

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AŞIRI YÜKLEME ŞARTLARINDA EMNİYETLE ÇALIŞABİLECEK KAPI  
KİLİTLEME MEKANİZMASI TASARIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Arda KUYUMCU**

**Makina Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Konstrüksiyon Programı**

**HAZİRAN 2016**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AŞIRI YÜKLEME ŞARTLARINDA EMNİYETLE ÇALIŞABİLECEK KAPI  
KİLİTLEME MEKANİZMASI TASARIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Arda KUYUMCU  
(503141205)**

**Makina Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Konstrüksiyon Programı**

**Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Zeynep Parlar**

**HAZİRAN 2016**



İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 503141205 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Arda KUYUMCU, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “AŞIRI YÜKLEME ŞARTLARI ALTINDA EMNİYETLE ÇALIŞABİLECEK KAPI KİLİTLEME MEKANİZMASI TASARIMI” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :** **Yrd. Doç. Dr. Zeynep PARLAR** .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** **Yrd. Doç. Dr. Atakan ALTINKAYNAK**.....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Yrd. Doç. Dr. İlknur KOÇAŞ** .....  
Gedik Üniversitesi

**Teslim Tarihi :** **26 Nisan 2016**  
**Savunma Tarihi :** **7 Haziran 2016**





*Aileme,*





## ÖNSÖZ

Tez çalışmamda değerli bilgileri ile bana yol gösteren ve her zaman yanımda olan tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Zeynep Parlar'a, Arçelik A.Ş. ARGE Direktörlüğü'ne, özellikle Cem Kural, Mehmet Durmaz, Levent Hasanreisoglu, Celal Vatansever, Sena Davasligil, Kutay Edis, Halil Elgün ve Ozan Ule'ye, İTÜ Makina Fakültesi, Konstrüksiyon Anabilim Dalı'nın kıymetli mensuplarına, bu günlere gelmemde en büyük pay sahibi olan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2016

Arda Kuyumcu  
Makina Mühendisi



# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	ix
KISALTMALAR .....	xi
SEMBOLLER .....	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xxi
SUMMARY .....	xxv
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı .....	2
1.2 Literatür Özeti .....	2
1.2.1 Patent araştırması .....	3
1.2.1.1 Patent numarası: EP1983131 (B1).....	3
1.2.1.2 Patent numarası: EP1778938 (B1).....	6
1.2.1.3 Patent numarası: GB2364741 (B).....	8
1.2.1.4 Patent numarası: JP3124953 (B2).....	9
1.2.1.5 Patent numarası: US4601499 (A).....	11
1.2.1.6 Patent numarası: US4892338 (A).....	12
1.2.2 Piyasadaki ürünlerin incelenmesi.....	15
1.2.2.1 Kapı kilidi - 1 .....	15
1.2.2.2 Kapı kilidi - 2 .....	19
<b>2. TASARIM KRİTERLERİ .....</b>	<b>21</b>
2.1 Aşırı Yükleme Şartının Belirlenmesi .....	21
2.1.1 Kütlelerin belirlenmesi .....	21
2.1.2 Yüzey alanının belirlenmesi.....	21
2.1.3 Kuvvetin belirlenmesi .....	22
2.2 İstekler Listesinin Oluşturulması .....	22
2.3 Temel Fonksiyonun Oluşturulması .....	23
2.4 Sistemin Giriş ve Çıkış Büyüklükleri .....	25
2.5 Fonksiyon Strüktürü .....	26
<b>3. KONSEPTLERİN GELİŞTİRİLMESİ .....</b>	<b>29</b>
3.1 Kilitleme Detayı Seçimi.....	29
3.2 Tetikleme Sistemlerinin Belirlenmesi.....	33
3.3 Konsept - 1 .....	35
3.3.1 Birincil kilitleme mekanizması .....	36
3.3.2 İkincil kilitleme mekanizması.....	38
3.4 Konsept - 2 .....	40
3.4.1 Birincil kilitleme mekanizması .....	41
3.4.2 İkincil kilitleme mekanizması.....	43
3.5 Konsept Seçimi .....	45
<b>4. KONSEPTİN DETAYLANDIRILMASI.....</b>	<b>49</b>

4.1 Kinematik Analiz.....	49
4.1.1 Birincil kilitleme mekanizması .....	49
4.1.2 İkincil kilitleme mekanizması .....	51
4.2 Kuvvet Analizi .....	52
4.2.1 Birincil kilitleme mekanizması .....	52
4.2.1.1 Kilitli konum kuvvetleri .....	56
4.2.1.2 Serbest konum kuvvetleri.....	56
4.2.2 İkincil kilitleme mekanizması .....	57
4.2.2.1 Kilitli konum kuvvetleri .....	58
4.2.2.2 Serbest konum kuvvetleri.....	58
4.3 Yay Seçimi .....	59
4.4 Mekanizmaların Detaylandırılması .....	59
4.4.1 Birincil kilitleme mekanizması .....	60
4.4.2 İkincil kilitleme mekanizması .....	65
4.5 Kapı Gövdesi.....	68
4.6 Malzeme Seçimi.....	69
4.6.1 Plastik malzeme seçimi .....	69
4.6.1.1 PA (Polyamid) özellikleri.....	70
4.6.1.2 Cam elyaf katkılı Polyamidler (PA).....	72
4.6.2 Yatak malzemesi seçimi .....	73
4.6.3 Metal malzeme seçimi.....	74
4.6.3.1 Alüminyum alaşım çeşitleri .....	75
4.6.3.2 Alüminyum 7075 serisi .....	76
4.6.4 Kapı sacı malzemesi .....	77
4.6.5 Malzeme özeti .....	78
<b>5. NÜMERİK ANALİZ.....</b>	<b>79</b>
5.1 Kuvvetin Modele Etki Ettirilmesi .....	81
5.2 Temasların ve Sınır Şartlarının Tanımlanması.....	82
5.3 Kapı Gövdesi Analiz Sonuçları.....	84
5.4 Çubukların Analiz Sonuçları .....	86
5.5 Kapı Sacı Analiz Sonuçları .....	87
5.6 Analiz Özeti.....	89
<b>6. PROTOTİPLEME ÇALIŞMALARI .....</b>	<b>91</b>
6.1 SLS Hızlı Prototipleme Yöntemi .....	91
6.2 Kapı Kilitleme Prototipi .....	92
<b>7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>97</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>99</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>101</b>

## KISALTMALAR

<b>A.Ş.</b>	: Anonim Şirket
<b>ARGE</b>	: Araştırma Geliştirme
<b>EPO</b>	: European Patent Office
<b>IPC</b>	: International Patent Classification
<b>PA</b>	: Polyamid
<b>GF</b>	: Glass Filled
<b>AISI</b>	: American Iron and Steel Institute
<b>CAD</b>	: Computer Aided Drawing
<b>N</b>	: Newton
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>mm<sup>2</sup></b>	: Milimetrekare
<b>N/mm<sup>2</sup></b>	: Newton/Milimetrekare
<b>g/cm<sup>3</sup></b>	: Gram/Santimetreküp
<b>lb/ft<sup>3</sup></b>	: Pound-Foot
<b>kV/mm</b>	: Kilovolt/Milimetre
<b>V/mil</b>	: Volt/Mil
<b>Ω-m</b>	: Ohm-Metre
<b>GPa</b>	: Gigapascal
<b>psi</b>	: Pounds Per Inch Square
<b>MPa</b>	: Megapascal
<b>kN-m/kg</b>	: Kilonewton-Metre/Kilogram
<b>µm/m-K</b>	: Mikrometre/Metre-Kelvin
<b>IASC</b>	: International Annealed Copper Standard
<b>J/kg-K</b>	: Joule/Kilogram-Kelvin
<b>kN-m/kg</b>	: Kilonewton-Metre/Kilogram
<b>W/m-K</b>	: Watt/Metre-Kelvin
<b>3D</b>	: 3 Dimensional
<b>2D</b>	: 2 Dimensional
<b>SLS</b>	: Selective Laser Sintering



## SEMBOLLER

°	: Derece
°C	: Santigrat Derece
°F	: Fahrenheit Derece
L	: Uzunluk
F	: Kuvvet
tan	: Tanjant
cos	: Kosinüs
sin	: Sinüs
G	: Ağırlık
S	: Emniyet Katsayısı
K	: Kesin İstek
A	: Arzu Tipi İstek
H	: Hedef Gösteren İstek
δ	: Sıkışma Miktarı
G <sub>y</sub>	: Kayma Modülü
d	: Tel Çapı
D	: Ortalama Çap
i	: Sarım Sayısı
Al	: Alüminyum
Cu	: Bakır
Mn	: Mangan
Si	: Silisyum
Mg	: Magnezyum
Zn	: Çinko
Li	: Lityum
ρ	: Yoğunluk
E	: Elastisite Modülü
v	: Poisson Oranı





## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

<b>Çizelge 2.1</b> : İstekler listesi.....	<b>23</b>
<b>Çizelge 2.2</b> : Temel fonksiyonu elde etme adımları [9]. .....	<b>24</b>
<b>Çizelge 2.3</b> : Sistemin giriş ve çıkış büyüklükleri. ....	<b>26</b>
<b>Çizelge 3.1</b> : Kilitleme detay çözümleri [10].....	<b>30</b>
<b>Çizelge 3.2</b> : Tetikleme kombinasyonları.....	<b>33</b>
<b>Çizelge 3.3</b> : Temel hedefler listesi. ....	<b>45</b>
<b>Çizelge 3.4</b> : Fayda-değer analizi. ....	<b>47</b>
<b>Çizelge 4.1</b> : PA 6 ve PA 66 kıyaslama [14]. ....	<b>71</b>
<b>Çizelge 4.2</b> : PA 6 GF30 malzeme özellikleri [15]. ....	<b>72</b>
<b>Çizelge 4.3</b> : Yarı sert ticari bronz malzeme özellikleri [15]. ....	<b>74</b>
<b>Çizelge 4.4</b> : 7075-T6 alüminyum alaşımı malzeme özellikleri [15]. ....	<b>76</b>
<b>Çizelge 4.5</b> : AISI 304 paslanmaz çelik malzeme özellikleri [15]. ....	<b>78</b>
<b>Çizelge 5.1</b> : Nümerik analiz malzeme bilgileri. ....	<b>79</b>



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1 : EP1983131 numaralı patent görseli - 1.....	3
Şekil 1.2 : EP1983131 numaralı patent görseli - 2.....	4
Şekil 1.3 : EP1983131 numaralı patent görseli - 3.....	4
Şekil 1.4 : EP1983131 numaralı patent görseli - 4.....	5
Şekil 1.5 : EP1983131 numaralı patent görseli - 5.....	5
Şekil 1.6 : EP1778938 numaralı patent görseli - 1.....	6
Şekil 1.7 : EP1778938 numaralı patent görseli - 2.....	7
Şekil 1.8 : EP1778938 numaralı patent görseli - 3.....	7
Şekil 1.9 : GB2364741 numaralı patent görseli - 1.....	8
Şekil 1.10 : GB2364741 numaralı patent görseli - 2.....	9
Şekil 1.11 : JP3124953 numaralı patent görseli - 1.....	9
Şekil 1.12 : JP3124953 numaralı patent görseli - 2.....	10
Şekil 1.13 : JP3124953 numaralı patent görseli - 3.....	10
Şekil 1.14 : US4601499 numaralı patent görseli - 1.....	11
Şekil 1.15 : US4601499 numaralı patent görseli - 2.....	12
Şekil 1.16 : US4892338 numaralı patent görseli - 1.....	13
Şekil 1.17 : US4892338 numaralı patent görseli - 2.....	13
Şekil 1.18 : US4892338 numaralı patent görseli - 3.....	14
Şekil 1.19 : Döner tipteki kapı kulbu.....	15
Şekil 1.20 : Döner kapı kublu arka yüzeyi.....	15
Şekil 1.21 : Kilitleme konumları.....	16
Şekil 1.22 : Silindirik makara.....	17
Şekil 1.23 : Kulp yatağı ve rulmanlar.....	17
Şekil 1.24 : Kapının arkadan görünümü.....	18
Şekil 1.25 : İkinci kilitleme mekanizması.....	18
Şekil 1.26 : Mekanizmanın genel görünümü.....	19
Şekil 1.27 : Mekanizma arkadan görünümü.....	19
Şekil 1.28 : Mekanizma üstten görünümü.....	20
Şekil 1.29 : Kilitleme parçaları.....	20
Şekil 2.1 : Kapıya etkiyen kuvvetin şematik görünümü.....	22
Şekil 2.2 : Sistemin temel yapısı.....	26
Şekil 2.3 : Fonksiyon strüktürü.....	27
Şekil 3.1 : Kilitleme detayı.....	31
Şekil 3.2 : Çubukların düşey hareketi.....	32
Şekil 3.3 : Kilitleme kesit görünümü.....	32
Şekil 3.4 : Konseptlerin tetikleme kombinasyonları.....	34
Şekil 3.5 : Konsept - 1 genel görünümü.....	35
Şekil 3.6 : Konsept - 1 birincil kilitleme.....	36
Şekil 3.7: Birincil kilitleme serbest hal görünümü.....	37
Şekil 3.8 : Konsept - 1 ikincil kilitleme.....	38

Şekil 3.9 : İkincil kilitleme serbest hal görünümü. ....	39
Şekil 3.10 : Konsept - 2 genel görünümü. ....	40
Şekil 3.11 : Konsept - 2 birincil kilitleme. ....	41
Şekil 3.12 : Birincil kilitleme serbest hal görünümü. ....	42
Şekil 3.13 : Konsept - 2 ikincil kilitleme. ....	43
Şekil 3.14 : İkincil kilitleme serbest hal görünümü. ....	44
Şekil 4.1 : Birincil kilitleme kinematik analiz - 1. ....	50
Şekil 4.2 : Birincil kilitleme kinematik analiz - 2. ....	50
Şekil 4.3 : İkincil kilitleme kinematik analiz. ....	51
Şekil 4.4 : Tutamak kuvvetleri. ....	52
Şekil 4.5 : Tutamak bağlantı elemanı kuvvetleri. ....	54
Şekil 4.6 : Kayar parça kayma kuvveti. ....	54
Şekil 4.7 : Ara bağlantı elemanı kuvvetleri - 1. ....	55
Şekil 4.8 : Çubuk bağlantı elemanı kuvvetleri - 2. ....	55
Şekil 4.9 : Buton kuvvetleri. ....	57
Şekil 4.10 : Çubuk bağlantı elemanı. ....	58
Şekil 4.11 : Birincil mekanizma patlatılmış görünümü. ....	61
Şekil 4.12 : Tutamak-kayar parça. ....	62
Şekil 4.13 : Tutamak tetiklenmiş konumu. ....	62
Şekil 4.14 : Çubuk kayar parça bağlantı elemanı. ....	63
Şekil 4.15 : Bağlantı elemanı ve yataklama görünümü. ....	63
Şekil 4.16 : Yataklama elemanı ve konum braketi. ....	64
Şekil 4.17 : Çubuk montaj. ....	65
Şekil 4.18 : İkincil mekanizma patlatılmış görünümü. ....	66
Şekil 4.19 : Buton ve bağlantı elemanı. ....	67
Şekil 4.20 : Ek braket. ....	68
Şekil 4.21 : Kapı gövdesi. ....	68
Şekil 4.22 : Plastiklerin sınıflandırması [12]. ....	69
Şekil 4.23 : Bronz yataklar. ....	73
Şekil 5.1 : Kapı gövdesi ağ modeli. ....	80
Şekil 5.2 : Çubuk ve kapı braketi ağ modeli. ....	80
Şekil 5.3 : Kapı sacı ağ modeli. ....	81
Şekil 5.4 : Kuvvetin modeldeki görünümü. ....	81
Şekil 5.5 : Kapı sacı vidalama bölgesinin rijit bağlanması. ....	82
Şekil 5.6 : Kapı braketi temas bölgeleri. ....	82
Şekil 5.7 : Çubukların kapı braketi ile temas ilişkisi. ....	83
Şekil 5.8 : Çubukların sonlu elemanlar modeli. ....	83
Şekil 5.9 : Menteşe sınır şartı. ....	84
Şekil 5.10 : Kapı gövdesindeki gerilme hali. ....	84
Şekil 5.11 : Vidalama bölgesi gerilme durumu. ....	85
Şekil 5.12 : Kapı gövdesindeki deformasyon hali. ....	85
Şekil 5.13 : Çubuklardaki gerilme hali. ....	86
Şekil 5.14 : Çubukları deformasyon hali. ....	87
Şekil 5.15 : Kapı sacı gerilme hali. ....	88
Şekil 5.16 : Vidalama bölgesi gerilme hali. ....	88
Şekil 5.17 : Kapı sacı deformasyon hali. ....	89
Şekil 6.1 : SLS yöntemi çalışma prensibi ve üretilmiş bazı parçalar [19]. ....	92
Şekil 6.2 : Kapı prototipi (a) önden görünüm (b) arkadan görünüm. ....	93
Şekil 6.3 : Kilitleme konum kombinasyonları. ....	94
Şekil 6.4 : Birincil kilitleme mekanizması konumları. ....	94

<b>Şekil 6.5 : İkincil kilitleme mekanizması konumları.....</b>	<b>95</b>
<b>Şekil 6.6 : Birincil ve ikincil kilitlemelerin serbest haldeki konumları. ....</b>	<b>95</b>





## AŞIRI YÜKLEME ŞARTLARINDA EMNİYETLE ÇALIŞABİLECEK KAPI KİLİTLEME MEKANİZMASI TASARIMI

### ÖZET

Tarihi çok eskilere dayanan kilitleme sistemleri insanların özel mülklerini koruma istekleri sonucunda icat edilmişlerdir. İlk kilitleme sistemleri, basit ahşaptan mekanik aletlerdir ve saray gibi önemli yapıların kapılarının kilitli kalmasını sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Zaman içerisinde teknolojinin ilerlemesiyle birlikte kilitleme sistemleri gelişmiş ve ahşap yerine farklı malzemeler kullanılarak daha mukavemetli kilitler kullanılmaya başlamıştır. Gelişen teknoloji ile otomobil, beyaz eşya gibi yeni mühendislik ürünleri de ortaya çıkmıştır. Bu ürünlerin de kapı, kapak gibi çeşitli parçalarının kilitlenme gereksinimi doğmuş ve yeni kilit tipleri geliştirilmiştir. Özellikle bazı ürünler için kapıların kilitlenmesi ve kilitli halini koruması çok büyük önem taşımaktadır. Aksi takdirde başta canlı varlıklar olmak üzere birçok nesne zarar görebilir. Örneğin, otomobil kapıları kilitli iken kolay açılmayacak şekilde tasarlanmışlardır. Doğaldır ki, kolaylıkla açılacak bir otomobil kapısı içeride bulunan insanları tehlikeye sürükleyecektir. Çalışma kapsamında da Arçelik A.Ş. bünyesinde genel kullanıma uygun, belirli bir yüke maruz kaldığında kapının kilitli halini koruyabilecek bir kapı kilitleme mekanizması tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Kapı kilitleme sistemlerinin çok farklı tipleri mevcuttur. Bunlardan biri de kapıların üst ve alt bölgelerinden kilitlenmesidir. Aynı prensiple, çalışmada kapıyı üstten ve alttan kilitleyen bir mekanizma tasarımları yapılmıştır. Ayrıca, bazı sistemlerde birden fazla noktadan kilitleme mevcuttur. Temel amaç, herhangi bir kilitte hasar oluşması halinde kapının kilitli halinin yeterince emniyetli bir şekilde korunmasıdır. Böyle bir düşünce ile iki adet kilitleme mekanizması geliştirilmiştir ve bu iki mekanizma birbirinden bağımsız olarak tetiklenebilen bir yapıda tasarlanmıştır.

Tasarıma başlamadan önce, literatür araştırması yapılarak mevcut kilitleme sistemlerinin incelenmesi gerekmektedir. Literatür araştırması olarak kapıları üstten ve alttan kilitleme yarayan kilitleme mekanizmaları araştırılmıştır. Sonuçta yaklaşık 500 adet patent incelenmiş ve bu patentler içerisinde konuyla ilgisi daha fazla olanlar belirlenerek çalışma sistemlerine bakılmıştır. Patent araştırmasından sonra piyasada bulunan iki adet kilitleme sistemi detaylı şekilde incelenmiştir. Literatür araştırması sonucunda tasarım için elde edilen bu ön bilgi ile kapı kilitleme mekanizmasının patent konusunda bir engel teşkil etmemesi ve mevcut ürünlerden farklı olması amaçlanmıştır.

Kapı kilitleme mekanizması için ilk olarak tasarımın temelini oluşturacak tasarım kriterleri belirlenmiştir. Kapının kilitli kalması gereken en büyük kuvvet aşırı yükleme halinde 2943 N, kuvvetin kapıya etki etki ettiği yüzey alanı ise 94000 mm<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Daha sonra probleme farklı çözümler bulabilmek amacıyla konstrüksiyon sistematiği adımları uygulanmıştır. Konstrüksiyon sistematiğinin en önemli adımlarından biri istekler listesinin oluşturulmasıdır. İstekler problemin

çözümü oluşturacak olan teknik yapının niteliksel ve niceliksel özelliklerinin belirtildiği büyüklüklerdir. Bu amaç doğrultusunda, istekler listesi oluşturulmuş ve bu istekler yardımıyla temel fonksiyon elde edilmiştir. Kapı kilitleme mekanizmasının giriş ve çıkış büyüklükleri belirlenmiş. Ayrıca, giriş ve çıkış büyüklükleri arasında meydana gelen fonksiyonlar ve birbirleriyle olan ilişkileri oluşturulmuştur. Fonksiyon yapılarının gösterildiği bu düzene fonksiyon strüktürü denmektedir. Böylece, konseptlerin geliştirilmesi için gerekli bilgiler hazırlanmıştır.

Konseptlerin geliştirilmesi sürecinde her konseptte ortak olarak kullanılması düşünülen, kapının kilitli kalmasını sağlayan kilit detay seçimi yapılmıştır. Çubuklar yardımıyla kapı, bir kapı çerçevesine kilitlenecektir. Bu kilitlemeye yaylı bir yapı kullanılmıştır. Yaylı yapının seçimi “Mekanik Hareketlerin Durdurulmasına Yarayan Kilitler” kataloğundan seçilmiştir. Bu seçim ile kapı, tetikleme elemanları tetiklenmeden açılmayacaktır. Kapı açık iken tetikleme elemanlarına müdahale edilmeden yay kuvvetleri, kapının itilmesi ile yenilerek kapı kilitli konuma geçecektir. Daha sonra iki adet konsept için tetikleme elemanlarının seçimi yapılmıştır. Sonuçta, birinci konsept için birincil tetikleme elemanı döner bir kulp ve ikincil tetikleme elemanı kayar bir parça, ikinci konsept için birincil tetikleme elemanı kullanıcının kendine doğru çekebildiği pedal tipi tutamak ve ikincil tetikleme elemanı bir buton olacak şekilde belirlenmiştir.

Birinci ve ikinci konsept için ayrı ayrı basit halde kilitleme çubuklarının kapıyı kilitlemesini sağlayan ve kapı kilitli iken tetikleme elemanları ile kapının açılmasını sağlayan mekanizmalar belirlenmiş ve Unigraphics NX CAD paket programında katı olarak modellenmiştir. Kilitleme mekanizmasının çözümü için konseptlerden birinin seçilmesi ve seçilen konseptin detaylandırılması gerekmektedir. Bu nedenle, iki konsept arasından bir seçim yapılmıştır. Yöntem olarak “fayda-değer” analizi uygulanmıştır. Analizde, esas olarak çözüm için hedefler belirlenmekte ve bu hedefler için konseptler puanlanmaktadır. Sonuç olarak, her bir konsept için birer sonuç puan elde edilmiştir. Puanlama sonucunda ikinci konsept için elde edilen puan birinci konseptte göre yüksek çıkmıştır ve detaylandırılmak üzere seçilmiştir.

Detaylandırılmak üzere belirlenmiş olan ikinci konsept bir mekanizma tasarımıdır. Dolayısıyla, mekanizmalarda kinematik ve kuvvet analizlerinin yapılması gerekmektedir. Kinematik analiz için ilk olarak çubukların 8 mm bir stroğa sahip olacağı kabul edilmiştir. Bu kabul ile birlikte tetikleme elemanlarının ne kadarlık bir harekete ihtiyaç duyacağı hesaplanmıştır. Birincil tetikleme elemanı pedal tipi tutamak için dönme eksenine göre 22° dönme, ikinci tetikleme elemanı buton için 8,8 mm basma hareketi gerekmektedir. Kuvvet analizinde pedal tipi tutamağa kullanıcının uygulaması gereken kuvvet 25 N olarak alınmıştır. Bu durumda kapının açık ve kapalı konumu için çubuklara düşey doğrultuda aktarılan kuvvetler elde edilmiştir. Buton için ise kullanıcının uygulaması gereken basma kuvveti 15 N olarak alınmıştır. Tutamakta olduğu bu durumda da kapının açık ve kapalı konumu için çubuklara düşey doğrultuda aktarılan kuvvetler elde edilmiştir. Her iki kilitleme için ortak yay seçilmiştir. Yay seçiminde kuvvet analizi sonucunda elde edilen en düşük kuvvet baz alınmıştır. Kinematik analiz ve kuvvet analizleri ile kilitleme mekanizması uygun boyutlar ile modellenmiş ve son şeklini almıştır.

Malzeme seçimi yapısal olarak tasarlanan teknik yapıtlar için en önemli konulardan biridir. Malzemeler, parçaların imalat yöntemini ve mukavemetini belirlemektedir. Örneğin, plastik esaslı malzemelerin yapısının metal esaslı malzemelere göre farklı olması tasarımı etkileyen faktörlerdendir. Çalışmada, özellikle bir insanın



kullanmasına uygun olması istenen bir kapı kilitleme sistemi için ergonomik açıdan hafiflik önemlidir. Bu nedenle, kapının gövdesi plastik esaslı malzemeden seçilmiştir. Ek olarak, tetikleme elemanları olan pedal tipi tutamak ve buton da aynı şekilde plastik olacaktır. Aşırı yükleme altında kapının açılması ve doğal olarak deforme olması istenmediği için seçilecek plastiğin mukavemet özelliklerinin iyi olması gerekmektedir. Bu amaçla, PA 6 (Polyamid) plastik malzeme olarak seçilmiştir. Mukavemet özelliklerinin artırılması amacıyla Polyamid malzeme %30 oranda cam katkıli olarak kullanılacaktır. Yataklama malzemesi olarak burçlarda sıklıkla kullanılan sürtünme ve aşınma davranışının iyi olan bronz seçilmiştir. Çubuklar, mekanizma elemanları gibi geriye kalan parçalar metal esaslı seçilmiştir. Bu malzemeler de hafifliğin kritik olması sebebiyle alüminyum esaslı alaşım olarak belirlenmiştir. Alüminyum alaşımı 7075 serisi seçilmiş olup akma ve kopma mukavemeti gibi özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla T6 ısıl işlemi uygulanan tipinin kullanılmasına karar verilmiştir. Kapının arkadan kapatılması için kullanılacak olan kapı sacı, deformasyonların düşük olması gerektiğinden çelik seçilmiştir. Çelik olarak ise tedariki kolay ve yaygın olarak kullanılan AISI 304 paslanmaz çelik kullanılacaktır.

Belirlenen aşırı yükleme koşulu altında tasarımın doğrulanması amacıyla kilitleme mekanizması ve kapı için nümerik analiz Arçelik A.Ş. Yapısal Tasarım Yöneticiliği departmanında Hyperworks sonlu elemanlar paket programında yapılmıştır. Analizde kapı gövdesi, kilitleme çubukları, kapı braketleri ve kapı sacı modellenmiş, geri kalan parçalar analize dahil edilmemiştir. İlk olarak, bu parçalar için ağ modelleri oluşturulmuş ve daha sonra ise kapı sacına gelen kuvvet etki ettirilmiştir. Sonrasında, ağ modelleri oluşturulan parçaların birbirleriyle olan temas durumları ve sınır şartları belirlenerek analiz modeline eklenmiştir. Analiz sonuçları ile kapı gövdesi, çubuklar ve kapı sacı için gerilme ve deformasyon verileri incelenmiştir. Kapı gövdesi için en büyük gerilme değeri basma yönündedir, en büyük deformasyon ise emniyetli sınırlardadır. Çubuklar için en büyük gerilme değeri çekme yönündedir, en büyük deformasyon emniyetli sınırlar içerisinde yer almaktadır. Kapı sacı için ise gerilme ve deformasyon değerleri uygundur. Kısaca, malzeme özellikleri incelendiğinde aşırı yükleme şartı için parçalar emniyetli sınırlar içerisinde yer almaktadır. Bir diğer yandan, geliştirmeye de açık olduğu görülmüştür.

Tasarımın fonksiyonunu ne şekilde yerine getireceğinin görülmesi amacıyla prototipleme çalışması yapılmıştır. Prototipleme işlemleri Arçelik A.Ş. Hızlı Prototipleme Atölyesinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, bazı parçalar 3 boyutlu üretim tekniklerinden biri olan SLS yöntemi ile üretilmiştir. Geriye kalan metal esaslı parçalar ise çeşitli takım tezgahlarında işlenmiştir. Prototip gruplanıp denendiğinde tasarımdan beklenen özellikleri yerine getirdiği görülmüştür.



## **THE DESIGN OF THE DOOR LOCKING MECHANISM CAN WORK SAFELY UNDER OVERLOADING CONDITIONS**

### **SUMMARY**

Locking systems, which date back to ancient times, were invented as a result of people's desire to protect the private properties. First locking systems were simple mechanical devices that were made from wood and they were used to keep doors of important buildings such as palaces locked. In time with progress of technology, locking systems were developed and it began to be used more durable locks by using different materials instead of wood. By developing technology new engineering products such as vehicles, home appliances came up. Requirement of locking various parts such as lids, doors of these products showed up and new types of locks were developed. Especially, it is crucial for some product doors to be locked and to be maintained locking status. Otherwise, especially living beings, many objects can be damaged. For example, vehicle doors are designed not to be easily opened when locked. Naturally, a car door which can be opened easily will be harmful for people who are in the vehicle. Scope of the study within Arçelik A.Ş. for general usage a door locking mechanism, which maintains locked position of the door when it is exposed with a certain load, were designed.

Door locking systems have very different types. One type of these locks doors from its upper and lower sides. By the same principle a mechanism designs which locks the door from its upper and lower sides were made in this study. Furthermore, in some systems locking from more than one point is exist. The main goal is for any of these locks if a damage occurs, locking position of the door must be maintained. With this idea two locking mechanism were developed and these mechanisms can be triggered independently were designed.

Before design process, it is needed to examine current locking systems by doing literature research. As a literature research locking mechanisms, which lock doors from its upper and lower sides, were researched. Eventually, 500 patents were examined and by determining more related ones working systems were studied. After patent research two locking systems in the market were examined in detail, as well. As a result of the literature research with this foreknowledge it is aimed that locking mechanisms will not be an obstacle about patent and will be different from products in the market.

For the door locking mechanism at first design criteria which will forms the basis of the design were determined. In the overloading condition the highest force that the door has to be locked was calculated as 2943 N, the area that the force affected was calculated as 94000 mm<sup>2</sup>. Then, in order to find different solutions for the problem systematic construction steps were applied. One of the most important steps of systematic construction is making a request list. Requests are magnitudes that determine the qualitative and the quantitative characteristics of the technical work

which will be the solution of the problem. In accordance with this purpose, the request list were prepared and with these requests basis function was gained. Inputs and outputs of the door locking mechanism were determined. Besides, functions between inputs and outputs and relationships with each other were formed. The layout that shows functions is called function structure. Thus, for development of concepts necessary information were prepared.

In the concept development process with considering to use for every concept the locking detail that provides to keep the door locked, selection were made. With the help of rods the door will be locked to a door frame. In this locking system a spring structure was used. Selection of the spring structure were made from “Detents for Stopping Mechanical Movements” catalogue. With this selection door can not be opened without the trigger elements are triggered. When the door is open without any interfere with the trigger elements the door will be locked with overcoming the spring forces by pushing the door. Later on trigger element selections were made for each concept. Thus, for the first concept as primary trigger element a rotary type knob and as secondary trigger element a slider, for the second concept as primary trigger element a paddle type handle and as secondary trigger element a button were determined.

For the first and second concept mechanisms, which provide locking the door by locking rods and opening the door by trigger elements when the door is locked, were determined separately and simply. Then, these mechanisms were modeled by Unigraphics NX CAD packaged software. It is needed to select one of these concepts and detail the selected one for the solution of locking mechanism. For this reason, a selection between two concepts were made. As a selection method “utility-value” analysis was applied. In this analysis, mainly for solutions goals are determined and for these goals concepts are graded. Consequently, for both concept grades were obtained. After the grading process the grade of the second concept was higher than the first concept and selected in order to detail.

Second concept which was determined to detail is a mechanism design. So that for mechanisms kinematic and force analysis must be done. For the kinematic analysis at first it was admitted that rods have 8 mm stroke. With this admission it was calculated how much movements are needed for trigger elements. Primary trigger element paddle type handle needs 22° rotation respect to its rotation axis, secondary trigger element button needs 8,8 mm push movement. In the force analysis, acting force to the paddle type handle by user was determined as 25 N. In this case for the open and locked position of the door forces that were transferred to the rods in the vertical direction were obtained. In addition to this, acting force to the button by user was determined as 15 N. As in the handle, also in this case for the open and locked position of the door forces that were transferred to the rods in the vertical direction were obtained. For both locking the same spring was selected. Selection of the spring the lowest force, that was obtained by force analysis, was used as a base. With kinematic and force analysis locking mechanism was modeled by proper dimensions and the shape of the mechanism was finalized.

Material selection, for technical works that are designed structurally is one of the most significant topics. Materials determine manufacturing methods and strengths of parts. For example, being structure of plastics different from metal based materials is one of the factors that affects the design. In this study, for the door locking system, which is especially proper to be used by a human, ergonomically lightness is significant. For this reason, door body material was selected as plastic based. Besides, trigger elements

paddle type handle and button material will be plastic as well. Strength properties of the selected plastic must be well. Because, under the overloading conditions it is not wanted from the door being opened and deformed. About this purpose, PA 6 (Polyamide) plastic material was selected. In order to increase strength properties Polyamide will be used as %30 glass filled. As bedding material bronze was selected due to its typical usage, friction and wear behavior. Rods, remaining part materials were selected as metal based. Materials were determined as aluminum alloy. Because, lightness is critical. The aluminum alloy 7075 series were selected and to improve properties such as yield and tensile strength it is decided to use T6 heat treatment applied type. Door plate, that is used to close the door from the rear, on account of the low deformations was selected as steel. Due to easy supply and typical usage AISI 304 stainless steel will be used.

Under determined overloading condition to verify the design, about the locking mechanism and the door numerical analysis was made in Arçelik A.Ş. Structural Design Directorate department with Hyperworks packaged software which uses finite elements method. In the analysis door body, locking rods, door bracket and door plate were modeled, remaining parts were not added to the analysis. Firstly, for these parts mesh models were created and then the force that affects on the door plate was included. After that, by determining contacts between meshed parts and boundary conditions were included in the analysis model. By means of analysis results for door body, rods and door plate stress and displacement data were examined. About the door body the highest stress is compressive stress, the highest displacement is in safe limits. About the rods the highest stress is tensile stress, the highest displacement is in safe limits. About the door plate stress and displacement values are proper. Briefly, upon analyzing the material properties under overloading condition parts are in safe limits. On the other hand, it was seen that improvements can be made.

In order to see how the design fulfills its function, prototyping works were done. Prototyping processes were made in Arçelik A.Ş. Rapid Prototyping Workshop. In these works, some parts were manufactured by SLS method which is one of the 3D manufacturing methods. Remaining metal based parts were manufactured by several machine tools. When the prototype assembled and tested, it was seen that the prototype fulfills the expected features of the design.



## 1. GİRİŞ

Kapı kilitleme sistemleri en eski mekanik sistemlerdendir ve insanlar tarafından yüzyıllardır kullanılmaktadır. Kapıları kilitleme ihtiyacı insanlar için kendi mülklerini diğer insanlara karşı koruma isteğinden doğmuştur. Bilinen en eski kilit Antik Asur kalıntılarında bulunmuştur ve kilidin yaklaşık 4000 yıllık bir tarihi olduğu tahmin edilmektedir [1,2]. Bu kapı kilitleme düşüncesi ilk olarak basit ahşap ürünler olarak karşımıza çıkmaktadır. Zamanla yeni malzemelerin kullanılabilir ve işlenebilir hale gelmesiyle özellikle metal kilitler kullanılmaya başlanmıştır. Bunun yanında, teknolojinin de ilerlemesi ile bir çok yeni ürün ortaya çıkmıştır. Kilitleme sistemlerinin bu yeni ürünlerde de kullanılması ihtiyaç haline gelmiştir. Böylece, mülklerin kapılarının kilitlenmesi dışında da birçok yeni ürün kapısı tasarlanmış ve sonuçta yeni kilitleme sistemleri geliştirilmiştir. Bu ürünlere örnek olarak taşıt, beyaz eşya ve mobilyalar verilebilir. Örneğin, otomobil kapılarının kilit mekanizmaları zaman içerisinde oldukça gelişmiş mekanizmalar haline gelmiştir ve araç hareket halinde iken veya hırsızlık gibi durumlarda kolayca açılmayacak şekilde tasarlanmıştır.

Kapıların kilitlenmesindeki amaçlar ürünlere bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Evlerimizdeki oda kapıları gibi sadece kapalı durması yeterli olan kapılar olduğu gibi kilitlemenin çok büyük önem taşıdığı kasa ve daire kapıları için kilit sistemleri de geliştirilmiştir. Özellikle daire kapılarında çok noktadan kilitleme sistemleri, hırsızlığa karşı günümüzde oldukça hızlı bir şekilde ilerlemiş ve yaygınlaşmıştır. Bu kilitleme sistemlerinin dışında da belli bir yüke maruz kalan kapılar ve bu kapıların kilitleme mekanizmaları bulunmaktadır. Yükleme durumu statik veya dinamik şekilde olabilir. Böyle kapıların da daire kapıları gibi çok noktadan kilitlenen tipleri mevcuttur. Bazı durumlarda iki ayrı kilitleme sistemi de kullanılmaktadır. Burada asıl amaç kilitleme sistemlerinin birinde hasar oluşması halinde diğer kilitlemenin kapıyı kapalı tutmasıdır.

Sunulan çalışmada yükleme altında emniyetli şekilde çalışabilecek kapıların gelişimi incelenmiş olup bu amaçla yeni bir kapı kilitleme mekanizması tasarımı gerçekleştirilmiştir.

## 1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada, aşırı yükleme şartlarında açılmaması veya bir başka deyişle emniyetli bir şekilde çalışması amaçlanan bir kapı kilitleme mekanizması tasarımı gerçekleştirilmiştir. Kapının aşırı yükleme şartları için çeşitli kabuller yapılmıştır.

Öncül çalışma olarak literatür özeti hazırlanmıştır ve bu çalışmada özellikle düşey yönde kilitleme mekanizmaları üzerinde durulmuştur. İlk olarak patent araştırması yapılmış ve en fazla ilgisi olduğu düşünülen patentler açıklanmıştır. Daha sonra ise piyasadaki ürünlerin araştırılması amacıyla iki adet kilitleme mekanizması incelenmiştir.

Tasarım çalışmasının ilk adımı olarak tasarım kriterleri oluşturulmuştur. Bu kriterler ile nasıl bir kilitleme sisteminin geliştirileceğinin altyapısı hazırlanmıştır. Daha sonra, kilitleme sisteminde tetikleme elemanı olarak ne tip tasarımlar olabileceği hakkında farklı konseptler belirlenmiş ve bu konseptler ile ilgili sistematik adımlar izlenerek en iyi konsept seçilmiştir.

Konseptin detaylandırılması sırasında kilitleme için gerekli mekanizma belirlenirken boyutlandırmalar, kuvvet hesabı ve kinematik hesaplar yapılmıştır. Mekanizma belirlendikten sonra, kilitleme sisteminde kullanılan parçalar hakkında detaylı bir anlatım yapılmıştır.

Daha önceden belirlenmiş olan yükleme şartları altında kapı kilitleme mekanizmasındaki kritik bölgelerin Hyperworks sonlu elemanlar paket programında analizleri gerçekleştirilmiş ve gerilme/deformasyon sonuçları elde edilmiştir. Analiz sonuçları ise değerlendirilmiştir.

En son çalışma olarak, tasarımı gerçekleştirilen kapı kilitleme mekanizması Arçelik A.Ş. Merkez ARGE Yapısal Tasarım ve Prototip departmanı içerisinde bulunan ekipmanlarla prototiplenmiştir.

## 1.2 Literatür Özeti

Literatür özeti kapsamında öncelikle patent araştırması yapılmıştır. Bu araştırma, Avrupa Patent Ofisinin (EPO) veritabanı olan [www.espacenet.com](http://www.espacenet.com) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Daha sonra piyasada bulunan kilitleme örnekleri incelenmiştir.

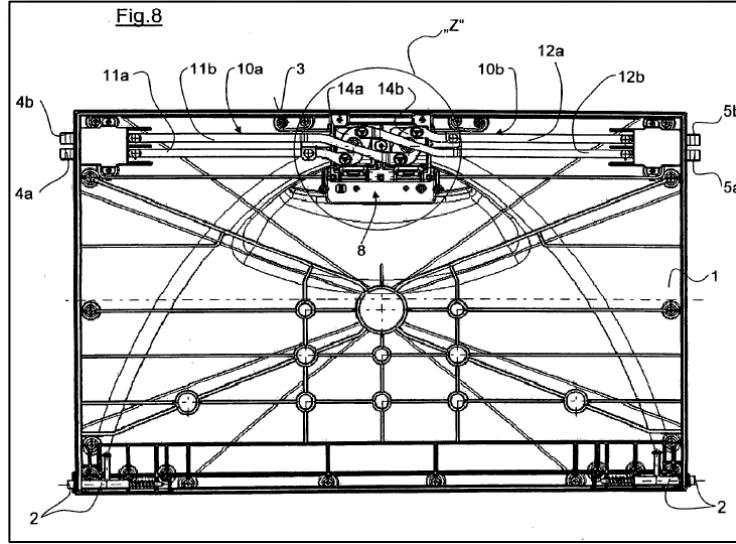


### 1.2.1 Patent araştırması

Patent araştırmasında, kapıların düşey yönde kilitlenmesini ve açılmasını sağlayan mekanizmalar üzerinde durulmuştur. Toplam olarak 500 adet patent incelenmiş ve bu patentler içerisinde konuyla ilgisi daha yüksek olanlar paylaşılmıştır. Araştırmada kullanılan anahtar kelimeler “rod (çubuk)”, “door (kapı)”, “latch (kapı kilidi, mandalı)” olarak belirlenmiştir. Ek olarak, Uluslararası Patent Sınıflandırma (IPC) kodu olarak kilitleme sistemleri için E05C seçilmiştir. Bu çalışmada, kapının çubuklar (rod) yardımıyla kilitlenmesi amaçlandığından araştırma daraltılmıştır. İlgili patentler şu şekildedir:

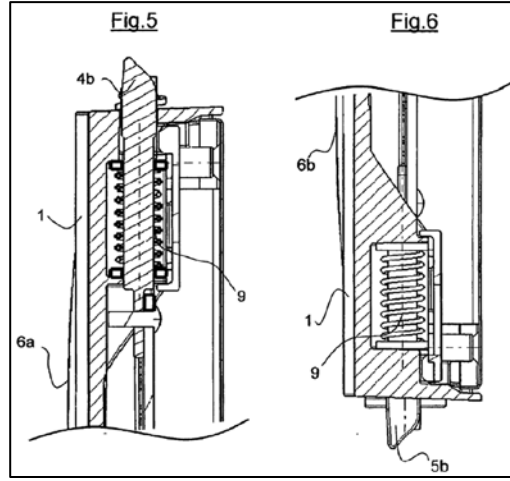
#### 1.2.1.1 Patent numarası: EP1983131 (B1)

Şekil 1.1’de genel görünümü gösterilen EP1983131 (B1) numaralı patent SELL GMBH firması tarafından başvurulmuş olup, buluş tarihi 17.04.2007 olarak belirtilmiştir. Bu patentte fırınlar için kapı kilitleme mekanizması anlatılmaktadır. Kapının (1) fırın gövdesine kilitlenmesi, kapının üst ve alt yüzeyinden düşey hareket edebilen çubuklar (11a, 11b, 12a, 12b) ve bu çubukların uç kısımlarında bulunan düşey sürgü elemanları (4a, 4b, 5a, 5b) tarafından sağlanmaktadır.



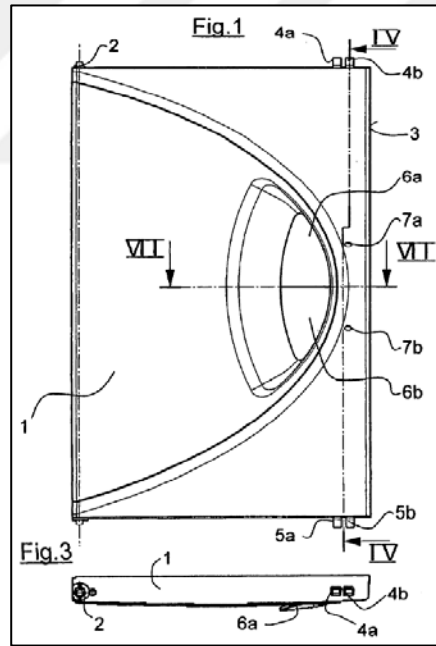
Şekil 1.1 : EP1983131 numaralı patent görseli - 1.

Kapı normal konumunda kilitli durumdadır. Bu kilitleme Şekil 1.2’de gösterilen yayların (9) sürgü elemanlarını (4a, 4b, 5a, 5b) kapı yüzeyinden dışarıda tutması ile sağlanmaktadır.



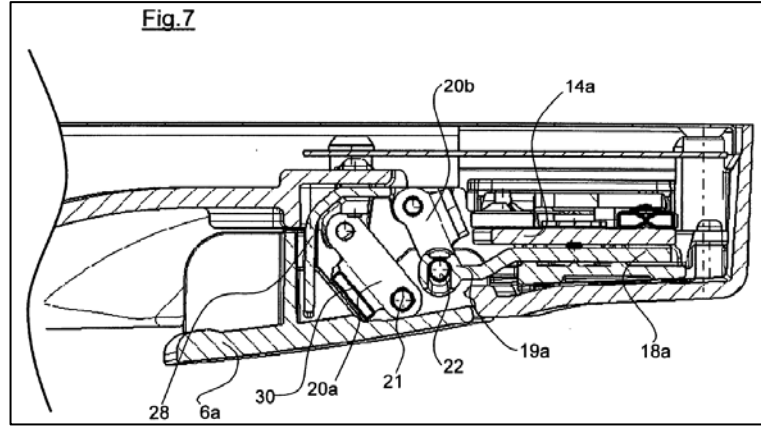
Şekil 1.2 : EP1983131 numaralı patent görseli - 2.

Kapı (1) açılmak istendiğinde Şekil 1.3'teki tutamaklar (6a, 6b) kullanıcıya doğru çekilir, kapı içerisindeki mekanizma sayesinde yay kuvvetleri yenilir ve çubuklar (11a, 11b, 12a, 12b) kapı merkezine doğru hareket eder. Böylece kapı serbest hale gelir ve kullanıcı tarafından açılır.



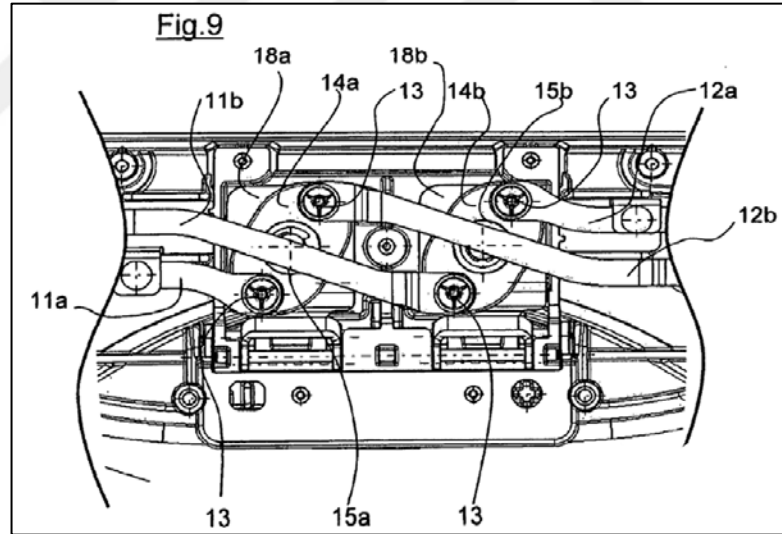
Şekil 1.3 : EP1983131 numaralı patent görseli - 3.

Şekil 1.4'te kapının üstten görünüşünün kesiti görünmektedir. Tutamağın (6a) kullanıcı tarafından çekilmesiyle lineer harekete uygun olarak yataklanmış olan ve üzerinde pim bulunan parça (18a), tutamak (6a) yönüne doğru lineer olarak kaymaktadır.



**Şekil 1.4 :** EP1983131 numaralı patent görseli - 4.

Üzerindeki pimle birlikte kayan bu parçalar (18a, 18b), ortasından mafsallanmış olan parçaları (14a, 14b) pimler sayesinde mafsal ekseninden döndürür. Dönme hareketi yapan bu parçanın (14a, 14b) dönme hareketiyle moment oluşturulmakta ve yataklanmış olan çubuklar (11a, 11b, 12a, 12b) düşey ekseninde hareket ettirilmektedir. Şekil 1.5'te mekanizma detayı gösterilmiştir.

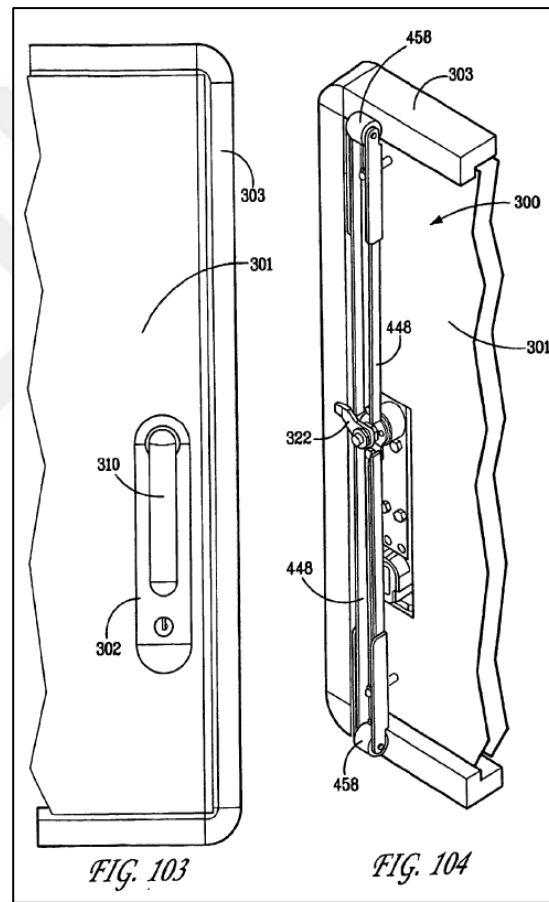


**Şekil 1.5 :** EP1983131 numaralı patent görseli - 5.

Kapının kilitlenip açılmasında birbirinden bağımsız çalışabilen iki aynı mekanizma görev yapmaktadır. Bu tez kapsamında, yine iki kilitleme mekanizmasına sahip bir tasarım gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Tasarımda, patenntekinden farklı olarak iki mekanizma aynı olmayıp farklı çalışma prensibine göre tasarlanmıştır.

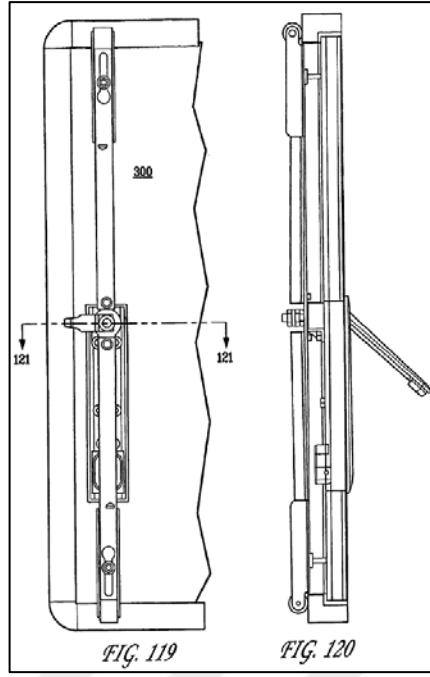
### 1.2.1.2 Patent numarası: EP1778938 (B1)

Şekil 1.6'da genel görünümü gösterilen EP1778938 (B1) numaralı patent SOUTHCO firması tarafından başvurulmuş olup, buluş tarihi 04.08.2004 olarak belirtilmiştir. Bu patentte kapı ile kapı çerçevesi arasında sızdırmazlık sağlanması istenen sıkıştırma tipi kapı kilitleme mekanizması anlatılmaktadır. Kapının (301), kapı çerçevesinde (303) kilitlemesi, üst ve altta bulunan çubukların (448) ve bu çubukların uç kısımlarında bulunan kapı kılavuz makaralarının (458) hareketi ile sağlanmaktadır. Ek olarak, kapının yandan da kilitlemesini sağlayan ikinci bir kilitleme parçası (322) bulunmaktadır. Kapı normal durumda kilitli haldedir.



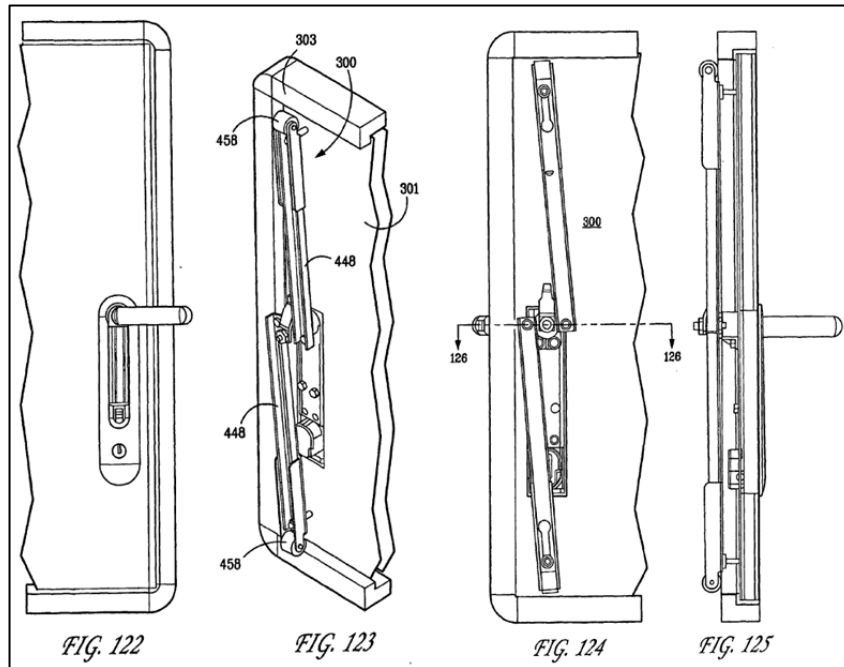
Şekil 1.6 : EP1778938 numaralı patent görseli - 1.

Kapı tutamağı (310) hem kullanıcı yönünde açılabilirken hem de dönme eksenini etrafında dönebilmektedir. Tutamakta açma işlemi tutamağın kapalı konumda yer kaplamaması içindir. Dolayısıyla, kapının açılmasına herhangi bir katkısı olmamaktadır. Şekil 1.7'de kolun açılmış haldeki durumu gösterilmiştir.



**Şekil 1.7 :** EP1778938 numaralı patent görseli - 2.

Tutamak (301) dönme eksenini etrafında dönürülerek bir moment oluşur. Bu sayede çubuklar (458) kapı merkezine doğru çekilmeye başlar. Çubuklar, kapı üzerinde bulunan pimler (472) tarafından yataklanmıştır ve çubukların kapı merkezine doğru çekilmiş hali Şekil 1.8’de gösterilmiştir.

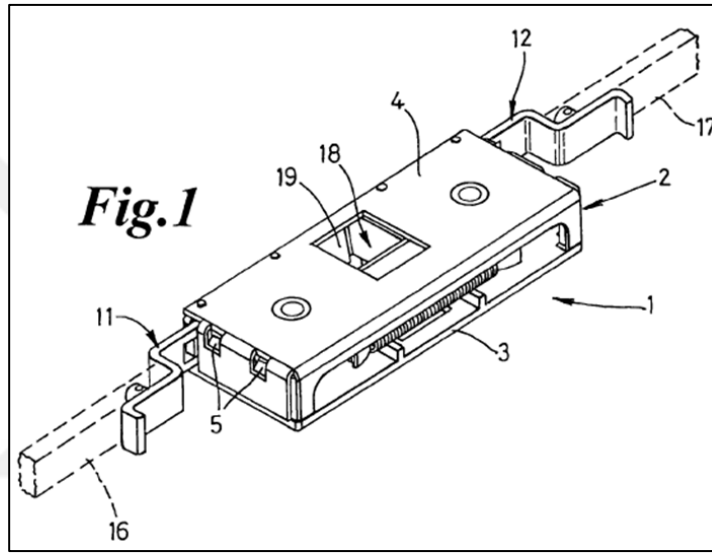


**Şekil 1.8 :** EP1778938 numaralı patent görseli - 3.

Tez kapsamında döndürmeli bir tutamak tasarımı yapılmamış olup, patentin herhangi bir engel oluşması söz konusu olmamaktadır.

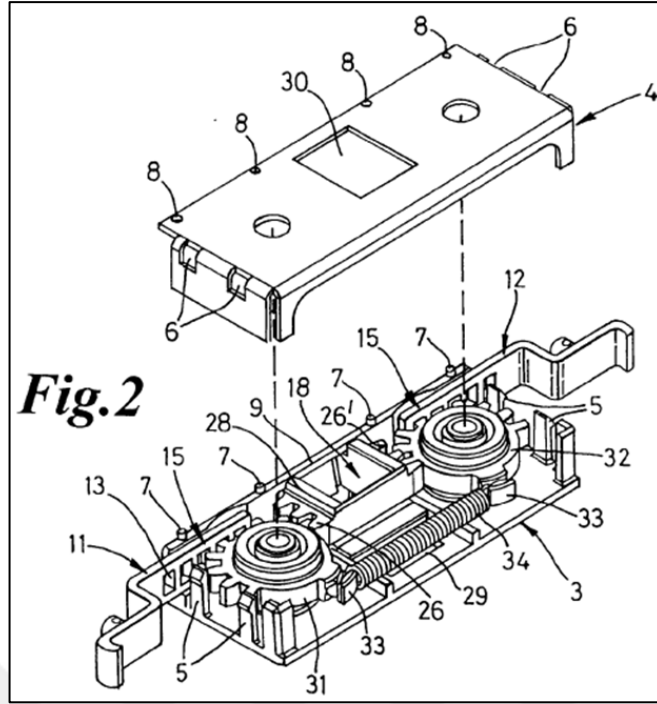
### 1.2.1.3 Patent numarası: GB2364741 (B)

Şekil 1.9'da genel görünümü gösterilen GB2364741 (B) numaralı patent APW ELECTRONICS LTD firması tarafından başvurulmuş olup, buluş tarihi 11.07.2000 olarak belirtilmiştir. Bu patentte kapılar için kilitleme ve açma mekanizması anlatılmaktadır. Kapının kilitlenmesi, mekanizmanın her iki tarafında da bulunan çubukların (11, 12) kapı çerçevesine geçmesi ile sağlanmaktadır.



Şekil 1.9 : GB2364741 numaralı patent görseli - 1.

Kapı normal konumunda kilitli durumdadır. Kapı açılmak istendiğinde lineer hareket edebilen bir parça (18) kaydırılır. Bu parça üzerinde bulunan dişler (26) ile dişli çarklar (31, 32) kremayer mekanizması prensibi ile döndürülür. Aynı zamanda, kapının kilitlenmesini sağlayan çubukların (11, 12) da alt bölgelerinde dişli çarkların dişleriyle birlikte çalışabilecek kremayer oyukları (13) bulunmaktadır. Böylece, dişli çarkların dönmesiyle de çubuklar kapı merkezine doğru kaydırılmakta ve kapı açılabilir hale gelmektedir. Kapının kilitli konumda kalmasını sağlayan bir adet çekme yayı (34) dişli çarklardaki yuvalara oturmaktadır (33). Mekanizmanın detaylı görünümü Şekil 1.10'da gösterilmiştir.

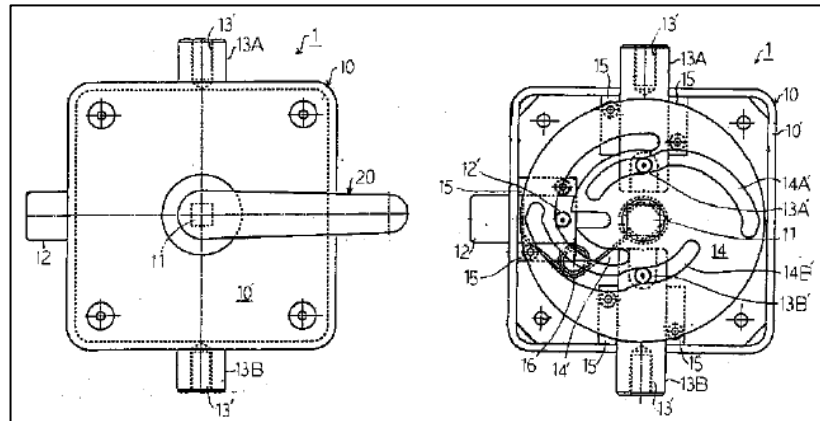


Şekil 1.10 : GB2364741 numaralı patent görseli - 2.

Tez kapsamında kremayer mekanizması içeren bir mekanizma tasarımı yapılmamış olup, patentin herhangi bir engel oluşması söz konusu olmamaktadır.

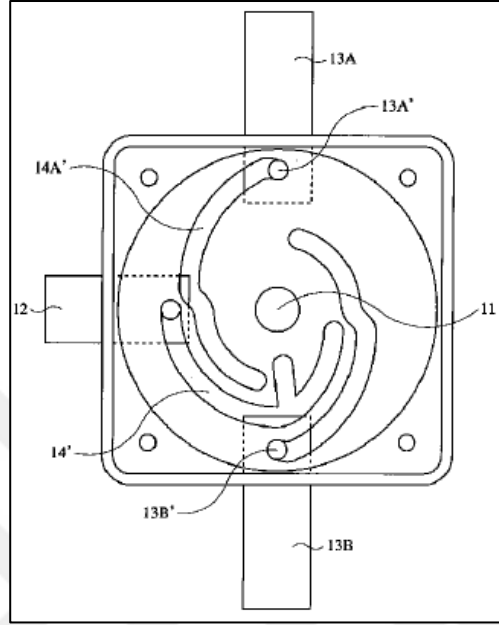
#### 1.2.1.4 Patent numarası: JP3124953 (B2)

Şekil 1.11’de genel görünümü gösterilen JP3124953 (B2) numaralı patent TAKIGEN MFG CO LTD firması tarafından başvurulmuş olup, buluş tarihi 10.12.1997 olarak belirtilmiştir. Bu patentte kapının üç noktadan kilitlenmesini sağlayan bir kilit mekanizması anlatılmaktadır. Kapının kilitlenmesi, düşey doğrultuda hareket edebilen çubuklar (13A, 13B) ve yatay yönde hareket edebilen bir dil (12) ile sağlanmaktadır.



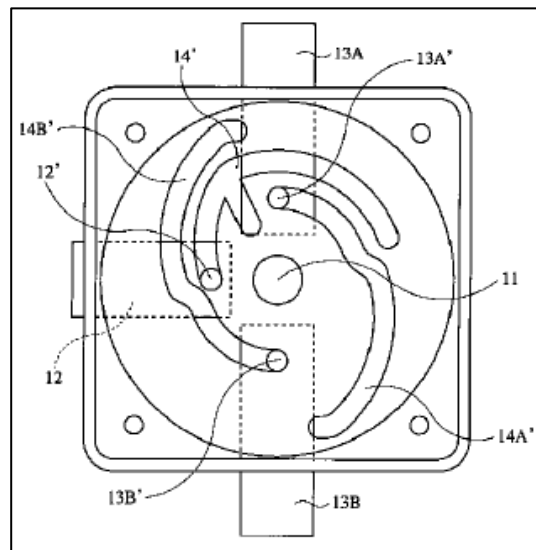
Şekil 1.11 : JP3124953 numaralı patent görseli - 1.

Kapının açılmasında kullanılan bir adet kapı kolu (20) göbekten merkezlenmiş ve mafsal noktasından (11) dönebilmektedir. Kolun döndürülmesi ile mekanizmada üzerinde kanallar bulunan bir adet plaka (14) da dönme hareketi yapmaktadır. Kilitlemenin kapalı konumu Şekil 1.12'deki gibidir.



Şekil 1.12 : JP3124953 numaralı patent görseli - 2.

Çubuklar (13A, 13B) ve dil (12) üzerinde yer alan pimler (13A', 13B', 12') plaka üzerindeki kanallarda (14', 14A', 14B') hareket etmektedir. Kapı kolu saat yönünde döndürüldüğü zaman kanalların formu sayesinde çubuklar ve dil kilit göbeği merkezine doğru çekilir. Böylece, kapı kilitlenmeden kurtulmuş olmaktadır.



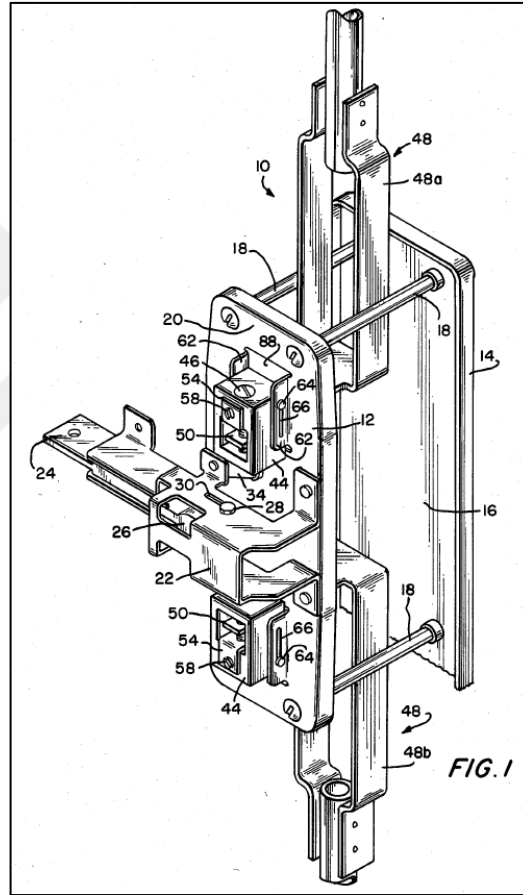
Şekil 1.13 : JP3124953 numaralı patent görseli - 3.



Tez kapsamında döndürmeli bir tutamak ve kanallı bir mekanizma tasarımı yapılmamış olup, patentin herhangi bir engel oluşması söz konusu olmamaktadır.

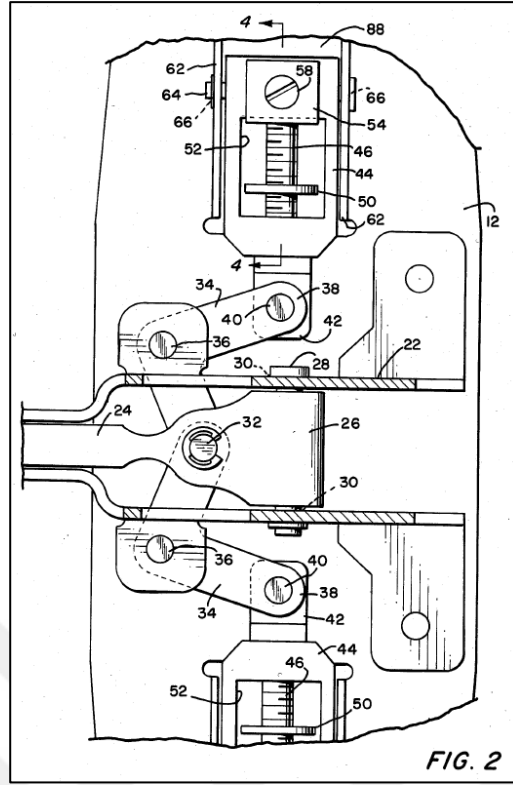
#### 1.2.1.5 Patent numarası: US4601499 (A)

Şekil 1.14'te genel görünümü gösterilen US4601499 (A) numaralı patent VON DUPRIN INC firması tarafından başvurulmuş olup, buluş tarihi 03.07.1984 olarak belirtilmiştir. Bu patentte düşey yönde kilitlemeye yarayan bir kilitleme mekanizması anlatılmaktadır. Kilitleme hem üst hem de altta yer alan çubuk braketlerinin (48) düşey doğrultuda hareketi ile sağlanmaktadır.



Şekil 1.14 : US4601499 numaralı patent görseli - 1.

Bir yataklama (22) içerisinde lineer olarak kayabilen bir parça (24) ve braketlere ara parçalar ile bağlantılı olan uçlar (42), dirsekli kollar (34) yardımıyla mafsallanmıştır (32, 40). Ek olarak, dirsekli kollar sabit bir mafsal bölgesine (36) sahiptir. Şekil 1.15'te mekanizmanın detaylı hali gösterilmiştir. Lineer hareket eden parça dışarıya doğru çekildiğinde dirsekli kollar sayesinde çubuk braketleri kapı merkezine doğru çekilmekte ve kapı açılabilir hale gelmektedir.

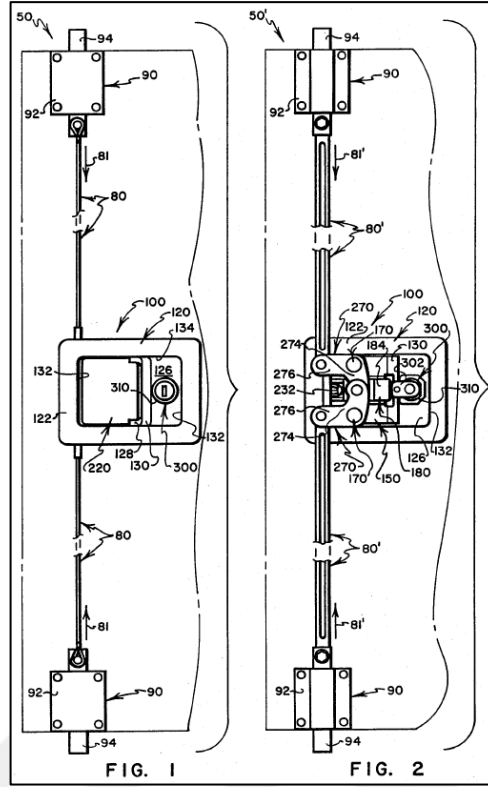


Şekil 1.15 : US4601499 numaralı patent görseli - 2.

Tez kapsamında bu patentte yer alan dirseklili kollar yerine direkt bağlantı elemanları kullanılmıştır. Bunun yanında, direkseli kolların kayan parçaya tek bölgeden mafsallanmasından kaçınılmıştır.

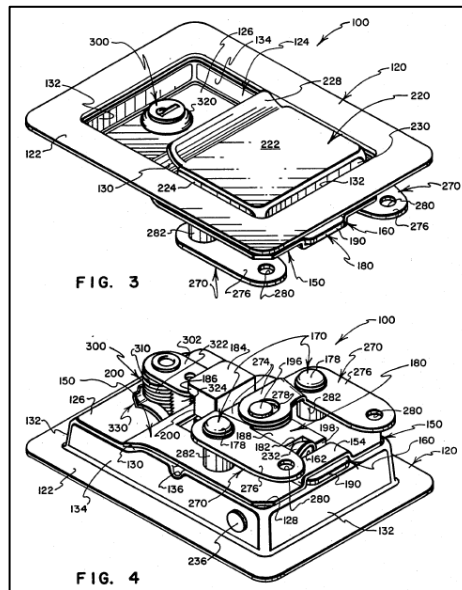
#### 1.2.1.6 Patent numarası: US4892338 (A)

Şekil 1.16'da genel görünümü gösterilen US4892338 (A) numaralı patent EASTERN CO firması tarafından başvurulmuş olup, buluş tarihi 13.10.1988 olarak belirtilmiştir. Ek olarak, US4601499 (A) numaralı patent ile benzerlik göstermektedir. Bu patentte kapının iki bölgeden kilitlemesine yarayan bir kilitleme mekanizması anlatılmaktadır. Kilitleme kapının üst ve altında yer alan düşey hareket edebilen çubuklar (80) ve bu çubukların uç kısımlarında bulunan düşey sürgü elemanları (94) tarafından sağlanmaktadır.



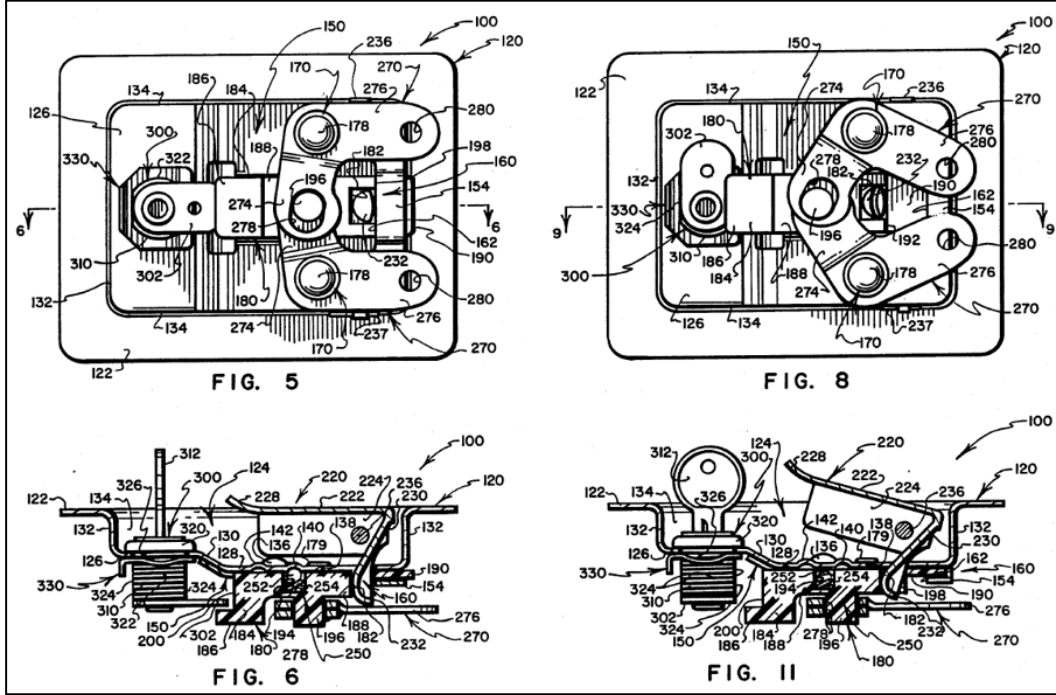
Şekil 1.16 : US4892338 numaralı patent görseli - 1.

Kapı normal konumunda kilitli durumdadır. Çubuklara (80) bağlı olan sürgü elemanları (94) kapı üzerine monte edilmiş olan yataklar (92) ile yataklanmakta ve düşey hareketini korumaktadır. Şekil 1.17'deki pedal tipi tutamak (220) kullanıcı tarafından kendine doğru çekilerek çalışmaktadır. Bir adet anahtar ile kilitlemeye yarayan kilit sistemi (300) üzerindeki kam parçası (302) ile tutamağı kilitlemektedir.



Şekil 1.17 : US4892338 numaralı patent görseli - 2.

Çubukların (80) kapı merkezine doğru hareket edebilmesi için öncelikle anahtar ile tutamağın (220) hareketine izin verilmeli ve kayar bir parça (180) anahtar yönüne doğru hareket etmelidir. Bunu sağlayan tutamakta bulunan ve çekildiğinde kayabilen bu parçayı ittiren bir çıkıntıdır (232). Bu kayar parça üzerine ve gövdeye (122) mafsallanmış (178, 196) olarak dirsek kolları (270) dönme hareketi yapmakta ve çubukları kilit yönünde çekmektedir. Böylece, kapı açılabilir konuma gelmiş olmaktadır. Şekil 1.18’de kilidin açık ve kapalı konumu beraber gösterilmiştir.



Şekil 1.18 : US4892338 numaralı patent görseli - 3.

Tez kapsamında kayar bir parçanın tutamak çıkıntısı ile ittirilmesi şeklinde bir tasarım yapılmamış olup, patentin herhangi bir engel oluşması söz konusu olmamaktadır.

Patent araştırması yapılırken kilitleme sistemleri ile ilgili çok fazla sayıda patent karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle, çalışmanın amacına en uygun patentlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Sonuç olarak, inceleme sonucunda tasarımın herhangi bir patent ile çakışmaması sağlanmıştır.

## 1.2.2 Piyasadaki ürünlerin incelenmesi

Kilitleme sistemleri ile ilgili patent araştırmasında olduğu gibi kapının, kapı çerevesine düşey doğrultuda kilitlenmesini sağlayan ürünler incelenmiştir. Piyasada farklı kullanım yerlerine göre bu prensibe göre çalışan çok sayıda kilitleme sistemi bulunmaktadır. Çalışmada, emniyetli bir kapı kilitleme mekanizması tasarımı gerçekleştirileceği için daha ilgili görülen ürünler incelenmiştir.

### 1.2.2.1 Kapı kilidi - 1

Bu kilitleme sisteminde kapının kilitlenmesini sağlayan iki adet kilitleme mekanizması kullanılmıştır. Bunlardan ilki, Şekil 1.19’da görüldüğü gibi döner tipte bir kulp ile tetiklenmektedir.



Şekil 1.19 : Döner tipteki kapı kulbu.

Şekil 1.20’deki kulbun arka yüzeyinde bulunan kanallar, kulp döndürüldükçe dönme eksenine merkezine yaklaşmaktadır. Böylece, kanallar üzerinde rulmanlar ile yataklanmış olan düşey çubuklar, düşey doğrultuda yukarı aşağı hareket etmektedir.



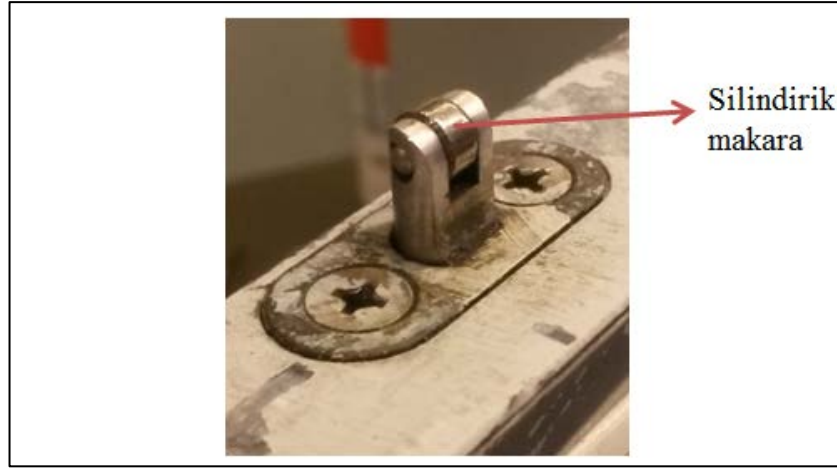
Şekil 1.20 : Döner kapı kulbu arka yüzeyi.

Kulp üzerinde çubuklar için Şekil 1.21'deki gibi üç adet konum görülmektedir. Bu konumlar şu şekildedir:



Şekil 1.21 : Kilitleme konumları.

- **KİLİTLİ:** Çubuklar üzerinde yer alan kilitleme elemanlarının kapı alt ve üst yüzeylerine göre en dışarıda olduğu konumdur. KİLİTLİ konumunda kapı kilitlenmiş olarak kabul edilmektedir.
- **GÜVENLİ:** Bu konumda çubuklar orta konumdadır. Kapı kapatıldığında Şekil 1.22'de gösterilen elemanlar üzerindeki silindirik makaralar sayesinde kapı çerçevesi üzerinde yay yardımıyla kayarak yuvalarına geçerler. Kapı çerçevesindeki form sayesinde kapı açılma yönünde silindirik makaraların hareketi engellenmiştir. Böylece, kapı kendiliğinden açılmaz.
- **AÇIK:** Kapı kilitli konumda açılmak istendiğinde kapı kulbu bu konuma getirilir. Yaylar çubukları her zaman GÜVENLİ konumunda tutmaya yönelik olarak tasarlanmıştır. Dolayısıyla, kulp AÇIK konumuna getirilip açılırken; kulp bırakıldığında tekrardan GÜVENLİ konumuna geri döner.



**Şekil 1.22** : Silindirik makara.

Rulmanlar da bağlı oldukları çubukların sadece düşey doğrultuda hareket edebileceği şekilde yataklanmasından dolayı yukarı aşağı hareket etmektedirler. Rulmanlar ve kulbun yataklanması Şekil 1.23’de gösterilmiştir.



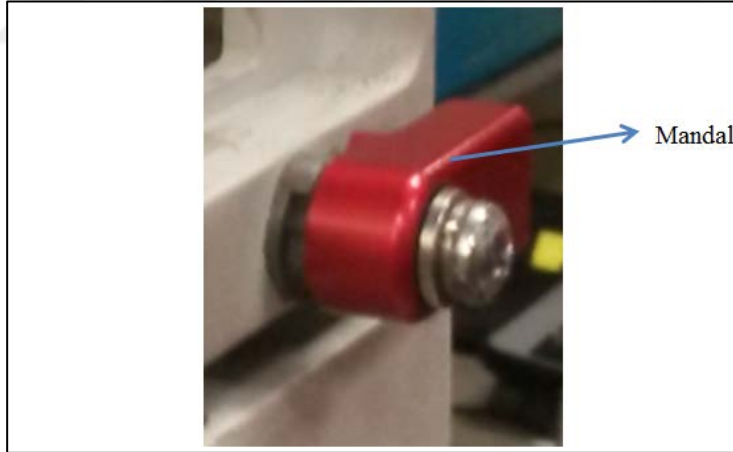
**Şekil 1.23** : Kulp yatağı ve rulmanlar.

Kapının içten görünümü Şekil 1.24’te gösterilmiştir. Her iki yönde bulunan çubuklar ile kapının kilitlenmesi ve kilitli iken açılabilir hale gelmesi sağlanmaktadır. Kilitlemenin açık olduğu konum (AÇIK) ile tam kilitli olduğu konum (KİLİTLİ) arasındaki düşey mesafe yaklaşık olarak 10 mm olarak ölçülmüştür.



**Şekil 1.24 :** Kapının arkadan görünümü.

Kapının kilitlenmesini sağlayan ikinci kilitleme yapısı da Şekil 1.25'teki mandal ile gerçekleşmektedir. Kilitli konumda mandal düşey yönde kapının hareketini engelleyecek şekildedir. Kapı açılmak istendiğinde mandal 90° döndürülür. Mandal her iki konumda da kendiliğinden durabilmektedir.



**Şekil 1.25 :** İkinci kilitleme mekanizması.



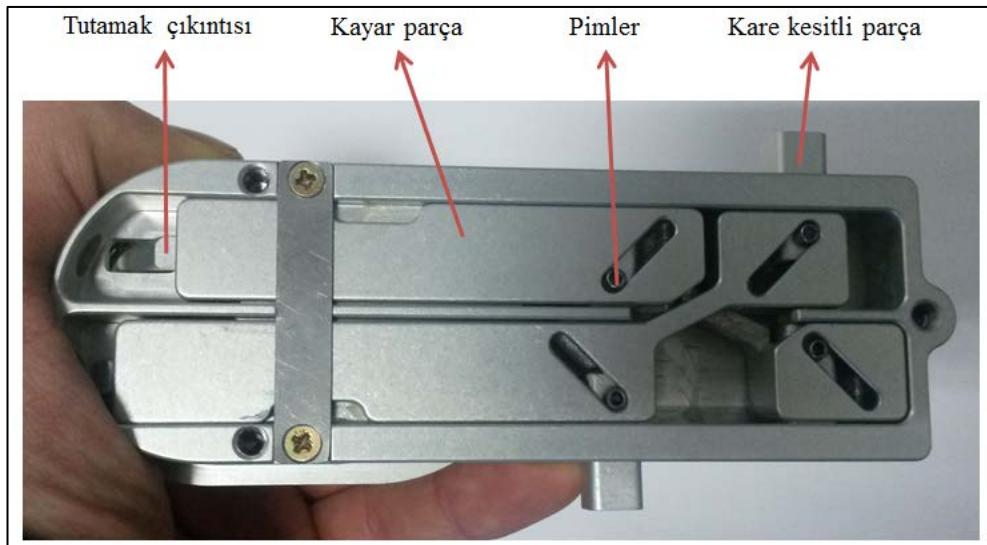
### 1.2.2.2 Kapı kilidi - 2

Şekil 1.26'da gösterilen kilitleme sisteminde iki adet pedal tipi tutamak ile iki bağımsız kilitleme tetiklenmektedir. Her kilitleme için ikişer adet çubuk, toplamda da dört adet çubuk kilitlemeyi sağlamaktadır. Tutamaklar kullanıcı yönünde çekildiğinde çubuklar kilit merkezine doğru hareket etmektedir.



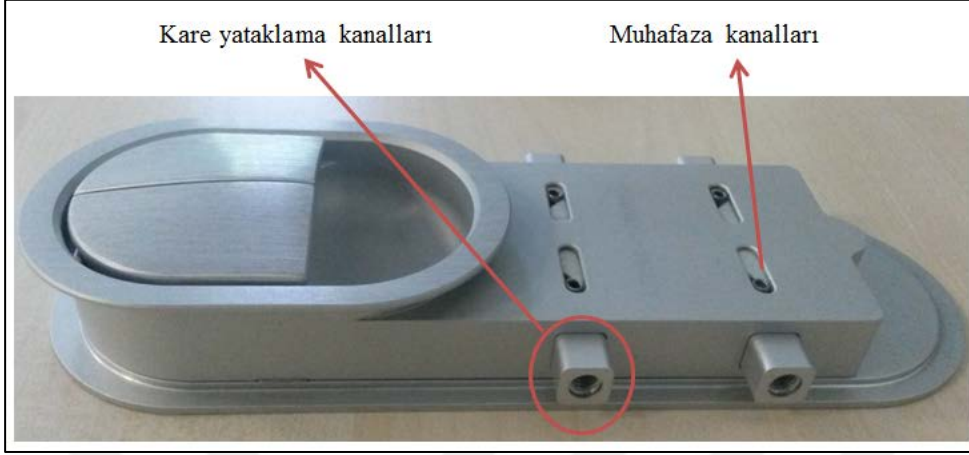
Şekil 1.26 : Mekanizmanın genel görünümü.

Şekil 1.27'de detaylı görülen mekanizmada tutamaklar arkasındaki çıkıntılar yatay doğrultuda hareket edebilen parçayı kaydırmaya yaramaktadır. Bu kayan parçalar üzerinde kanallar bulunmaktadır. (8x8 mm) 45°'lik bu kanallar ile kayma hareketi yapan pimler Şekil 1.28'de gösterilen kilit muhafazasında bulunan düşey kanallar üzerinde mecburi hareket yapmaktadır. Böylece, pimler ile hareket edebilen kare kesitli parçalar düşey doğrultuda hareket etmektedir.



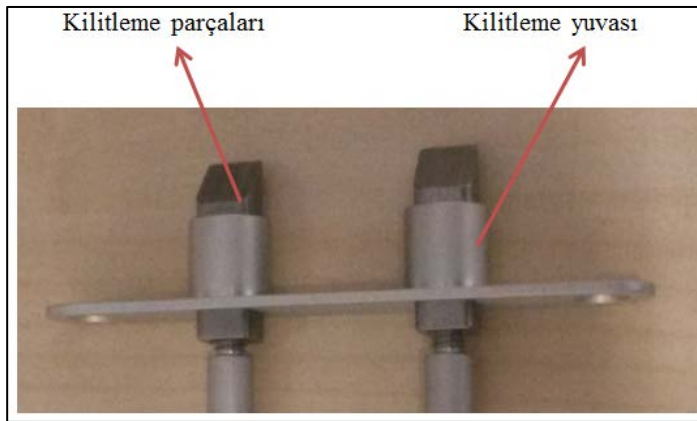
Şekil 1.27 : Mekanizma arkadan görünümü.

Kare kesitli parçalar aynı zamanda kilit muhafazasında bulunan kare boşaltma kanalları ile de yataklanmıştır. Çubukların bu parçalara vidalanabilmesi için bu parçalara Metrik vida dişleri açılmıştır.



**Şekil 1.28 :** Mekanizma üstten görünümü.

Çubuklar üzerine, kilitlemede kapı çerçevesindeki yuvalarına yerleşip kapının hareketini engelleyen sürgü parçaları vidalanmaktadır. Bu parçalar üzerinde açılı yüzey sayesinde kapı kapatılırken çubuklar içeriye doğru çekilir ve yuvalarına yerleştiklerinde tekrar kilitli konumlarını alırlar. Kapı açılma yönünde ise bu yüzey görev almamakta ve tutamaklar hareket ettirilmediğinde kapı açılmamaktadır. Ek olarak, sürgü parçaları ve yuvaları kare kesitli olup dönme hareketi engellenmiştir. Kilitleme parçası olarak da adlandırılabilen sürgü parçaları ve yuvaları Şekil 1.29'daki gibidir.



**Şekil 1.29 :** Kilitleme parçaları.

## **2. TASARIM KRİTERLERİ**

Kapı kilitleme mekanizması için çeşitli tasarım kriterleri bulunmaktadır. Bu kriterler tasarımın geliştirilmesi sürecinde göz önünde bulundurulacak ve uygulanacaktır. Çalışmada aşırı yükleme şartlarında emniyetle çalışabilecek kapı kilitleme mekanizması tasarımı ile kastedilen bir kapının kapı çerçevesine kilitli durumda iken belirlenmiş bir yükleme durumunda emniyetli bir şekilde açılmadan kalabilmesidir. Ek olarak, kapı için bir boyutlandırma için bir üst limit belirlenecektir ve kapının kilitli konumdan açılabilir konuma gelmesini sağlayacak olan mekanizmada nelerin kesin olarak gerçekleşmesi gerektiğinden bahsedilecektir. Tasarım kriterlerinin belirlenmesinden sonra konsept tasarımlar konstrüksiyon sistematığına uygun bir şekilde geliştirilecektir.

### **2.1 Aşırı Yükleme Şartının Belirlenmesi**

Kapının kilitleme durumunda kapının açılmadan kalabilmesi istenen yükleme koşulu şu maddelere göre belirlenmiştir:

- Kapıya yük olarak etki edecek kütle
- Kapıya gelen yayılı yükün etki ettiği yüzey alanı
- Yükleme koşulu için kuvvet miktarı

#### **2.1.1 Kütle belirlenmesi**

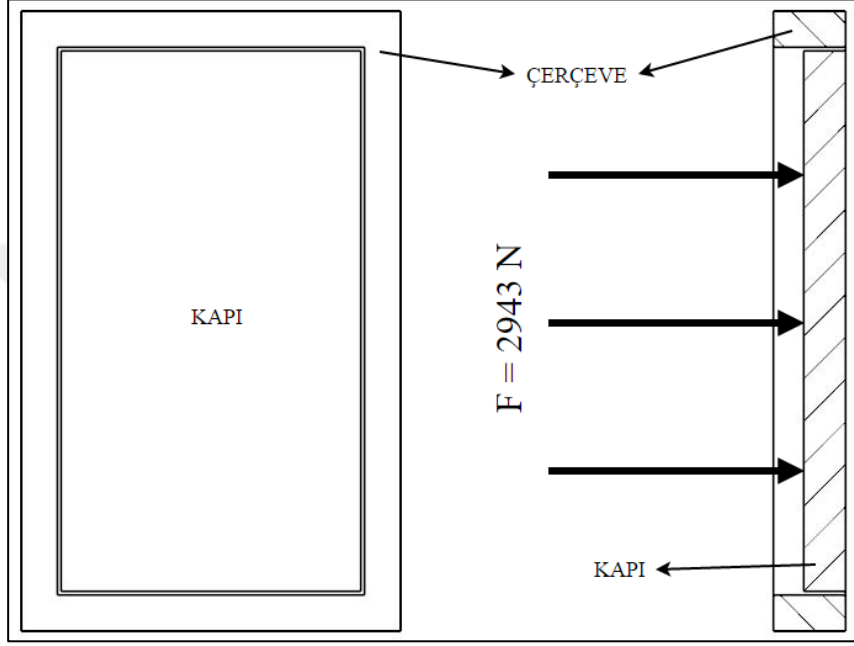
Yüklemeyi oluşturacak kütle kapıya arkadan vurabilecek herhangi bir yapı olarak belirlenmiştir. Bu kütle belirlenmesinde kapının boyutları önemli rol oynamaktadır. Kapı boyutları 450x285 mm olacak şekilde seçilmiştir. Buna göre, kapının dayanması gereken yükü oluşturacak kütle 25 kg olarak belirlenmiştir.

#### **2.1.2 Yüzey alanının belirlenmesi**

Yükün etki ettiği yüzey alanı kapı boyutlarına göre kenarlardan bir miktar çerçeve boşluğu kalacak şekilde 94000 mm<sup>2</sup> (400x235 mm) olarak hesaplanmıştır.

### 2.1.3 Kuvvetin belirlenmesi

Bu sistemde ivmelenme durumları için kapı üzerine 9 G'lık bir kuvvet geleceği kabul edilmiştir. Emniyet katsayısı ise  $S=1,33$  seçilmiştir. Sonuçta, kapıya etkiyen yayılı yükün toplamı 12 G'lık bir kuvvete karşılık gelecektir. Böylece, yükleme koşulu için kuvvet değeri,  $12 \times 25 \times 9,81 = 2943$  N olmaktadır. Şematik olarak Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1 : Kapıya etkiyen kuvvetin şematik görünümü.

Buna göre yüzeye etki eden basınç değeri  $\approx 0,031$  N/mm<sup>2</sup>'dir.

### 2.2 İstekler Listesinin Oluşturulması

İstekler, tasarımı gerçekleştirilecek olan ürünü veya teknik yapıtı tanımlayan niteliksel veya niceliksel çeşitli özellikleri belirten büyüklüklerdir. Bu istekler sistem için giriş ve çıkış büyüklüklerini oluşturmaktadır. Genel olarak, sistemin genel tarifini yapan bu istekler 3 kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar:

(K): Kesin istekler

(A): Arzu tipi İstekler

(H): Hedef gösteren istekler, şeklindedir.

Tez kapsamında tasarımı gerçekleştirilecek olan emniyetli kapı kilitleme mekanizması için istekler listesi Çizelge 2.1’deki gibi listelenmiştir. İstekler listesi, boyutlandırma, kilitleme sistemi, kullanım ve imalat olmak üzere 4 kategori altında toplanmıştır.

**Çizelge 2.1 : İstekler listesi.**

İstek Tipi (K,A,H)	İstekler
<b>BOYUTLANDIRMA</b>	
K	Kapı ölçüleri en fazla 500x300x40 mm olmalı
A	Kapı tutamakları kapı yüzeyinden en fazla 15 mm taşmalı
H	Kapı boyutları değiştirilmek istendiğinde kapı gövdesi dışında mekanizmada tek bir parçanın değiştirilmesi yeterli olmalı
<b>KİLİTLEME SİSTEMİ</b>	
K	Kapı, çerçeveye üstten ve alttan kilitlenmeli
K	Kilitleme yönü düşey doğrultuda olmalı
K	Birbirinden bağımsız en az 2 adet kilitleme sistemi bulunmalı
K	Kapının doğal konumu kilit olduğu konum olmalı
A	Kilitleme mekanizması grubu kapıda yer almalı
A	Kapı çift yönlü kullanıma sahip olmalı
A	Kapı çerçeveye doğru ittirildiğinde tetikleme elemanlarına gerek olmadan kapanabilmeli
<b>KULLANIM</b>	
K	Kapının kilitli olduğu kullanıcı tarafından anlaşılmalı
K	Kapının açılması işlemini kullanıcı tek eliyle yapabilmeli
<b>İMALAT</b>	
A	Kapı gövdesi plastik esaslı malzemedan imal edilmeli

### 2.3 Temel Fonksiyonun Oluşturulması

Temel fonksiyon sistemin mümkün oldukça soyutlanmış halini oluşturmaktadır. İstekler listesi temel fonksiyonun oluşturulmasını sağlamaktadır. Fakat, istekler

listesinde bulunan detaylar ve karmaşıklıklardan dolayı daha basit bir hale getirmek gerekir. Temel prensibin oluşturulmasında 5 adet adım bulunmaktadır ve bu adımlar Çizelge 2.2’de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.2 : Temel fonksiyonu elde etme adımları [9].**

1. ADIM	İlk olarak arzu tipi istekler göz ardı edilmelidir.
2. ADIM	Ödevin fonksiyonları ile doğrudan ilişkili olmadığı düşünülen istekler dikkate alınmamalıdır.
3. ADIM	Niceliksel özelliğe sahip istekler niteliksel hale dönüştürülmeli ve bunlardan fonksiyonel açıdan vazgeçilebilir olanları da dikkate alınmamalıdır.
4. ADIM	Ortaya çıkan ve üst düzeyde bir soyutluluk taşıyan ödev tanımlaması, önceki adımlarda dikkate alınmayan önemli istekler yönlerinde genişletilmelidir.
5. ADIM	Temel fonksiyon, her hangi bir niceliksel çözüme bağlanmaksızın genel anlamda tariflenmelidir.

Buna göre, temel fonksiyon aşağıdaki adımlar izlenerek elde edilmiştir. Her adımdan sonra oluşan yeni istekler listesi belirtilmiştir.

1. Adım uygulandıktan sonra:

- Kapı ölçüleri en fazla 500x300x40 mm olmalı
- Kapı, çerçeveye üstten ve alttan kilitlenmeli
- Kilitleme yönü düşey doğrultuda olmalı
- Birbirinden bağımsız en az 2 adet kilitleme sistemi bulunmalı
- Kapının kilitli olduğu kullanıcı tarafından anlaşılmalı
- Kapının doğal konumu kilit olduğu konum olmalı

2. Adım uygulandıktan sonra:

- Kapı ölçüleri en fazla 500 mm x 300 mm x 40 mm olmalı
- Kapı, çerçeveye üstten ve alttan kilitlenmeli

- Kilitleme yönü düşey doğrultuda olmalı
- Birbirinden bağımsız en az 2 adet kilitleme sistemi bulunmalı
- Kapının doğal konumu kilit olduğu konum olmalı

3. Adım uygulandıktan sonra:

- Kapı, çerçeveye üstten ve alttan kilitlenmeli
- Kilitleme yönü düşey doğrultuda olmalı
- Birbirinden bağımsız en az 2 adet kilitleme sistemi bulunmalı
- Kapının doğal konumu kilit olduğu konum olmalı

4. Adım uygulandıktan sonra:

- Kapı üstten ve alttan düşey doğrultuda kilitlenmeli
- Birbirinden bağımsız en az 2 adet kilitleme sistemi bulunmalı
- Kullanıcının anlayacağı şekilde kapı doğal konumunda kilitli olmalı

5. Adım uygulandıktan sonra:

**Temel fonksiyon:** Üstten ve alttan kilitlenip, kullanıcının kilitli olduğunu anlayabileceği bir kapının birbirinden bağımsız en az iki mekanizma ile açılabilmesinin ve tekrar kilitlenmesinin sağlanması

## 2.4 Sistemin Giriş ve Çıkış Büyüklükleri

Konstrüksiyona başlamadan önce gerçekleşmesi istenen ürün veya teknik yapıt tasarımı için sistemin çevre büyüklükleri tanımlanmaktadır. Bu büyüklükler, giriş ve çıkış büyüklükleri olarak isimlendirilmektedir. Ürün veya teknik yapıtın konstrüksiyon ile ilgili kısmı ise kara kutu diye isimlendirilmektedir. Giriş ve çıkış büyüklüklerine bağlı olarak kara kutunun içerisinde neler olması gerektiği konstrüktörlerin görevidir. Giriş ve çıkış büyüklükleri üç özellikte olabilir.

- Madde
- Enerji
- Sinyal [9].

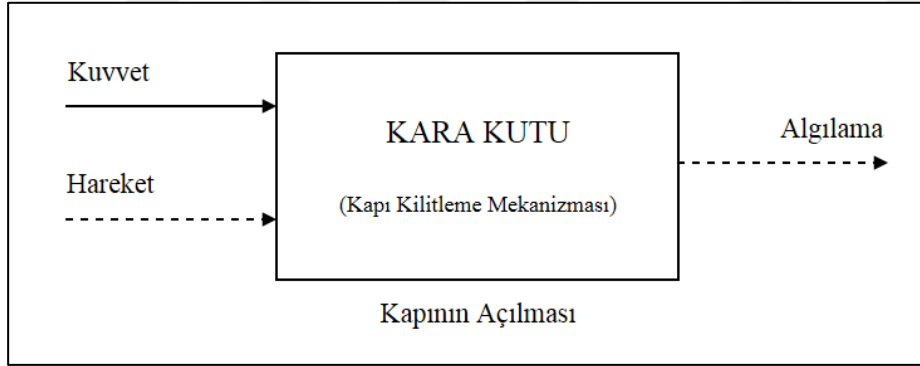
Bu çalışmada teknik yapıt olarak kapı kilitleme mekanizması tasarımı gerçekleştirilecektir. Kapı kilitleme sisteminde kapının doğal konumu kapının kilitli

olduğu konum olarak Bölüm 2.2’de belirtilmişti. Böyle bir sistemde kapının açılması için giriş ve çıkış büyüklükleri Çizelge 2.3’teki gibidir.

**Çizelge 2.3 :** Sistemin giriş ve çıkış büyüklükleri.

	Giriş Büyüklükleri	Çıkış Büyüklükleri
Madde	Sisteme bir madde girişi yoktur.	Sistemden bir madde çıkışı yoktur.
Enerji	Kilitleme mekanizmasını harekete geçiren kuvvet	Sistemden bir enerji çıkışı yoktur.
Sinyal	Kapıyı açmak amacıyla elin hareketi	Kapının açıldığının algılanması

Teknik yapıt için temel yapı Şekil 2.2’deki gibi oluşturulmuştur. Kara kutu, kapı kilitleme mekanizmasında kapının açılmasıyla ilgili olan kısmı içermektedir.



**Şekil 2.2 :** Sistemin temel yapısı.

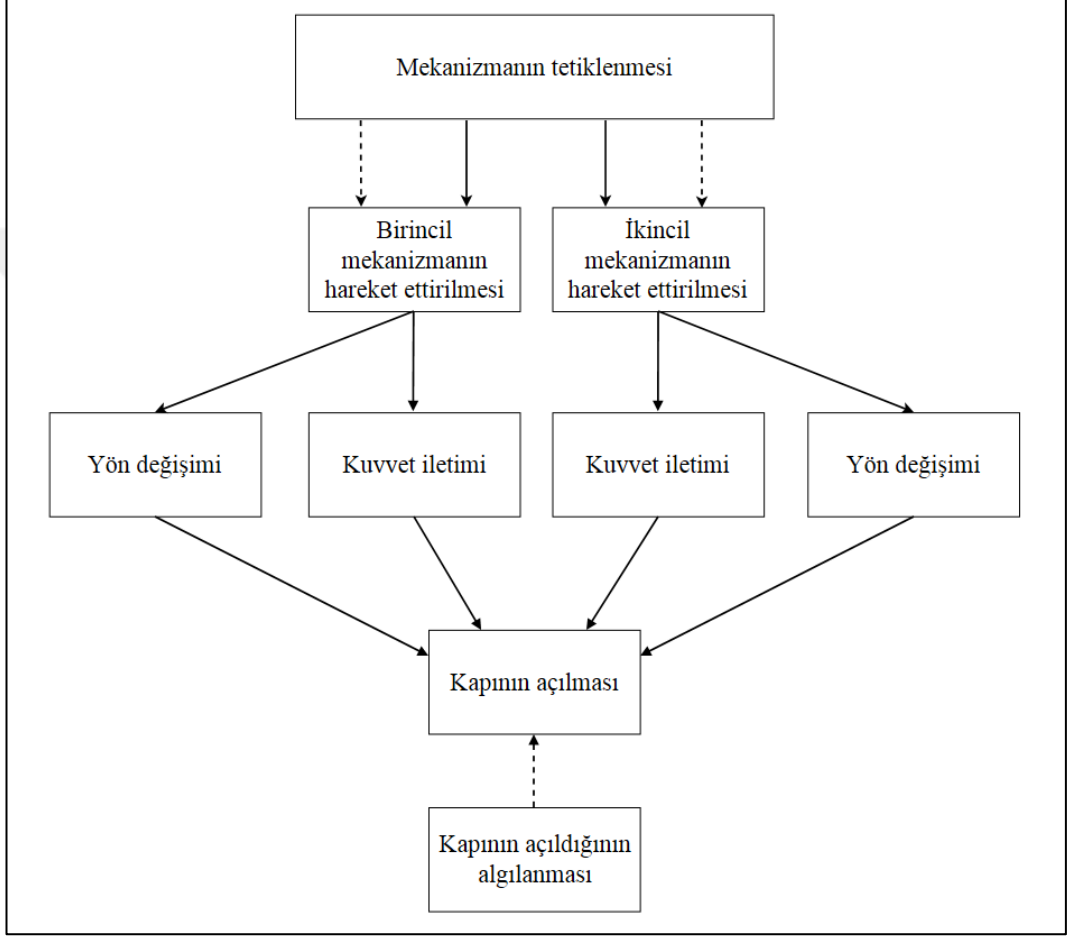
## 2.5 Fonksiyon Strüktürü

Strüktürleme işlemi sistemin alt fonksiyonlarının belirli düzen ve ilişkiler ile birbirine bağlanması olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle, öncelikle alt fonksiyonlar belirlenmiştir. Kilitleme ve açma işleminde birbirinden bağımsız iki adet mekanizma bulunamaktadır. Mekanizmalardan biri “birincil mekanizması” diğeri ise “ikincil mekanizması” olarak adlandırılmıştır. Sistemin alt fonksiyonları kapının açılması için oluşturulmuştur. Fonksiyon strüktürü Şekil 2.3’teki gibidir.



### Alt fonksiyonlar

- Birincil ve ikincil mekanizmanın kullanıcı tarafından hareket ettirilmesi (mekanizmanın tetiklenmesi)
- Birincil ve ikincil mekanizmada kuvvet iletimi
- Birincil ve ikincil mekanizmada yön değişimi
- Kapının açılması (kullanıcı tarafından kapının açıldığının algılanması)



Şekil 2.3 : Fonksiyon strüktürü.



### **3. KONSEPTLERİN GELİŞTİRİLMESİ**

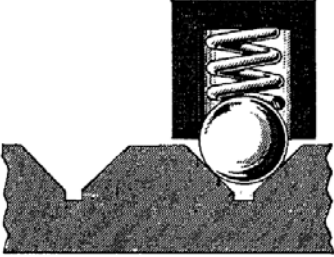
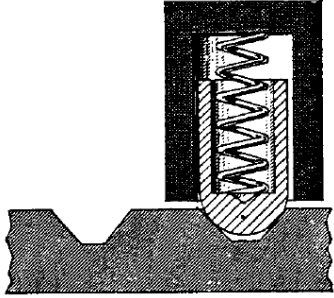
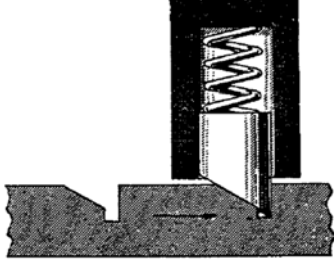
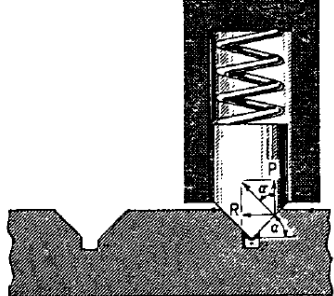
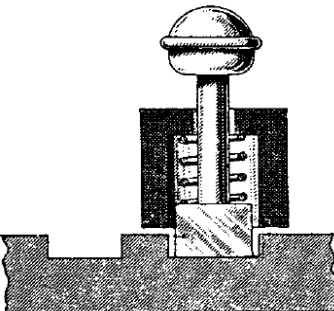
Bir problemin çok fazla sayıda çözümü bulunmaktadır. Herhangi bir çözüme en iyisi veya mükemmel diyebilmek doğru değildir. Sistem için oluşturulan istekler listesi, temel fonksiyon ve fonksiyon strüktürü için en uygun çözüme ulaşılmaya çalışılır. Bölüm 2’de istekler yardımıyla temel fonksiyonu ve daha sonra fonksiyon strüktürü oluşturulmuştur. Bu bölümde bu bilgiler doğrultusunda kapı kilitleme mekanizması için farklı çözümler içeren konseptler geliştirilecektir ve detaylandırılmak üzere konseptlerden biri seçilecektir. “fayda-değer analizi” yöntemi ile çeşitli hedef kriterlerine göre konseptler değerlendirilecek ve sonuçta daha iyi olduğu görülen konsept detaylandırılacaktır.

#### **3.1 Kilitleme Detayı Seçimi**

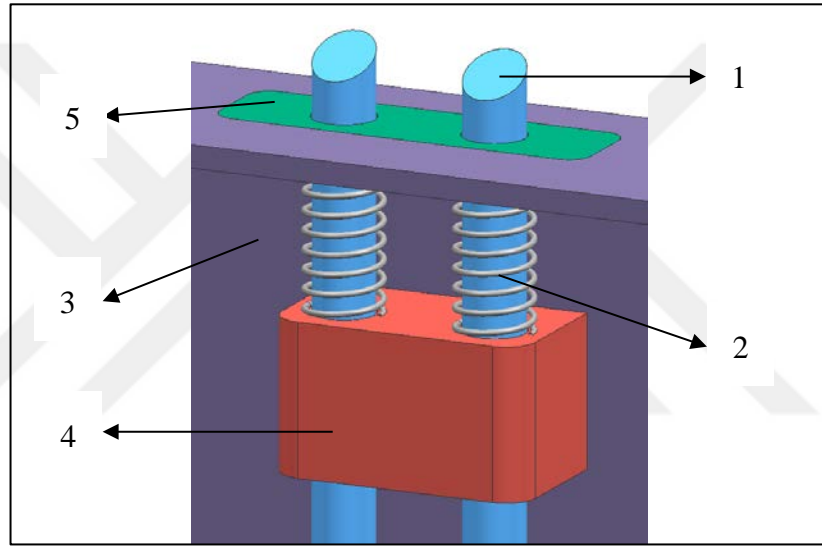
Kapının doğal konumunun kilitli olduğu durum olduğu önceki bölümlerde belirtilmişti. Bu kilitleme detayı için çözümler kapı kilitleme mekanizmalarının geriye kalan kısımlarından bağımsız olarak incelenecektir. Daha sonra problemi en uygun olarak çözeceği düşünülen kilitleme detayı seçilecektir. Seçilen çözüm ise konseptlerin hepsinde aynı şekilde uygulanacaktır.

Kapı, bir kapı çerçevesine üst ve alt yüzeylerden sabitlenerek kilitlenecektir. Üst ve alt yüzeyler kapı merkezine en uzak yüzeylerdir. Bu nedenle, kilitlemeye kapı veya kilit merkezinden yüzeylere doğru uzanan çubuklar kullanılacaktır. Çubukların uç kısmında çubuklarla yekpare veya ayrı bir parça olarak yer alacak kilitleme detay kısmı bulunacaktır. Böyle bir kilitlemeye kapının kilitli kalabilmesini sağlamak amacıyla çoğunlukla yaylı yapılar kullanılmaktadır. Kilitleme detayı için “mekanik hareketleri durdurmaya yarayan kilitler” şeklinde adlandırılan çözümler bulunmaktadır [10] ve Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 : Kilitleme detay çözümleri [10].

Çözümler	Açıklama
1	 <p>Bilyalı bu çözümden hareketi durdurmaya yarayan yay kuvveti her yöne göre sabittir. Yay kuvvetini yenecek şekilde kuvvet ile her yönde hareket edebilen bir yapıdır.</p>
2	 <p>Kubbeli kilit pimli çözüm, bilyalı ile aynı prensibe sahiptir. Fakat, daha uzun bir ömre sahiptir.</p>
3	 <p>Çentik şekline sahip bu çözüm açılı olan yüzey yönünde yay kuvvetinin yenmesiyle harekete izin verir. Diğer yönde ise hareket engellenmiştir.</p>
4	 <p>Konik veya takoz şeklinde olan bu çözümde çentik şeklindeki çözüme göre fark iki yönde harekete izin vermesidir.</p>
5	 <p>Pozitif kilitleme elemanı olarak adlandırılan bu çözümde hareket her yöne göre engellenmiştir. Elamanın yuvaya oturması için düşey yönde bir hareket gerekmektedir.</p>

Kapı kapatılırken, kapıyı açmada kullanılan tetikleme elemanlarına müdahale etmeksizin kilitlenebilmesi için yay kuvvetini yenebilecek bir kuvvet uygulandığında çubukların kapı merkezine doğru çekilmesi ve kilitleme elemanlarının kapı çerçevesindeki yuvalarına oturması gerekmektedir. Yani, kapı kapama yönünde yeterli kuvvet ile hareket serbest olmalıdır. Kapı açılmak istendiğinde ise sadece tetikleme elemanları yardımıyla açılabilmelidir. Dolayısıyla, kapı el ile veya başka bir şekilde çekildiğinde çubukların hareketinin engellenmiş olması gerekmektedir. Bu şekilde çalışabilecek çözüm, Çizelge 3.1'deki çözümler içerisinde 3 numaralı çözümdür ve bu prensip kullanılarak kilitleme detayı oluşturulmuştur. Şekil 3.1'de kilitleme detayı için basit halde bir tasarım gösterilmiştir.

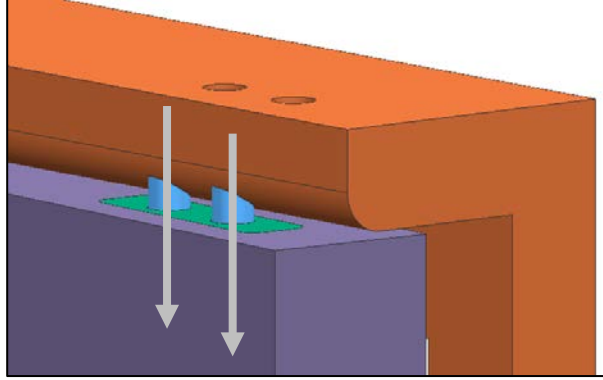


Şekil 3.1 : Kilitleme detayı.

- 1- Kilitleme elemanı ve çubuk
- 2- Basma yayı
- 3- Kapı gövdesi
- 4- Çubuk yatağı
- 5 - Kapı braketi

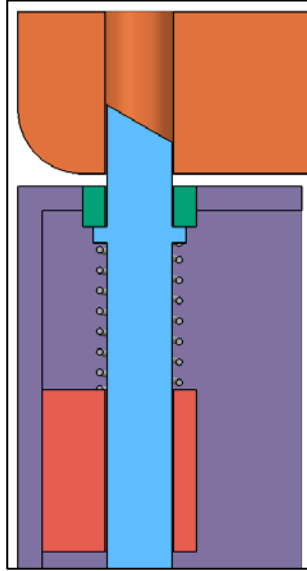
Çentik şekline sahip kilitleme elemanı prensibine göre oluşturulmuş kilitleme konseptinde kilitleme elemanı ile çubuklar yekpare olacak şekilde tasarlanmıştır. Şekil 3.2'de görülebildiği gibi kapı kapatılması esnasında kilitleme elemanlarının açılı yüzeyleri kapı çerçevesi yüzeyi üzerinde kayarak hareket etmektedir. Bu hareketin sağlanabilmesi için kapı ittirildiğinde uygulanacak kuvvetin yay kuvvetlerini yenmesi

gerekmektedir. Yay, çubuk yatağı ve çubuk üzerindeki genişleyen bir kesit arasında çalışmaktadır.



**Şekil 3.2 :** Çubukların düşey hareketi.

Kapı kapatılıp kilitlendikten sonra ise her iki tarafa da hareket edememektedir. Kapatma yönünde daha da ilerleyememesinin sebebi açılı yüzeye karşılık kayabileceği bir yüzey bulunmamasıdır. Açma yönünde ise aynı şekilde hareket engellenmiştir. Kapının açılabilmesi için çubukların bir mekanizma yardımıyla kapı merkezi yönünde hareket ettirilmesi ve çerçeveden kurtulması gerekmektedir. Kesit görünümü Şekil 3.3'de görülmektedir. Bunun yanı sıra, yayın kilitli haldeki boyunu belirleyen çubuk yatağı ve kapı braketidir.

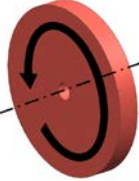

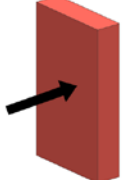
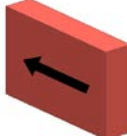


**Şekil 3.3 :** Kilitleme kesit görünümü.

### 3.2 Tetikleme Sistemlerinin Belirlenmesi

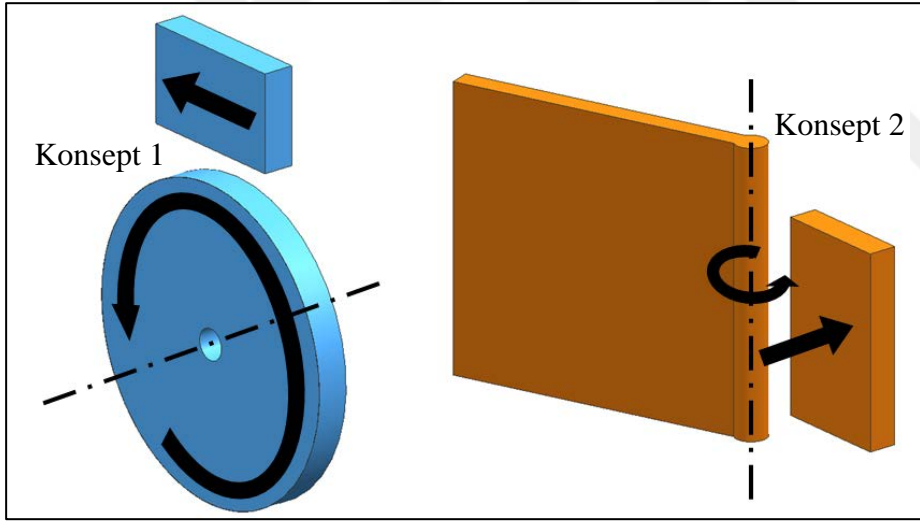
Kilitleme mekanizmalarında oluşturulacak olan konseptler için tetikleme sistemleri önceden belirlenecektir. Tetikleme sistemi ile kapı kilitli iken el yardımıyla manuel olarak açılmasını sağlayan tutamak, kulp, buton gibi elemanlar düşünülebilir. Çalışmada, kilitlemeye iki adet kilitleme mekanizması bulunacağı için iki adet tetikleme elemanı bulunacaktır. Dolayısıyla, her bir konsept için birbirine en uygun iki eleman seçilecektir. Bu elemanlar “birincil” ve “ikincil” olarak belirtilmiştir. Tetikleme elemanları, kullanıcının yaptığı harekete göre sınıflandırılabilir. Bunlar, dönme, çekme, basma ve kaydırma hareketleridir. Bu hareketlere göre iki tetikleme için kombinasyonlar Çizelge 3.2’de gösterildiği gibi olmaktadır.

**Çizelge 3.2 :** Tetikleme kombinasyonları.

Birincil Tetikleme Elemanı	İkincil Tetikleme Elemanı
 Dönme Hareketi	Dönme
	Kaydırma
	Basma
	Çekme
 Çekme Hareketi	Dönme
	Kaydırma
	Basma
	Çekme
 Basma Hareketi	Dönme
	Kaydırma
	Basma
	Çekme
 Kaydırma Hareketi	Dönme
	Kaydırma
	Basma
	Çekme

İkili tetikleme kombinasyonlarının seçiminde en önemli kriter ergonomi olarak belirlenmiştir. İki adet kilitleme sisteminin bulunması kapının açılma işlemini zorlaştırıp uzatmaktadır. Bunun önüne geçebilmek için tetikleme elemanlarının tek elle ve eş zamanlı olarak kullanımı ön plana çıkmaktadır. Böylece, Çizelge 3.2'deki temel hareketler göz önünde bulundurulduğunda iki adet kombinasyon belirlenmiştir. Konsept tasarımlar da bu iki kombinasyon üzerinden oluşturulacaktır.

Kapı açmada el hareketi düşünüldüğünde birincil mekanizma için 3 veya 4 parmağın ve ikincil mekanizma için de başparmağın kullanılması ergonomik açıdan en uygundur. Bu nedenle, birincil tetikleme elemanı için basma ve kaydırma hareketi 3 veya 4 parmakla kullanıma göre pratik değildir. Dolayısıyla, dönme hareketi ve çekme hareketi birincil hareket olarak seçilmiştir. İkincil mekanizma için ise başparmağın kullanımı için dönme ve çekme hareketi pratik olmamaktadır. Sonuçta, ikincil hareket olarak da basma ve kaydırma hareketi belirlenmiştir. Bu hareketlerin konseptler için eşleştirilmesi Şekil 3.4'teki gibi olmaktadır.



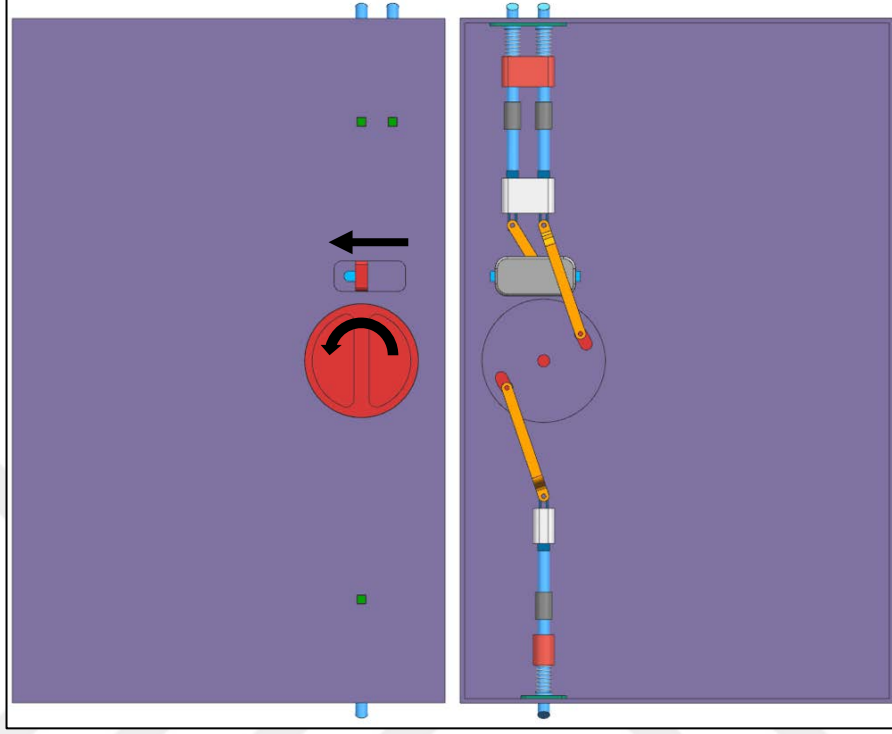
**Şekil 3.4 :** Konseptlerin tetikleme kombinasyonları.

Konsept 1; birincil tetikleme elemanı dönme hareketi, ikincil tetikleme elemanı kaydırma hareketi ile çalışacak şekilde belirlenmiştir. Konsept 2; birincil tetikleme elemanı çekme hareketi, ikincil tetikleme elemanı basma hareketi ile çalışacak şekilde belirlenmiştir. Konseptler Unigraphics NX CAD paket programı yardımıyla modellenmiştir.



### 3.3 Konsept - 1

Konsept 1’de dönme hareketi ve kaydırma hareketi ile tetikleneceği Bölüm 3.2’de anlatılmıştı. Konseptin genel görünüşü Şekil 3.5’teki gibidir.

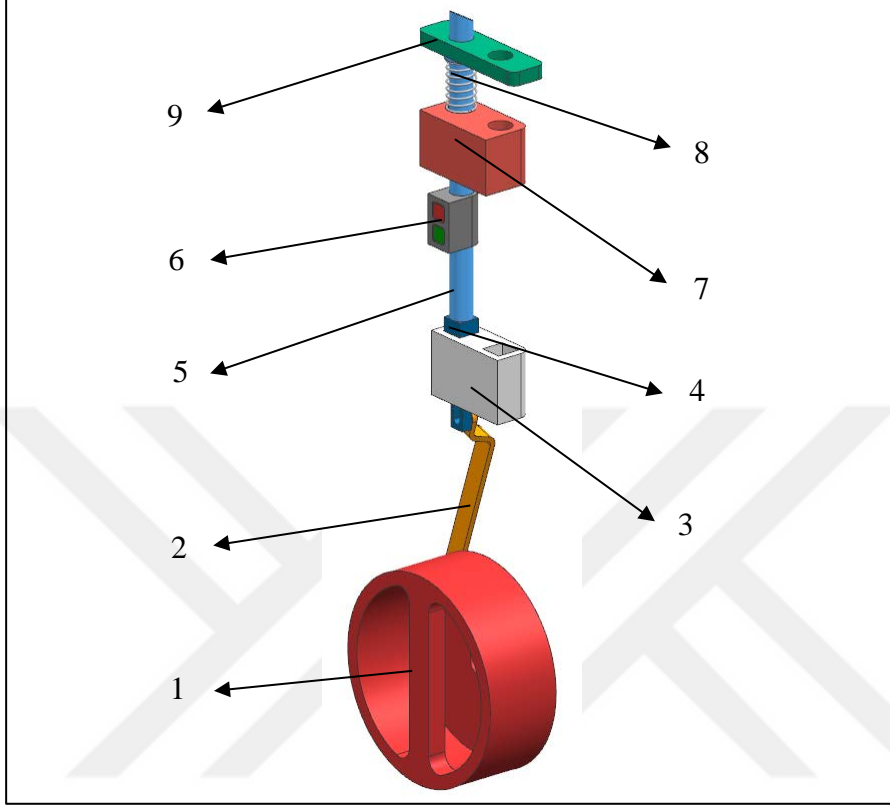


Şekil 3.5 : Konsept - 1 genel görünümü.

Kapı kilitli iken iki adet mekanizma tetikleme elemanı sayesinde çubuklar kapı merkezine hareket edecektir. Bu konseptte Şekil 3.5’te görüldüğü üzere birincil tetikleme elemanı dairesel olarak hareket ettirebildiğimiz bir kulptur ve saat yönünün tersine çalışmaktadır. İkincil tetikleme elemanı da yatay yönde kapı ön yüzüne paralel kayma hareketi yaptırabildiğimiz bir kayar parçadır ve kapının merkezi yönünde (sola doğru) çalışmaktadır. Kapı açılmak istendiğinde bu tetikleme elemanlarının ikisininin de hareket ettirilip çubukların kapı çerçevesinden kurtulması sağlanmalıdır. Sadece bir tanesinin hareketi ile çubukların tamamı kilitli konumdan serbest konuma geçemeyecektir. Böyle bir tasarım ergonomik olarak sağ el ile açılabilir şekilde gerçekleştirilmiştir. Sağ elin 4 parmağı döner kulba geçirilip döndürülürken başparmak ise ikincil tetikleme parçasını kaydıracaktır. Sonuçta, kapı sadece tek el kullanılarak açılabilir. Yeşil göstergeler, kapının kapalı olduğunu göstermektedir. Kapı kapalı iken yeşil, açıkken kırmızı renkte görünmektedir. Bunun sebebi, kapının kilitli konumunun emniyetli olduğu pozisyon olmasıdır.

### 3.3.1 Birincil kilitleme mekanizması

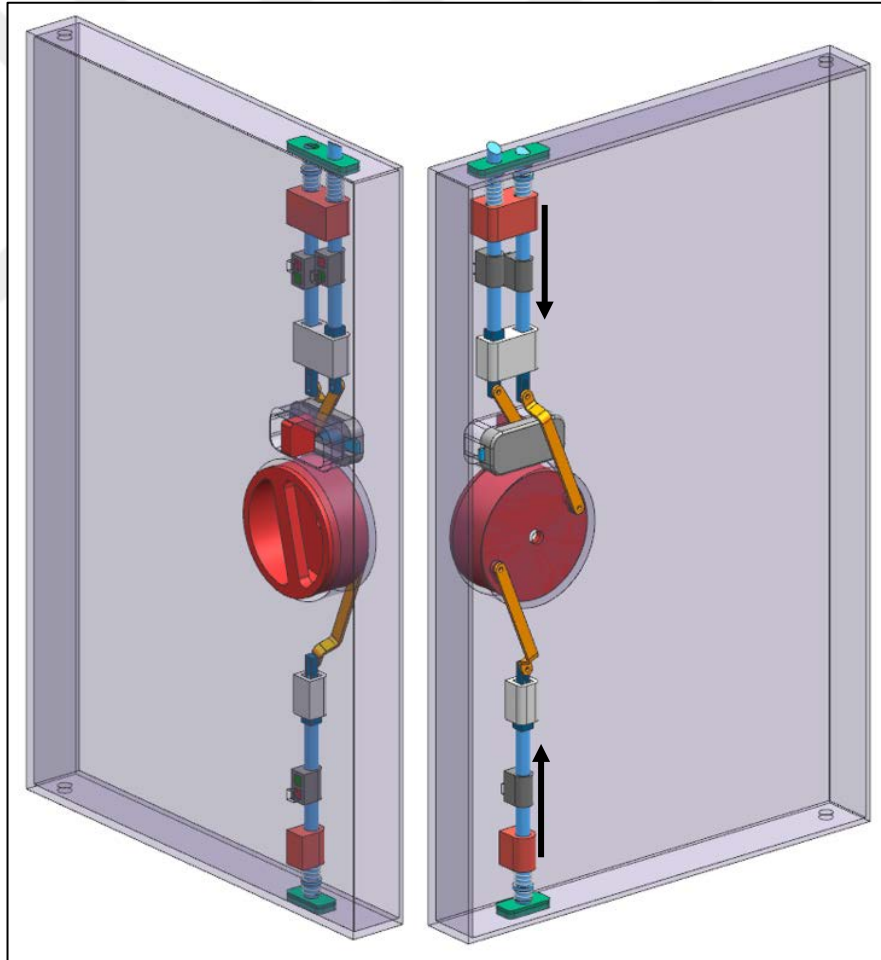
Birincil kilitleme mekanizmasında yer alan parçalar aşağıdaki gibidir ve mekanizma detayı kilitli halde yarısı için Şekil 3.6'da gösterilmiştir.



Şekil 3.6 : Konsept - 1 birincil kilitleme.

- 1- Döner kulp
- 2- Bağlantı elemanı
- 3- Çubuk bağlantı yatağı
- 4- Çubuk bağlantı parçası
- 5- Çubuk
- 6- Gösterge parçası
- 7- Çubuk yatağı
- 8- Yay
- 9- Kapı braket

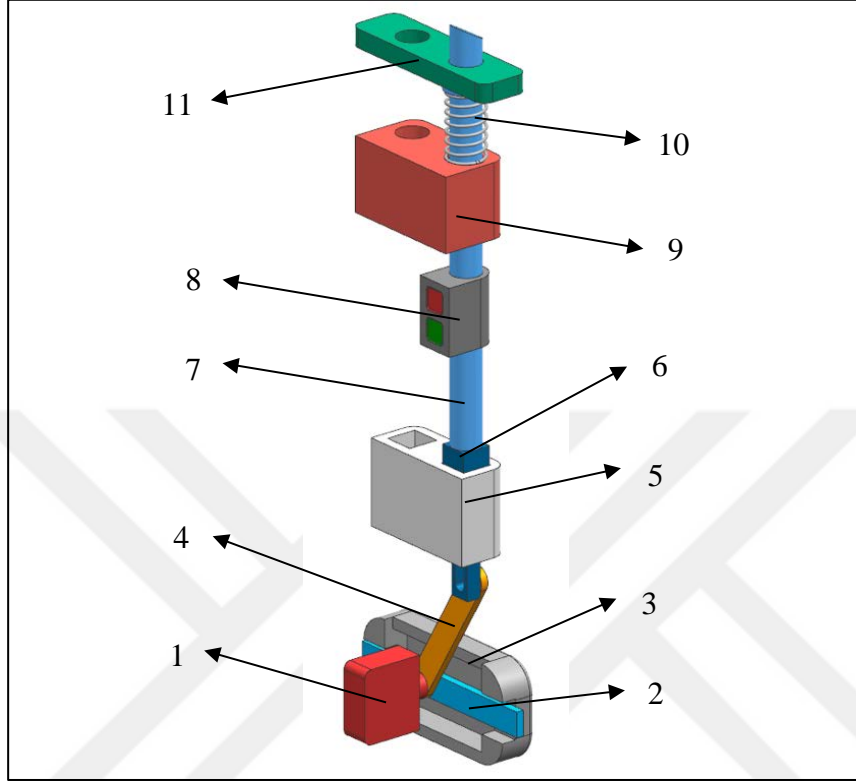
Bu mekanizma krank-biyel mekanizması prensibine göre çalışmaktadır. Kapıya dönme ekseninden mafsallanmış ve böylece sadece dönme hareketi yapabilen döner kulbun (1), dönme eksenini etrafında döndürülmesi ile çubuklar (5) düşey yönde hareket etmektedir. Hareket iletimini sağlayan bağlantı elemanlarıdır (2). Bağlantı elemanlarının (2) mecburi hareketi ile çubuklar (5) düşey yönde hareket etmektedir. Çubukların (5) yataklanması 2 bölgeden olmaktadır. Bunlar, kapı üst ve alt yüzeyine yakın olan ilk yatak (7) ve çubukların (5) bağlantı elemanları (2) ile hareketini sağlayan çubuk bağlantı parçasını (4) yataklayan ikinci yataktır (3). Böylece, çubukların (5) hareketine sadece düşey doğrultuda izin verilmektedir. Çubukların (5) hareket ettirilmesi için kapı braketini (9) ile ilk yatak (7) arasındaki yay (8) kuvvetinin yenmesi yeterlidir. Kilitlenme serbest hale geldiğinde göstergeler (6) kırmızıyı göstermektedir. Kilitlemenin serbest hali, Şekil 3.7’de gösterilmiştir.



**Şekil 3.7:** Birincil kilitlenme serbest hal görünümü.

### 3.3.2 İkincil kilitleme mekanizması

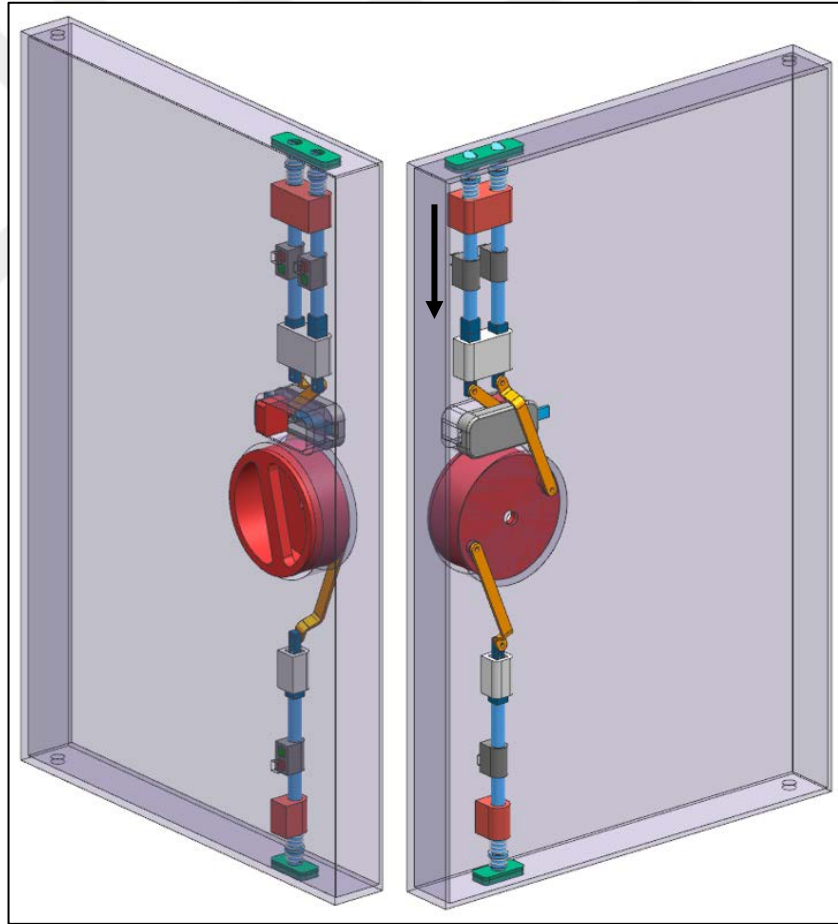
İkincil kilitleme mekanizmasında yer alan parçalar aşağıdaki gibidir ve mekanizma detayı kilitli halde Şekil 3.8’de gösterilmiştir.



Şekil 3.8 : Konsept - 1 ikincil kilitleme.

- 1- Kayar parça
- 2- Ara parça
- 3- Kayar parça kapağı
- 4- Bağlantı elemanı
- 5- Çubuk bağlantı yatağı
- 6- Çubuk bağlantı parçası
- 7- Çubuk
- 8- Gösterge parçası
- 9- Çubuk yatağı
- 10- Yay
- 11- Kapı braketi

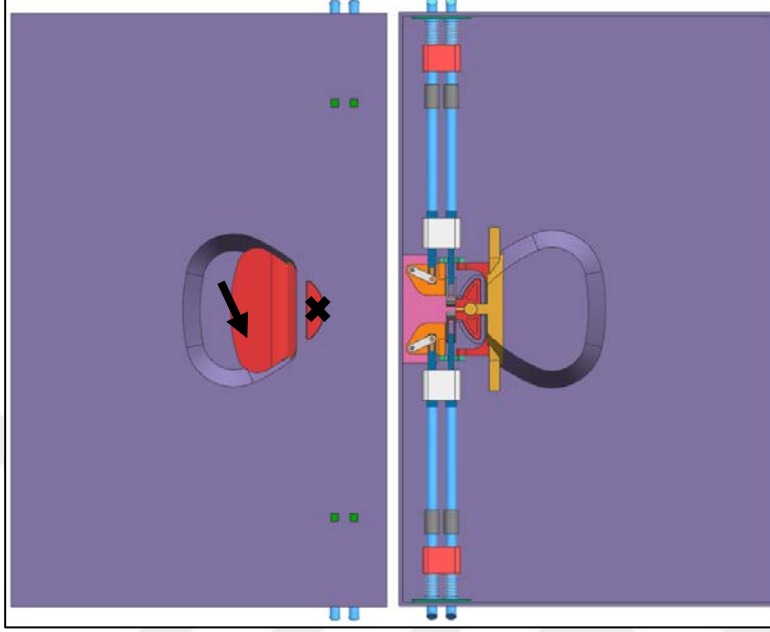
Giriş hareketi yatay, kapıya paralel doğrultuda lineer bir harekettir. Sadece yatay doğrultuda hareket edebilen kayar parça (1) kaydırılması ile çubuk (7) düşey yönde hareket etmektedir. Hareket iletimini sağlayan bağlantı elemanıdır (4). Kayar parça (1) düşey doğrultuda yataklanmış bir ara parça (2) ve bu parçayı yataklayan bir kapak (3) ile hareketini sağlamaktadır. Kayar parçanın (1) kayması ile bağlantı elemanlarının (4) mecburi hareketi ile çubuklar (7) düşey yönde hareket etmektedir. Çubukların (7) yataklanması ve düşey yöndeki hareketi birincil kilitleme ile aynı olmaktadır. Böylece, çubukların (7) hareketine sadece düşey doğrultuda izin verilmektedir. Çubukların (7) hareket ettirilmesi için kapı braketi (11) ile ilk yatak (9) arasındaki yay (10) kuvvetinin yenmesi yeterlidir. Kilitleme serbest hale geldiğinde göstergeler (8) kırmızıyı göstermektedir. Kilitlemenin serbest hali, Şekil 3.9'da gösterilmiştir. Birincil kilitlemeye göre kapıyı sadece üst bölgeden kilitlemektedir.



Şekil 3.9 : İkincil kilitleme serbest hal görünümü.

### 3.4 Konsept - 2

Konsept 2’de çekme hareketi ve basma hareketi ile tetikleneceği Bölüm 3.2’de anlatılmıştı. Konseptin genel görünüşü Şekil 3.10’daki gibidir.

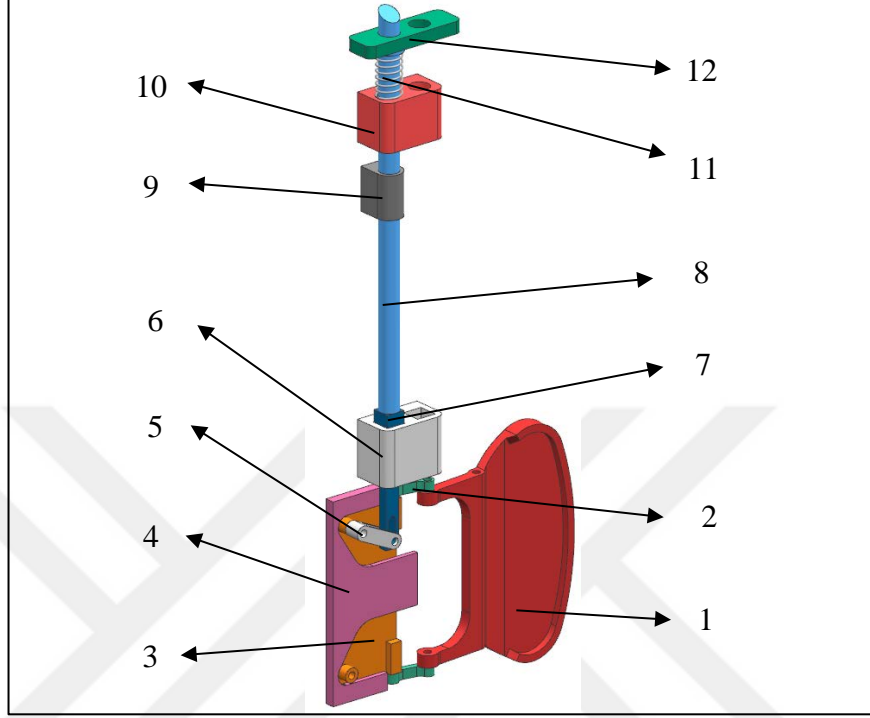


Şekil 3.10 : Konsept - 2 genel görünümü.

Kapı kilitli iken 1 ve 2 ile gösterilen iki adet mekanizma tetikleme elemanı sayesinde çubuklar kapı merkezine hareket edecektir. Bu konseptte Şekil 3.10’daki görselden anlaşılacağı üzere birincil tetikleme elemanı çekerek hareket ettirebildiğimiz pedal tipi bir tutamaktır ve kullanıcının kendine doğru çekmesiyle çalışmaktadır. İkincil tetikleme elemanı da yatay yönde kapı ön yüzüne dik kayma hareketi yaptırabildiğimiz bir butondur ve basma hareketi ile çalışmaktadır. Kapı açılmak istendiğinde bu tetikleme elemanlarının ikisininin de hareket ettirilip çubukların kapı çerçevesinden kurtulması sağlanmalıdır. Sadece bir tanesinin hareketi ile çubukların tamamı kilitli konumdan serbest konuma geçemeyecektir. Böyle bir tasarım ergonomik olarak sol el ile açılabilir şekilde gerçekleştirilmiştir. Sol elin 4 parmağı pedal tipi tutamağa geçirilip çekilirken başparmak ise butona basacaktır. Sonuçta, kapı sadece tek el kullanılarak açılabilir. Yeşil göstergeler, kapının kapalı olduğunu göstermektedir. Kapı kapalı iken yeşil, açıkken kırmızı renkte görünmektedir. Bunun sebebi, kapının kilitli konumunun emniyetli olduğu pozisyon olmasıdır.

### 3.4.1 Birincil kilitleme mekanizması

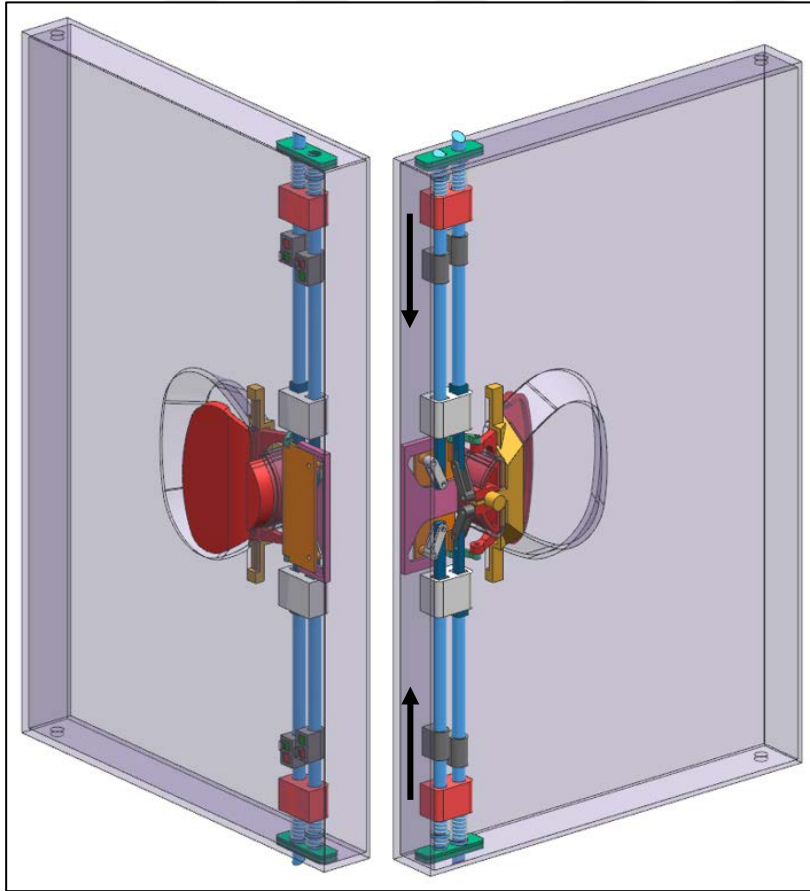
Birincil kilitleme mekanizmasında yer alan parçalar aşağıdaki gibidir ve mekanizma detayı kilitli halde yarısı için Şekil 3.11’de gösterilmiştir.



Şekil 3.11 : Konsept - 2 birincil kilitleme.

- 1- Pedal tipi tutamak
- 2- Tutamak bağlantı elemanı
- 3- Kayar parça
- 4- Kayar parça yatağı
- 5- Kayar parça çubuk bağlantı elemanı
- 6- Çubuk bağlantı yatağı
- 7- Çubuk bağlantı parçası
- 8- Çubuk
- 9- Gösterge parçası
- 10- Çubuk yatağı
- 11- Yay
- 12- Kapı braketi

Bu mekanizma krank-biyel ve buna ek olarak lineer hareket dönüşüm mekanizması prensibine göre çalışmaktadır. Kapı üzerinde dönme ekseninden mafsallanmış ve bu eksene göre kullanıcıya doğru çekme hareketi yapılabilen pedal tipi bir tutamağın (1), çekilmesi ile çubuklar (8) düşey yönde hareket etmektedir. İlk hareket iletimini sağlayan tutamak bağlantı elemanlarıdır (2). Yatay doğrultuda hareket edebilecek şekilde bir yatak (4) ile yataklanan kayar parça (3) üzerindeki mafsal noktası ile kaymaktadır. Çubuklar (8) ile bu mafsal noktası arasında bir bağlantı elemanının (5) mecburi hareketi ile çubuklar (8) düşey yönde hareket etmektedir. Çubukların (8) yataklanması 2 bölgeden olmaktadır. Bunlar, kapı üst ve alt yüzeyine yakın olan ilk yatak (10) ve çubukların (8) hareketini sağlayan çubuk bağlantı parçasını (7) yataklayan ikinci yataktır (6). Böylece, çubukların (8) hareketine sadece düşey doğrultuda izin verilmektedir. Çubukların (8) hareket ettirilmesi için kapı braketi (12) ile ilk yatak (10) arasındaki yay (11) kuvvetinin yenmesi yeterlidir. Kilitleme serbest hale geldiğinde göstergeler (9) kırmızıyı göstermektedir. Kilitlemenin serbest hali, Şekil 3.12’de gösterilmiştir.

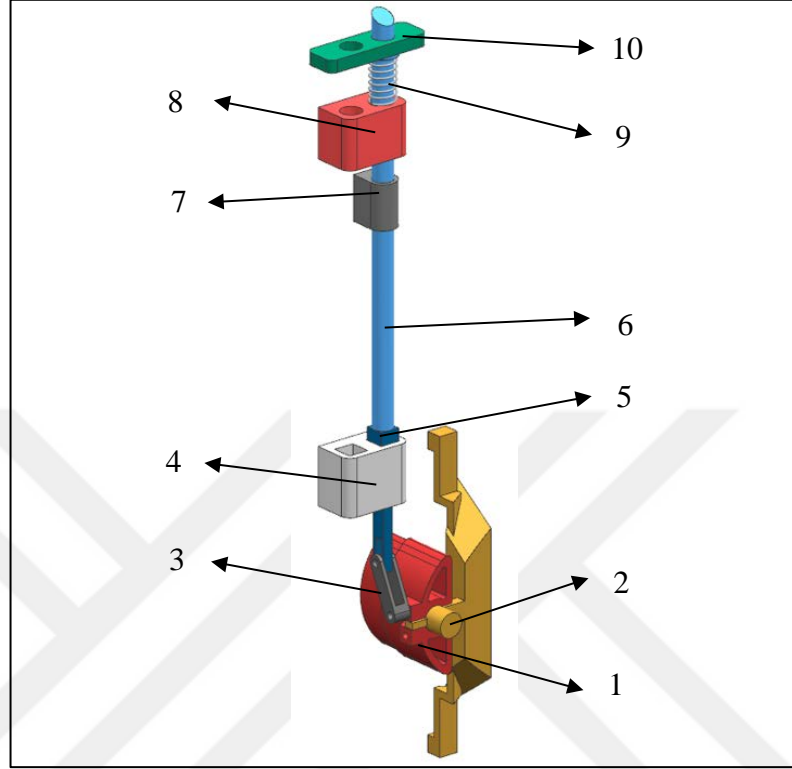


**Şekil 3.12** : Birincil kilitleme serbest hal görünümü.



### 3.4.2 İkincil kilitleme mekanizması

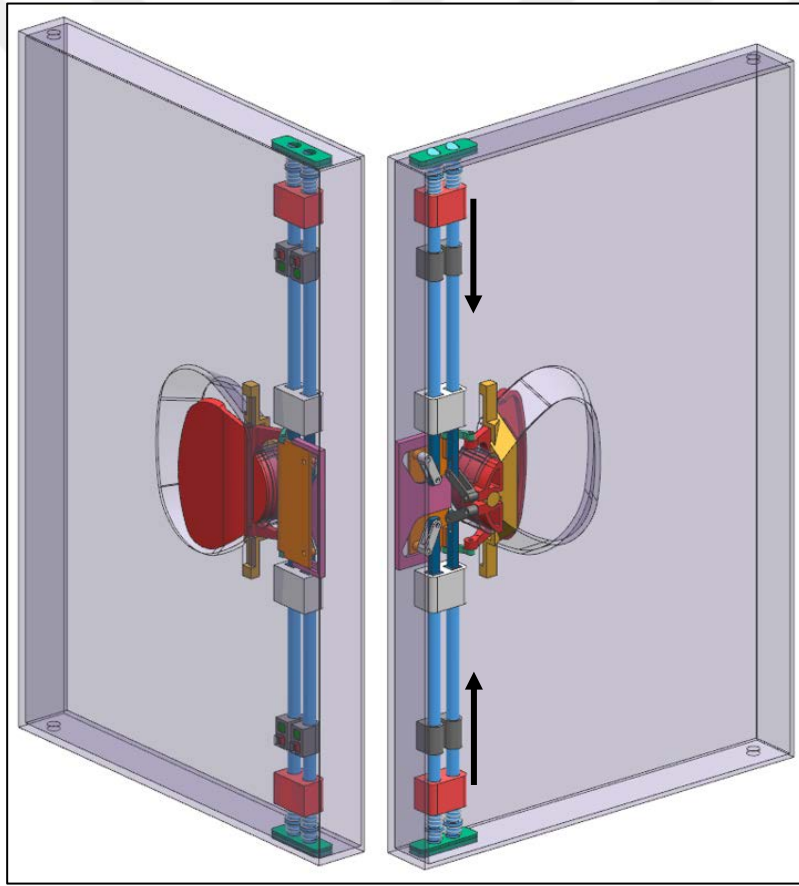
İkincil kilitleme mekanizmasında yer alan parçalar aşağıdaki gibidir ve mekanizma detayı kilitli halde yarısı için Şekil 3.13’de gösterilmiştir.



Şekil 3.13 : Konsept - 2 ikincil kilitleme.

- 1- Buton
- 2- Buton yatağı
- 3- Bağlantı elemanı
- 4- Çubuk bağlantı yatağı
- 5- Çubuk bağlantı parçası
- 6- Çubuk
- 7- Gösterge parçası
- 8- Çubuk yatağı
- 9- Yay
- 10- Kapı braketini

Giriş hareketi yatay kapıya dik doğrultuda lineer bir harekettir. Sadece yatay doğrultuda hareket edebilen butona (1) basılması ile çubuk (6) düşey yönde hareket etmektedir. Hareket iletimini sağlayan bağlantı elemanıdır (3). Buton, (1) kapı üzerine monte edilen bir yatak (2) ve kapı üzerindeki kanal ile hareketini sağlamaktadır. Butona (1) basılması ile bağlantı elemanlarının (3) mecburi hareketi ile çubuklar (6) düşey yönde hareket etmektedir. Çubukların (6) yataklanması ve düşey yöndeki hareketi birincil kilitleme ile aynı olmaktadır. Böylece, çubukların (6) hareketine sadece düşey doğrultuda izin verilmektedir. Çubukların (6) hareket ettirilmesi için kapı braketleri (10) ile ilk yatak (8) arasındaki yay (9) kuvvetinin yenmesi yeterlidir. Kilitlenme serbest hale geldiğinde göstergeler (7) kırmızıyı göstermektedir. Kilitlemenin serbest hali, Şekil 3.14’da gösterilmiştir.



Şekil 3.14 : İkincil kilitleme serbest hal görünümü.

### 3.5 Konsept Seçimi

Problemin çözümü ile ilgili iki adet konsept Bölüm 3.3 ve 3.4'te geliştirilmişti. Bu konseptler için istekler listesi ve diğer hedefler göz önüne alındığında en uygun konseptin belirlenmesi gerekmektedir. Konseptleri değerlendirmede birçok yöntem mevcuttur. Bunlardan biri de “fayda-değer” analizidir. Yöntemde, ilk önce konstrüksiyon için temel hedefler belirlenir ve bu temel hedeflere bağlı olarak da alt hedefler elde edilir. Her bir temel hedef ve alt hedef için birer katsayı verilir. Bu katsayılara, hedeflerin önceliklerine göre karar verilmektedir. Sonuçta en alt seviyedeki hedef sayısı kadar katsayı elde edilir ve toplamları 1'dir. Değerlendirmede her bir alt hedefe 1'den 10'a kadar değer verilecektir. Katsayılar ile bu değerlerin çarpımları toplandığında her bir konsept için birer sonuç puanı elde edilecektir. Sistem için belirlenen temel hedefler ve katsayıları Çizelge 3.3'teki gibidir.

**Çizelge 3.3 : Temel hedefler listesi.**

Temel Hedefler	Açıklama	Katsayı
Yüksek Emniyet	Kullanıcının isteği dışında açılmaya karşı emniyetli olma	0,35
Ergonomik Tasarım	Kullanıcının kolayca kullanabileceği bir tasarım	0,20
Üretim Basitliği ve Kolaylığı	Parçaların imalatı ve montaja yönelik basitlik ve kolaylık	0,15
Tasarım Basitliği	Sistem kararlılığının iyi olması için daha basit tasarım	0,15
Yenilikçi Tasarım	Mevcut ürünlere göre daha yenilikçi olma	0,15

Alt hedefler her bir temel hedefe göre belirleneceğinden o temel hedefin beklentilerini taşımalıdır. Bu şekilde alt hedefler ve katsayıları şu şekilde belirlenmiştir:

1. Yüksek Emniyet
  - Yüksek mekanik emniyet - 0,4

- Aşırı yüklere karşı mukavemet - 0,3
  - Kullanıcı güvenliği - 0,3
2. Ergonomik Tasarım
- Tek elle kullanım - 0,4
  - Basit kullanıcı arayüzü - 0,3
  - Kilitli ve açık konumun kolayca anlaşılabilmesi - 0,3
3. Üretim Basitliği ve Kolaylığı
- Az parça sayısı - 0,2
  - Parçaların yapısal basitliği - 0,3
  - Standart parça kullanımı - 0,2
  - Montaj kolaylığı - 0,3
4. Tasarım Basitliği
- Düşük mekanizma karmaşıklığı - 0,4
  - Kapıda az hacim kaplama - 0,2
  - Bakım, onarım kolaylığı - 0,4
5. Yenilikçi Tasarım
- Patentlenebilirlik - 0,6
  - Güncel tasarım anlayışına uygunluk - 0,4

Çizelge 3.4'te puanlama ve konseptleri aldığı sonuçlar belirtilmiştir. Birinci konsept toplamda 5,52 puan alırken ikinci konsept 6,25 puan almıştır. Özellikle, birinci konseptteki ikincil kilitleme sisteminin sadece kapı üst yüzeyinden olması çok büyük bir dezavantaj oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, kapı açmada kullanılan tetikleme mekanizmaları günümüzde pedal tipteki tutamaklar yönünde eğilim göstermektedir. Bu da yenilikçi olma ve güncel tasarım anlayışına daha uygundur. Dolayısıyla, İkinci konsept detaylandırılmak üzere seçilmiştir.

**Çizelge 3.4 : Fayda-değer analizi.**

Temel Hedefler	Katsayı	Alt Hedefler	Katsayı	Konsept - 1 Değerler		Konsept - 2 Değerler	
Yüksek Emniyet	0,35	Yüksek mekanik emniyet	0,4	5	0,70	7	0,98
		Aşırı yüklere karşı mukavemet	0,3	4	0,42	6	0,63
		Kullanıcı güvenliği	0,3	7	0,74	7	0,74
Ergonomik Tasarım	0,20	Tek elle kullanım	0,4	6	0,48	7	0,56
		Basit kullanıcı arayüzü	0,3	6	0,36	7	0,42
		Kilitli ve açık konumun kolayca anlaşılabilmesi	0,3	8	0,48	8	0,48
Üretim Basitliği ve Kolaylığı	0,15	Az parça sayısı	0,2	6	0,18	5	0,15
		Parçaların yapısal basitliği	0,3	6	0,27	5	0,23
		Standart parça kullanımı	0,2	5	0,15	5	0,15
		Montaj kolaylığı	0,3	6	0,27	6	0,27
Tasarım Basitliği	0,15	Düşük mekanizma karmaşıklığı	0,4	7	0,42	6	0,36
		Kapıda az hacim kaplama	0,2	6	0,18	6	0,18
		Bakım, onarım kolaylığı	0,4	5	0,30	5	0,30
Yenilikçi Tasarım	0,15	Patentlenebilirlik	0,6	3	0,27	5	0,45
		Güncel tasarım anlayışına uygunluk	0,4	5	0,30	6	0,36
				<b>5,52</b>		<b>6,25</b>	



## **4. KONSEPTİN DETAYLANDIRILMASI**

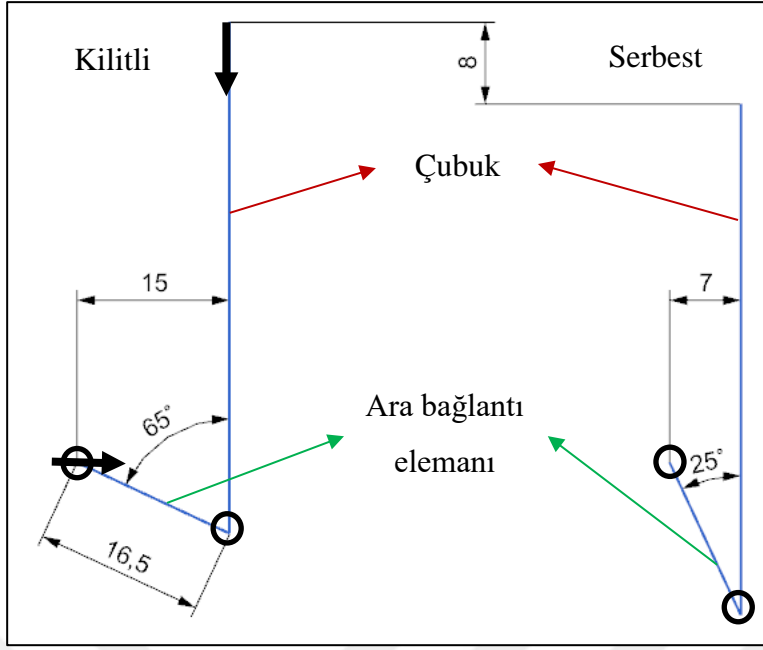
Emniyetli kapı kilitleme mekanizması için öncelikle istekler listesi belirlenmiş ve daha sonra bu istekler göz önünde bulundurularak konseptler geliştirilmiştir. İki adet kilitlemenin ve bu kilitlemeleri açmada kullanılacak olan iki adet tetikleme sisteminin yer aldığı iki adet konsept geliştirilmiştir. Konsept olması sebebiyle bu tasarımlar sadece sistemin nasıl çalıştığını göstermektedir. Dolayısıyla, birçok detaydan yoksundur. Konseptin çalışabilir bir sistem haline gelebilmesi için kinematik olarak analiz edilmesi, kuvvet hesabı, bağlantı noktalarının tespiti ve malzeme seçimi gibi çalışmaların yapılması gerekmektedir. İlk olarak, mekanizmanın temelini oluşturacak olan kinematik analiz her iki kilitleme mekanizması için de yapılmıştır.

### **4.1 Kinematik Analiz**

Kinematik analiz ile kapıyı kilitlemeye yarayan çubukların, kapının açılabilmesinde gerekli hareketinin sağlanması için birincil ve ikincil kilitleme mekanizmasında tetikleme elemanlarının ne kadar hareket etmesi gerektiği belirlenecektir. Burada, çubukların kilitli ve serbest konumları arasında 8 mm'lik bir düşey hareket yeterli görülmüştür. Kinematik olarak hesaplamalar bu ölçüye göre yapılacaktır.

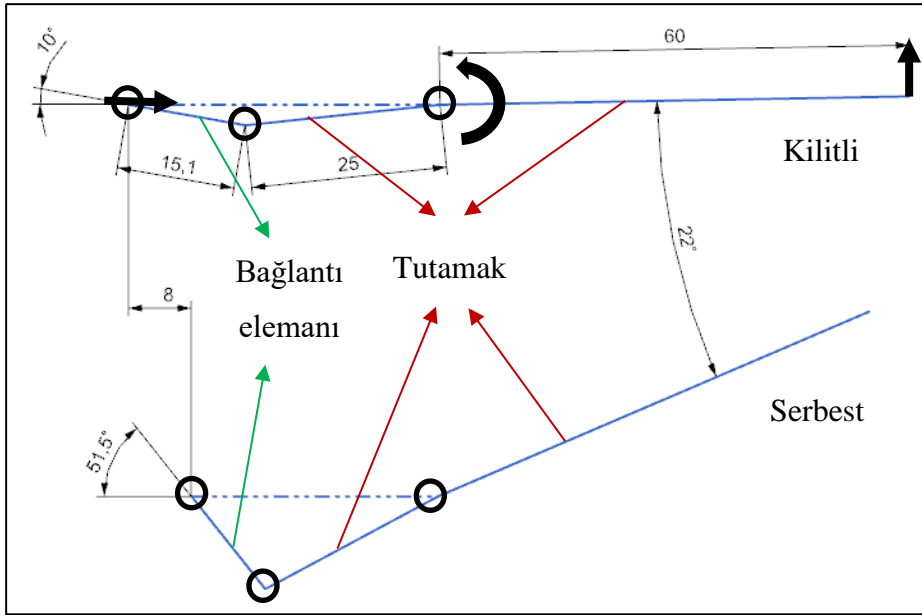
#### **4.1.1 Birincil kilitleme mekanizması**

Birincil kilitleme mekanizmasında kapının açılması için pedal tipi bir tutamak kullanılmaktadır. Bu tutamak kullanıcı tarafından kendine çekilmektedir. Bu çekme hareketi ile aynı zamanda, belli bir ekseninde dönerek moment oluşturmaktadır. Sağlanan moment ile sadece lineer hareket edebilecek şekilde yataklanan bir kayar parçayı hareket ettirmektedir. Daha sonra kayar parça üzerinde mafsallanmış olan bir ara bağlantı elemanı aynı zamanda çubuklar ile de mafsallıdır. Kayar parçanın hareketi ile çubukların düşey doğrultuda hareketini sağlamaktadır. Şekil 4.1'de düşey doğrultuda kapı merkezine doğru çubuğun hareketi için kayar parçaya mafsallı olan bağlantı elemanının hareketi kapıya arkadan bakılacak görünümde gösterilmiştir.



Şekil 4.1 : Birincil kilitleme kinematik analiz - 1.

Kayar parça ve çubuk arasında yer alan bağlantı elemanın kayar parçaya bağlı olan mafsal noktası yatay yönde 8 mm hareket edecektir. Çubuk kilitli konumunda bağlantı elemanı ile çubuk arasında 65°'lik bir açı bulunurken serbest konumda ise bu açı 25°'dir. Bağlantı elemanı için mafsallar arası mesafe 16,5 mm'dir. Buradan da anlaşılacağı üzere mecburi hareket ile kayar parçanın yatayda 8 mm hareket ettirilmesi gerekmektedir. Şekil 4.2'de kayar parçanın yatay doğrultuda hareketi için pedal tipi tutamağın hareketi kapıya üstten bakılacak görünümde gösterilmiştir.



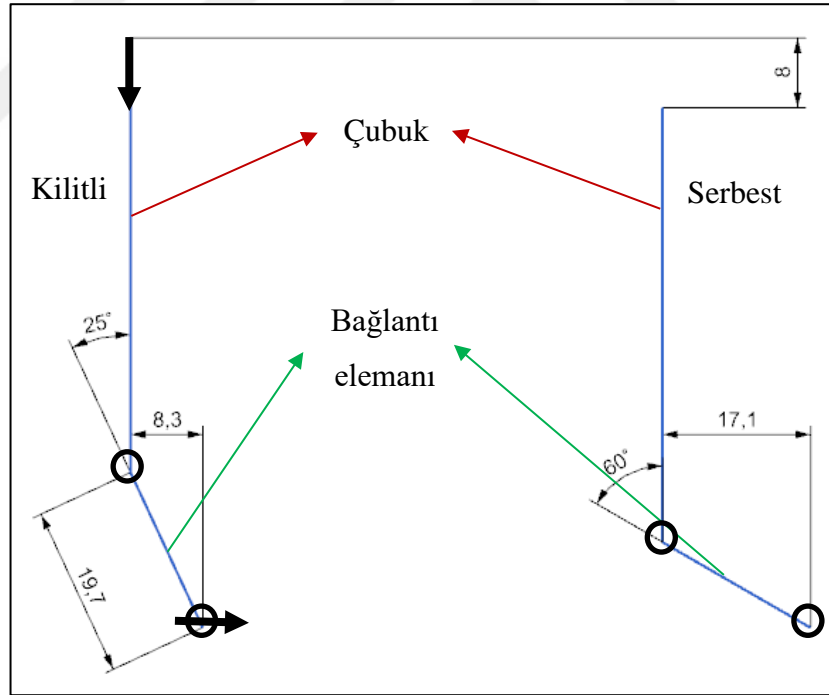
Şekil 4.2 : Birincil kilitleme kinematik analiz - 2.



Kayar parçanın 8 mm hareketi için tutamağın sabit bir mafsal noktası etrafında kullanıcıya doğru olacak şekilde  $22^\circ$  hareket ettirilmesi gerektiği görülmektedir. Kayar parça ve tutamak arasında yer alan bağlantı elemanı ile çubuğun kilitli konumunda yatay eksenle arasında  $10^\circ$ 'lik bir açı bulunmaktadır. Tutamağın hareketiyle çubuğun serbest konumunda bu açı  $51,5^\circ$ 'dir. Bağlantı elemanı için mafsallar arası mesafe 15,1 mm'dir. Tutamağın bağlantı elemanı mafsal noktası ile sabit mafsal noktası arası mesafe 25 mm ve sabit mafsal ile kullanıcının kuvveti uyguladığı nokta arası mesafe 60 mm'dir.

#### 4.1.2 İkincil kilitleme mekanizması

İkincil kilitleme mekanizmasında kapının açılması için bir buton kullanılmaktadır. Kullanıcının buton basması ile çubuklar hareket etmektedir. Bu amaçla çubuklar ile buton arasında bir bağlantı elemanı bulunmaktadır. Şekil 4.3'te düşey doğrultuda kapı merkezine doğru çubuğun hareketi için buton ve bağlantı elemanlarının hareketi kapıya yandan bakılacak görünümde gösterilmiştir.



Şekil 4.3 : İkincil kilitleme kinematik analiz.

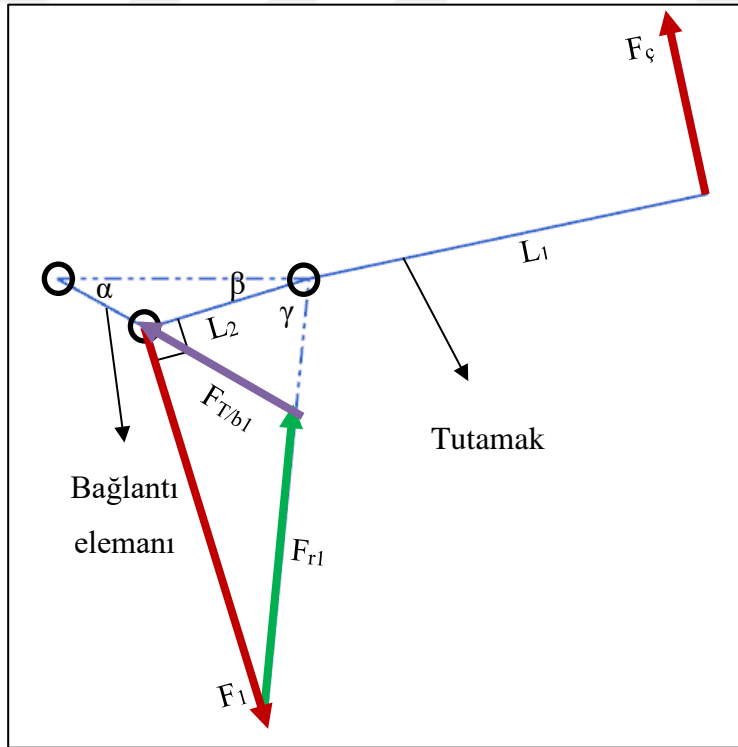
Çubuğun 8 mm hareketi için butona 8,8 mm basılması gerektiği görülmektedir. Çubuk kilitli konumunda bağlantı elemanı ile çubuk arasında  $25^\circ$ 'lik bir açı bulunurken serbest konumda ise bu açı  $60^\circ$ 'dir. Bağlantı elemanı için mafsallar arası mesafe 19,7 mm'dir. Birincil mekanizmaya göre daha basit bir yapısı vardır.

## 4.2 Kuvvet Analizi

Kinematik analizi gerçekleştirilen birincil ve ikincil mekanizma için bir kuvvet analizi gerçekleştirilecektir. Analizde kullanıcının tetikleme elemanlarına uyguladığı kuvvetlere göre çubuklara gelen kuvvetler elde edilecektir. Çubukların hareket edebilmesi için çubuklar üzerinde yer alan ve çubukları kilitli konumunu korumasını sağlayan yay kuvvetlerinin yenmesi gerekmektedir. Kuvvetlerin hesaplanmasında çubukların kilitli ve serbest konumları ayrı ayrı göz önüne alınacaktır. Bu iki konum sistemin sınırlarını oluşturacaktır. Grafik yöntem uygulanacaktır. Bu yöntemde kuvvet birimleri uzunluk birimleriyle ölçülmektedir. 1 N = 1 mm olarak alınmıştır.

### 4.2.1 Birincil kilitleme mekanizması

Pedal tipi tutamak ile tetiklenen birincil kilitleme mekanizmasında giriş kuvveti kullanıcının tutamağa uyguladığı kuvvettir. Dolayısıyla, kuvvet analizine buradan başlamak gerekmektedir. Mekanizma iki çubuktan oluştuğu için tek bir çubuk üzerinden hesaplamalar yapılacaktır. Parçaların ağırlıkları ihmal edilmiştir. İlk olarak tutamak kuvvetinin bağlantı elemanına aktarımı hesaplanacaktır. Şekil 4.4'te şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.4 : Tutamak kuvvetleri.

Burada:

- $\alpha$ : bağlantı elemanı ile yatay eksen arasındaki açı
- $\beta$ : tutamak iç kısmı ile yatay eksen arasındaki açı
- $\gamma$ : tutamak iç kısım ile mafsallık tepki kuvveti arasındaki açı
- $L_1$ : tutamak kullanıcı kuvvetinin moment kol boyu
- $L_2$ : tutamak bağlantı elemanı kuvvetinin moment kol boyu

$F_1$  kuvveti tutamağa uygulanan kuvvet  $F_c$ 'den kaynaklanmaktadır ve bağlantı elemanının hareketini sağlayan kuvvettir.  $L_1$  (60 mm) ve  $L_2$  (25 mm) moment kollarına göre hesaplanırsa:

$$F_1 = F_c \frac{L_1}{L_2} = 25 \frac{60}{25} = 60 \text{ [N]} \quad (1)$$

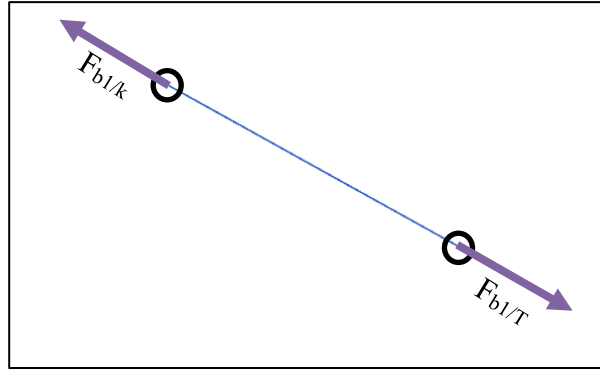
olarak elde edilir. Bağlantı elemanı iki taraftan hareketli bir uzundur. Dolayısıyla, bu elemanı hareket ettiren kuvvet uzuv doğrultusunda olmaktadır. Şekil 4.4'te görülen uzuv doğrultusundaki  $F_{T/b1}$  kuvveti, tutamağa bağlantı elemanından gelen tepki kuvvetidir. Ek olarak, tutamak mafsallığında bir tepki kuvveti  $F_{r1}$  de oluşmaktadır. Tutamağa etki eden  $F_1$ ,  $F_{T/b1}$  ve  $F_{r1}$  kuvvetlerinin toplamı, statik dengeden dolayı 0 olmaktadır. İlk olarak  $\gamma$  açısı hesaplanacaktır.

$$\gamma = \tan^{-1} \left( \frac{F_1}{L_2} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{60}{25} \right) = 67,4 \text{ [}^\circ\text{]} \quad (2)$$

Geometrik olarak hesap yapılarak  $F_{T/b1}$  kuvveti bulunacaktır. Kuvvet üçgeni içerisinde sinüs teoremi uygulanarak sonuç elde edilmiştir. Mekanizmada kuvvet ikiye bölündüğü için işlemler sadece sistemin yarısı için yapılacaktır.

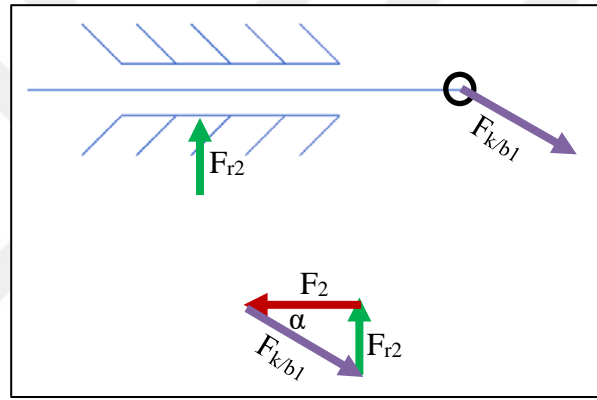
$$F_{T/b1} = \frac{\cos(\gamma)}{2\sin(\alpha + \beta + \gamma)} \text{ [N]} \quad (3)$$

$\alpha$  ve  $\beta$  açıları tutamak konumuna göre değişmektedir. Son aşamada, bu açılara göre sonuçlar hesaplanmış olacaktır. Şekil 4.5'de tutamağa mafsallık olan bağlantı elemanının üzerindeki kuvvetler gösterilmiştir. Kuvvet yönleri, bağlantı elemanına etki eden kuvvetlere göre dir. Görüldüğü gibi vektörel olarak  $F_{b1/k} = -F_{b1/T}$ 'dir.



**Şekil 4.5 :** Tutamak bağlantı elemanı kuvvetleri.

Bağlantı elemanı bir kayar elemanı itirmektedir. Bu kayar eleman lineer hareket etmektedir. Kayar parçayı hareket ettirmeye yarayan yatay kuvvet  $F_2$  ve buna bağlı olarak parçaya etki eden kuvvet üçgeni Şekil 4.6'daki gibidir.



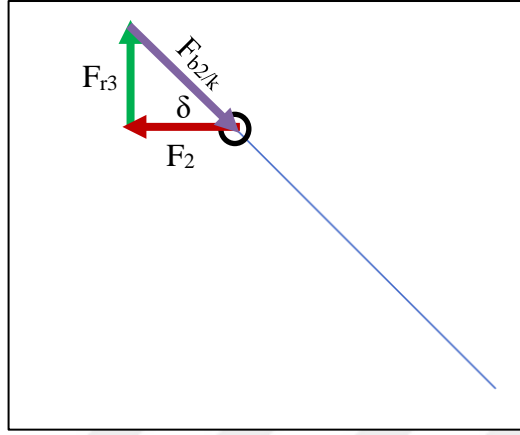
**Şekil 4.6 :** Kayar parça kayma kuvveti.

$F_2$  kuvvetinin bulunmasında bağlantı elemanının kayar parçaya uyguladığı  $F_{k/b1}$  kullanılacaktır. Kayar parça lineer harekete göre yatakladığı için yataklamada bir  $F_{r2}$  tepki kuvveti meydana gelmektedir. Sonuçta,  $F_2$ ,  $F_{k/b1}$  ve  $F_{r2}$ 'den oluşan bir kuvvet üçgeni oluşmaktadır. Vektörel olarak  $F_{k/b1} = -F_{b1/k}$ 'dir.  $F_2$  kuvveti şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$F_2 = F_{k/b1} \cos(\alpha) [N] \quad (4)$$

Böylece, yatay yöndeki kuvvet akışı hesaplanmış oldu. Çubuğun düşey yöndeki hareketini sağlamak için kayar parça ile çubuk arasında bu hareketi sağlayacak olan diğer bir ara bağlantı elemanı yer almaktadır. Kayar parçanın yatay, çubukların düşey hareket etmesi sebebiyle bağlantı elemanı mafsalları sadece düşey ve yatay hareket edecektir.

Yatay harekette giriş kuvveti olarak denklem 4'te hesaplanan  $F_2$  kuvveti alınacaktır. Şekil 4.7'de çubuğa bağlı ara bağlantı elemanının yatay hareketin etki ettiği mafsalsal noktasındaki kuvvet bileşenleri görünmektedir. Burada,  $\delta$  ara bağlantı elemanının yatay eksenle yaptığı açıdır.

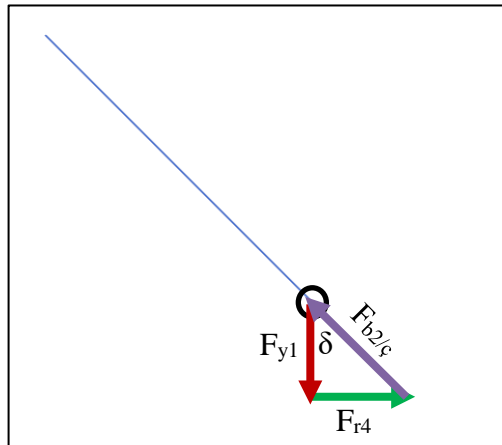


**Şekil 4.7 :** Ara bağlantı elemanı kuvvetleri - 1.

Kayar parçanın yatay hareketi ile ara bağlantı elemanına uzuv doğrultusunda kuvvetler etki etmektedir. Bağlantı elemanına Şekil 4.7'de gösterilen mafsalsal noktada etki eden kuvvet  $F_{b2/k}$ 'dir. Bu kuvvet ile mafsalsal bölgesinde bir tepki kuvveti  $F_{r3}$  de oluşmaktadır.  $F_{b2/k}$  şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$F_{b2/k} = \frac{F_2}{\cos(\delta)} [N] \quad (5)$$

Çubuğun bağlantı noktasına etki eden düşey kuvvet  $F_{y1}$  çubuğu düşey yönde hareket ettiren kuvvet olmaktadır. Şekil 4.8'de çubuğa bağlı ara bağlantı elemanının çubuğa bağlandığı mafsalsal noktasındaki kuvvet bileşenleri görünmektedir.



**Şekil 4.8 :** Çubuk bağlantı elemanı kuvvetleri - 2.

Burada, vektörel olarak  $F_{b2/k} = - F_{b2/\zeta}$ 'dir. Son olarak çubuğun düşey hareketini sağlayan  $F_{y1}$  kuvveti hesaplanacaktır. Bu kuvvet birincil kilitleme mekanizmasında sadece tek bir çubuk için çekme kuvvetini temsil etmektedir.

$$F_{y1} = F_{b2/\zeta} \cos(\delta) [N] \quad (6)$$

1, 2, 3, 4, 5 ve 6 denklemleri birleştirilip tek bir denklem haline getirilirse  $F_{y1}$  kuvveti formülü aşağıdaki gibi olmaktadır:

$$F_{y1} = \frac{F_{\zeta}}{2} \left( \frac{L_1}{L_2} \right) \left( \frac{\cos(\gamma) \cos(\alpha) \tan(\delta)}{\sin(\alpha + \beta + \gamma)} \right) [N] \quad (7)$$

#### 4.2.1.1 Kilitli konum kuvvetleri

Kilitli konumdaki değerler şu şekildedir:

- $\alpha = 10^\circ$
- $\beta = 4,4^\circ$
- $\gamma = 78,2^\circ$
- $\delta = 65^\circ$
- $L_1 = 60 \text{ mm}$
- $L_2 = 25 \text{ mm}$

Denklem 7 kullanılarak hesap yapıldığında kilitli konumda çubuğu çekmeye yarayan kuvvet **24,6 N** olmaktadır.

#### 4.2.1.2 Serbest konum kuvvetleri

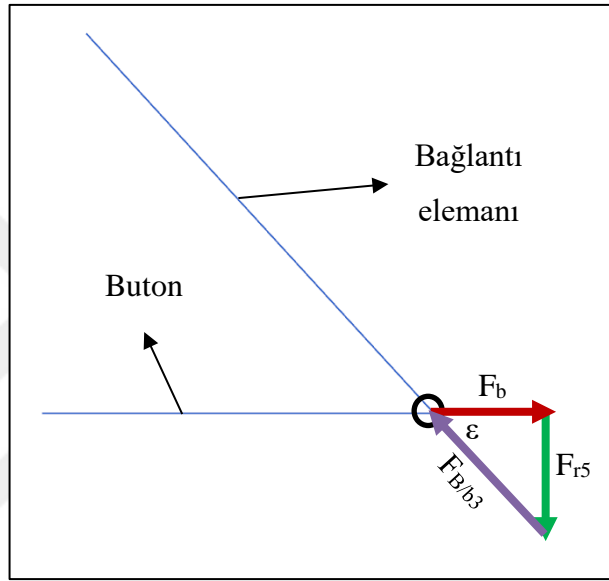
Serbest konumdaki değerler şu şekildedir:

- $\alpha = 51,5^\circ$
- $\beta = 26,4^\circ$
- $\gamma = 78,2^\circ$
- $\delta = 25^\circ$
- $L_1 = 60 \text{ mm}$
- $L_2 = 25 \text{ mm}$

Denklem 7 kullanılarak hesap yapıldığında serbest konumda çubuğu çekmeye yarayan kuvvet **5,9 N** olmaktadır.

#### 4.2.2 İkincil kilitleme mekanizması

Buton ile tetiklenen birincil kilitleme mekanizmasında giriş kuvveti kullanıcının butona uyguladığı kuvvettir. Dolayısıyla, kuvvet analizine buradan başlamak gerekmektedir. Butona uygulanan kuvvet bir insanın başparmağıyla rahatlıkla basabilmesi için 15 N olarak kabul edilmiştir. Mekanizma iki çubuktan oluştuğu için tek bir çubuk üzerinden hesaplamalar yapılacaktır. Parçaların ağırlıkları ihmal edilmiştir. İlk olarak buton kuvvetinin bağlantı elemanına aktarımı hesaplanacaktır. Şekil 4.9'da şematik olarak gösterilmiştir.

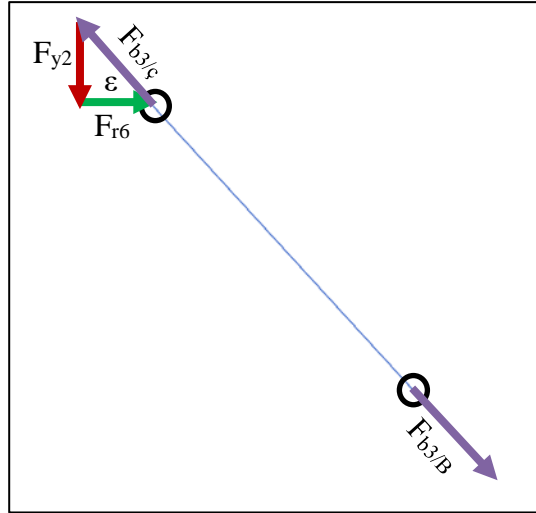


Şekil 4.9 : Buton kuvvetleri.

Burada,  $\varepsilon$  buton ile çubuk arasında yer alan bağlantı elemanı ile yatay eksen arasındaki açıdır. Bağlantı elemanına etki eden kuvvet  $F_{B/b3}$ , butona uygulanan basma kuvveti  $F_b$  ile meydana gelmektedir. Bağlantı elemanına etki eden kuvvetler uzuv doğrultusunda olmaktadır. Bunun, nedeni bağlantı elemanının her iki taraftan da serbest hareket etmesidir. Mekanizmada kuvvet ikiye bölündüğü için işlemler sadece sistemin yarısı için yapılacaktır.  $F_{B/b3}$  şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$F_{B/b3} = \frac{F_b}{2\cos(\varepsilon)} [N] \quad (8)$$

Mafsalsal noktada meydana gelen tepki kuvveti  $F_{r5}$  bu bölgede bağlantı elemanına gelen kuvveti arttırmaktadır. Kısaca, buton kuvvetini büyütmektedir. Bağlantı elemanına etki eden kuvvetler Şekil 4.10'da gösterilmiştir. Anlaşılacağı üzere, vektörel olarak  $F_{b3/\zeta} = -F_{b3/B}$ 'dir.



**Şekil 4.10** : Çubuk bağlantı elemanı.

Şekil 4.10'da bağlantı elemanına çubuk mafsallında etki eden kuvvet üçgeni gösterilmektedir. Burada,  $F_{y2}$  çubuğu düşey yönde hareket ettiren kuvvet olmaktadır. Bu kuvvet birincil kilitleme mekanizmasında sadece tek bir çubuk için çekme kuvvetini temsil etmektedir.

$$F_{y2} = F_{b3/c} \sin(\varepsilon) \text{ [N]} \quad (9)$$

8 ve 9 denklemleri birleştirilip tek bir denklem haline getirilirse  $F_{y2}$  kuvveti formülü aşağıdaki gibi olmaktadır:

$$F_{y2} = \frac{F_b \tan(\varepsilon)}{2} \text{ [N]} \quad (10)$$

#### 4.2.2.1 Kilitli konum kuvvetleri

Kilitli konumdaki  $\varepsilon$  açısı  $65^\circ$  dir. Denklem 10 kullanılarak hesap yapıldığında kilitli konumda çubuğu çekmeye yarayan kuvvet **16,1 N** olmaktadır.

#### 4.2.2.2 Serbest konum kuvvetleri

Kilitli konumdaki  $\varepsilon$  açısı  $30^\circ$  dir. Denklem 10 kullanılarak hesap yapıldığında kilitli konumda çubuğu çekmeye yarayan kuvvet **4,3 N** olmaktadır.



### 4.3 Yay Seçimi

Kapıyı kilitlemeye yarayan çubukların kilitli konumunun korunması için basma yayları kullanılmıştır. Bölüm 3.1’de kilitleme detayı verilmişti. Helisel basma yayı seçiminde Bölüm 4.2.2.2’de elde edilen ve çubuklara aktarılan en düşük kuvvet kullanılmıştır. Bu kuvvet 4,3 N’dur. Çubukların kilitlemede serbest konuma geçmeleri için düşey doğrultuda hareket etmeleri gereken deplasman miktarı 8 mm’dir. Dolayısıyla, yay için de sıkışma miktarı 8 mm olarak alınmıştır. Helisel basma yaylarında istenen sıkışma miktarına göre gerekli kuvvet şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$F_{yay} = \frac{\delta \cdot G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot i} [N] \quad (11)$$

Denklem 11’deki parametreler şu şekildedir:

$F_{yay}$ : Yay kuvveti

$\delta$ : Yayın sıkışma miktarı

$G_y$ : Yay malzemesi kayma modülü

$d$ : Yay tel çapı

$D$ : Yay ortalama çapı

$i$ : Sarım sayısı

Basma yayı için yay çeliği olan AISI 302 seçilmiştir. Bu malzeme için kayma modülü ( $G_y$ ) 69000 N/mm<sup>2</sup>’dir [11]. Sıkışma miktarı ( $\delta$ ) 8 mm, tel çapı ( $d$ ) 0,6 mm, ortalama çap ( $D$ ) 8,6 mm ve sarım sayısı 7 olarak belirlenmiştir. Böylece, denklem 11’e göre hesaplandığında  $F_{yay}$  kuvveti **2,0 N** olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak, 4,3/2,0=2,15’lik bir emniyet payı elde edilmiştir.

### 4.4 Mekanizmaların Detaylandırılması

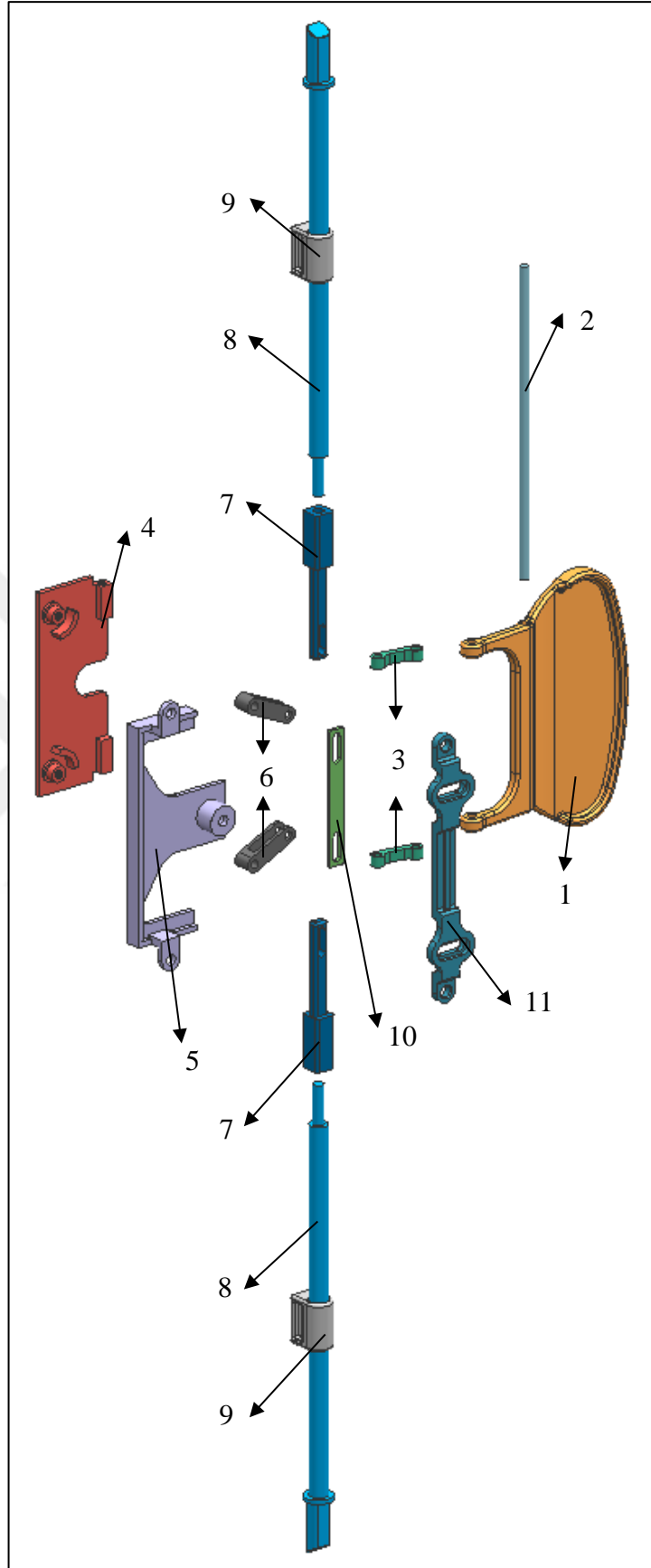
Seçilen konsept olan kilitleme mekanizmasında daha önce detaylandırma yapılmamıştı. Bölüm 4.1 ve 4.2’de birincil ve ikincil kilitleme mekanizması için kinematik analiz ve kuvvet analizi yapılmıştır. Bu analizlere göre mekanizma elemanları boyutlandırılmış ve kapı üzerine monte edilecek şekilde yerleştirilmiştir.

Bu bölümde, birincil ve ikincil kilitleme mekanizmaları ilk olarak ayrı ayrı ele alınacaktır. Parçaların birbirleriyle olan ilişkileri, montajları incelenecektir. Daha sonra ise iki mekanizmanın birlikte kapı üzerine montajı ve yataklaması ile ilgili detaylar verilecektir.

#### **4.4.1 Birincil kilitleme mekanizması**

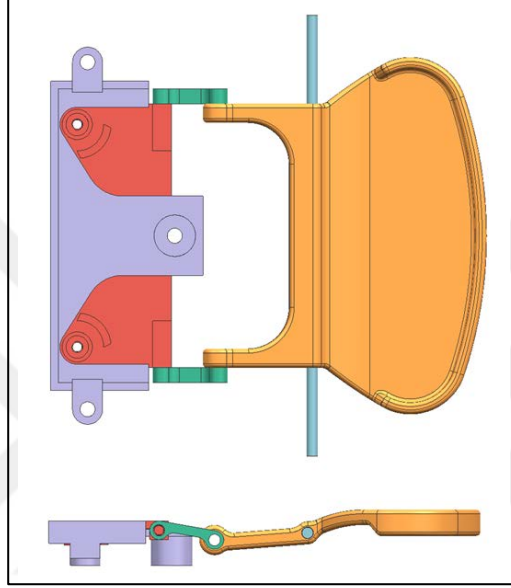
Pedal tipi bir tutamak ile tetiklenen detaylandırılmış birincil kilitleme mekanizmasının kapı yataklamaları hariç patlatılmış hali Şekil 4.11’de gösterildiği gibidir. Parça listesi de şu şekildedir:

- 1- Pedal tipi tutamak
- 2- Tutamak pimi
- 3- Tutamak bağlantı elemanı
- 4- Kayar parça
- 5- Kayar parça yatağı
- 6- Kayar parça çubuk bağlantı elemanı
- 7- Çubuk bağlantı parçası
- 8- Çubuk
- 9- Gösterge parçası
- 10- Konum braketi
- 11- Kayar parça yataklama elemanı



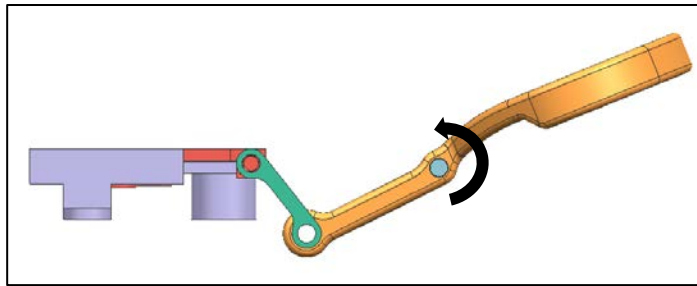
Şekil 4.11 : Birincil mekanizma patlatılmış görünümü.

Pedal tipi tutamak ve kayar parçanın boyutlandırması Bölüm 4.1’de anlatılan kinematik analize göre yapılmıştır. Tutamak kapı üzerine yataklanmış bir pim ile mafsallanmıştır ve bu ekseninde dönmektedir. Tutamak iki adet bağlantı elemanına iki kol ile bağlanmaktadır. Bu kolların aralarındaki boşluk ikincil mekanizmanın yerleştirilebilmesi içindir. Kayar parça üzerinde kapıya vidalanan bir kapak ile yataklanmıştır. Böylece, kapı ile kapak arasında lineer hareket edebilmektedir. Şekil 4.12’de tutamak ile kayar parça arasındaki ilişki gösterilmiştir.



**Şekil 4.12 :** Tutamak-kayar parça.

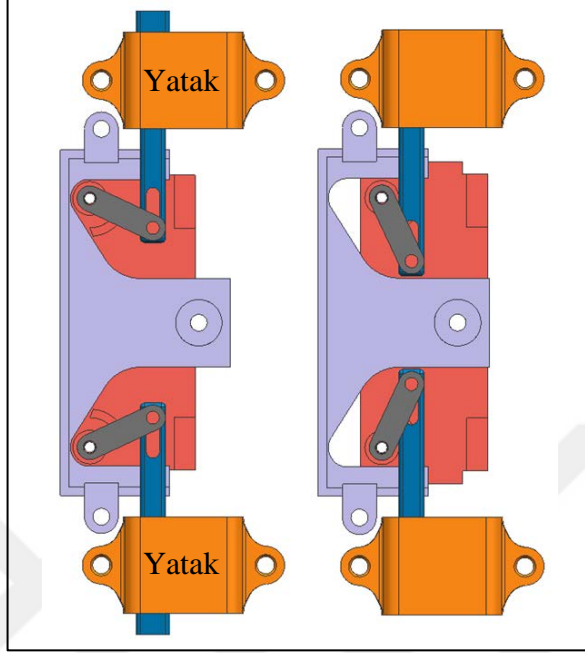
Kayar parça üstten ve alttan iki bağlantı elemanı ile tutamak tarafından çekilmektedir. Kayar parça yatağı ise kapıya üç noktadan vidalanmaktadır. Şekil 4.12 tutamağa herhangi bir kuvvetin uygulanmadığı ve kapının kilitli olduğu konumdur. Şekil 4.13’te tutamağın  $22^\circ$  hareketi ile kilitlemenin serbest hale geldiği durum gösterilmiştir.



**Şekil 4.13 :** Tutamak tetiklenmiş konumu.

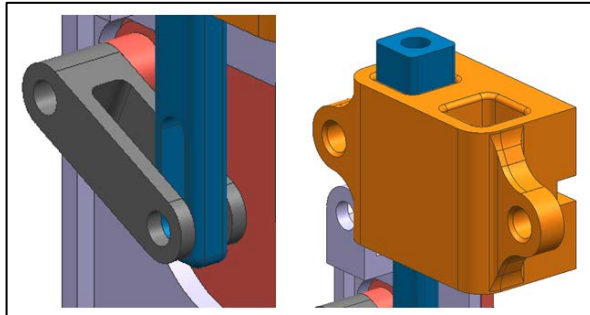
Kayar parçanın hareketi ile çubukların düşey yönde hareketi amaçlandığından, çubuk ve kayar parçayı birbirine bağlayan bir bağlantı elemanı bulunmaktadır. Çubuk

bağlantı parçası kapı üzerine vidalanan bir yatak ile yataklanmıştır. Ek olarak, çubuk bağlantı parçası çubuk ile vidalama şeklinde bağlanmaktadır. Şekil 4.13'te bağlantı elemanının diğer parçalarla olan ilişkisi gösterilmiştir.



Şekil 4.14 : Çubuk kayar parça bağlantı elemanı.

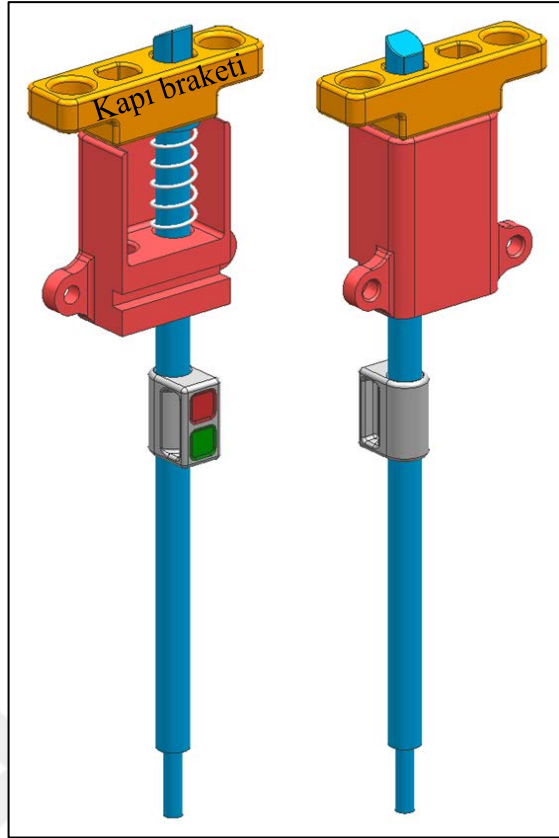
Bu bağlantı elemanı çubuk bağlantı parçasını her iki tarafından da kavramaktadır. Burada amaç, kayar parçanın hareketine dik kuvvetlerin dengelenmesidir. Çubuk bağlantı parçası üzerindeki kanalların amacı kapı kapatıldığında çubuk uçlarındaki açılı yüzeyler üzerinde çubukların kayması sırasında mekanizmayı hareket ettirmemesidir. Yataklama kesiti dönmelerin engellenmesi amacıyla kare olarak tasarlanmıştır. Şekil 4.15'te bağlantı elemanının çift taraflı yapısı ve kare kesitli yataklama gösterilmiştir.



Şekil 4.15 : Bağlantı elemanı ve yataklama görünümü.

Kayar parça çubuk bağlantı elemanının çubuk bağlantı parçası ile mafsallandığı bölgede alt ve üst bağlantı elemanlarının konumlarının korunması ve özellikle altta



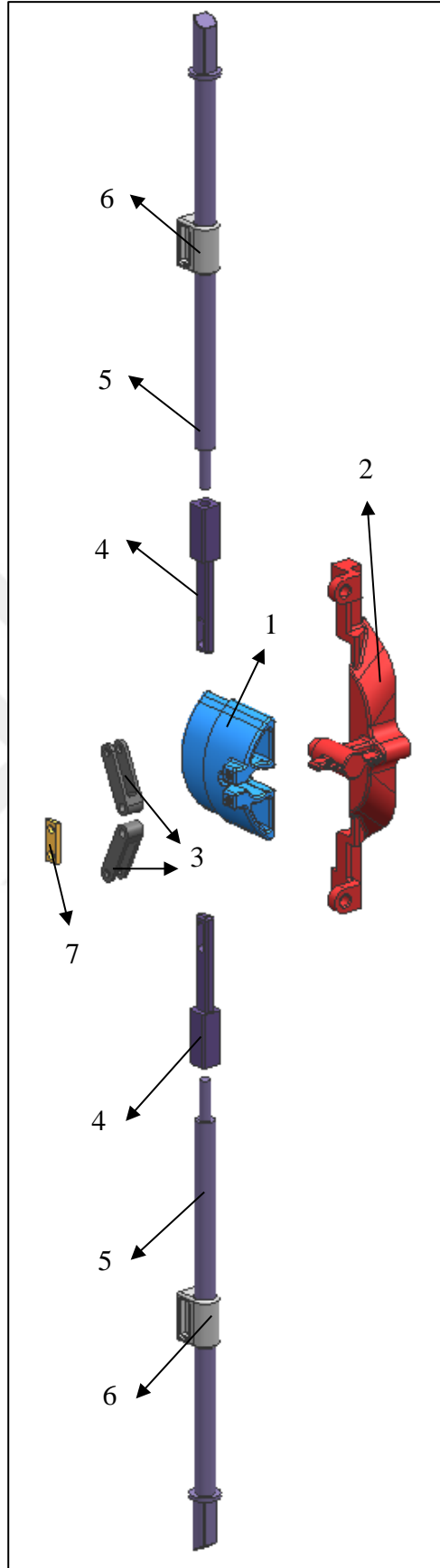


Şekil 4.17 : Çubuk montajı.

#### 4.4.2 İkincil kilitleme mekanizması

Buton ile tetiklenen detaylandırılmış birincil kilitleme mekanizmasının kapı yataklamaları hariç patlatılmış hali Şekil 4.18’de gösterildiği gibidir. Parça listesi de şu şekildedir:

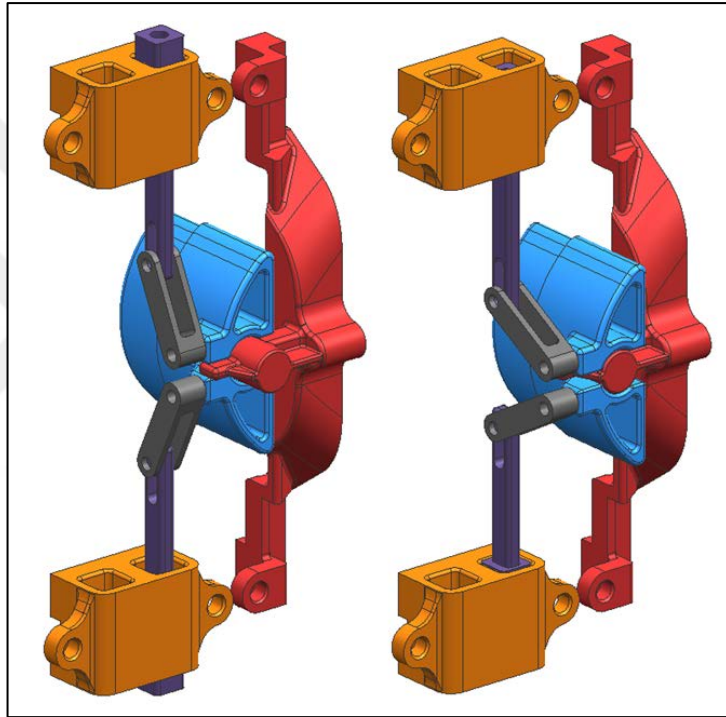
- 1- Buton
- 2- Buton braket
- 3- Buton bağlantı elemanı
- 4- Çubuk bağlantı parçası
- 5- Çubuk
- 6- Gösterge parçası
- 7- Ek braket



Şekil 4.18 : İkincil mekanizma patlatılmış görünümü.

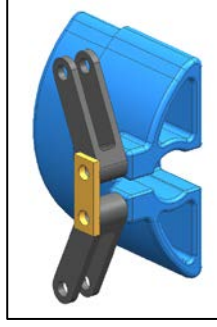


Buton ve bağlantı elemanının boyutlandırması Bölüm 4.1’de anlatılan kinematik analize göre yapılmıştır. Buton kapı üzerine vidalanan bir buton braketini ile yataklanmıştır ve böylece yatay ekseninde hareket etmektedir. Bağlantı elemanı, çubuk bağlantı parçası ve butonu birbirine bağlamaktadır. Birincil mekanizmadaki gibi bağlantı elemanı çubuk bağlantı parçasını iki tarafından kavramaktadır. Ayrıca, bir adet ek braket bağlantı elemanlarının buton ile mafsallık noktalarının konumunu koruması için yerleştirilmiştir. Çubuk montaj kısmı Şekil 4.17’deki birincil mekanizmada olduğu gibidir. Buton ve bağlantı elemanı ilişkisi Şekil 4.19’da gösterilmiştir.



**Şekil 4.19** : Buton ve bağlantı elemanı.

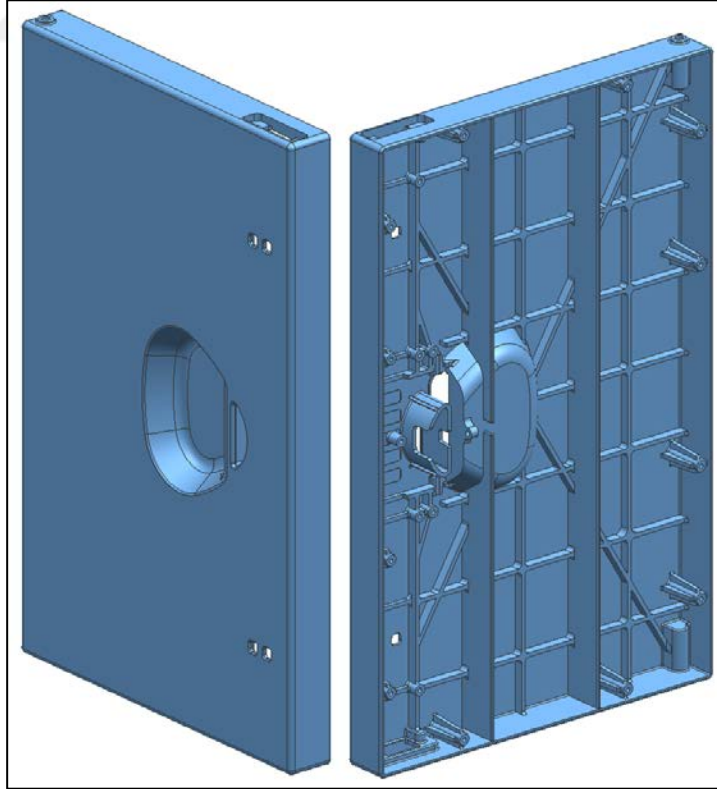
Çubuk bağlantı parçası da birincil mekanizmadaki gibi kare kesitle yataklanmıştır. Birincil mekanizmayla aynı olarak çubuk bağlantı parçası üzerindeki kanalların amacı kapı kapatıldığında çubuk uçlarındaki açılı yüzeyler üzerinde çubukların kayması sırasında mekanizmayı hareket ettirmemesidir. Birincil mekanizma ile ikincil mekanizmada çubuk bağlantı parçaları, çubuklar, göstergeler, yaylar birebir aynı parçalardır. Yataklama elemanları ile kapı braketleri ortak kullanılmaktadır. Ek braketin detayı Şekil 4.20’de gösterilmiştir.



**Şekil 4.20 :** Ek braket.

#### **4.5 Kapı Gövdesi**

Kapı gövdesi Şekil 4.21’de gösterilmiştir. Birincil mekanizmadaki pedal tipi tuamağa ve ikincil mekanizmadaki butona uygun boşlukların üzerinde yer aldığı bir yapıdır. Göstergelerin yeşil ve kırmızı halini kullanıcının görebileceği şekilde kare boşluklar bulunmaktadır. Mekanizmaları alttan ve üstten sınırlayan kapı braketleri kapıya vidalanmaktadır. Kapı arkadan bir adet sac ile kapatılmaktadır. Bu sac kapıya 12 noktadan vidalanmaktadır. Kapı içerisinde kapının mukavemetinin artmasını sağlayan federli yapı da görülebilmektedir.



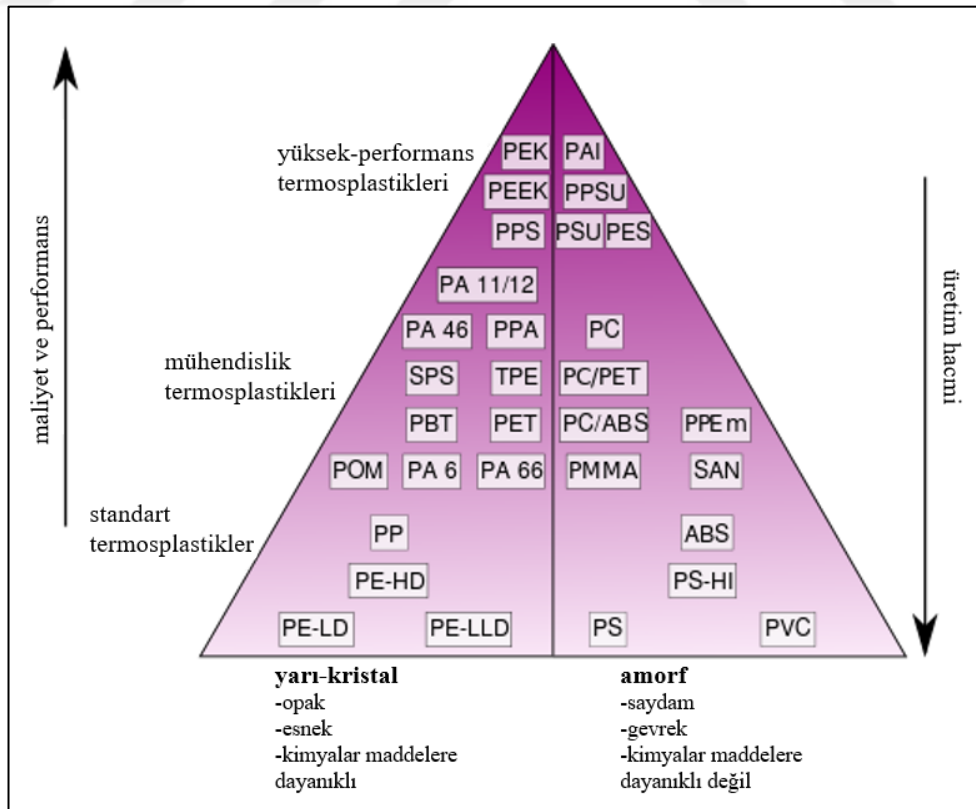
**Şekil 4.21 :** Kapı gövdesi.

## 4.6 Malzeme Seçimi

Malzeme seçimi bir konstrüksiyon için hayati önem taşımaktadır. Malzemelerin mekanik özelliklerine emniyetli kapı tasarımında daha çok dikkat edilmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra, kapı bir kullanıcı tarafından açılıp kapanacağı için özellikle hafiflik konusu önemlidir. Bu nedenle, Bölüm 2.2’de arzu tipi istek olarak belirlenmiş olan kapı gövdesinin plastik esaslı malzemeden imal edilmesine karar verilmiştir. Kapı gövdesinin yanı sıra tetikleme elemanlarının malzemeleri de plastik esaslı seçilmiştir. Geri kalan parçaların malzemeleri ise mukavemet gereksiminden ötürü metal esaslı olarak belirlenmiştir.

### 4.6.1 Plastik malzeme seçimi

Kapı gövdesi ve tetikleme elemanları malzeme seçiminde emniyetli bir kapı için aranan en önemli özellik iyi bir mukavemetinin olmasıdır. Plastik esaslı seçilecek bu malzeme için mühendislik plastikleri içerisinde en uygun malzemenin belirlenmesi gerekmektedir. Aynı zamanda seçilecek olan malzemenin de yüksek maliyetli olmaması için uygulama alanı daha geniş olan plastiklerden seçilmelidir. Günümüzde kullanılan plastiklerle ilgili sınıflandırma Şekil 4.22’deki gibidir.



Şekil 4.22 : Plastiklerin sınıflandırması [12].

Seçilecek malzeme hem temini kolay hem de daha uygun maliyeti olacağı için mühendislik plastikleri içerisinde belirlenecektir. Yüksek performans plastikleri mukavemet olarak çok yüksek olmasına rağmen diğer plastıklere göre çok daha pahalıdır. Mühendislik plastikleri içerisinde mekanik özellikleri diğerlerine göre daha iyi olan PA (Polyamid), bu nedenle kapı gövdesi malzemesi olarak seçilmiştir.

#### **4.6.1.1 PA (Polyamid) özellikleri**

PA (Polyamid) bir yarı kristal polimerdir. İki tip PA bulunmaktadır. Bunlardan ilki, tek bir ana malzemedir (PA 6 gibi), ikincisi iki ana malzemedir (PA 66 gibi) oluşan polyamidlerdir. Bunlar, hem doğal olarak (örneğin, yün ve ipek) hem de sentetik olarak (örneğin, naylon) bulunabilmektedir [13].

PA 6 (Polyamid 6) ve PA 66 (Polyamid 6.6) iki temel polyamiddir. Zaman içerisinde kimyasal yapılarıdaki modifikasyonlar ile farklı polyamidler de kazandırılmıştır. Bunlar, PA 11 (Polyamid 11), PA 12 (Polyamid 12), PA 46 (Polyamid 4.6), Polyamid 6.10, 6.12 ve 10.10'dur [14].

Polyamidler, diğer mühendislik plastikleri ile kıyaslanınca üstün dayanıklılık ve mukavemet özelliklerine sahiptirler. Bu özellikleri ile uygulama alanı çok geniştir. Polyamidlerin temel karakteristikleri şunlardır:

- Yüksek sıcaklıklar altında ve uzun kullanım sürelerinde aşınmaya karşı dayanıklılık
- Yüksek mukavemet ve sertlik
- Düşük sıcaklıklarda fonksiyonel sağlamlık
- Yüksek akışkanlık özelliği ile kolay kalıplanabilirlik
- İçsel özelliğinden dolayı tutuşmaya karşı dayanıklılık
- Mükemmel di-elektriksek özellik
- İyi bir kimyasal dayanıklılık
- Kimyasal yakıt, yağ veya aromalı materyallere karşı yüksek direnç
- Yüksek oksijen bariyeri
- Mükemmel maliyet/performans dengesi

PA 6, PA 66 ve diğer tip polyamidlerin temel kullanım alanları şunlardır:

#### ❖ Otomotiv

- Hava yakıtı: Hava giriş manifoldları

- Güç aktarma organları: Dişliler, Kavramalar, Zincir gergileri
  - Kapaklar: Motor kapakları
  - Üfleme hava kanalları
  - İç mekan: Hava yastığı kanisterleri
  - Dış mekan: Izgaralar, Kapı tutamakları, Jant kapakları, Ayna
- ❖ Elektrik & Elektronik
- Güç dağıtımı: Düşük voltaj vites dişlileri
  - Konektörler: Endüstriyel CEE konektörleri, Terminal blokları
  - Elektrikli aksamalar: Anahtarlar
- ❖ Genel Endüstriler
- Elektrikli/Güç aletleri: Yuvalar ve dahili parçalar
  - Spor: Kayak tutturucuları, İç hat patenleri (In-Line skates)
  - Raylar: Ray pedleri
  - Döküm tekerler
  - Mobilya: Muhtelif aplikasyonlar
  - Off shore boru sistemi
  - Ambalaj filmleri [14].

PA 6 ve PA 66 arasında seçim yapılması için özelliklerinin kıyaslanması gerekmektedir. Bu kıyaslama Çizelge 4.1’de verilmiştir.

**Çizelge 4.1 : PA 6 ve PA 66 kıyaslama [14].**

PA 6	PA 66
Daha yüksek darbe direnci	Daha düşük su emme özelliği
Daha iyi sönümlenme	Yüksek sertlik
Daha iyi işlenebilirlik	Daha yüksek sıcaklık direnci
Daha düşük çarpıklık	Daha yüksek aşınma direnci
Daha iyi yüzey kalitesi	Daha yüksek hidroliz direnci
Daha düşük maliyet	

Çizelge 4.1'deki kıyaslamaya göre özellikle darbe direncinin iyi olmasından dolayı PA 6 malzeme seçilmiştir.

#### 4.6.1.2 Cam elyaf katkılı Polyamidler (PA)

Cam elyaf katkısı plastik esaslı malzemelerin mekanik özelliklerinin önemli oranda artırılması amacıyla çok sık uygulanan bir yöntemdir. Emniyetli kapı için de PA 6 malzemenin cam elyaf katkılı halinin kullanılması daha uygundur. Cam elyaf katkısı malzeme maliyetini arttıracaktır. Fakat, sağladığı faydanın yanında bu kabul edilebilir bir uygulamadır. Cam elyaf katkısı %30 olacak şekilde seçilmiştir ve PA 6 GF30 olarak isimlendirilmektedir. Malzeme özellikleri ise Çizelge 4.2'deki gibidir.

**Çizelge 4.2 : PA 6 GF30 malzeme özellikleri [15].**

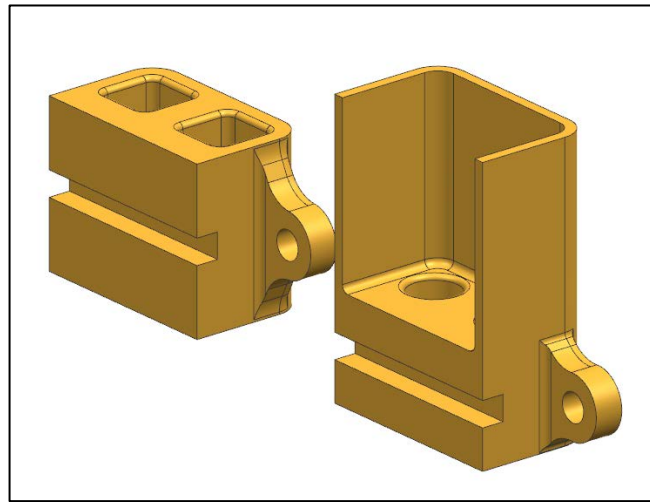
Özellik	Değer
Yoğunluk	1,36 g/cm <sup>3</sup> (85 lb/ft <sup>3</sup> )
Di-elektrik sabiti	3,4
Di-elektrik dayanım	30 kV/mm (1,2 V/mil)
Elastisite modülü	9 GPa
Elektriksel özdirenç / büyüklük sırası	13 10 <sup>x</sup> Ω-m
Kopma uzaması	3 %
Eğilme modülü	8 GPa (1,2 x 10 <sup>6</sup> psi)
Eğilme mukavemeti	210 MPa (30 x 10 <sup>3</sup> psi)
Camlaşma sıcaklığı	40 °C (100 °F)
Isıda eğilme sıcaklığı (1.82 MPa (264 psi))	200 °C (390 °F)
Isıda eğilme sıcaklığı (455 kPa (66 psi))	220 °C (430 °F)
Oksijen sınırlama indeksi	21 %
Erimeye başlama sıcaklığı	230 °C (450 °F)
Mukavemet / ağırlık oranı	125 kN-m/kg
Kopma mukavemeti	170 MPa (25 x 10 <sup>3</sup> psi)
Termal genleşme	40 µm/m-K

#### 4.6.2 Yatak malzemesi seçimi

Günümüzde bronz sıklıkla kullanılan bir bakır metal alaşım malzemedir. Ticari bronz içerisinde %90 bakır ve %10 kalay bulunmaktadır. Bronz içerisindeki kalay miktarı arttıkça malzeme sertliği artmaktadır [16]. Bronzların genellikle burç malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bronz malzemesinin iyi bir burç malzemesi olmasının sebepleri şu şekilde sıralanabilir:

- Sert şaft malzemelerine karşı düşük sürtünme katsayısı
- Çelik şaft yataklarında iyi aşınma davranışı
- Küçük kirletici partikülleri absorbe etme ve atma kabiliyeti
- Şaft sertliği ve hiza kaçıklığına karşı uyum sağlama kabiliyeti
- Yüksek sıkıştırma mukavemeti
- Yüksek yorulma mukavemeti
- Korozyon direnci
- Düşük kayma mukavemeti
- Yapısal üniformluk
- Makul fiyat ve hızlı tedarik [17].

Bu nedenlerden dolayı, özellikle sürtünme ve aşınma davranışının iyi olması sebebiyle bronzlar sanayide önemli yer tutmaktadırlar. Projede, kapıya vidalanacak olan çubukların yataklanmasında kullanılan yataklar bronz seçilmiştir. Yataklar Şekil 4.23'te gösterilmiştir.



**Şekil 4.23 :** Bronz yataklar.

Yarı sert ticari bronz için malzeme özellikleri Çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.3 : Yarı sert ticari bronz malzeme özellikleri [15].**

Özellik	Değer
Yoğunluk	8,80 g/cm <sup>3</sup> (549 lb/ft <sup>3</sup> )
Elastisite modülü	120 GPa (17 x 10 <sup>3</sup> psi)
Elektriksel iletkenlik	44 % IACS
Kopma uzaması	11 %
Ergimeye başlama sıcaklığı	1020 °C (1870 °F)
Kayma modülü	44 GPa (6,4 x 10 <sup>6</sup> psi)
Kayma mukavemeti	240 MPa (35 x 10 <sup>3</sup> psi)
Özgül ısı kapasitesi	380 J/kg-K
Mukavemet / ağırlık oranı	41 kN-m/kg
Kopma mukavemeti	360 MPa (52 x 10 <sup>3</sup> psi)
Akma mukavemeti	310 MPa (45 x 10 <sup>3</sup> psi)
Termal iletkenlik	190 W/m-K
Termal yayınlılık	57
Termal genişleme	18,4 µm/m-K

#### 4.6.3 Metal malzeme seçimi

Kapı gövdesinin ve tetikleme elemanlarının malzemesi Bölüm 4.5.1’de, yatakların malzemesi ise Bölüm 4.5.2’de belirlenmişti. Geriye kalan parçalar ise metal olarak imal edilecektir. Bu malzemelerin aynı tipten seçilmesine karar verilmiştir. Malzeme seçimi için en önemli kriter hafiflik olarak öne çıkmaktadır. Alümiyum çeliğe göre ortalama 3 kat daha hafiftir. Hafif olması yanında, mukavemetinin de yüksek olması gerekmektedir. Çünkü, aşırı yükleme sırasında parçaların hasar görmemesi önemlidir. Metal esaslı malzemeler incelendiğinde hafif olup mukavemet özelliği yüksek olan malzeme alümiyumdur. Ek olarak, alümiyum çok yaygın kullanıma sahip bir malzeme olduğu için tedariki de kolay olmaktadır.



#### 4.6.3.1 Alüminyum alaşım çeşitleri

Alüminyum saf halde düşük mukavemete sahip bir metaldir. Mukavemet ve diğer özelliklerinin de iyileştirilmesi amacıyla farklı bileşenler eklenerek çeşitli alaşımlar elde edilmektedir. Alüminyuma katılan en önemli alaşım elementleri bakır, mangan, silisyum, magnezyum ve çinkodur. Alüminyum alaşımları dövme ve dökme olarak iki gruba ayrılmaktadır. Kitleme mekanizmasında dövme tipi alüminyum alaşımı kullanılacaktır. Amerikan alüminyum birliğine göre dövme alaşımları 4 harfle sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma ve kullanım yerleri şu şekildedir:

- 1XXX: Saf Alüminyumdur. Genel olarak, elektrik ve kimya endüstrisinde kullanılmaktadır.
- 2XXX: Al-Cu alaşımlarıdır. Esas alaşım elementi bakırdır. Başta magnezyum olmak üzere diğer alaşım elementleri de bulunabilir, yüksek mukavemet istenen havacılık sektöründe yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.
- 3XXX: Al-Mn alaşımlarıdır. Esas alaşım elementi mangandır. Boru, sıvı tankları ve mimari uygulamalarda kullanılmaktadır.
- 4XXX: Al-Si alaşımlarıdır. Esas alaşım elementi silisyumdur. Termal genleşme katsayısı düşük, aşınma direnci ve korozyon dayanımı yüksek alaşımlardır. Kaynaklı yapılarda, levha üretiminde, otomobil parçaları üretiminde kullanılmaktadır.
- 5XXX: Al-Mg alaşımlarıdır. Esas alaşım elementi magnezyumdur. Magnezyum oranı arttıkça sertlik ve mukavemet artar fakat süneklik azalır. Denizel korozyona karşı direnci yüksek olduğundan, bu ortamda çalışacak yapıların imalatında kullanılmaktadır.
- 6XXX: Al-Mg-Si alaşımlarıdır. Esas alaşım elementleri magnezyum ve silisyumdur. Şekillendirilme kabiliyeti yüksek olan bu alaşımlar özellikle ekstrüzyon ile üretilen parçaların imalatında sıklıkla kullanılmaktadır.
- 7XXX: Al-Zn alaşımlardır. Esas alaşım elementi bakırdır, magnezyum, krom ve zirkonyum ilave alaşım elementleridir. 7XXX serisi, alüminyum alaşımlarının en yüksek mukavemete sahip olanıdır. Uçak parçaları yapımı ve diğer yüksek dayanım istenen yerlerde kullanılır.
- 8XXX: Al-Li alaşımlarıdır. Esas alaşım elementi lityum olup, kalay da alaşım elementi olarak eklenebilmektedir. Özellikle uçak ve uzay yapılarında kullanılmaya başlanan bu malzeme, iyi yorulma direnci ve iyi tokluk

özelliklerine sahiptir. Fakat diğer alüminyum alaşımlarına göre üretim maliyetleri yüksektir [18].

#### 4.6.3.2 Alüminyum 7075 serisi

Bölüm 4.5.2.1’de sınıflandırılmış olan alüminyum alaşımları incelendiğinde mukavemetin tasarımda çok büyük önem taşıması sebebiyle alüminyum serisi olarak 7000 serisi belirlenmiştir. Bu seri içerisinde ise 7075 alüminyum alaşımı seçilmiştir. Ek olarak, alüminyum alaşımları kolayca ısıl işleme tabi tutulabilen alaşımlardır. 7000 serisi alüminyum alaşımları, ısıl işlem ile mekanik özellikleri iyileştirilebilen malzemelerdir. T6 ısıl işlemi en yaygın uygulanan ısıl işlemdir ve çözeltiye alma, su verme, yaşlandırma aşamalarından oluşmaktadır. Malzemenin özellikle akma mukavemeti, çekme mukavemeti ve sertliğini ciddi oranda arttırmaktadır. Dolayısıyla, kilitleme mekanizmasında kullanılacak metal parçaların malzemesi T6 ısıl işlem görmüş 7075 alüminyum alaşımıdır. Ticari olarak da gösterimi, 7075-T6 şeklindedir. Malzeme özellikleri Çizelge 4.4’teki gibidir.

**Çizelge 4.4 :** 7075-T6 alüminyum alaşımı malzeme özellikleri [15].

Özellik	Değer
Yoğunluk	2,80 g/cm <sup>3</sup> (175 lb/ft <sup>3</sup> )
Elastisite modülü	72 GPa (10 x 10 <sup>3</sup> psi)
Elektriksel iletkenlik	33 % IACS
Kopma uzaması	10 %
Yorulma mukavemeti	160 MPa (23 x 10 <sup>3</sup> psi)
Ergimeye başlama sıcaklığı	477 °C (891 °F)
Kayma modülü	27 GPa (3,9 x 10 <sup>6</sup> psi)
Kayma mukavemeti	331 MPa (48 x 10 <sup>3</sup> psi)
Özgül ısı kapasitesi	960 J/kg-K
Mukavemet / ağırlık oranı	207 kN-m/kg
Kopma mukavemeti	580 MPa (84 x 10 <sup>3</sup> psi)
Akma mukavemeti	510 MPa (74 x 10 <sup>3</sup> psi)

Termal iletkenlik	130 W/m-K
Termal yayınlılık	48
Termal genleşme	23,2 $\mu\text{m/m-K}$

---

#### 4.6.4 Kapı sacı malzemesi

Kapı sacı kapı gövdesini arkadan kapatan sacdır ve kuvvetin etki edeceği yüzeyi oluşturmaktadır. Dolayısıyla, gerilmeye bağlı uzamaların düşük olması gerekmektedir. Bu nedenle, kapı sacı paslanmaz çelik seçilmiştir. En sık kullanılan paslanmaz çelikler AISI 304 ve AISI 316 tipleridir. Malzemeye eklenen bileşenler şu şekildedir:

##### Paslanmaz çelik 304

%18 Krom

%8 Nikel

##### Paslanmaz çelik 316

%16 Krom

%10 Nikel

%2 Molibden

İki malzeme türü arasındaki en temel fark molibden elementinden kaynaklanmaktadır. Bu element ile 316 paslanmaz çelik deniz suyu gibi doğal aşındırıcılara ve çeşitli asit türlerine karşı daha dirençli hale gelmektedir. Deniz tuzunun etki edebileceği ortamlarda 316 paslanmaz çelik yaygın olarak kullanılmaktadır. Daha basit bir ifadeyle, 316 paslanmaz çelik 304'e göre kimyasal etkilere karşı direnci daha yüksek bir malzemedir. Sonuç olarak, 304 paslanmaz çelik türü bu çalışma için yeterli bir malzemedir ve kapı sacı malzemesi olarak belirlenmiştir. Mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla 1/8 oranında sertleştirilmiş tipi seçilmiştir. Malzeme özellikleri Çizelge 4.5'te gösterilmiştir.

**Çizelge 4.5 : AISI 304 paslanmaz çelik malzeme özellikleri [15].**

Özellik	Değer
Yoğunluk	7,90 g/cm <sup>3</sup> (490 lb/ft <sup>3</sup> )
Elastisite modülü	200 GPa (29 x 10 <sup>3</sup> psi)
Kopma uzaması	38 %
Ergimeye başlama sıcaklığı	1400 °C (2550 °F)
Oyulma direnci (PREN)	20
Özgül ısı kapasitesi	500 J/kg-K
Mukavemet / ağırlık oranı	95 kN-m/kg
Kopma mukavemeti	750 MPa (164 x 10 <sup>3</sup> psi)
Akma mukavemeti	420 MPa (119 x 10 <sup>3</sup> psi)
Termal iletkenlik	16.2 W/m-K
Termal yayınlılık	4
Termal genişleme	16,9 µm/m-K

#### 4.6.5 Malzeme özeti

Özet olarak seçilen malzemeler ve hangi parçalarda kullanılacağı şu şekildedir:

- PA 6 GF30 (%30 cam katkılı Polyamid 6): Kapı gövdesi ve tetikleme elemanları
- Bronz: Yataklar
- 7075-T6 Al (T6 ısıl işlem görmüş 7075 serisi alüminyum alaşımı): Yataklar ve kapı sacı hariç metal parçalar
- 1/8 oranında sertleştirilmiş AISI 304 paslanmaz çelik: Kapı sacı

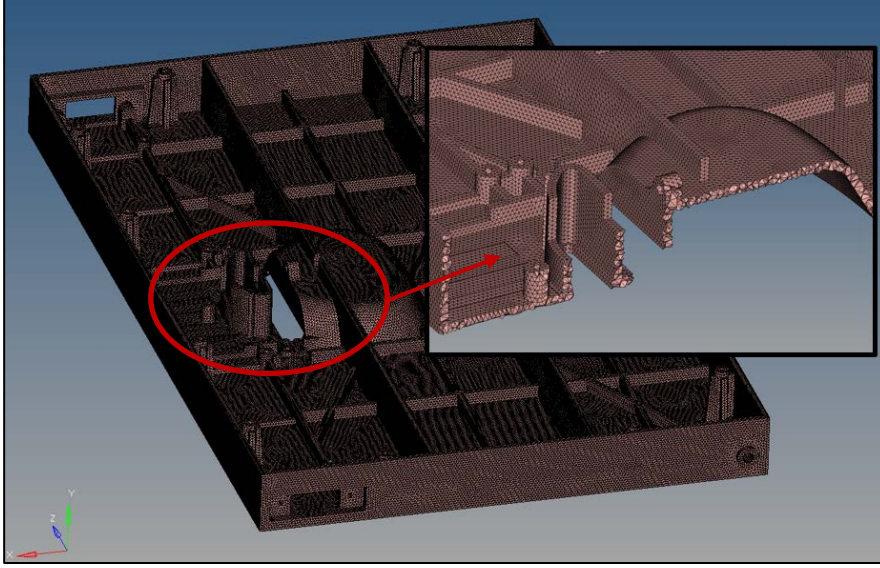
## 5. NÜMERİK ANALİZ

Kapı kilitleme mekanizması için tasarım tamamlanmıştır. Gerçekleştirilecek numarik analiz ile seçilen tasarımın ön görülen aşırı yükleme şartı altında parçalarda meydana gelen deformasyon miktarları ve gerilme değerleri elde edilmiştir. Analiz, kapının kapalı konumu için Bölüm 2.1’te belirlenmiş olan parametreler kullanılarak statik yükleme hali için gerçekleştirilmiştir. Kapının nümerik analizinde Hyperworks paket programı kullanılmıştır. Program yardımıyla kapı kilitleme sisteminin sonlu elemanlar modeli oluşturulmuştur. Modelde, kapı gövdesi, kapı sacı, kilitleme çubukları ve kapı braketleri bulunmaktadır. Geri kalan parçaların etkisi incelenmemiştir. İlk olarak, sonlu elemanlar modeli oluşturulacak parçalara malzemeler atanmıştır. Bu malzemeler için gerekli parametreler  $\rho$  (yoğunluk), E (elastisite modülü) ve  $\nu$  (poisson oranı)’dir. Modelde kullanılacak malzeme bilgileri Çizelge 5.1’de gösterilmiştir.

**Çizelge 5.1 : Nümerik analiz malzeme bilgileri.**

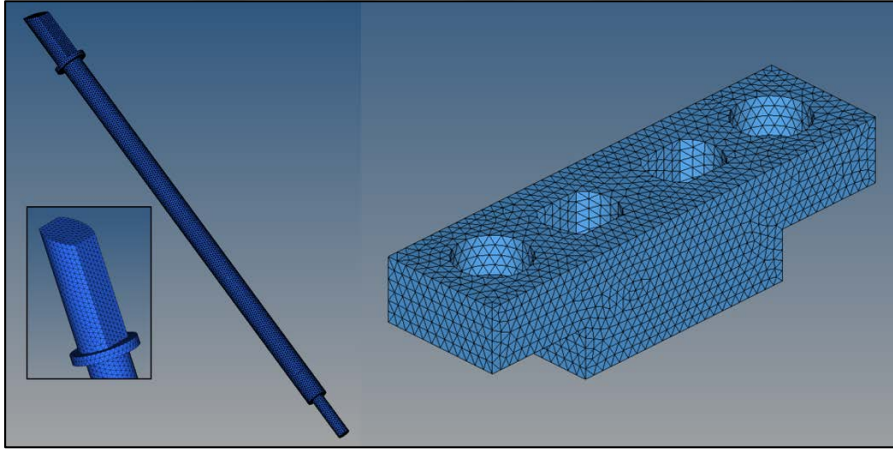
	$\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\nu$
Kapı Gövdesi (PA 6 GF 30)	1,36	$9 \times 10^6$	0,39
Kapı Sacı (1/8 oranında sertleştirilmiş AISI 304 paslanmaz çelik)	7,9	$200 \times 10^6$	0,33
Çubuk ve Kapı Braketleri (7075-T6 alüminyum)	2,8	$72 \times 10^6$	0,33

Malzemelerin atanmasından sonra parçalar için sonlu eleman ağları oluşturulmuştur. Kapı gövdesi, çubuklar ve kapı braketleri 3 boyutlu elemanlar ile katının tamamına örülmüştür. Kapı gövdesi için 983141 eleman kullanılmış olup eleman tipi 3 boyutlu piramittir (3D tria). Katı modelde sadeleştirmeler yapılması amacıyla yuvarlatmalar silinmiştir. Kapı gövdesi için ağ örülmüş model Şekil 5.1’de gösterilmiştir.



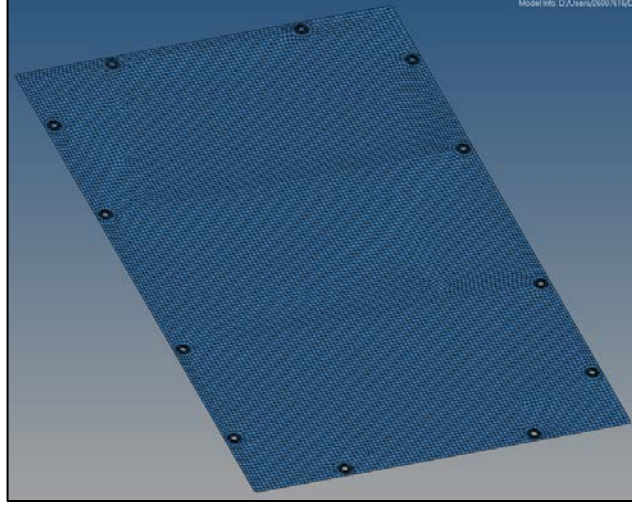
**Şekil 5.1 :** Kapı gövdesi ağ modeli.

Tek bir çubuk için 52496 ve tek bir braket için 12503 eleman kullanılmıştır. Eleman tipi kapı gövdesinde olduğu gibi 3 boyutlu piramittir (3D tria). Çubuk ve braket için ağ modelleri Şekil 5.2’de gösterilmiştir.



**Şekil 5.2 :** Çubuk ve kapı braketini ağ modeli.

Kapı sacı ise et kalınlığı diğer boyutlarına göre çok küçük olduğu için orta düzlemi çıkarılarak 2 boyutlu elemanlar ile örülmüştür. Kapı sacındaki bu yöntem ile eleman sayısı daha az olmasından dolayı modelleme işlemi ve çözüm daha hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Kapı sacı için eleman sayısı 15335’dir ve eleman tipi 2 boyutlu dörtgenler şeklindedir (2D quad). Şekil 5.3’te gösterilmiştir.

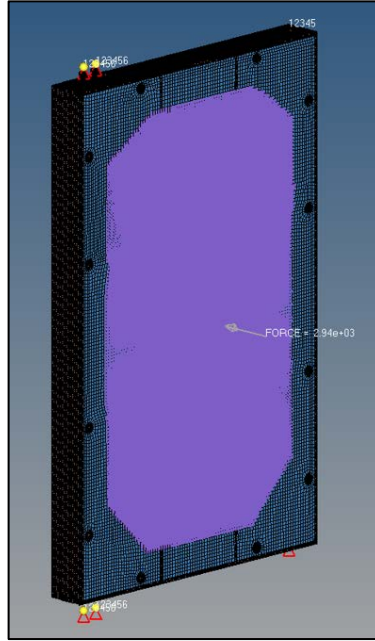


**Şekil 5.3 :** Kapı sacı ağ modeli.

Parçaların sonlu eleman ağları ile örülmesinden sonra aşırı yükleme şartı için belirlenmiş olan kuvvet ve bununla birlikte, parçaların birbirleriyle olan temasları tanımlanacaktır. Son olarak, sınır şartları da modele eklenecektir.

### **5.1 Kuvvetin Modele Etki Ettirilmesi**

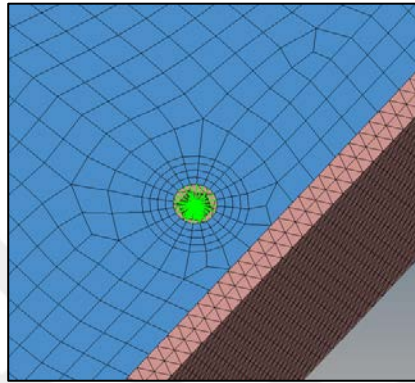
Aşırı yükleme şartını oluşturan ve kapı sacına yayılı olarak etkiyen kuvvet Bölüm 2.1’de belirlendiği üzere 2943 N’dir. Bu kuvvet, kapı sacı üzerinde 400x235 mm’lik bir alana etki ettirilmiştir. Modele kuvvetin etki ettirilmiş hali Şekil 5.4’te görülmektedir.



**Şekil 5.4 :** Kuvvetin modeldeki görünümü.

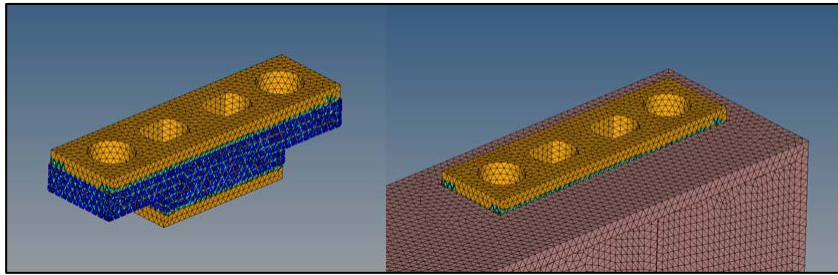
## 5.2 Temasların ve Sınır Şartlarının Tanımlanması

Parçaların birbirleri ile temasların tanımlanması her bir temas eden bölge için yapılmıştır. Kapı sacı, kapı gövdesine 12 noktadan vidalanmaktadır. Vidalamaları temsil etmesi için her bir vida bölgesindeki kapı sacı ve kapı gövdesindeki elemanlar rijit şekilde bağlanmıştır. Böylece, kapı sacının kapı gövdesine vidalanması sonlu elemanlar modeli için temsil edilmiştir. Rijit bağlama bölgesi tek bir vida için Şekil 5.5'te gösterildiği gibidir.



**Şekil 5.5 :** Kapı sacı vidalama bölgesinin rijit bağlanması.

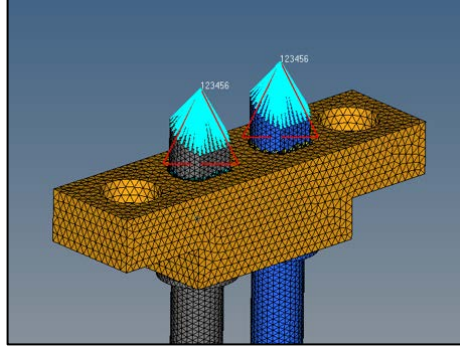
Bir diğer temas kapı braketini ile kapı gövdesi arasında olmaktadır. Teması modelde tanımlarken braket ile kapı gövdesindeki braket yuvası temas bölgelerindeki elemanlar her iki parça için de belirlenmiştir. Elemanların birbirlerine göre yapışık hareket kabul edilmiştir. Şekil 5.6'da temas bölgeleri görünmektedir.



**Şekil 5.6 :** Kapı braketini temas bölgeleri.

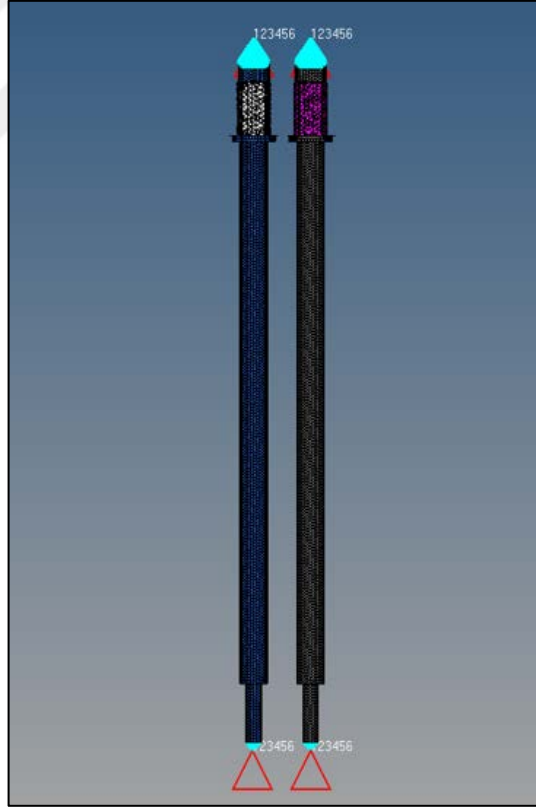
Çubuklar için ise kapı braketleri ile temas edecek elemanlar belirlenmiştir. Temas bölgeleri, çubuklar ile kapı braketlerindeki yuvaları arasında meydana gelmektedir. Çubukların bu bölgelerdeki elemanlarının braket yuvasındaki elemanlara göre kayma hareketi yapabileceği kabul edilmiştir. Şekil 5.7'de gösterilmiştir.





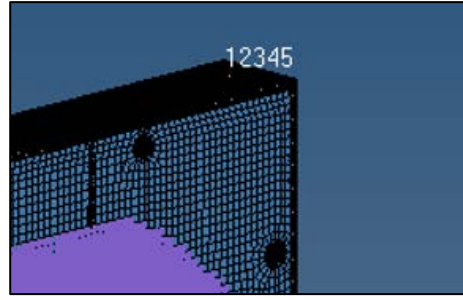
**Şekil 5.7 :** Çubukların kapı braketi ile temas ilişkisi.

Çubuklar için iki ayrı sınır şartı verilmiştir. Bunlardan ilki kapının kilitlenmesini sağlayan çubukların uç bölgelerinin kilitli konumu temsil eden sınır şartıdır. Çubuklar üst bölgelerinden sabitlenmiştir. Şekil 5.7 ve 5.8’de “123456” olarak gösterilmiştir. Bu gösterimde 1’den 6’ya kadar olan sayılar x, y ve z eksenlerine göre öteleme ve dönme hareketinin sınırlandırıldığını temsil etmektedir. İkinci sınır şartı ise çubukların alt bölgelerinin aynı şekilde sabitlenmesidir.



**Şekil 5.8 :** Çubukların sonlu elemanlar modeli.

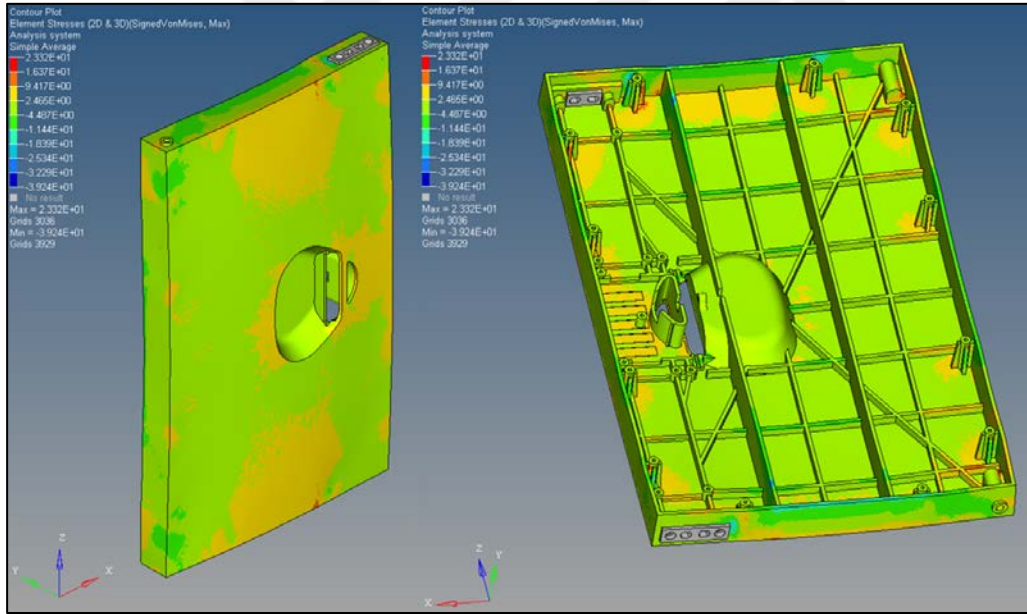
Son olarak, Şekil 5.9’da görülen kapının menteşe bölgesinin hareketi sadece z (düşey) eksenine göre dönmeyi serbest bırakacak şekilde “12345” tanımlanmıştır.



Şekil 5.9 : Mentеше sınır şartı.

### 5.3 Kapı Gövdesi Analiz Sonuçları

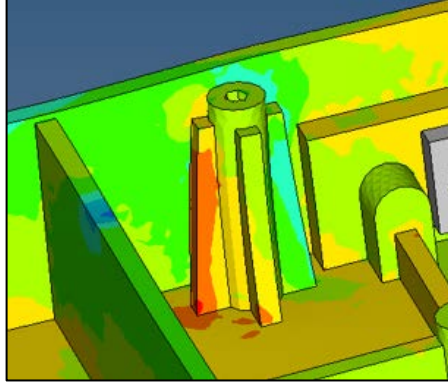
Analiz sonucunda kapı gövdesindeki gerilme durumu Şekil 5.10'da verilmiştir. Deformasyon miktarı 10 kat büyütülerek gösterilmiştir. Sonuçlar, Von Mises'e (eşdeğer gerilme veya maksimum şekil değiştirme enerjisi) göre elde edilmiştir. Kapı gövde malzemesi %30 cam katkılı PA 6'dır ve Çizelge 4.2'de mekanik özellikleri verilmiştir.



Şekil 5.10 : Kapı gövdesindeki gerilme hali.

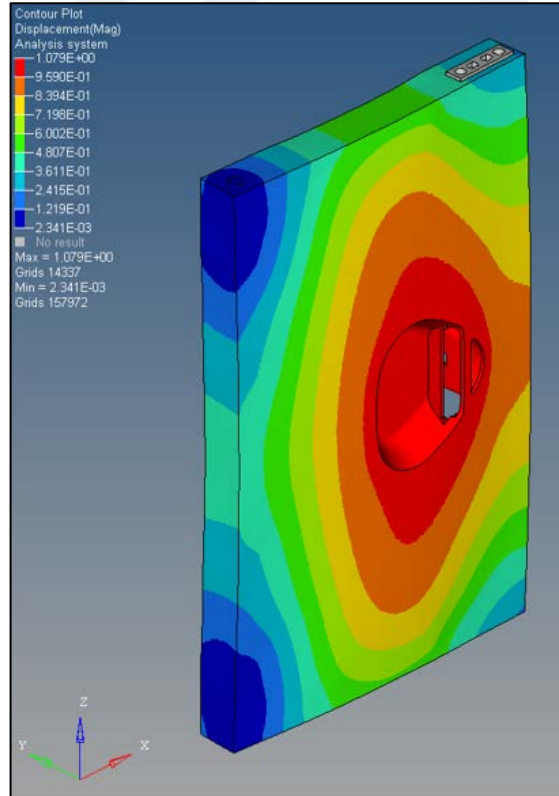
Sonuçlar incelendiğinde en büyük çekme gerilmesi  $23,32 \text{ N/mm}^2$  ve en büyük basma gerilmesi  $39,24 \text{ N/mm}^2$  olarak elde edilmiştir. En fazla gerilmenin olduğu bölgeler kapı üzerinde ve altında yer alan vidalama bölgeleridir. Bu bölgelerdeki yuvarlatmalar analizin basitleştirilmesi amacıyla iptal edilmiştir. Dolayısıyla, esas tasarımda yuvarlatmaların bulunması gerilmelerin gerçek durumda daha düşük olacağını göstermektedir. Malzemenin kopma mukavemetinin  $170 \text{ MPa (N/mm}^2)$  olmasından

dolayı kapı gerilme yönünden emniyetlidir. Vidalama bölgesindeki gerilme durumuna örnek Şekil 5.11’de gösterilmiştir.



**Şekil 5.11 :** Vidalama bölgesi gerilme durumu.

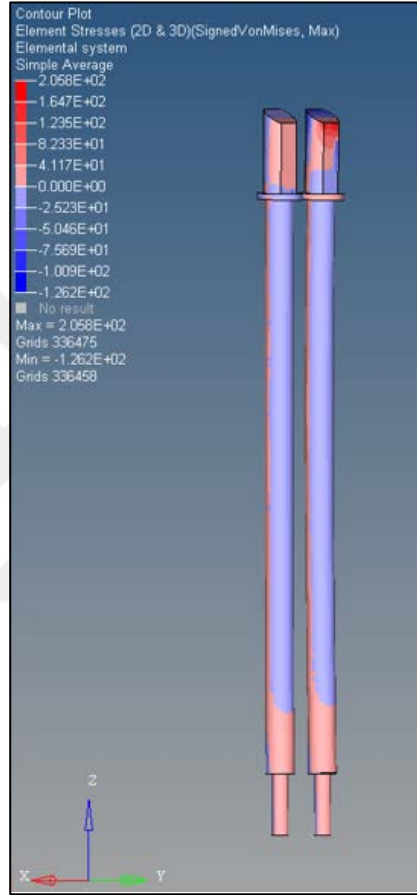
Kapı gövdesinin deformasyon hali Şekil 5.12’de görülebilmektedir. En büyük deformasyon kapı gövdesinin orta bölgelerinde meydana gelmektedir. Bunun, temel nedeni kapının menteşe ve çubuklar ile köşe noktalardan tutulmasıdır. En büyük deformasyon miktarı negatif y doğrultusunda 1,079 mm olarak elde edilmiştir. Bu değer, çok yüksek olmamakla birlikte kapı gövdesinde yapılabilecek iyileştirmeler ile azaltılmalıdır.



**Şekil 5.12 :** Kapı gövdesindeki deformasyon hali.

#### 5.4 Çubukların Analiz Sonuçları

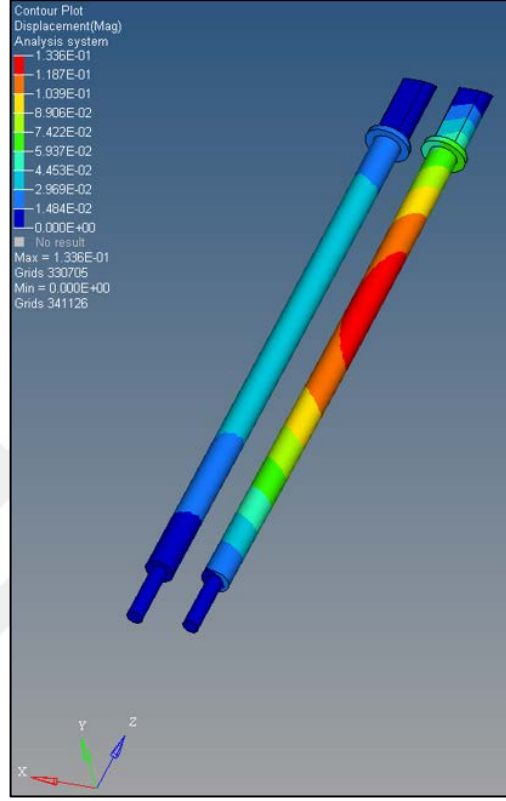
Analiz sonucunda çubuklardaki gerilme durumu Şekil 5.13’de verilmiştir. Deformasyon miktarı 10 kat büyütülerek gösterilmiştir. Sonuçlar, Von Mises’e (eşdeğer gerilme veya maksimum şekil değiştirme enerjisi) göre elde edilmiştir. Çubukların malzemesi T6 ısıl işlem görmüş 7075 alüminyumdur ve Çizelge 4.4’te mekanik özellikleri verilmiştir.



Şekil 5.13 : Çubuklardaki gerilme hali.

Sonuçlar incelendiğinde en büyük çekme gerilmesi  $205,8 \text{ N/mm}^2$  ve en büyük basma gerilmesi  $126,2 \text{ N/mm}^2$  olarak elde edilmiştir. En fazla gerilmenin olduğu bölge kapı merkezine daha yakın olan ikincil kilitleme çubuğunun sınır şartıyla tutulduğu bölgede meydana gelmektedir. Rijit bir şekilde bağlı olarak kabul edilmesinden dolayı gerçek durumda en büyük gerilme değeri daha düşük olacaktır. Malzemenin akma mukavemetinin  $510 \text{ MPa (N/mm}^2)$  olmasından dolayı çubuklar gerilme yönünden emniyetlidir.

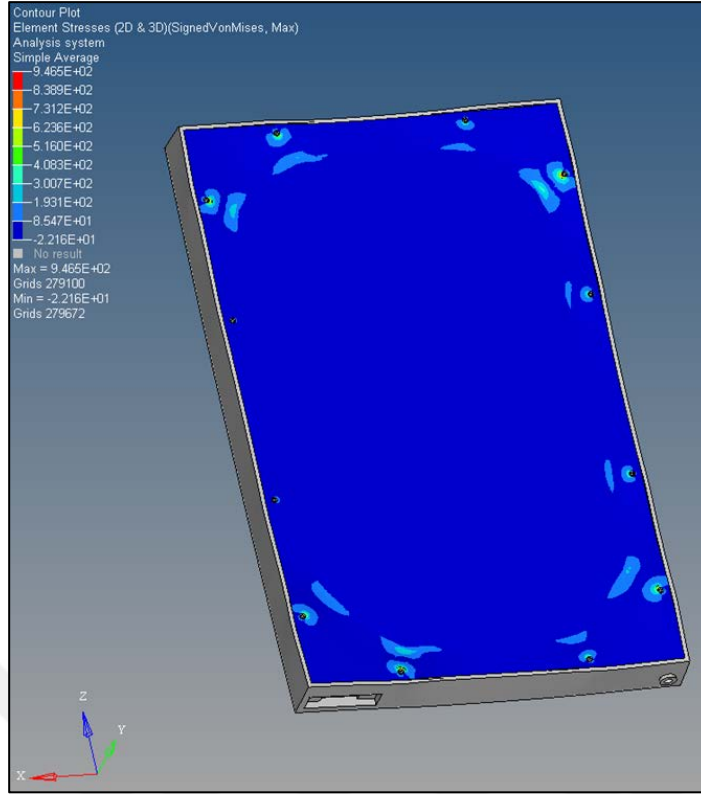
Çubukların deformasyon hali Şekil 5.14’de görülebilmektedir. En büyük deformasyon ikincil kilitleme çubuğunun orta bölgelerinde meydana gelmektedir. Bunun, temel nedeni çubuk üst yataklamasının analizin basitleştirilmesi amacıyla ihmal edilmesidir. En büyük deformasyon miktarı 0,1336 mm olarak elde edilmiştir. Bu değer, gerçek durum için daha düşük olacaktır ve yeterince emniyetlidir.



Şekil 5.14 : Çubukları deformasyon hali.

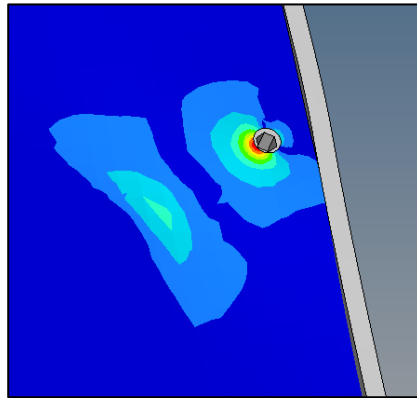
### 5.5 Kapı Sacı Analiz Sonuçları

Analiz sonucunda kapı sacındaki gerilme durumu Şekil 5.15’te verilmiştir. Deformasyon miktarı 10 kat büyütülerek gösterilmiştir. Sonuçlar, Von Mises’e (eşdeğer gerilme veya maksimum şekil değiştirme enerjisi) göre elde edilmiştir. Kapı sacının malzemesi 1/8 oranında sertleştirilmiş AISI 304 paslanmaz çeliktir ve Çizelge 4.5’te mekanik özellikleri verilmiştir.



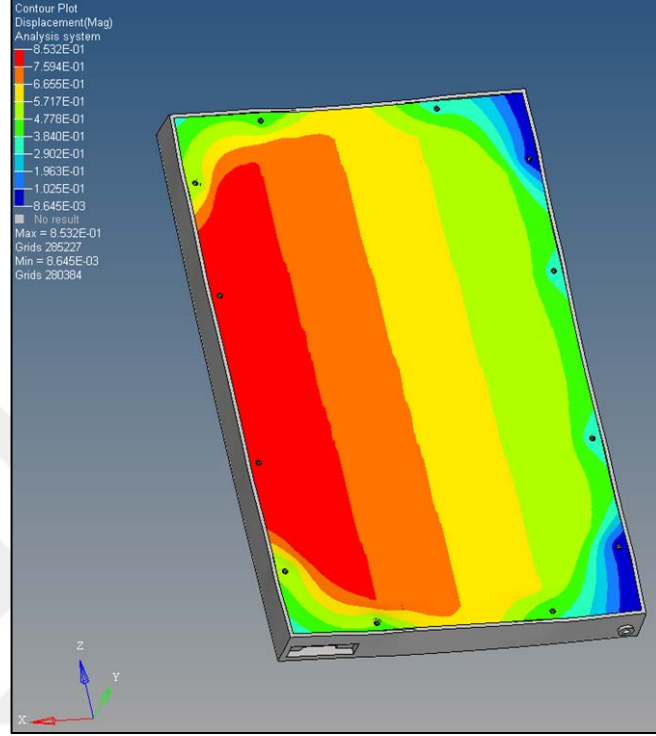
**Şekil 5.15 :** Kapı sacı gerilme hali.

Sonuçlar incelendiğinde en büyük çekme gerilmesi  $946,5 \text{ N/mm}^2$  ve en büyük basma gerilmesi  $22,16 \text{ N/mm}^2$  olarak elde edilmiştir. En fazla gerilmenin olduğu bölge kapı sacının kapı gövdesine vidalandığı bölgelerde görülmektedir. Bunun temel nedeni bağlantının analiz modelinde rijit şekilde yapılmasıdır. Şekil 5.16’da tek bir vida bağlantı noktası için detay gerilme hali gösterilmiştir. Gerçek halde, bu gerilmeler daha düşük değerlerde meydana gelecektir. Kapı üzerindeki gerilmeler  $20 \text{ N/mm}^2$  mertebesinde. Malzemenin akma mukavemeti  $420 \text{ MPa (N/mm}^2)$  olduğundan dolayı kapı sacı gerilme yönünden emniyetlidir.



**Şekil 5.16 :** Vidalama bölgesi gerilme hali.

Kapı sacı deformasyon hali Şekil 5.17’de görülebilmektedir. En büyük deformasyon miktarı 0,8532 mm olarak elde edilmiştir. Böyle bir yükleme durumu için bu değer kabul edilebilir sınırlar içerisinde.



Şekil 5.17 : Kapı sacı deformasyon hali.

## 5.6 Analiz Özeti

Yüklemeye koşulunun statik olarak uygulandığı nümerik analiz sonucunda seçilen tasarımın mukavemet açısından istenen şartları sağladığı görülmüştür. Kapı gövdesinde deformasyonu azaltmak amacıyla feder yapısı iyileştirilebilir. Gerileme bakımından malzeme lineer elastik bölgededir. Kilitlemeyi sağlayan çubuklar için iyileştirmeye gerek görülmemektedir. Hem deformasyon hem de gerilme bakımından emniyetli bölgededir. Kapı sacında ise vidalama bölgelerindeki gerilme değeri analiz temas kabulünden kaynaklı olarak çok yüksek çıkmıştır. Vidalamaya yakın bölgelerde bu değerler çok daha düşüktür. Buna rağmen vidalama bölgeleri form verilerek iyileştirilebilir. Dolayısıyla, kapı genelinde elde edilen gerilme değeri oldukça emniyetlidir. Deformasyon miktarı, bu yükleme şartı için istenen sınırlar içerisinde.





## 6. PROTOTİPLEME ÇALIŞMALARI

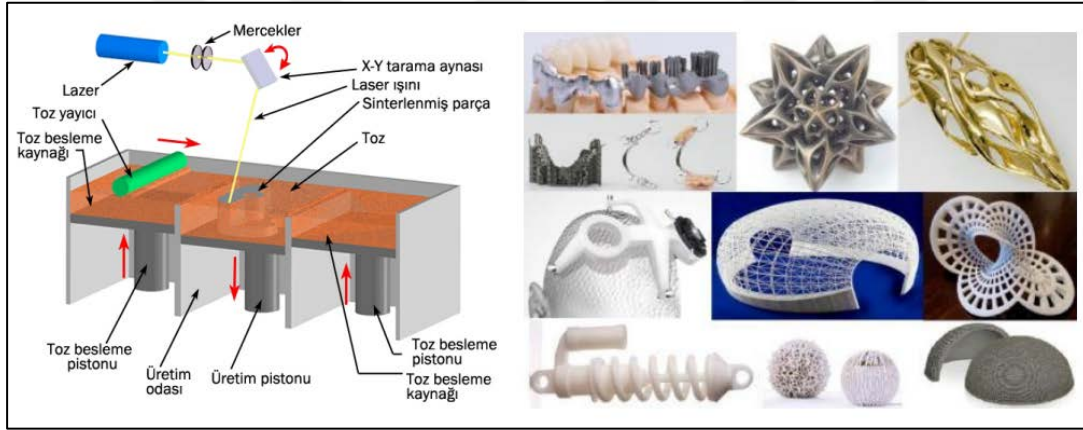
Prototipleme çalışmaları, hesaplamaları yapılmış ve CAD programında boyutlandırılmış olan tasarımın fonksiyonunu yerine getirip getirmediği veya ne oranda yerine getirdiğinin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilmektedir. Çalışma sonucunda, tasarımın geliştirilmesi gereken yönlerinin belirlenmesi daha kolay olmaktadır.

Bölüm 4'te detaylandırılmış olan konseptin fonksiyonunu ne şekilde yerine getireceği ile ilgili prototipinin alınmasına karar verilmiştir. Bu amaçla, Arçelik A.Ş. bünyesindeki Hızlı Prototipleme Atölyesinde prototip parçaları imal edilmiştir. Metal parçalar, freze ve torna tezgahlarında işlenmiştir. Geri kalan parçaların imali ise 3 boyutlu yazıcı teknolojilerinden biri olan SLS yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

### 6.1 SLS Hızlı Prototipleme Yöntemi

Türkçesi "Seçici Lazer Sinterleme" olan bu proses, ısı oluşumu için CO<sub>2</sub> lazer kullanır ve malzeme toz haldedir. Lazer yardımıyla, CAD verisini katmanlar halinde oluşturarak 3 boyutlu parçayı meydana getirir. Isıtıldıklarında birleşebilen toz halindeki malzeme ince ve düz bir tabaka katman kalınlığı kadar üretim tablası üzerine yayılır. Tarayıcı sistem yardımıyla CO<sub>2</sub> lazer, tabaka halindeki tozlar üzerinde CAD verisine bağlı olarak seçilen bölgeleri tarar ve ilk katman tamamlanmış olur. Daha sonra, diğer katmanın oluşturulması için tezgah tablası altındaki platform sayesinde, katman kalınlığı kadar aşağıya iner. Toz yayıcı mekanizma ile önceki katman üzerine yeni katman kalınlığı miktarında toz serilir ve yine önceki katman gibi lazer ile taranır. İşlemler, 3 boyutlu model oluşuncaya kadar sürmektedir. Sinterleme işleminin bitmesinden sonra sinterleme istasyonunun soğuması amacıyla belirli bir süre beklenir. Sonra, tamamlanmış olan parça üretim tablasından alınır ve içerindeki tozlar temizlenir. SLS ile üretilen parçalar kumlama veya istendiğinde boyama gibi operasyonlara ihtiyaç duymaktadır. SLS sistemi, yapısından dolayı kullanılmış olan toz malzemenin belirli bir oranda geri dönüşümünü de içerir [19].

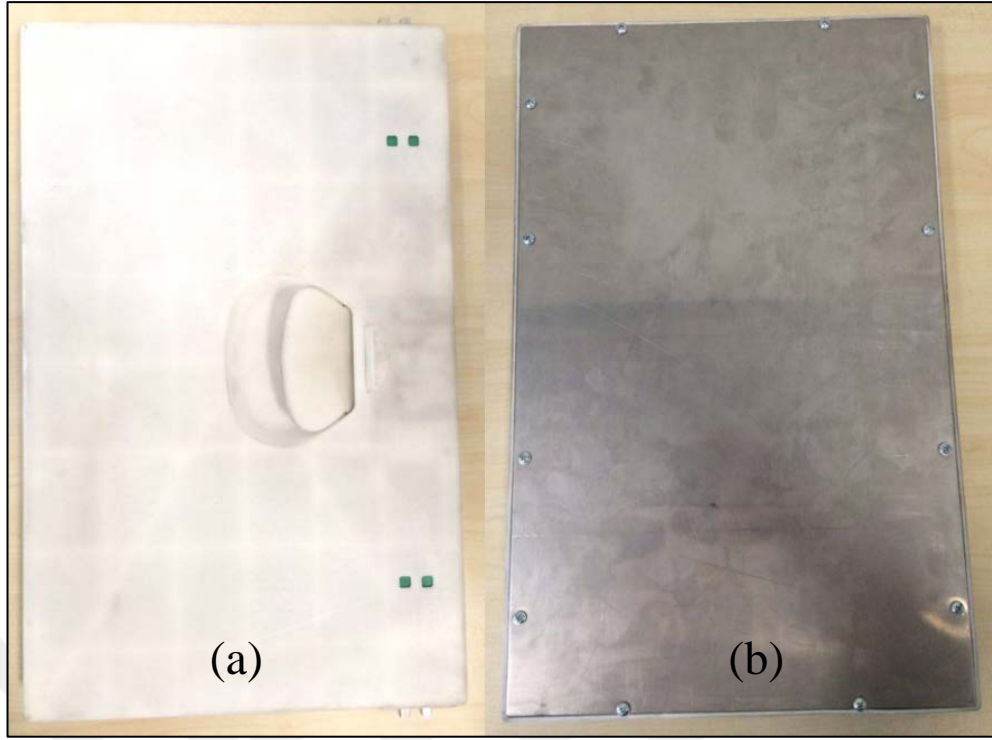
SLS yönteminde malzeme olarak, polyamid (nylon), polistren, karbon fiber ve alüminyum katkılı polyamid gibi plastik malzemeler, paslanmaz çelik, kobalt krom, nikel krom, titanyum gibi metal alaşımları ve doğrudan kalıp için kalıp kumu gibi seramik kullanılabilir. SLS yöntemi ile üretilen parçalar mukavemetlidir. Bu nedenle, konsept modellerin, fonksiyonel parçaların, hızlı döküm ve hızlı kalıp için gerekli parçaların üretiminde kullanılmaktadır. Bu yöntemde parçanın üretimi esnasında destek yapılar gerekli olmamaktadır. Çünkü, her bir katmanda sinterlenmiş olan tozun dışında kalan tozlar, destek görevi görürler. Bitmiş olan parçaya uygulanan işlemler (kuvlama gibi) en az seviyededir. Lazer yardımıyla sinterlenmiş olan parça katı haldedir. Yöntemin dezavantajı ise üretimi gerçekleştirilen parçaların çarpılmaması için soğumaya bırakılması gerekliliğidir [19]. SLS yönetim prensibi ve üretilmiş bazı parçalar Şekil 6.1’de gösterilmiştir.



**Şekil 6.1** : SLS yöntemi çalışma prensibi ve üretilmiş bazı parçalar [19].

## 6.2 Kapı Kilitleme Prototipi

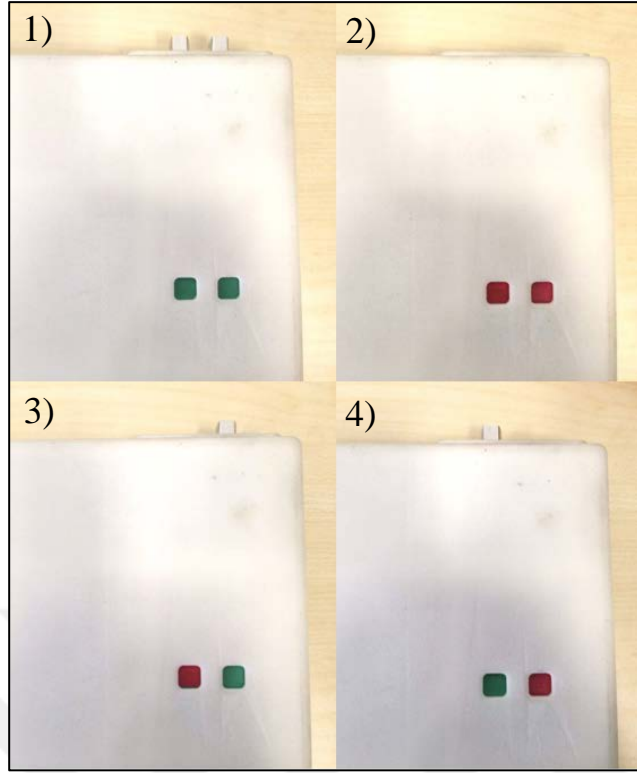
Kapı kilitlemede iki adet birbirinden bağımsız kilitleme mekanizması yer almaktadır. Her iki mekanizma da SLS yöntemi ile üretilmiş olan kapı gövdesine montaj edilmiştir. Kapının içerisinde mekanizmaların da yer aldığı görünümü Şekil 6.2’de gösterilmiştir. Aynı zamanda, birincil kilitlemeyi tetiklemeye yarayan pedal tipi tutamak ve ikincil kilitlemeyi tetiklemeye yarayan buton da SLS yöntemi ile üretilmiştir. Bu parçaların gerçek malzemesi Bölüm 4.6.1’de seçilen PA 6 GF 30’dur.



**Şekil 6.2 :** Kapı prototipi (a) önden görünüm (b) arkadan görünüm.

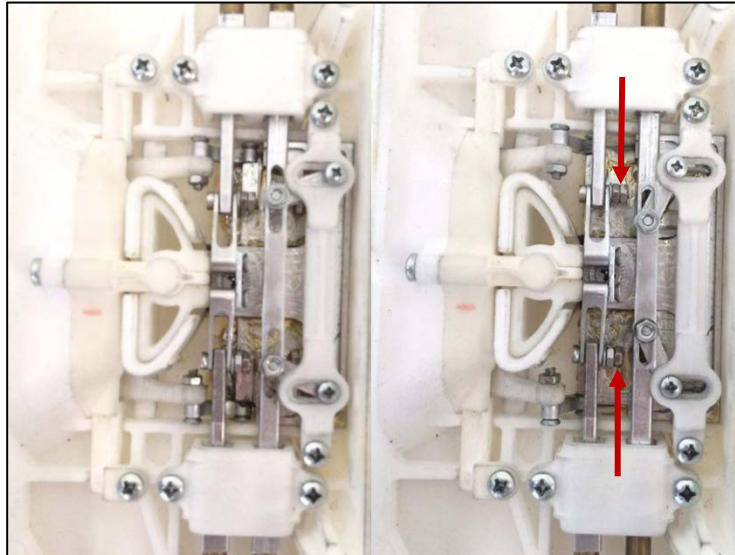
Kilitleme sistemi için çubukların kilitli ve serbest konumları bulunmaktadır. Kilitli konum için göstergeler yeşili, serbest konum için kırmızıyı göstermektedir. İki adet kilitleme mekanizması bulunduğundan dolayı 4 ayrı konum kombinasyonu oluşmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir ve Şekil 6.3'te gösterilmiştir:

- 1) Birincil ve ikincil mekanizma kilitli konum: Tüm çubuklar kapı yüzeyine göre en dış konumdadır.
- 2) Birincil ve ikincil mekanizma serbest konum: Tüm çubuklar kapı yüzeyine göre en iç konumdadır.
- 3) Birincil mekanizma kilitli, ikincil mekanizma serbest konum: Birincil mekanizma çubukları kapı yüzeyine göre en dış, ikincil kilitleme çubukları ise en iç konumdadır.
- 4) Birincil mekanizma serbest, ikincil mekanizma kilitli konum: Birincil mekanizma çubukları kapı yüzeyine göre en iç, ikincil kilitleme çubukları ise en dış konumdadır.



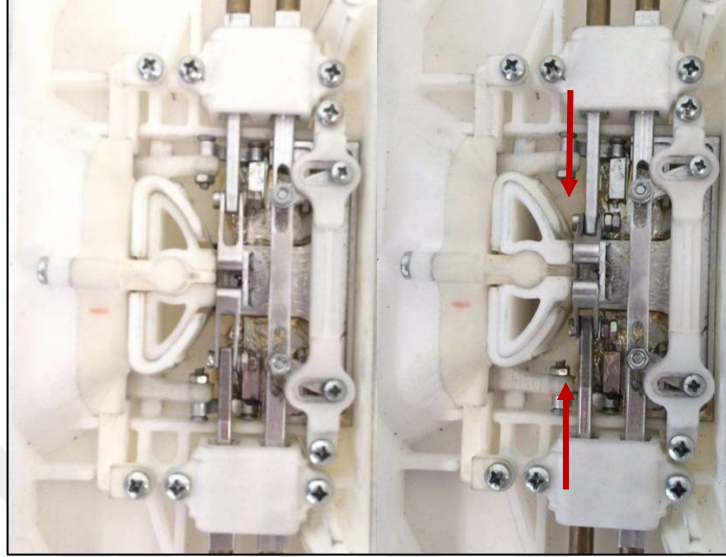
**Şekil 6.3 :** Kilitleme konum kombinasyonları.

Bir tutamak yardımıyla tetiklenen bu mekanizmada tutamak çekildiğinde çubuklar kapı gövdesinin merkezine doğru çekilerek serbest konuma geçmektedirler. Şekil 6.4'te sadece birincil kilitleme mekanizması için kilitli ve serbest konum detayı gösterilmiştir.



**Şekil 6.4 :** Birincil kilitleme mekanizması konumları.

Bir buton yardımıyla tetiklenen bu mekanizmada tutamak çekildiğinde çubuklar kapı gövdesinin merkezine doğru çekilerek serbest konuma geçmektedirler. Şekil 6.5'te sadece ikincil kilitleme mekanizması için kilitli ve serbest konum detayı gösterilmiştir.



**Şekil 6.5 :** İkincil kilitleme mekanizması konumları.

Kapının açılabilir hale gelmesi için her iki kilitlemenin de serbest konumda olması gerekmektedir. Bu nedenle, aynı anda iki mekanizmanın da tetiklenerek serbest konuma geçmesi şarttır. İki mekanizmanın da tetiklenerek serbest hale geldiği konum Şekil 6.6'daki gibidir. Tetikleme elemanları Bölüm 4.2'de belirlenmiş olan kuvvetlere göre açılabilir. Fakat, SLS yöntemiyle üretilen parçaların sürtünmelerinin yüksek olması sebebiyle gerçek duruma göre bir miktar daha fazladır.



**Şekil 6.6 :** Birincil ve ikincil kilitlemelerin serbest haldeki konumları.

Prototip alışması sonucunda tasarımın istenen fonksiyonları yerine getirdiği gözlenmiştir. ubukların strok mesafesi olan 8 mm'lik kritik ölçü tetikleme elemanlarının hareketi ile kinematik analizdeki gibi sağlanmaktadır. Bunun yanı sıra, kilitleme mekanizmasının beklenen kuvvetleri de karşıladığı görülmüştür. Burada, prototip malzeme kaynaklı sürtünmeler gerçek duruma göre bir miktar fazladır. Sonuçta, gerçek malzemeler ile üretilmiş olacak bu tasarım daha iyi çalışacaktır. Bağlantı ve pim elemanları olarak prototip için standart vida, cıvata ve somunlar kullanılmıştır. Bu bölgelerdeki bağlantılar geliştirilebilir. Tüm durumlar incelendiğinde ufak geliştirmelerin yapılabileceği prototip ile tasarımın fonksiyonelliği doğrulanmıştır.



## 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında aşırı yükleme altında emniyetli bir şekilde çalışabilecek bir kapı kilitleme mekanizması tasarımı gerçekleştirilmiştir. Kilitleme prensibi kapının üstten ve alttan çubuklar yardımıyla kilitli kalması şeklindedir. Bunun yanı sıra, kilitleme mekanizmasının hasar görmesi sonucunda oluşabilecek olumsuzluklara karşı iki kilitleme mekanizmasının kullanılmasına karar verilmiştir. Böylece, birbirinden bağımsız olarak çalışabilecek iki farklı kilitleme mekanizması ve tetikleme elemanı tasarlanmıştır. Tasarımın detaylandırılmasından önce iki adet konsept geliştirilmiştir. Konseptlerin “fayda-değer” analizi ile değerlendirilmesinden sonra konseptlerden detaylı tasarımı yapılacak olan belirlenmiştir. Bu tasarımda pedal tipi bir tutamak ve buton tetikleme elemanı olarak kullanılmıştır.

Tasarımın detaylandırılmasında tetikleme elemanlarının hareketini belirleyecek olan kinematik analiz yapılmıştır. Bunun sonucunda çubukların 8 mm’lik stroğu için gerekli hareketler tutamak için 22°’lik bir dönme iken buton için 8,8 mm’dir. Kuvvet analizinde, tutamağa uygulanması gereken 25 N kuvvet ile butona basılması gereken 15 N’luk kuvvet yardımıyla kapının kilitli kalmasını sağlayan yay hesabı yapılmıştır. Bu hesapta çubuklara gelen en düşük kuvvet olan 4,3 N kullanılmıştır. Sonuçta 0,6 mm çapında bir basma yayı seçilmiştir. Yay hesabıyla birlikte tasarım yapısal olarak detaylandırılıp modellenmiştir.

Malzeme seçiminde, kapı gövdesinin plastik esaslı olması uygun bulunmuş ve mukavemet gereksiniminden dolayı %30 cam katkılı PA 6 seçilmiştir. Tetikleme elemanlarının da malzemesinin kapı gövdesi ile aynı olmasına karar verilmiştir. Yataklama elemanları bronz, kapı sacı AISI 304 paslanmaz çelik ve geriye kalan metal parçalar hafiflik ve mukavemet gereksinimi nedeniyle alüminyum T6 ısıtılmış 7075 serisi seçilmiştir.

Kapının aşırı yükleme altında kapı gövdesinin, kilitleme çubuklarının ve kapı sacının gerilme/deformasyon durumları statik halde incelenmiştir. Sonuçlara bakıldığında kapı gövdesi için en büyük gerilme değeri basma şeklinde 39,24 N/mm<sup>2</sup>, en büyük deformasyon değeri 1,079 mm’dir. Çubuklar için en büyük gerilme değeri çekme

şeklinde  $205,8 \text{ N/mm}^2$ , en büyük deformasyon değeri  $0,1336 \text{ mm}$ 'dir. Kapı sacında vidalama bölgelerinde rijit bağlamadan kaynaklı aşırı gerilme değeri düşünülmediğinde kapı sacı üzerine etki eden gerilmeler  $20 \text{ N/mm}^2$  civarındadır. Deformasyon ise  $0,8532 \text{ mm}$  olarak görülmüştür. Bu değerler, parçaların mukavemet bakımından emniyetli sınırlar içerisinde olduğunu göstermiştir.

Prototipleme sürecinde tasarımdaki parçalar çeşitli imalat yöntemleri ile imal edilmiş ve montajlanmıştır. Ortaya çıkan prototipin nümerik analiz dışında tasarıma uygun olduğu görülmüştür.

Çalışma sonucunda ileride yapılabilecek çalışmalar için öneriler şu şekilde sıralanabilir:

- Kilitleme melanizmalarındaki bağlantı noktaları ve mafsal bölgelerindeki pimler geliştirilebilir.
- Kapı gövdesi deformasyon miktarının düşürülmesi için mukavemetini arttıracak iyileştirmeler yapılabilir.
- Kapı sacının kapıya vidalanmasını sağlayan vidalama bölgelerinde yüksek gerilmelerin oluşmasının engellenmesi için geliştirmeler yapılabilir.
- Nümerik analizde statik hal yerine dinamik hal için analiz yapılarak kapıya etki edebilecek kütlelerin etkisi gerçeğe daha yakın bir şekilde elde edilebilir.
- Kapı kilitleme prototipi nümerik analizin doğrulanması için belirlenmiş olan yükleme koşulunda test edilebilir.



## KAYNAKLAR

- [1] **Url-1** <<http://www.historyofkeys.com>>, alındığı tarihi 10.03.2016.
- [2] **Url-2** <<http://inventors.about.com>>, alındığı tarihi 10.03.2016.
- [3] **SELL GMBH.** (2012). *European Patent No. EP1983131 (B1)*. Erişim Espacenet.
- [4] **SOUTHCO.** (2004). *European Patent No. EP1778938 (B1)*. Erişim Espacenet.
- [5] **APW ELECTRONICS LTD.** (2000). *G.B. Patent No. GB2364741 (B)*. Erişim Espacenet.
- [6] **TAKIGEN MFG CO LTD.** (1997). *Japan Patent No. JP3124953 (B2)*. Erişim Espacenet.
- [7] **VON DUPRIN INC.** (1984). *U.S. Patent No. US4601499 (A)*. Erişim Espacenet.
- [8] **EASTERN CO.** (1988). *U.S. Patent No. US4892338 (A)*. Erişim Espacenet.
- [9] **Temiz, V.** (2016). *Konstrüksiyon Sistematiği* (Ders Notları). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [10] **Sclater, N., Chironis, N.P.** (2007). *Mechanisms And Mechanical Devices Sourcebook*. McGraw-Hill
- [11] **Url-3** <<http://www.springworksutah.com>>, erişim tarihi 11.04.2016.
- [12] **High performance plastics.** *Wikipedia*. Alındığı tarih 29 Mart, 2016, [https://en.wikipedia.org/wiki/High\\_performance\\_plastics](https://en.wikipedia.org/wiki/High_performance_plastics).
- [13] **Url-5** <<http://www.plasticseurope.org>>, alındığı tarihi 29.03.2016.
- [14] **Url-6** <<http://www.resinex.co.uk>>, alındığı tarihi 29.03.2016.
- [15] **Url-7** <<http://www.makeitfrom.com>>, alındığı tarihi 29.03.2016.
- [16] **Url-8** <<http://www.bronzfiyatları.com>>, alındığı tarihi 03.04.2016.
- [17] **Url-9** <[www.copper.org](http://www.copper.org)>, alındığı tarihi 03.04.2016.
- [18] **Akdoğan, A.** (2008). *Al ve Alaşımları* (Ders Notları). Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [19] **Çelik İ., Karakoç F., Çakır M. C., Duysak A.** (2013). Hızlı prototipleme teknolojileri ve uygulama alanları, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Sayı 31, Kütahya.



## ÖZGEÇMİŞ



**Ad Soyad** : Arda KUYUMCU  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Kadıköy/İstanbul, 1991  
**E-Posta** : ardakuyumcu@outlook.com

### ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2014, Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi,  
Makine Mühendisliği