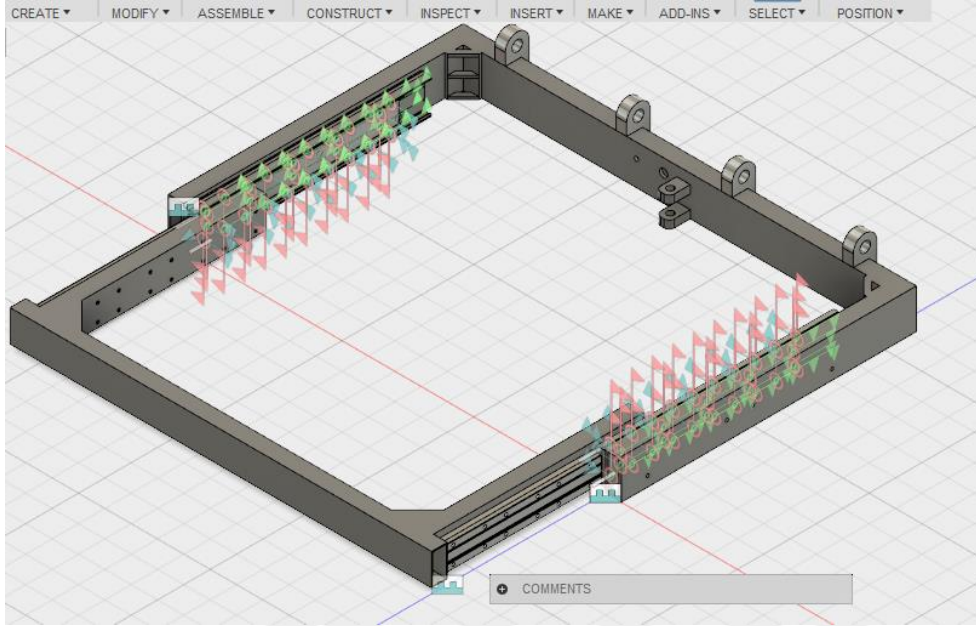


Şekil 4.1. Sistem tasarımı için yapılan işlemlerin çıktısı olarak genel oluşum.

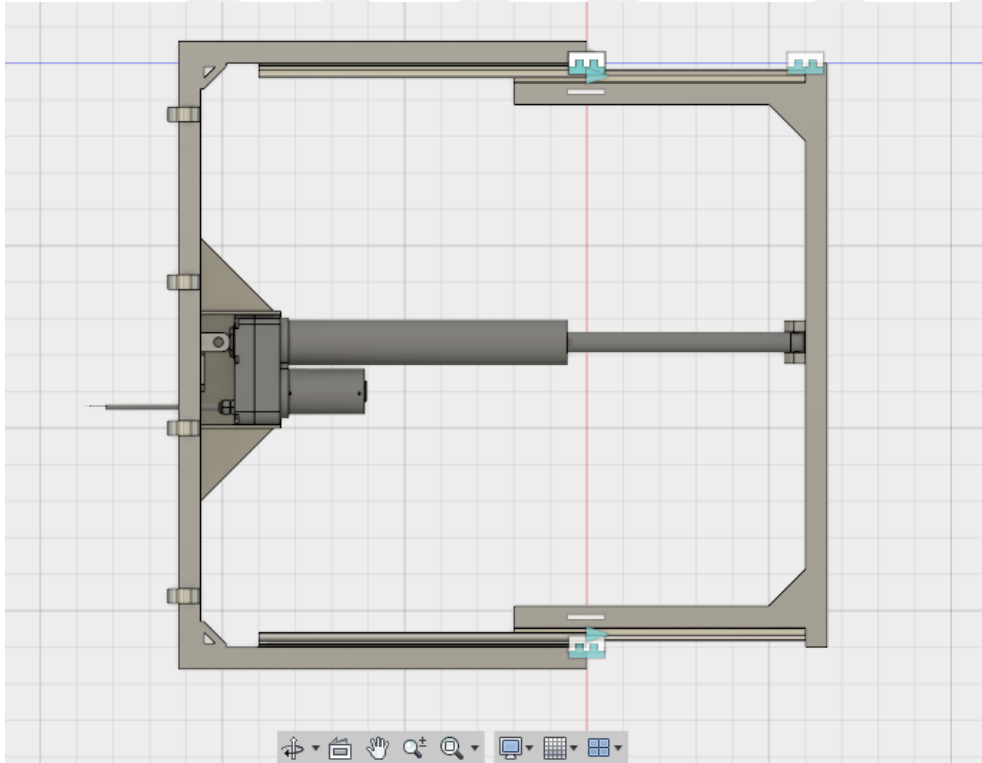
4.1.1. Platform sisteminin kaba çizimi ve hesaplamaları

Engelli Asansörü Standart Yönetmeği EN 81-41 de dikkate alınarak asansörün platform boyut kısıtlamalarına göre ölçüler belirlenmiştir. Platform genişlik ve uzunluk 900 mm civarında tutulmuştur. Ev içi kullanımlarda merdiven genişlik mesafeleri de dikkate alınarak sınırlanan ölçülerde bir sistem geliştirilmiştir. Ayrıca platform mekanizmasının kullanılmadığı durumlarda ise, kavramsal tasarım aşamasının bir çözüm ürünü olan iç içe geçme mekanizması ile en az yer işgal etmesi amaçlanmıştır. TRIZ uygulamasının önerdiği çözümlerden olan iç içe geçme mekanizmasının, teleskopik kızaklar yardımıyla gerçekleştirilmesi ön görülmüştür. Platformun taşıyacağı en fazla yük miktarı olan (diğer ticari firmaların sahip olduğu taşıma kapasitesi) 300 kg'a kadar kızak sisteminin düzenli ve emniyetli çalışabilmesi gerekmektedir. İç ve dış platform olmak üzere iki parçadan oluşan platform için çerçeveler kutu profillerden kabaca 'C' formunda olmalıdır. İskelet için belirlenen profiller ve bunların özellikleri en az ağırlık en fazla dayanımı sağlamalıdır. Bu halde belirlenen bileşenler ile bir CAD (bilgisayar destekli tasarım) katı modeli oluşturulmuştur. Standart olarak bulunabilecek parçaların dışında üretici bazı firmaların ürünlerinden de yararlanılmıştır. Boyutsal ve geometrik özellikleri dikkate alınarak bu bileşenler yeniden oluşturulmuştur. Bunlar arasında teleskopik kızaklar ve aktüatör gövde ve kolu yer almaktadır. Aktüatörün strok mesafesi 300 mm ve dış platform genişliği de iç içe geçtiğinde koltuğun altında kalacak mesafede olmalıdır. Aktüatör 12V ile çalışacak lineer tipte bir seçenek olarak seçilmiştir. Yük kapasitesi düşeyde bir yük taşımadığından sadece yatayda iç platformu itecek ve çekecek büyüklükte olması yeterlidir. İskelet yapısı ile bu bileşenlerin arasındaki montaj bağıntıları, daha sonraki aşamalarda mekanik analizleri

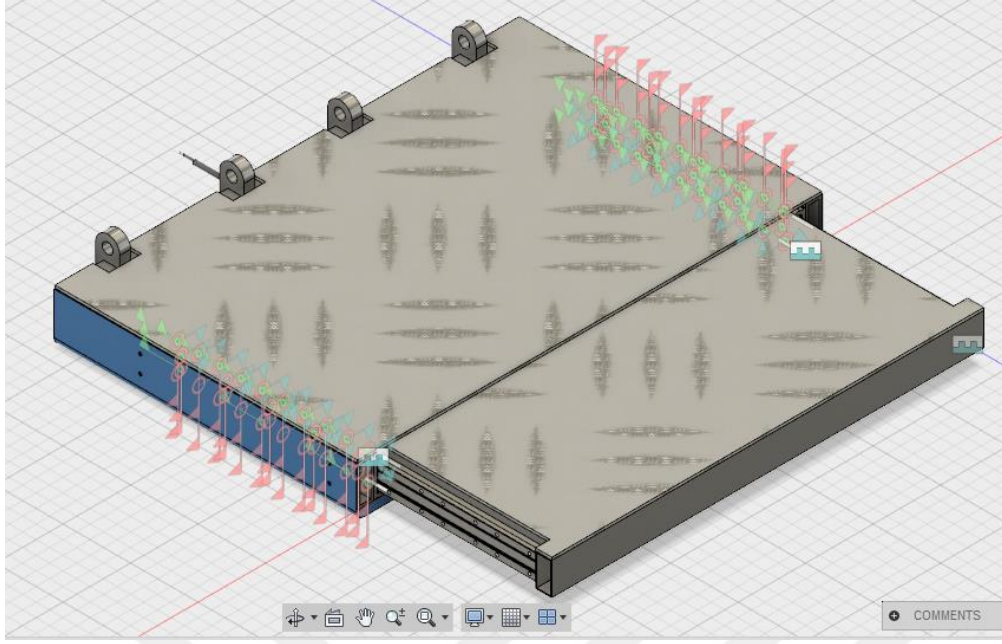
yapılmak üzere verilmiştir. Bu işlemler neticesinde platform mekanizması için oluşturulan katı modeller Şekil 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4 da verilmiştir.



Şekil 4.2. Platform mekanizması için iç ve dış iskelet ile teleskopik kızak



Şekil 4.3. Sürme hareketini sağlayacak aktüatör ve iskelete bağlantısı



Şekil 4.4. Sac kaplamaları ve ana gövdeye bağlanacak menteşe parçası

Platform mekanizmasının fonksiyon, çalışma ilkesi ve ergonomi değerlendirmesi

Platform mekanizmasının, kavramsal tasarım aşamasındaki hem fonksiyon yapısı hem de TRIZ uygulaması ile elde edilen verileri karşılaması gerekir. Platformun engelli kullanıcıları için gerekliliği vardır. Bir engelli sandalyesini taşıyacak boyutlarda ve konumda olması gerekir. Yapılan tasarım boyutları engelli sandalyesi boyutlarına uygundur. Boyu açık halde 900 mm genişliği ise 860 mm olarak belirlenmiştir. İkinci bir değerlendirme kriteri olan çalışma ilkesi TRIZ adımıyla ön görüldüğü gibi iç içe geçecek mekanizmaya sahiptir. Platform, menteşeler ile ana gövdeye bağlanmıştır. İç içe geçme hareketini sağlayacak olan 300mm strok mesafesine sahip bir aktüatördür. ZX düzleminde platformun açılmakta, YX düzleminde ise uzamaktadır. Platform yüksekliği yaklaşık 97.5 mm'dir. Eklenen rampalar sayesinde bu engelli sandalyesinin tırmanabileceği bir yüksekliktir. Bu açıdan ergonomik değerlendirmesi olumludur.

4.1.2. Merdiven asansörü ana gövde kaba çizimi ve hesaplamaları

Sistem yükünü tartacak, sürtünme ve binici ağırlığını yenerek tırmanmayı sağlayacak motor gücü hesaplamaları yapılmıştır.

Öncelikle sistem tahriğini sağlayacak motor seçiminde aşağıdaki hususlar dikkat alınmıştır.

Akım

Alternatif akım (AC); ev, ofis, sokak vb. yerler ve aydınlatmaları için kullanılır. Batarya, pil, akü gibi yerlerde bu tür elektrik enerjisi depolanamaz.

Doğru akım (DC), zamana bağlı olarak yönü değişmeyen akıma denir. Batarya, pil, akü gibi yerlerde ise bu tür elektrik enerjisi depolanabilir [32].

Engelli ve yaşlılar için engelli asansörü tasarımında DC akımın depolanabilme özelliği olduğu için DC akım motoru tercih edilmelidir.

Güç

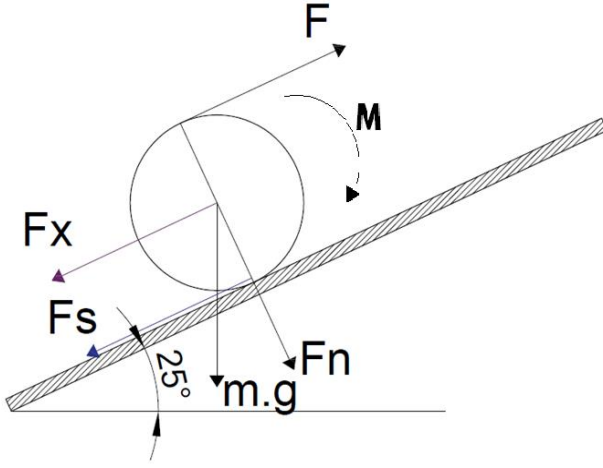
Çalışma prensibi seçilecek motorun sistemi hareket ettirecek güce sahip olması gerekmektedir. Öncelikle tekerleğin yuvarlanma direnci, sürtünme kuvvetleri, eğim ve hız parametrelerini bilmek gerekir. Bu parametrelerin bir çoğu hem tasarım şartnamesinde hem de konu ile alakalı standartlarda belirtilmiştir. Sürtünme kuvvetleri ve yuvarlanma direnci gibi motorun üstesinden gelmesi gereken kuvvetler hesaba katılmadığında, emniyet katsayısı yükselecektir [32,33].

Newton Hareket Kanunları gereği sistemin durması için:

$$\sum \text{Moment} = 0 \quad (4.13)$$

$$\sum F(\text{Kuvvet}) = 0 \quad (4.14)$$

şartları sağlanmalıdır [33]. Motor güç hesapları için hazırlanan Şekil 4.5' e göre hesaplama aşağıdaki gibi olacaktır.



Şekil 4.5. 25° eğimli yüzeyde dönen cismin oluşturduğu kuvvetler

Yükün yer çekimi ivmesi ile 25 derece aşağıya doğru ilerlemesini sağlayan kuvvet (yokuş direnci):

$$F_x = m \cdot g \cdot \sin \alpha \quad (4.15)$$

$$F_x = 300 \times 9,81 \times \sin 25 = 1243,77 \text{ N olur.}$$

Bu kuvvet tırmanma esnasında motor hareketinin aksi yönde etki oluşturacaktır.

Tekerlek/makara sürtünmeleri de hareketi engelleyen etki göstermektedir. Tüm bunlar motor güç değerini azaltma etkisi oluşturacaktır. Belirtilen sürtünme, yuvarlanma vb. karşı yükler ihmal edildiğinde, en az güç [33]:

$$P_{\min} = F \cdot V \quad (4.16)$$

$$P(\text{Güç})_{\min} = 1243,77 \text{ Newton} \times 0,17 \text{ m/s} = 211,4409 \text{ Watt olur.}$$

Eğimli yüzeyde oluşan tepki kuvveti:

$$F_n = m \cdot g \cdot \cos \alpha \quad (4.17)$$

$$F_n = 300 \times 9,81 \times \cos 25 = 2667,26 \text{ N'dur}$$

Eğimli yüzeydeki dönen cismin yuvarlanmaya karşı gösterdiği direnç de tepki kuvveti ve sürtünme katsayısı ile alakalıdır. Bu ilişki şu şekilde formüle edilir:

$$F_s = F_n \cdot \mu \quad (4.18)$$

Yüzey ile tekerlek makara arasındaki sürtünme katsayısı $\mu=0,1$ (Çelik-Poliüretan) alınırsa,

$$F_s = 2667,26 \times 0,1 = 266,73 \text{ N olur.}$$

4.18 ve 4.15 dikkate alındığında en fazla gereken güç:

$$P_{\max} = (F_x + F_s).V \quad (4.19)$$

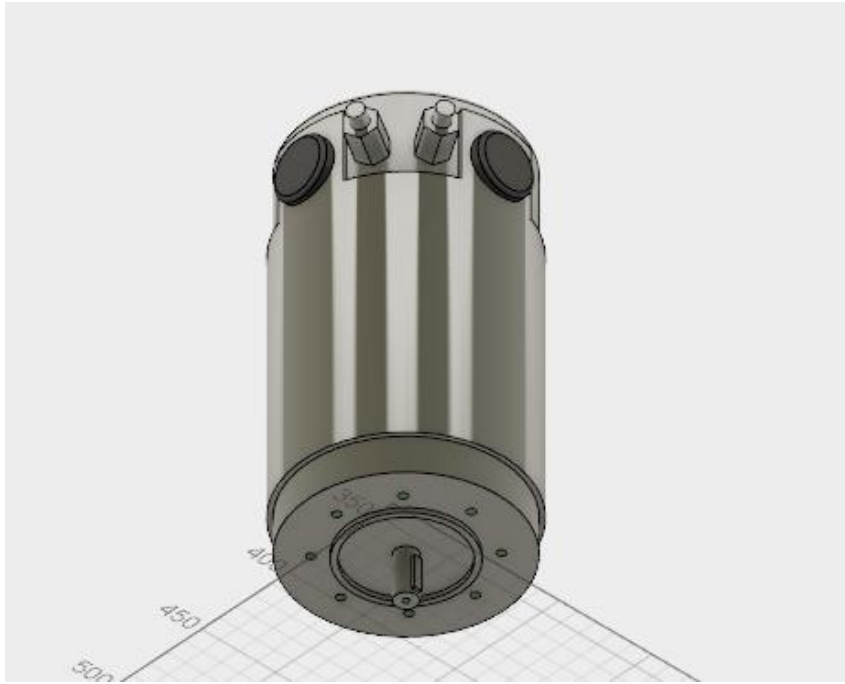
P(Güç) maximum, F_y yokuş direnci, F_s sürtünme direnci x sistem hızına bağlı olarak;

P(Güç) maximum (1243,77 + 266,73) Newton x 0,17 m/sn = 256,785 W olur.

12 V, DC akıma sahip en az gücü 0,26 KW olan bir motor sistemin hareketini sağlayabilir.

Bu özelliklerde bir çok firma yüksek tork değerlerine sahip kompakt motorlar sunmaktadır.

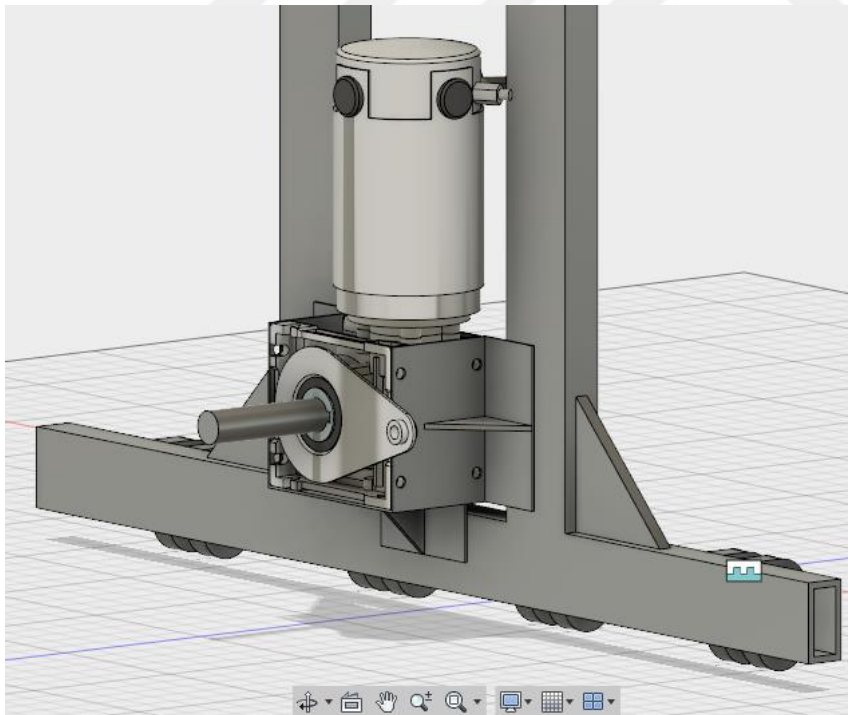
Belirlenen özelliklerde bir 12 V DC motoru ve dişli kutusu ile bunun ana gövde iskeletine bağlanması Şekil 4.6, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8 'de verilmiştir.



Şekil 4.6. Merdiven asansörünün ana motoru CAD çizimi



Şekil 4.7. Ana motor ve 60/1 oranına sahip dişli kutusu bağlantısı



Şekil 4.8. Merdiven asansörü gövde iskeletine bağlanan motor ve dişli kutusu

Sistemin kritik bileşenlerinin bağlandığı gövde için sınırlayıcılardan en önemlisi boyut ve malzemedir. Sistem boyutları muadil ticari ürünlerin boyutlarına yakın olarak seçilmiştir. 100 cm civarında yüksekliğe sahip ana gövde üzerinde makara yatakları, makara kapakları,

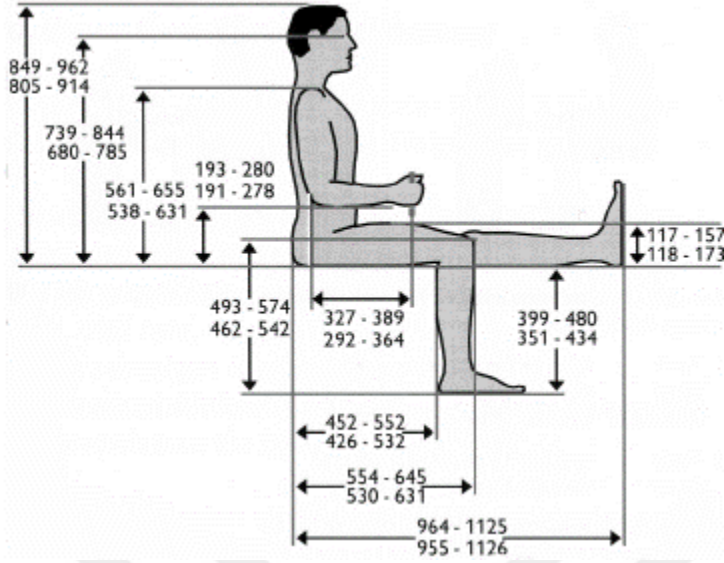
mekanik sınırlayıcılar, koruyucu bar ve platform açılış mekanizmaları ile yukarıda bağlantısı görülen ana motor ve dişli kutusunu barındırmaktadır. Bunların yanında elektronik kartlar ve sürücüler için de yer mevcuttur. Ana gövdeye bağlanacak bir açılır/kapanır koltuk da bulunmaktadır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Ana göve ve üzerindeki bileşenler

Ana gövdenin fonksiyon, çalışma ilkesi ve ergonomi değerlendirmesi

Sistemde en kritik unsurları barındıran ve genel oluşumun üzerine bina edildiği grup ana gövdedir. 900 mm genişlik, 1100 mm uzunluk ve 150 mm derinlik boyutlarına sahiptir. Bu ölçüler ile muadil ticari firmaların boyutlarına yakındır. Gövde YZ düzlemi boyunca hareket eder. Buna bağlı platform mekanizması ve koltuk ile de yolcu taşıma fonksiyonunu yerine getirir. Gövde içerisinde elektronik kartlar ve sürücüler ile akü için yeterli alan bulunmaktadır. Bu sayede tasarım şartnamesinde belirtilen kontrol biçimi (otomatik düğme ile kontrol) ve ek güvenlik önlemlerini (akümülatör ile besleme) de karşılamaktadır. Koltuk yerleşim düzeni ana gövdenin orta doğrultusunda ve antropometrik ölçüler dikkate alınarak yapılmıştır. Koltuk oturma yüksekliği 57 cm civarında ve ortalama uzunlukta bir insanın erişebileceği konumdadır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Oturma eyleminin antropometrik ölçüleri ile incelenmesi

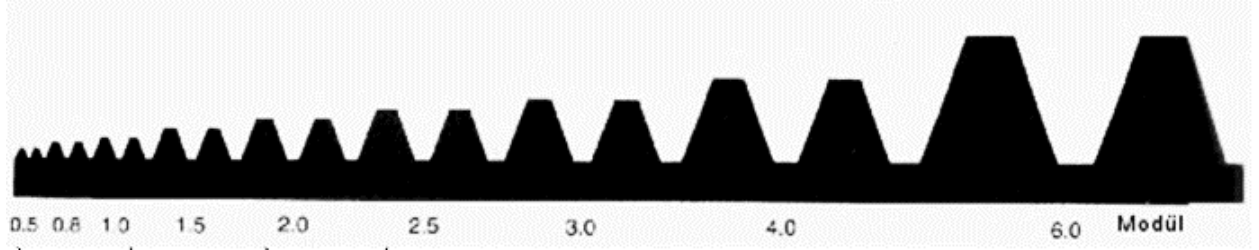
Sırt desteği ve yan destekler ile en iyi konfor şartlarını sağlamaktadır. Koltuğun açılır kapanır olması her iki senaryoda kullanım için elverişlidir. Koruyucu barların konumu ana gövde tabanından 75 cm yüksekliktedir. Bu hem kolukta oturan hem de platformda bulunan yolcu için ideal yükseklik kabul edilebilir.

4.1.3. Tahrik sistemi elemanları kaba çizimi ve hesaplamaları

Bir önceki bölümde kavramsal tasarım esnasında bazı varyantlar geliştirilmişti. Bu varyantlardan Seçenek 4, silindirik ray profili üzerinde krameyer-pinyon dişli mekanizması ile hareketini sağlamaktadır. Bu varyantın tahrik mekanizmasını seçmek sistemin üretilebilir olması açısından daha doğru olacaktır. Sürtünmeli makaralar ile tahrik sağlama, SAN-TEZ ortağı firma temsilcileri ile yapılan istişareler ve araştırmalar sonucu, dış mekân uygulamalarında güvenli olmayacağı kanaatine varılmıştır. Hava koşulları veya dış ortamın çalışma yüzeyine etkisi ve sürtünme veriminin değişmesi, sistem işlevinde belirsiz davranışlara ve hatta kullanıcı güvenliğini bile riske sokabilir [34]. Bu sebeple sürtünme tahrik sistemi oldukça sessiz ve yumuşak bir sürüş sağlasa da her ortamda uygulanması doğru değildir. Bunun yerine sıklıkla kullanılan, krameyer ve pinyon dişli seçilmiştir.

Normal şartlarda dişlinin kavrama açısına ($\alpha_0 = 20^\circ$) göre diş sayısı (z) 20-26 arasında seçilirse verim ve düzgün çalışma sağlanmış olur. Bu aralıkta diş sayısı 22 olarak seçilmiştir. Modül; dişli çarklarda boyutlar arasındaki orantıyı belirleyen bir ölçü birimidir [35]. Büyük

modüllere ait geometrilerde hassasiyet kaybı, küçülen modül ise küçük diş yüksekliği ve diş dibi genişliği sebebiyle mukavemet değerlerinde azalmaya yol açmaktadır (Şekil 4.11) [36]. Seçilen modül ($m = 3$) ile gerekli ilerleme hızına (Bkz. Çizelge 3.2) en yakın değere sahip bir sistem üretilebilir. Hareketin dışında durdurma görevi de motorla sağlanacaktır. Yine burada krameyer-pinyon dişli çifti çok önemli bir görev icra eder.



Şekil 4.11. Modüle göre dişlinin diş geometrisindeki değişimi

Düz krameyer dişli-pinyon dişli için boyutlandırma hesabı şu formüller ile yapılmıştır [36]:

$$d_0 = m.z \quad (4.1)$$

$$t_0 = \pi.m \quad (4.2)$$

$$S_0 = \frac{t_0}{2} \quad (4.3)$$

$$h = 2,25.m \quad (4.4)$$

$$h_b = m \quad (4.5)$$

$$h_i = 1,25.m \quad (4.6)$$

$$d_b = d_0 + 2.h_b = (z + 2).m \quad (4.7)$$

$$d_i = d_0 - 2.h_i = (z - 2,5).m \quad (4.8)$$

$$d_g = d_0 \cdot \cos \alpha_0 \quad (4.9)$$

4.1'de d_0 yuvarlanma dairesi çapı olup, modül (m) ve diş sayısına (z) bağlı olarak formüle edilmiştir. Seçilen değerler için:

Bölüm dairesi : $3 \times 22 = 66$ mm olur.

4.2'de diş adımı (t_0):

Diş adımı : $\pi \times 3 = 9,425$ mm olur

4.3'de diş kalınlığı (S_0), diş adımının yarısı yani

Diş kalınlığı : $9,425 / 2 = 4,712$ mm olur.

4.4 için toplam diş yüksekliği (h):

Toplam diş yüksekliği : $2,25 \times m = 6,75 \text{ mm}$ 'dir

4.5 formülünde belirtilen diş başı yüksekliği modüle eşittir (3 mm). 4.6'daki formülde diş dibi yüksekliği (h_f):

Diş dibi yüksekliği : $1,25 \times m = 3,75 \text{ mm}$ 'dir.

4.7'de verilen diş üstü dairesi çapı (d_b):

Diş üstü dairesi çapı : $(22+2) \times 3 = 72 \text{ mm}$ 'dir.

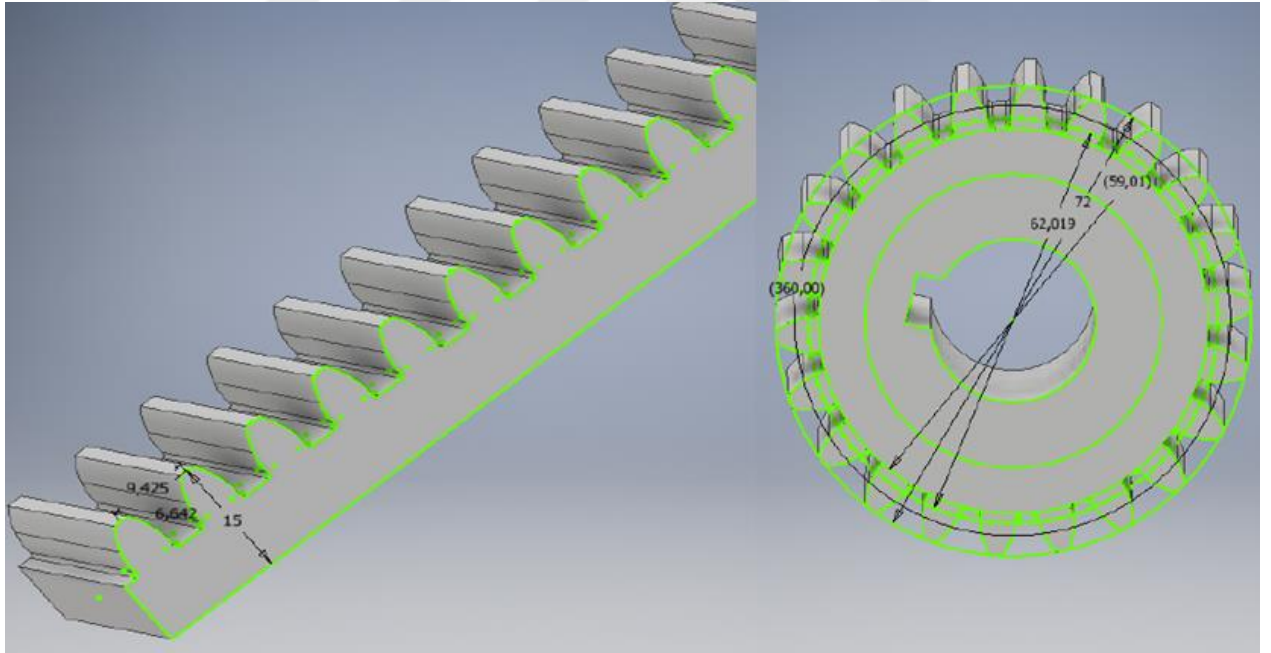
4.8'de verilen diş dibi dairesi çapı (d_f):

Diş dibi dairesi çapı : $(22-2,5) \times 3 = 58,5 \text{ mm}$ 'dir.

4.9'a göre temel dairesi çapı (d_g):

Temel dairesi çapı : $66 \times \cos 20 = 62,019 \text{ mm}$ olur.

Bu hesaplamalar sonucu elde edilen dişli ve karşılık kramayer dişlisinin CAD çizimi Şekil 4.12 de görülmektedir. Çizim Inventor 2018 Pro çizim programı ile gerçekleştirilmiştir.

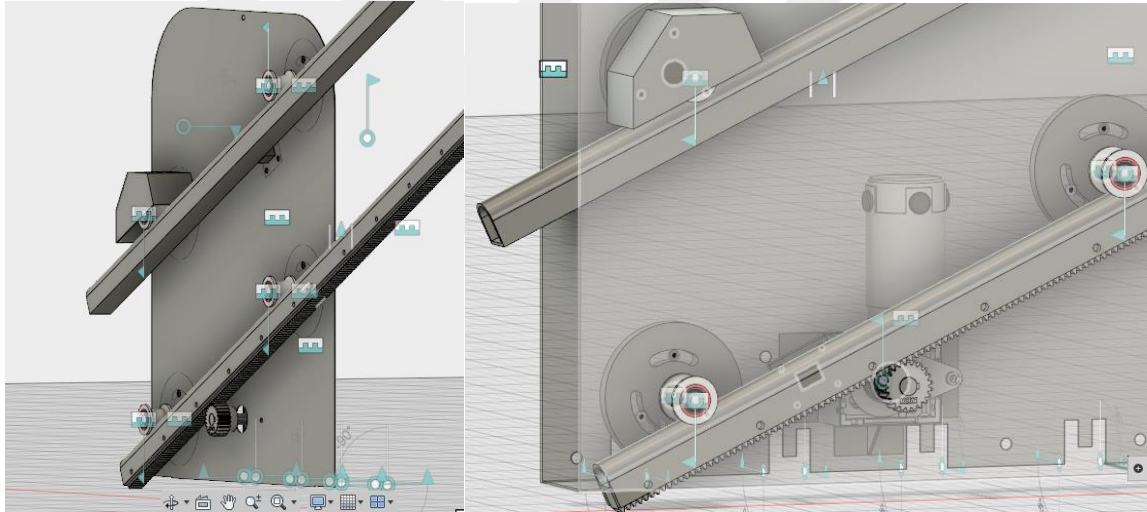


Şekil 4.12. Kremayer ve pinyon dişli CAD çizimi

Kremayer pinyon dişli için hız hesabı şu formüllere göre yapılmıştır [34]:

$$n_1 / n_2 = i \quad (4.10)$$

Tahrik alt grubu temelde asıl hareketi sağlayacak olan krameyer dişli, pinyon dişli ile ray profillerinden oluşmaktadır. Bunların yanında gövdenin asıldığı iki üstte iki altta olmak üzere makara gruplarından oluşur. Metal yüzeyde sürtünmeyi sağlaması açısından poliüretan malzemedan üretilmesi ön görülmektedir. Makaralar rayı bir klavuz gibi kullanmaktadır. Makaralar gövdeye bir yatak ile simetrik mesafelerde ve 25° eğimle bağlanmıştır. Tahrik mekanizmasının nerede güç vermeyi keseceğini sınırlayıcılar belirlemektedir. Mekanik sınırlayıcılar ray profilinin yan yüzeyine hizalı olacak şekilde ana gövde arka sac plakaya bağlanmıştır. Tırmanma işlemini durduran sinyali verecek anahtar üst tarafta ve tırmanma yönüne yakındır. İnme işlemini durduracak sinyali veren anahtar ise inme yönüne yakın olarak bağlanmıştır. İki duraklı olarak sadece yatayda hareket eden bir sistem tasarlanmıştır. Bu sistemin, makaralar ile ray profili arasında bir sıkışmayı engellemek için koruyucu makara kapakları da bulunmaktadır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Ray profili ve makaraların yerleşim düzeni ile koruyucu önlemler

Tahrik elemanlarının fonksiyon, çalışma ilkesi ve ergonomi değerlendirmesi

Yaşlı ve engelliler için merdiven asansörü tasarım şartnamesindeki maddeleri karşılayacak şekilde bir sistem tasarlanmıştır. Bu sistemin alt gruplarından olan tahrik elemanları tüm bir sistem için kritik önem taşımaktadır. Ana fonksiyonun gerçekleştirilmesini sağlayacak olan tahrik grubunda kavramsal tasarımın bir çıktısı olan krameyerdişli, pinyon dişli ikilisi kullanılmıştır. Bu ikili, motordan aldığı dönen mekanik enerjiyi, doğrusal mekanik enerjiye çevirecek olan fonksiyonun bir çözüm seçeneğidir. Mevcut sistemlerin incelenmesi kapsamında da belirtildiği gibi çoğu ticari ürünlerde tahrik birimi olarak krameyer dişli, pinyon

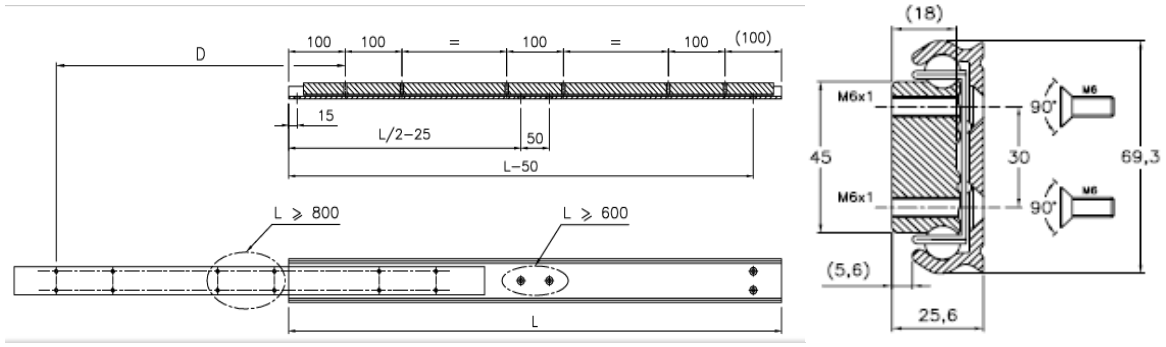
dişli kullanılmaktadır. Tahrik birimi, konumun istenilen noktada kilitlenmesi veya kaymaması açısından fazladan güvenlik de sağlamaktadır. Sistem hızı ve yükünü karşılması için gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Bu açılardan bakıldığında sistem fonksiyonunu sağlamaktadır. Ergonomik açıdan kullanıcının dahil olmadığı bu grupta, ek güvenlik önlemi olarak makara kapakları da bağlanmıştır.

4.2. Tasarım Analizleri

Tasarımın analizi ANSYS 16.1 programında gerçekleştirilmiştir. Analize başlarken tasarım mümkün olduğunca sadeleştirilmiş ve yeniden modellenmiştir. Daha sonra bu modellere bir malzeme (varsayılan olarak gelen yapı çeliği) ve ağ yapısı atanmıştır. Uygun ağ yapısı (mesh) kritik yerler için sık olacak şekilde düzenlenmiştir. Daha sonra statik analiz yapılmış ve analizler eş değer gerilme, toplam deformasyon ve güvenlik katsayısı olarak elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar kısaca Şekillendirme tasarımının emniyet ölçütüne göre değerlendirilmiştir. Ayrıca tasarımın alt gruplara ayrıldığı kısımlarda tek tek, önemli ve kritik bileşenleri inceleyip sonuçları ilgili kısımlara yazılmıştır. Detaylı raporları EK-1, EK-2, EK-3 ve EK-4'te sunulmaktadır.

4.2.1. Platform sistemi mekanik analizi

Platform sistemi, (1) platform çerçeveleri, (2) teleskopik kızaklar ve (3) lineer aktüatör olmak üzere üç ana parçadan oluşmaktadır. TRIZ uygulamasının çıktılarında olan iç içe geçme mekanizmasının, teleskopik kızaklar yardımıyla gerçekleştirilmesi ön görülmüştür. Platformun taşıyacağı en fazla yük miktarı (yolcu ve akülü/aküsüz sandalye) olan 300 kg'a kadar kızak sisteminin düzenli ve emniyetli çalışabilmesi gerekmektedir. Sistem boyut sınırları içerisinde en uygun mevcut teleskopik kızak araştırmaları sonucu, bir ürün üzerinde yoğunlaşmıştır. Ürünün teknik ölçüleri ile teknik verileri Şekil 4.15 ve Çizelge 4.2'de verilmiştir.



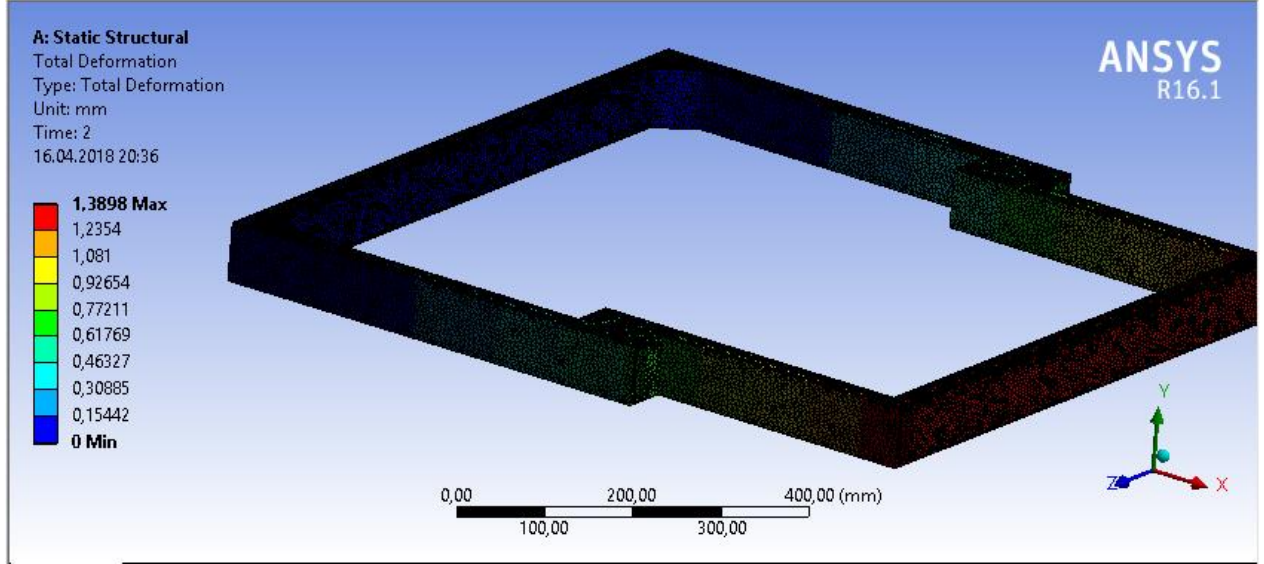
Şekil 4.15. Teleskopik kızak mekanizmasının teknik ölçüleri

Çizelge 4.2. Teleskopik kızığın yük taşıma değerleri (Vurgulu olan seçilmiştir)

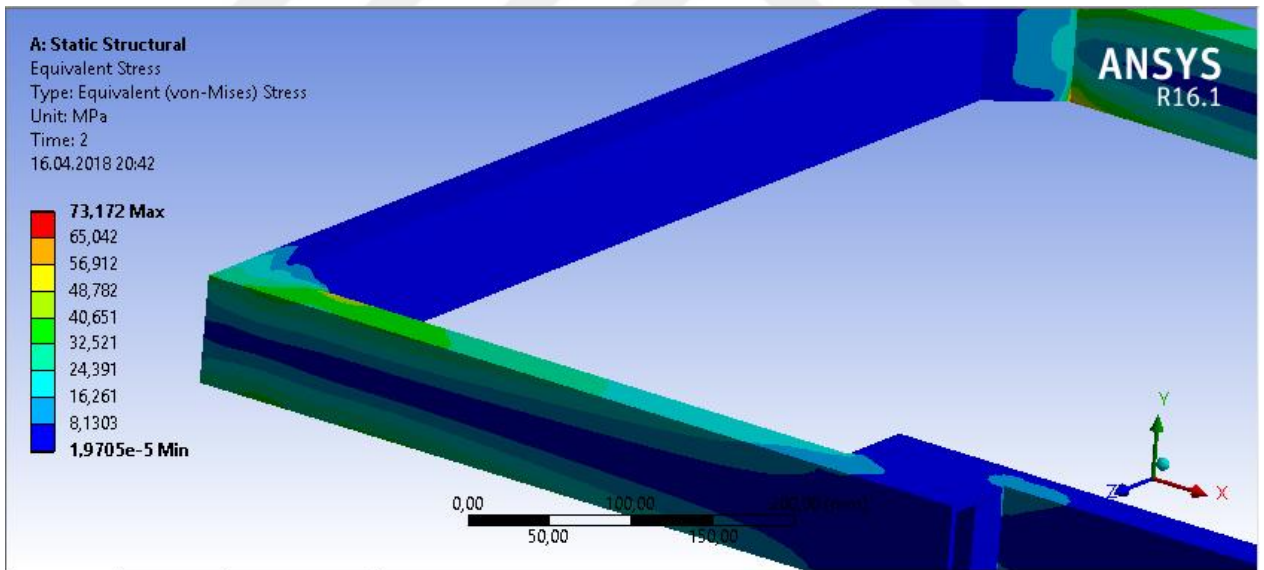
L	D	R91		
mm	mm	(\pm) kg		
150				
200				
250				
300				
350				
400				
450				
500	230	[320]	450	
550	280	[325]	460	
600	330	[320]	480	
650	380	[315]	520	
700	430	[310]	570	
750	460	[305]	612	
800	490	[300]	640	
850	520	[295]	650	
900	550	[290]	640	
1000	610	[280]	610	

Platform çerçeveleri kutu profilden birbirine bakan C formunda 2 adet tasarlanmıştır. Et kalınlığı 5 mm ve 30mm x 70 mm ebatlarındadır. Toplam boyutları tasarım şartnamesini karşılayacak şekilde belirlenmiş ve mekanik dayanım analizleri yapılmıştır. Analizde kullanılan program ANSYS 16.1'dir. Tasarımın basitleştirilmiş formu üzerine yayılı olarak 300 kg'lık bir yük uygulanmış ve menteşe konumlarından sabitlenmiştir. Seçilen malzeme programın varsayılan malzemesi yapı çeliğidir. Uygun bir mesh atanmış ve optimize

edilmiştir. Analiz kapsamında toplam deformasyon ve eşdeğer gerilme dikkate alınmıştır. Şekil 4.16 ve Şekil 4.17’de analizlerin görsel sonuçları yer almaktadır.



Şekil 4.16. Platform çerçevesindeki toplam deformasyon



Şekil 4.17. Platform çerçevesindeki eş değer gerilme

Görsellerin sonuç yorumlaması

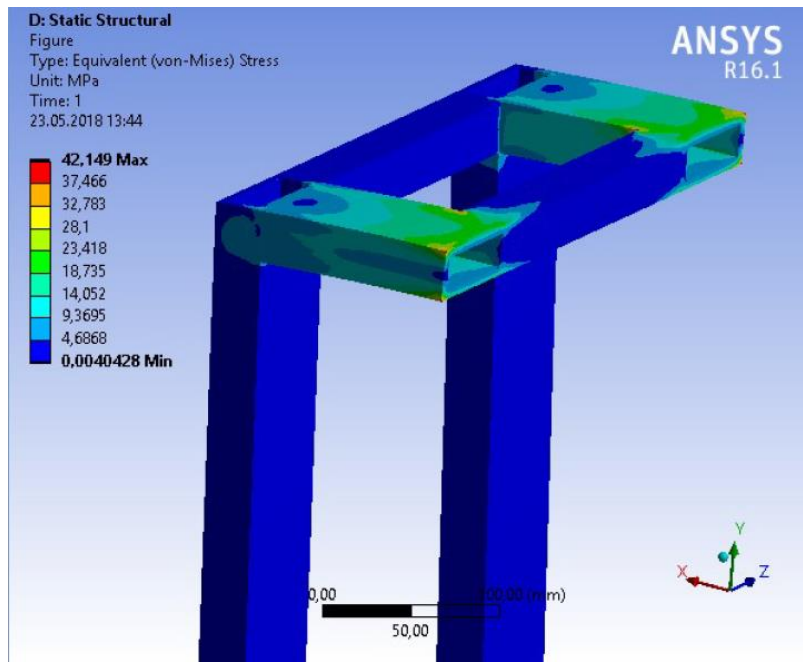
Platform çerçevelerinin menteşelerden bağlı ucundan serbest ucuna kadar olan, şekildeki deformasyon –Y yönünde en fazla 1.39 mm kadardır. Bu değer oldukça küçük ve kabul edilebilir seviyededir. Eşdeğer gerilme, profil çerçevesindeki keskin hatların birleşim

yerlerinde en fazla değere sahiptir. Burada okunan en fazla değer 73.18 MPa seviyesindedir. Güvenlik katsayısı ise 3,41 olarak çıkmıştır. Detaylı rapor EK-1'de verilmiştir.

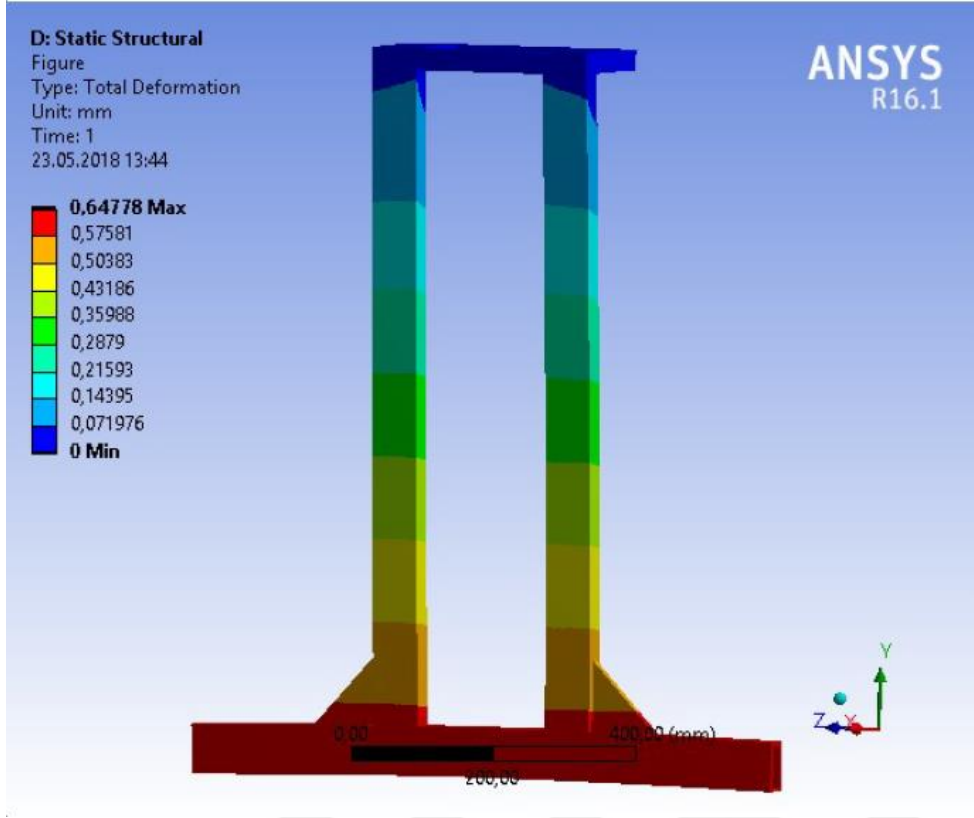
Analiz sonuçları ile platform mekanizmasının tasarımında doğru çözüme ulaşıldığı görülmektedir. Şekillendirme tasarımı emniyet açısından değerlendirildiğinde platform mekanizması yeterli koşulları sağlamaktadır.

4.2.2. Ana gövde mekanik analizi

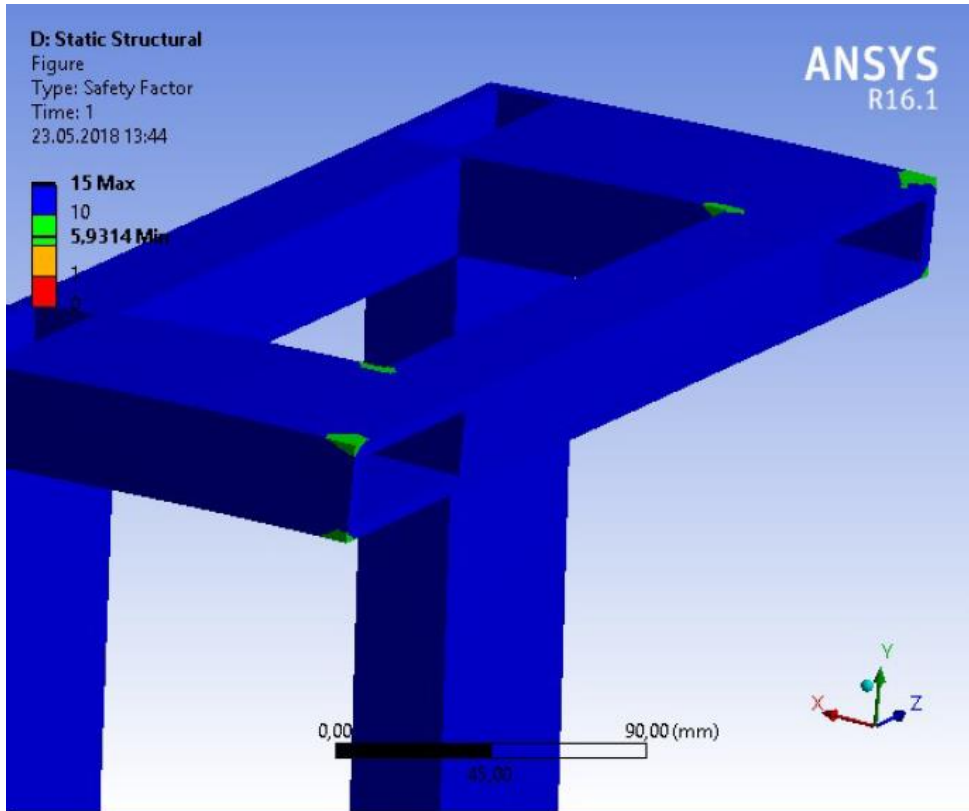
Gövde, tüm mekanizmaların bağlandığı bir yapıdır. Üzerinde tahrik alt sistemi bileşenleri ve platform alt sistemi bileşenleri için montaj yerleri bulunur. Tüm bir sistemin bileşenlerinin taşıyıcılığını yapan bu birimde, dayanıklılığı arttırmak amacı ile bir iç iskelet oluşturulmuştur. Kutu profilden oluşturulan iskelet için analiz maruz kalacağı maksimum yük miktarına (300 kg) göre yapılmıştır. CAD modeli ANSYS 16.1 sürümüne aktarılan model için önce malzeme tanımı yapılmıştır. Varsayılan malzeme olarak gelen yapı çeliği, model için seçilmiştir. Daha sonra model yüzeyine ağ yapısı atanmış ve mümkün olan en uygun boyutlarda hücresel yapılar belirlenmiştir. Üst kısımdan sabitlenen iskelete alt taraftan düşey yönde kuvvet uygulanmıştır. Bunun sonucunda elde edilen analizler Şekil 4.18, Şekil 4.19 ve Şekil 4.20 de görüldüğü gibidir. Sırası ile Eşdeğer gerilme, toplam deformasyon ve güvenlik faktörü incelenmiştir.



Şekil 4.18. Gövde iskeletinin eş değer gerilmesi



Şekil 4.19. Gövde iskeletinin toplam deformasyonu



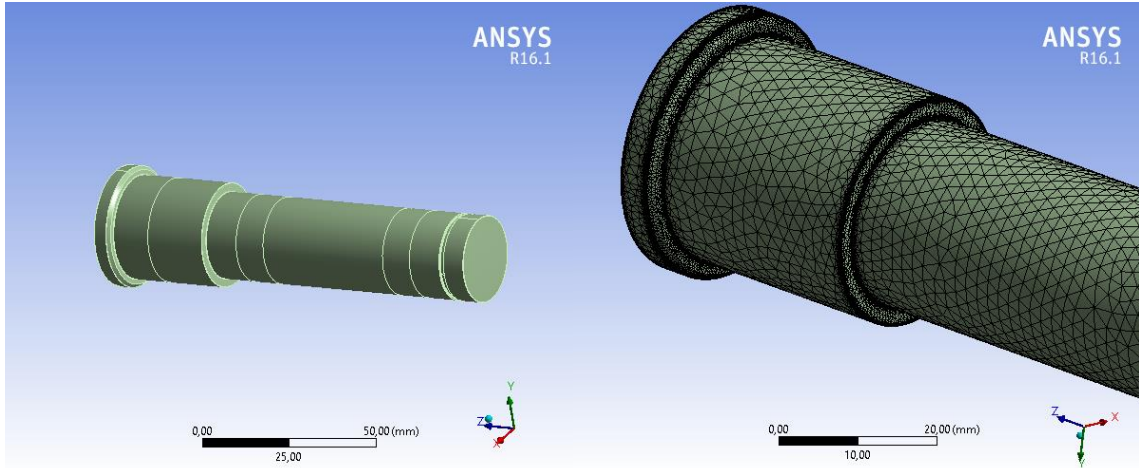
Şekil 4.20. Gövde iskeletinin güvenlik faktörü

Görsellerin sonuç yorumlaması

Gövde iskelet sisteminin emniyet açısından incelenmesi analiz sonuçları ile mümkündür. Yapılan analizler sonucunda gövdeye uygulanan 300 kg'lık yükün, eşdeğer gerilmede en yüksek 42 MPa'lık bir değere sahip olduğu görülmektedir. Bu değer yapı çeliğinin mukavemet değerleri göz önüne alındığında makul seviyelerdedir. Toplam deformasyonu ise, sabitlendiği noktadan en alt yüzeyi arasında, yüksüz durumdan 0,65 mm civarında bir sapma görülmektedir. Uygulanan iskelet sistemi ile tüm bir sistemin gövdesinde güvenliği arttırmak amaçlanmıştır. Elde edilen güvenlik faktörü en az 5,9 civarındadır ve bu değer sistemin güvenilirliğini göstermektedir. Detaylı rapor EK-2'de verilmiştir.

4.2.3. Tahrik sistemi elemanları mekanik analizi

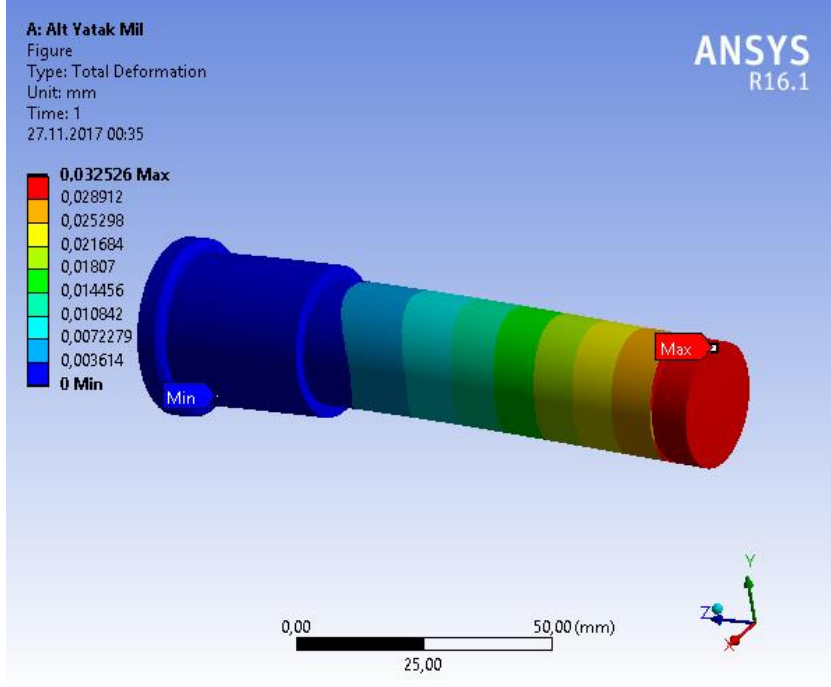
Tahrik sistemi makaralar, makaraların yatakları, pinyon dişli, krameyer dişli ve ray profilinden oluşmaktadır. Sistemin tüm yükünün (Makine ağırlığı ve yolcu ağırlığı toplamı) ray profillerine uygulandığı noktalar makaraların temas yüzeyleridir. Ayrıca makaraların gövdeye bağlandığı yataklar da bu yükün büyük kısmını taşımaktadır. Bu sebeple ilk önce makara yataklarına statik analiz yapılmıştır. Analizin ilk adımı olarak makara yatakları CAD modelinden daha da sadeleştirilerek bir geometri oluşturulmuştur. Bu geometriye uygun ağ yapıları atanmıştır (Şekil 4.21).



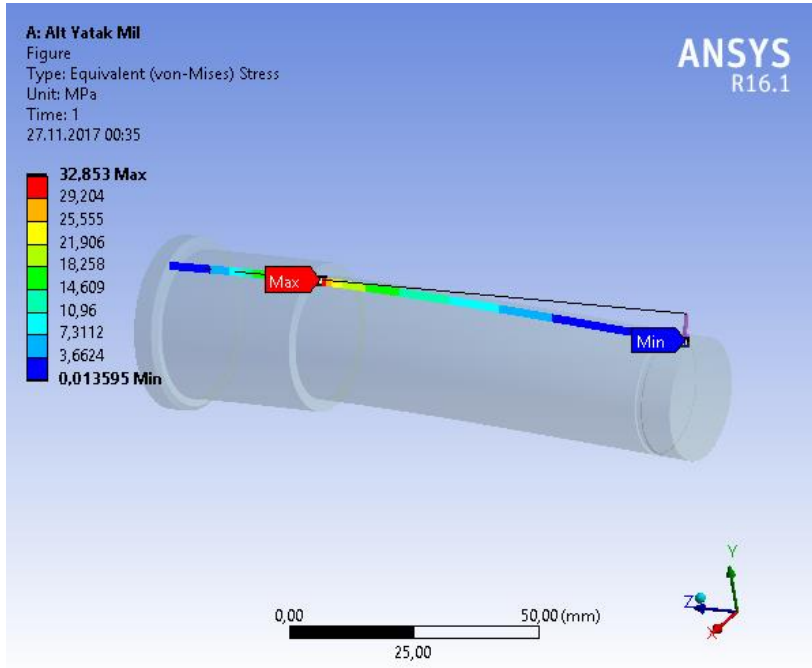
Şekil 4.21. Makara yatak millerinin sadeleştirilmiş geometrileri ve ağ yapısı

Makara yataklarına ANSYS 16.1 sürümünde analiz edilmek üzere malzeme atama işlemi gerçekleştirilmiştir. Varsayılan olarak atanan yapı çeliği malzeme olarak belirlenmiştir. Bir sonraki adımda statik analizin eş değer gerilme, toplam deformasyon ve güvenlik katsayısı

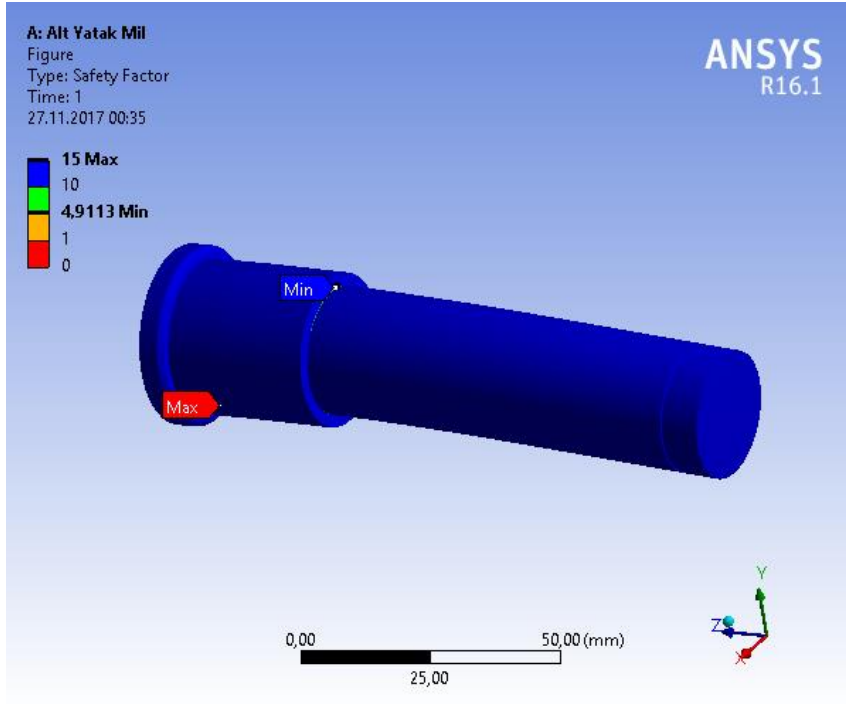
sonuçları alınmıştır. Bu sonuçların görselleri Şekil 4.22, Şekil 4.23 ve Şekil 4.24’de görülmektedir.



Şekil 4.22. Yatak milinin toplam deformasyonu

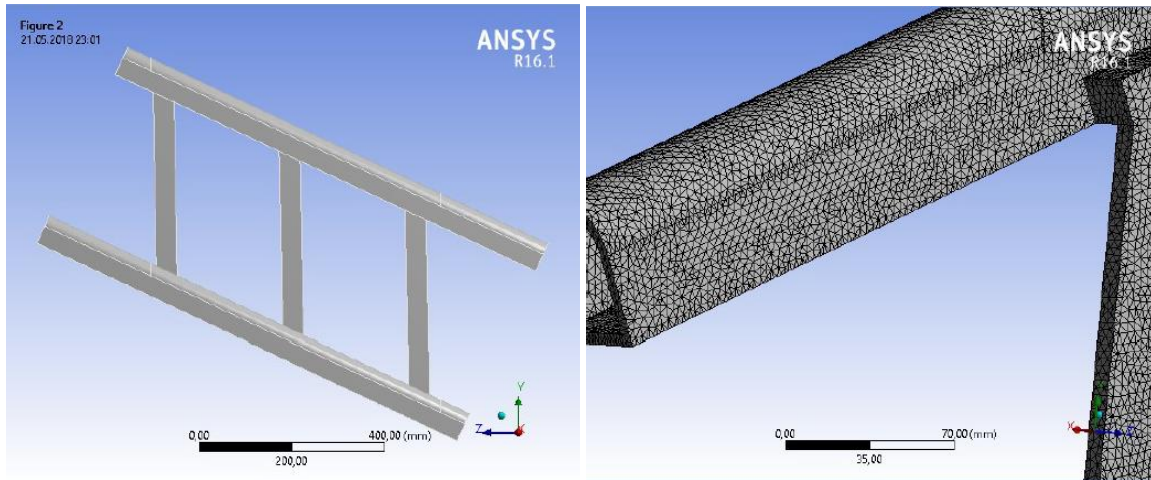


Şekil 4.23. Yatak milinin eş değer gerilmesi



Şekil 4.24. Yatak milinin güvenlik faktörü

Ray profili tahrik mekanizmasının önemli bileşenlerindedir. Bu bileşenin tasarımı güvenlik açısından incelenmiştir. İnceleme ray profilinin analiz sürecini kapsar. İlk olarak ray profilinin CAD dosyası ANSYS 16.1 programına aktarılır. Burada geometri olabildiğince sadeleştirilmiş halde olmalıdır. Bu model üzerine bir ağ yapısı atanmıştır. Temas yüzeyleri ve kritik noktalarda bu ağ yapısının daha düzgün olması, daha kesin sonuçlar vermesi için önemlidir (Şekil 4.25).



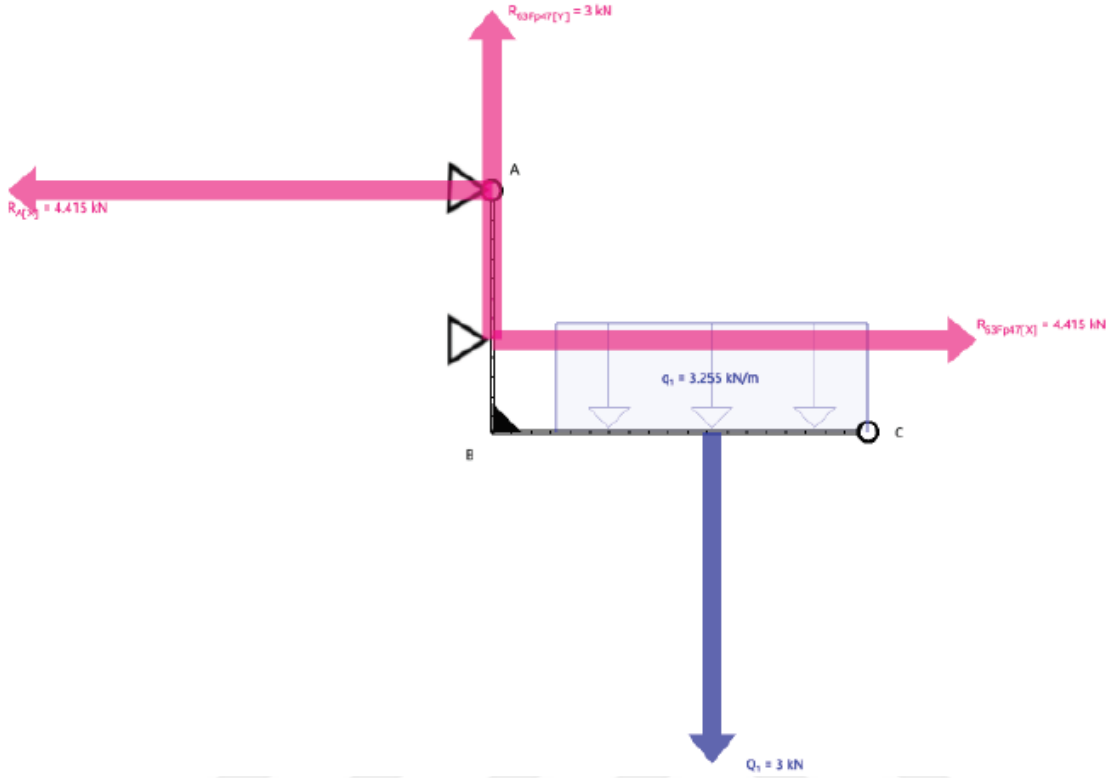
Şekil 4.25. Ray profili sadeleştirilmiş geometrisi ve üzerine atanan ağ yapısı

Ray profiline, analiz edilmek üzere malzeme atama işlemi gerçekleştirilmiştir. Varsayılan olarak atanan yapı çeliği malzeme olarak verilmektedir. Ancak sistemde kritik öneme sahip bu bileşenin malzemesi, mekanik özellikleri daha iyi olan 1040 çeliği ile değiştirilmiştir. Sisteme bu çeliğin mekanik özellikleri (yoğunluğu, young modülü, poisson oranı v.d.) girilerek tanıtılmış ve geometriye atanmıştır. Uygulanacak yükler için çeşitli hesaplamalar yapılmıştır. Yüklerin uygulama alanı, makara ve rayların temas yüzeyidir. Yolcu ile birlikte toplam sistem ağırlığı 300 kg olarak tasarım şartnamesinde belirlenmişti. Bu ağırlığın oluşturacağı kuvvet ve bileşenleri şu şekilde hesaplanmıştır.

Newton Hareket Kanunları gereği sistemin dengede durması için Formül 4.13 ve Formül 4.14 şartlarını sağlamalıdır. Yükün yer çekimi ivmesi ile oluşturacağı kuvvet için yer çekimi ivmesi 10 m/s kabul edilmiştir. Formül 4.15 uygulanarak düşey yönde yayılı olarak platform üzerinde uygulanacak kuvvet:

$$F_x = 300 \times 10 \times \sin 90 = 3000 \text{ N olur.}$$

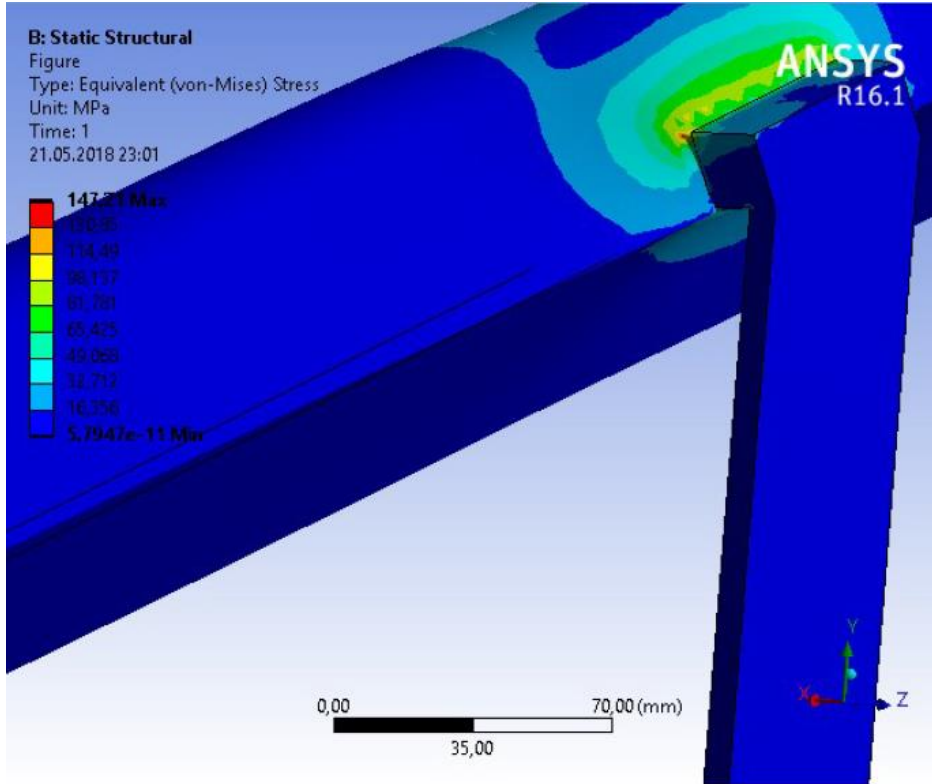
AUTODESK FORCEEFFECT programında oluşturulan, sistemin basitleştirilmiş haline bu kuvvet uygulanmıştır. Sonucunda makaraların üzerinde oluşacak tepki kuvvetleri Şekil 4.26'daki gibidir.



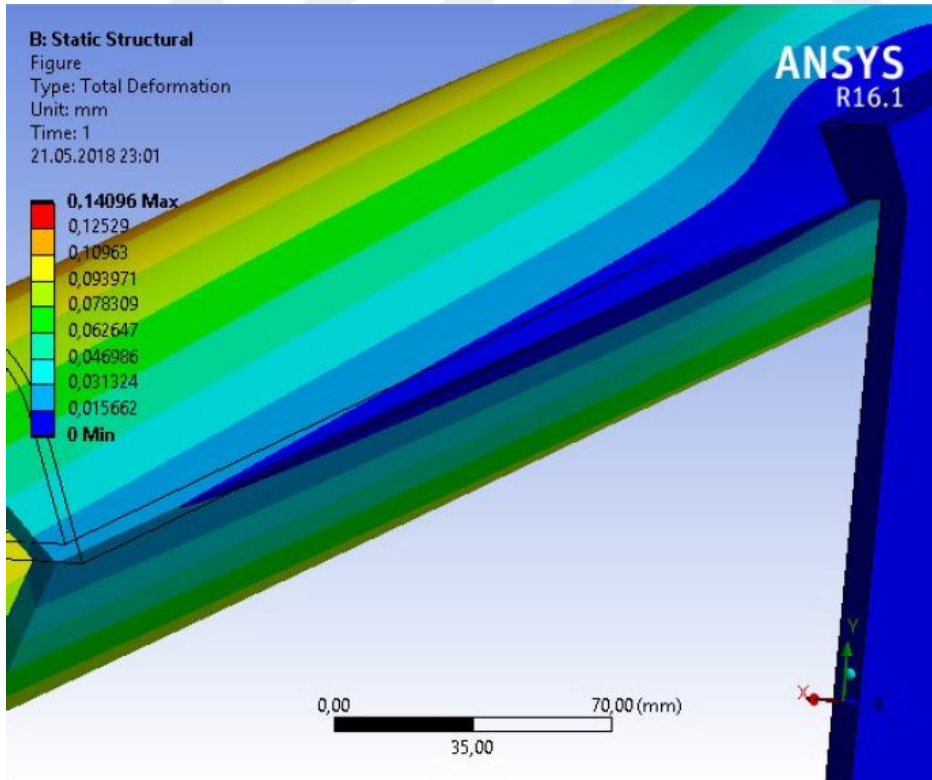
Şekil 4.26. Platform üzerine uygulanan yükün oluşturduğu tepki kuvvetleri

Platform genişliği 890 mm ve merkezinin destek noktalara x ekseninde uzaklığı 670,5 mm olduğu bilinmektedir. Yayıllı yükün, bu merkez noktasından uygulanması halinde, A noktasında (üst ray profili) oluşan tepki kuvveti, 4,415 kN; B noktasında (alt ray profili) ise düşeyde 3kN yatayda 4,415 kN'dur. Bu kuvvetler tek bir noktadan uygulandığında elde edilen kuvvetlerdir sistemde bu noktalara simetrik ikişer adet alt ve üst makara bulunduğu için bu noktalarda oluşacak kuvvetler de yarısı kadar olacaktır.

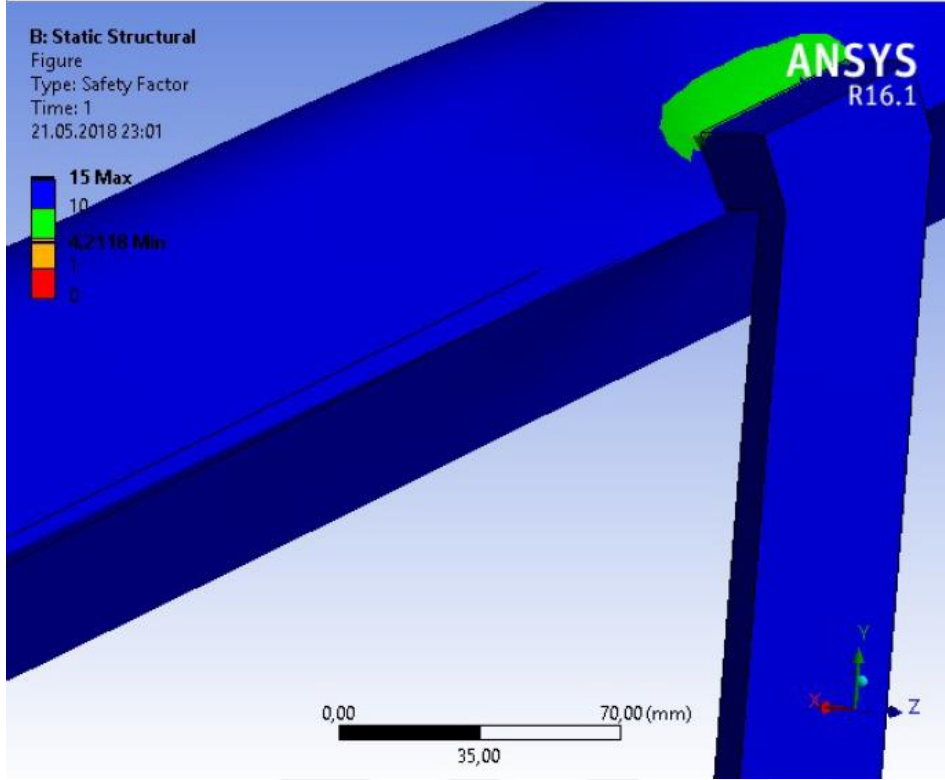
Bir sonraki adımda statik analizin eş değer gerilme, toplam deformasyon ve güvenlik katsayısı sonuçları alınmıştır. Bu sonuçların görselleri Şekil 4.27, Şekil 4.28 ve Şekil 4.29'de görülmektedir.



Şekil 4.27. Ray profilinin eşdeğer gerilmesi



Şekil 4.28. Ray profilinin toplam deformasyonu



Şekil 4.29. Ray profilinin güvenlik faktörü

Görsellerin sonuç yorumlaması

Makara milinin bir ucu sabitlenmiş ve temas yüzeylerinde yük dağılımı gerçekleştirilmiştir. Toplamda sabitlenen uç ile serbest uç arasındaki deformasyon en yüksek 0,03 mm kadardır. Bu değer makaraların, eğilmeye bağlı olarak raylar üzerinden sapmamasını karşılamaktadır. Mil üzerine uygulanan en fazla gerilme ise yine keskin mil kademelerinin birleşim yerlerinde gerçekleşmiştir. Elde edilen değer 32,85 MPa değerindedir. Bu değer oldukça makuldür. Hem malzeme bu değeri fazlasıyla karşılamaktadır hem de makara yataklarının (rulman) katalog değerleri bu değerlere müsaade etmektedir. Makara millerinin güvenlik faktörü tıpkı eşdeğer gerilme sonuçlarında olduğu gibi mil kademelerinde kritik değerdedir. Ancak en kritik güvenlik katsayısı bile 4,91'dir. Bu oldukça yüksek ve kabul edilebilir bir değerdir. Detaylı rapor EK-3'de verilmiştir.

Ray profili (1) üst ray, (2) alt ray ve (3) duvara sabitleme parçaları olmak üzere, üç bileşenden oluşmaktadır. Sabitleme parçaları alt ve üst ray profillerini hem birbirine bağlar, hem de ray sisteminin duvar yüzeyine asılmasını sağlar. Bu parçalar analiz programında sabit destek bağlantısı olarak alınmış, alt ve üst ray profillerine makaraların temas ettiği noktalarda Şekil 4.26'de verilen kuvvet bileşenleri uygulanmıştır. Analiz sonucunda elde

edilen eş değer gerilme en fazla 148 MPa civarındadır. Bu seçilen malzemenin (1040 çeliği) mukavemet değerlerinin altında bir değerdir ve kabul edilebilir. Ray profilinde elde edilen toplam deformasyon ise milimetrenin %14'ü kadardır. Güvenlik katsayısı ise en az 4.2 civarındadır. Bu değerler ray profilinin belirlenen yükler altında oldukça düzgün bir şekilde işlevini tamamlayacağını göstermektedir. Detaylı rapor EK-4'de verilmiştir.

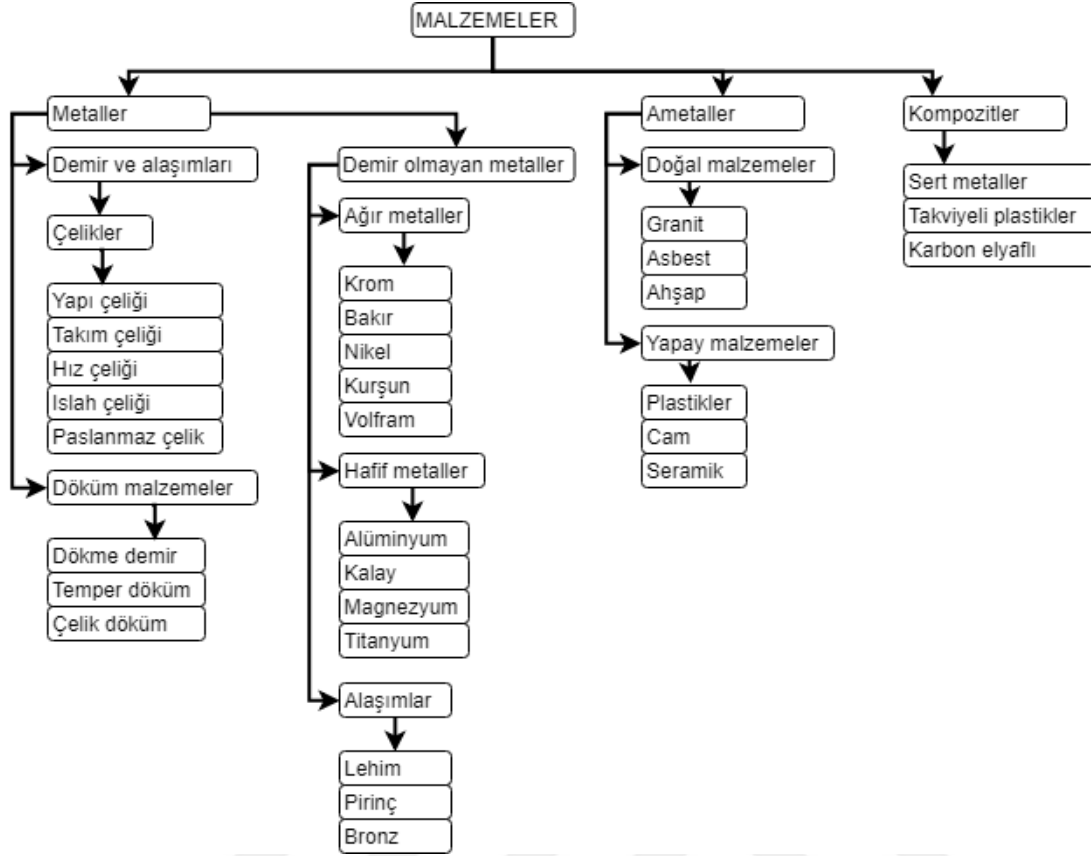
Analizler sonucunda tahrik mekanizmasının tasarımında doğru çözüme ulaşıldığı görülmektedir. Şekillendirme tasarımı emniyet açısından değerlendirildiğinde tahrik mekanizması yeterli koşulları sağlamaktadır.

4.3. Malzeme Seçimi

Makine endüstrisinde çeşitli özelliklerde malzemeler kullanılır. Bu malzemelerden yapılan makine parçaları veya makine elemanları, kendilerine özgü vasıfları yerine getirebilmelidir. Bu sebeple parçaların bozulmadan kullanılabilmesi için malzemelerde doğru seçim oldukça önemlidir [37].

4.3.1. Malzemelerin sınıflandırılması

Makine tasarımında kullanılan malzemeler genelde, metaller, ametaller ve kompozit malzemelerdir. Farklı niteliklere sahip malzemelerin sınıflandırılması Şekil 4.30'da görüldüğü gibidir [37].



Şekil 4.30. Makine tasarım malzemeleri genel sınıflandırma

4.3.2 Malzemelerin teknik özellikleri

Malzemelerin teknik özellikleri dört ana başlık altında toplanabilir. Bunlar:

- Mukavemet, rijitlik, sertlik, süneklik ve tokluk üzere mekanik özellikler
- Elektrik iletkenliği, erime noktası, ısı iletkenlik, özgül ağırlık ve özgül ısı olmak üzere fiziksel özellikler
- İşlenebilirlik, dökülebilirlik, dövülebilirlik ve kaynak uygulanabilirlik olmak üzere teknolojik özellikler
- Korozyon etkisi ve bileşimi olmak üzere kimyasal özelliklerdir.

Bu teknik özellikler temel alınarak, makine elemanlarının çalışma şartları ve ortamına göre malzeme seçimi gerçekleştirilir. Malzeme seçimi için örnek niteliğinde şu seçim kılavuzu uygulanabilir:

- İstenilen görevi ve teknik şartları yerine getiriyor mu?
- Üretilebilirliği ve malzeme/üretim maliyeti uygun mu?
- Çevreye zararı var mı?

Tasarlanacak makinelerde kullanılacak malzemelerin büyük bir kısmını, yüksek dayanım ve üretilebilirlik özelliğine sahip çelikler ve bunların türleri oluşturmaktadır[37]. Çelikler demir karbon alaşımlarıdır. Sistemde seçilen ve analizleri de bu doğrultuda yapılan çelikler yapı çelikleri olarak geçmektedir. Orta karbonlu çelikler olarak da geçen yapı çelikleri % 0,3-0,6 arasında karbon içerir. Bunlardan en bilineni AISI 1040 ve 1050 çeliğidir [38]. Otomobil, motor ve aparat yapımındaki orta zorlamalı parçalarda, kalıp setleri, transmisyon millerinde, cer kancaları, raylarda ve dişlilerde kullanılır. Aynı zamanda yüzey sertleştirmeye uygun bir malzemedir. Kullanım alanları açısından ve gerekli dayanımları da sağladığından yapı çelikleri, bu sistemde ana bileşenlerin malzemeleri olarak seçilmiştir. Standart elemanların dışında, özel üretim parçalar için, bu tür işlenebilirliği ve dayanımı yüksek, maliyet açısından uygun bir malzemenin kullanımı teknik şartnamedeki (ihtiyaç listesi) gerekli koşulları da sağlamaktadır. Ön tanımlı olarak analiz programında da bu tür çelikler yer almaktadır. CAD modellerinin gerilme değerleri analizleri içerisinde en yüksek olanı ray profilindedir. Yine de bu değer (147 MPa), atanan malzemenin (AISI 1040 çeliği) akma gerilmesinin (415 MPa) çok altındadır [39]. Sonuç olarak seçilen malzemenin, bileşenlerin işlevlerini sağlaması için isabetli olduğunu göstermektedir.

Destek makaraları sistemin önemli bileşenlerindedir. Sistemin dengede durmasını sağlayacak bu bileşenler hem gerekli dayanıma sahip olmalıdır hem de yeterli esnekliği ve sürtünme yüzeyini sağlamalıdır. Üretilebilirlik göz önüne alındığında, çoğu makara ve tekerlek üreticilerinin de kullandığı malzeme olan poliüretan öne çıkmaktadır. Makaralar çalışma yüzeyi gereği yırtılma ve aşınmaya dayanıklı olmalıdır. Yüksek performans elastomerleri sınıfında yer alan 85-95 Shore A sertlik değerlerinde poliüretan malzeme seçilmiştir. Kalıplanabilir, dökülebilir bu malzemenin metal burçlar etrafında, ray profili geometrisinde, rulmanlı olarak üretilmesi ön görülmektedir. Piyasada bu tür elastomerlerin gerilme değerleri 38-43,5 MPa aralığında olup yeterli güvenliği de sağlamaktadır [40].

4.4. Tasarım Düzeltmeleri ve İyileştirmeleri

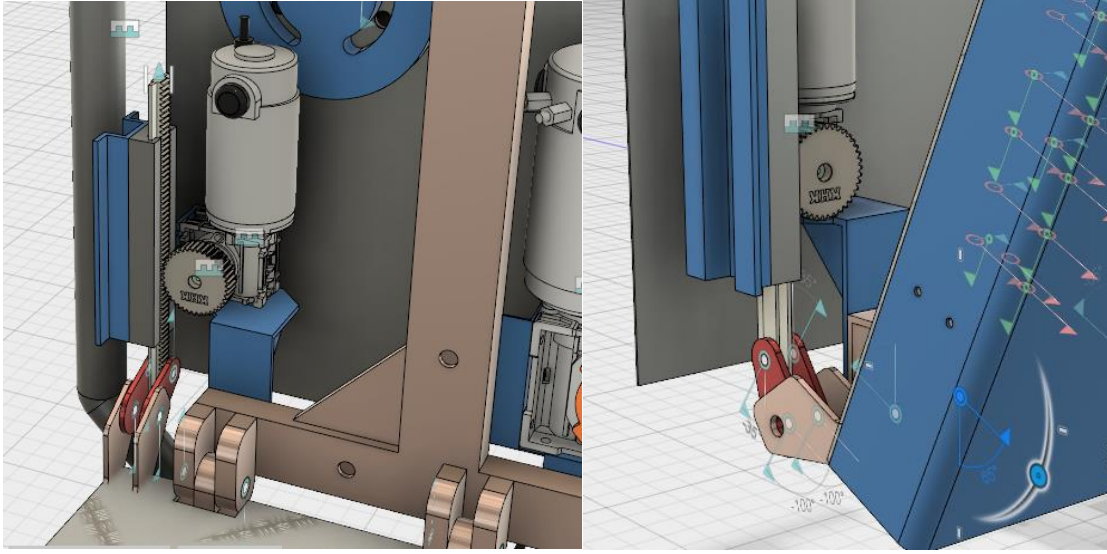
Tasarımın son haline ulaşabilmesi için, kendi içerisinde fonksiyonların eksiksiz yerine getirilmiş olması gerekir. İşlevlerin tamamı veya kısmi eksikliği durumunda, parçaların geometrisi ve/veya konumlandırılması ele alınır. Aralarında bir iş akışının gerçekleştiği bu parçalardan birisinde yapılacak değişiklik, diğer parçalar üzerinde olumsuz bir sonuca neden olabilir. Ayrıca yapılacak değişiklikler tasarım şartnamesine de uygun olmalıdır [30].

Tasarımda iyileştirme, karşılanan ana fonksiyonların dışında, ufak dokunuşlar ve detaylar ile hem estetik açıdan hem de topyekûn işlevselliği geliştirmeyi içerir. Estetik algısı tasarımcı ile doğrudan ilişkilidir. Bununla beraber, tasarım kuralları (denge, hiyerarşi, örüntü, ritim, mekân, orantı, vurgu, hareket, uyum ve karşıtlık gibi) çerçevesinde bu iyileştirmeler gerçekleşmiştir [41].

Yaşlı ve engelliler için merdiven asansörü tasarımında ana fonksiyonlar yerine getirilmiştir. Ancak sistemin bütünlüğünün sağlanması açısından şu adımların da gerçekleşmesi gerekmektedir:

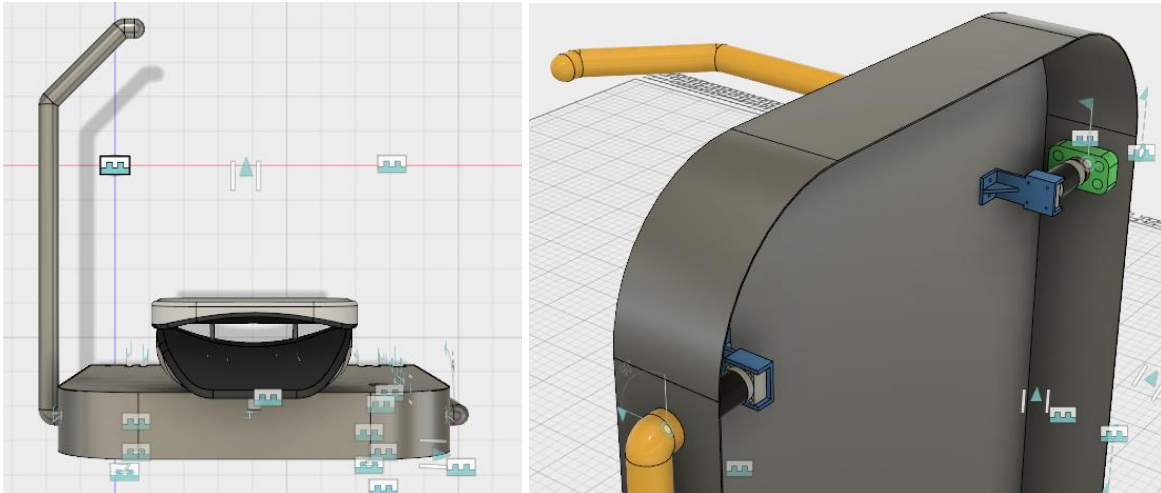
- Platform çalışma hareketini sağlayacak seçeneği belirleme
- Bu seçeneği platforma bağlama
- Güvenlik mekanizmalarından olan koruma barlarının formunu belirleme
- Barları ana gövdeye bağlama ve dairesel hareketini sağlama
- Kontrol biriminin yerini gövde üzerinde belirleme
- Kontrol birim elemanlarını gövdeye bağlama
- Akümülatör konumunu belirleme ve yerleştirme
- Akümülatör şarj istasyonunun konumunu belirleme ve yerleştirme
- Koltuk mekanizması için bileşenleri belirleme
- Koltuk mekanizmasını ana gövdeye bağlama için doğru konumu bulma
- Emniyet elemanlarını ve yerleşim yerlerini belirleme

Platform çalışma hareketini sağlayacak tahrik ana gövdenin hareketini sağlayan kremayer dişli pinyon dişli olarak seçilmiştir. Doğrusal olarak hareket eden kremayer bir kızığın içerisinde. Kremayerin yaptığı düşey hareketi, menteşelerden sabit olmak üzere ZX düzleminde açılma/kapanma hareketine dönüştürecek eksantrik bir yapı oluşturulmuştur. Kremayer dişli pinyon dişli ile platformun açılması ayrıca bir güvenlik sağlamaktadır. İstenilen konumda durması ve kilitlenmesi sağlanabilir (Şekil 4.31).



Şekil 4.31. Platform mekanizması açılma kapanma hareketi

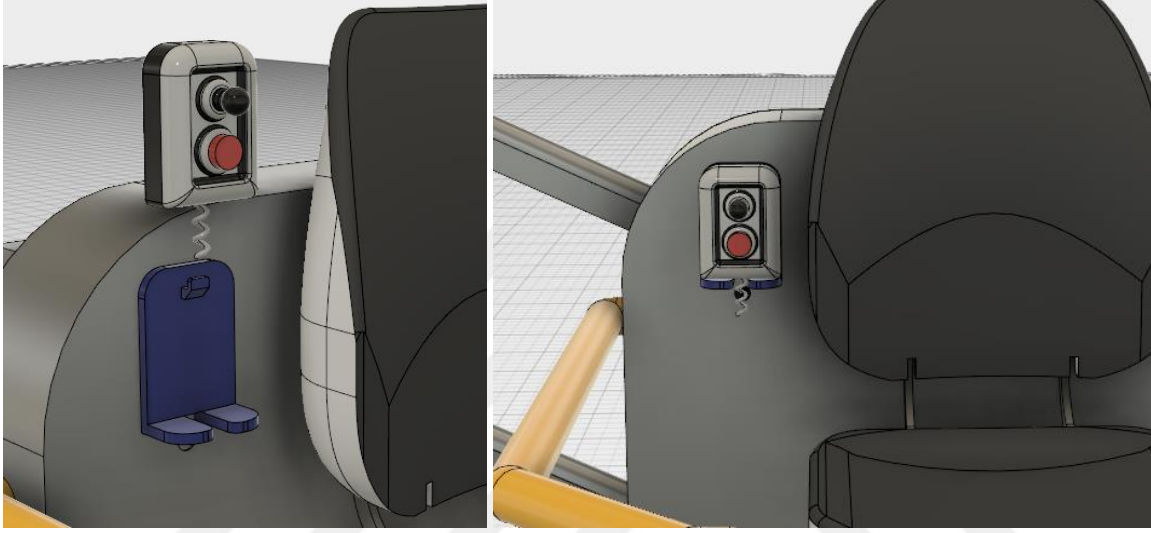
Koruma barları, tekerlekli sandelyenin kayma durumuna karşı bu tip asansörlerde standartlaşmış bir güvenlik unsurudur. Koruma barları, sistem aktifleşip yolcunun bineceği/ineceği yönde açık, aksi yönde kapalı olacak şekilde dairesel hareket yapmaktadır. Bu dairesel hareketi, koruma barlarının ağırlığını karşılayacak güçte bir motor sağlamaktadır. Motor, gövde sacına bir destek ile bağlanmıştır (Şekil 4.32). Motorun döndürme sinyalini gövde üzerindeki, duraklarda tetiklenen mekanik anahtarlar vermektedir.



Şekil 4.32. Koruma barları formu ve gövde üzerinde yerleşimi

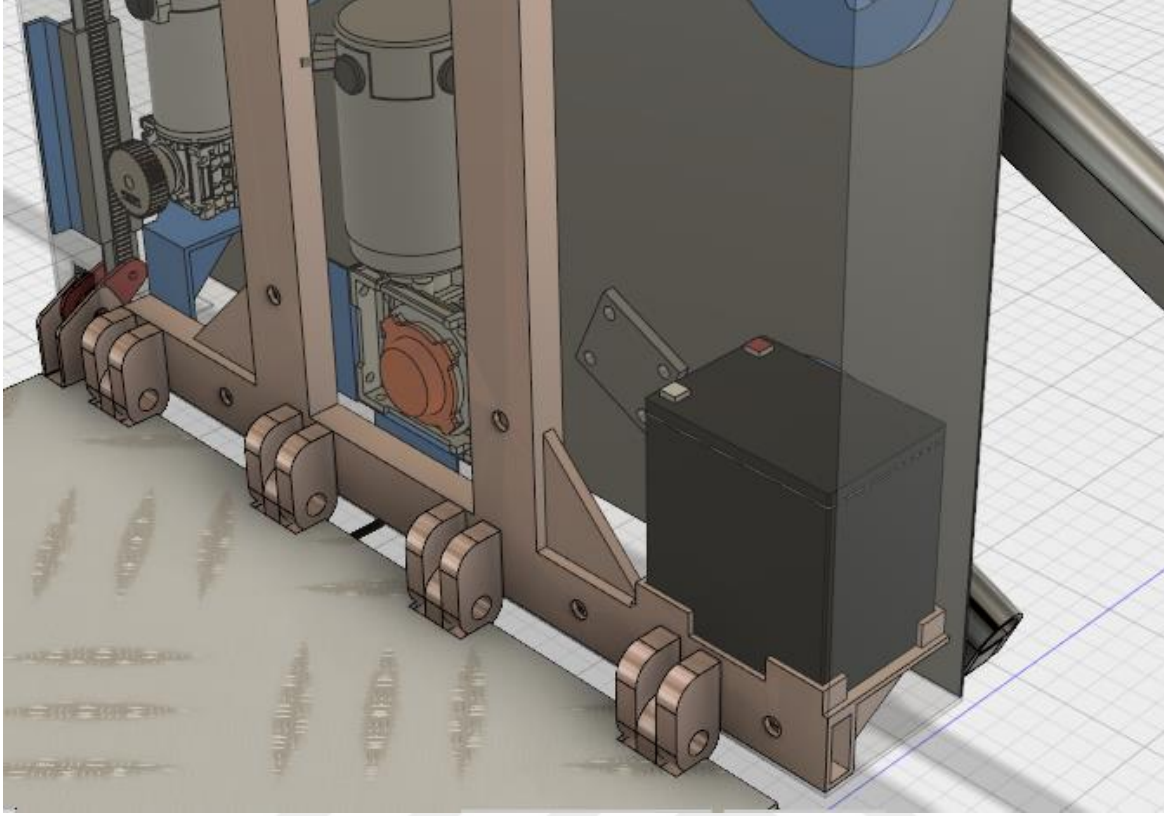
Merdiven asansörünün kullanıcıyı istenilen konuma taşıyabilmesi için kullanıcı-makine arayüzüne sahip olması gerekir. Başlatma/durdurma ve yön kumandasını içeren bu arayüz kullanıcının erişebileceği bir yerde, kablolu ve hareket edebilir şekildedir. Gövde üzerindeki

kumanda destek ünitesinde, kumandayı sabitlemek için kanca bulunmaktadır. Yön verme işlemi, kumandadaki joystikin sağ ve sola hareketi ile gerçekleşmektedir. Joystik, kullanıma rahatlığını sağlamak için kısa saplı tasarlanmıştır. Üzerinde ayırt edilebilir büyüklükte küresel bir tutacağı mevcuttur. Acil durum müdahale butonu, joystikin hemen altında ve kırmızı renkli tasarlanmıştır. Erişilebilirliği kolaylaştırmak için aşağıda konumlandırılmıştır. Buton ayırtedilebilir şekilde büyüktür (Şekil 4.33).



Şekil 4.33. Merdiven asansörü kontrol kumandası

Merdiven asansörünün enerji kaynağı şebeke elektriğidir. Ancak ilerleme pozisyonunda şebeke elektriğiyle bağlantısını kesip farklı bir güç kaynağından enerjisini sağlamalıdır. Bu amaçla sistem 12 V bir akümülatöre ihtiyaç duymaktadır. Akümülatör şebeke elektriği olmadığında en yakın durak pozisyonuna yolcuyu götürmek için gerekli enerjiyi de sağlamaktadır. Bu açıdan bir güvenlik önlemi olarak da düşünülmektedir. Ana gövde iskeletine tabanını kavrayan destekler ile sabitlenmiştir. Ağır bir bileşen olduğundan konumlandırıldığı yer gereği, sistemin ağırlık dengesi mümkün olduğunca aşağı çekilmiştir. Akü kullanılmadığında, duraklardaki temas noktaları vasıtasıyla şarj olmaya devam etmektedir (Şekil 4.34).



Şekil 4.34. Akümülatörün gövdeye yerleşimi yerleşimi

Merdiven asansörünün diğer kullanıcı grubu (yaşlılar) için taşıma görevini gerçekleştirecek olan birim koltuktur. Kavramsal tasarım aşamasının bir çıktısı gereğince katlanır yapıda olması gerekmektedir. Oturma ve sırt kısmı olmak üzere iki parça halindedir. Aralarındaki bağlantı platformdaki menteşe sistemine benzemektedir. Oturak kısmının katlanma hareketini gerçekleştirebilmesi için bağlantı elemanı bir eğri formunda tasarlanmıştır. Bu sayede oturma kısmı katlandığında hem yukarı hareket edebilmekte hem de sırt kısma en yakın pozisyonda olabilmektedir. Önceki aşamalardaki konumundan yaklaşık 7 cm platform gövdesine yaklaştırılarak engelli sandalyesi için daha konforlu bir alan sağlanmıştır (Şekil 4.35).



Şekil 4.35. Yaşlıların kullanımı için tasarlanan koltuk

Tüm bunların gerçekleştirilmesi sonucu elde edilen son ürün, kavramsal tasarım görseline kıyasla daha somutlaştırılmış biçimdedir. Üç alt bölüme ayrılıp, her biri ayrı ayrı tasarlanan ve aralarındaki ilişkilerin belirlendiği bir yaklaşım seçilmiştir. İşlem gerçekleşirken şekillendirme tasarımının bazı değerlendirme ölçütleri ve klavuzları dikkate alınmıştır. Belli oran ve ölçülerle tasarlanan bu sistem, ilerleyen çalışmalarda detaylı tasarım aşamasında kullanılabilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

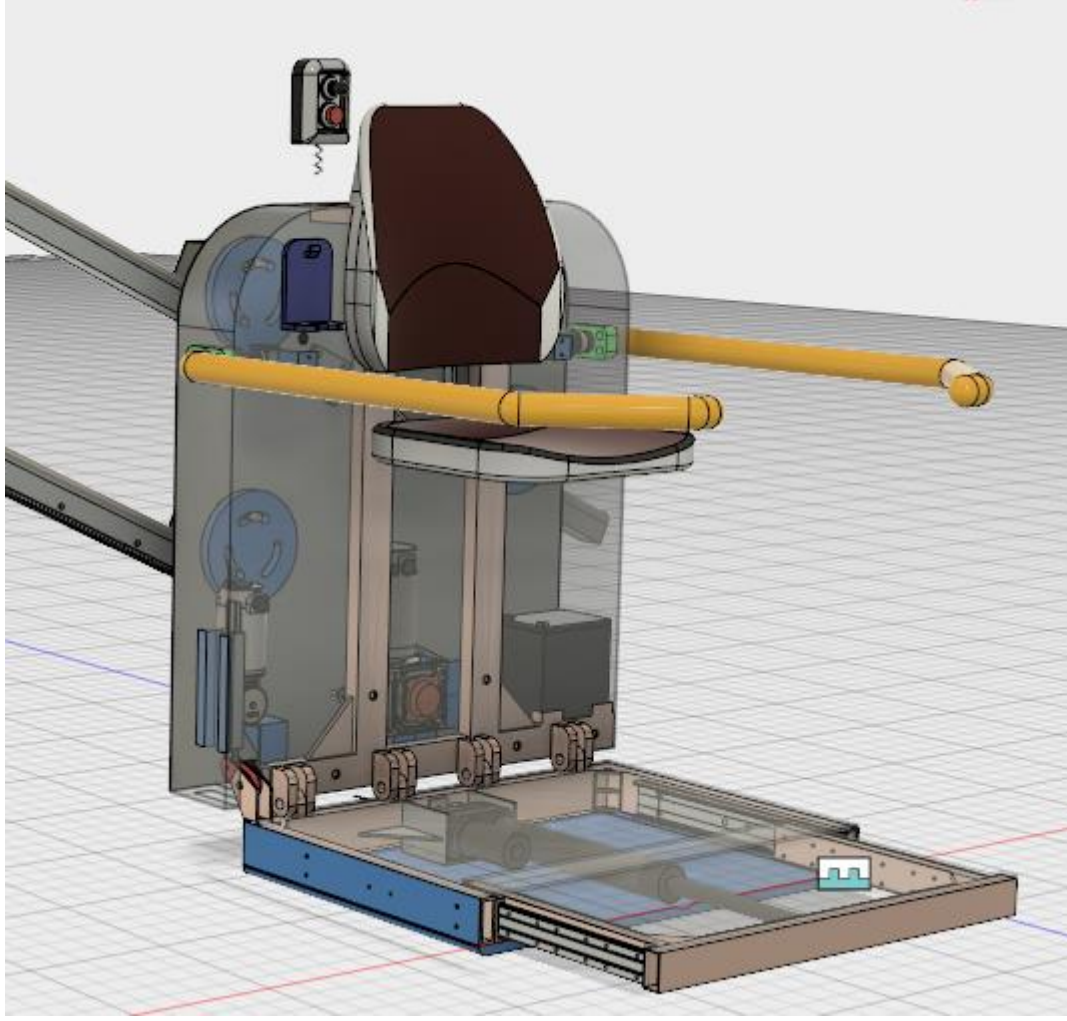
Engelli ve yaşlı bireylerin özel veya toplum hayatında karşılaşmaları muhtemel sorunların çözülerek üretken olarak topluma katılmalarını sağlama sosyal hukuk devletinin gereğidir. Ancak özel konut veya genel/kamu binalarındaki çeşitli fiziksel engeller/olumsuz koşullar, engelli/yaşlı insanların yaşamını zorlaştırdığı gibi toplumsal hayata katılımlarını da sınırlandırmaktadır.

2012 yılından sonra Türkiye'deki tüm genel/kamu binalarında ortopedik ve diğer engellilerin ulaşımını sağlayacak bazı kolaylık ve asansörlerin bulunması sadece vicdani değil aynı zamanda (kaldırımlardaki sarı şeritli kısımlar gibi) yasal bir zorunluluktur.

Yaşlı ve engellilerin günlük hayatta en çok karşılaştıkları engeller merdivenlerdir. Bu engeli yenebilmeleri için merdiven iniş ve çıkışlarda yardımcı bir ürün, araç/gereç kullanma ihtiyacı duyarlar. Bu gibi yardımcı ürünler üzerine çalışma yapan yerli ticari firmalar da yoktur. Bu ihtiyaçları karşılamak için bir SANTEZ projesi verilmiş ve Ar-Ge programı başlatılmıştır. Bu araştırma çalışmalarının ilk aşamasında merdiven asansörleri için bir kavramsal tasarım yapılmıştır. Çalışma bir ürün tasarlarken veya geliştirme/ değiştirme yapılırken izlenecek yöntemler için örnek teşkil etmektedir. Üzerinde yapılacak geliştirmelere de açıktır. Kavramsal tasarım boyunca gerçekleştirilen işlemler şu şekildedir.

Problemin belirlenmesi, müşteri ihtiyaçlarının teknik parametrelere dönüştürülmesi, bu parametreler arasındaki çelişkilerin sistematik yaklaşım yöntemleri ile çözülmesi, ihtiyaç listesinin hazırlanması, problemin formüle edilmesi, alt fonksiyonların oluşturulması ve alt çözümlerin bulunması bunların birleşim varyasyonları ile alternatif ön tasarımlar yapılması, bu tasarımların bir dizi eleme yöntemi ile optimum seçeneğe ulaşılmasıdır.

Sistematik yaklaşımın bir sonraki adımı Şekillendirme tasarımıdır. Tez kapsamında şekillendirme tasarımı, tüm sistemi alt gruplara bölerek, bunların kaba çizim ve hesaplamalarının yapılması, Mekanik dayanım analizlerinin gerçekleştirilmesi, malzeme seçimi ve tasarım iyileştirmeleri aşamalarını kapsamaktadır. Sonuçta daha somutlaştırılmış belli ölçüleri ve bileşenleri arasında kesin ilişkileri olan bir tasarım ortaya çıkmıştır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Son ürün

SANTEZ proje ortağı ile beraber yürütülen çalışmaların meyvesi olarak da, kavramsal tasarımın baz alındığı prototip üretimine başlanmıştır (Resim 5.1). Heyet kontrolleri ve incelemeleri de olumlu geçmiştir (Resim 5.2).



Resim 5.1. Tasarlanan merdiven asansörünün prototip imalatı



Resim 5.2. Prototip testi ve heyet kontrolü

Bu tez kapsamında yapılan araştırmanın devamı olarak Şu içerik ve istikametlerde yeni araştırma çalışmaları yapılabilir:

- Estetik açıdan kullanıcıya hoş görünmesi için köşeli bir tasarım yerine, organik yüzeylerle alışma
- Koltuk mekanizması toplam hacmini (kapalı pozisyonda) azaltma
- Kullanılmadığı durumda platform mekanizmasını, ana gövdeyle aynı düşey hizada tutarak, kapalı toplam hacmini azaltma
- Platform engel algılama sistemlerini (sensör veya mekanik anahtarlar) tasarlama
- Tüm bir sistemi daha fonksiyonel hale getirerek, dönen merdivenlere de adapte etme
- Bunun için uygun hareket elemanlarını ve sistemlerini tasarlama
- Kontrol birimine acil durum bildirimini yapmak için iletişim modülü yerleştirme
- Kişiselleştirilebilir dış panel boyamaları

Bu gibi geliştirilmeye açık bir konu olmakla birlikte hizmet ettiği amaç göz önünde bulundurulduğunda oldukça değerli bir çalışma gerçekleştirmiştir.

KAYNAKLAR

1. İnternet: Engelli Amerikalılar Yasası. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fen.wikipedia.org%2Fwiki%2FAmericans_with_Disabilities_Act_of_1990&date=2018-06-07, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
2. İnternet: Engelli Amerikalılar Yasası. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.hrw.org%2Fnews%2F2010%2F12%2F30%2Ffeu-commitment-disability-rights&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
3. İnternet: TBMM İnsan Hakları Evrensel Beyannamesi. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.tbmm.gov.tr%2Fkomi syon%2Finsanhaklari%2Fpdf01%2F203-208.pdf&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
4. T.C. Başbakanlık Özürlüler Dairesi Başkanlığı. (2010). *Yerel Yönetimler İçin Ulaşılabilirlik Temel Bilgiler El Kitabı* (İkinci Baskı), Ankara: Anıl Matbaacılık, 4-5.
5. İnternet: Engelli Asansörü İncelemesi. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fstairlifts-review.toptenreviews.com%2F&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
6. İnternet: Lehner Lifttechnik Ürünler. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.lehner-lifttechnik.at%2Fen%2Fproducts&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
7. Garçon, L., Khasnabis, C., Walker, L., Nakatani, Y., Lapitan, J., Borg, J., Ross, A. and Berumen, A. V. (2016). *Medical and Assistive Health Technology: Meeting the Needs of Aging Populations. Gerontologist Oxford Journals*, 56(2), 293–302.
8. Beğer, T. ve Yavuzer, H (2012). Yaşlılık ve Yaşlılık Epidemiyolojisi. *Klinik Gelişim*, 25(3), 1-3.
9. İnternet: WHO Fact sheet N°404. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.who.int%2Fnews-room%2Ffact-sheets%2Fdetail%2Fageing-and-health&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
10. İnternet: Engelsiz Şehir Planlaması Bilgilendirme Raporu URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fengellileriz.blogspot.com%2F2013%2F01%2Fengelsiz-sehir-planlamasi-bilgilendirme.html&date=2018-07-03>, Son Erişim Tarihi: 03.07.2018.
11. İnternet: WHO Dünya Engelliler Raporu (2011). URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.who.int%2Fdisabilities%2Fworld_report%2F2011%2Freport.pdf&date=2018-06-07, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.

12. İnternet: Resmi Gazete Özürlüler ve Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun (2005). URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.resmigazete.gov.tr%2Feskiler%2F2005%2F07%2F20050707-2.htm&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
13. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, T.C. Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı. (2009). *Türkiye Özürlüler Araştırması (Turkey Disability Survey)*, Devlet İstatistik Enstitüsü Matbaası, Ankara
14. İnternet: WHO Yardımcı Teknolojiler (2016). URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.who.int%2Fnews-room%2Ffact-sheets%2Fdetail%2Fassistive-technology&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
15. T. C. Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı AR-GE ve Proje Dairesi Başkanlığı (2016). *Engelli ve Yaşlı Bireylere İlişkin İstatistiki Bilgiler*, İstatistik Bülteni, Ankara, 18.
16. İnternet: TÜİK İstatistiklerle Yaşlılar (2015). URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.tuik.gov.tr%2FPreHaberBultenleri.do%3Fid%3D21520&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
17. İnternet: TÜİK Nüfus Projeksiyonu. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.tuik.gov.tr%2FPreHaberBultenleri.do%3Fid%3D18617+&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
18. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, T.C. Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı. (2004). *Türkiye Özürlüler Araştırması*, Devlet İstatistik Matbaası, Ankara.
19. Lawn, M. J. (2002). *Study of stair-climbing assistive mechanisms for the disabled*, For the Degree of Doctor of Philosophy, Nagasaki University, Nagasaki City, Japan, 1-3.
20. İnternet: Merdiven Asansörü Tarihçesi. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.arrowlift.com%2Fhistory-of-stair-lifts%2F&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
21. Levsen, N. (2014), *Lead Markets in Age-Based Innovations*, Technische Universität, Harburg.
22. İnternet: Thyssenkrupp Şirket Tarihçesi. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2F+http%3A%2F%2Fwww.thyssenkrupp-access-solutions.com%2Fcompany%2Fhistory%2F&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
23. İnternet: Merdiven Asansörü Küresel Pazar Değeri. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.medgadget.com%2F2016%2F08%2Fglobal-stair-lifts-market-value-is-expected-to-register-a-cagr-of-7-0-by-2024.html&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
24. İnternet: Merdiven Asansörü. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fen.wikipedia.org%2Fwiki%2FStairlift&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.

25. İnternet: Merdiven Asansörü Patent. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.google.si%2Fpatents%2FUS7322461%5D.&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
26. İnternet: Merdiven Asansörü Patent. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.google.ch%2Fpatents%2FUS20100101894&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
27. İnternet: Merdiven Asansörü Patent. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.google.si%2Fpatents%2FUS5720364&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
28. İnternet: Merdiven Asansörü Patent. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2Fpatents%2FUS4627517&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
29. İnternet: Merdiven Asansörü Patent. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fworldwide.espacenet.com%2FpublicationDetails%2ForiginalDocument%3FFT%3DD%26date%3D20020214%26DB%3D%26locale%3Den_EP%26CC%3DWO%26NR%3D0205617A8%26KC%3DA8%26ND%3D4&date=2018-06-07, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
30. Pahl, G. ve Beitz, W. (2010). *Mühendislik Tasarımı; Sistemik Yaklaşım* (çev. Prof. Dr. H. Rıza Börklü) (Birinci Baskı). Ankara: Hatiboğlu yayınları, 141-335.
31. Mayda, M. (2013). *Yeni Bir İnovatif Kavramsal Tasarım İşlem Modeli*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 22-218.
32. İnternet: Alternatif Akım Doğru Akım Kıyaslaması. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Flearn.sparkfun.com%2Ftutorials%2Falternating-current-ac-vs-direct-current-dc%2Fall.pdf&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
33. Bayvas, M. Ş. (2000). *Genel Mekanik. M.E.B. Devlet Kitapları* (Beşinci Basım), Ankara: S.H.Ç.E.K Basımevi, 27-147.
34. Cürgül, İ. (2011). *Makine Elemanları ve Çözümlü Problemleri* (İkinci Basım). İstanbul: Birsen Yayın Evi, 247-257.
35. İnternet: Dişli Çarklar. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fweb.itu.edu.tr%2Ftemizv%2FSunular%2FDisli%2520cark%2520mekanizmalari.pdf&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
36. İnternet: Dişli Çarklar. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.dissan.com.tr%2Fteknikbilgiler.asp%3FID%3D30&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
37. Kurt, H., Onurcu, Ş. ve Şen, İ. Z. (2012). *Uygulamalı Makine Tasarımı Ve Esasları* (Birinci Basım). İstanbul: DE-HA Yayıncılık, 116-216.

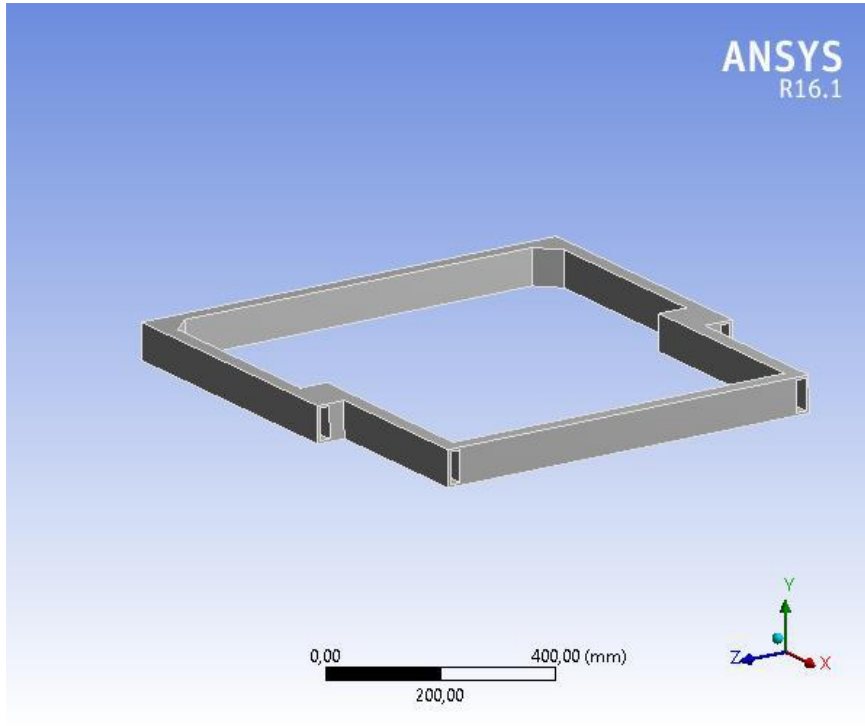
38. Askeland, D. R. (1998). *Malzeme bilimi ve mühendislik malzemeleri* (çev. Dr. Mehmet Erdoğan) (Üçüncü Baskı). Ankara: Nobel Yayınları, 288-346.
39. İnternet: Yapı Çeliği Mekanik Özellikleri. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.azom.com%2Farticle.aspx%3FarticleID%3D6525&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018.
40. İnternet: Poliüretan malzeme Özellikleri. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.industrialpolymers.com%2Ftruecast%2Ftruecast-xl-9500%23properties&date=2018-06-07>, Son Erişim Tarihi: 07.06.2018





EKLER

EK-1. Platform iskeleti ANSYS statik analiz raporu



Şekil 1.1. Platform iskeletinin ANSYS'e aktarılan katı modeli

Object Name	Geometry
State	Fully Defined
Definition	
Source	C:\Users\frhtb\Desktop\Part1.stp
Type	Step
Length Unit	Meters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Body Color
Bounding Box	
Length X	890, mm
Length Y	70, mm
Length Z	860, mm
Properties	
Volume	3,5972e+006 mm ³
Mass	28,238 kg
Scale Factor Value	1,

Şekil 1.2. Platformun geometrik özellikleri

EK-1. (devam) Platform iskeleti ANSYS statik analiz raporu

Object Name	Mesh
State	Solved
Display	
Display Style	Body Color
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	0
Sizing	
Use Advanced Size Function	Off
Relevance Center	Coarse
Element Size	5,0 mm
Initial Size Seed	Active Assembly
Smoothing	High
Transition	Slow
Span Angle Center	Coarse
Minimum Edge Length	20,0 mm
Inflation	
Use Automatic Inflation	None
Inflation Option	Smooth Transition
Transition Ratio	0,272
Maximum Layers	5
Growth Rate	1,2
Inflation Algorithm	Pre
View Advanced Options	No
Patch Conforming Options	
Triangle Surface Mesher	Program Controlled
Patch Independent Options	
Topology Checking	No
Advanced	
Number of CPUs for Parallel Part Meshing	Program Controlled
Shape Checking	Standard Mechanical
Element Midside Nodes	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Number of Retries	Default (4)
Extra Retries For Assembly	Yes
Rigid Body Behavior	Dimensionally Reduced
Mesh Morphing	Disabled
Defeaturing	
Pinch Tolerance	Please Define
Generate Pinch on Refresh	No
Automatic Mesh Based Defeaturing	On
Defeaturing Tolerance	Default
Statistics	
Nodes	249390
Elements	129884
Mesh Metric	None

Şekil 1.3. Platform geometrisine atanan ağ yapısı özellikleri

Object Name	Fixed Support	Force
State	Fully Defined	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	1 Face	
Definition		
Type	Fixed Support	Force
Suppressed	No	
Define By	Vector	
Magnitude	3000, N (ramped)	
Direction	Defined	

Şekil 1.4. Platforma uygulanan yayılı yük

EK-1. (devam) Platform iskeleti ANSYS statik analiz raporu

Object Name	Total Deformation	Equivalent Elastic Strain	Equivalent Stress
State	Solved		
Scope			
Scoping Method	Geometry Selection		
Geometry	All Bodies		
Definition			
Type	Total Deformation	Equivalent Elastic Strain	Equivalent (von-Mises) Stress
By	Time		
Display Time	Last		
Calculate Time History	Yes		
Identifier			
Suppressed	No		
Results			
Minimum	0, mm	5,6897e-010 mm/mm	1,9705e-005 MPa
Maximum	1,3898 mm	3,6874e-004 mm/mm	73,172 MPa
Minimum Value Over Time			
Minimum	0, mm	1,8965e-011 mm/mm	6,5684e-007 MPa
Maximum	0, mm	5,6897e-010 mm/mm	1,9705e-005 MPa
Maximum Value Over Time			
Minimum	4,6319e-002 mm	1,2291e-005 mm/mm	2,4389 MPa
Maximum	1,3898 mm	3,6874e-004 mm/mm	73,172 MPa
Information			
Time	2, s		
Load Step	2		
Substep	1		
Iteration Number	32		
Integration Point Results			
Display Option	Averaged		
Average Across Bodies	No		

Şekil 1.5. Platform çerçevesindeki toplam deformasyon, elastik şekil değiştirme ve eşdeğer gerilme sonuçları

Time [s]	Minimum [mm]	Maximum [mm]
3,3333e-002		4,6319e-002
6,6667e-002		9,2638e-002
0,1		0,13896
0,13333		0,18528
0,16667		0,2316
0,2		0,27792
0,23333		0,32424
0,26667		0,37057
0,3		0,41689
0,33333		0,46321
0,36667		0,50954
0,4		0,55586
0,43333	0,	0,60219
0,46667		0,64851
0,5		0,69484
0,53333		0,74117
0,56667		0,7875
0,6		0,83382
0,63333		0,88015
0,66667		0,92648
0,7		0,97281
0,73333		1,0191
0,76667		1,0655
0,8		1,1118
0,83333		1,1581
0,86667		1,2045
0,9		1,2508
0,93333		1,2971
0,96667		1,3435
1,		1,3898
2,		

Şekil 1.5. Platform çerçevesindeki toplam deformasyon sonuçları

EK-1. (devam) Platform iskeleti ANSYS statik analiz raporu

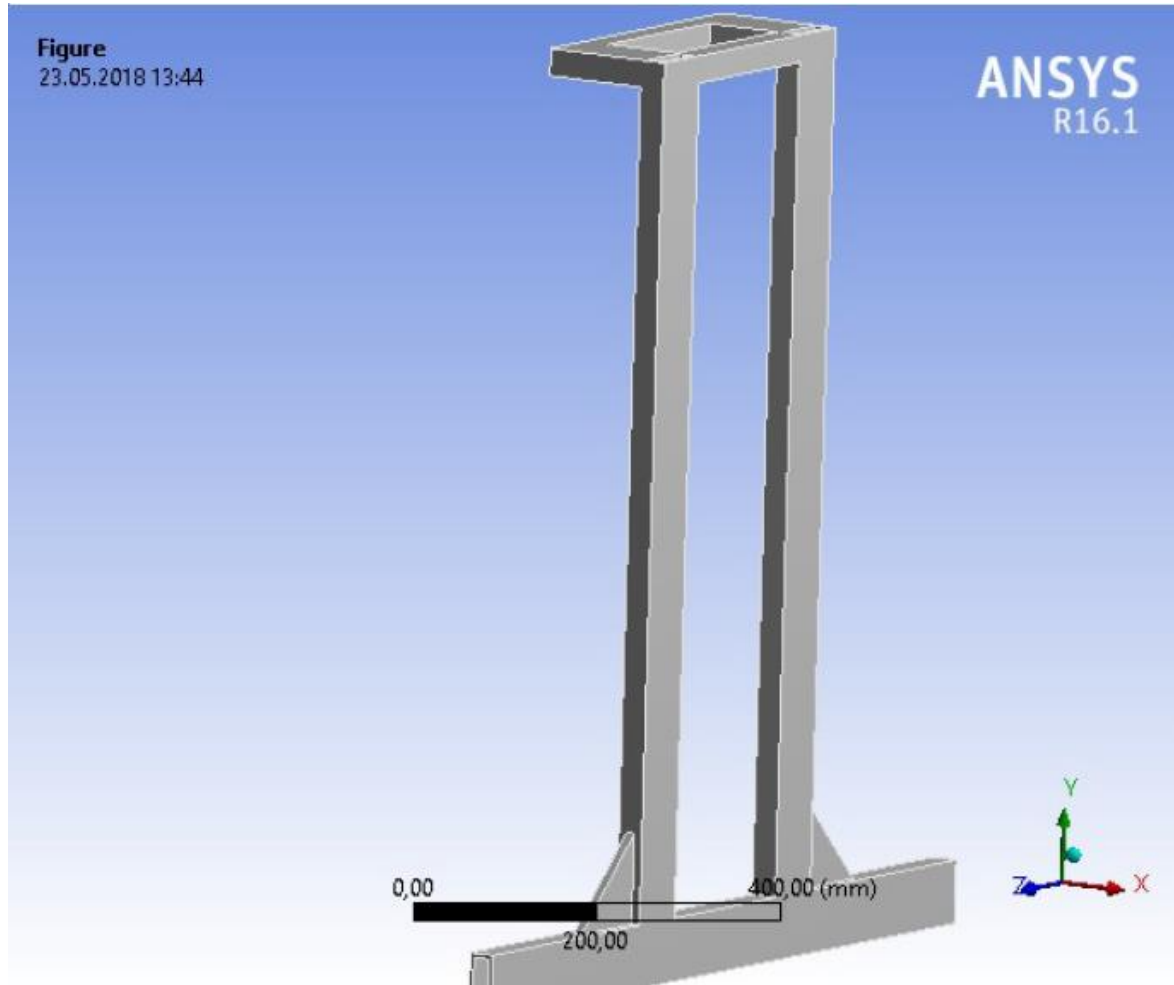
Time [s]	Minimum [MPa]	Maximum [MPa]
3,3333e-002	6,5684e-007	2,4389
6,6667e-002	1,3137e-006	4,8778
0,1	1,9705e-006	7,3167
0,13333	2,6273e-006	9,7557
0,16667	3,2842e-006	12,195
0,2	3,941e-006	14,634
0,23333	4,5979e-006	17,073
0,26667	5,2547e-006	19,512
0,3	5,9115e-006	21,951
0,33333	6,5684e-006	24,39
0,36667	7,2252e-006	26,829
0,4	7,8821e-006	29,268
0,43333	8,5389e-006	31,707
0,46667	9,1958e-006	34,146
0,5	9,8526e-006	36,585
0,53333	1,0509e-005	39,024
0,56667	1,1166e-005	41,463
0,6	1,1823e-005	43,902
0,63333	1,248e-005	46,341
0,66667	1,3137e-005	48,78
0,7	1,3794e-005	51,219
0,73333	1,4451e-005	53,659
0,76667	1,5107e-005	56,098
0,8	1,5764e-005	58,537
0,83333	1,6421e-005	60,976
0,86667	1,7078e-005	63,415
0,9	1,7735e-005	65,855
0,93333	1,8392e-005	68,294
0,96667	1,9048e-005	70,733
1,		
2,	1,9705e-005	73,172

Şekil 1.5. Platform çerçevesindeki genişletilmiş eşdeğer gerilme sonuçları

Object Name	Safety Factor
State	Solved
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Definition	
Type	Safety Factor
By	Time
Display Time	Last
Calculate Time History	Yes
Identifier	
Suppressed	No
Integration Point Results	
Display Option	Averaged
Average Across Bodies	No
Results	
Minimum	3,4166
Minimum Value Over Time	
Minimum	3,4166
Maximum	15,
Maximum Value Over Time	
Minimum	15,
Maximum	15,
Information	
Time	2, s
Load Step	2
Substep	1
Iteration Number	32

Şekil 1.5. Platform çerçevesinin güvenlik katsayısı

EK-2. Gvde iskeleti ANSYS statik analiz raporu



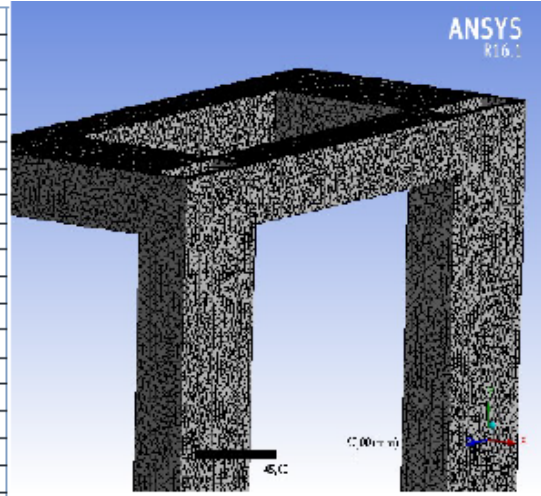
Şekil 2.1. Gvde iskeletinin katı modeli

Object Name	Geometry
State	Fully Defined
Definition	
Source	C:\Users\frhtb\Desktop\platform\2_files\dp0\Geom-1\DM\Geom-1.agdb
Type	DesignModeler
Length Unit	Meters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Body Color
Bounding Box	
Length X	148, mm
Length Y	1020, mm
Length Z	920, mm
Properties	
Volume	3,0504e+006 mm ³
Mass	23,946 kg
Scale Factor Value	1,

Şekil 2.2. Gvde iskeletinin geometrik zellikleri

EK-2. (devam) Gvde iskeleti ANSYS statik analiz raporu

Object Name	Mesh
State	Solved
Display	
Display Style	Body Color
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	0
Sizing	
Use Advanced Size Function	On: Fixed
Relevance Center	Coarse
Initial Size Seed	Active Assembly
Smoothing	Medium
Transition	Fast
Min Size	2,0 mm
Max Face Size	4,0 mm
Max Size	5,0 mm
Growth Rate	Default (1,850)
Minimum Edge Length	10,0 mm
Inflation	
Use Automatic Inflation	None
Inflation Option	Smooth Transition
Transition Ratio	0,272
Maximum Layers	5
Growth Rate	1,2
Inflation Algorithm	Pre
View Advanced Options	No
Patch Conforming Options	
Triangle Surface Mesher	Program Controlled
Patch Independent Options	
Topology Checking	No
Advanced	
Number of CPUs for Parallel Part Meshing	Program Controlled
Shape Checking	Standard Mechanical
Element Midside Nodes	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Number of Retries	0
Extra Retries For Assembly	Yes
Rigid Body Behavior	Dimensionally Reduced
Mesh Morphing	Disabled
Defeaturing	
Pinch Tolerance	Default (1,80 mm)
Generate Pinch on Refresh	No
Automatic Mesh Based Defeaturing	On
Defeaturing Tolerance	Default (1,0 mm)
Statistics	
Nodes	699309
Elements	401840
Mesh Metric	None



Şekil 2.3. Gvde iskeleti geometrisine atanan ağ yapısı ve özellikleri

EK-2. (devam) Gvde iskeleti ANSYS statik analiz raporu

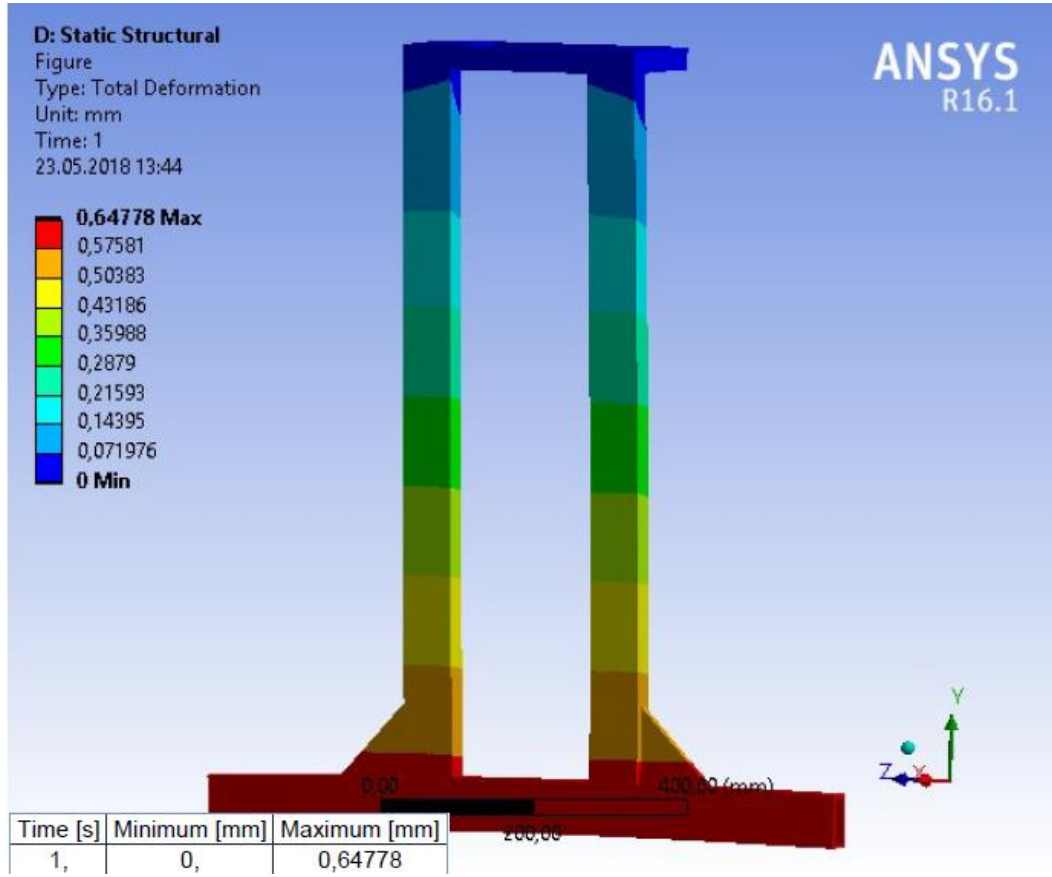
Object Name	<i>Fixed Support</i>	<i>Force</i>
State	Fully Defined	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	1 Face	
Definition		
Type	Fixed Support	Force
Suppressed	No	
Define By		Components
Coordinate System		Global Coordinate System
X Component		0, N (ramped)
Y Component		-3000, N (ramped)
Z Component		0, N (ramped)

Şekil 2.4. Gvde iskeletine uygulanan yk

Object Name	<i>Total Deformation</i>	<i>Equivalent Stress</i>
State	Solved	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	All Bodies	
Definition		
Type	Total Deformation	Equivalent (von-Mises) Stress
By	Time	
Display Time	Last	
Calculate Time History	Yes	
Identifier		
Suppressed	No	
Results		
Minimum	0, mm	4,0428e-003 MPa
Maximum	0,64778 mm	42,149 MPa
Information		
Time	1, s	
Load Step	1	
Substep	1	
Iteration Number	1	
Integration Point Results		
Display Option		Averaged
Average Across Bodies		No

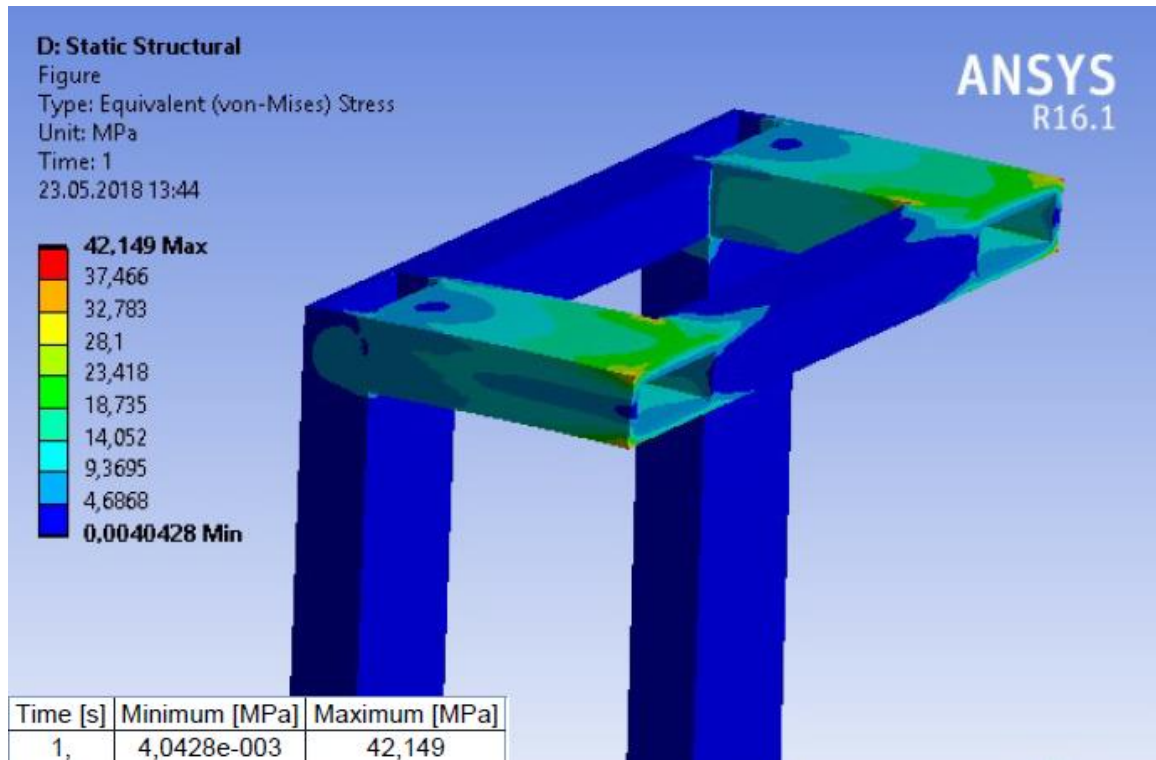
Şekil 2.4. Gövde iskeletindeki toplam deformasyon ve eşdeğer gerilme sonuçları

EK-2. (devam) Gövde iskeleti ANSYS statik analiz raporu

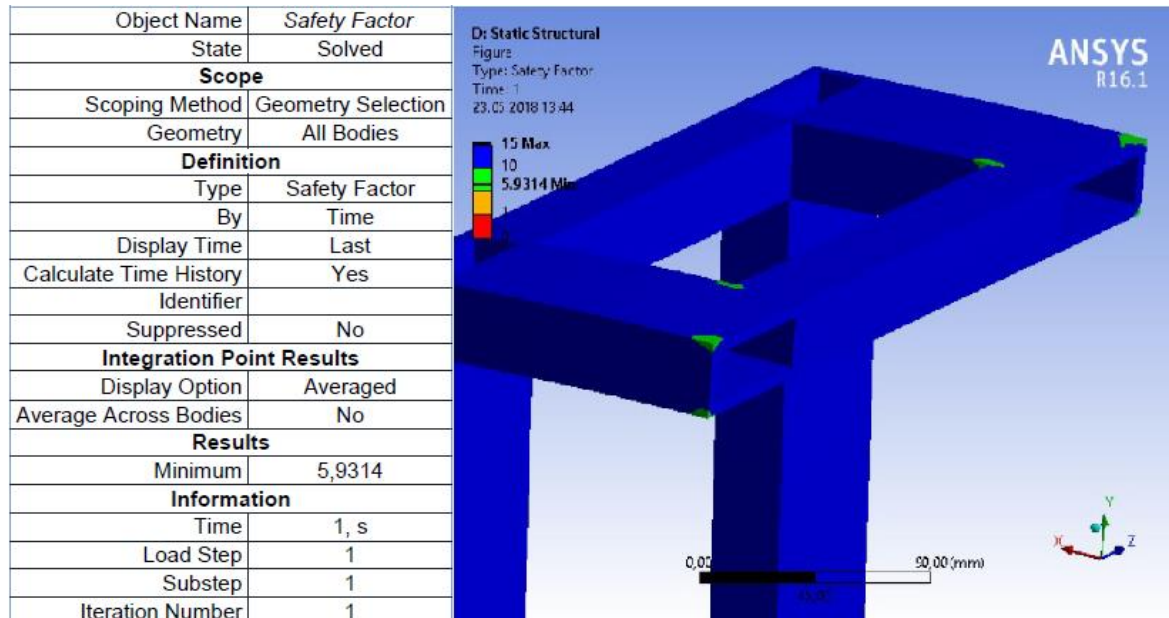


Şekil 2.5. Gövde iskeletindeki toplam deformasyon

EK-2. (devam) Gövde iskeleti ANSYS statik analiz raporu

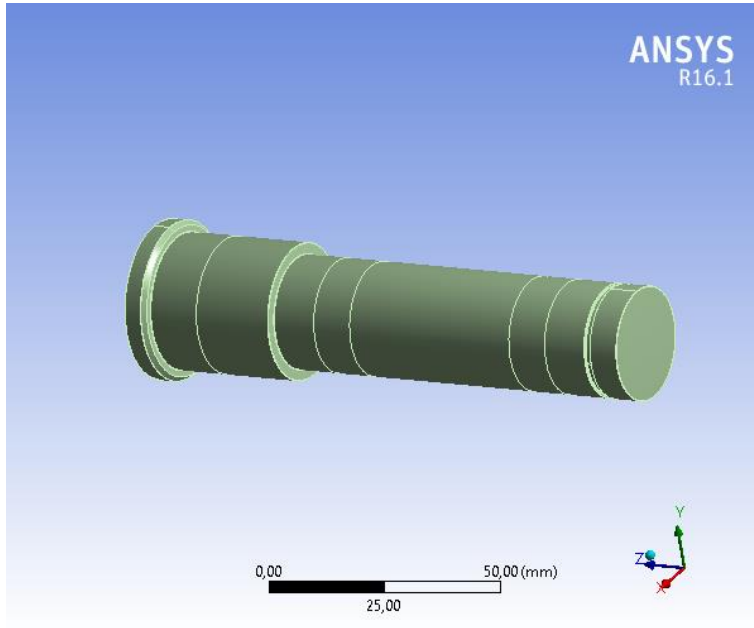


Şekil 2.6. Gövde iskeletindeki eŖdeęer gerilme



Şekil 2.7. Gövde iskeletinin güvenlik katsayısı

EK-3. Yatak mili ANSYS statik analiz raporu



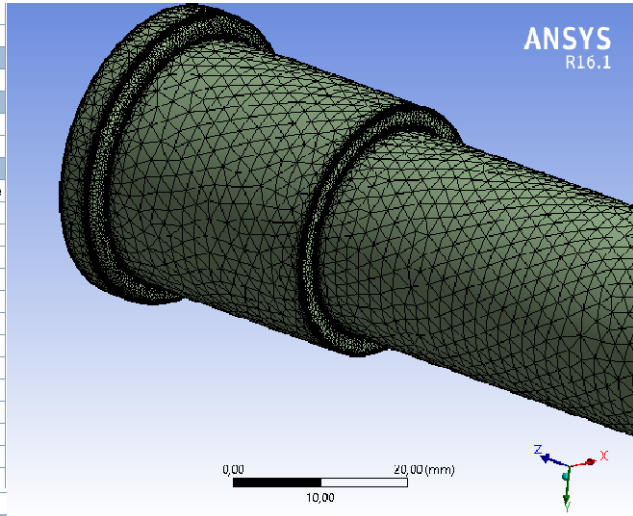
Şekil 3.1. Makara yatak mili ANSYS'e aktarılan katı modeli

State	Meshed
Graphics Properties	
Visible	Yes
Transparency	1
Definition	
Suppressed	No
Stiffness Behavior	Flexible
Coordinate System	Default Coordinate System
Reference Temperature	By Environment
Material	
Assignment	ç1040
Nonlinear Effects	Yes
Thermal Strain Effects	Yes
Bounding Box	
Length X	35, mm
Length Y	35, mm
Length Z	120,5 mm
Properties	
Volume	67769 mm ³
Mass	0,53165 kg
Centroid X	-1,6577e-012 mm
Centroid Y	3,7183e-012 mm
Centroid Z	-44,436 mm
Moment of Inertia Ip1	709,49 kg·mm ²
Moment of Inertia Ip2	709,49 kg·mm ²
Moment of Inertia Ip3	49,362 kg·mm ²
Statistics	
Nodes	831622
Elements	547391
Mesh Metric	None

Şekil 3.2. Makara yatak milinin geometrik özellikleri

EK-3. (devam) Yatak mili ANSYS statik analiz raporu

Object Name	Mesh
State	Solved
Display	
Display Style	Body Color
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	0
Sizing	
Use Advanced Size Function	On: Proximity and Curvature
Relevance Center	Coarse
Initial Size Seed	Active Assembly
Smoothing	Medium
Transition	Fast
Span Angle Center	Coarse
Curvature Normal Angle	40,0 °
Num Cells Across Gap	3
Proximity Size Function Sources	Faces and Edges
Min Size	Default (6,4931e-002 mm)
Proximity Min Size	Default (6,4931e-002 mm)
Max Face Size	Default (6,49310 mm)
Max Size	Default (12,9860 mm)
Growth Rate	Default (1,850)
Minimum Edge Length	7,854e-002 mm
Inflation	
Use Automatic Inflation	None
Inflation Option	Smooth Transition
Transition Ratio	0,272
Maximum Layers	5
Growth Rate	1,2
Inflation Algorithm	Pre
View Advanced Options	No
Patch Conforming Options	
Triangle Surface Mesher	Program Controlled
Patch Independent Options	
Topology Checking	No
Advanced	
Number of CPUs for Parallel Part Meshing	Program Controlled
Shape Checking	Standard Mechanical
Element Midside Nodes	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Number of Retries	0
Extra Retries For Assembly	Yes
Rigid Body Behavior	Dimensionally Reduced
Mesh Morphing	Disabled
Defeaturing	
Pinch Tolerance	Default (5,8438e-002 mm)
Generate Pinch on Refresh	No

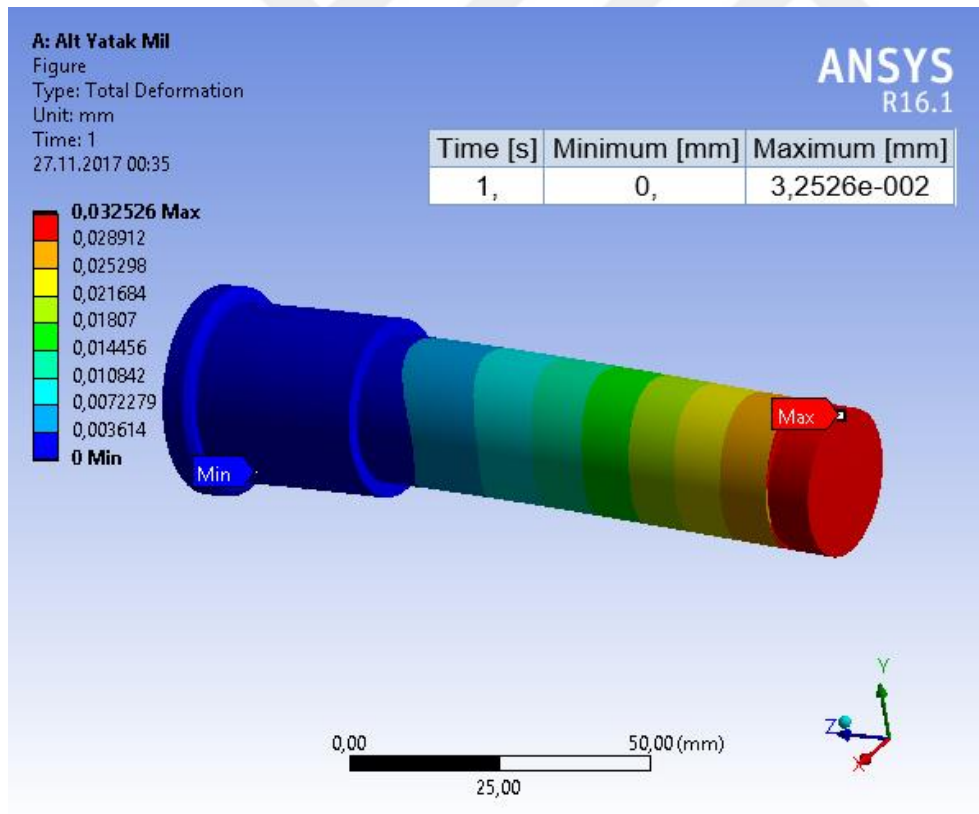


Şekil 3.3. Yatak mili geometrisine atanan ağ yapısı ve özellikleri

EK-3. (devam) Yatak mili ANSYS statik analiz raporu

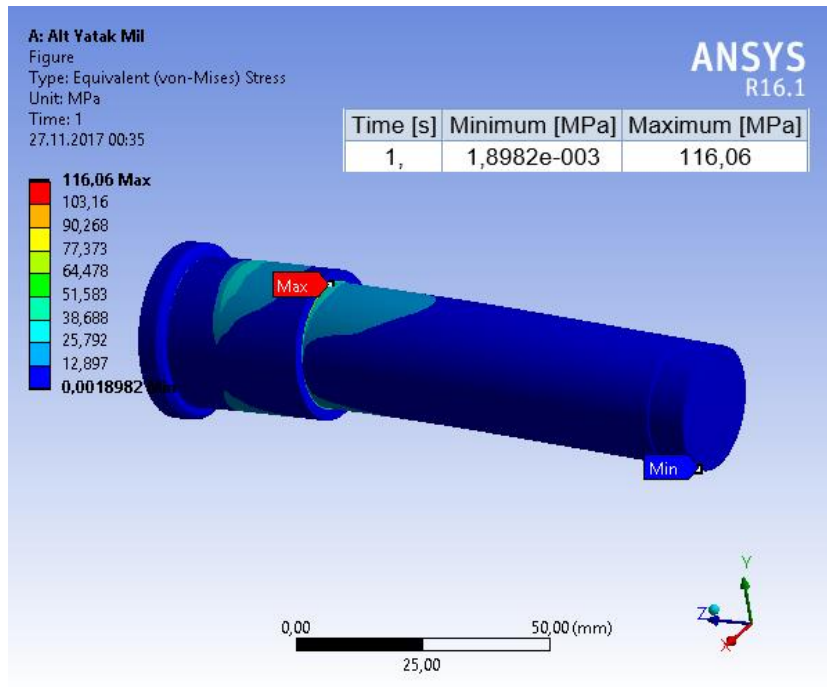
Object Name	Bearing Load	Bearing Load 2	Cylindrical Support
State	Fully Defined		
Scope			
Scoping Method	Geometry Selection		
Geometry	1 Face		
Definition			
Type	Bearing Load	Cylindrical Support	
Define By	Components		
Coordinate System	Global Coordinate System		
X Component	0, N		
Y Component	-490,5 N		
Z Component	0, N		
Suppressed	No		
Radial		Fixed	
Axial		Fixed	
Tangential		Fixed	

Şekil 3.4. Yatak miline uygulanan yük



Şekil 3.5. Makara yatak milindeki toplam deformasyon

EK-3. (devam) Yatak mili ANSYS statik analiz raporu

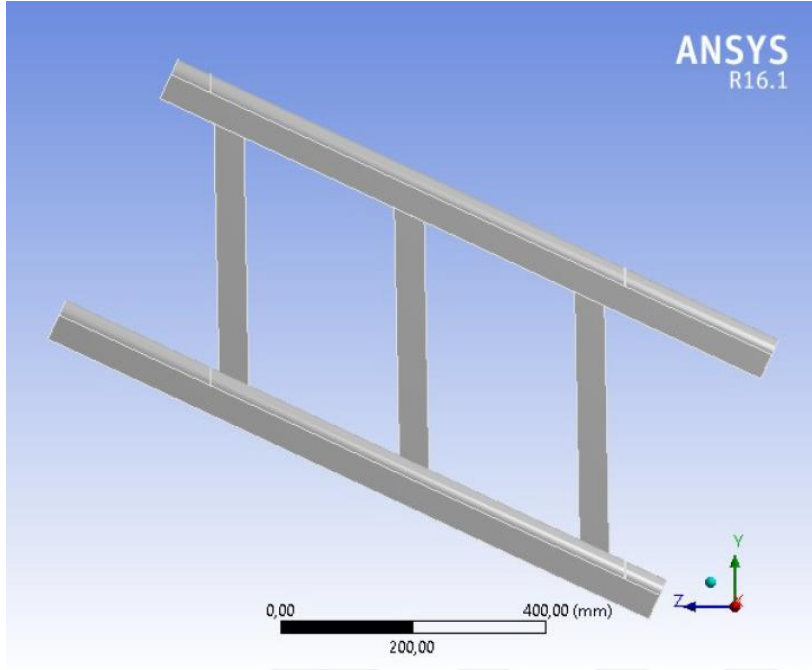


Şekil 3.6.Yatak milinde oluşan eşdeğer gerilme

Object Name	Safety Factor
State	Solved
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Definition	
Type	Safety Factor
By	Time
Display Time	Last
Calculate Time History	Yes
Identifier	
Suppressed	No
Integration Point Results	
Display Option	Averaged
Average Across Bodies	No
Results	
Minimum	4,9113
Information	
Time	1, s
Load Step	1
Substep	1
Iteration Number	1

Şekil 3.7. Makara yatak milinin güvenlik katsayısı

EK-4. Ray profili ANSYS statik analiz raporu



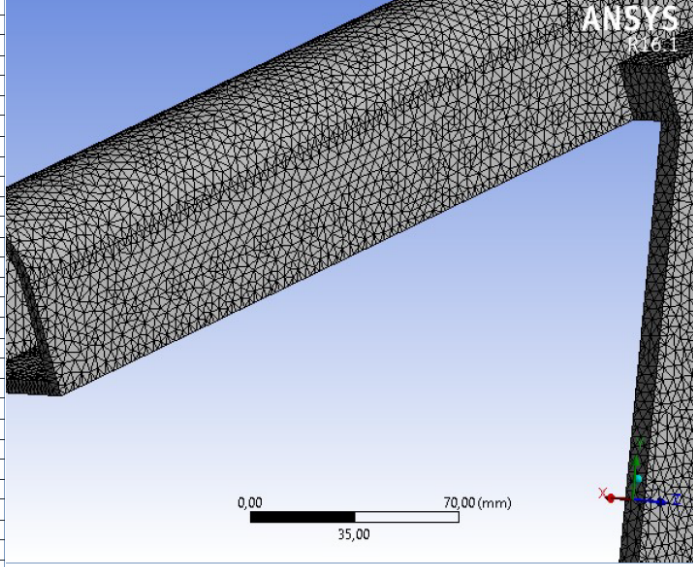
Şekil 4.1. Ray profilinin ANSYS'e aktarılan katı modeli

Object Name	Solid
State	Meshed
Graphics Properties	
Visible	Yes
Transparency	1
Definition	
Suppressed	No
Stiffness Behavior	Flexible
Coordinate System	Default Coordinate System
Reference Temperature	By Environment
Material	
Assignment	1040 çeliği
Nonlinear Effects	Yes
Thermal Strain Effects	Yes
Bounding Box	
Length X	75, mm
Length Y	844,05 mm
Length Z	1102,8 mm
Properties	
Volume	2,8941e+006 mm ³
Mass	22,704 kg
Centroid X	-32,11 mm
Centroid Y	365, mm
Centroid Z	379,24 mm
Moment of Inertia Ip1	2,5621e+006 kg·mm ²
Moment of Inertia Ip2	1,8012e+006 kg·mm ²
Moment of Inertia Ip3	7,8859e+005 kg·mm ²
Statistics	
Nodes	669809
Elements	382636
Mesh Metric	None

Şekil 4.2. Ray profilinin geometrik özellikleri

EK-4. (devam) Ray profili ANSYS statik analiz raporu

Object Name	Mesh
State	Solved
Display	
Display Style	Body Color
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	0
Sizing	
Use Advanced Size Function	Off
Relevance Center	Coarse
Element Size	2,0 mm
Initial Size Seed	Active Assembly
Smoothing	Medium
Transition	Fast
Span Angle Center	Coarse
Minimum Edge Length	1,10340 mm
Inflation	
Use Automatic Inflation	None
Inflation Option	Smooth Transition
Transition Ratio	0,272
Maximum Layers	5
Growth Rate	1,2
Inflation Algorithm	Pre
View Advanced Options	No
Patch Conforming Options	
Triangle Surface Mesher	Program Controlled
Patch Independent Options	
Topology Checking	No
Advanced	
Number of CPUs for Parallel Part Meshing	Program Controlled
Shape Checking	Standard Mechanical
Element Midside Nodes	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Number of Retries	Default (4)
Extra Retries For Assembly	Yes
Rigid Body Behavior	Dimensionally Reduced
Mesh Morphing	Disabled
Defeaturing	
Pinch Tolerance	Please Define
Generate Pinch on Refresh	No
Automatic Mesh Based Defeaturing	On
Defeaturing Tolerance	Default
Statistics	
Nodes	669809
Elements	382636
Mesh Metric	None



Şekil 4.3. Ray profili geometrisine atanan ağ yapısı ve özellikleri

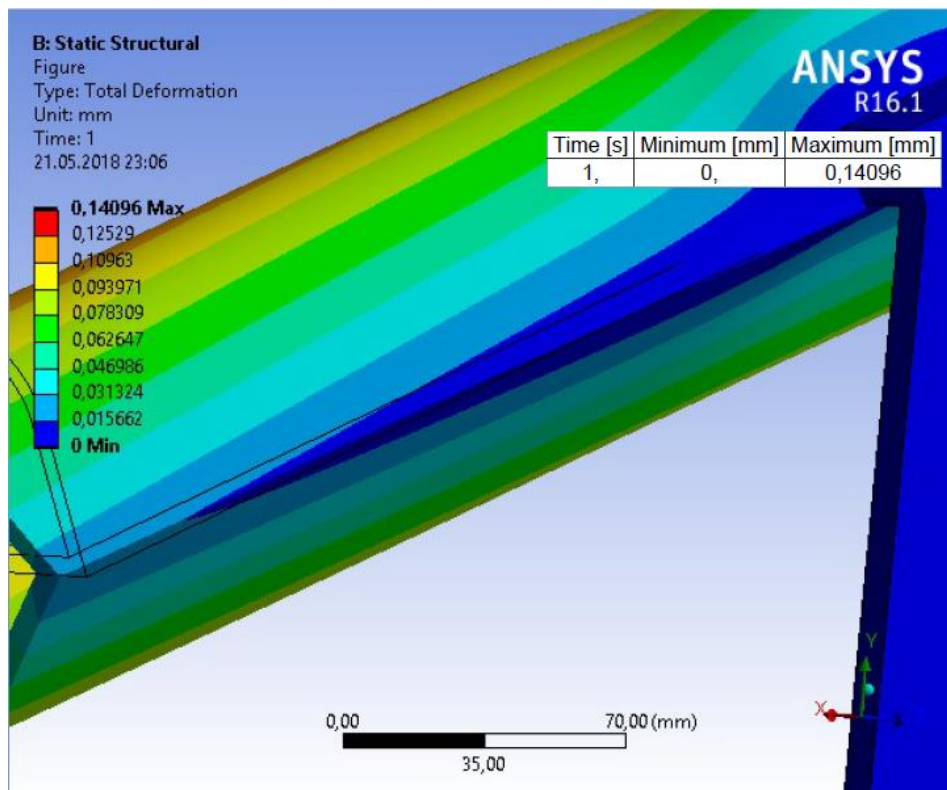
Object Name	Fixed Support	Force	Force 2	Force 3	Force 4
State	Fully Defined				
Scope					
Scoping Method	Geometry Selection				
Geometry	3 Faces	1 Face			
Definition					
Type	Fixed Support	Force			
Suppressed	No				
Define By	Components				
Coordinate System	Global Coordinate System				
X Component	2207,5 N (ramped)		-2207,5 N (ramped)		
Y Component	0, N (ramped)		-1500, N (ramped)		
Z Component	0, N (ramped)				

Şekil 4.4. Ray profili geometrisine uygulanan yük

EK-4. (devam) Ray profili ANSYS statik analiz raporu

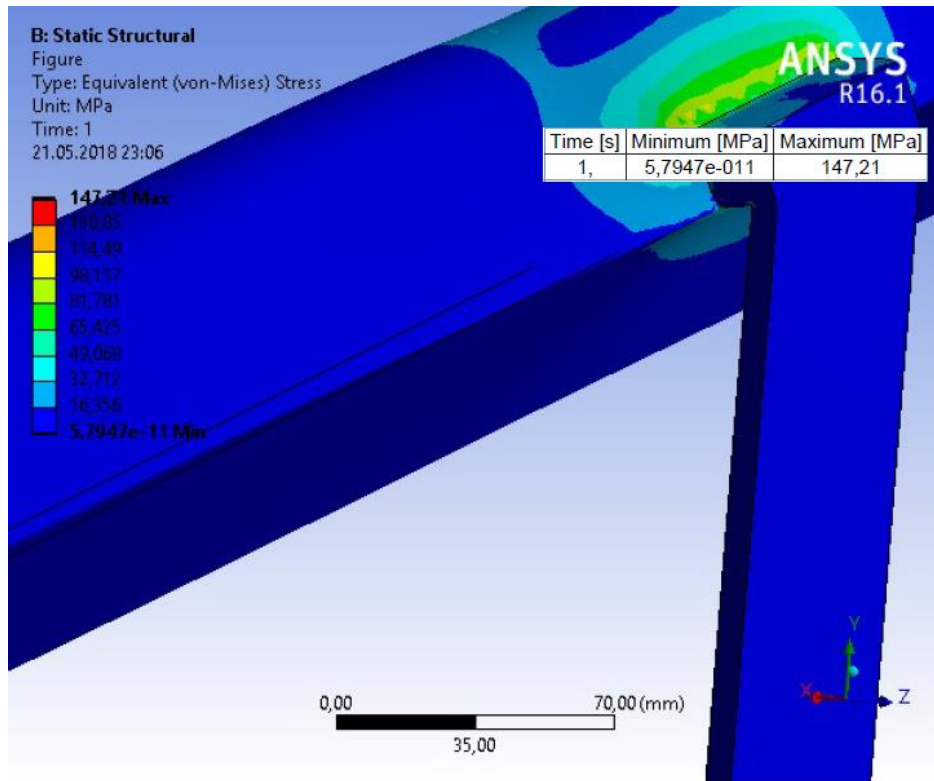
Object Name	Total Deformation	Equivalent Stress
State	Solved	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	All Bodies	
Definition		
Type	Total Deformation	Equivalent (von-Mises) Stress
By	Time	
Display Time	Last	
Calculate Time History	Yes	
Identifier		
Suppressed	No	
Results		
Minimum	0, mm	5,7947e-011 MPa
Maximum	0,14096 mm	147,21 MPa
Information		
Time	1, s	
Load Step	1	
Substep	1	
Iteration Number	1	
Integration Point Results		
Display Option	Averaged	
Average Across Bodies	No	

Şekil 2.5. Gövde iskeletindeki toplam deformasyon ve eşdeğer gerilme sonuçları



Şekil 4.6. Ray profilindeki toplam deformasyon

EK-4. (devam) Ray profili ANSYS statik analiz raporu



Şekil 4.7. Ray profilinde oluşan eşdeğer gerilme

Object Name	<i>Safety Factor</i>
State	Solved
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Definition	
Type	Safety Factor
By	Time
Display Time	Last
Calculate Time History	Yes
Identifier	
Suppressed	No
Integration Point Results	
Display Option	Averaged
Average Across Bodies	No
Results	
Minimum	4,2118
Information	
Time	1, s
Load Step	1
Substep	1
Iteration Number	1

Şekil 4.8. Ray profilinin güvenlik katsayısı

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : BOZBUĞA, Ferhat
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 17.04.1990 Ankara
 Medeni hali : Bekâr
 Telefon : 05534320854
 E-mail : frht.bzbg@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi/Teknoloji Fakültesi/ Endüstriyel Tasarım Mühendisliği	Devam Ediyor
Lisans	Kocaeli Üniversitesi/ Makine Mühendisliği	2014
Lise	Cumhuriyet Anadolu Lisesi	2008

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
05.2014-10.2014	Ekoterm Mühendislik Sis. Çöz. Mek. ve İnş. Taah. San. Tic. Ltd. Şti	Proj. Dept. Makine
2016-2017	Gazi Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği	Proje Asistanlığı

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

- Börklü, HR., Şanlıer, C., Bozbuğa, F. ve Eryıldırım S. (2018). *Yeni Bir Motorlu Tirpanın Kavramsal Tasarımı Conceptual Design Of A New Motor Scythe*. The 2nd International Symposium On 3D Printing Technologies, Antalya, 139-140.
- Börklü, HR., Bozbuğa F. and Sezer HK. (2017). *Conceptual Design of A Novel Stairlift For Elderly and Disabled People*. ISIDE 2nd International Symposium On Industrial Design and Engineering, Kapadokya, 91-98.

3. Brkl, HR., Bozbuğa, F., Sezer, HK. and zdemir, V. (2018). *A Noval Conceptual Design of a Stairlift for Elderly and Disabled People*. Gazi University Journal of Science Part A: Engineering and Innovation, 5 (1), 17-29.

Hobiler

Resim izmek, Koleksiyon, Dijital sanat, Trekking, Kampılık





GAZİ GELECEKTİR..