



T.C.  
Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü

TEZİN BAŞLIĞI ÇERÇEVE İÇERİSİNE  
TIMES NEW ROMAN YAZI KARAKTERİ VE  
12 PUNTO KULLANILARAK ORTALI BİR  
ŞEKİLDE YAZILMALIDIR

Adı SOYADI

Yüksek Lisans Tezi



**TİCARİ ARAÇLARIN KANATLI KAPILARININ  
ÇALIŞMA PRENSİPLERİNİN İNCELENMESİ VE  
MEKANİK SİSTEMLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

**Aykut KÖSE**



T.C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TİCARİ ARAÇLARIN KANATLI KAPILARININ ÇALIŞMA  
PRENSİPLERİNİN İNCELENMESİ VE MEKANİK SİSTEMLERİNİN  
GELİŞTİRİLMESİ**

**Aykut KÖSE**

Prof. Dr. Yahya IŞIK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2019

Her Hakkı Saklıdır

## TEZ ONAYI

Aykut KÖSE tarafından hazırlanan "TİCARİ ARAÇLARIN KANATLI KAPILARININ ÇALIŞMA PRENSİPLERİNİN İNCELENMESİ VE MEKANİK SİSTEMLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü KONSTRUKSIYON-İMALAT Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Prof. Dr. Yahya IŞIK

**Başkan** : Prof. Dr. Yahya IŞIK

Uludağ Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

**Üye** : Prof. Dr. Ali Rıza YILDIZ

Uludağ Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi

Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

**Üye** : Dr. Öğr. Üyesi Selçuk KARAGÖZ

Bursa Teknik Üniversitesi

Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. HÜSEYİN AKSEL EREN

Enstitü Müdürü

23/05/2019

**U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

**19/06/2019**

**Aykut KÖSE**

## ÖZET

### Yüksek Lisans Tezi

#### TİCARİ ARAÇLARIN KANATLI KAPILARININ ÇALIŞMA PRENSİPLERİNİN İNCELENMESİ VE MEKANİK SİSTEMLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

**Aykut KÖSE**

Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Konstrüksiyon-İmalat Anabilim Dalı

**Danışman:** Prof. Dr. Yahya IŞIK

Bu çalışmada, ticari araçlarda kullanılmakta olan yolcu kapılarının mekanik sistemleri incelenmiştir. İncelenen mekanik sistemler içerisinde Elektrikli Dışa Açılır Çift Kanatlı Yolcu Kapısı ile ilgili olarak yol testleri, bench testleri, CAE Analizleri ve tork-amper ölçüme testleri yapılmıştır. Yapılan testlerden elde edilen sonuçlar CAD ortamında modellenerek, CAE analizleri yapılmış ve test sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Yolcu kapısı çalışması esnasında ölçülen tork değerlerine göre dişli malzeme kontrolleri ve elektrik motoru tork-amper ölçümleri test edilmiştir. Testler sonucunda elde edilen verilerin analizi ile yolcu kapısı bağlantı braketinde sehim miktarları azaltılarak, yolcu kapısı çalışmasında rijitlik artışı sağlanmış ve mekanik sistemde iyileştirmeler yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ticari Araç, Yolcu Kapısı, Elektrikli Kapı, Test, CAE.

2019, ix + 44 sayfa.

## **ABSTRACT**

**MSc Thesis**

### **EXAMINATION OF WORKING PRINCIPLES OF WING DOORS OF COMMERCIAL VEHICLES AND DEVELOPMENT OF MECHANICAL SYSTEMS**

**Aykut KÖSE**

Uludağ University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mechanical Engineering

**Supervisor:** Prof. Dr. Yahya IŞIK

In this study, mechanical systems of passenger doors of commercial vehicles are examined. Road tests, bench tests, CAE Analyses and torque-current measurements were performed for the Electric Outward Double Wing Passenger Door. The results obtained from the tests were modelled in CAD programs and CAE analyses were performed and compared with the test results. Material of Gear controls and electric motor torque-current measurements have been tested according to the measured torque values during the passenger door operation. By analysing the data obtained as a result of the tests, the rigidity increase was observed in the passenger door operation by decreasing the deflection amounts in the passenger door mounting bracket and improvements were made in the mechanical system

**Key words:** Commercial Vehicle, Passenger Door, Electric Door, Test, CAE.

2019, ix + 44 pages.

## TEŞEKKÜR

Türk sanayiinde faal olarak kullanılan fakat mühendislik literatüründe kendine pek yer bulamamış bu konu ile ilgili bir eser meydana getirmenin mutluluğu ve gururu içerisindeyim. Başta bu çalışma da dahil tüm hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen aileme, çalışma sürecim boyunca sabırla yanımda olan eşime, bilgi birikimi ile sürekli bana görüş ve tecrübelerini aktaran değerli hocam Prof. Dr. Yahya IŞIK'a, KARSAN Mühendislik Birimi'nde birlikte çalışmakta olduğum tüm arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın ilgili mühendislere ışık tutması dileğiyle...

**AYKUT KÖSE**

**23/05/2019**



## İÇİNDEKİLER

### SAYFA

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	5
3.1. Yolcu Kapıları ile İlgili Genel Bilgiler.....	5
3.2. Yolcu Kapılarının Sınıflandırılması.....	6
3.2.1. Çalışma Şekillerine Göre Yolcu Kapıları.....	7
3.2.2. Tahrik (Güç) Çeşitlerine Göre Yolcu Kapıları.....	8
3.3. Pnömatik Yolcu Kapıları.....	10
3.4. Elektrikli Yolcu Kapıları.....	12
3.4.1. Elektrikli Yolcu Kapılarının Çalışma Prensiplerinin İncelenmesi.....	13
3.4.2. Elektrik Sisteminin İncelenmesi.....	14
3.4.3. Mekanik Sisteminin İncelenmesi.....	16
3.5. Elektrik Motoru Seçim Kriterleri.....	17
3.6. Dişli Hakkında Genel Bilgiler.....	20
3.7. Kapı Montajında Genel Prensipler.....	24
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	28
4.1. Elektrikli Yolcu Kapısı İyileştirme Çalışmaları.....	28
4.2. Elektrikli Yolcu Kapısı Mekanik İyileştirme Çalışmaları.....	28
4.2.1. Bağlantı Braketinin Sehim Değerlerinin Ölçümü ve İyileştirmeler.....	28
4.2.2. Yolcu Kapısı Çalışma Esnasında Maruz Kaldığı Tork Değerlerinin Ölçümü.....	30
4.2.3. Redüktör Dişlilerinin Maruz Kaldığı Tork Değerlerinin Ölçülmesi.....	33
4.2.4. Elektrik Motoru Tork Ölçümü ve Hesaplaması.....	35
4.3. Yolcu Kapısı Ömür Testleri.....	37
5. SONUÇ.....	40
KAYNAKLAR.....	42



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

### Açıklama

DB	Desibel
V	Hız
km/h	Hız
m/s	Hız
a	İvme
m/s <sup>2</sup>	İvme
F	Kuvvet

### Kisaltmalar

### Açıklama

BIW	Body In White (Gövde)
D&C	Doors And Closures (Gövde Hareketli Parçalar)
CAD	Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
CAE	Computer Aided Engineering (Bilgisayar Destekli Müh.)
FEA	Finite Element Analysis (Sonlu Elemanlar Analizi)

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### SAYFA

Şekil 1.1. Toplu taşıma araçlarında örnek yolcu kapısı kullanımı.....	2
Şekil 3.1. Yolcu kapısı açıklık kontrolleri (UN-ECE-R107-03).....	6
Şekil 3.2. Dışa açılır yolcu kapıları (Anonim, 2018e).....	7
Şekil 3.3. İçe açılır yolcu kapıları (Anonim, 2018e).....	8
Şekil 3.4. Kayar yolcu kapıları (Anonim, 2018e).....	8
Şekil 3.5. Pnömatik yolcu kapıları (Anonim, 2018b).....	9
Şekil 3.6. Elektrikli yolcu kapıları (Anonim, 2018b).....	9
Şekil 3.7. Otobüs kapı devresi (MEGEP).....	10
Şekil 3.8. Otobüs kapı devresinin çalışması (MEGEP).....	11
Şekil 3.9. Pnömatik yolcu kapıları eleman ve bileşenleri (Anonim,2018g).....	12
Şekil 3.10. Elektrikli yolcu kapıları eleman ve bileşenleri (Anonim,2018i).....	13
Şekil 3.11. Yolcu kapısı açma-kapanma hareketi sistematığı.....	14
Şekil 3.12. Yolcu kapısı mekanik sistemini oluşturan parçalar (Anonim,2018i).....	16
Şekil 3.13. Örnek dişli grubu parçaları.....	16
Şekil 3.14. Elektrik motoru parçaları (Anonim,2018j).....	17
Şekil 3.15. Tork hesabı (Anonim,2018k).....	18
Şekil 3.16. DC motorun bölümleri (Anonim,2018k).....	19
Şekil 3.17. Dişli çeşitleri.....	20
Şekil 3.18. Dişli ana kanunu.....	21
Şekil 3.19. Dişli profili.....	23
Şekil 4.1. Yolcu kapısı montaj sistematığı.....	29
Şekil 4.2. Yolcu kapısı bağlantı braketi iyileştirmesi.....	29
Şekil 4.3. Yolcu kapısı bağlantı braketi sehim iyileştirmesi.....	30
Şekil 4.4. Yol testi simülasyonları.....	31
Şekil 4.5. Ön kanat tork-amper ölçüm grafikleri.....	32
Şekil 4.6. Arka kanat tork-amper ölçüm grafikleri.....	32
Şekil 4.7. Dişli kutusu şematığı.....	33
Şekil 4.8. DC motor tork/hız ve tork/akım eğrileri.....	36
Şekil 4.9. 631 034 58/5 603 067 120 001 güç/amper/devir eğrileri.....	37

<b>Şekil 4.10.</b> E.D.C marka tork-amper ölçüm cihazı .....	37
<b>Şekil 4.11.</b> Yolcu kapısı test düzeneği .....	37



## ÇİZELGELER DİZİNİ

### SAYFA

Çizelge 3.1. UN-ECE-R107-03 Kapı açıklıkları .....	6
Çizelge 3.2. Pnömatik yolcu kapısı bileşenleri .....	11
Çizelge 3.3. Elektrikli yolcu kapısı bileşenleri .....	13
Çizelge 4.1. Yolcu kapısı bağlantı braketi sehim karşılaştırması .....	30
Çizelge 4.2. Hızlanma anında kapının kapanması, frenleme anında kapının açılması esnasında dişlilerin maruz kaldığı tork değerleri .....	34
Çizelge 4.3. Yolcu kapısı ömür testleri senaryoları .....	38
Çizelge 4.4. Yolcu kapısı ömür testi kontrol noktaları .....	39



## 1. GİRİŞ

Toplu taşıma araçlarında kullanılan en önemli elemanlardan birisi yolcu kapılarıdır. Gerek araç içi konforun sağlanması, gerek kullanım amacına uygunluk açısından ticari araçların zamanlamaları ve konforu bakımından yolcu kapıları; incelenmesi, çalışılması ve geliştirilmesi oldukça önemli bir araştırma alanıdır. Bu sistemlerde, birden çok farklı çalışma prensibine sahip modeller bulunmaktadır. Bu modellerden bazıları elektrik, pnömatik ve mekanik sistemlerden oluşan yolcu kapılarıdır.

Yolcu kapılarındaki iyileştirmelere ilişkin tasarımcılar tarafından birçok araştırma yapılmakta ve farklı modeller geliştirilmektedir. Yolcu kapılarında yapılan iyileştirmelerde tahrik sistemleri, açma-kapama zamanlarının optimizasyonu, sızdırmazlık gibi iyileştirmeler en çok araştırılan ve geliştirilen konular arasındadır.

Bu tez çalışmasında, yolcu kapılarında tahrik mekanizmalarının iyileştirilmesi konusu ağırlıklı olarak incelenmiştir. Mekanik sistemlerin iyileştirilme çalışmalarına ek olarak validasyon süreçleri konusunda da yapılan test sonuçları ve doğrulama yöntemleri de ayrıca incelenmiştir.

Toplu taşıma araçları için önemli olan hususlardan biri, zamanlamadır. Bu zamanlamada en önemli etken, bireylerin iniş-binişlerinde kullanılan süredir. Bu iniş-biniş sürelerini optimize etmek için, araç sistemlerinde değişiklik yapılabilecek en önemli alan kapılarda yapılacak tasarım değişiklikleridir. Yapılacak tasarım değişiklikleri, iniş-biniş sürelerine direkt olarak etki etmektedir. Burada iyileştirme olarak, yalnızca kapının hızlı açılıp kapanması algılanmamalıdır. Açılıp kapanma hızının yüksek olması, tahrik sistemlerini olumsuz etkileyebileceği gibi, kullanıcılar tarafından da ergonomik sorunların nedeni olacaktır. Bu konuda sahada yapılacak istatistik ölçümlerin baz alınması yararlı olacaktır.

Kapıların mekanik sistemlerinde yapılacak değişikliklere, bir diğer öneri de araç içi konforun sağlanmasıdır. Ses ve hava girişini engelleyebilmek için, sızdırmazlık konusunda titiz davranılmalı, bir takım önlemler alınmalıdır. Bu amaçla sızdırmazlığı arttırmak için fitil kesitleri incelenmeli, bu kesitlere ve standartlara uygun parçalar

kullanılmalıdır. Şekil 1.1’de toplu taşıma araçlarında örnek yolcu kapısı kullanımı görülmektedir.



**Şekil 1.1.** Toplu taşıma araçlarında örnek yolcu kapısı kullanımı

Bu tez çalışması sonucunda, Elektrikli Dışa Açılır Çift Kanatlı Yolcu Kapısı ile ilgili olarak yol testleri, bench testleri, CAE Analizleri ve tork-amper ölçümleri testleri yapılmıştır. Yapılan testlerden elde edilen sonuçlar CAD ortamında modellenerek, CAE analizleri yapılmış ve test sonuçları ile karşılaştırılmıştır.



## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Otomotiv sektöründe, toplu taşıma araçlarındaki ana unsur olan kapılar ile ilgili araştırmalar yoğun olarak devam etmektedir. Bu konuda araştırmalar yapılmasının bir diğer nedeni de uluslararası regülasyonların mevcut olmasıdır.

Bu bölümde tez konusu olan ticari araçların kanatlı kapılarının çalışma prensiplerinin incelenmesi ve mekanik sistemlerin geliştirilmesi konusunda yapılan araştırmalara ilişkin literatürde bulunan çalışmalar incelenmiştir.

Katz ve Garrow (2012), Bu çalışmada, otobüs tasarım faktörlerinin kapı önündeki yığılmaları (yoğunlukları) nasıl etkilediği incelenmiştir. Bu yığılmanın yolcu güvenliği açısından nasıl bir etkisi olduğunu gösterilmiştir. Bu sonuçlar Dhaka, Bangladeş'te 2.807 durak için toplanan verilere dayanmaktadır. Kapı önünde oluşan yığılmalar ve yoğunlukların, kapı yerleşimi, koridor da dâhil olmak üzere taşıt uzunluğu, ön oturma alanı ve servis tipi gibi çoklu otobüs tasarım faktörlerinden etkilendiği gözlenmiştir.

Buss (2014), İsveç ulaştırma bakanlığının yapmış olduğu araştırmada, toplu taşıma amaçlı kullanılan minibüs ve otobüslerde olması gereken zorunlu özelliklerin yanısıra opsiyonlar da sunulmuştur. Yoğunlukla UN-ECE-R107 regülasyonuna atıflar yapılmış olsa da, içerisinde kapı açılma-kapanma, kapı bölgesi özellikleri (yer, kaplama bilgileri vs) ile ilgili ayrıntılı bilgilere sahiptir.

UN-ECE-R107-07 (2017), Birleşmiş Milletler tarafından kabul gören, toplu taşıma araçlarındaki tasarımlarda dikkat edilmesi gereken ve uyulması zorunlu standarttır. Kapı tasarımları için uyulması zorunlu kurallar belirtmektedir. İçerisinde yolcu kapılarının ölçüleri, yerden yüksekliği, olması gereken zorunlu özellikler gibi ayrıntılı bilgilere yer verilmiştir.

Parmashwar, Ejazkittur ve Gouda (2015), Bu araştırmada sürücü kapılarında kullanılan menteşelerin sayısal analizi incelenmiştir. Solidworks programı ile modellenen kapı menteşelerinin sonlu elemanlar yöntemi ile (FEA) analizinin örnekleri sunulmuştur.

Kapılarda kullanılan menteşeleri sayısal analiz mantığı ile ilgili çalışmalar yer almaktadır.

Kaynak (2016), Toplu taşıma araçlarında kullanılan pnömatik sistemlerde (fren, kapı vb.) hava kayıplarının ölçülebilmesi ve önlenmesi için geliştirilen cihazlar ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. Yolcu kapılarında pnömatik tahrikli çeşitler de bulunduğundan, hava basıncı önemli bir konudur. Basınç düşürücü faktörlerin engellenmesi ve basınç ölçümleri ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

Wang (2015), Bu araştırmada, Spartan Superway isimli proje için 1:3 ölçekli bir prototip bir kapı tasarlanmış ve test edilmiştir. Araştırmada, kapı tasarımı ile ilgili genel prensiplere yer verildiği için tez çalışmamızda yararlanılan kaynaklardan birisi olmuştur.

JIN (2010), Otobüs tipi araçlarda diyagnoz çalışmalarının incelendiği bu araştırmada, yolcu kapıları da bir bölüm olarak incelenmiştir. Volvo marka otobüslerin yolcu kapılarının çalışma prensipleri incelendiğinden dolayı yararlanılmıştır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Yolcu Kapıları ile İlgili Genel Bilgiler

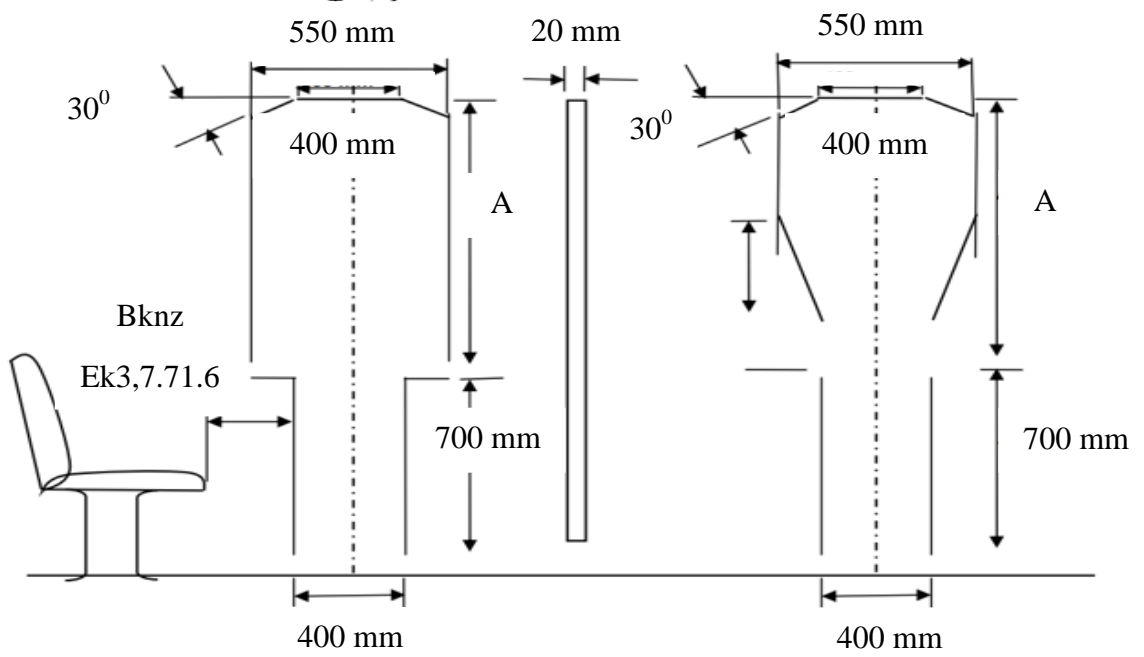
Yolcu kapıları, normal durumlarda yolcu giriş çıkışı; acil durumlarda yolcu tahliyesi gibi amaçlarla kullanılan, araç içi konfor için ses ve toz sızdırmazlığı konusunda önemli rol oynayan elemanlardır. Otomotiv sektöründe pek çok farklı tip ve özellikte kapılar kullanılmaktadır. Bu tez kapsamında toplu taşıma araçlarındaki yolcu kapıları incelenmiştir.

Yolcu kapıları tasarımında ve mekanik sistemlerinin belirlenmesinde aşağıdaki kontroller ve testler yapılmaktadır.

- Uluslararası standartların uygunluğunun kontrol edilmesi
- Sektörden gelen taleplere uygunluğun kontrol edilmesi
- Kapı açılma-kapanma sürelerinin belirlenmesi
- Kapı kullanım miktarlarının belirlenmesi
- Kapı kullanım şartlarının belirlenmesi
- Belirlenen kullanım şartı ve miktarlarına uygun test standartlarının oluşturulması
- Test standartlarına uygun parçaların tasarlanması
- Tasarımda üretilebilirlik kontrollerinin yapılması
- Tasarımda montaj edilebilirlik kontrollerinin yapılması
- Tasarımda ergonomi ve paketleme kontrollerinin yapılması
- Tasarlanan elemanların sayısal analizlerinin yapılması
- Tasarlanan elemanların test düzeneği üzerinde testlerinin yapılması
- Tasarlanan elemanların yol testlerinin yapılması

Bu kriterlere göre yapılan tasarımlarda optimum değerler sağlanmış olacaktır. Tasarım ve imalatı yapılan ürünler mühendislik açısından yeterli standartlarda olduğu gibi, sektör açısından da kabul edilebilir bir ürün olacaktır. Sektörde kullanılan minibüs ve

otobüslerde standartlara uygunluk kadar, kullanıcıların memnuniyeti de önemli noktalardan biri olduğu için, tasarlanan ürünün son kullanıcılar tarafından onaylanması ürünlerin tasarımında ; TEST – 1 parametredir. Ek olarak, EC TEST – 2 standardında, yolcu kapıları için açıklık değerleri test modelleri aracılığıyla yapılmaktadır. Çizelge 3.1’de UN-ECE-R107-03 Kapı açıklıkları ve test modeli Şekil 3.1’de detaylı olarak görülmektedir.



Şekil 3.1. Yolcu kapısı açıklık kontrolleri (UN-ECE-R107-03)

Çizelge 3.1. UN-ECE-R107-03 Kapı Açıklıkları

ARAC SINIFI	Üst Panel Yüksekliği [mm] ["A" ile gösterilen ölçü]	
	Test 1	Test 2
Sınıf A	950	850
Sınıf B	700	950
Sınıf I	1100	1100
Sınıf II	950	1100
Sınıf III	850	1100

### 3.2. Yolcu Kapılarının Sınıflandırılması

Yolcu kapıları için sınıflandırma ana maddeleri ile çalışma şekilleri ve tahrik şekillerine göre yapılabilmektedir.(Anonim,2018e)

A- Çalışma şekillerine göre yolcu kapılarının sınıflandırılması

- İçe açılır yolcu kapıları
- Dışa açılır yolcu kapıları
- Kayar yolcu kapıları

B- Tahrik (güç) şekillerine göre yolcu kapılarının sınıflandırılması

- Elektrikli yolcu kapıları
- Pnömatik yolcu kapıları

### 3.2.1. Çalışma Şekillerine Göre Yolcu Kapıları

Yolcu kapıları çalışma şekillerine göre yukarıda belirtildiği üzere sınıflandırılmıştır. Otobüs ve minibüs sektörü için kullanılan yolcu kapısı tipleri için örnekler aşağıdaki gibidir.

Dışa açılır yolcu kapıları, süpürme yüzeyleri araç dışına doğru olduğunda, genel olarak minibüs tarzı, araç içi alanın kısmen kısıtlı olduğu araçlarda kullanılmaktadır. Şekil 3.2'de dışa açılır yolcu kapıları görülmektedir.



**Şekil 3.2.** Dışa açılır yolcu kapıları (Anonim, 2018e)

İçe açılır yolcu kapıları, süpürme yüzeyleri araç içerisine doğru olduğundan, genel olarak otobüs tarzı, araç içi alanın kısıtlı olmadığı araçlarda kullanılmaktadır. Şekil 3.3'de içe açılır yolcu kapıları ve Şekil 3.4'te de kayar yolcu kapıları görülmektedir.



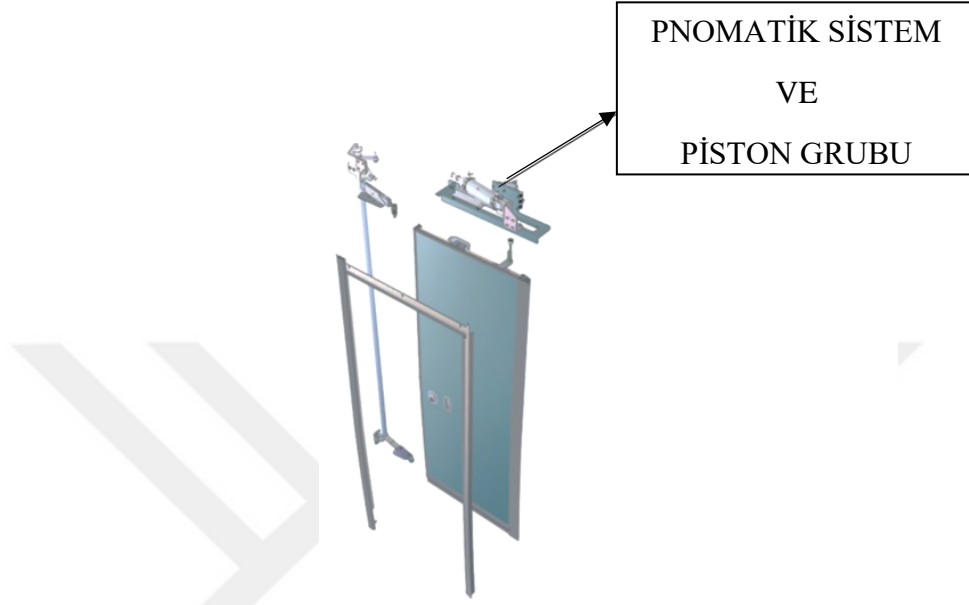
Şekil 3.3. İçe açılır yolcu kapıları (Anonim, 2018e)



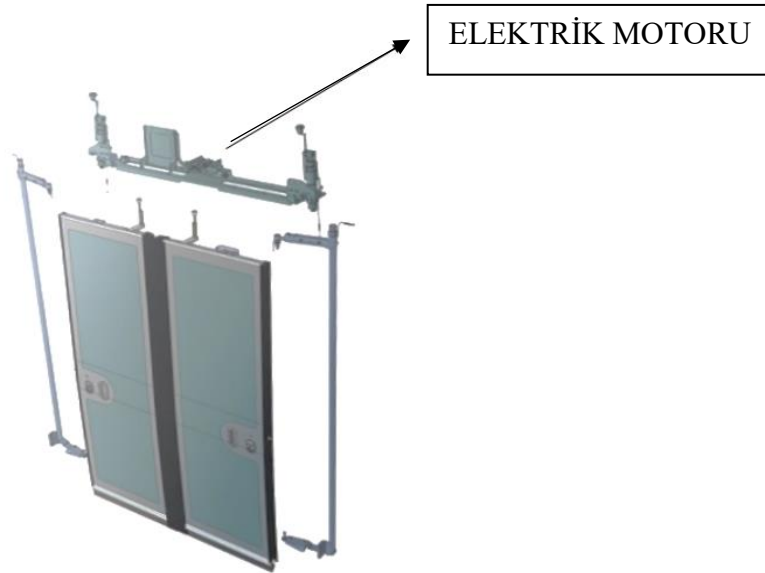
Şekil 3.4. Kayar yolcu kapıları (Anonim, 2018e)

### 3.2.2. Tahrik (Güç) Çeşitlerine Göre Yolcu Kapıları

Sektörde kullanılan minibüs, otobüs yolcu kapıları tahrik sistemleri açısından elektrikli ve pnömatik olarak ikiye ayrılırlar. Kullanım amaçları ve sektörde gelen taleplere göre seçimi yapılmaktadır. Şekil 3.5’de pnömatik yolcu kapıları ve Şekil 3.6’da da elektrikli yolcu kapıları görülmektedir.



**Şekil 3.5.** Pnömatik yolcu kapıları (Anonim, 2018b)



**Şekil 3.6.** Elektrikli yolcu kapıları (Anonim, 2018b)

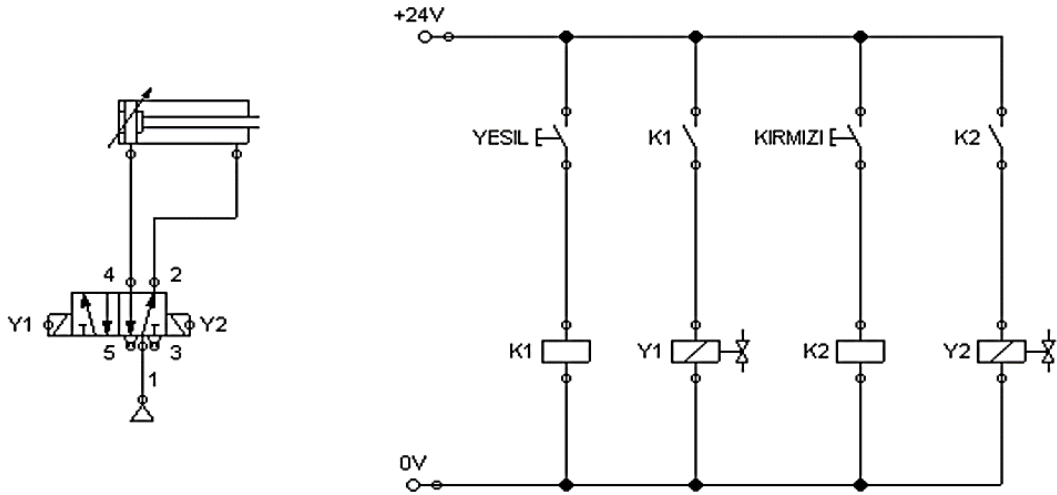
### 3.3.Pnömatik Yolcu Kapıları

Pnömatik yolcu kapıları, kompresörden hava beslenen piston grubunun, son kullanıcının vereceği tetik sonucu açılma-kapanma senaryolarının işlendiği, acil durumlarda genelde pnömatik gruptaki havanın tahliyesi ile açılabilen sistemlerdir.

Otobüs ve minibüs tipi araçlarda kullanımını görmek mümkündür. Yolcu kapıları üzerinde her bir kanat için birer piston olabileceği gibi, bazı örneklerde iki kanat için tek piston kullanımı da mevcuttur.

Çalışma prensibi kısaca, son kullanıcı tarafından verilen açılma/kapanma isteri, pnömatik grupta mevcut olan valfler yardımıyla havanın pistonlara yönlendirilmesi veya çekilmesi sonucunda yolcu kapıları açılma/kapanma işlemi gerçekleştirilir.

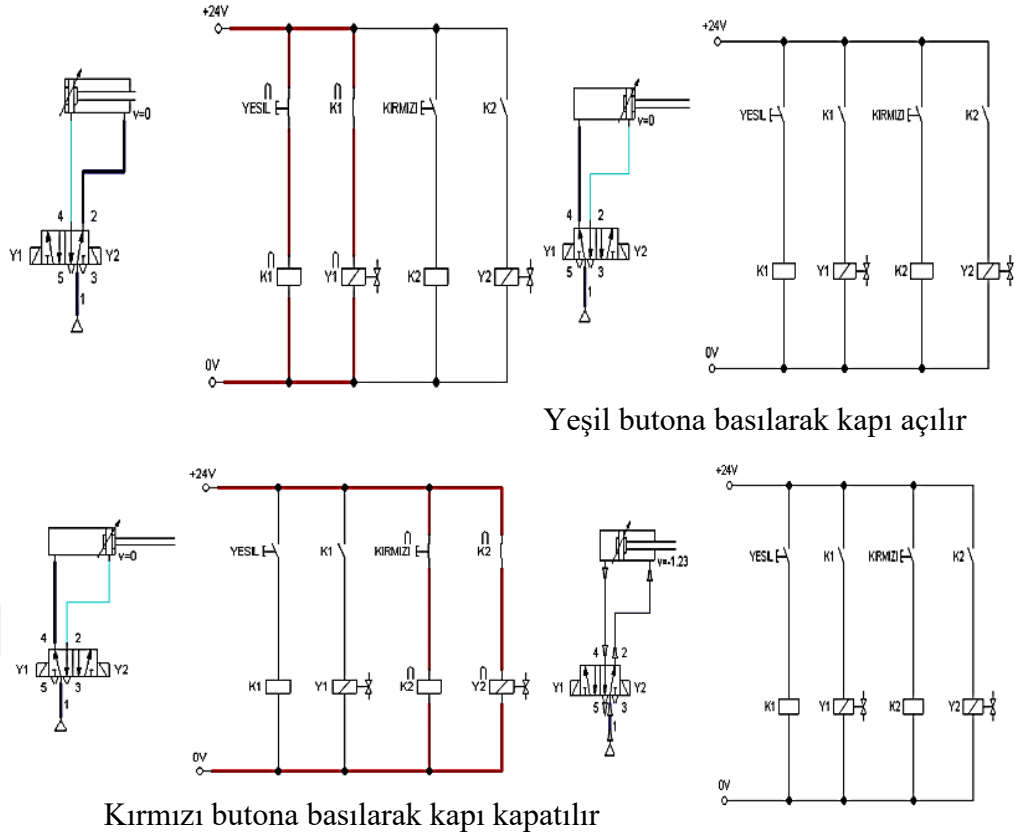
Pnömatik yolcu kapıları ile ilgili olarak, örnek bir pnömatik kapı devresi Şekil 3.7’de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Otobüs kapı devresi (MEGEP)

Kullanıcının yeşil butona basarak kapıyı açtığı, kırmızı butona bastığında da kapıyı kapattığı durum için otobüs kapı devresinin çalışması Şekil 3.8’de gösterilmiştir.



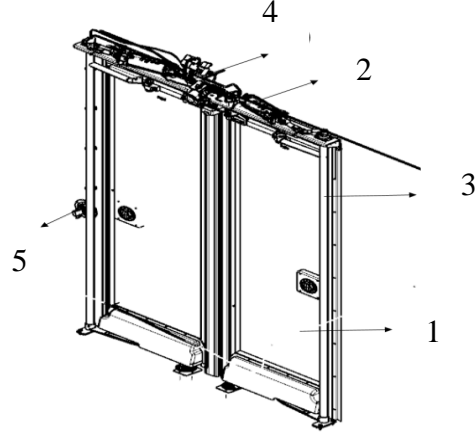


**Şekil 3.8.** Otobüs kapı devresinin çalışması (MEGEP)

Acil durumlarda, acil çıkış butonu ve/veya acil çıkış kolu aracılığıyla Pnömatik sistemdeki hava boşaltılır. Bu sayede, normal şartlar altında sürekli hava bulunan pistonlar boşalır ve karşı bir kuvvet olmayacağından yolcu kapıları kolaylıkla açılabilir. Pnömatik yolcu kapılarının alt sistemleri Şekil 3.9’da ve Pnömatik yolcu kapısı bileşenleri Çizelge 3.2’de görülmektedir.

**Çizelge 3.2.** Pnömatik yolcu kapısı bileşenleri

<b>PNÖMATİK YOLCU KAPISI BİLEŞENLERİ</b>	
<b>NUMARA</b>	<b>PARÇA ADI</b>
1	KAPI KANATLARI
2	PNÖMATİK TAHRİK GRUBU
3	TUTUNMA BORULARI
4	İÇ ACİL AÇMA KOLU
5	DIŞ ACİL AÇMA KOLU



**Şekil 3.9.** Pnömatik yolcu kapıları eleman ve bileşenleri (Anonim,2018g)

### **3.4.Elektrikli Yolcu Kapıları**

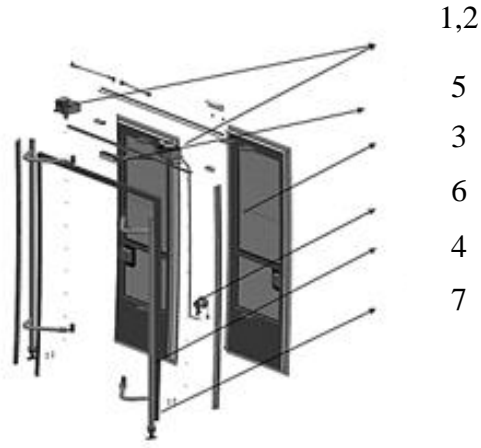
Elektrikli yolcu kapıları, kullanıcı tarafından verilen açma-kapama tetiğinin elektrik modülü aracılığıyla elektrik motorlarına akımın geçmesine izin vererek üretilen torkun, dişli kutusu aracılığıyla kapı kanatlarına aktarılması sonucunda açma-kapama senaryolarının gerçekleştirilmektedir.

Regülasyona uygun olarak, kapı etrafında; araç içi ve dışında acil çıkış kolları mevcuttur. Bu kollar genelde, elektrik motorlarının torklarını devre dışı bırakarak kapının açılmasını sağlarlar.

Özellikle minibüs tipi araçlarda kullanımı oldukça yaygındır. Bunların nedenleri arasında;

- Kolay montaj edilmesi,
- Açma kapama esnasında hızlı olması,
- Her türlü hava koşulunda çalışmaya uygun olması sayılabilir.

Yolcu kapılarının çalışma özelliklerinin yanı sıra sızdırmazlık da önem arz etmektedir. Fital seçimi ile bu konu sağlanabilir ve su/toz/yol testleri sayesinde de valide edilebilir. Yolcu konforu düşünüldüğünde, sızdırmazlık göz ardı edilmemelidir. Elektrikli yolcu kapılarının alt sistemleri Şekil 3.10'da olduğu gibi sıralanabilir. Çizelge 3.3'de elektrikli yolcu kapısı bileşenleri görülmektedir.



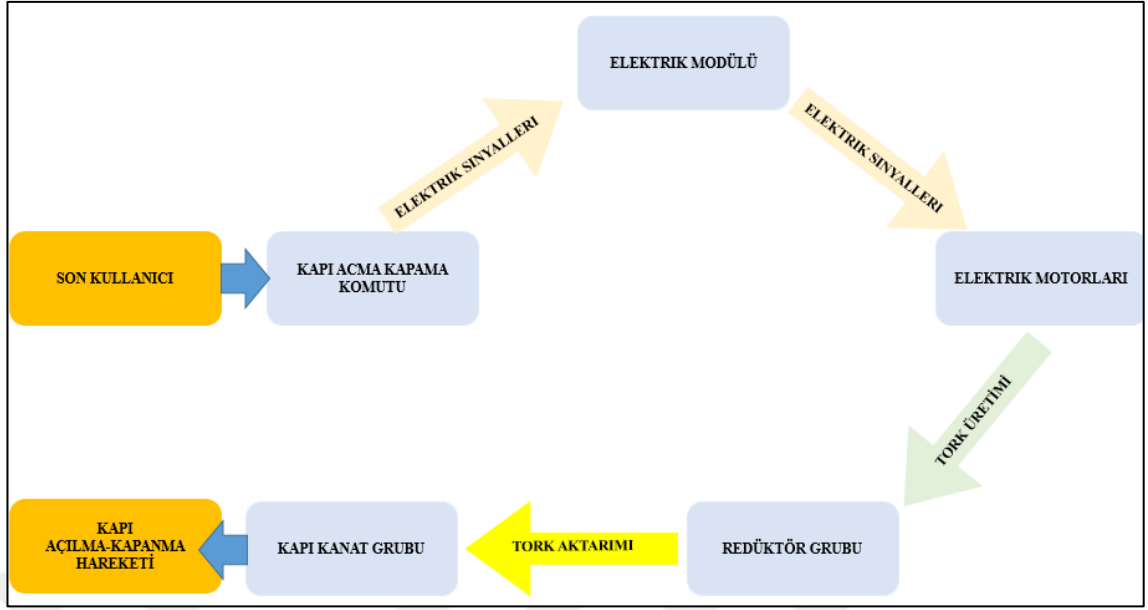
**Şekil 3.10.**Elektrikli yolcu kapıları eleman ve bileşenleri (Anonim,2018i)

**Çizelge 3.3.** Elektrikli yolcu kapısı bileşenleri

ELEKTRİKLİ YOLCU KAPISI BİLEŞENLERİ	
NUMARA	PARÇA ADI
1	ELEKTRİK MOTORU
2	DİŞLİ KUTUSU
3	KAPI KANATLARI
4	TUTUNMA BORULARI
5	İÇ ACİL AÇMA KOLU
6	DIŞ ACİL AÇMA KOLU
7	FİTİL GRUBU

### 3.4.1.Elektrikli Yolcu Kapılarının Çalışma Prensibinin İncelenmesi

Elektrikli yolcu kapısı için açılma-kapanma hareketinin çalışma prensibi şu şekildedir. Son kullanıcı tarafından verilen açma kapama komutlarının, elektrik sinyalleri aracılığıyla, elektrik modülüne aktarılması sonucu, modülün yönlendirmesi ile elektrik motorları çalışmaya başlamaktadır. Elektrik motorlarının tork üretim sonucunda, redüktörler aracılığıyla kapı kanatlarına güç aktarılır. Tüm bu işlemlerin sonucunda, yolcu kapısı açılma-kapanma hareketini yapabilmektedir. Şekil 3.11’de yolcu kapısı açma-kapama hareketi sistematigi görülmektedir.



**Şekil 3.11.** Yolcu kapısı açma-kapanma hareketi sistematığı

Açılma-kapanma hareketi esnasında ECE-R107-07 standardına göre, yolcu sıkışmalarını engellemek için sistemler bulunmalıdır. Yolcu sıkışma algılama ile kastedilmek istenen, yolcu kapısı açılma-kapanma hareketi esnasında, kapı kanatları için engelleyici bir cisim olması durumunda sıkışma engelleyici bir sistemin bulunuyor olmasıdır.

Yolcu kapıları için bir diğer zorunluluk da acil durumlarda kullanılabilmesi için, araç içi ve dışında acil çıkış kollarının bulunmasıdır. Acil çıkış senaryosu farklı marka ve model yolcu kapılarında farklı çalışma şekilleri gösterebilir. Bu kolların kullanılması halinde, yolcu kapısındaki elektrik motoru ve redüktörlerin çalışmaları engellenmelidir. Engellemeler sonucunda, yolcu kapısı üzerinde herhangi bir tork kalmamaktadır. Araç içinden ve araç dışından yolcu kapısı kolaylıkla açılabilir.

### 3.4.2. Elektrik Sisteminin İncelenmesi

Elektrikli yolcu kapısının çalışması sırasında, elektrik motorunun tork üretimi için elektrik sinyallerinin bir modül aracılığıyla filtrelenmesi ve gelen elektrik sinyallerinin yönlendirilmesi gerekmektedir.

Kapı kontrol modülü için bir takım giriş ve çıkış bilgileri olmalıdır. Buna göre, yolcu kapısı açma-kapama hareketini tamamlamaktadır. Yazılım senaryosundaki olabilecek örnek bir kapı kontrol modülünde olacak giriş ve çıkış bilgileri aşağıdaki gibidir:

#### Giriş Bilgileri

- El fren anahtarı
- Ön kanat kapı kapalı anahtarı
- Ön kanat kapı açık anahtarı
- Arka kanat kapı kapalı anahtarı
- Arka kanat kapı açık anahtarı
- Kapı kapama butonu
- Tek kanat seçim butonu
- Kontak girişi
- Rampa kapalı girişi
- Hız bilgisi girişi

#### Çıkış Bilgileri

- Sesli uyarı
- Arka kanat motor çıkışı
- Ön kanat motor çıkışı
- Kapı açık ikaz lambası çıkışı

Kapı kontrol modülü, aşağıdaki ISO standartlarını sağlamalıdır. Test raporları ve EMC sertifikaları seri üretim öncesinde talep edilecektir. Olması gereken ISO standartları şu şekildedir.

ISO 16750-2

ISO 16750-3

ISO16750-4

ISO7637-2

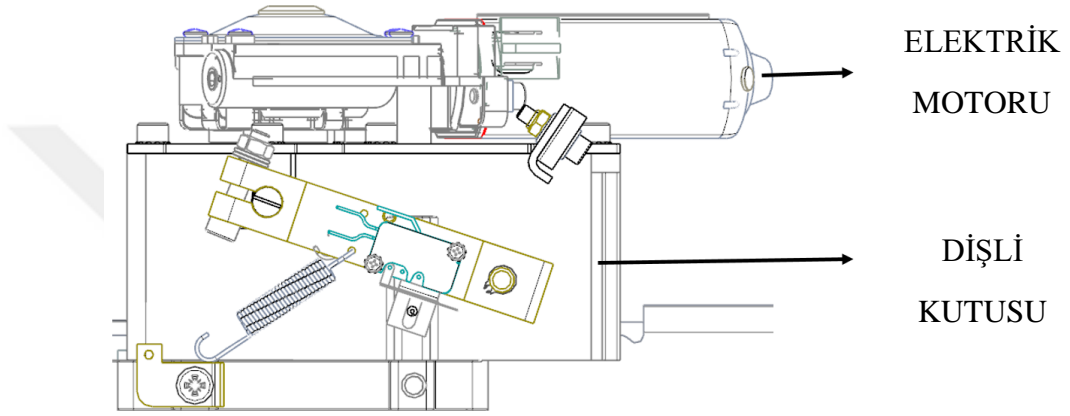
ISO11452-2

### 3.4.3.Mekanik Sisteminin İncelenmesi

Elektrikli yolcu kapısı, mekanik sistemi için incelenecek iki parça bulunmaktadır. Bu parçalar Şekil 3.12’de görülmektedir.

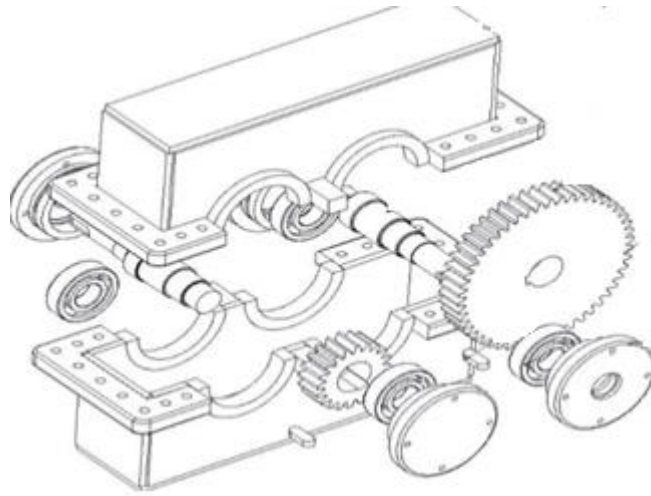
Bunlar:

- Dişli kutusu (Redüktör)
- Elektrik motoru



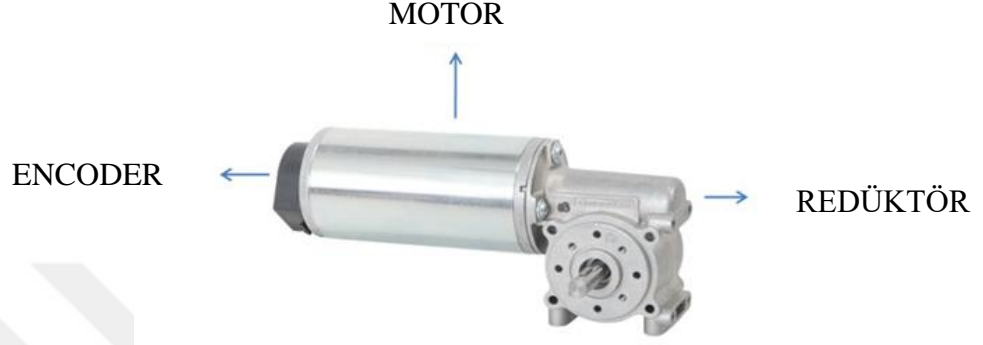
Şekil 3.12. Yolcu kapısı mekanik sistemini oluşturan parçalar (Anonim,2018i)

Redüktör (Dişli Grubu), içerisinde birbirleri ile çalışan dişlilerden oluşmaktadır. Buradaki asıl önemli konu, dişli seçimleridir. Şekil 3.13’de örnek bir dişli grubu parçaları görülmektedir..



Şekil 3.13. Örnek dişli grubu parçaları

Elektrik motoru içerisinde ana iki kısım mevcuttur. Elektrik ile tork üretimin sağlayan sonsuz dişli ve bu torkun aktarımını sağlayan plastik veya metal dişli grubundan oluşmaktadır. Kullanım şartlarına göre encoder de tercih edilebilir. Örnek olarak aşağıda bir elektrik motorunun kısımları gösterilmiştir. Şekil 3.14’de elektrik motoru parçaları görülmektedir.



**Şekil 3.14.** Elektrik motoru parçaları (Anonim,2018j)

### **3.5. Elektrik Motoru Seçim Kriterleri**

Kapı sistemlerinde kullanımı seçilen elektrik motorları için temel seçim kriterleri şu şekildedir.

A- Yön: DC motorlara bir güç kaynağı bağlandığında DC motorun dönüş yönü akımın yönüne bağlıdır. Akımın yönü terslendiğinde DC motorun dönüş yönü de terslenmiş olur.

B- Hız: Bir motorun hızı rpm (rotations per minute - bir dakikada tamamlanan devir sayısı) ile ölçülür. Motorun hızı voltaja ve yüke bağlıdır.

Bir DC motorun hızının voltaja ve yüke göre değişimini değerlendirmek için iki durum düşünülebilir. Bunlardan ilki; DC motora yük binmeyen ya da sabit bir yükün olduğu bir sistemdir. Böyle bir sistemde DC motorun hızı uygulanan voltaja bağlıdır ve voltaj arttıkça hız da artar. İkinci durum ise; DC motora binen yükün zamana ya da gerçekleştirilen göreve göre değiştiği bir sistemdir. Bu durumda DC motorun hızı yüke bağlı olacaktır. Yük arttıkça uygulanan güç de artar ve güç arttıkça hız azalır.

C- Voltaj: Küçük DC motorlar 1,5 V ile 48 V arasında değişen voltaj değerlerine sahip olarak bulunabilirler. Her bir DC motor için belirtilen voltaj değeri, o DC motorun

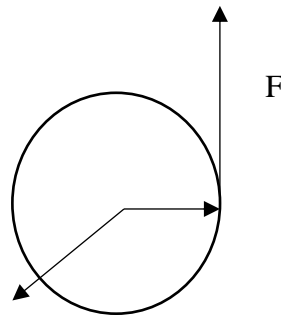
kendi verilen hız, güç ve akım değerlerinde stabil çalıştığı voltaj değeridir. Bu voltaj değeri araçtaki güç kaynağının değerine eşit olmalıdır.

D- Akım: Bir DC motor belirtilen voltaj değerinde çalıştırıldığında DC motorun çekeceği akım yüke bağlıdır. Yük arttıkça DC motorun çektiği akım da artar. DC motor, maksimum akım sınırının aşılacağı fazla bir yükte çalıştırılmamalıdır. Böyle bir durumda DC motor kısa devreye neden olur ve uygulanan güç ısıya dönüşür. Bu durum uzun sürerse DC motor yanabilir. Genellikle DC motorların uygulama akımı aralığı 50 mA den başlayıp 2A üzerine kadar çıkabilir.

E- Güç: Güç bir motorun akımı ve voltajının çarpım değeridir. Ancak robot projelerinde ve mekanik sistemlerde bir motorun ürettiği kuvvetin tork (motorun dönme momenti) cinsinden değerlendirilmesi normaldir.

Tork motorun dönme momentidir. Torku yüksek olan motor düşük olana göre daha güçlüdür. Tork motorun elektriksel ve mekanik karakteristiklerine ve motor şaftının yarı çapına bağlıdır. Bir motorun torku motora bağlanan dişli kutularıyla (redüktör) değiştirilebilir. Dişli kutuları hızın azaltılmasını ve gücün artırılmasını sağlar. Örneğin; motor şaftının yarıçapının 10 katı yarıçapa sahip bir dişli motora eklendiğinde, motorun hızı 10 kat düşer ve gücü de 10 kat artar.

Robotikte, çeşitli boyutlarda ve redüksiyon oranlarında dişli kutuları motorun karakteristik özelliklerini istenilen işi yapabilecek düzeye getirmek için sıklıkla kullanılır. Bir motoru kullanırken torkunu bilmek önemlidir. Tork ve redüksiyon oranı bilindiğinde sistemin son çıkış gücü kolaylıkla belirlenebilir. Şekil 3.15’de tork hesabında gerekli parametreler görülmektedir.



MOTOR ŞAFTI

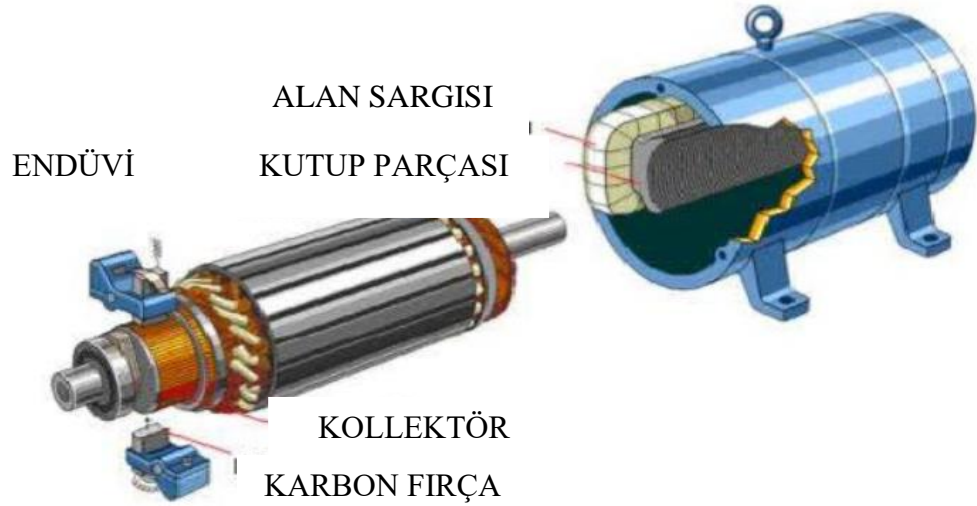
Şekil 3.15. Tork hesabı (Anonim,2018k)



Tork, motordan hareket parçalarına (tekerlek, dişli, palet. vb) iletilen itme kuvveti ya da dönme momentidir. Yandaki şekilde gösterildiği gibi bir motorun şaftına bağlı bir tekerleğin bulunduğu bir düzenekte tork, kuvvetin motor şaftına olan uzunluk ile çarpımına eşittir. ( $T = F \times d$ ). Torkun birimi Newton metredir (Nm).

Bir motorun gücü o motorun torkunun açısal hızı ile çarpımına eşittir. ( $P = T \times \omega$ ) Motor gücü (P), motora uygulanan voltaj ile motorun çektiği akımın çarpımına eşittir. ( $P = V \times I$ ) Açısal hız ise motorun frekansının (motorun bir saniyede tamamladığı tur sayısının) pi sayısı ile çarpımının iki katıdır. ( $\omega = 2 \times \pi \times f$ )

Herhangi bir projeye başlarken motor seçimi sırasında kullanıcının motor hakkında bilmesi gereken en önemli özelliklerden biri torktur. Eğer motorun tork bilgisi mevcut değilse torkun ölçülmesi ya da hesaplanması gerekir. Şekil 3.16'da DC motor bölümleri görülmektedir.



Şekil 3.16. DC motorun bölümleri (Anonim,2018k)

### 3.6.Dişli Hakkında Genel Bilgiler

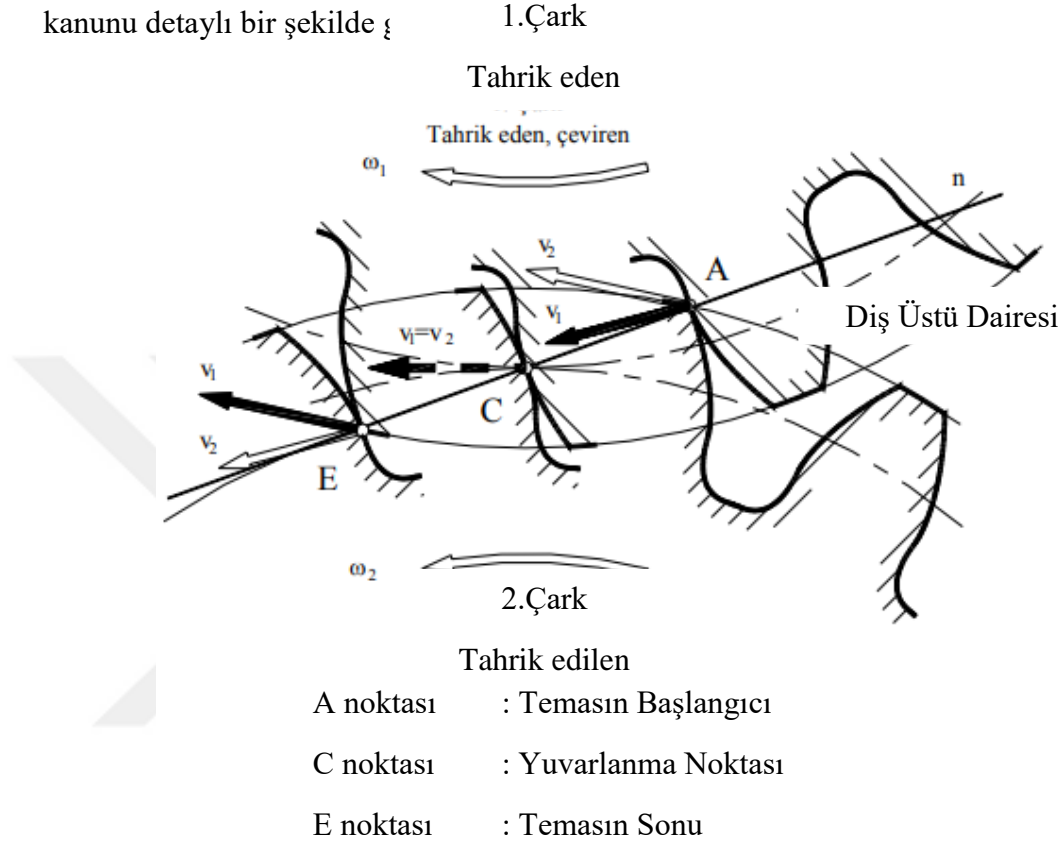
Dişli çarklar çeşitli yönlerde oldukça büyük kuvvet ve moment iletirler. Dış alın dişli çiftlerinin dönme yönleri birbirine karşıdır. Yalnız biri iç dişli olan alın dişli çiftlerinin dönme yönleri ise birbirinin aynıdır. Dişli örnekleri Şekil 3.17’de gösterilmektedir.



Şekil 3.17. Dişli çeşitleri (Kutay,M.G., 2014)

Genel dişli kanunu, karşılıklı iki dişli çarkın birbirleriyle çalışabilmeleri için, profillerinin birbirine uygun olması gerekir. İki profilin birbirine uygun olması, onların birbirine benzemeleri anlamına gelmez. Nitekim gözümüze hoş görünen her hangi bir dişli profili çizer, o dişliden iki tane yapar ve bunları beraber çalıştırmaya kalkarsak,

bazen birbirini ezdiklerini ve bazen de birbirlerinden ayrıldıklarını, çok güçlükle döndüklerini ve bazen de hiç dönmediklerini görürüz. Dişli çiftinin belirli bir devir sayısında bir gücü, bir milden diğer bir mile normal iletmesi için, dişlilerin açısal hızlarının ( $\omega_1$  ve  $\omega_2$ ) her durumda eşit ve sabit olması gerekir. Şekil 3.18’de dişli ana kanunu detaylı bir şekilde



- A noktası : Temasın Başlangıcı
- C noktası : Yuvarlanma Noktası
- E noktası : Temasın Sonu

**Şekil 3.18.** Dişli ana kanunu (Kutay,M.G., 2014)

Yanakların birbirine temas ederek düzenli dönmesi ancak, yuvarlanma noktası C de çeviren dişli yanağının teğetsel hızı ile çevrilen dişli yanağının teğetsel hızı aynı olursa mümkündür. Bunun yanında temas noktalarındaki çevre hızının yarıçapa oranı aynı olmalıdır. Yani, küçük dişlinin çevre hızının büyüme oranı ile büyük dişlinin çevre hızının küçülme oranı aynı olmalıdır.

Genel makina endüstrisinde hemen hemen daire evolventli dişliler kullanılmaktadır. Çünkü bu profildeki dişlileri; hesaplamak, imal etmek, kontrollerini yapmak hem diğer profillere göre basit ve çok ucuzdur. Daire evolventi, temel dairesinde yuvarlanan teğetin bir değme noktasını (A0) çizmiş olduğu eğridir. Bunu şu şekilde de düşünebiliriz: Çapı “d” olan bir dairenin üzerinde bir ucu teğet olarak duran uzun bir cetveli dairenin üzerinde yuvarlarsak, cetvelin teğet noktasının çizdiği eğri evolvent

eğrisidir. Veya temel dairesinin üzerine sarılmış bir ipin gergin olarak çözülmesinde oluşan eğriye evolvent denir.

Evolvent profilli dişlilerin iyi tarafları:

- Eksenlerin kaydırılması kavramayı etkilemez.
- Yuvarlama usulü ile aynı takımla çeşitli diş sayısında dişli imal edilir.

Evolvent profilli dişlilerin kötü tarafları:

- Yuvarlanma, eksenler ve kayma basınçları sikloid dişlilerden biraz daha fazladır.
- Küçük diş sayısında diş tabanı temel dairesine yaklaşır.

Bu durumda taban yarıçapı küçülür. Diş tabanı ile temel dairesi çakışırsa taban yarıçapı  $\rho = 0$  olur. Buda yanak basıncının (Hertz basıncı) büyümesi demektir.

Bir dişlinin temel karakteristikleri şunlardır:

- Kavrama açısı " $\alpha$ "
- Modül " $m$ "
- Diş sayısı " $z$ "

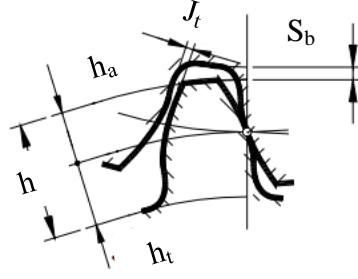
Diş üstü yüksekliği  $h_a$ : Diş üstü ile taksimat dairesi yarıçaplarının farkıdır.

Taban derinliği  $h_t$ : Taksimat dairesi ile taban dairesi yarıçaplarının farkıdır.

Diş yüksekliği  $h$ : Diş üstü ile taban dairesi yarıçaplarının farkıdır.

Diş üstü boşluğu  $s_b$ ;

- a) Düz alın dişlilerinde dişli çiftinin yanaklarının taksimat dairesindeki en küçük boşluğunun yay boyudur.
- b) Helis alın dişlilerinde dişli çiftinin yanaklarına dik olan düzlemdeki (normal kesit) yanakların taksimat dairesindeki en küçük boşluğunun yay boyudur. Bu değerler Şekil 3.19'da gösterilmiştir.



**Şekil 3.19.** Dişli profili (Kutay,M.G., 2014)

Diş yanak boşluğu  $J_t$ ; Alın kesitinin kavrama düzleminde bir yanakta birbirine değen dişli çiftinin diğer yanak tarafında kalan boşluğuna verilen isimdir.

Taksimat  $t$  ;

- a) düz dişli çarklarda :  $t = mn \cdot \pi$
- b) helis dişli çarklarda :  $tt = mt \cdot \pi$

Taksimat dairesi veya taksimat silindiri;

- a) düz dişli çarklarda:  $d = m \cdot z$
- b) helis dişli çarklarda:  $d = mt \cdot z$

Taksimat dairesi ne profil nede eksenler kaydırması ile değişir, daima aynen kalır. Yanak doğrusu Düz dişli çarkın eksenini eksen kabul eden ve taksimat daire-sinden geçen silindirin yanaklar ile oluşan kesit doğrusuna verilen isimdir. Yuvarlanma silindiri Bu silindirin eksenini ile dişli çarkın eksenini aynıdır. Profil ve eksen kaydırması olmayan dişli çiftinde bu silindir taksimat silindiri ile aynıdır. Kremayer dişli de taksimat silindiri taksimat düzlemi olur.

Yolcu kapıları için önemli olan kısım, kapı ağırlığına ve araç eğim çalışma şartlarına göre seçilmiş tork değerlerini karşılayabilecek dişli mukavemet değerlerine uygun dişlilerin seçilmesidir. Dişli seçimleri esnasında, emniyet faktörünü çalışma şartları belirlemektedir.

### **3.7.Kapı Montajında Genel Prensipler**

Yolcu kapıları için araç üzerinde ve montaj esnasındaki kritik noktalar; redüktör ve motor grubunun bağlandığı bağlantı sacının rijitliği, tutunma boruları ile redüktör arasında dikliğin sağlanmış olması, fitil basma yüzeylerinin kontrol edilmesidir.

Tüm bu kritiklikler şu nedenlerden dolayı önem arz etmektedir.

Redüktör-motor grubunun bağlandığı bağlantı sacının rijitliği: Yeterli rijitlik sağlanmazsa, dinamik kuvvetler altında redüktör ve motor grubu vibrasyona maruz kalabileceği gibi, ömür şartları olumsuz etkilenecektir. Rijitliğin ölçümü konusunda da sehim değerlerinin kontrolü önerilmektedir. Bu değer, çalışma şartlarına göre farklılık gösterebilmektedir. Araç çalışma saatleri, güzergâh bilgileri, hızlanma, frenleme ivmeleri girdi olarak alınabilirler.

Tutunma boruları ile redüktör arasında dikliğin sağlanması: Diklik değeri açılı toleransların arasında değil ise, kapı açılma-kapanma hareketi esnasında kasma işlemi meydana gelecektir. Kasıntılı çalışma, burulmaya yol açacağı gibi, redüktör-motor grubunu da zorlayarak çalışmaya mecbur bırakacaktır.

Fitil basma yüzeylerinin kontrolü: Fitil ile kapı kanatları arasında girişim verilmelidir. Dışa açılır kapılar için, kapı üstü ve araç içinde kalan fitiller ile kapı kanatları ve gövde girişimleri kontrol edilmelidir. Aksi takdirde sızdırmazlık sorunları oluşma ihtimali mevcuttur.

### **3.8.Kullanılan Bilgisayar Yazılımları Hakkında Bilgiler**

Siemens NX CAD/ CAM/ CAE yazılımları daha iyi ürünleri daha hızlı ve daha düşük maliyetli, daha etkin bir şekilde geliştirmenizi sağlayan tasarım, mühendislik ve imalat çözümleridir.

Siemens PLM Software tarafından sunulan NX, en güçlü ve en esnek ürün geliştirme çözümdür. Mühendis ve tasarımcıların işlerini daha iyi yapabilmeleri için ürün geliştirmeyi her bağlamda destekleyen, çok disiplinli ve bütünleşik çözümlerdir. Ürün karmaşıklığının ve küresel rekabetin çok yüksek olduğu günümüz endüstrilerinde sizlere yardımcı olacak en gelişmiş teknolojileri yapısında barındırır.

Kavramsal tasarımdan, mühendislik ve imalata, ürün geliştirmeyi her yönüyle destekleyen NX, farklı disiplinleri koordine eden, veri bütünlüğü ve doğru tasarım süreçleri sağlayan entegre bir çözüm seti sunar.

CAD, CAM, CAE çözüm setleri sunmanın yanı sıra, NX aynı zamanda tasarımcı ve mühendislerinizle organizasyonunuzun diğer birimleri arasında işbirliğini sağlar, entegre veri yönetimi ve süreç yönetimi çözümleri ile birlikte ürün geliştirme sürecinizi iyileştirir, ürünlerinizle ilgili doğru kararlar almanıza yardım eder.

NX ile kavramsal tasarımdan 3 boyutlu tasarım ve dökümantasyona kadar bütün ürün geliştirme ihtiyaçlarınızı karşılayabilirsiniz.

Multi-Disiplin Simülasyonlarla yapısal analiz, hareket analizi, termal analiz, akış analizi, multi-fizik uygulamaları gerçekleştirebilirsiniz

Tam bir parça imalatı çözümü olarak, işleme, talaşlı imalat ve kalite kontrol operasyonlarınızı gerçekleştirebilirsiniz.

Önceki ismi UNIGRAPHICS olan NX CAD, CAM, CAE yazılımlarımız endüstride pek çok kişi tarafından UG ya da UG NX olarak da bilinmektedir.

NX CAD/CAM/CAE çözümlerinin avantajları:

- Ürün geliştirme için başka hiçbir çözüm daha kapsamlı ya da daha güçlü bir çözüm seti sunamaz.
- Başka hiçbir çözümde olmayan Açık Platformda esnek tasarım sağlayan Senkron Teknoloji, Kavramsal tasarım, 3 boyutlu modelleme ve dokümantasyon için gelişmiş çözümler, Başka hiçbir çözümde olmadığı kadar sıkı entegre edilmiş Sonlu Elemanlar Analizi, Mekanizma Dinamiği Analizi, Titreşim Analizi, Akış Analizi, Termal Analiz, Sistem Analizi ve Çoklu-Fizik Analizlerini içeren çok disiplinli simülasyon uygulamaları
- Başka hiç bir çözümde olmadığı kadar gelişmiş İşleme, Talaşlı İmalat ve Kalite Kontrolü için komple parça imalatı çözümleri
- Dünyanın en önde gelen Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi (PLM ) platformu olan Teamcenter ile başka hiçbir çözümde olmadığı kadar iyi Entegrasyon
- NX, müşterilerinde yeni ürünlerin sayısını arttırmayı hedefler.

Bütün dünyadaki müşterilerde elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- Ürün geliştirme zamanında %30'dan fazla azalma
- Tasarım–Analiz tekrarlamalarında % 70'den daha fazla azalma
- CNC programlama zamanında %90'a kadar azalma

ANSYS, bilgisayar destekli olarak mühendislik çalışmalarında analiz ve simülasyonların yapılabildiği bir bilgisayar destekli mühendislik programıdır.

ANSYS programı mekanik, yapısal analiz, hesaplamalı akışkanlar dinamiği ve ısı transferi gibi farklı disiplinlerde etkili çalışmalara olanak verir.

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de en çok kullanılan CAE (bilgisayar destekli mühendislik) programlarının başında gelen ANSYS programı sonlu elemanlar yöntemini kullanmaktadır. Sonlu elemanlar yöntemi ile tek parça halinde analizi çok zor olan karmaşık geometrideki cisimlerin küçük ve çok sayıda parçalara bölünerek ayrı ayrı analizleri. Sonlu sayıdaki elemanın analizi sonucu elde edilen sonuçlar birleştirilerek tek ve tutarlı bir analiz sonucu elde edilir.

1970 yılından beri geliştirilmekte olan ANSYS programı pek çok temel mühendislik dalında etkin bir biçimde kullanılmaktadır. Yaklaşık 45 yıldır geliştirilen bu program günümüzde en çok tercih edilen programların başında gelir. ANSYS programının farklı mühendislik çalışmaları için üretilmiş farklı bileşenleri bulunmaktadır.

Karmaşık yapılardaki nesnelere analizleri ANSYS Mechanical ile yapılabilir. Sonlu elemanlar yöntemini kullanan bu program bileşen ve alt sistemlerin gerçek dünyadaki davranışlarının simülasyonu yapılarak gerçeğe uygun sonuçlar elde edilir.

ANSYS programıyla parça ve montajlar üzerinde statik analizlerin yanı sıra doğrusal ve doğrusal olmayan burkulma analizleri de yapılabilir. ANSYS programı mekanik simülasyonlarda çok düşük toleranslarda bile etkili sonuçlar verir. Nesneye uygulanan kuvvet sonucunda oluşan şekil değişimleri ve gerilme dağılımları simülasyonların sonunda anlık olarak görüntülenebilir.

ADAMS mekanik sistemlerin simülasyonu yazılımıdır. ADAMS ile sistemlerin dinamik davranışları incelenir, kuvvetlerin ve yüklerin sistem içinde nasıl dağıldığı hesaplanır,



sistemlerin titreşim davranışı analiz edilir ve mekanizmalar optimize edilerek sistemlerin performansları artırılır.

Adams ile mekanik sistemlerin, sanal test prototipleri bilgisayar ortamında modellenir, gerçek hayattaki çalışma şartlarında test edilir. Adams; kinematik/hareket, statik, quasi-statik ve dinamik denklemlerini çözerek, sistemin gerçek fiziğini incelemektedir. Bu özellikleri ile CAD programlarının sahip olduğu hareket (motion) kabiliyetlerinden üstündür.

Mekanik parçaları, pnömatik, hidrolik, elektronik ve kontrol sistemleri ile entegre ederek ve bu sistemlerin birbirleri ile etkileşimlerini sağlayarak, komple bir sistemin sanal ortamda modellenmesi mümkündür. Adams/Car, Adams/Flex, Adams/Durability, Adams/Vibration, Adams/Control gibi modülleri mevcuttur.

ADAMS programının kabiliyetleri

- Kapsamlı mafsal (joint) ve kısıt (constraint) kütüphanesi
- Kuvvet, ivme, hız, tork, deplasman ile hareket tanımlama
- Esnek cisim dinamiği, kontrol sistemi, mafsal sürtünmesi ve kayma
- Hidrolik ve pnömatik silindir tanımlama
- Parametrik model oluşturma ve model optimizasyonu
- Titreşim ve dayanıklılık hesaplamaları
- DOE ile hızlı iterasyon ve sonuç alma
- Nastran'a kuvvet/yük çıktısı
- 2D ve 3D temas problemleri (esnek veya esnemez yapılar arasında)
- Kompleks hareket sistemleri için kapsamlı lineer ve non-lineer sonuçlar
- Paralel işlem

## **4. BULGULAR VE TARTIŞMA**

### **4.1. Elektrikli Yolcu Kapısı İyileştirme Çalışmaları**

Elektrikli yolcu kapılarında yapılmış iyileştirmeler mekanik ve elektronik olarak iki grupta toplanmıştır.

Mekanik olarak yapılmış olan iyileştirmeler,

- Yolcu Kapısı Bağlantı Braketinin Sehım Değerlerinin Ölçülmesi ve Yapılan İyileştirmeler
- Yolcu Kapısının Çalışma Esnasında Maruz Kaldığı Tork Değerlerinin Ölçülmesi
- Redüktör Grubundaki Dişlilerin Maruz Kaldığı Tork Değerlerinin Ölçülmesi
- Elektrik Motoru Tork-Amper Ölçümlerinin Yapılması

Elektronik olarak yapılmış olan iyileştirmeler,

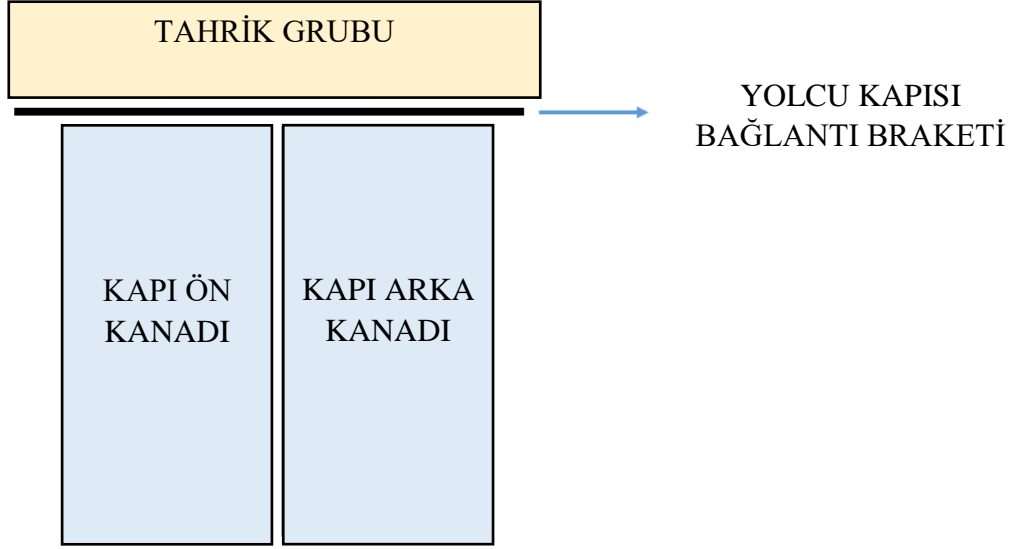
- Yolcu Kapısı Çalışma Senaryolarının Oluşturulması
- Çalışma Senaryolarına Uygun Algoritmaların Oluşturulması
- Elektrik Modülü Üzerindeki Lehim Kalitelerinin İyileştirilmesi
- Araç Üzerinde Oluşabilecek Parazitlerin Filtrelenmesi

olarak belirlenmiştir. Tez konusuna uygun olarak mekanik iyileştirmeler incelenmiştir. Elektronik iyileştirmeler konusunda bilgiler verilmemiştir.

### **4.2. Elektrikli Yolcu Kapısı Mekanik İyileştirme Çalışmaları**

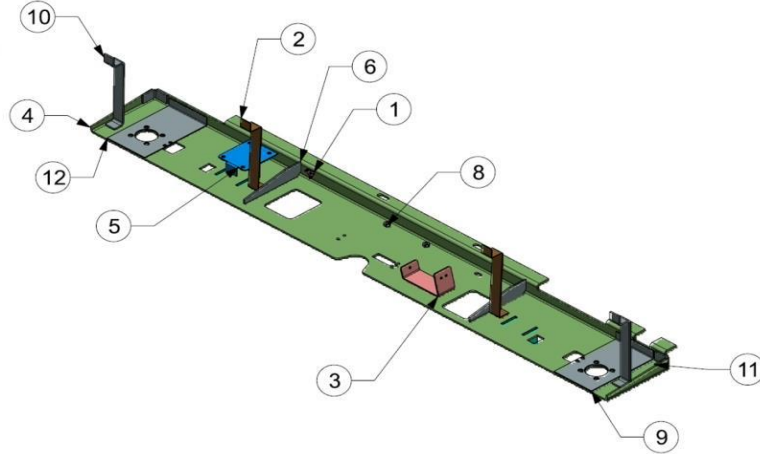
#### **4.2.1. Bağlantı Braketinin Sehım Değerlerinin Ölçümü ve İyileştirmeler**

Yolcu kapısı, kanat grubu, redüktör-motor grubu ve bağlantı braketlerinden meydana gelmektedir. Yolcu kapısı sistemine ait olan, redüktör ve motor grupları Şekil 4.1’de de görülebileceği üzere, bağlantı braketi üzerine monte edilmektedir.



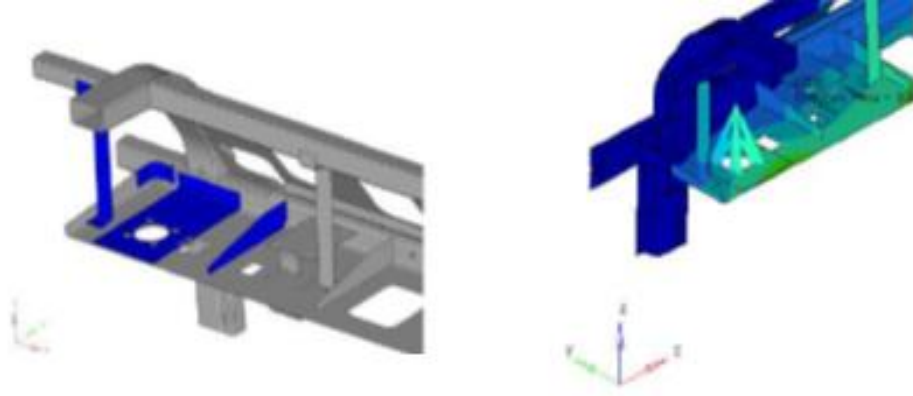
**Şekil 4.1.** Yolcu kapısı montaj sistematiği

Yolcu kapısı bağlantı braketinin sehim değerinin yüksek olması, çalışma esnasında mekanik sistemlerde zararlara yol açacaktır. Sehim değerlerinin CAE analizi ile ölçülmüştür. Şekil 4.2’de bağlantı braketinde yapılmış olan iyileştirmeler görülmektedir.



**Şekil 4.2.** Yolcu kapısı bağlantı braketini iyileştirilmesi

Yolcu kapısı bağlantı braketini iyileştirme amaçlı olarak 9,10,11,12 numaralı braketler eklenmiştir. İyileştirme çalışması sonrasında, sehim değerlerinin değişimlerini görebilmek amacıyla, CAE analizi yapılmıştır. Von Misses stress değerleri, mühendislik çalışmalarında belirleyici bir parametre olarak kullanılmaktadır. Şekil 4.3 ve Çizelge 4.1’de sehim değerleri arasındaki fark von Misses kriterlerine göre görülmektedir.



**Şekil 4.3.** Yolcu kapısı bağlantı braketini sehim iyileştirilmesi

**Çizelge 4.1.** Yolcu kapısı bağlantı braketini sehim karşılaştırması

Tasarımlar	Motor Ağırlığı [N]	Tork [Nm]	Maksimum Sehim [mm]	Maksimum Von-Mises [MPA]
Mevcut tasarım	740	0	2,880	237,572
İyileştirme yapılan tasarım	740	0	0,609	104,146

Yapılan iyileştirmeler sonucunda, tahrik grubu ağırlığına atanan bir emniyet katsayısı (her bir durumda belirlenmelidir) ile mevcut tasarımda 2,880 mm olan sehim değeri, iyileştirme yapılan tasarım ile 0,609 mm olarak ölçülmüştür. Bu değerler, %78 oranında sehim miktarında bir azalma olduğunu belirtmektedir. Sonuç olarak, redüktör ve motor grubunun daha rijit bir bağlantı braketini üzerinde çalışması sağlanmıştır.

#### 4.2.2. Yolcu Kapısı Çalışma Esnasında Maruz Kaldığı Tork Değerlerinin Ölçümü

Yolcu kapısı, araç çalışması esnasında zorlu çalışma koşullarında, farklı tork değerlerine maruz kalabilmektedir. Bu değerlerin belirlenmesi esnasında, aracın aşağıdaki koşullarda tork ölçümleri yapılmıştır.

Test esnasında kullanılan ekipmanlar aşağıdaki gibidir.

- Imc cronosflex Datalogger
- Strain gauge
- Dijital torkmetre

Tork ölçümleri aşağıda belirtilen şartlarda yapılmıştır.

A- Eğimsiz yol testleri

- Frenleme anında kapının açılması ve kapanması
- Hızlanma anında kapının açılması ve kapanması

B- Yokuş yukarı/aşağı yol testleri [110° Eğimde]

- Frenleme anında kapının açılması ve kapanması
- Hızlanma anında kapının açılması ve kapanması

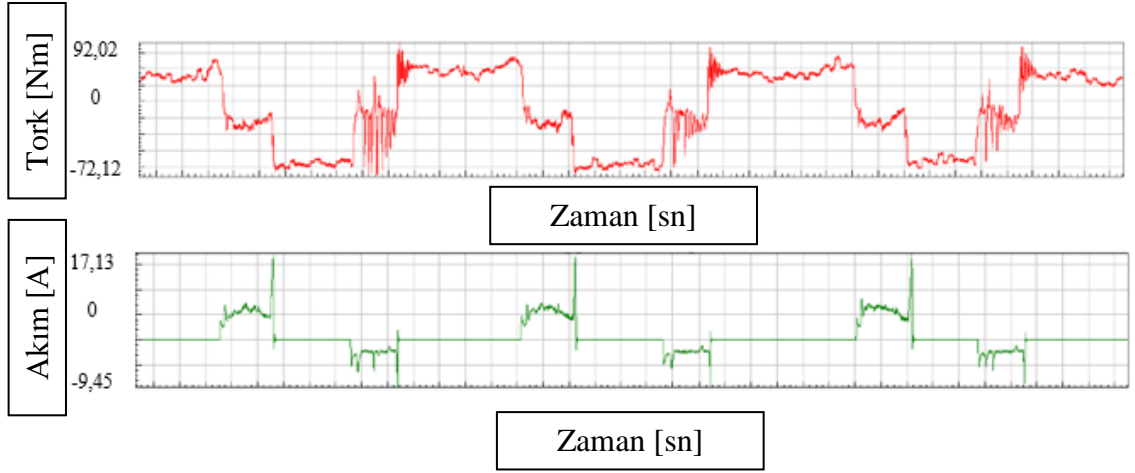
Şekil 4.4'de yol testlerinde simüle edilmiş olan eğim değerleri gösterilmiştir.



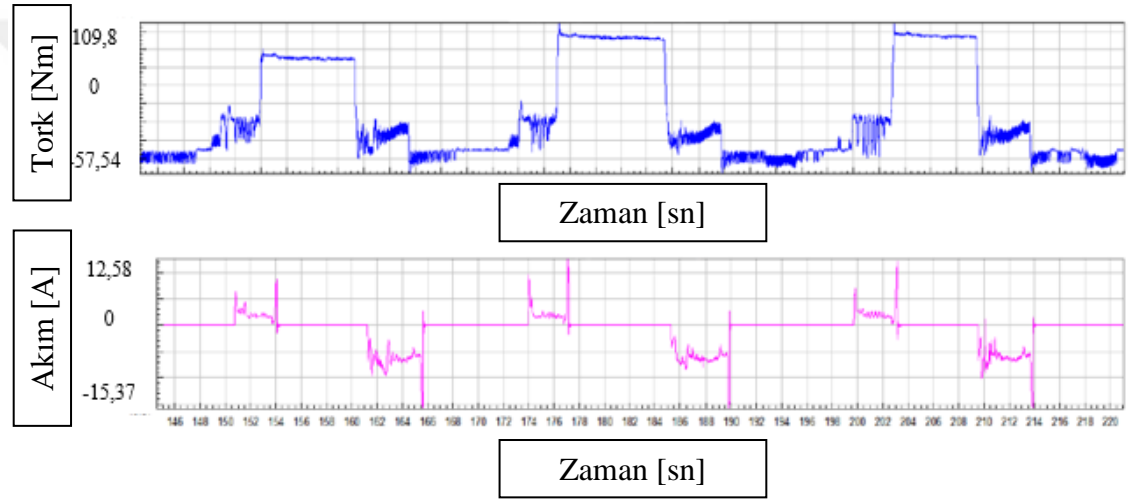
**Şekil 4.4.** Yol testi simülasyonları

Testin yapılması esnasında strain gauge'ler kapı tutunma borularına bağlanarak, tork değerleri yukarıdaki durumlar için ölçülmüştür. Bu sistem özelinde, tutunma boruları redüktör ve elektrik motoru grubuna bağlı olduğundan dolayı, burada ölçülmüş olan tork değerleri bir simülasyon aracılığıyla kontrol edilmiş ve etkileri incelenmiştir.

Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da ön ve arka kanat için belirli şartlarda bir tork ve amper ölçümü görülmektedir. Değerler tanımlanan bir model üzerinden alınmıştır.



**Şekil 4.5.** Ön kanat tork-amper ölçüm grafikleri

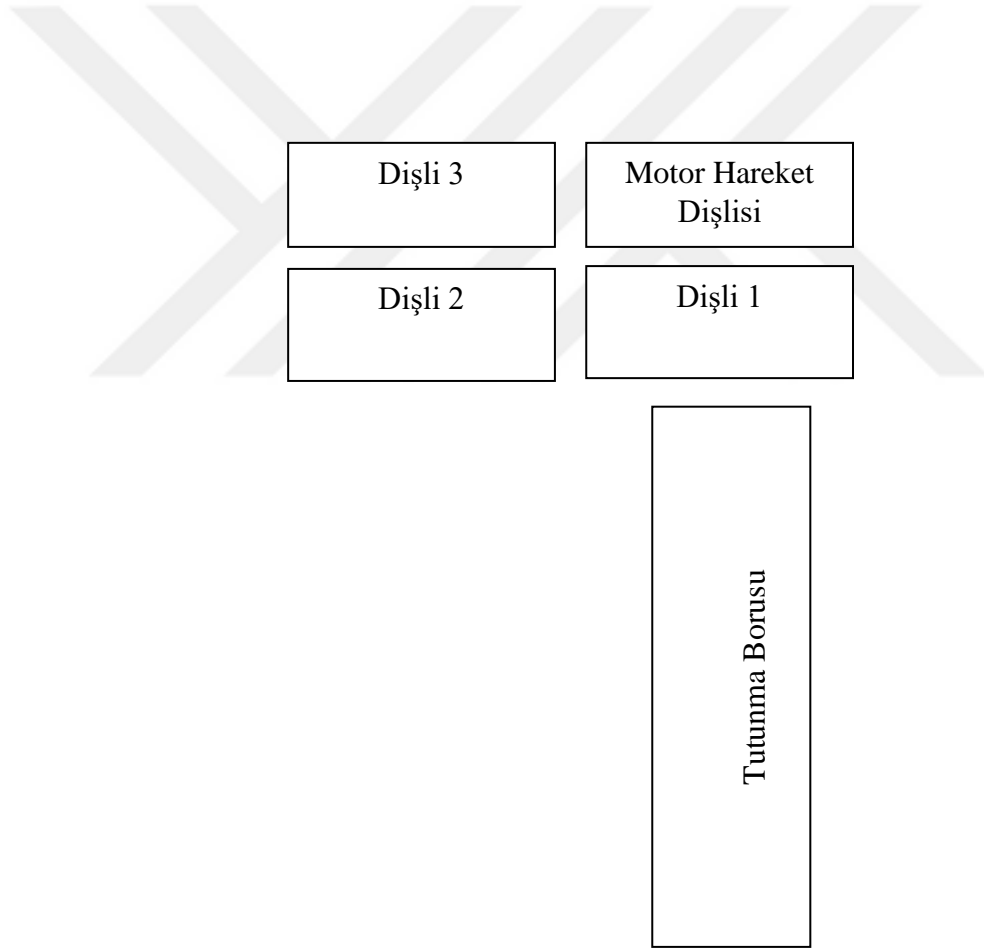


**Şekil 4.6.** Arka kanat tork-amper ölçüm grafikleri

Ön kanat için Şekil 4.5 ve arka kanat için de Şekil 4.6'da görülebileceği üzere kapı- açma kapama esnasında tork değerlerinde değişimler gözlenmektedir. Şekil 4.5 için maksimum değerler yaklaşık 90 Nm, Şekil 4.6 için yaklaşık 109 Nm olarak okunmaktadır. Grafiklerde maksimum değere yakın olarak artı, eksi olacak şekilde değişimler görülmektedir. Bu değişimler, tasarım için girdi olarak kullanılmaktadır. Tork-Amper değerleri test şartlarına göre farklılık göstermektedir. Burada dikkate alınması gereken, değerlerin en yüksek olduğu grafiklerdir. Bu grafiklerdeki en yüksek değerler, simülasyon açısından en kötü durum olarak kabul edilerek, tasarımlar buna göre yapılabilir.

#### 4.2.3.Redüktör Dişlilerinin Maruz Kaldığı Tork Değerlerinin Ölçülmesi

Yolcu kapısının tutunma boruları üzerine bağlanmış olan strain gauge'ler ile ölçülen tork değerleri Dişli 1'in maruz kaldığı tork değerlerini göstermektedir. Bu değerden yola çıkarak ADAMS programında yapılan simülasyon ile Dişli 2, Dişli 3 ve Motor Hareket Dişlisinin maruz kaldığı tork değerleri hesaplanmıştır. Şekil 4.7'de dişli kutusu şematiği görülmektedir. Çizelge 4.2'de bu simülasyon sonucunda, Hızlanma Anında Kapının Kapanması, Frenleme Anında Kapının Açılması şartlarında dişlilerin maruz kaldığı tork değerleri gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Dişli kutusu şematiği

**Çizelge 4.2.** Hızlanma anında kapının kapanması, frenleme anında kapının açılması

Hızlanma Anında Kapının Açılması, Frenleme Anında Kapının Kapanması									
Kapı Kanatları	Bölüm	Pik 1 (Nm)	Pik 2 (Nm)	Pik 3 (Nm)	Pik 4 (Nm)	Pik 5 (Nm)	Pik 6 (Nm)	Açılış Ort. (Nm)	Kapanış Ort. (Nm)
<b>SOL KAPI</b>	<b>Tutunma Borusu</b>	34,29	110,1	48,75	67,93	34,73	83,57	5,65	-0,65
	<b>Dişli 1</b>	14,23	45,68	20,23	28,19	14,41	34,68	2,34	-0,27
	<b>Dişli 2</b>	14,23	45,68	20,23	28,19	14,41	34,68	2,34	-0,27
	<b>Dişli 3</b>	34,29	110,1	48,75	67,93	34,73	83,57	5,65	-0,65
	<b>Motor Dişlisi</b>	2,85	9,14	4,05	5,64	2,88	6,94	0,47	-0,05
<b>SAĞ KAPI</b>	<b>Tutunma Borusu</b>	-110,7	35,52	-115	27,05	-115	24,38	-5,53	7,65
	<b>Dişli 1</b>	-45,93	14,74	-47,72	11,22	-47,72	10,12	-2,29	3,17
	<b>Dişli 2</b>	-45,93	14,74	-47,72	11,22	-47,72	10,12	-2,29	3,17
	<b>Dişli 3</b>	-110,7	35,52	-115	27,05	-115	24,38	-5,53	7,65
	<b>Motor Dişlisi</b>	-9,19	2,95	-9,54	2,24	-9,54	2,02	-0,46	0,63

esnasında dişlilerin maruz kaldığı tork değerleri

Çizelge 4.2’de, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de görünmekte olan grafiklerin pik değerlerinin her bir sistem elemanı için simülasyon sonuçları okunmaktadır. Bu değerler araç yokuş aşağı pozisyonda iken, hızlanma anında kapının kapanması frenleme anında kapının açılması durumunda iken okunmuştur. Bu pozisyon ve durumların seçilmesindeki en önemli etken, yolcu kapılarındaki en yüksek tork değerlerinin okunuyor olmasıdır. Diğer durumlarda farklı değerler okunmasına rağmen, en kötü durumu simüle ederek, malzeme seçimi yapmak daha doğru olacağından bu durum seçilmiştir.

Çizelge 4.2’de de görüldüğü üzere pik 6 anında, tutunma borusu ve dişli 3 için yaklaşık 76 Nm, dişli 1 ve dişli 2 için 31,5 Nm, motor dişlisi için yaklaşık 6 Nm değerleri okunmuştur. Ölçümler sonucunda meydana gelen bu tork değerleri için bir emniyet katsayısı belirlenerek, dişli grubunun malzeme seçimleri tamamlanmıştır.



Emniyet katsayıları belirlenmesindeki ana etken, aracın çalışma koşullarıdır. Bu koşullara göre, farklı emniyet katsayıları seçilebileceğinden bu kısımda belirli bir değer verilmemiştir.

#### 4.2.4. Elektrik Motoru Tork Ölçümü ve Hesaplaması

Elektrik motorunun seçimi esnasında en önemli konu güç ve tork-amper eğrileri arasındaki ilişkilerin belirlenmesidir. Bölüm 3.5 içerisinde elektrik motorları ile ilgili genel bilgilere yer verilmiştir. Bu bölümde ise, DC motor için güç hesabı, tork-amper ilişkileri incelenmiştir. Bir DC motor için üretilen tork şu şekilde elde edilir.

$$F = i \cdot l \times B \quad [N] \quad (1) \quad l \text{ ve } B \text{ vektörel büyüklüklerdir.}$$

$$B = \Phi / A \quad (2)$$

A: bir bobinin alanı

$$\tau = K \cdot \Phi \cdot I_a \quad (3)$$

Üretilen mekanik güç ise şu şekilde ifade edilir.

$$P_m = \omega_m \cdot \tau = \omega_m \cdot K \cdot \Phi \cdot I_a \quad (4)$$

K : Bobin geometrisine bağlı olan sabit

$I_a$  : Rotor sargılarından akan akım

$\Phi$  : akı/kutup weber

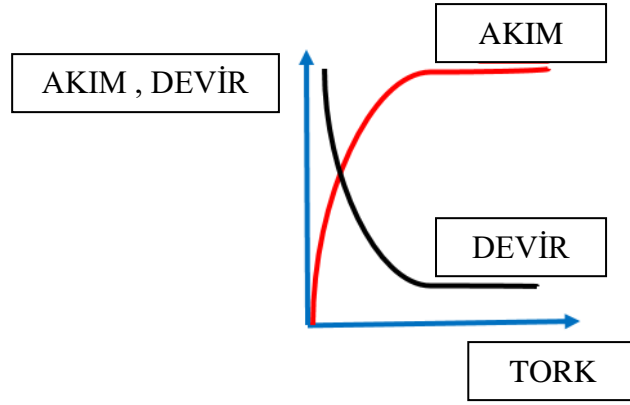
$$\tau_{\text{motor}} = \tau_s - \omega \cdot \tau_s / \omega_n \quad (5)$$

$\omega_n$  : Yüksüz hız

$\tau_s$  : Durdurma Momenti

$$\omega_{\text{motor}} = (\tau_s - \tau) \omega_n / \tau_s \quad (6)$$

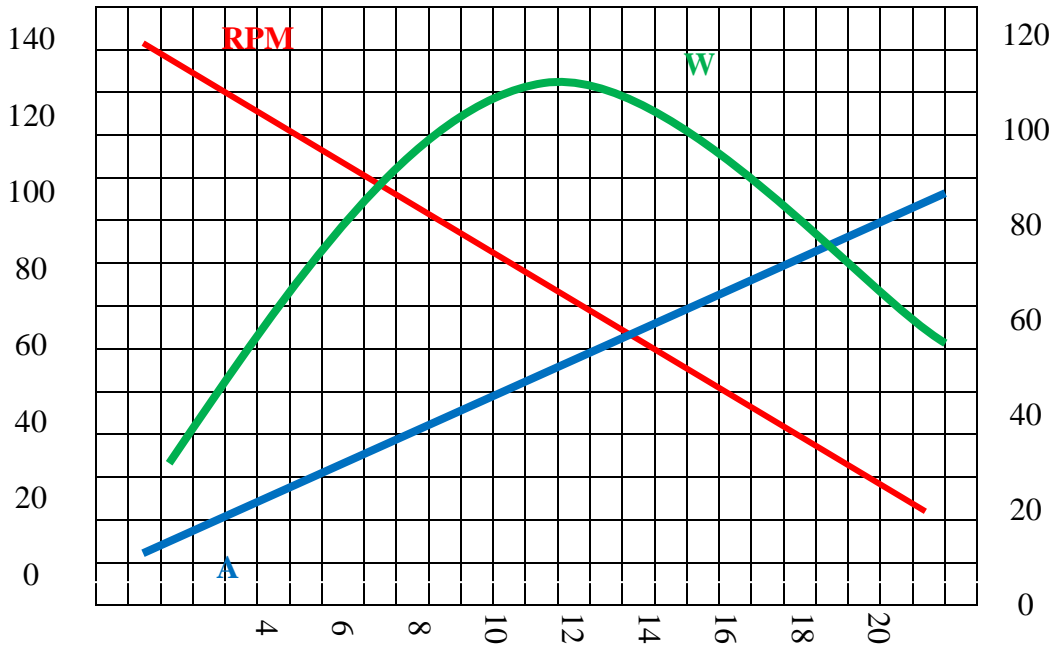
Şekil 4.8'de tork-amper arasındaki ilişki gösterilmektedir.



**Şekil 4.8.** DC Motor Tork/Hız ve Tork/Akım Eğrileri

Tork-Amper ilişkileri incelenmesi gereken motor karakteristiklerinden biridir. Sistemin çalışma koşullarına bağlı olarak amper değerleri anlık olarak değişmektedir, değişmek zorundadır. Bundan dolayı da akım değerlerine karşılık gelen tork değerleri incelenmeli ve buna uygun bir elektrik motoru seçilmektedir.

Örnek olarak, Şekil 4.9’da Kormas 631 034 58/5 603 067 120 001 motoruna ait güç-amper-devir eğrileri incelenebilir. Bu grafikte, akım ile birlikte tork değerinin bir noktaya doğru, bir noktadan sonra da ters orantılı olarak devam ettiği gözükmektedir. Tork değerinin maksimum olduğu noktadan %20-30 kadar az değerleri de çalışma şartları olarak güvenli alan olarak belirlenmektedir.



**Şekil 4.9.** 631 034 58/5 603 067 120 001 güç/amper/devir eğrileri

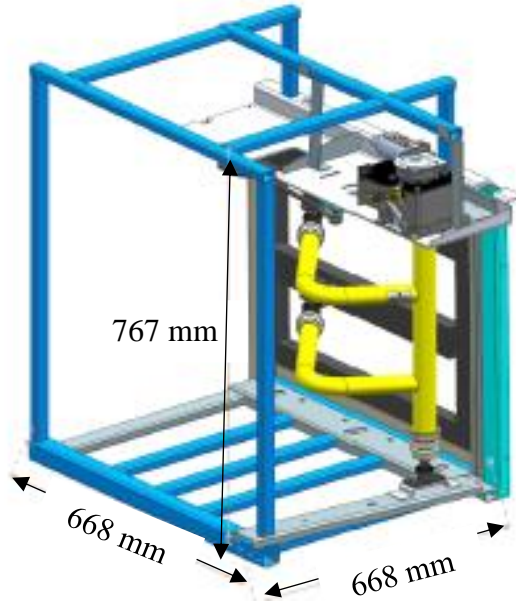
Şekil 4.10'da görülebileceği üzere, Tork-Amper, Güç-Amper-Devir eğrileri için ölçüm cihazları mevcuttur. Bu cihazlar ile kontrol amaçlı olarak ölçümler yapılması önerilmiştir.



**Şekil 4.10.** E.D.C marka tork-amper ölçüm cihazı

**4.3.Yolcu Kapısı Ömür Testleri**

Yolcu kapısı ömür testlerinin yapılabilmesi amacıyla, gerçek kapı ölçülerinden daha küçük ölçekli ve gerçeği simüle edebilecek bir test düzeneği hazırlanmıştır. Şekil 4.11'de yolcu kapısı test düzeneği görülmektedir.



**Şekil 4.11.** Yolcu kapısı test düzeneği

Testler için kullanılan parametreler aşağıda belirtilmiştir.

- Test düzeneği kurulduktan sonra sistem kontrol amaçlı 5 defa aç-kapa yapılması.
- Kapı kanadı yere paralel olarak 5000 defa aç-kapa yapılması.
- Kapı kanadı yere belli bir açı ile konumlandırılarak 5000 defa aç kapa yapılması.
- Kapı kanadı sert bir şekilde açma-kapama yapacak şekilde, yere paralel olarak 5000 defa aç kapa yapılması.
- Kapı kanadı sert bir şekilde açma-kapama yapacak şekilde, yere belli bir açı ile konumlandırılarak 5000 defa aç kapa yapılması

Çizelge 4.3’de test senaryoları gösterilmiştir. Bu senaryolara göre ömür testleri yapılmıştır.

**Çizelge 4.3.** Yolcu kapısı ömür testleri senaryoları

<b>TEST SENARYOLARI</b>			
<b>SENARYO I</b>	<b>SENARYO II</b>	<b>SENARYO III</b>	<b>SENARYO IV</b>
Mevcut Yolcu Kapısı Braketi	Güçlendirilmiş Yolcu Kapısı Braketi	Güçlendirilmiş Yolcu Kapısı Braketi	Güçlendirilmiş Yolcu Kapısı Braketi
Mevcut Elektrik Motorları	Mevcut Elektrik Motorları	Alternatif Elektrik Motorları	Alternatif Elektrik Motorları
Mevcut Redüktör Grubu	Mevcut Redüktör Grubu	Mevcut Redüktör Grubu	İyileştirme Yapılmış Redüktör Grubu

Yukarıda belirtilen şartlara göre yapılan testler esnasında kontrol edilen noktalar Çizelge 4.4’de gösterilmektedir.

**Çizelge 4.4.** Yolcu kapısı ömür testi kontrol noktaları

<b>ÖMÜR TESTİ KONTROL NOKTALARI</b>		
<b>SIRA</b>	<b>KONTROL NOKTALARI</b>	<b>KONTROL ALETİ</b>
<b>1</b>	Bağlantı Elemanları Tork Kayıplarının Kontrolleri	Torkmetre
<b>2</b>	Bağlantı Sacı Sehım Değerlerinin Ölçülmesi	Mikrometre
<b>3</b>	Elektrik Motoru ve Mekanizma Sıcaklık Ölçümleri	Termometre/Termal Kamera
<b>4</b>	Elektrik Motoru Akım Değerlerinin Ölçümü	Ampermetre
<b>5</b>	Ses/Gürültü Kontrolü	Gözle Kontrol

## 5.SONUÇ

Bu tez çalışmasında ticari araçlarda kullanılmakta olan elektrikli yolcu kapılarının çalışma prensipleri, elektrik ve mekanik sistemleri, elektrik motoru seçim kriterleri ve kapı montajında genel prensipler incelenmiştir.

Yapılmış olan çalışmalar aşağıdaki şekilde özetlenmiştir:

- İncelenen mekanik sistemler içerisinde Elektrikli Dışa Açılır Çift Kanatlı Yolcu Kapısı ile ilgili olarak yol testleri, bench testleri, CAE Analizleri ve tork-amper ölçümleri testleri yapılmıştır. Yapılan testlerden elde edilen sonuçlar CAD ortamında modellenerek, CAE analizleri yapılmış ve test sonuçları ile karşılaştırılmıştır.
- Ticari araçlarda kullanılmakta olan elektrikli yolcu kapılarının bağlantı braketlerinde tasarım değişkenliği ile yapılan güçlendirme sonucunda sehim miktarında %78 iyileştirme sağlanmıştır. Testler sonucunda elde edilen verilerin analizi ile yolcu kapısı bağlantı braketinde sehim miktarları azaltılarak, yolcu kapısı çalışmasında rijitlik artışı gözlemlenmiştir ve mekanik sistemde iyileştirmeler sağlanmıştır.
- Yolcu kapısı çalışması esnasında ölçülmüş tork değerlerine göre dişli malzeme kontrolleri ve elektrik motoru tork-amper ölçümleri test edilmiştir. Elektrik motoru, tork-amper ölçümleri yapılarak stabilize edilmiş değerler belirlenmiştir.
- Dişli kutusu içerisinde dişli malzemelerinin özellikleri, yapılmış olan tork değerleri sonucunda karşılaştırmalar ile incelenmiştir.
- Çalışmaları valide etmek amaçlı olarak, yolcu kapısını simüle edebilecek ölçekte bir yolcu kapısı test düzeneği tasarlanarak, üretilmiştir. Ve validasyon testleri devam etmektedir.

### **Gelecekte yapılacak çalışmalar:**

Bu tez çalışmasının devamı olarak, yukarıda açıklanan test senaryolarına göre, yolcu kapısı ömür testleri devam etmektedir. Yolcu kapısı ömür testlerine ilişkin oluşturulan kontrol parametreleri dikkate alınarak ömür test kriterleri raporları oluşturulmaktadır.

Ömür test sonuçlarına ilişkin çalışmalar tamamlandığında elde edilecek verilerin bildiri olarak sunulması veya makale olarak yayınlanması planlanmaktadır.



## **KAYNAKLAR**

**Anonim, 2016.** Kormas Endüstri Katalog (Erişim Tarihi 06.01.2019)

**Anonim, 2017.** Nsw Governments Roadas & Maritime Services, Bus Door Safety Systems, Wales. (Erişim Tarihi 29.10.2018).

**Anonim, 2018a.** Bus Door System Electro-Pneumatic in Swing Bus Door Control Mechanism, Rotex, (Erişim Tarihi 29.10.2018).

**Anonim, 2018b.** Bode. Die Tür. System solutions for buses, Bode Tür, (Erişim Tarihi: 29/10/2018)

**Anonim, 2018c.** SKF Bus Door Actuator, SKF, (Erişim Tarihi: 29/10/2018)..

**Anonim, 2018d.** Modular Door Control, WABCO, (Erişim Tarihi: 29/10/2018)

**Anonim,2018e.** Ventura Door Systems Quick Manuals, VENTURA, [www.venturasystems.nl/products](http://www.venturasystems.nl/products) (Erişim Tarihi:29/10/2018)

**Anonim,2018f.** Bias Mühendislik, ADAMS, [www.bias.com.tr](http://www.bias.com.tr) (Erişim Tarihi:09/01/2019)

**Anonim,2018g.** UN ECE-R107-07, CATEGORY M2 OR M3 VEHICLES WITH REGARD TO THEIR GENERAL CONSTRUCTION

**Anonim,2018h.** Siemens NX, [www.bogaziciyazilim.com](http://www.bogaziciyazilim.com), (Erişim Tarihi: 13/01/2019)

**Anonim,2018i.** Revar yolcu kapısı sistemleri, [www.revar.om.tr](http://www.revar.om.tr) (Erişim Tarihi: 29/10/2018)

**Anonim,2018i.** Anlaş kalıp yolcu kapısı sistemleri, [www.anlaskalip.com](http://www.anlaskalip.com) (Erişim Tarihi: 29/10/2019)

**Anonim,2018j.** Dunkermotoren, [www.dunkermotoren.com](http://www.dunkermotoren.com) [Erişim Tarihi: 29/10/2019]

**Anonim,2018k.** Robotik sistem, [www.robotiksistem.com](http://www.robotiksistem.com) [Erişim Tarihi: 29/10/2019]

**Apak., A. 2011.** Design and Conctruction of Electric Minibus. Msc. Thesis. ITU, Istanbul, TURKEY.

**Jin, C., 2010.** Ivestigation of Diagnostics for Buses, Msc Thesis. Uppsala University, Uppsala, SWEEDEN.

**Katz, D., Garrow, L.A. 2012.** The Impact of Bus Door Crowding on Operations and Safety, Georgia Institute of Technology, USA.

**Kaynak, B. 2016.** Otobüslerde Pnömatik Sistemlerin Ölçümü, Kontrolü ve Değerlendirmesi. Lisans Tezi. Başkent Üniversitesi, Ankara.

**Kutay,M. G., 2014.** Dişli Çarklar GENEL ,[www.guvenkutay.ch](http://www.guvenkutay.ch).



**Mohapatra, A., Annan, A. 2014.** Modeling & Testing of Automatic Pneumatic Sliding Door Using Sensors & Controllers. Msc Thesis. Department of Mechanical & Manufacturing Engineering, Manipal University , India.

**Parmashwar., EjazKittur., Gouda, 2015.** Analysis of Coach Driver Door with Hinge – A Numerical Study, Dharwad, Karnataka, INDIA.

**Polater,N.,Doğru,, 2014.** Akım Elektrik Motorlarında Tork Üretimi ve Elektrikli Araçlarda Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,Göztepe,İstanbul.

**Panchal, S., Shinde, S., Deval, S., Reddy, V., Adeppa, A. 2016.** Automatic Opening And Closing Of Door. Bsc.Thesis. Dept. of Mechanical Eng, Bkit Bhalki, India.

**Schiavone, J.J., 1999.** Understanding and Applying Advanced On-board Bus Electronics, National Research Council (U.S.). Transportation Research Board, Transit Cooperative Research Program, USA..

**TC Milli Eğitim Bakanlığı, 2012.** Plastik Teknolojisi, Hidrolik Pnömatik Devre Uygulamaları 2, Ankara.

**Wang, H., 2015.** Design of an Automatic Door System For An Automated Transit Network Vehicle, San Jose University, Washington, USA.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Aykut KÖSE  
Doğum Yeri ve Tarihi : Lüleburgaz/31.08.1993  
Yabancı Dili : İngilizce, Almanca  
Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)  
Lise : Kezirtepe Anadolu Öğretmen Lisesi (2011)  
Lisans : Uludağ Üniversitesi (2015)  
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi (2015)  
Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl :  
-Ottonom Mühendislik Çözümleri - Tasarım Uzmanı - 2016-2017  
-Karsan Otomotiv - Tasarım Mühendisi - 2017-...  
İletişim (e-posta) : koseaykut@outlook.com  
Yayınları :  
Köse,ve Işık (2019), An Investigation of Working Principles and Developing Mechanical Systems of Passenger Doors of Commercial Vehicles, SSRG-IJME.