

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELEKTRİK TAHRİKLİ ASANSÖRLERİN LİNEER GRAFİK YÖNTEMİYLE
MODELLENMESİ VE DİNAMİK ANALİZİ**

MUSTAFA OĞUZ NALBANT

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
MAKİNE TEORİSİ VE KONTROL PROGRAMI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. SEMİH SEZER**

İSTANBUL, 2016

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ELEKTRİK TAHRİKLİ ASANSÖRLERİN LINEER GRAFİK YÖNTEMİYLE
MODELLENMESİ VE DİNAMİK ANALİZİ**

Mustafa Oğuz NALBANT tarafından hazırlanan tez çalışması 15.07.2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Semih SEZER
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Semih SEZER
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Ahmet SAĞIRLI
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Hikmet KOCABAŞ
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Çağımızda yüksek binaların inşasıyla beraber insanların en sık kullandığı ulaşım araçlarından biri haline gelen asansörler üzerine yapılan çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Başta güvenlik olmak üzere hız, konfor, trafik gibi kullanıcı tarafından talep edilen fonksiyonlar başlıca konu başlıkları olmaktadır.

Bu çalışmada yüksek hızlı asansörlerin konforu üzerinde durulmuş analiz esnasında lineer grafik yöntemi kullanılarak gerçeğe yakın asansör modeli oluşturmak amaç edinilmiştir. Çalışmanın son kısmında ise bir aktif kontrolcü tasarlanarak sistemde konfor sağlanmaya çalışılmıştır.

Çalışma esnasında zaman gözetmeksizin bir an olsun yardımlarını ve tecrübesini esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Semih SEZER'e, bulanık mantık hakkında bilgilerimi benimle paylaşarak bana yol gösteren Sayın Arş. Gör. İlkay KURT'a, ayrıca tüm eğitim hayatım boyunca bir nebze dahi maddi manevi desteklerinin eksikliğini hissettirmeyen çok sevgili aileme teşekkürü borç bilirim.

Haziran, 2016

Mustafa Oğuz NALBANT

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	.vi
KISALTMA LİSTESİ.....	.ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ.....	.xii
ÖZET.....	.xiii
ABSTRACT.....	.xv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	5
1.3 Orijinal Katkı.....	5
BÖLÜM 2	
ASANSÖR SİSTEMİ.....	6
2.1 Tanımı.....	6
2.2 Tarihi Gelişimi.....	6
2.3 Çeşitleri.....	9
2.4 Kullanım Alanları.....	9
2.5 Tezde Kullanılan Asansör Seçimi.....	10
2.6 Elektrik Tahrik Motor Seçimi.....	12
BÖLÜM 3	
LİNEER GRAFİK YÖNTEMİ İLE SİSTEMİN MODELLENMESİ.....	13
3.1 Sistem lineer Grafiğinin Oluşturulması.....	14
3.2 Temel Denklemlerin Eldesi.....	17
3.3 Durum Denklemlerinin Eldesi.....	19

BÖLÜM 4

SİSTEM SİMÜLASYONU	22
4.1 Elektrik Tahrikli Asansör Sisteminin Simülasyonu	23

BÖLÜM 5

SİSTEM AKTİF KONTROLÜ	33
5.2 Bulanık Mantık Kontrolcü	33
5.2.1 Neden Bulanık Mantık Kontrolcü	34
5.2 Bulanık Mantık Kontrolcünün Oluşturulması	34

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER	39
6.1 Sonuçlar	39
6.2 Grafikselle Sonuçlar	41
6.2.1 DA ve AA Motorlu Asansör Sistemlerin Grafikselle Sonuçları.....	41
6.2.2 DA ve AA Motorlu Asansör Sisteminin İvme Cevapları	43
6.2.2 Asansör Sisteminin Frekans Cevapları.....	45

KAYNAKLAR.....	47
----------------	----

EK-A

KURALLAR	49
A-1 Sistem Lineer Grafiğinin Çizim Kuralları	49
A-2 Sistem Ağaçlarının Çizim Kuralları	50

EK-B

ÇİZELGELER.....	51
-----------------	----

EK-C

ÇİZELGELER.....	57
ÖZGEÇMİŞ.....	59

SİMGE LİSTESİ

B	Kılavuz ray ile kabin arasında oluşan viskoz sürtünme katsayısı
B_1	Motor-redüktör arası tork ileten şaft ile yatak arasında oluşan direnç katsayısı
B_2	Kabin içerisinde seyir eden yolcu kütesinin direnç katsayısı
F_{11}	Halat-Makara transformatör geçiş kapısı çıkış kolu akım değişkeni
F_{12}	Halat öteleme yay elemanın akım değişkeni
F_{13}	Kılavuz ray ile kabin arası viskoz sürtünme elemanın akım değişkeni
F_{14}	Kabin kütle elemanı akım değişkeni
F_{15}	Yolcu yay elemanı akım değişkeni
F_{16}	Yolcu direnç elemanı akım değişkeni
F_{17}	Yolcu kütle elemanı akım değişkeni
I_L	Motor endüktans eleman akım değişkeni
I_1	Motor iç direnç elemanı akım değişkeni
I_2	Motor endüktans elemanı akım değişkeni
I_3	Motor direnç elemanı akım değişkeni
I_4	Elektromekanik dönüşüm transformatör kapısı giriş kolu akım değişkeni
J	Tambur ataleti
K	Sistem lineer grafiğinde bulunan kol sayısı
K_a	Elektromekanik geçiş kapısı transformatör sabiti
K_1	Halat yay katsayısı
K_2	Yolcu yay katsayısı
L	Motor endüktans katsayısı
m_c	Kabin kütlesi
m_p	Yolcu kütlesi

m_R	Karşı kütle
N	Sistem lineer grafiği düğüm noktası sayısı
n_1	Redüktör giriş devir sayısı
n_2	Redüktör çıkış devir sayısı
R	Motor direnç katsayısı
R_e	Motor iç direnç katsayısı
r	Tambur yarıçapı
S	Sistem lineer grafiği kaynak eleman sayısı
$T(t)$	Tork
T_5	Elektromekanik geçiş kapısı çıkış kolu akım değişkeni
T_6	Motor-redüktör arası tork ileten şaftın yatak direnç elemanı akım değişkeni
T_7	Dönel mekanik-dönel mekanik geçiş kapısı giriş kolu akım değişkeni
T_8	Dönel mekanik-dönel mekanik geçiş kapısı çıkış kolu akım değişkeni
T_9	Tambur atalet elemanı akım değişkeni
T_{10}	Halat-Makara transformatör geçiş kapısı giriş kolu akım değişkeni
V_R	Motor direnç elemanı gerilim değişkeni
V_{Re}	Motor iç direnç elemanı gerilim değişkeni
$V(t)$	Gerilim (volt) kaynak elemanı
V_1	Motor iç direnç elemanı gerilim değişkeni
V_L	Motor endüktans elemanı gerilim değişkeni
V_2	Motor endüktans elemanı gerilim değişkeni
V_3	Motor direnç elemanı gerilim değişkeni
V_4	Elektromekanik geçiş kapısı giriş kolu gerilim değişkeni
v_1	Sistem lineer grafiği kaynak elemanı-iç direnç elemanı arası düğüm noktası
v_2	Sistem lineer grafiği endüktans elemanı-direnç elemanı arası düğüm noktası
v_3	Sistem lineer grafiği direnç elemanı- geçiş kapısı arası düğüm noktası
v_{11}	Halat-Makara transformatör geçiş kapısı çıkış kolu gerilim değişkeni
v_{12}	Halat öteleme yay elemanın gerilim değişkeni
v_{13}	Kılavuz ray ile kabin arası viskoz sürtünme elemanın gerilim değişkeni
v_{14}	Kabin kütle elemanı gerilim değişkeni
v_{15}	Yolcu yay elemanı gerilim değişkeni
v_{16}	Yolcu direnç elemanı gerilim değişkeni

V_{17}	Yolcu kütle elemanı gerilim değişkeni
w_1	Elektromekanik-dönel mekanik- geçiş kapıları arası düğüm noktası
w_2	Dönel mekanik-makara halat geçiş kapıları arası düğüm noktası
w_5	Elektromekanik geçiş kapısı çıkış kolu gerilim değişkeni
w_6	Motor-redüktör arası tork ileten şaftın yatak direnç elemanı gerilim değişkeni
w_7	Dönel mekanik-dönel mekanik geçiş kapısı giriş kolu gerilim değişkeni
w_8	Dönel mekanik-dönel mekanik geçiş kapısı çıkış kolu gerilim değişkeni
w_9	Tambur atalet elemanı gerilim değişkeni
w_{10}	Halat-Makara transformatör geçiş kapısı giriş kolu gerilim değişkeni
Ω	Referans yönü



KISALTMA LİSTESİ

AA	Alternatif akım
DA	Doğru akım
TR	Transformatör

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1	Roma'da m.ö. basit asansör sistemini temsil eden görsel çalışma	7
Şekil 2. 2	Elisha Grave Otis' in asansör Sistemi için aldığı patent belgesi	8
Şekil 2. 3	Analiz için oluşturulmuş olan elektirik tahrikli asansör sistemi.....	11
Şekil 3. 1	Dinamik elemanların davranışlarına göre sınıflandırılması	13
Şekil 3. 2	Elektrik tahrikli asansör sisteminin lineer grafiği	14
Şekil 3. 3	Elektrik tahrikli asansör sisteminin normal ağacı	15
Şekil 3. 4	Elektrik tahrikli asansör sisteminin ağaç bağları	15
Şekil 4. 1	Asansör sisteminin genel simülasyonu.....	22
Şekil 4. 2	DA motor için sistem tahrik değeri	25
Şekil 4. 3	AA motor için sistem tahrik değeri	25
Şekil 4. 4	DA motor için akımın zamana göre değişim grafiği	26
Şekil 4. 5	AA motor için akımın zamana göre değişim grafiği	26
Şekil 4. 6	DA motor için motor şaftı açısıl genliğinin zamana göre değişimi.....	27
Şekil 4. 7	AA motor için motor şaftı açısıl genliğinin zamana göre değişimi.....	27
Şekil 4. 8	DA motor için halat öteleme yay kuvvetinin zamana göre değişimi	28
Şekil 4. 9	AA motor için halat öteleme yay kuvvetinin zamana göre değişimi	28
Şekil 4.10	DA motor için yolcu öteleme yay kuvvetinin zamana göre değişimi.....	29
Şekil 4.11	AA motor için yolcu öteleme yay kuvvetinin zamana göre değişimi.....	29
Şekil 4.12	DA motor için kabin konumunun zamana göre değişimi.....	30
Şekil 4.13	AA motor için kabin konumunun zamana göre değişimi.....	30
Şekil 4.14	DA motor için yolcu konumunun zamana göre değişimi.....	31
Şekil 4.15	AA motor için yolcu konumunun zamana göre değişimi	31
Şekil 5. 1	Bulanık mantık kontrolcü simülasyon modeli.....	35
Şekil 5. 2	Asansör sistemi fuzzy dosyası	35
Şekil 5. 3	e dilsel (hata) değişkenini tanımlayan üyelik fonksiyonları	36
Şekil 5. 4	de dilsel (hatanın türevi) değişkenini tanımlayan üyelik fonksiyonları	36
Şekil 5. 5	u çıkarımını tanımlayan üyelik fonksiyonları	37
Şekil 5. 6	Bulanık mantık uygulanan asansör sistemin genel simülasyon modeli	37
Şekil 6. 1	DA motor için kabin konumunun kontrolcülü ve kontrolcüsüz grafik karşılaştırması	41
Şekil 6. 2	AA motor için kabin konumunun kontrolcülü ve kontrolcüsüz grafik karşılaştırması	41
Şekil 6. 3	DA motor için yolcu konumunun kontrolcülü ve kontrolcüsüz grafik karşılaştırması	42

Şekil 6. 4	AA motor için yolcu konumunun kontrolcülü ve kontrolcüsüz grafik karşılaştırması	42
Şekil 6. 5	DA motor için kabin ivmesinin kontrolcülü ve kontrolcüsüz grafik karşılaştırması	43
Şekil 6. 6	AA motor için kabin ivmesinin kontrolcülü ve kontrolcüsüz grafik karşılaştırması	43
Şekil 6. 7	DA motor için yolcu ivmesinin kontrolcülü ve kontrolcüsüz grafik karşılaştırması	44
Şekil 6. 8	AA motor için yolcu ivmesinin kontrolcülü ve kontrolcüsüz grafik karşılaştırması	44
Şekil 6. 9	Kabin frekans cevabı kontrolcülü ve kontrolcüsüz grafik karşılaştırması ...	45
Şekil 6.10	Yolcu frekans cevabı kontrolcülü ve kontrolcüsüz grafik karşılaştırması	45
Şekil 6.11	Sistem devir sayısının zamana göre değişim grafiği.....	46
Şekil 6.12	Bir kattan diğer kata seyir eden yolcunun konumunun zamana göre değişim grafiği.....	46



ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3. 1 Sistem lineer grafiğın parametreleri	17
Çizelge 3. 2 Sistem temel denklemleri	18
Çizelge 4. 1 Sistem simülasyonunda kullanılan parametreler	24
Çizelge 5. 1 Mamdami bloğında tanımlanan kurallar	37
Çizelge B. 1 Değişik tür sistemlerde değişken tanımları	51
Çizelge B. 2 Tek kapılı eleman denklemleri tablosu	52
Çizelge B. 3 Çift kapılı eleman denklemleri tablosu	54
Çizelge C. 1 Elemanların genelleştirilmiş endüktans karşıtları	57
Çizelge C. 2 Elemanların genelleştirilmiş kapasitans karşıtları	57
Çizelge C. 2 Elemanların genelleştirilmiş direnç karşıtları	58

ELEKTRİK TAHRİKLİ ASANSÖRLERİN LİNEER GRAFİK YÖNTEMİYLE MODELLENMESİ VE DİNAMİK ANALİZİ

Mustafa Oğuz NALBANT

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç.Dr.Semiz SEZER

Medeniyetler tarihi boyunca madenlerde, piramitler, tapınaklar v.b. büyük yapıların inşası gibi insan gücünün yetersiz kaldığı işlerde makara sistemi kullanılmaktaydı. Literatürde basit makinalar olarak adlandırılan makara sistemi en ilkel asansör olarak bilinmektedir. Bu sistemler insan ve hayvan gücüyle çalışmaktaydı.

19. Yüzyılda Elisha Otis buhar gücünü kullanmış ve düşey yönde taşımacılıkta güvenli ilk insan asansörün temelini atmıştır. 19.yüzyılın sonlarında elektrikli asansörlerin icat edilmesiyle birlikte asansör kullanımı artmıştır. Günümüzde binalar, hastaneler, fabrikalar ve madenlerde olmak üzere birçok alanda insan ve yük taşınımı için kullanılan asansörler vazgeçilmez birer transport aracı halini almıştır.

Teknoloji ve çağın hızlı ilerlemesi zamanı değerli kılmaktadır. Metropollerde her geçen gün sayıları artan yüksek binalarda ulaşım büyük zaman kayıplarına sebep olmaktadır. Bu sebeple zamandan tasarruf etmek için asansör hızları da artmaktadır. Özellikle insan taşımacılığında kullanılması sebebiyle hızın artması başta can güvenliği olmak üzere seyir konforu gibi birçok giderilmesi gereken problemi de meydana getirmektedir.

Hareket eden asansör kabini içinde seyir yapan yolcuların seyir konforunu belirleyen ses ve titreşim gibi parametreler vardır. Bu çalışmada asansör kabini ile kılavuz ray arasında oluşan viskoz sürtünmeden oluşan titreşimin seyir halinde ki yolcuya etkileri incelenecektir.

Öncelikle çalışmakta olan yolcu asansörünün Lineer Grafik Yöntemi ile dinamik modellenmesi gerçekleştirilecektir. Modellemede elektrik tahriki için DA motor ve AA motor ayrı ayrı sisteme uygulanacaktır. Sonra Aktif kontrolcüsüz olarak asansörün titreşim analizi yapılacaktır. Son olarak ise asansör üzerindeki titreşim etkilerinin aktif kontrolcü yardımı ile iyileştirilmesi çalışılacaktır. Analizler MATLAB programının ara yüzü olan SIMULINK kullanılarak yapılacaktır. Seyir konforunda gerçekleşen değişimler her iki motor çeşidi için gözlemlenecek, elde edilen sonuçlar grafiklendirilecek ve karşılaştırılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Lineer grafik yöntemi, titreşim, sistem aktif kontrol, asansör konforu



**MODELING OF ELECTRICALLY DRIVEN ELEVATORS VIA LINEAR GRAPH
METHOD AND DYNAMIC ANALYSIS**

Mustafa Oğuz NALBANT

Department Of Mechanical Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assoc.Prof.Semih SEZER

The purchase, which acted a great part during develop of civilizations was used in mine for transport ore and hard works which manpower is adequate for instance, build big structures as pyramid, tample etc. At Literature, the purchase which is called as simple machines is known that the most primitive elevator. These Systems was worked via manpower and animal power.

Elisha Otis was used steam power and found first safely passenger elevator which transport vertically in 19th century. At the end of the 19th century, with invention of the electrical elevator, the using elevator is increasing. At the present time, the elevator which are used for transport passenger and lading in various area as builds, hospital, faculties and mines become a irreplaceable transportation vehicle.

Tecnology and age's continue quickly make the time valuable. The transportation at builds which numbers are rising in metropolis cause big waste of time. Because of that waste of time, the elevator velocity is rising for saving time. Especially, Because of use passenger transportation, the rising velocity generate alot of problems which have to resolved as first life safely and cruising comfort.

In literatue, there are parameter as noise and vibration. These parameter is determine comfort of the passenger who crusie in the cage of the elevator. In this investigate, to occur viscous fiction between elevator cage and guide ray and vibration is generated on cage. That's vibration's effect of passenger are observed.

Initially, the passenger elevator's dynamic modeling is carry out by linear graph method. The DC motor and Ac motor is performed to system during modelling. Then, The elevator's vibration motions is investigated without active controller. And Finallay, The effect of vibration on the elevator is tried to decrease with the aid of active controller. The analysis are applied by MATLAB's toolbox SIMULINK. The results of two kind of motor obtained from analysis are charted and compared each other.

Key Words: Linear graphic method, vibration, system active control, elevator comfort



1.1 Literatür Özeti

Asansör sistemi, geniş kullanım alanına sahip olması sebebiyle günümüze dek hız, konfor, kapasite, trafik ve güvenlik gibi birçok parametre üzerinde çalışmalar ve araştırmalar yapılmıştır. Sistemin dinamik analizi yapılmış çeşitli analiz yöntemleri kullanılmıştır. Durum (hareket) denklemleri elde etmek için genellikle enerji yöntemi olan Lagrange, dinamik prensiplerden D’Alambert prensibi, Hamilton prensibi ve Newton’un ikinci yasası gibi yöntemler kullanılmaktadır. Fakat bir elektrik tahrikli asansör sistemi gibi multidisipliner bir yapının hareket denklemlerini elde etmek için bu yöntemlerin kullanılması çok doğru olmaz. Asansör sistemi birden fazla bilim dalının (elektrik ve mekanik) bir arada bulunduğu sistemlerdendir. Bu tarz multidisipliner sistemlerin analizi için Bond Grafik Yöntemi ve Lineer Grafik Yöntemi gibi grafik yöntemlerinin kullanılması daha gerçekçi sonuçlar elde etmemizi sağlamaktadır. Bu çalışmada Lineer Grafik Yöntemini hareket denklemlerinin elde edilmesi için kullanılmıştır.

Asansör sistemi ve Lineer Grafik Yönteminin daha iyi anlaşılması için yapılan literatür taraması sonucu elde edilen bazı ulusal ve uluslararası çalışmaların bazıları şunlardır;

Asansör Sistemi Üzerine Yapılmış Çalışmalar;

Zeki KIRAL Ve B.Gören KIRAL(2008), yaptıkları çalışmada kılavuz rayların montajı sırasında ortaya çıkabilecek bir rölavaj hatasından, kılavuz raylarda olabilecek imalat kusurlarından veya makine-motor çalışma kombinasyonundan doğabilecek bir hata sebebiyle kabinde meydana gelen titreşimi incelemişlerdir. Bu titreşimin kabin

içerisinde seyahat eden yolcuya etkilerini farklı kabin hızları altında gözlemlemişlerdir. Asansör sistemine ait hareket denklemlerinin elde edilmesinde Newton'un ikinci yasasından faydalanılmıştır. Dinamik analiz için ise ANSYS Parametric Design Language'yi tercih edilmiştir[1].

Okan AYDIN(2013), yüksek lisans tezinde asansörlerin güvenlik sistemleri üzerinde bir çalışma yapmıştır. Başta paraşüt fren sistemini incelemiştir. Asansörlerin paraşüt fren sistemlerinde helisel yayların kullanımı üzerine durmuş, matematiksel modeli oluşturup farklı parametreler altında dinamik analizi gerçekleştirmiştir ve tabak yaylar ile farklılıkları karşılaştırmıştır. Daha sonra kabine yerleştirilen sönümleyici takozların sisteme etkilerini MATLAB ara yüzü olan SIMULINK aracılığıyla oluşturulan simülasyon üzerinden incelemiştir[2].

Jovan VLADIC ve arkadaşları(2008), yayınladıkları makalede asansör ve vinç gibi yükseltme sistemlerin yüklü durumlarında ki dinamik davranışlarını incelemişlerdir. Sistemin matematiksel modelini oluşturduktan sonra çeşitli çalışma şartları altında kritik çalışma hızı noktaları belirlemişlerdir[3].

Semih ÖZDEN(2007), yüksek lisans tezinde elektrik tahrikli asansör sisteminin Bulanık Mantık Kontrolcü ile denetimini yapmıştır. Spesifik özelliklere sahip anahtarlı relüktans motoru asansör tahrik sisteminde denemiştir. En fazla yedi katlı bir yapıda kullanılabilecek şekilde asansörü tasarlamıştır. Katlar arasında bulunan yükseklik farkları sebebiyle sabit hızda çalışamayan asansörün ivmelenmesi incelenmiş ve ivmelenme sebebiyle kabin içinde seyahat eden yolcunun rahatsız olamamışı için kabinin ivmesini tasarladığı Bulanık Mantık Kontrolcü ile denetlemiştir. Elde ettiği sonuçları deneysel olarak ölçmüştür[4].

Berna BOLAT(2006), yaptığı araştırmada yüksek katlı binalarda yoğun trafik şartlarına maruz kalan asansör gruplarının hızlı, verimli ve bekleme olmaksızın hizmet edebilmesi için bir genetik algoritma kurmuştur. Geliştirdiği yazılımı tanıtarak algoritmanın uygulanabilirliğini ölçmek adına bir örnekle uygulama yapmış ve bekleme zamanının %20 oranında iyileşme elde etmiştir. Bu sebeple genetik algoritmanın klasik kontrol metotlarına göre daha iyi sonuçlar verdiğini gözlemlemiştir[5].

Mehmet ALTUNTAŞ(2012), hazırladığı yüksek lisans tezinde asansör konforu için en önemli faktörlerden olan kılavuz rayların bağlantıları esnasında kullanılan bağlantı elemanlarının deneysel gerilme analizini yapmıştır. Bağlantı elemanı olarak kullanılan cıvata ve tırnakların mekanik özelliklerini gözlemlemek için çekme ve basma deneyleri gerçekleştirmiştir. Ayrıca bağlantı elemanlarının gerilim hesaplarını da yaparak her iki açıdan sonuçları değerlendirmiş ve karşılaştırmıştır[6].

Ayşe ÇOLAKOĞLU(2015), yüksek lisans tezinde yüksek binaların yapımı öncesi binanın ihtiyacını karşılayacak asansör miktarını belirlemek amacıyla bir karar destek modeli oluşturmuştur. Öncelikle asansör trafik hesabı ve analiz yöntemleri araştırmış ve tasarım süreci arasındaki bağlantıları gözlemlemiştir. Daha sonra karar destek modelini tanıtmış ve kırk kattan daha az binalar için modeli denemiştir. Elde ettiği sonuçları ise asansör trafik analiz simülasyonu olan Elevante programında doğruluğunu test etmiştir[7].

H.T. DURU ve Arkadaşı (2009), yapış oldukları çalışmada asansörlerde tahrik sistemleri ve enerji verimlilikleri üzerinde durmuşlardır[8].

Nafi BARAN (2014), hazırlamış olduğu çalışmada asansörlerde enerji tasarrufu için kullanılan karşı ağırlardan kaynaklanan riskleri konu olarak almıştır[9].

E.ESTEBAN ve Arkadaşları (2016), beş farklı asansörü yaklaşık modelleyip karşılaştırarak yaklaşık performans tahminlerinde bulunmuşlardır[10].

Mirko RUOKOKSKI ve Arkadaşları (2016), yapmış oldukları çalışmada yolcu transfer performansını, hedef kontrolü ve atama problemleri üzerinde durmuşlardır[11].

Lineer Grafik Yöntemi Üzerine Yapılmış Çalışmalar;

Semih SEZER ve arkadaşları(2013), yaptıkları çalışmada yarım taşıt modelini lineer grafik yöntemi ile modellemiş ve hareket denklemlerini elde etmişlerdir. Grafik yöntemi kullanılırken metodun kuralları dışına çıkmadan yeni bir yöntem deneyerek bir grafik kapısını iki adet kuvvet koluna bağlamışlardır. Aynı sistemin hareket denklemlerini enerji yöntemi olan Lagrange ile de elde edip denklemleri karşılaştırmışlardır. Daha sonra hareket denklemleri ve MATLAB programının ara yüzü olan SIMULINK kullanılarak sistemin simülasyonunu oluşturmuşlar. Simülasyon

yardımıyla sistemin titreşim analizini yapmış ve Bulanık mantık aktif kontrolcü ile titreşimleri iyileştirmeye çalışmışlardır. Sonuçlar zaman ve frekans boyutunda incelenmiş ve başarılı bir şekilde grafiksel ifade edilmişlerdir[12].

Thanh-Son Dao ve John McPhee(2011), yayınlattıkları çalışmada hibrit elektrik ve batarya elektrikli araçlarda kullanılan elektrokimyasal sistemleri yönetmekte kullanılan gerekli karmaşık dinamik denklemleri lineer grafik yöntemi ile elde etmişlerdir. Elde ettikleri denklemler yardımıyla bataryanın simülasyonu gerçekleştirmiş ve ısı analizi yapmışlardır. Sonuçları grafiksel olarak gözlemlemiş ve karşılaştırmışlardır[13].

Kerem ALTUN ve arkadaşları(2003), yaptıkları çalışmada Lineer Grafik Yönteminin kullanımı esnasında karşılaşılabilen istisnai durumlar üzerinde çalışmış ve MATLAB gibi aygın kullanıma sahip analiz programlarında çalıştırılabilen bir bilgisayar programı tasarlayarak durumların çözülmesi için incelemelerde bulunmuşlardır. Programın uygulanabilirliğini tespit edebilmek için programı kullanarak hidro mekanik bir multidisipliner yapının analizini yapmışlardır[14].

Chad Schmitke ve John McPhee(2007), yayınlattıkları çalışmada multidisipliner yapılarda diklik prensibini üzerinde incelemeler yapmışlardır. Multidisipliner bir yapı olarak otopark bariyeri seçilmiştir. Bariyerin mekanik, elektriksel ve esnek giriş kısımlarını beraber incelemek isteyen yazarlar iki farklı bilim dalını bir arada incelemeyi mümkün kılan Lineer Grafik Yöntemini seçmişlerdir. Lineer Grafik Yöntemi ile otopark bariyerinin mekanik, elektrik ve esnek giriş kısımlarının bulunduğu matematiksel modeline ait hareket denklemlerini elde etmişlerdir. Elde edilen denklemler kullanılarak çeşitli parametreler çerçevesinde motorun performansını ölçmüş ve grafiksel olarak gözlemlemişlerdir[15].

John McPhee ve Arkadaşları, Lineer Grafik yöntemi çeşitli sistemlerin modellemesinde kullanmıştır[16],[17],[18],[19].

Rajarishi Sinha Ve Arkadaşları, hazırladıkları çalışmada mühendislik sistemlerinin tasarımı için multidisipliner sistemlerin modellenmesinde lineer grafik methodunun kullanıldığından bahsetmişlerdir[20].

1.2 Tezin Amacı

Lineer Grafik Yöntemi ile elektrik tahrikli asansör sisteminin hareket denklemlerini elde etmektir. Elde edilen hareket denklemleri kullanılarak, asansör sisteminde kılavuz ray ile kabin arasında oluşan viskoz sürtünmeden doğan titreşimin kabin içerisinde seyahat eden yolcuya etkisini incelemektir. Dinamik analiz için MATLAB analiz programının SIMULINK ara yüzünü kullanılarak sistemin kurulması ve Bulanık Mantık Aktif Kontrolcü ile titreşimin yolcu üzerinde ki olumsuz etkisini minimize etmek. Son olarak DA motor ve AA motor için ayrı ayrı elde edilen sonuçları aktif kontrolcülü ve kontrolcüsüz şekilde grafiksel olarak gözlemlemek ve karşılaştırmaktır.

1.3 Orijinal Katkı

Literatür araştırmaları sonucunda elektrik tahrikli asansör sistemlerinin dinamik analizinin yapılmış olduğu fakat çoğu zaman sadece mekanik kısmının temel alındığı görülmüştür. Ancak elektrik motoru kısmının analizlere katılmadığı gözlemlenmiştir. Bu durum analizinin gerçeklikten uzaklaşmasına neden olmaktadır. Bu sebeple sisteminin dinamik analizi gerçekleştirilirken daha gerçekçi sonuçlar alabilmek için asansör sisteminin mekanik kısmının yanı sıra elektrik kısmını da analize ilave edilmiştir. Meydana gelen multüdisipliner sistemin modellenmesi için Lineer Grafik Yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda gerçeğe daha yakın sonuçlar elde edilmiştir.

Ayrıca uygulama alanında asansörlerin elektrik tahrikinde DA motor ve AA motorun ikisi de çeşitli etkenlere bağlı olarak tercih edilmektedir. Bu çalışmada analizi yapılacak olan asansör sisteminde iki motorun konfor açısından mukayesesi de mümkün olmuştur.

ASANSÖR SİSTEMİ

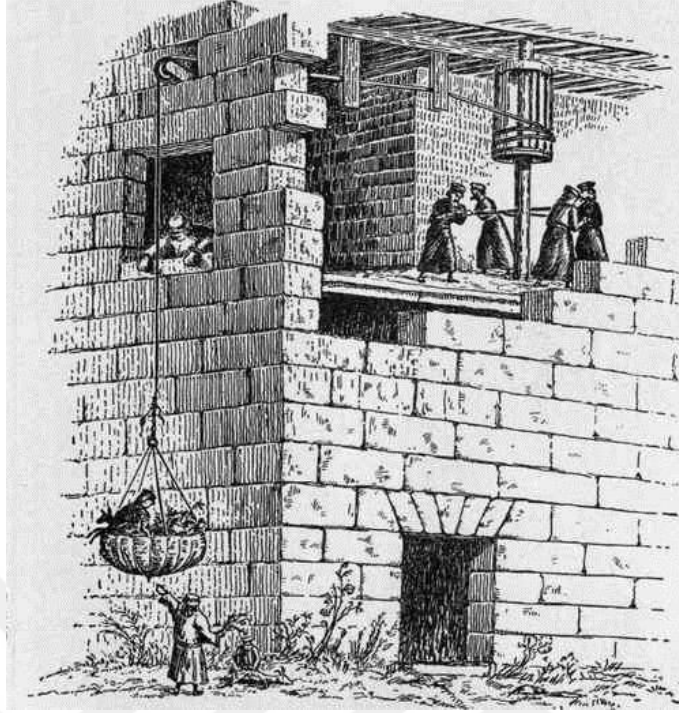
2.1 Tanımı

Asansör kuyusu üst veya alt kısmında bulunan makine dairesinden elektrik veya hidrolik ile tahrik edilmek suretiyle, asansör kovanı rotasında kılavuz raylar arasında çoğunlukla dikey hareket eden bir kabin içerisinde insan veya yük taşınmasına imkân veren sisteme asansörü adı verilir. ,

Mehmet ALTUNTAŞ [2012] yüksek lisans tezinde asansör tanımı şöyle yapmıştır; “Asansörler, belli bir kot farkı bulunan iki mesafe arasında hızlı, rahat ve güvenli bir şekilde insan, yük ve eşya taşımayı sağlayan transport makineleridir”[6].

2.2 Tarihi Gelişimi

Medeniyetler tarihi boyunca madenlerde yük taşımacılığı, piramitler, tapınaklar vb. medeniyetlerin simgesi olan büyük yapıların inşası gibi insan gücünün yetersiz kaldığı işlerde makara sistemi kullanılmaktaydı. Literatürde basit makineler olarak adlandırılan makara sistemi en ilkel asansör olarak bilinmektedir. MÖ yapılmış olan birçok dev inşanın varlığı asansör sisteminin kullanıldığını kaçınılmaz bir gerçek kılssa da asansörler hakkında yazılı olarak bilinen ilk bilgiler Eski Roma İmparatorluğu zamanını işaret etmektedir. Asansör sisteminin yaratıcısı, bilim dünyasının yakından tanıdığı suyun kaldırma kuvvetini bulmasıyla dünya tarihinde ölümsüz hale gelen Archimedes (Arşimet)'tir. Arşimet'in kurduğu ilk asansör sistemi basit bir kaldıraçtan ibaret olsa da yüzyıllar boyu sürecek olan asansör teknolojisi serüvenin başlangıcı sayılmaktadır.



Şekil 2.1 Roma'da MÖ. basit asansör sistemini temsil eden görsel çalışma[21]

Romalı Mimar Vitarüs' ün M.S. 26 tarihinde yazmış olduğu araştırma yazısında Roma'da M.Ö. 200'lü yıllar civarında şekil 2.1 de görüldüğü gibi yük kaldırmak ve indirmek için kullanılan ve asansör olarak nitelendirilebilecek basit sistemlerden söz etmiştir. Bu sistemler medeniyetlerin simgesi olan kale, piramit, tapınaklar gibi büyük yapıların duvarları dışından çalışarak, savunma ve koruma amaçlı olarak düşmanların gece baskınlarını önlemek için kullanılmıştır.

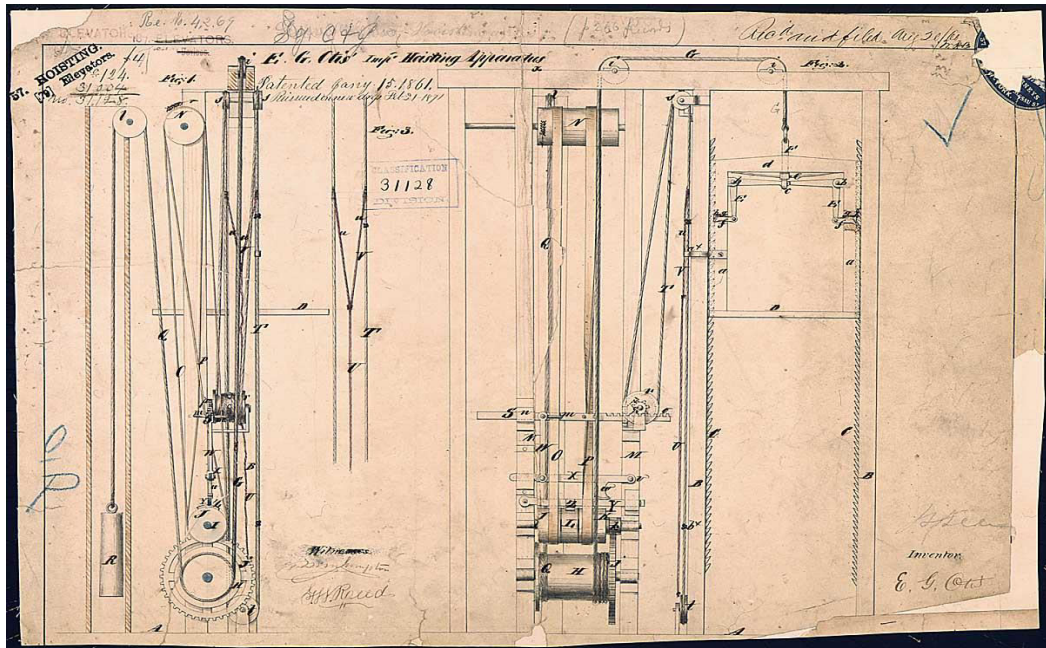
17. yüzyılın ilk yıllarında mimar olan Fransız Velaye, bu basit sisteme karşıt bir ağırlık ekleyerek daha durağan hale getirdi ve sistemin denge sorununu çözmüş oldu. Bu çağlarda uçan iskemle denilen sistem; bir makara ve çıkırık sistemine; şu an ki sistemde kılavuz rayların görevinde ki iki dikme arasına yerleştirilen koltuktan ibaretti. Günümüzde temini basit olan ve normal karşılanan bu sistem o yıllarda pahalı ve insan gücüne dayalı bir sistem olduğu için sadece zenginler kullanabilmekteydi.

O yıllarda, zenginlik simgesi haline olan bu sistemler çok zengin kişilerin binaların katları arasında geçiş yapması için kullanılır hale gelmiş olan bu sistemler günümüzde asansör olarak adlandırılmıştır.

19. yy. başlarına dek taşıma sistem olarak kullanılan yöntem benzer insan ya da hayvan gücüyle tahrik ettirilen ve hiçbir şekilde bir güvenlik önlemine sahip olmayan sistemler sanayinin hemen hemen her alanında yük taşınımı amacıyla kullanılmıştır. 19. Yy. ortalarına dek kayda değer iş kolaylığı sağlamasına karşın can ve mal güvenliği açısından çok büyük problemlere neden olmaktaydı. Bu sebeple güvenlikle ilgili ilk gelişmeler bu senelerde sağlanmıştır.

Bu senelerin mimarisi gözlemlendiğinde inşaat tekniği birden fazla kat yapacak şekilde gelişmiş fakat yapılan işaaların insanların kolaylıkla çıkabileceği kat yüksekliği olan maksimum 5 katla sınırlandırıldığı görülmektedir.

Gerek kullanılan bu tekniği geliştirmek için yapılan araştırmalar gerekse güvenlik araştırmaları 1853 yılında ilk eserini ortaya koymuş ve Amerikan vatandaşı olan Elisha Grave Otis, buhar gücüyle çalışan ve dikey yönde insan taşımakta kullanılan ilk yük taşıma sistemi olarak nitelendirilen asansörü geliştirmeyi başarmıştır (şekil 2.2). Bu asansör 4 yıl sonra 23 Mart günü Amerika'nın büyük şehirlerinden olan New York şehrinin Broadway kasabasında 5 kata sahip iş merkezine uygulayarak kullanıma sunmuştur. Bu asansörün çalışma prensibine değinecek olursak, buhar üreten makine tamburu döndürerek, asansörü aşağı yukarı taşıyan halatı ortalardaki olduğu gibi tamburun çevresine sarmasından ibarettir[21].



Şekil 2.2 Elisha Grave Otis' in asansör sistemi için aldığı patent belgesi[21]

2.3 Çeşitleri

Asansörler kullanım yerleri, tasarımları ve çalışma prensiplerine göre birçok çeşide sahiptir. Bunlardan bazıları şunlardır;

- Otomatik Asansör
- Makine Dairesiz Asansör
- Hidrolik Asansör
- Elektrik Tahrikli Asansör
- Yök Asansörleri
- Sedye Asansörleri
- Araç Asansörleri
- Panoramik Asansör
- Engelli Asansörü
- Yemek Asansörü

2.4 Kullanım Alanları

İlk ağlarda basit makinalar sisteminde kullanılan asansörler büyük yapıların kullanımı için kullanılmakla beraber savunma sistemlerinde de medeniyetlerin kullandığı önemli gereçlerden olmuştur.

17.yüzyıl civarına dek sadece yök taşınımı için kullanılan ilkel asansör sistemleri insanların da taşınımı için kullanılmasıyla beraber o dönemlerin zenginler için bir sembol haline gelmiş ve bir varlık göstergesi olmuştur. Tamamen köle ve hizmetçilerin gücüyle çalıştırılmışlardır.

19.yüzyılın ikinci yarısından itibaren Avrupa ve Amerika'da insan için kullanılan asansör sistemin güvenliğı ve konforu üzerinde yapılmaya başlayan çalışmaların sonuçları asansörün insan hayatında daha fazla yer alabilen önemli bir hizmet makinesi haline getirmiştir.

20 yüzyıl ve sonrasında ise gelişen asansör teknolojisiyle beraber asansör çeşitleri artmış; binalarda, hastanelerde, fabrikalarda ve ilk çağlardan bu yana kullanım alanı olan madenlerde yaygın bir şekilde insan ve yük taşınımı için kullanılmaktadır.

Gelecekte de yükselen binaların artmasına paralel olarak güvenliği ve hızları artan asansörlerin hayatımızda ki yeri ve önemi artacaktır.

2.5 Tezde Kullanılan Asansör Sistemi

Çağımızda inşaat sektörünün dünya çapında son derece hızlı ilerlemesi rekabetin artması ve talebin de aynı doğrultuda yükselmesi yapılan binalarda enlerin sürekli güncellenmesine sebep olmaktadır. Bu enlerden en önemlilerinden biri binaların yükselmesi ve katların artmasıdır. Katlar arttıkça da asansörlerin zamandan tasarruf etmesi için hızlarının da artması beklenilmektedir.

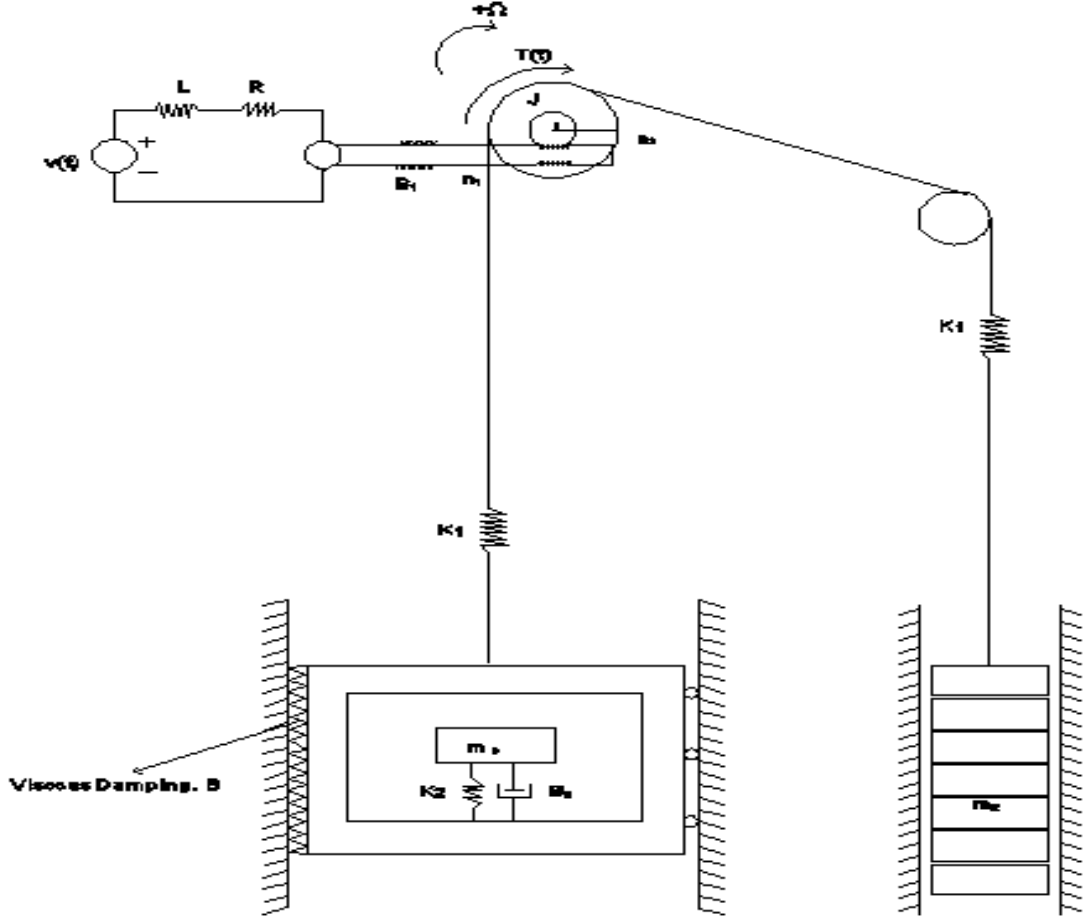
Günümüzde yapımı 2010 yılında biten en yüksek bina olma özelliğini elinde tutan Dubai'deki Burj Khalifa (Burç Halife) binası 828 metre yüksekliğinde ve 161 katta oluşmaktadır. Burç halife kulesini en yüksek bina olma özelliğinin yanı sıra birçok alanda da dünya genelinde birinciliği elinde tutmaktadır. Bunlardan bir tanesi ise en hızlı asansörü bünyesinde barındırmasıdır. 64 km/saat (17,77 m/sn) hızında ki asansör dünyanın en hızlı insan asansörü olarak kabul edilmektedir. Bunun yanı sıra bazı kaynaklar rekorun Burç Halife kulesinde ki asansör de değil yine 2010 yılında yapımı tamamlanan bir başka bina olan Taylan'daki Taipei 101 binası da bulunan asansöre ait olduğunu iddia etmektedir. 101 katlı 509 metrelik binanın asansörü saatte 64,6 km hızla (17,94 m/sn) olduğu ifade edilmektedir.

Fakat 2016 yılının sonlarına doğru yapımının tamamlanması beklenen Japon Hitachi Şirketinin yapımını üstlendiği Çin'in güney kendi Guangzhou'da inşa edilen bir gökdelene yerleştirilecek asansörün sisteminin yeni bir rekora imza atacağı şirket tarafından duyuruldu[22].

Hitashi şirketinin kendi ürettikleri asansör gökdelene montaj edilecek. Asansör saatte 72 kilometre hızla (20 m/sn) yolcu transferinin gerçekleştirecek.

Tez' de modellemesi ve analizi yapılan asansörde yeni rekor olacak olan 20 m/sn hız dikkate alınmıştır.

Çalışma prensibi ve elektrik tahrikli olması dikkate alınan asansör sistemi şekil 2.3' te ki gibi modellenmiştir.



Şekil 2.3 Analiz için oluşturulmuş olan elektrik tahrikli asansör sistemi

Modelin oluşturulmasında gerçeğe en yakın durum gözlemlenmiştir. Sistemde optimum miktarda eleman kullanılmış olup literatürde var olan asansör örnekleri göz önünde tutulmuştur. Bir adet elektrik tahrik motoru, bir sonsuz dişli redüktör, tahrik kasnak, halat, asansör kuyusunda asansörün ilerlediği rotayı belirleyen kılavuz raylar, kabin ağırlığı ve beyan yükünün yarısını karşılayacak ağırlıkta karşıt ağırlık[23], asansör kabini ve bir yolcu elemanları hesaba katılmıştır.

2.6 Elektrik Tahrik Motoru Seçimi

Elektrik tahrikli asansörlerin kabin hareketi esnasında yüksek kalitede konfor sağlamalıdır ve her durakta nizami hizalama yapmalıdır. Ayrıca ekonomik işletme masrafı olmalıdır.

Az katlı binalarda kabin hızı genelde 2 m/s altındadır. Bu hızlar için asansörlerde yüksek devirli AA motorlar ve redüktör olarak da sonsuz vida kullanılır. Kullanılan redüksiyon oranı ise genelde 40:1 dir. Böylece ufak ve kompakt bir dizayn elde edilir ancak sistem verimi düşüktür.

Gökdelen, konut ve iş merkezleri gibi yüksek katlar sayısına sahip binalarda 2 m/s hızların üzerine (4 - 17 m/s gibi) çıkmaktadır. Bu asansörlerde düşük devirli DA motorlar doğrudan tahrik kasnağına bağlı olarak kullanılır ve oldukça pahalı tasarımlardır[24].

Bu çalışmada her iki motor çeşidi de ayrı ayrı analize ilave edilmiştir.

LİNEER GRAFİK YÖNTEMİ İLE SİSTEMİN MODELLENMESİ

Teknolojinin gelişmesiyle beraber icat edilen sistemlerin sadece tek bir bilim dalıyla ilgili olması tek bir bilim dalının yeterli olması olanaksız duruma gelmiştir. Günümüzde mühendislik sistemlerinin neredeyse tamamı en az mekanik, elektrik, akışkan ve ısı gibi ikisi veya daha fazla bilim dalının meydana getirdiği karmaşık multidisipliner yapılardan halini almışlardır. Bu durum karşısında araştırma ve geliştirme, analiz gibi teorik çalışmaları yaparken kullanılan genel yöntemler yetersiz kalmaktadır. Özellikle dinamik analizlerde kullanılan Newton yasaları, Lagrange, D’lambert ve Hamilton prensibi gibi matematiksel yöntemler tek bir bilim dalının analizi için kullanılmakta günümüz teknolojisinin ürünleri üzerinde gerçekçi bir analiz yapmakta yetersiz kalmaktadırlar.

Sistemlerin bir arada analizinin problem olması sebebiyle ilk kullanımları 18. Yüzyıla dayanan grafik yöntemleri gerçekçi sonuçlar almak adına daha kullanılması daha mantıklı yöntemler olarak görülmektedir. Çünkü Bond grafik Yöntemi ve Lineer Grafik Yöntemi gibi grafik yöntemleri mekanik, elektrik, ısı ve akışkan gibi bilim dallarından oluşan sistemlerin birbirine benzeyen yönlerini inceleyerek bunların meydana getirdiği sistemlerin analizleri için ortak yaklaşımlar geliştirmektedir. Bu şekilde, farklı türden enerjiye sahip sistemlerin değişik yöntemlerle analizi yerine, ortak ve genel metodlarla ele alınmasına olanak sunacaktır.

Bu çalışmada grafik yöntemlerinden biri olan Lineer Grafik Yöntemi, elektrik ve mekanik sistemlerden oluşan asansör sistemimizin analizi için uygun grafik yöntemi olarak seçilmiştir. Lineer Grafik Yöntemi; mekanik, elektrik, akışkan ve ısı sistemlerin bir arada kullanıldığı grafiksel olarak modellenip hareket denklemlerinin elde edilmesinde kullanılan grafiksel bir yöntemdir [12]. Bu yöntemle bir veya daha fazla

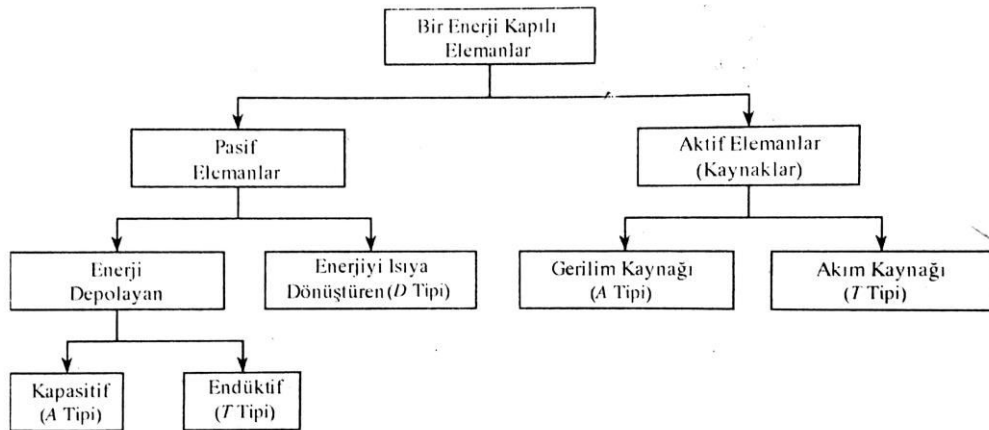
farklı bilim dalının bir arada kullanıldığı multidisipliner yapıların incelenebilir. Gerçeğe daha yakın sonuçlar elde edebilmek için başarılı bir yöntemdir. Bir sistemin lineer grafiğinin çizilmesiyle, fiziksel sistemin türü analiz açısından önemini yitirecek ve değişik mühendislik sistemlerine aynı analiz ve sentez yöntemlerinin uygulanmasına olanak veren biçimsel (formel) bir gösterim şekli elde edilecektir[24].

Şekil 2.3' te matematiksel modelini oluşturduğumuz elektrik tahrikli asansör sisteminin Lineer Grafik Yöntemiyle analizi alt başlıklarda basamak basamak anlatılmıştır.

3.1 Sistem Lineer Grafiğinin Oluşturulması

Şekil 2.3'te asansör sisteminin modellenmesi aşamasında endüktans (L), direnç (R), M_p (yolcu) vd. gibi farklı bilim dallarına ait dinamik sistem elemanları kullanılmıştır. Mekanik, elektrik, ısı ve akışkan sistemlerin dinamik elemanları farklı enerji türlerine göre sınıflandırılmış ve temel olarak elektrik alanına indirgenen diğer bilim dallarının dinamik elemanları gerilim ve akım değişkenleri olarak Ek B'de bulunan Tablo 1'de tanımlanmıştır.

Temel olarak iki ana sınıfa ayrılan dinamik elemanlar davranışlarına göre enerji depolayan, enerjiyi ısıya çeviren ve enerji kaynağı olarak Şekil 3.1' de gösterilen şekilde alt sınıflara ayrılırlar. Bu gruplar sistemin lineer grafiğinin oluşturulmasında kilit rol almışlardır.



Şekil 3.1 Dinamik elemanların davranışlarına göre sınıflandırılması[25]

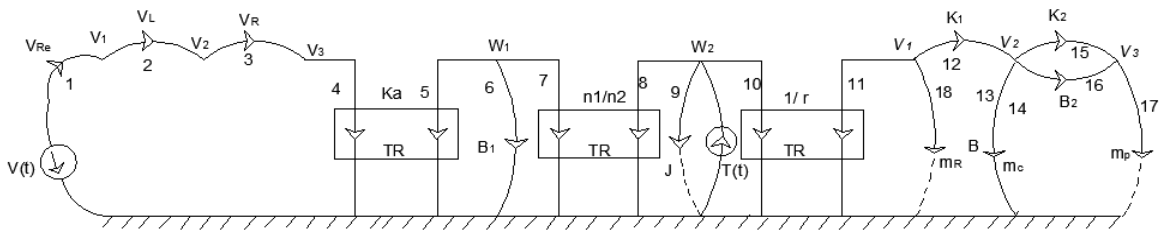
Pasif elemanlar dışarıdan yani aktif (kaynak) elemanlarının sisteme kazandırmış olduğu enerji doğrultusunda davranış sergilerler. Her bir bilim dalına ait pasif elemanlar Ek C'de bulunan Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3'te belirtilmiştir. Sisteme enerji sağlayan gerilim ve akım kaynak elemanları ise bilim dallarına göre çizelge 3.4 ve çizelge 3.5'te örneklerle ifade edilmiştir.

Mühendislik sisteminin modellenmesinde kullandığımız tüm dinamik elemanların bilim dalları, temel sınıfları ve davranışlarına göre sınıflandırılmaları dikkate alınarak elemanların lineer denklemleri Ek B'de bulunan Tablo 2'de derlenip ayrıntılı şekilde belirtilmiştir. Lineer grafiği oluşturulan sistemin durum denklemleri oluşturulurken bu eleman denklemlerinden yararlanılmıştır.

Sistemin lineer grafiği oluşturulması esnasında, sistemi oluşturan farklı mühendislik sistemleri arasında geçiş yapılması için kapı görevi gören elemanlarımız kullanılmaktadır. Bu elemanlar Ek B'de bulunan Tablo 3'te köprü görevi gördüğü mühendislik sistemleriyle beraber eleman denklemleri de belirtilerek tanımlanmıştır.

Bu çalışmada kullandığımız elektrik tahrikli asansör sistemimizde elektrik sisteminden mekanik sisteme geçiş yapan elektromekanik, dönele mekanikten dönele mekaniğe geçiş yapan dişli kutusu ve dönele mekanikten öteleme mekaniğe geçiş yapan makara halat sistemini temsil eden üç adet kapımız mevcuttur.

Üstte belirtilen tablo, çizelge ve şekillerdeki bilgiler kullanılarak ek A.1'deki lineer grafik çizme kuralları doğrultusunda elektrik tahrikli asansör sistemimizin lineer grafiği şekil 3.2'de ki gibi elde edilmiştir.

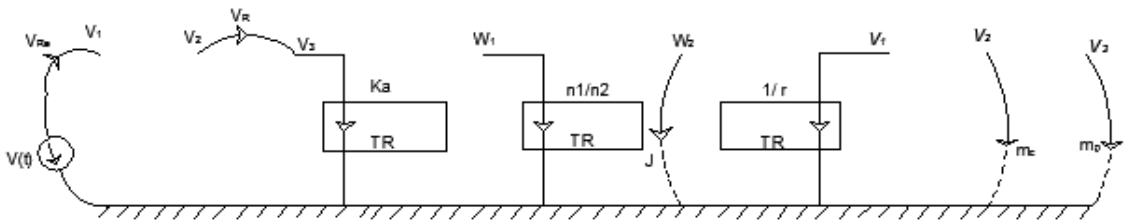


Şekil 3.2 Elektrik tahrikli asansör sisteminin lineer grafiği

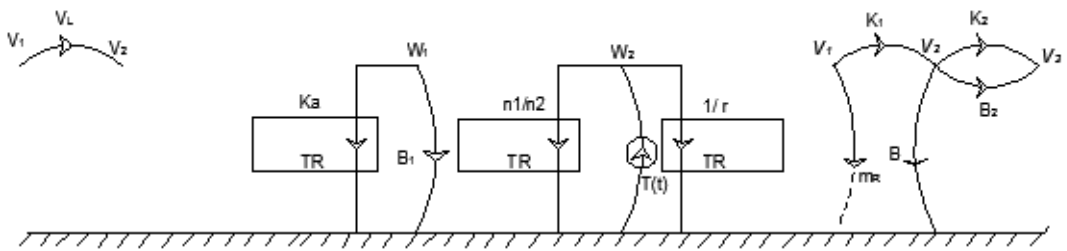
Mühendislik sistemlerinin modellenmesi aşamasında dinamik olarak bağımsız davranış sergileyemeyen elemanların modelde varlığı ve sistemin lineer grafiği çizimi

tamamlandığında bazı teknik çelişkilerin varlığı istenmeyen durumlardır. Bu durumların hem varlığını hem kontrol ederek lineer grafiğin hem de sistemin doğru modellenmiş olduğunu ispatlamak amacıyla lineer grafiğin normal ağacı ve ağaç bağları belirli koşullar altında çizilir.

Ek A.2'deki kurallar çerçevesinde lineer grafiği oluşturulan elektrik tahrikli asansör sisteminin normal ağacı şekil 3.3 te ve ağaç bağları şekil 3.4' te ki gibi çizilmiştir.



Şekil 3.3 Elektrik tahrikli asansör sisteminin normal ağacı



Şekil 3.4 Elektrik tahrikli asansör sisteminin ağaç bağları

Sitemin normal ağacı ve ağaç bağları incelendiğinde sistemde hem dinamik olarak bağımsız davranış sergileyemeyen bir elemanın olmadığı hem de sistemin lineer grafiğinin doru olduğu görülmüştür.

3.2 Temel Denklemlerin Eldesi

Temel Denklemler, modellenen sistemin dinamik davranışının tanımlanmasını tamamlayan denklem gruplarıdır. Bu denklem gruplarının oluşturulmasıyla birlikte analizi yapılacak olan sistemin tüm durum değişkenlerinin davranışları incelenebilir. Denklemlerin elde edilmesiyle sistem matematiksel olarak formüle edilmiş ve sistemin dinamik analizinde modellemeden sonra gelen en önemli aşama da tamamlanmış olur[24].

Durum değişkenlerinin sayısını ve denklem sayılarını belirlemek için analizini yapacak olduğumuz elektrik tahrikli asansör sisteminin lineer grafiğinde bulunan kol sayısı, kaynak sayısı ve düğüm sayısı parametrelerinden faydalanılmıştır. Sistemin parametreleri çizelge 3.1 de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 Sistem lineer grafiğinin parametreleri

Parametre	Simgesi	Adet
Grafik Kolları	K	20
Grafik Düğümleri	N	10
Kaynaklar	S	2

Sistemin temel denklemleri üç ana başlıkta toplanmaktadır. Yanlarında ise sistemin bu denklemlerden kaç adet sahip olduğu belirtilmiştir. Belirtilen miktarlardan az veya çok olması durumunda bir yanlışlık olduğu bilinmeli ve kontrol edilmelidir.

- Eleman Denklemleri ($2K-S$)
- Süreklilik Denklemleri ($N-1$)
- Uyarlılık Denklemleri ($K-(N-1)$)

Sistemin durum denklemlerinin elde edilebilmesi için gerekli olan yukarıda belirtilen sayılarda temel denklemler ek A.3' te sıralanan koşullara göre belirlenir. Bu koşulların uygulanmasına yardımcı olan bazı değişkenler tanımlanmalıdır. Bu değişkenlerin belirlenmesi de ek A.3' te belirtilmiştir. Ek A.3'te belirtilen yol izlenerek durum değişkenleri, birincil ve ikincil değişkenler belirlenmiştir. Sistemin dinamiğine etkisi olmayan elemanların denklemleri tabloya eklenmemiştir.

Çizelge 3.2 Sistem temel denklemleri

Eleman Denklemleri	Süreklilik Denklemleri	Uyarlılık Denklemleri
1. $V_1 = R_e I$	18. $I_1 = I_2$	26. $V_2 = V(t) - V_1 - V_3 - V_4$
2. $\frac{dI_2}{dt} = \frac{1}{L} V_2$	19. $I_3 = I_2$	27. $w_5 = w_7$
3. $V_3 = R I_3$	20. $I_4 = I_2$	28. $w_6 = w_7$
4. $V_4 = K_a \cdot w$	21. $T_7 = -T_5 - T_6$	29. $w_8 = w_9$
5. $T_5 = \frac{1}{K_a} I_4$	22. $T_9 = T(t) - T_8 - T_{10}$	30. $w_{10} = w_9$
6. $T_6 = B_1 \cdot w_6$	23. $F_{11} = -F_{12}$	31. $v_{12} = v_{11} - v_{14}$
7. $w_7 = \frac{n_1}{n_2} \cdot w_8$	24. $F_{14} = F_{12} - F_{13} - F_{15} - F_{16}$	32. $v_{13} = v_{14}$
8. $T_8 = -T_7 \frac{n_2}{n_1}$	25. $F_{17} = F_{15} + F_{16}$	33. $v_{15} = v_{14} - v_{17}$
9. $\frac{dw_9}{dt} = T_9 \frac{1}{J}$		34. $v_{16} = v_{14} - v_{17}$
10. $T_{10} = -r \cdot F_{11}$		
11. $v_{11} = \frac{w_{10}}{r}$		
12. $\frac{dF_{12}}{dt} = K_1 v_{12}$		
13. $F_{13} = v_{13} B$		
14. $\dot{v}_{14} = \frac{F_{14}}{m_c}$		
15. $\frac{dF_{15}}{dt} = K_2 v_{15}$		
16. $F_{16} = B_2 \cdot v_{16}$		
17. $\frac{dv_{17}}{dt} = \frac{F_{17}}{m_p}$		

- Durum Değişkenleri ; $I_2, w_9, F_{12}, v_{14}, F_{15}, v_{17}$
- Birincil Değişkenler ; $V_1, V_3, V_4, w_7, w_9, v_{11}, v_{14}, v_{17}, I_2, T_5, T_6, T_8, T_{10}, F_{12}, F_{13}, F_{15}, F_{16}$
- İkincil Değişkenler ; $I_1, I_3, I_4, T_7, T_9, F_{11}, F_{14}, F_{17}, V_2, w_5, w_6, w_8, w_{10}, v_{12}, v_{13}, v_{15}, v_{16}$

Temel eleman denklemleri sayıları, durum değişkenleri ve ek A.3'te belirtilen denklemler yazma şartları göz önüne alınarak sistemimizin denklemleri çizelge 3.2 de sıralanmıştır.

3.3 Durum Denklemlerinin Eldesi

Üst bölümde ek 3' te belirtilen koşullara uyarak elde edilen temel denklemleri kullanılarak ilk etapta eleman denklemlerindeki ikinci değişkenler uyum olan süreklilik ve uyarlılık denklemleri eleman denklemlerine yerleştirilerek yok edilir.

$$\frac{dI_2}{dt} = \frac{1}{L} (V(t) - V_1 - V_3 - V_4) \quad (35)$$

$$\frac{dw_9}{dt} = \frac{1}{J} (T(t) - T_8 - T_{10}) \quad (36)$$

$$\frac{dF_{12}}{dt} = K_1 (v_{11} - v_{14}) \quad (37)$$

$$v_{14} = \frac{(F_{12} - F_{13} - F_{15} - F_{16})}{m_c} \quad (38)$$

$$\frac{dF_{15}}{dt} = K_2 (v_{14} - v_{17}) \quad (39)$$

$$\frac{dv_{17}}{dt} = \frac{(F_{15} + F_{16})}{m_p} \quad (40)$$

$$V_1 = R_e \cdot I_2 \quad (41)$$

$$V_3 = R \cdot I_2 \quad (42)$$

$$V_4 = \frac{w_5}{K_a} \quad (43)$$

$$T_5 = -\frac{1}{K_a} I_2 \quad (44)$$

$$T_6 = B_1 \cdot w_7 \quad (45)$$

$$T_8 = \frac{n_2}{n_1} (T_5 + T_6) \quad (46)$$

$$T_{10} = r \cdot F_{12} \quad (47)$$

$$v_{11} = \frac{w_9}{r} \quad (48)$$

$$F_{13} = B \cdot \dot{v}_{14} \quad (49)$$

$$w_7 = \frac{n_1}{n_2} \cdot w_9 \quad (50)$$

$$F_{16} = B_2 \cdot (v_{14} - v_{17}) \quad (51)$$

Elde edilen denklemlerden durum değişkenlerini temsil eden 35, 36, 37, 38, 39 ve 40. Denklemler düzenlenirse sistemin dinamik davranışlarının matematiksel formüle edilmiş halleri olan durum denklemleri şu şekilde elde edilmiş olur.

I_L durum değişkenine ait hareket denklemi;

$$\frac{dI_L}{dt} = \frac{1}{L} V(t) - \frac{(R_e + R)}{L} I_L - \frac{n_1}{K_a L n_2} w_J \quad (52)$$

w_J durum değişkenine ait hareket denklemi;

$$\frac{dw_J}{dt} = \frac{1}{J} T(t) + \frac{n_2}{n_1 J K_a} I_L - \frac{B_1}{J} w_J \quad (53)$$

F_{K_1} durum değişkenine ait hareket denklemi;

$$\frac{dF_{12}}{dt} = \frac{K_1}{r} w_J - K_1 v_{m_c} \quad (54)$$

v_{m_c} durum değişkenine ait hareket denklemi;

$$\frac{dv_{m_c}}{dt} = \frac{1}{m_c} F_{K_1} - \frac{B}{m_c} \dot{v}_{m_c} - \frac{1}{m_c} F_{K_2} - \frac{B_2}{m_c} v_{m_c} + \frac{B_2}{m_c} v_{m_p} \quad (55)$$

F_{K_2} durum değişkenine ait hareket denklemi;

$$\frac{dF_{K_2}}{dt} = K_2 v_{m_c} - K_2 v_{m_p} \quad (56)$$

v_{m_p} durum değişkenine ait hareket denklemi;

$$\frac{dv_{m_p}}{dt} = \frac{1}{m_p} F_{K_2} + \frac{B_2}{m_p} v_{m_c} - \frac{B_2}{m_p} v_{m_p} \quad (57)$$

Elde edilen durum denklemlerinin matris formunda da gösterirsek;

$$\begin{bmatrix} \dot{I}_L \\ \dot{w}_J \\ \dot{F}_{K_1} \\ \dot{v}_{m_c} \\ \dot{F}_{K_2} \\ \dot{v}_{m_p} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{(R_e + R)}{L} & -\frac{n_1}{K_a L n_2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{n_2}{n_1 J K_a} & -\frac{B_1}{J} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{K_1}{r} & -K_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{B}{m_c(m_c + B)} & -\frac{B}{m_c(m_c + B)} & -\frac{B_2 B}{m_c(m_c + B)} & \frac{B_2 B}{m_c(m_c + B)} \\ 0 & 0 & 0 & K_2 & 0 & K_2 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{B_2}{m_p} & \frac{1}{m_p} & -\frac{B_2}{m_p} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_L \\ w_J \\ F_{K_1} \\ v_{m_c} \\ F_{K_2} \\ v_{m_p} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L} & 0 \\ 0 & \frac{1}{J} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V(t) \\ T(t) \end{bmatrix}$$

matrisi elde edilir.

SİSTEM SİMULASYONU

Simülasyon, teorik veya fiziksel gerçek bir sistemin, bilgisayar programları ortamında modellendikten sonra oluşturulan bu model ile sistemin işletilmesi amacına yönelik, sistemin davranışını kavrayabilmek ya da farklı stratejileri değerlendirebilmek amacıyla deneyler yürütülmesi, bu sistemin fonksiyonlarını ve davranışlarını bilgisayar yoluyla değerlendiren bir tekniktir.

Simülasyon kelimesinin akademik hayatta en çok kullanılan teknik manası ise, herhangi bir sürecin veya sistemin işletilmesi amacıyla zamanlı olarak sanal bir ortam oluşturulması veya taklit edilmesidir. Gerçek dünyada yani simülasyonu oluşturulan sistemin uygulama alanında gerçekleşen süreçlerin veya sistemlerin gerçeğe çok benzer şekilde taklit edilmesi gerçekleştiren kişinin emeğinden zaman tasarrufuna, kişinin ekonomik kazancından kazalara engel olunması farklı birçok konuda avantaj sağlanmaktadır.

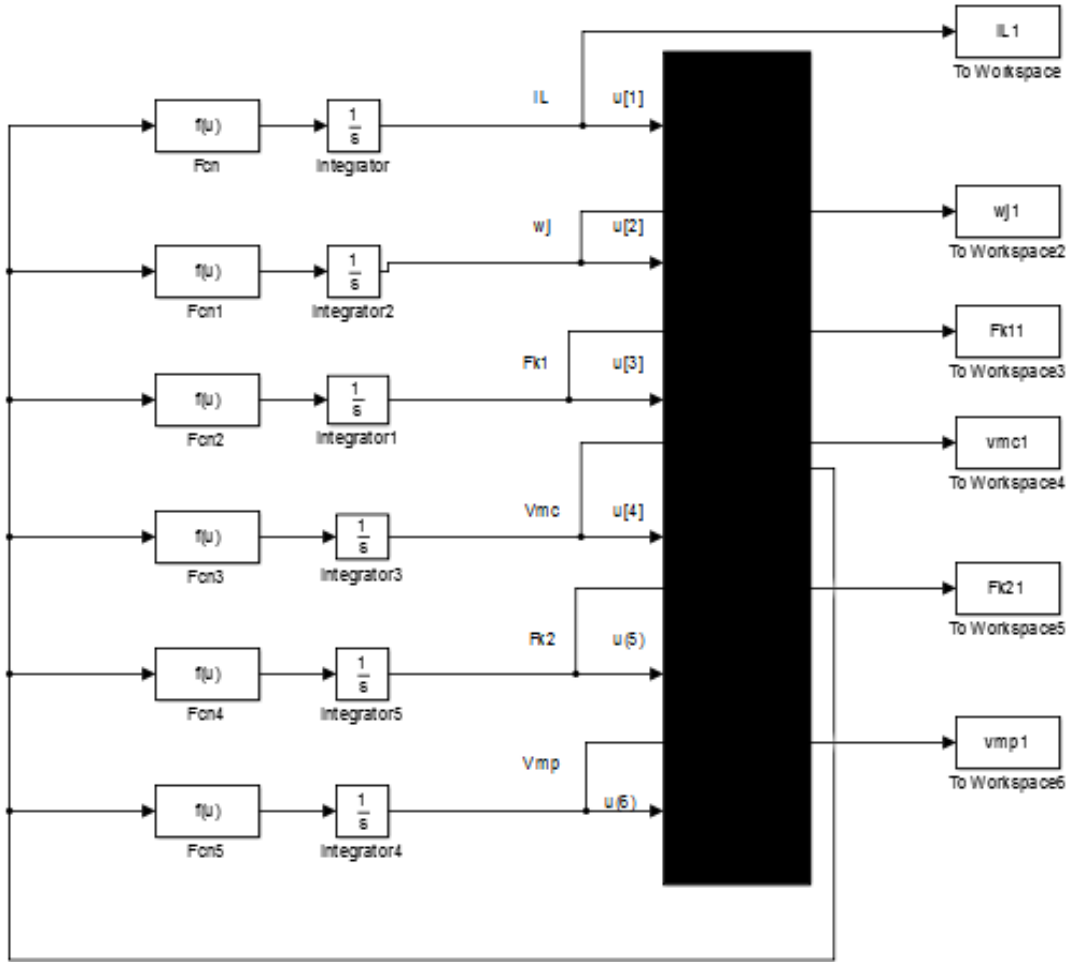
Maliyeti çok fazla olan ve imalat aşamasında insan kaynaklı hatalar sebebiyle herhangi bir kaza ortaya çıkması halinde hem çalışanın canına mal olan hem de çok yüksek maliyetlerin boşa gitmesine sebep olan teknik hizmetlerin uzmanlık eğitimi, bilgisayarın sanal ortamında kullanılan benzetim programları aracılığıyla gerçek zamanlı ve risk olmadan yapılabilmektedir. Uygulama dünyasındaki süreç ve sistemlerin programlama aracılığıyla kurulan sanal ortama taşınması olarak da adlandırılan simülasyonlar, bilgisayar programları ile bire bir gerçeklikte istenilen sistemi taklit edebilmektedir.

Mühendislik sistemlerinin simülasyonunda günümüzde birçok bilgisayar programı kullanılmaktadır. Bu çalışmada matematiksel modeli kurulmuş olan elektrik tahrikli asansör sisteminin simülasyonunun kurulması için hem veri tabanının geniş olması hem

de literatürde sağlıklı sonuçların alınabildiği birçok çalışma olması sebebiyle MATLAB matematik programının ara yüzü olan SIMULINK programı tercih edilmiştir[26].

4.1 Elektrik Tahrikli Asansör Sisteminin Simülasyonu

Önceki bölümlerde sistemin matematiksel modeli ve durum denklemleri elde edilmiştir. Bu bölümde ise sistemin dinamik analizinin gerçekleştirilmesi için gerekli olan gerçeğe en yakın halinin taklidi olan simülasyonunun kurulması aşamasına gelinmiştir. MATLAB matematik programının Simulink ara yüzü yardımıyla asansör sisteminin simülasyonunun şekil 4.1’de görünen şekilde kurulmuştur.



Şekil 4.1 Asansör sisteminin genel simülasyonu

Sistemin simülasyonunda görülen “Fcn” fonksiyon blokları, bölüm 3’te elde edilen durum denklemlerinin simülasyona tanıtıldığı bloklardır. Bloklara durum denklemleri sırasıyla aşağıdaki şekilde girilmiştir.

$$\bullet (1/L)*u[7] - ((Re+R)/L)*u[1] - (n1/(ka*L*n2))*u[2] \quad (58)$$

$$\bullet (1/J)*T + (n2/(J*ka))*u[1] - (B1/J)*u[2] \quad (59)$$

$$\bullet (K1/r)*u[2] - K1*u[4] \quad (60)$$

$$\bullet (B/(mc*(mc+B))*u[3] - (B/(mc*(mc+B))*u[5]... \\ -((B2*B)/(mc*(mc+B))*u[4] - ((B2*B)/(mc*(mc+B))*u[6]) \quad (61)$$

$$\bullet (K2*u[4] - K2*u[6]) \quad (62)$$

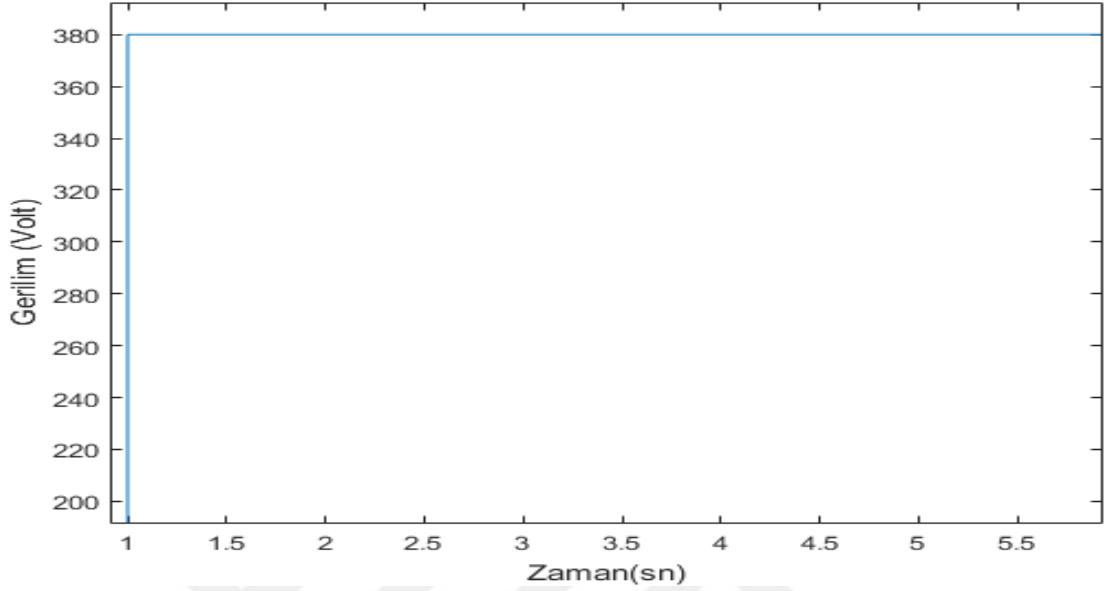
$$\bullet (1/mp)*u[5] + (B2/mp)*u[4] - (B2/mp)*u[6] \quad (63)$$

Denklemler sistemin durum değişkenlerinin türevlerini tanımlayacak şekilde simülasyona tanıtılmıştır. Simülasyonun çalıştırılması için sisteme girilen parametrelerin programa tanıtılması gereklidir. Simülasyonun çalıştırılması için sisteme girilen parametreler çizelge 4.1’de belirtilmiştir. Parametreler belirlenirken “E.İRMAK” [24]’in çalışmasında bulunan örnekler göz önüne alınmıştır.

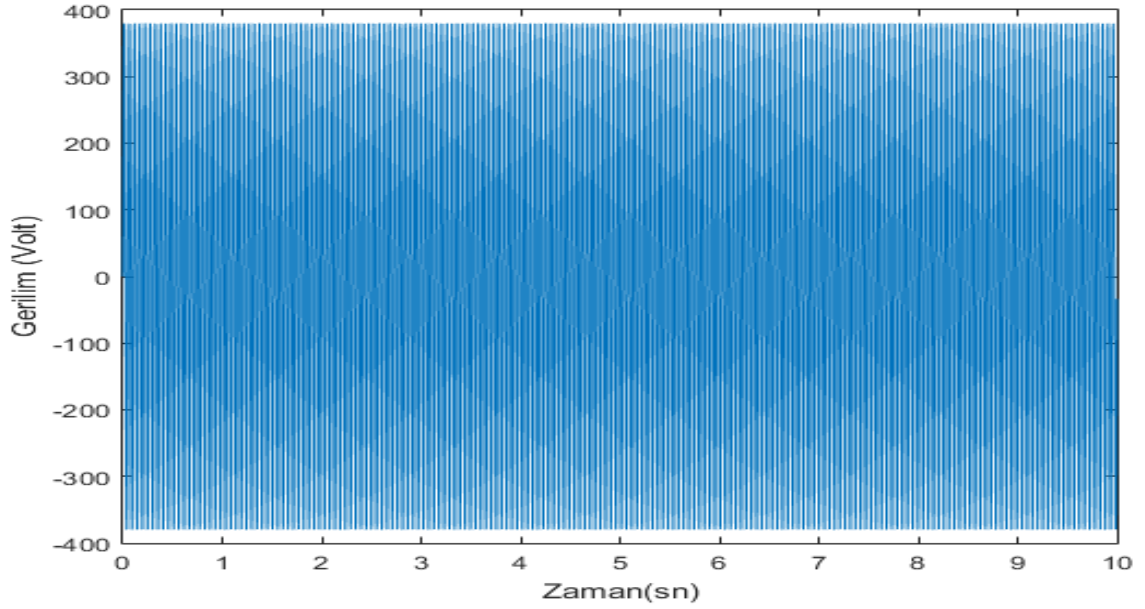
Çizelge 4.1 Sistem simülasyonunda kullanılan parametreler[24]

Parametre	Değer	Parametre	Değer
V	380 Volt	n ₁	1720 1/dak
B ₁	980 Ns/m	n ₂	50 1/dak
T	158 nNm	Mc	80 kg
B ₂	300 Ns/m	Mp	500 kg
R	5,65 ohm	J	0,481 kg/m ²
L	2,90.10 ⁻³ H	v	20 m/sn
Re	0,445 ohm	β	300
Ka	2,39.10 ⁻² Nm/A	B	βsign(v)* v
K ₁	145000 N/m	r	0,1 m
K ₂	2500 N/m	Faz	60 Hz
Mr	540 kg		

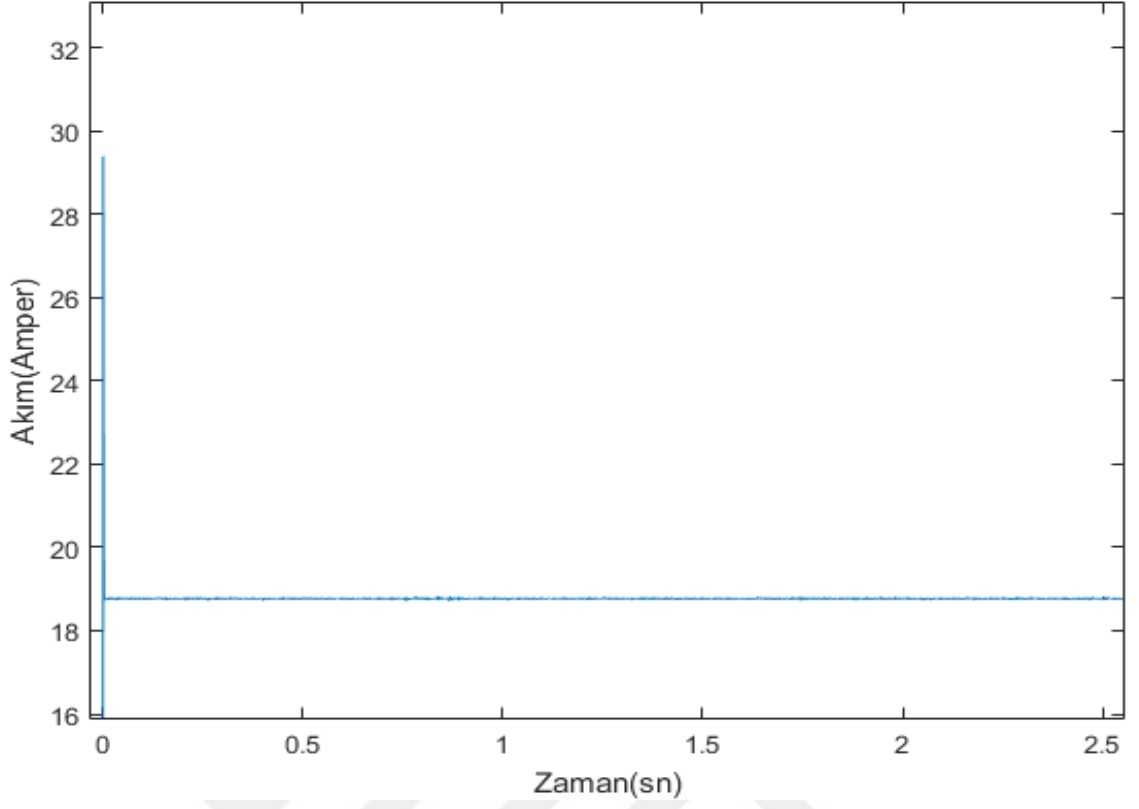
Kurulan sistem simülasyonu girilmiş olan parametreler ile çalıştırılıp her durum değişkeni ve her iki motor çeşidi için 10 saniyelik zamana göre değişim grafiği elde edilmiştir.



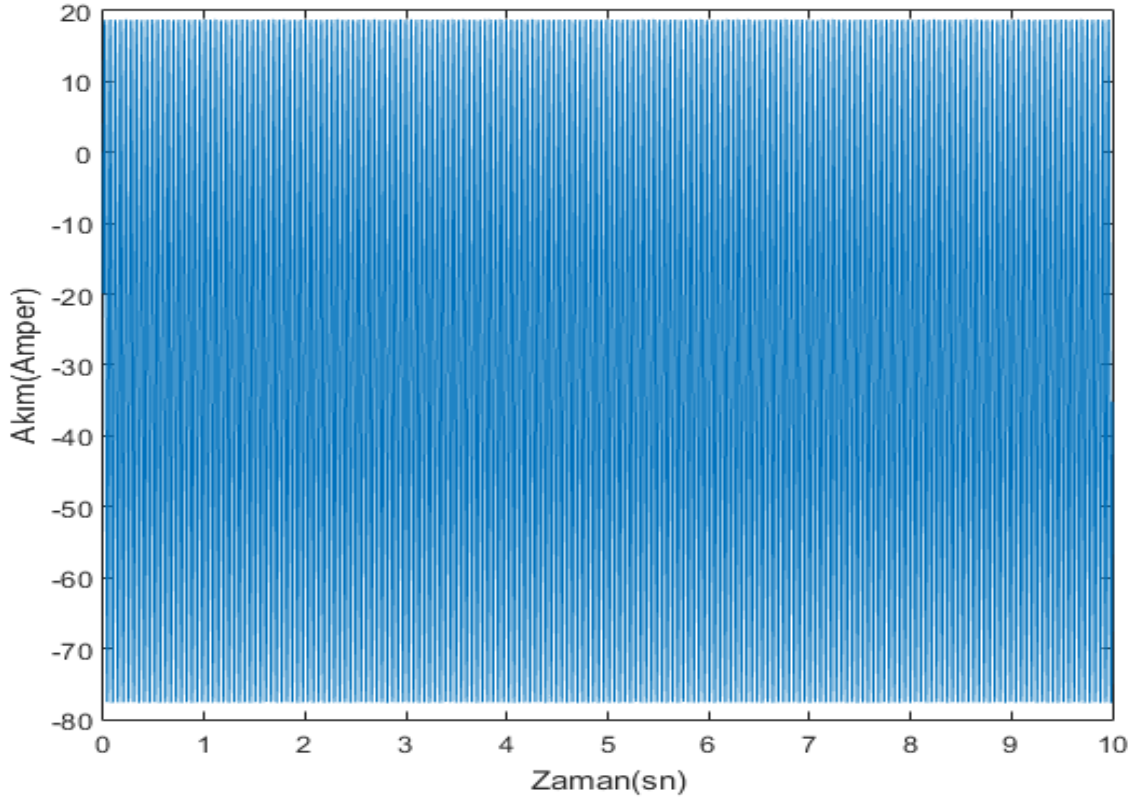
Şekil 4.2 DA motor için sistem tahrik değeri



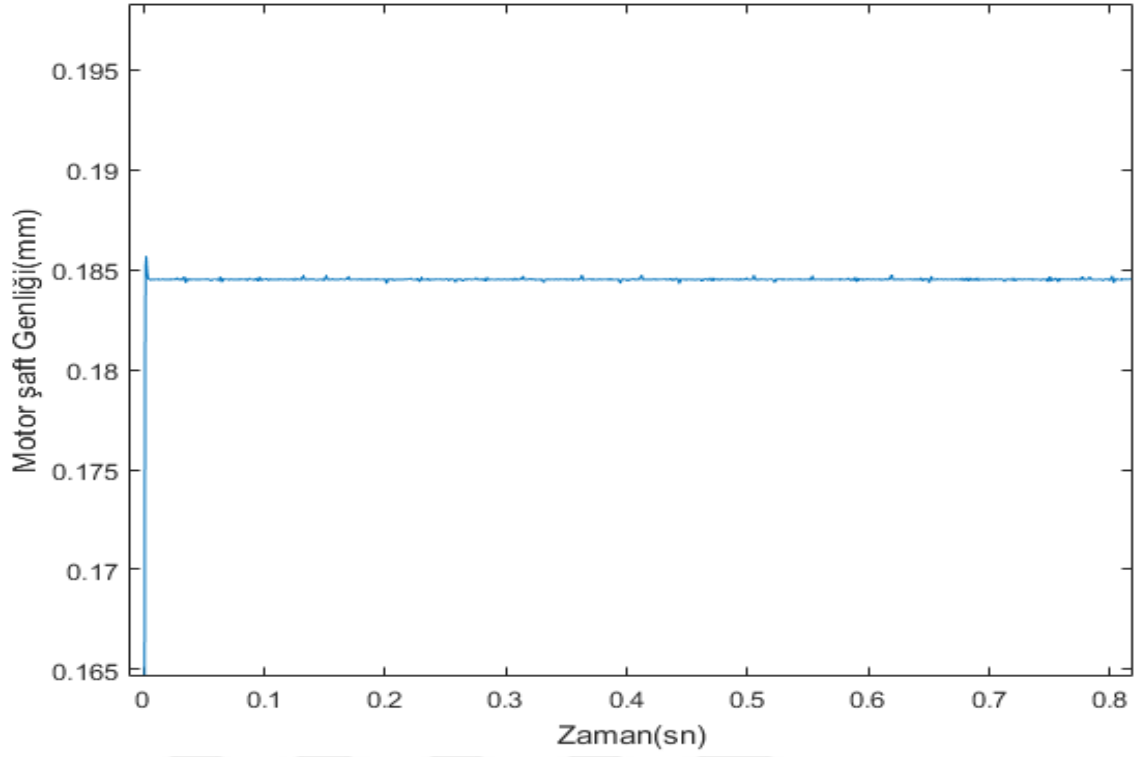
Şekil 4.3 AA motor için sistem tahrik değeri



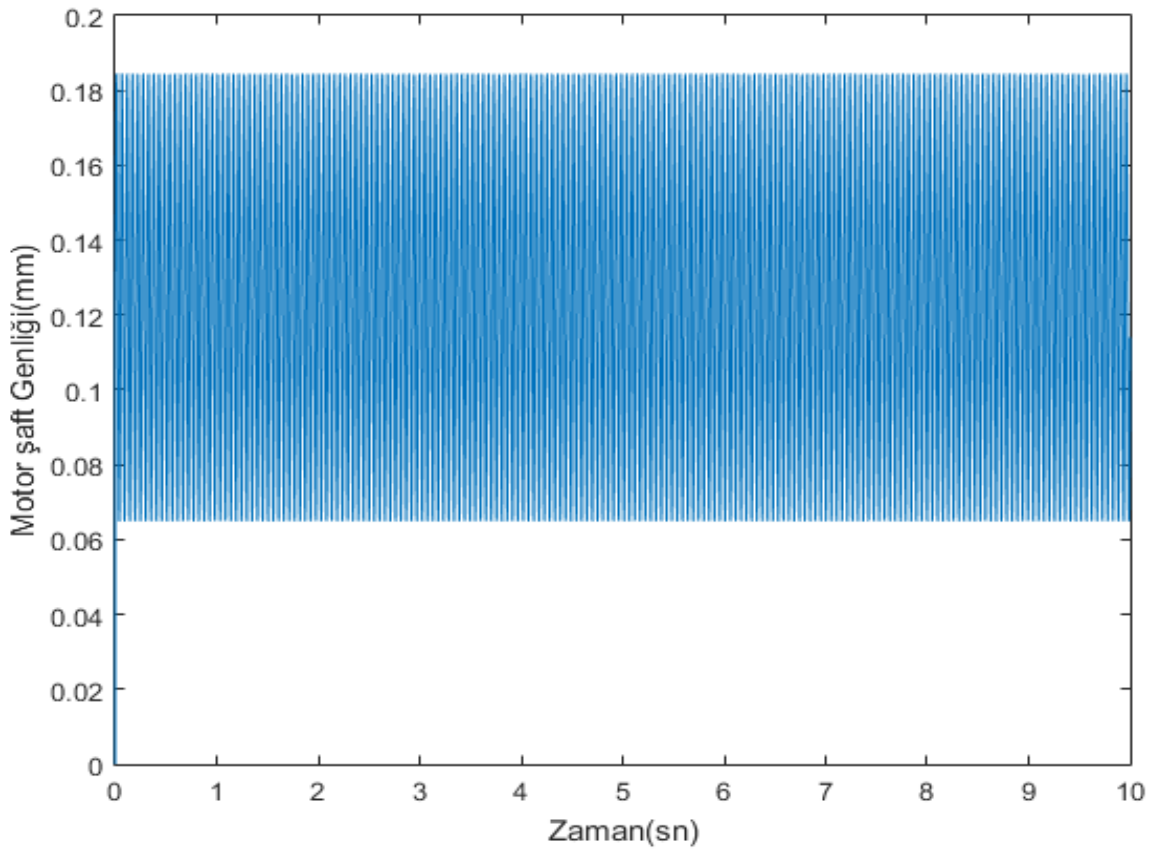
Şekil 4.4 DA motor için akımın zamana göre değişim grafiği



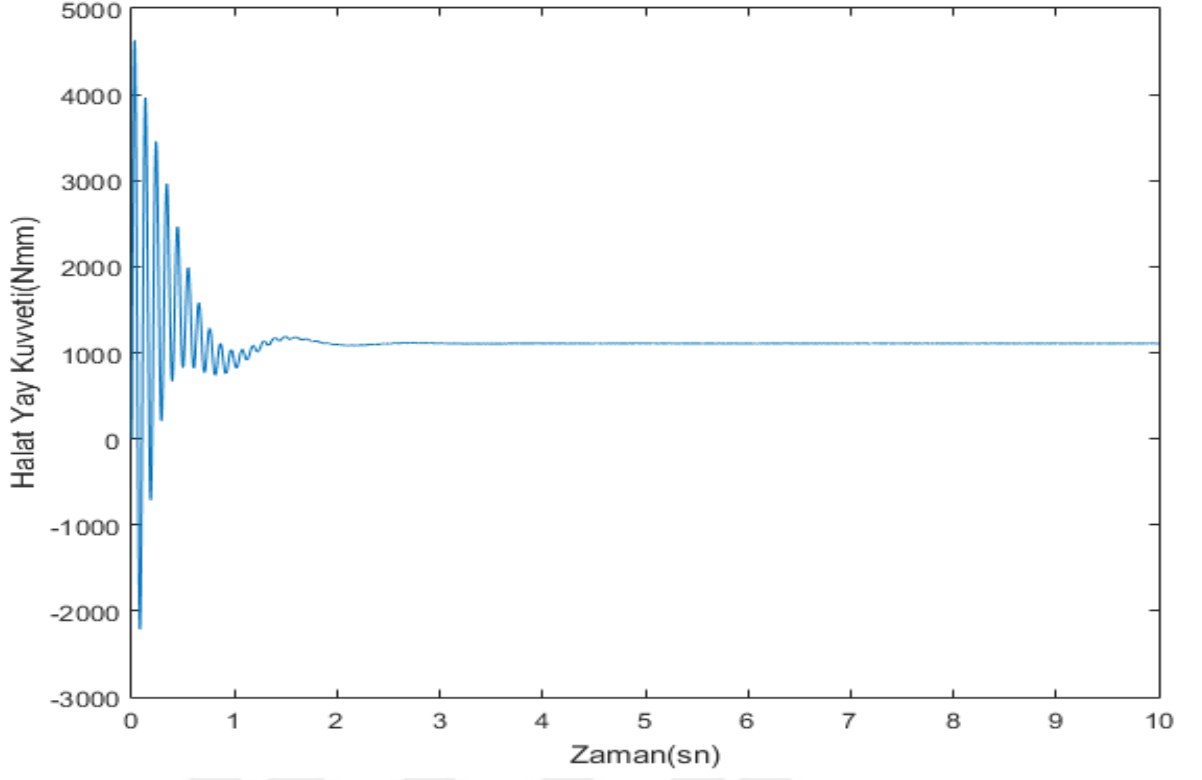
Şekil 4.5 AA motor için akımın zamana göre değişim grafiği



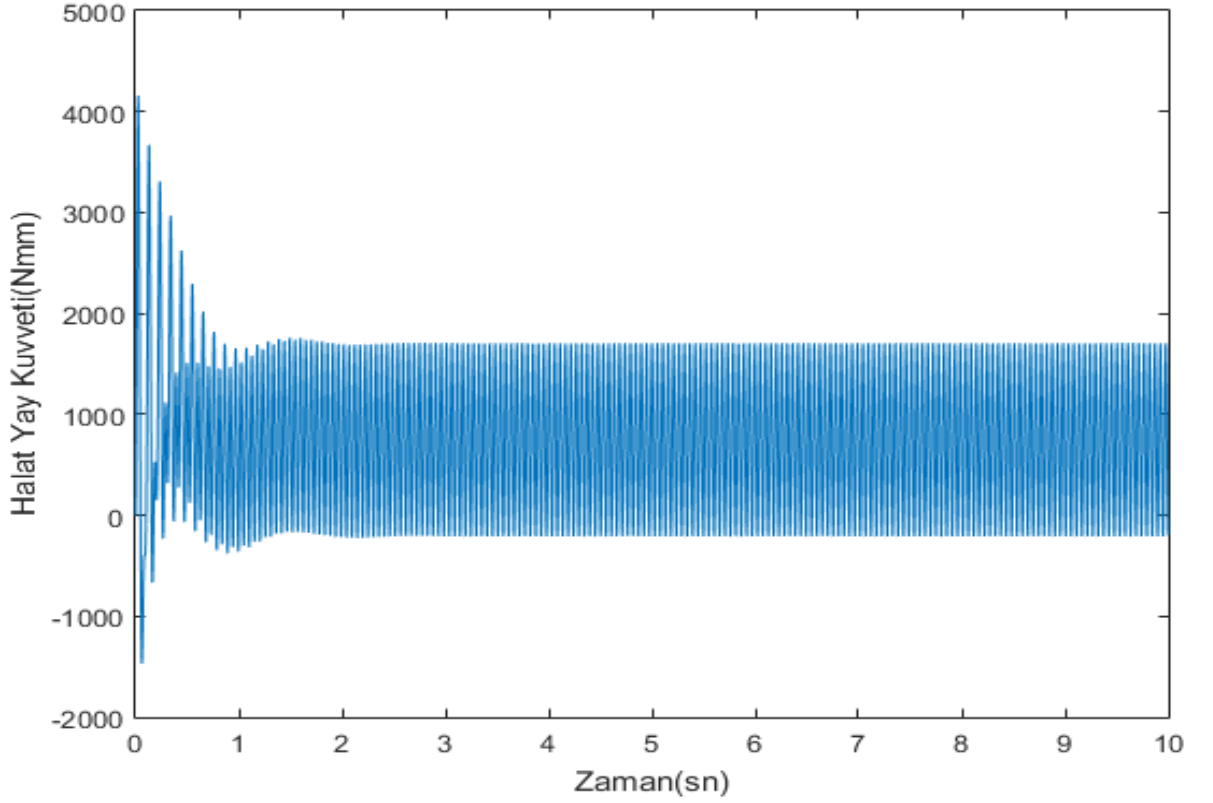
Şekil 4.6 DA motor şaftı açısal genliğinin zamana göre değişimi



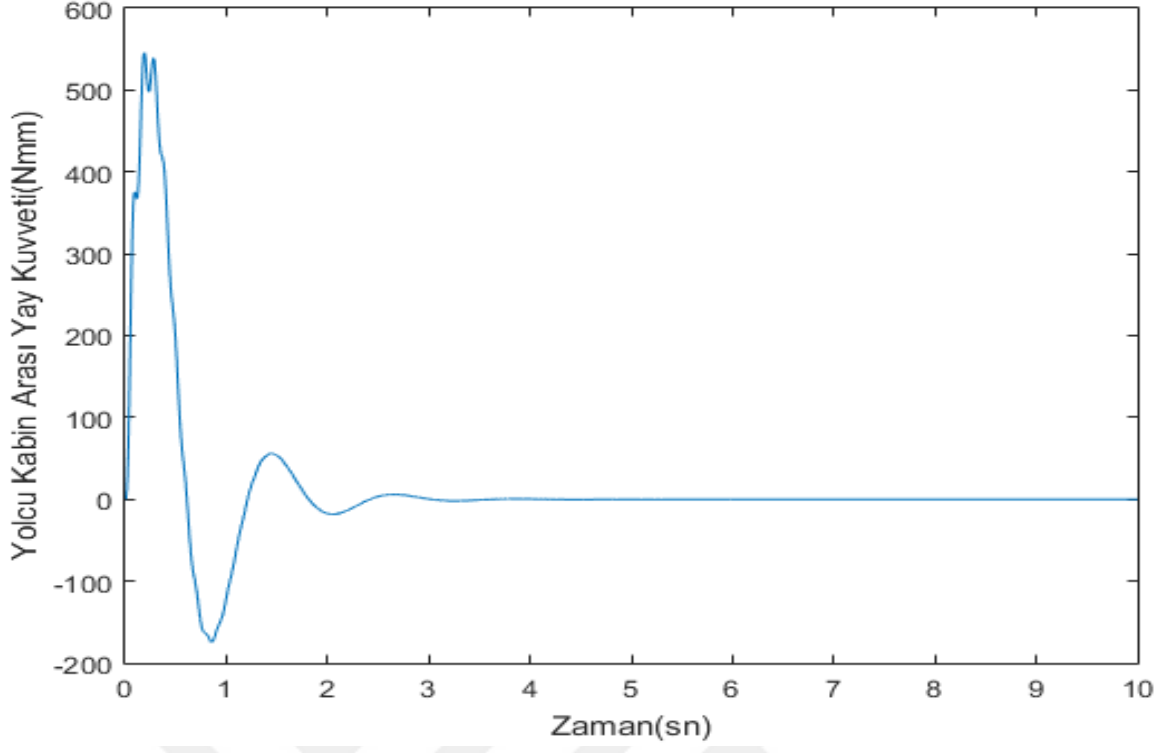
Şekil 4.7 AA motor şaftı açısal genliğinin zamana göre değişimi



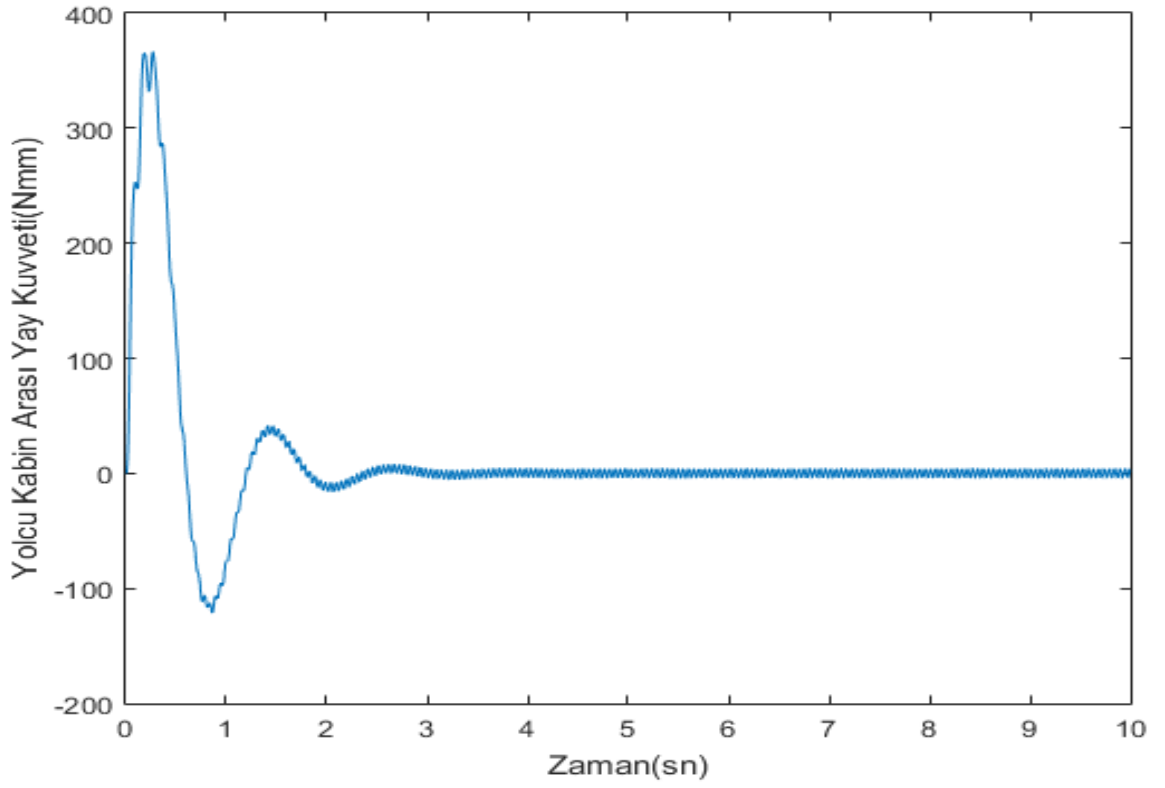
Şekil 4.8 DA motor için halat öteleme yay kuvvetinin zamana göre değişimi



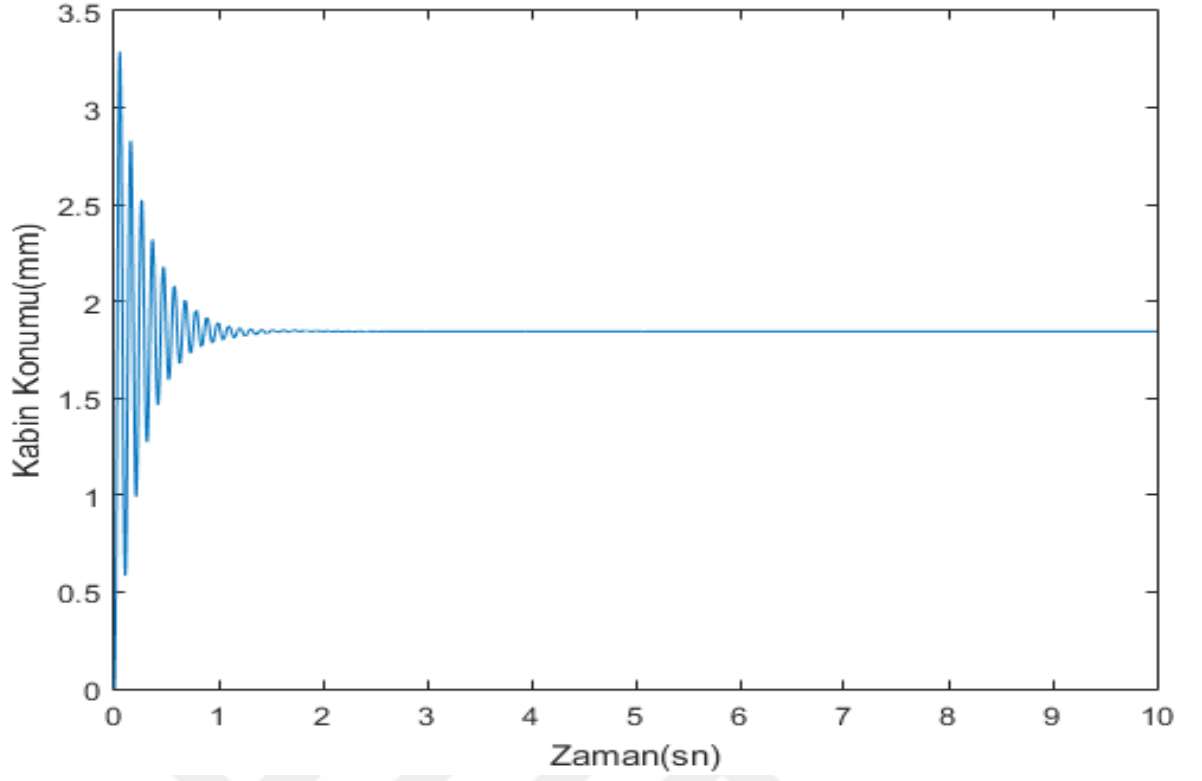
Şekil 4.9 AA motor için halat öteleme yay kuvvetinin zamana göre değişimi



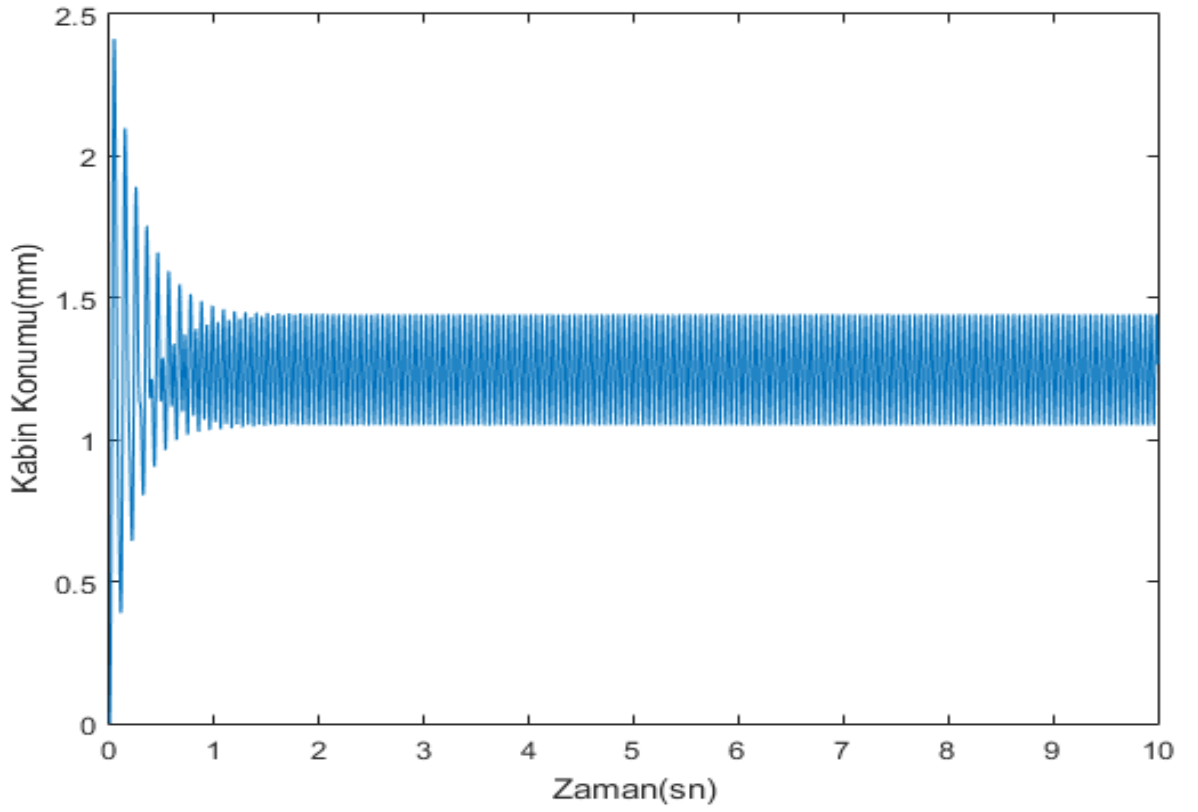
Şekil 4.10 DA motor için yolcu kabin arası öteleme yay kuvvetinin zamana göre değişimi



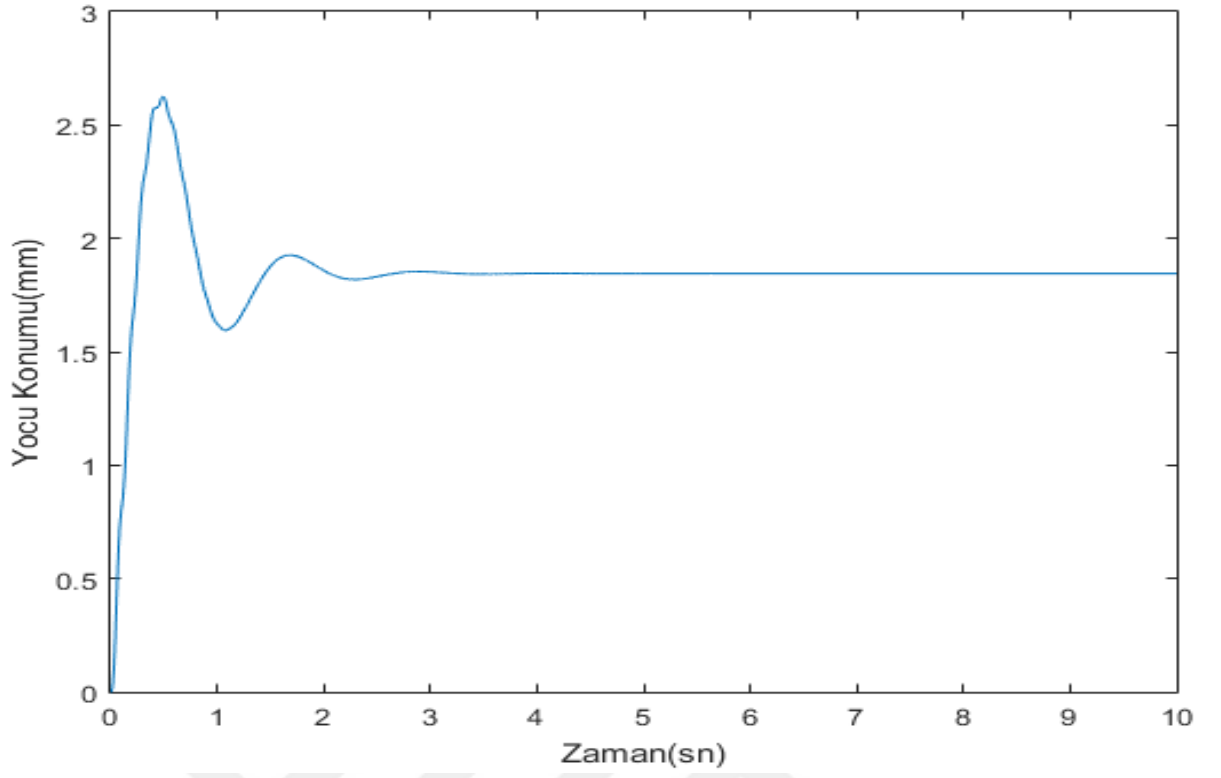
Şekil 4.11 AA motor için yolcu kabin arası öteleme yay kuvvetinin zamana göre değişimi



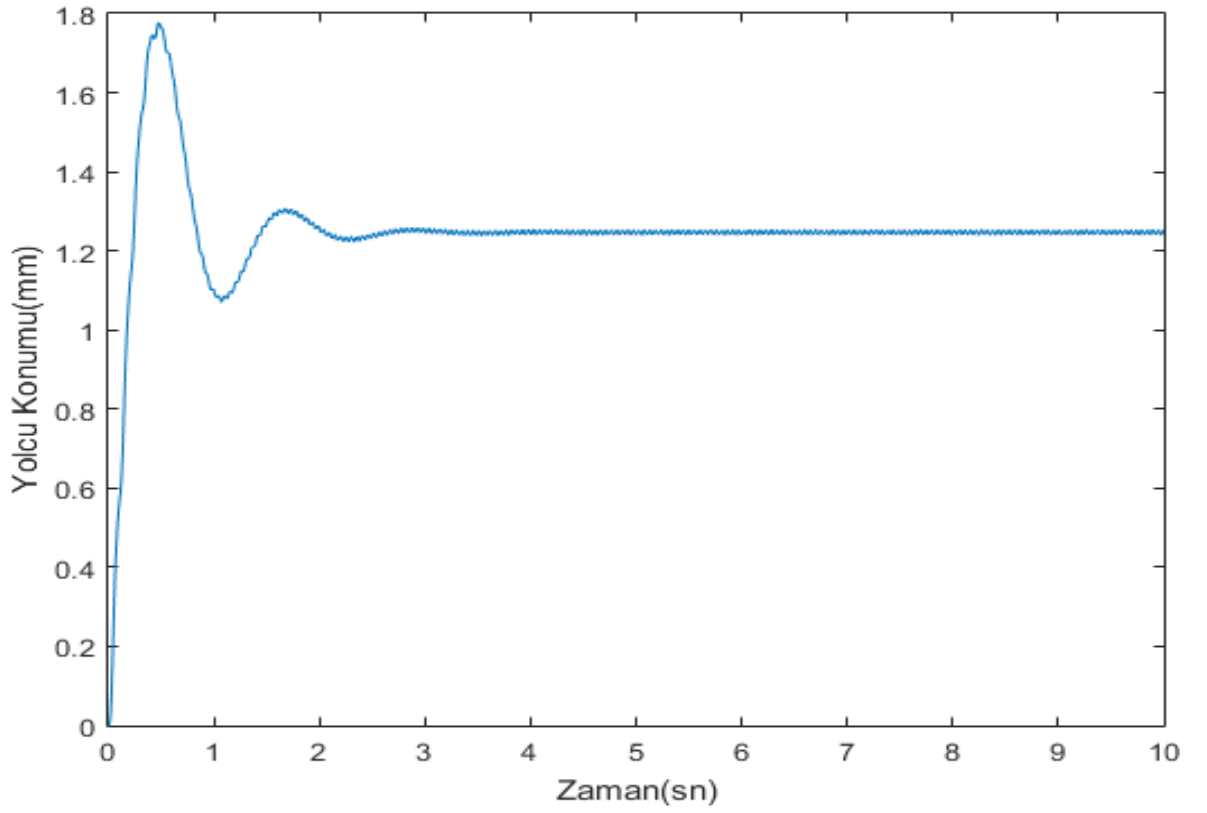
Şekil 4.12 DA motor için kabin konumunun zamana göre değişimi



Şekil 4.13 AA motor için kabin konumunun zamana göre değişimi



Şekil 4.14 DA motor yolcu konumunun zamana göre değişimi



Şekil 4.15 AA motor yolcu konumunun zamana göre değişimi

Tezin bu bölümde elektrik tahrikli asansör sisteminin MATLAB matematik programına ait Simulink ara yüzü aracılığıyla simülasyonu kurulmuştur. 2. bölümde elde edilen sistemin durum denklemleri ile simülasyona asansör sistemi tanıtılmıştır. Simülasyon başarılı bir şekilde çalıştırılmış ve durum değişkenlerine ait zamana göre değişim grafikleri motor çeşitlerimiz olan DA ve AA motor için ayrı ayrı elde edilmiştir.

Sistemde kabin ve kılavuz raylar arasında bulunan viskoz sistünme sebebiyle kabin ve kabin içerisinde seyir yapan yolcunun genlikleri uygulamada istenmeyecek konforu bozacak seviyede elde edilmiştir. Bu sebeple tezin 5. Bölümünde sisteme bir aktif kontrolcü ekleyerek kabin ve kabin içerisinde seyir halinde bulunan yolcunun genliklerinde iyileştirme yapmaya çalışılacak ve seyir konfor kalitesinin artımı amaçlanacaktır.

Asansör sisteminin durum denklemlerinden olan 55'inci denklemde lineer olmayan durum olması sebebiyle aktif kontrolcü olarak bulanık mantık aktif kontrolcüsü simülasyona eklenilmesi uygun görülmüştür.

SİSTEM AKTİF KONTROLÜ

5.1 Bulanık Matnik Kontrolcü

Bulanık mantık fikri ilk olarak bilgisayar anlayışının doğal dilinin problemi üzerinde çalışmalar yaparken Dr. Lotfi Zadeh tarafından 1960 yılında California Üniversitesi'nde atılmıştır.

Literatürde araştırma yapıldığı zaman görülüyor ki; son zamanlarda, bulanık mantık uygulamaların sayısı önemli derecede artmıştır. Bu uygulamalar endüstriyel üretimler, tıbbi enstrümanstasyonlar, karar destek sistemleri, çamaşır makinesi gibi ev aletleri, otomobiller, portföy seçimi kameralar ve video kameralar gibi birçok çeşitte görülmektedir. Buradan da anlaşılıyor ki bulanık mantık büyüyor ve gün geçtikçe mühendislik dünyasında gelişerek yayılıyor. Bu sebeple ilk etapta bulanık mantık nedir anlamamız gerekmektedir.

Bulanık mantığın temel olarak iki anlamı vardır. Dar anlamda; bulanık mantık birden çok mantığın bir uzantısı olan mantıksal bir sistemdir. Bunun yanı sıra geniş anlamda ise; Bulanık mantık, üyelik derecesi keskin olmayan konularla sınırlı olan nesne sınıflarıyla ilişkili olan bulanık kümeler teorisi ile hemen hemen eş anlamlıdır. Bu açıdan bakıldığında dar anlamda bulanık mantık bulanık mantığın alt kümesidir.

Daha basit bir tanımlama yapmak gerekirse bulanık mantık, Boolean yani Aristo mantığını “doğru veya yanlış” ya da “1 veya 0” sistemlerinden ziyade insan beyninin

duyu organlarıyla algıladığı sonuçlara daha gerçekçi daha yakın cevaplar verebilen modern bilgisayar teknolojisine dayalı bir yaklaşım hesabı sistemidir[27].

5.1.1 Neden Bulanık Mantık

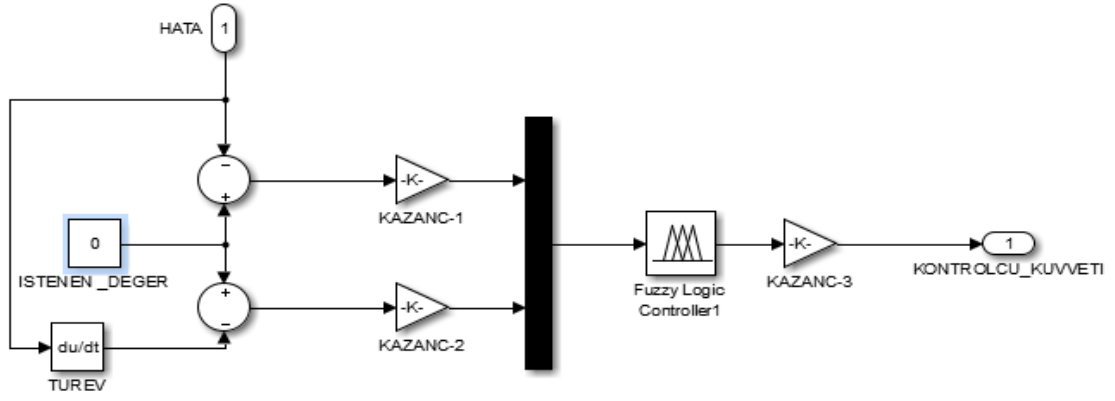
Günümüzde P, PI, PID gibi kontrol ve modern kontrol yöntemleri varken bulanık mantık kontrolcünün son zamanlarda daha fazla tercih edilmesinin sebeplerini H.Metin ERTUNÇ (2012)'de ders notunda şu şekilde sıralamıştır;

- Bulanık mantığı kavramsal olarak anlamak kolaydır. Dayandığı matematiksel kavram çok basittir. Geniş karmaşası olmadan sezgisel bir yaklaşımı vardır.
- İşleyişi insan beyninin düşüncesine yakındır.
- Matematiksel modele ihtiyaç duymadan lineer olmayan sistemlerde daha sağlıklı sonuçlar verir.
- Eksik tanımlanmış olan problemler için çözüm verebilir.
- Uygulaması çok kolaydır ve uygulama hızı sayesinde sonuca ulaşmak daha mümkündür[27].
- Geleneksel kontrol teknikleri ile harmanlanıp beraber kullanılabilir.
- Doğal dil mantığına dayalıdır.

Özellikle doğrusal olmayan sistemlerin analizinde sağlıklı sonuçlar vermesi sebebiyle bu çalışmada bulanık mantık kontrolcü asansör sisteminin genliklerinde iyileştirme yapmak amacıyla aktif kontrolcü olarak seçilmiştir.

5.2 Bulanık Mantık Kontrolcünün Oluşturulması

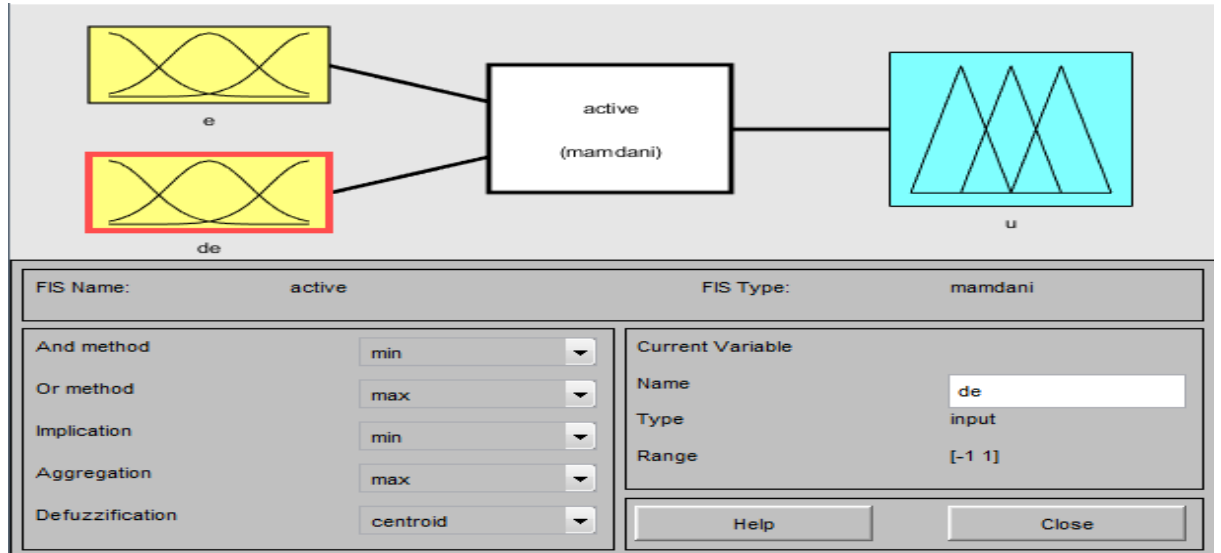
4.bölümde asansör sistemi simülasyonunun kurulduğu MATLAB-Simulink programının geniş kapsamlı bir kütüphanesi vardır. Öyle ki kütüphanede bulanık mantık kontrolcüyü kurulan simülasyona ekleyebileceğimiz şekil 5.1'de görülen hazır bir bulanık mantık kontrolcü bloğu bulunmaktadır. Sistem simülasyonu üzerine eklenecek olan bulanık mantık aktif kontrolcü bloğu şekil 5.1'deki gibi simülasyon programı üzerinde çalışma prensibine uygun şekilde hazırlanmıştır.



Şekil 5.1 Bulanık mantık kontrolcü simülasyonu modeli

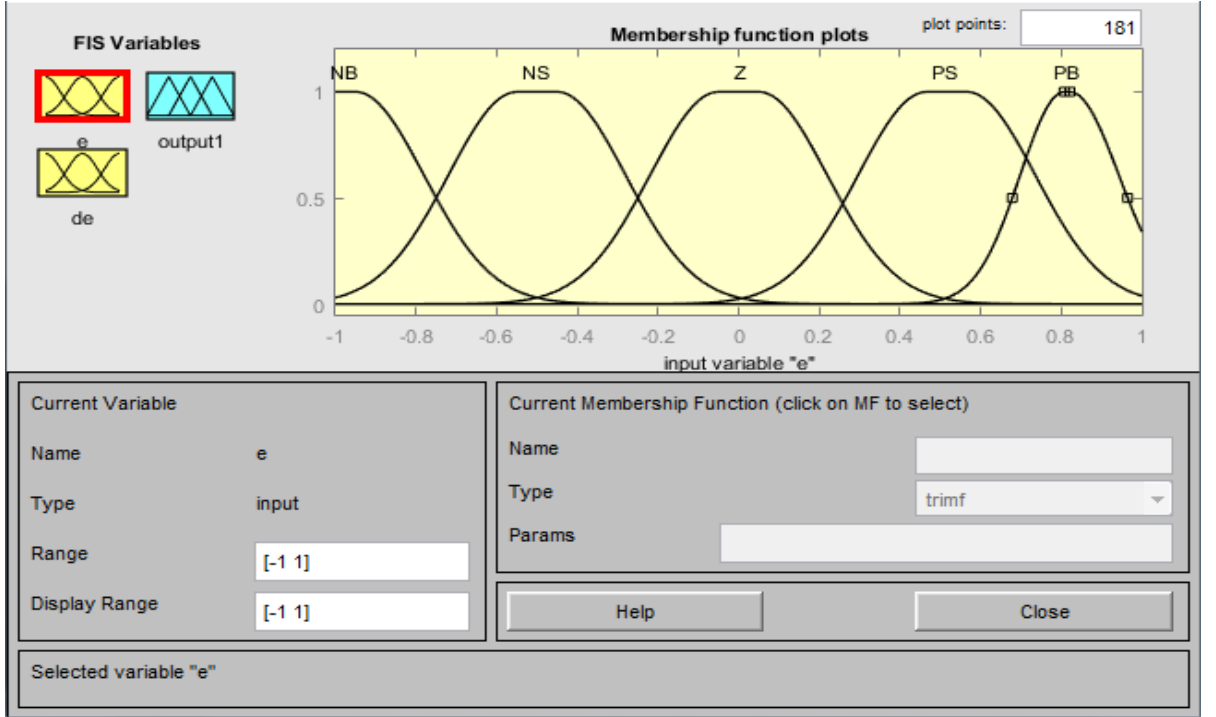
Bulanık mantık kontrolcü bloğunun simülasyonu hazırlanmış olan sisteme konulabilmesi için MATLAB-Simulink ara yüzüne ait bir "fis" uzantılı fuzzy dosyasının oluşturulması gerekmektedir.

Fuzzy dosyası, sistemin çalışma anında sisteme etki eden dış kaynaklardan ötürü oluşan dilsel değişkenleri, belirli kurallar çerçevesinde derleyerek bir çıkarım gerçekleştirilmeye yarayan ara yüzdür. Bu ara yüz oluşturulduktan sonra bulanık mantık bloğuna tanıtılır. Asansör sistemi için oluşturulan fuzzy dosyası şekil 5.2'de gösterilmiştir.

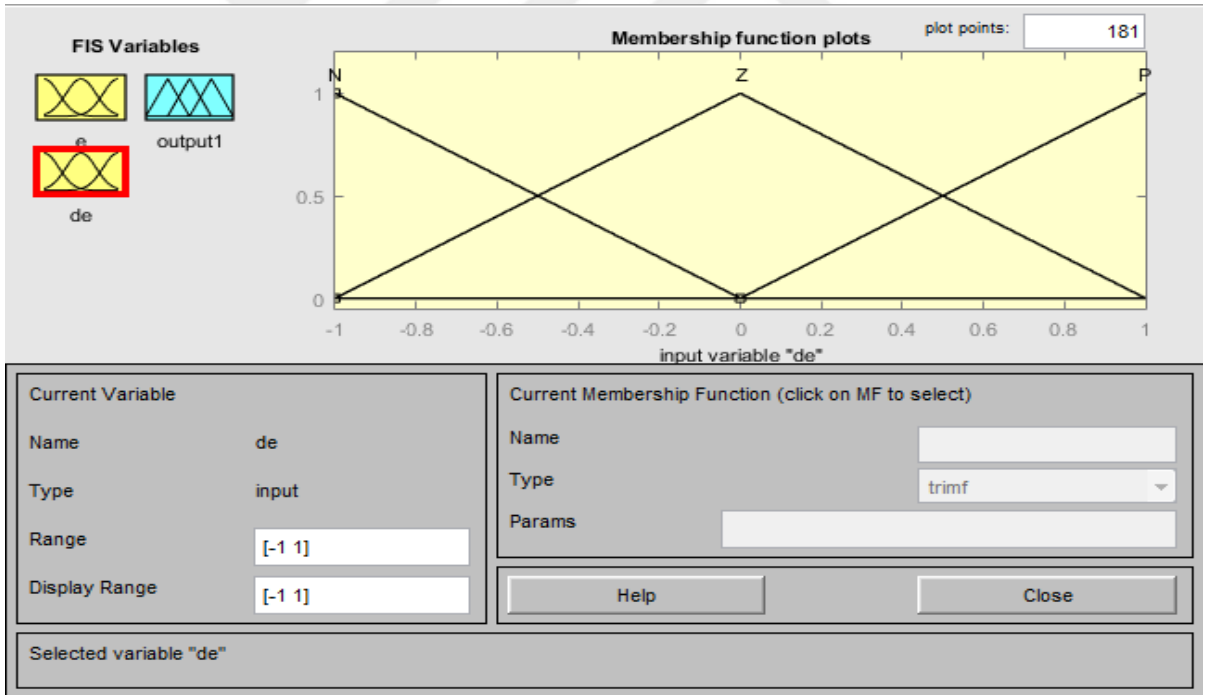


Şekil 5.2 Asansör sistemi fuzzy dosyası

Şekil 5.2'de de görülen asansör sistemi için oluşturulmuş fis dosyasında iki adet dilsel değişken belirlenmiştir. Belirlenen "e" ve "de" dilsel değişkenleri şekil 5.3 ve 5.4'te gösterilen üyelik fonksiyonları ile tanımlanmıştır.



Şekil 5.3 e dilsel (hata) değişkenini tanımlayan üyelik fonksiyonları

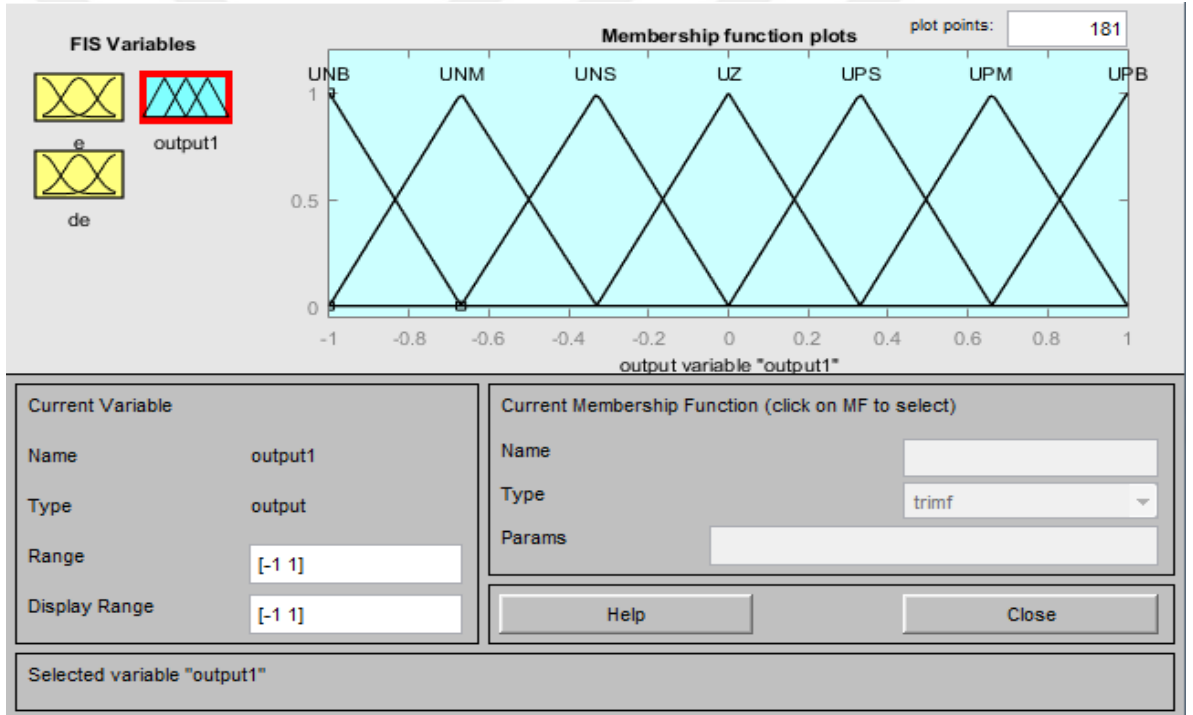


Şekil 5.4 de dilsel (hata türevi) değişkenini tanımlayan üyelik fonksiyonları

Oluşturulan dilsel değişkenlerin çizelge 5.1'de tanımlanan kurallar çerçevesinde oluşturulan mamdani çıkarım bloğundan elde edilen "u" çıkarımının üyelik fonksiyonları şekil 5.5'te gösterilmiştir.

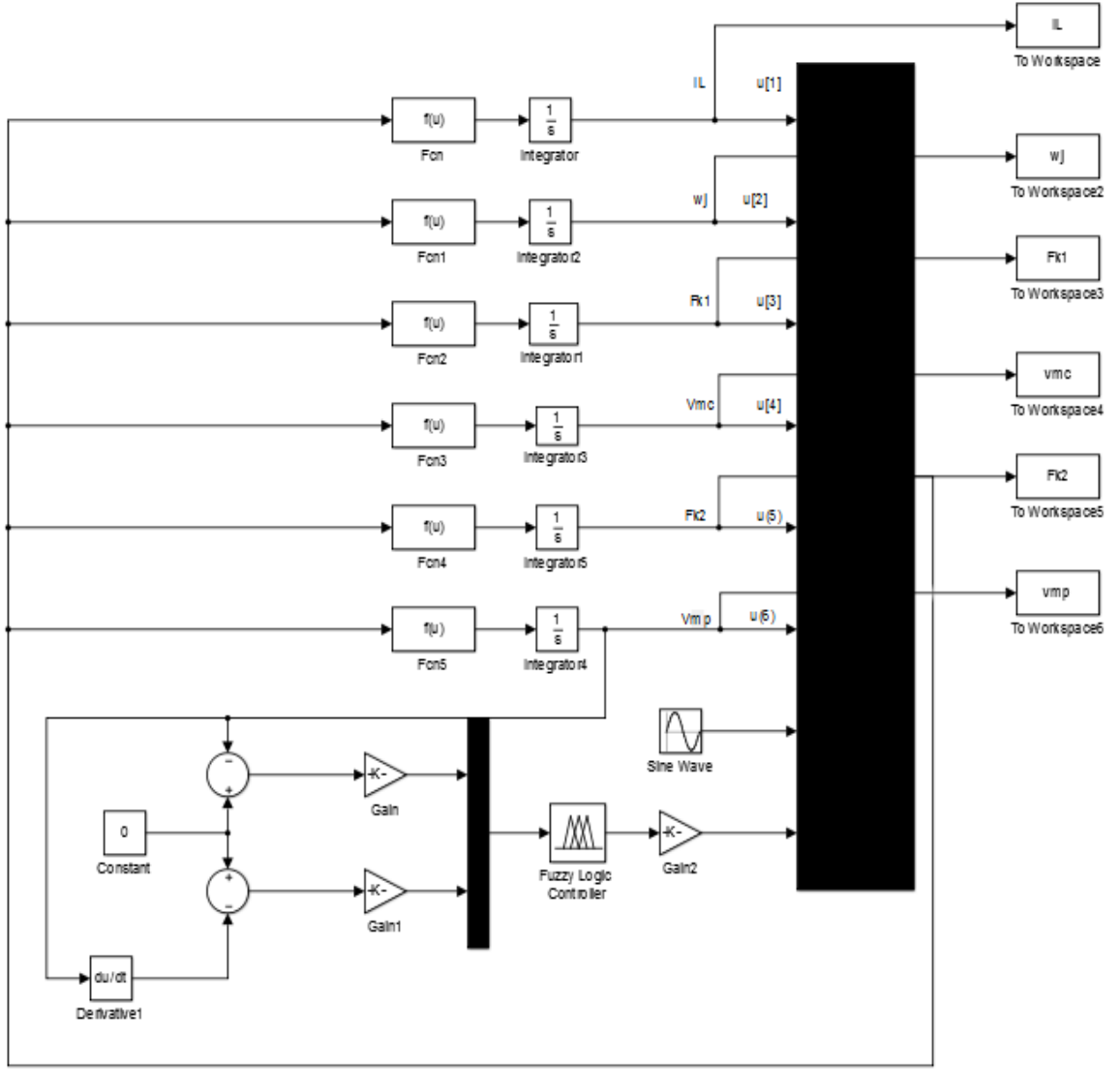
Çizelge 5.1 Mamdani bloğunda tanımlanan kurallar

Genlik hatası	Genlik hatasının türevi		
	N	Z	P
NB	UNB	UNM	UNS
NS	UNM	UNS	UZ
Z	UNS	UZ	UPS
PS	UZ	UPS	UPM
PB	UPS	UPM	UPB



Şekil 5.5 u çıkarımını tanımlayan üyelik fonksiyonları

Kurulan fuzzy dosyası şekil 5.1'de gösterilen bulanık mantık kontrolcü bloğuna tanıtılıp şekil 4.1'de kurulan simülasyona ilave edilerek asansör sisteminin aktif kontrolü mümkün hale gelmiştir. Bulanık mantık kontrolcü sisteme şekil 5.6'da gösterilen şekilde ilave edilmiştir.



Şekil 5.6: Bulanık mantık uygulanan asansör sistemin genel simülasyon modeli

Kurulan bulanık mantık aktif kontrolcü sistem simülasyonuna başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Asansör sistemin durum değişkenlerin grafiksel sonuçları tekrar elde edilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada, elektrik tahrikli bir asansör sistemin çalışma esnasında sistemde kılavuz raylar ile kabin arasında oluşan viskoz sürtünmeden kaynaklanan titreşimler ele alınmıştır. Meydana gelen titreşim, içerisinde seyir halinde bulunan yolcunun konforunu bozmaktadır. Yolcu konforunu iyileştirmek amacıyla sistemin titreşim analizi gerçekleştirilmiştir. Sistemin matematiksel modelini oluşturmak için multidisipliner sistemlerin çözümünde kolaylık sağlayan grafik sistemlerinden biri olan lineer grafik sistemi kullanılmıştır. MATLAB-Simulink programı ile kurulan sisteme sisteme bulanık mantık aktif kontrolcü uygulanmış ve komforda ki iyileşmeler gözlemlenmiştir.

Ayrıca elektrik tahrikli asansör sistemde DA ve AA tahrikli motorlar kullanılmış, sonuçların ayrı ayrı elde edilerek mukayese edilmeleri amaçlanmıştır.

6.1 Sonuçlar

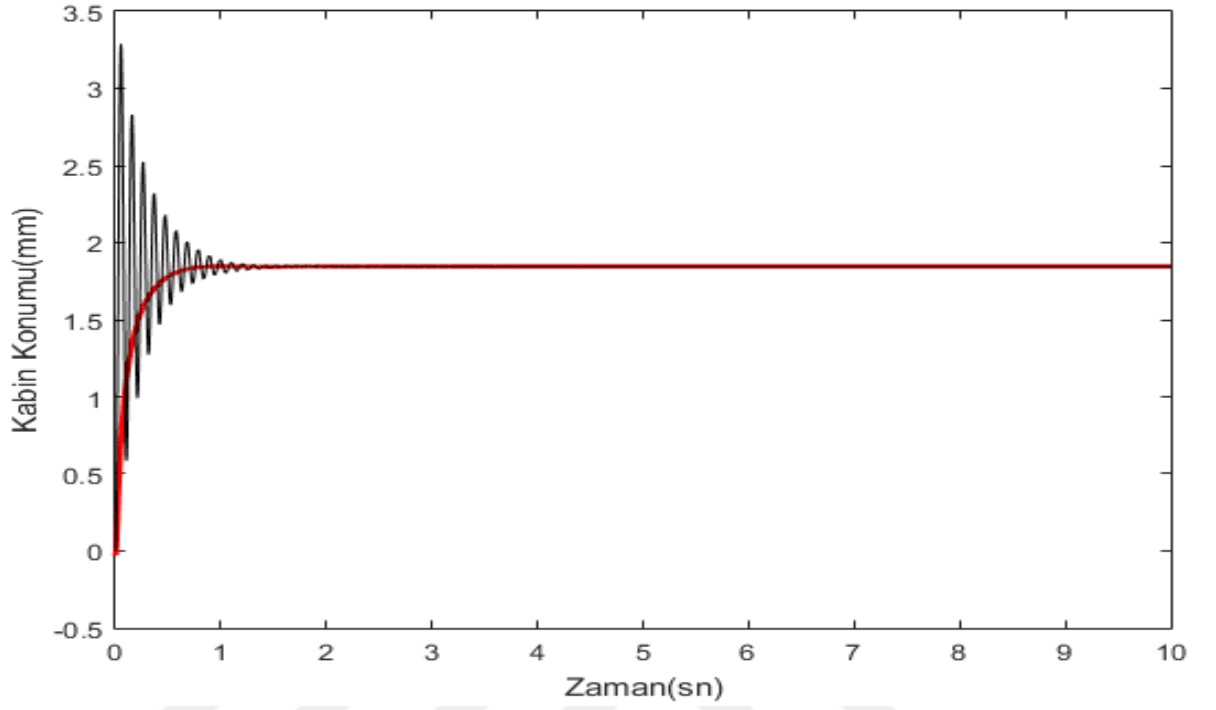
- Elektrik tahrikli asansör sisteminin matematiksel modeli lineer grafik yöntemi kullanılarak çizilmiş ve sistem analizde kullanılmış olan durum denklemleri oluşturulmuştur.
- Sistem durum denklemlerin MATLAB-Simulink ara yüzü aracılığıyla simülasyonu kurulup kontrolçüsüz titreşim analizi gerçekleştirilmiş ve sonuçlar başarılı bir şekilde DA ve AA motor lu olarak ayrı ayrı grafiksel biçimde elde edilmiştir.

- Titreşim analizinde gözlemlenen seyir konforu bozukluklarını gidermek amacıyla sisteme bulanık mantık aktif kontrolcü uygulanmış ve kontrolcüsüz olarak elde edilen kabindeki genlik ve yolcunun genlik sonuçlarındaki iyileştirmeler grafiksel olarak gözlemlenmiştir. Kontrolcülü ve kontrolcüsüz sonuçlar karşılaştırıldığında aktif kontrolcünün başarıyla uygulandığı görülmüştür kabin ve yolcunun ani ivmelerinin iyileştiği görülmüştür.
- Kontrolcüsüz ve kontrolcülü analizlerin frekans cevapları da grafiksel olarak incelenmiş ve kontrolcünün başarıyla çalıştığı frekans cevaplarında da gözlemlenmiştir.
- Standartlara göre asansör içerisinde yolculuk eden yolcunun konforunu belirleyen en üst ivme değeri $0,8 \text{ m/s}^2$ dir. Grafiksel sonuçlarımıza baktığımızda aktif kontrolcülü sistemlerimizde yolcunun maruz kaldığı ivme değerimizin $0,25-0,5 \text{ m/s}^2$ arasında değiştiği gözlemlenmektedir. Bu da kontrolcümüzün başarıyla uygulandığını göstermektedir.

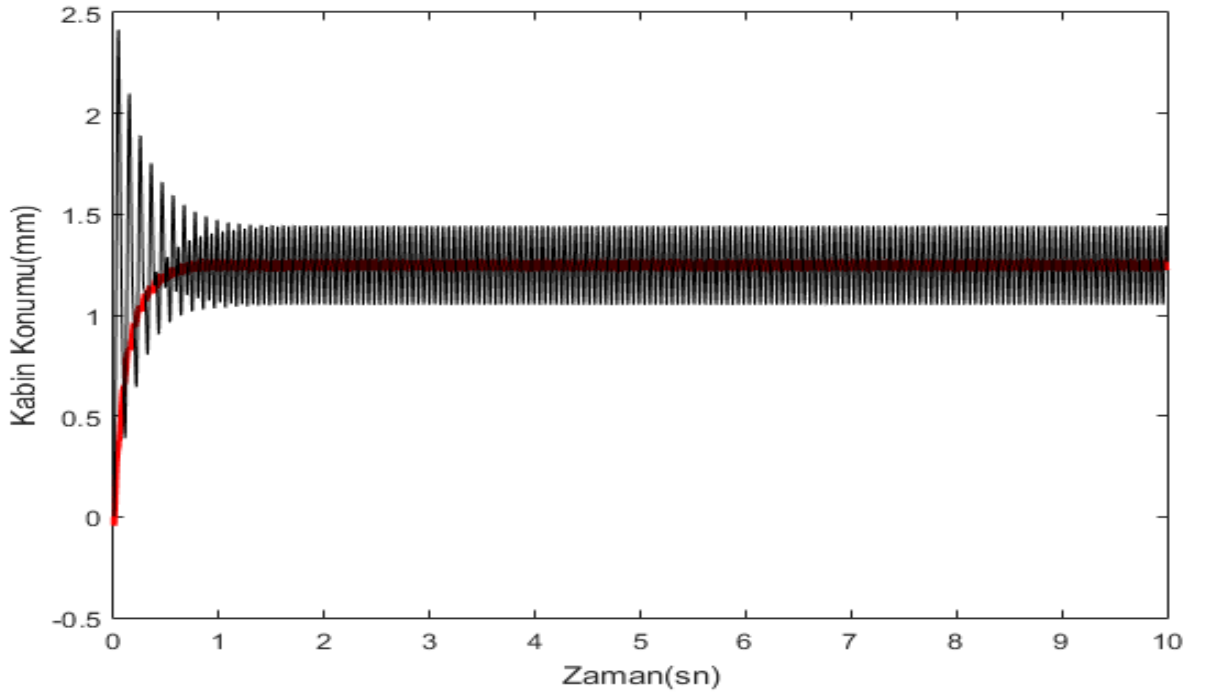
Bu çalışma sonunda, elektrik tahrikli asansör sistemi gibi multidisipliner sistemlerin analizi için lineer grafik sisteminin diğer uygulamalardan daha çok gerçekçi sonuçlar verdiği görülmüştür. Elektrik tahrikli motorlarda AA tahrikli motorların DA tahrikli motorlara göre daha konforlu bir seyir sağladığı grafiksel olarak elde edilmiştir.

6.2 Grafiksel Sonuçlar

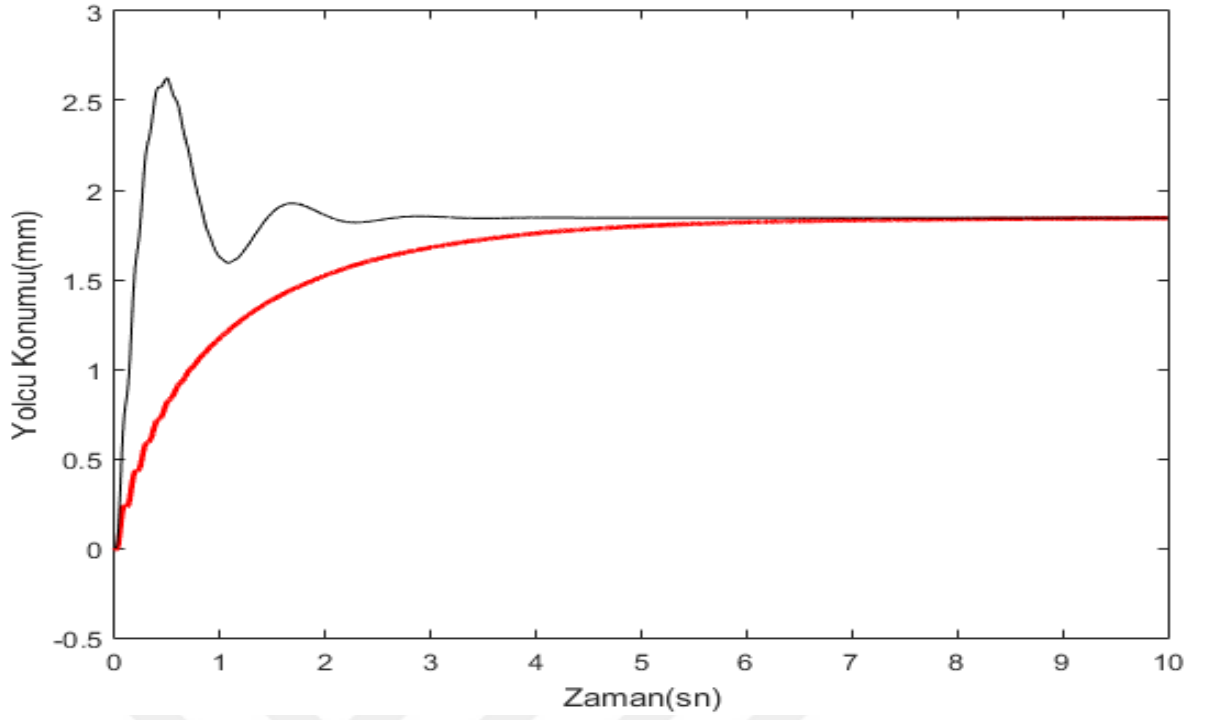
6.2.1 DA Ve AA Motorlu Asansör Sistemlerin Grafiksel Sonuçları



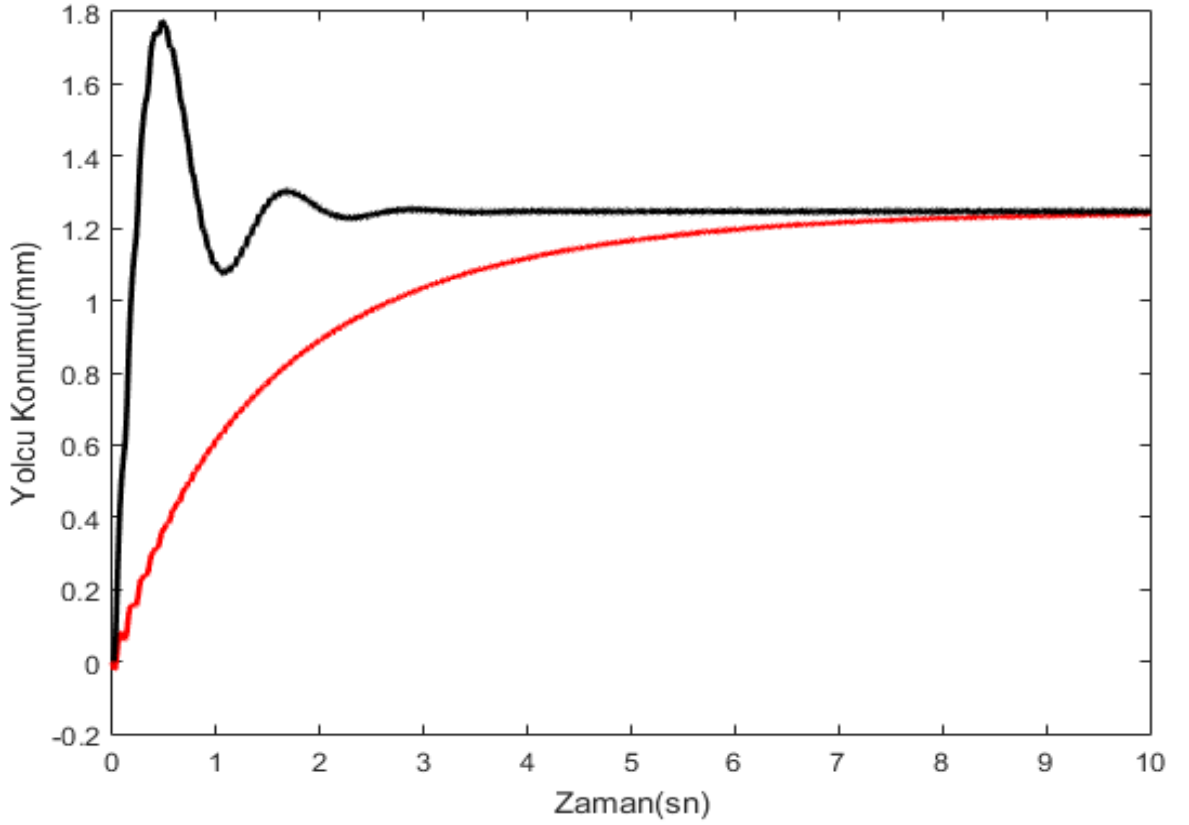
Şekil 6.1 DA motor için kabin konumunun kontrolcölü ve kontrolcösüz grafik karşılaştırması



Şekil 6.2 AA motor kabin için konumunun kontrolcölü ve kontrolcösüz grafik karşılaştırması

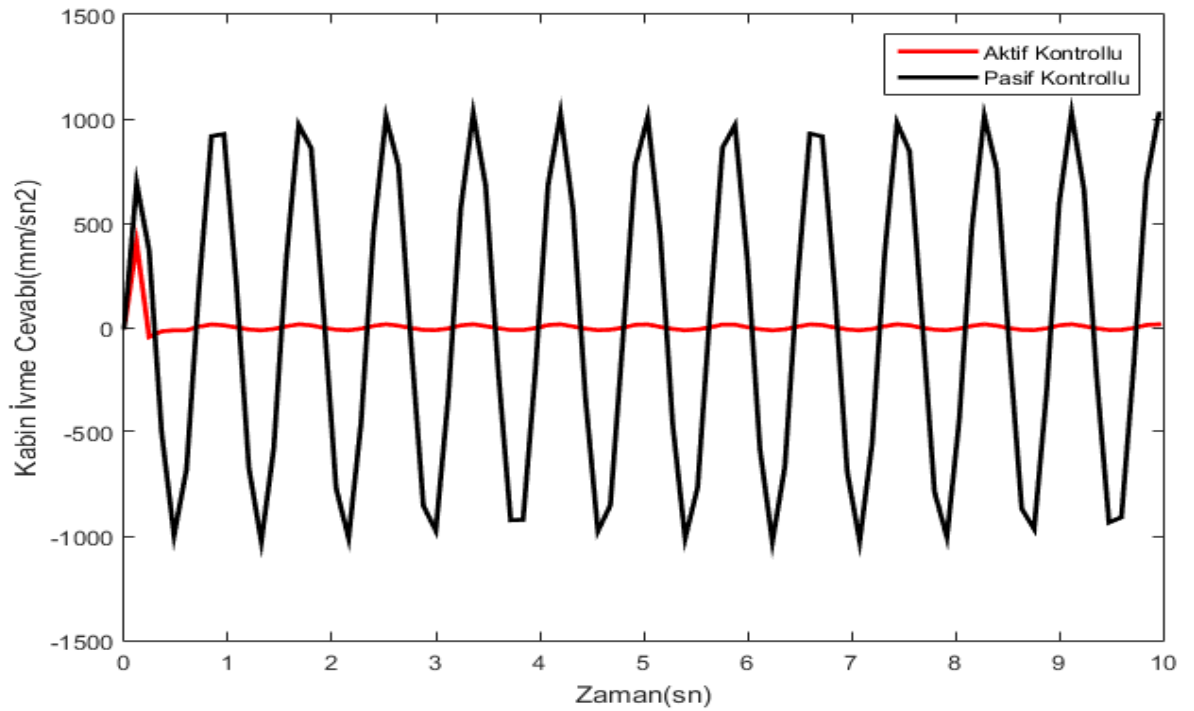
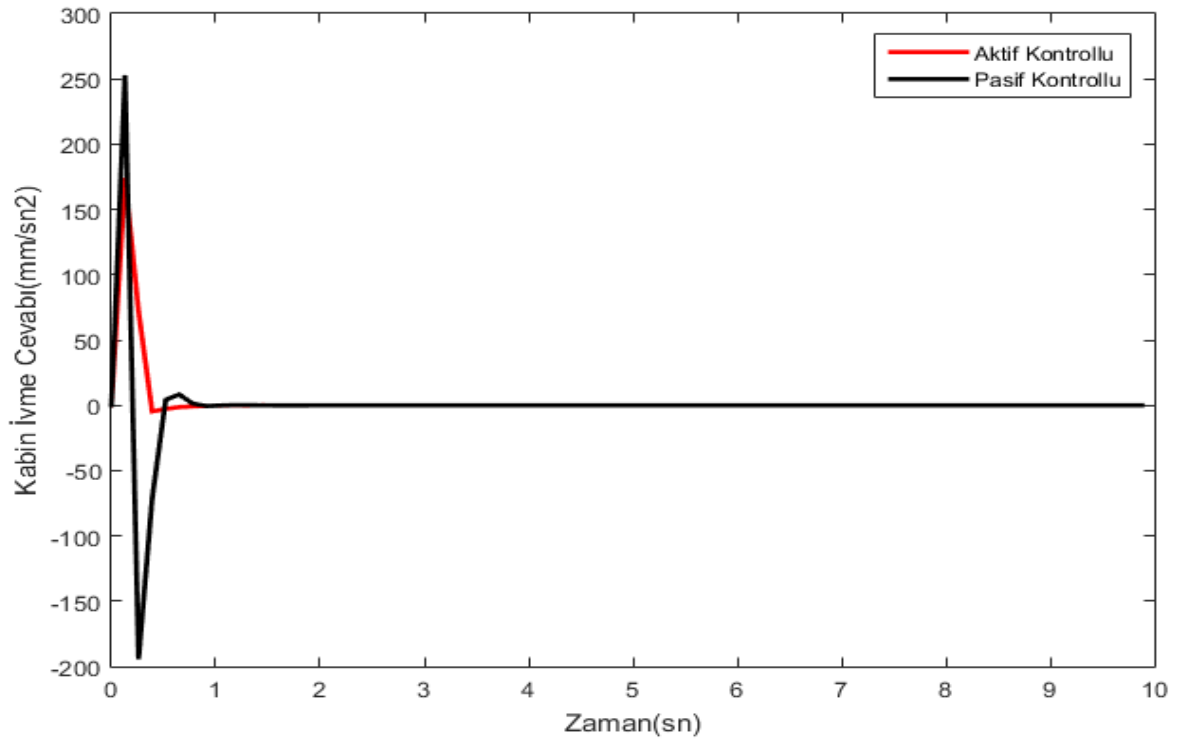


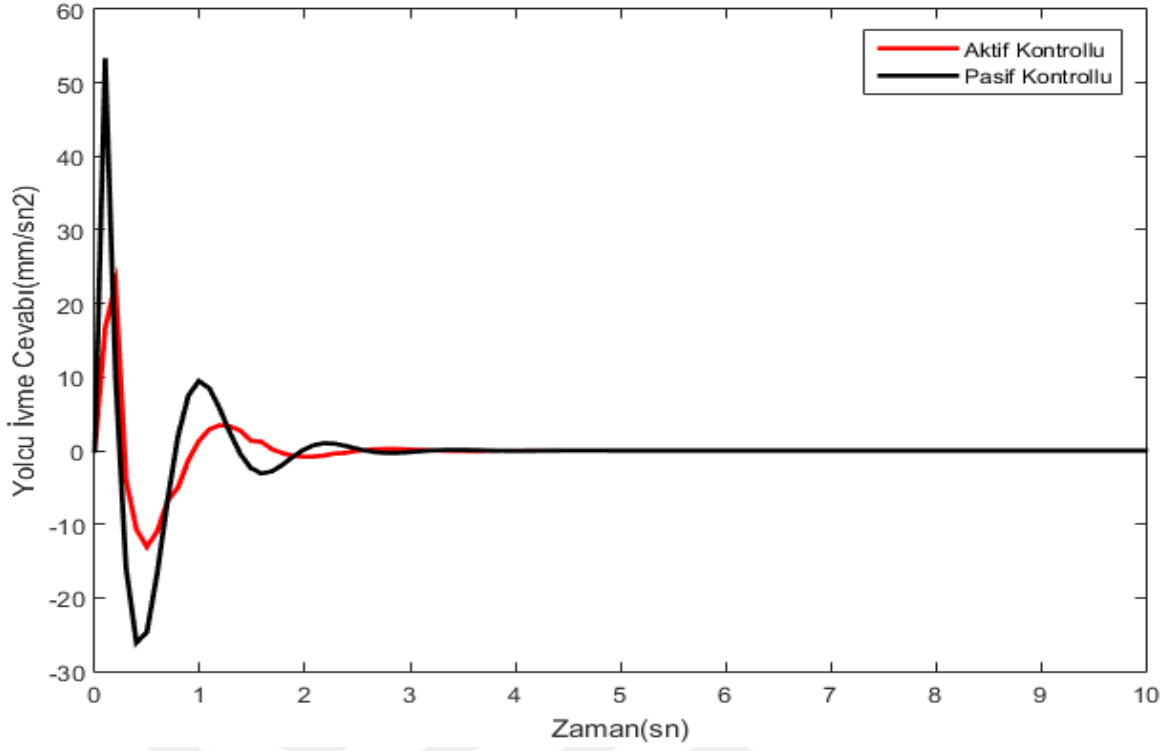
Şekil 6.3 DA motor için yolcu konumunun kontrolcülü ve kontrolcüsüz grafik karşılaştırması



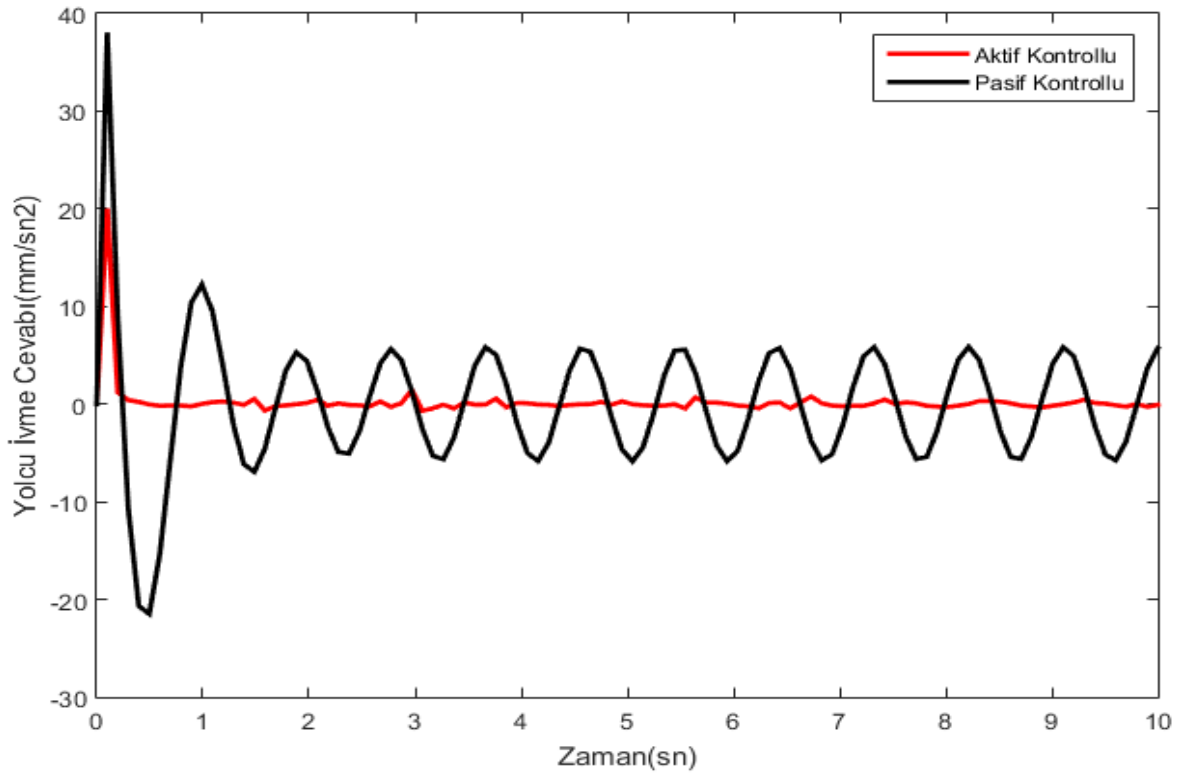
Şekil 6.4 AA motor için yolcu konumunun kontrolcülü ve kontrolcüsüz grafik karşılaştırması

6.2.2 DA Ve AA motorlu Sistemlerin İvme Cevapları



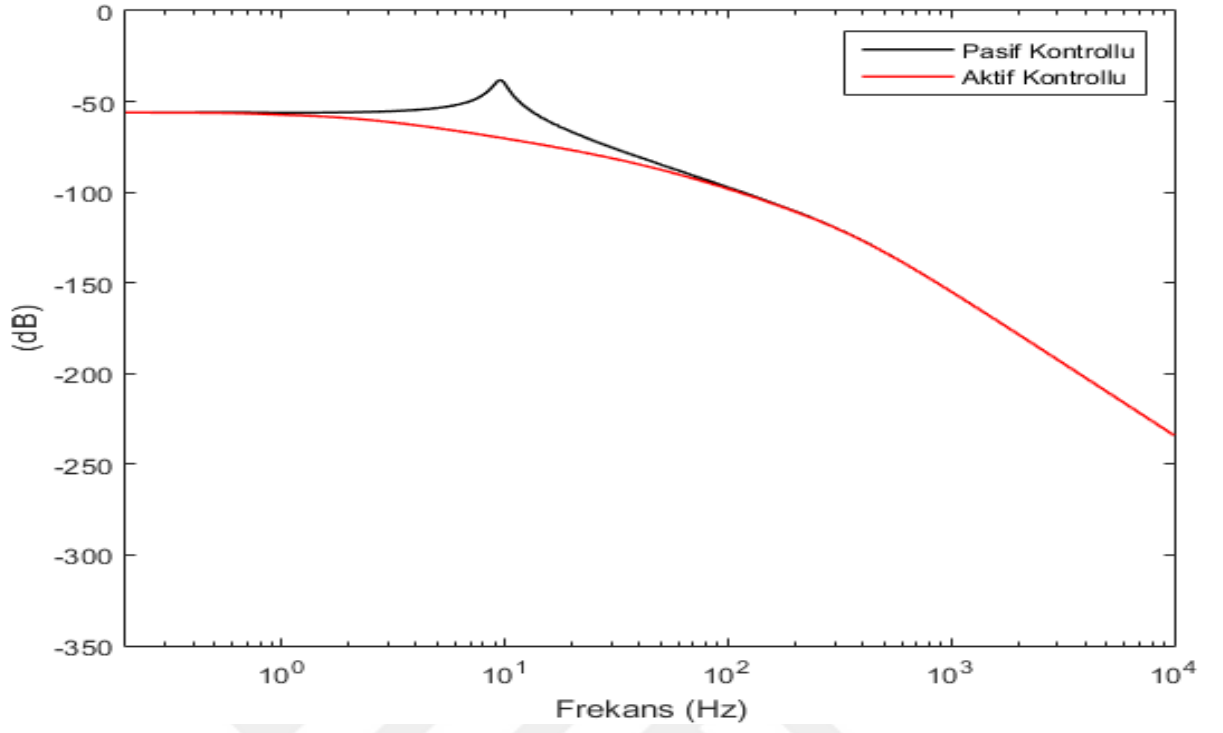


Şekil 6.7 DA motor için yolcu ivmesinin kontrolcülü ve kontrolcüsüz grafik karşılaştırması

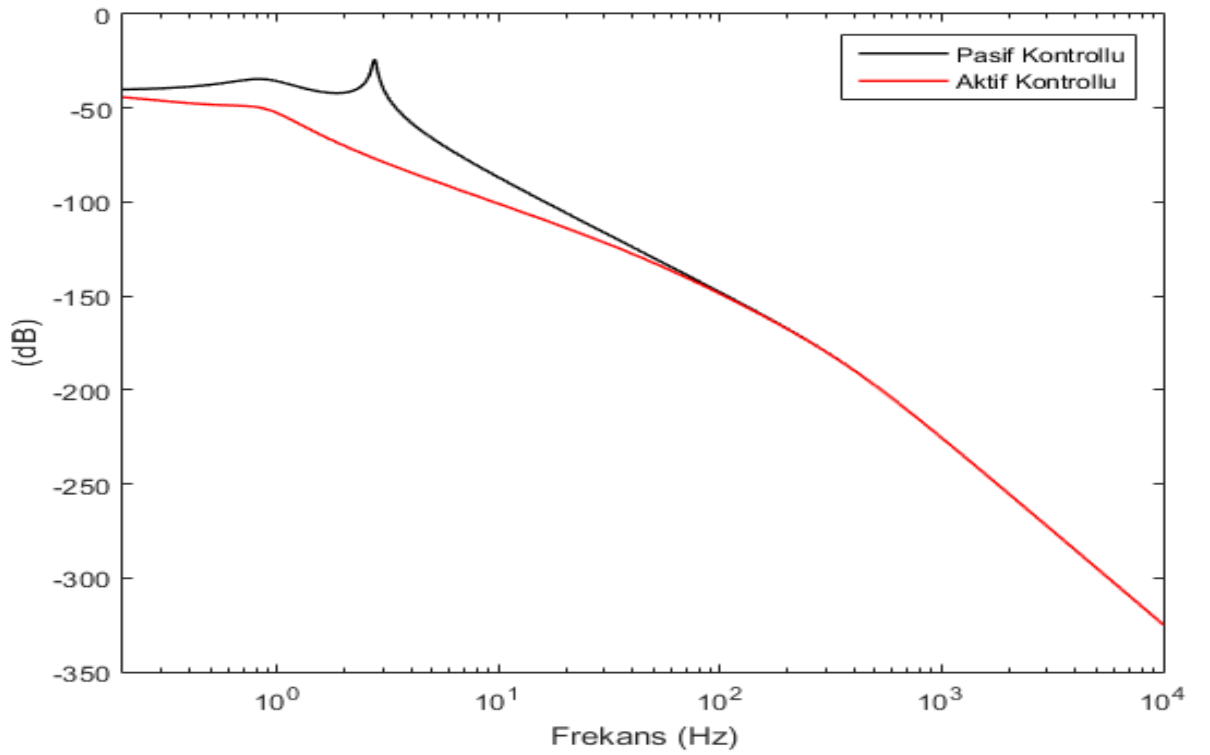


Şekil 6.8 AA motor için yolcu ivmesinin kontrolcülü ve kontrolcüsüz grafik karşılaştırması

6.2.3 Asansör Sisteminin Frekans Cevapları

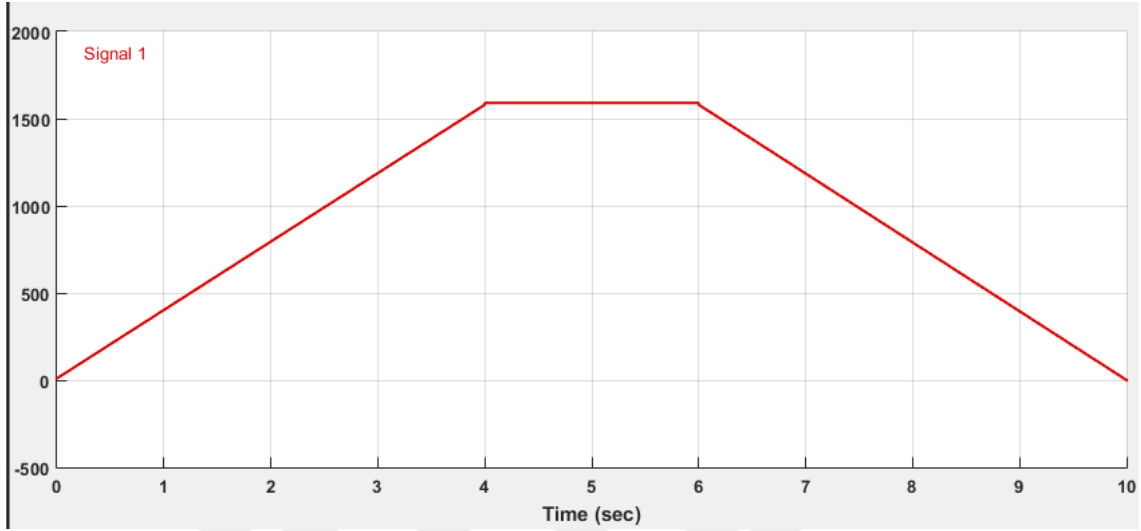


Şekil 6.9 Kabin frekans cevabı kontrolcülü ve kontrolcüsüz grafik karşılaştırması

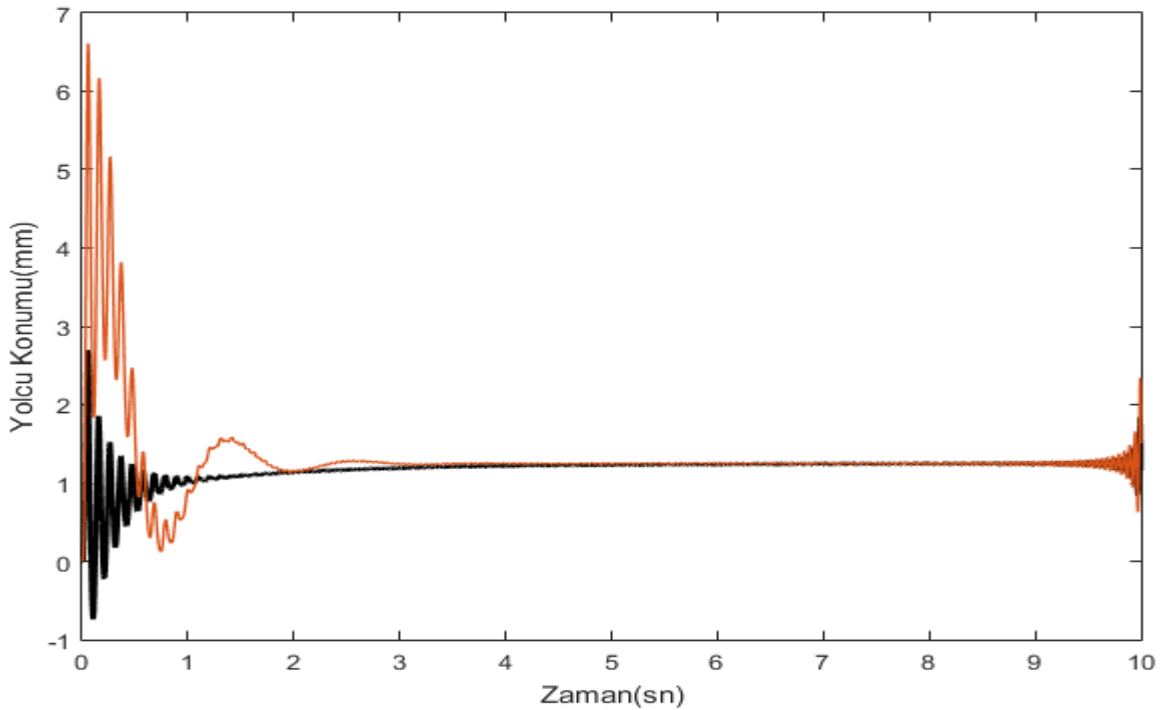


Şekil 6.10 Yocu frekans cevabı kontrolcülü ve kontrolcüsüz grafik karşılaştırması

Kurulan asansör sisteminin gerçeğe uygunluğunu ölçmek amacıyla sistemin devir sayısının zamana göre değişimi şekil 6.11 'deki gibi ele alınmış ve asansörün bir kattan diğer bir kata seyir sırasında yolcunun konumunu gösteren grafiksel sonuç şekil 6.12 'de görüldüğü gibi elde edilmiştir.



Şekil 6.11 Sistem devir sayısının zamana göre değişim grafiği



Şekil 6.12 Bir kattan diğer kata seyir eden yolcunun konumunun zamana göre değişim grafiği

KAYNAKLAR

- [1] Kırıl, Z. Ve Kırıl B.G., (2008). "Ray Deformasyonlarının Asansör Kabini Titreşimlerine Etkisinin İncelenmesi" Mühendislik Ve Makina Dergisi Dokuz Eylül Üniversitesi, 49(578).
- [2] Aydın, O., (2013). Asansör Fren Sisteminin Modellenmesi Ve Simülasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [3] Vladic, J., ve Brkljac, N., (1988). "Dynamic Analysis Of The Lifting Mechanisms", strojniski Vestnik-Journal Of Mechanical Engineering 54(2008)10: 655-661.
- [4] Özden, S., (2007). Bir Elektrikli Asansör Sisteminin Bulanık Mantık Tekniği İle Denetimi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Üniversitesi, Ankara.
- [5] Bolat, B., (2006). "The Simulation And Optimization Of Lift Control Systems With Genetic Algorithms" Journal of engineering and natural sciences, (Sigma 2006/2)
- [6] Altuntaş, M., (2012). Asansör Kılavuz Ray Bağlantı Elemanlarının Deneysel Gerilme Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [7] Çolakoğlu, A., (2015). A Decision Support Model For Elevator System Design In Tall Buildings, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [8] Duru, H.T., ve Demiröz, R., (2009). "Asansörlerde Modern Dişlisiz Tahrik Sistemleri Ve Enerji Verimliliği".
- [9] Baran, N., (2014). "Asansörlerde Karşı Ağılık Kaynaklı Riskler". Asansör Sempozyumu 25-27 Eylül 2014 // İZMİR.
- [10] E.ESTEBAN, O.SALGADO, A.ITURROSPE, I.ISALA (2016). "Model-Based Approach For Elevator Performance Estimation", ScienceDirect, 68-69:125-137, [doi:10.1016/j.ymsp.2015.07.005](https://doi.org/10.1016/j.ymsp.2015.07.005) .
- [11] Ruokokoski, M., Sorsa, J., Siikonen, L.M., ve Ehtamo, H., (2016)."Assignment Formulation For The Elevator Dispatching problem With Destination Control

- And its Performance Analysis”, ScienceDirect, Elsevier, 252(2):397-406, [doi:10.1016/j.ejor.2016.01.019](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.01.019)
- [12] Sezer, S., Kesici, C., ve Kurt, İ., (2013). “ Bir Taşıtın Lineer Grafik Yöntemiyle Modellenmesi Ve Bulanık Mantıklı Kontrolü” 7th. International Advanced Technologies Symposium (LATS’13), Istanbul, Turkey.
- [13] Dao, T., ve McPhee, J., (2011). “Dynamic Modeling Of Electrochemical Systems Using Linear Graph Theory”, Journal Of Power Sources 196(2011)10442-10454.
- [14] Altun, K., Platin, B.E. ve Balkan, T., (2003). “Systematic State Equation Derivation For Linear Systems Using The Normal Tree Method”, IMECE2003-41237, Washington D.C.
- [15] Schmitke, C. Ve McPhee, J., (2008), “Using Linear Graph Theory And The Principle Of Orthogonality To Model Multibody, Multi-Domain Systems”, ScienceDirect, Advanced Engineering Informatics, 147-160.
- [16] McPhee, J., (2003). “Virtual Prototyping of Multibody Systems with Linear Graph Theory and Symbolic Computing”, in Virtual Nonlinear Multibody Systems, W.Schiehlen and M.Valasek, eds. Kluwer Academic, 37-56.
- [17] Mcphee J., Schmitke C. Ve Redmond S., (2004). “Dynamic Modelling of Mechatronic Multibody Systems with Symbolic Computing and Linear Graph Theory”, Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems,10.1, 1-23.
- [18] Shi, P. ve Mcphee J., (2000). “Dynamics of Flexible Multibody Systems using Virtual Work and Linear Graph Theory”, Multibody System Dynamics, 4:355-381.
- [19] Mcphee, J., (1996). “On the Use of Linear Graph Theory in Multibody System Dynamics, Nonlinear Dynamics”, Nonlinear Dynamics, 9.73-90.
- [20] Sinha, R., Liang, V., Paredis, C.J.J. ve Khosla, K.P., “Modeling And Simulation Methods For Design Of Engineering Systems”.
- [21] Elektrikport,<http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/dunden-bugune-asansorler-ve-asansor-cesitleri/12225#ad-image-0>, 10 Nisan 2016.
- [22] BBC,http://www.bbc.com/140422_en_hizli_asansor, Nisan 2016.
- [23] Ertürk, A.S., (2008), Asansör Karşı Ağırlık Tasarımı Ve Gerilme Analizi, Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül üniversitesi, İZMİR.
- [24] Irmak, E., imrakQitu.edu.tr, MAK540 - Düşey Transport Sistemleri Ders Notu, İstanbul Teknik Üniversitesi, İSTANBUL.
- [25] Ercan, Y., (2009). Mühendislik Sistemlerinin Modellenmesi ve Dinamiği, Literatür Yayınları.
- [26] <http://simulasyon.nedir.com/>, 17 Mayıs 2016.
- [27] Ertunç, H.M., (2012), Bulanık Mantığa Giriş MKT421, Ders Notu, Kocaeli Üniversitesi, Mekatronik Mühendisliği, Kocaeli.

KURALLAR

A-1 Sistem Lineer Grafiği Çizim Kuralları

Elemanların lineer grafiklerinde uçlar (düğüm) elemanın uçlarındaki gerilim değerine sahip olduğundan, aynı gerilim değerine sahip eleman uçları tek bir düğüme ortak olarak bağlanır. Yani, grafik değişik kol uçlarının sistem yapısına uygun şekilde birleştirildiği bir ağ görünümündedir. Sistem grafiği aşağıdaki aşamalarla çizilir.

- i. Sistemdeki bir ve iki kapılı elemanlar belirlenir. Bir kapılı elemanlar sistem grafiğine birer kolla, iki kapılı elemanlar ise ikişer kolla katkıda bulunur.
- ii. Sistemde belirgin gerilim değişkenine sahip yerler belirlenir; bunlar için grafiğe birer düğüm işaretlenir. Düğümlerin yerleri ve birbirine olan mesafelerinin önemi yoktur. Ancak, düğümler yerleştirilirken, kolları birbiriyle kesişmeyen düzlemsel grafikler elde edilmesine çalışılmalıdır.
- iii. Sistem için referans gerilim değeri varsa, bunun için de bir düğüm işaretlenir. İki kapılı elemanlar varsa, elemanın iki yanında kalan kısımlar ayrı referansa sahip olabilir. Örneğin bir tarafta referans basıncı, diğer tarafta ise referans hızı olabilir. Sistemde iki kapılı elemanlar varsa, önce toprak taramalı bir doğru çizerek bütün referans düğümleri bunun üzerinde uygun şekilde işaretlenmelidir.
- iv. İki kapılı elemanlara ait kollar sistem yapısına uygun şekilde düğümler arasına yerleştirilir. Sistemin farklı enerji türüne sahip bölümleri arasındaki enerji dönüşümü ya da aynı türden enerji dönüşümleri mutlaka iki kapılı bir eleman aracılığıyla olmak zorundadır. Farklı enerji türüne sahip elemanlar hiçbir zaman aynı düğüme bağlanmamalıdır.
- v. Bir kapılı elemanlara ait kollar sistem yapısına uygun şekilde düğümler arasına yerleştirilir. Kolların şekil ve kıvrılma biçimlerinin önemi yoktur. Ancak, iki kapılı elemanların kolları Şekil 8.6'daki gibi çizilmelidir.
- vi. Mekanik kaynak elemanları varsa, bunların yönlendirilebilmesi için + hız referans yönleri tanımlanır. Sistem grafiği Bölüm 8.1 ve 8.2'deki esaslara göre yönlendirilir.

A-2 Sistem Ağaçlarının Çizim Kuralları

Normal ağaç, grafik kollarının aşağıdaki tercih sırasına göre ağaca dahil edildiği özel bir ağaçtır. Ağaç, ilk tercihten başlayarak tamamlanmaya çalışılır; tamamlanamazsa bir sonraki tercihe geçilir.

- i. Öncelikle *A* tipi kaynak elemanları (gerilim kaynakları) ağaca dahil edilir.
- ii. Maksimum sayıda *A* tipi, enerji depolayan eleman dahil edilir.
- iii. Transformatörlerin bir kolu dahil edilir. Jiratörlerin ya her iki kolu dahil edilir; ya da hiçbir kolu dahil edilmez. Transformatörlerin kol seçimi, ya da jiratör kollarının dahil edilip edilmemesi, maksimum sayıda *A* tipi ve minimum sayıda *T* tipi, enerji depolayan elemanı ağaca dahil edecek (madde v) şekilde yapılır.
- iv. Maksimum sayıda *D* tipi eleman ağaca dahil edilir.
- v. Minimum sayıda *T* tipi, enerji depolayan eleman dahil edilir.
- vi. Minimum sayıda *T* tipi kaynak elemanı (akım kaynağı) dahil edilir.

Ağaç bu şekilde tamamlandıktan sonra aşağıdaki sonuçlar çıkarılır.

- i. Eğer bazı *A* tipi kaynak elemanları ağaca girememişse, modellemede hata vardır. Şekil 8.9(a)'dakine benzer bir uyumsuzluk söz konusudur.
- ii. Eğer bazı *T* tipi kaynak elemanları ağaca girmişse, modellemede hata vardır. Şekil 8.9(b)'dekine benzer bir uyumsuzluk vardır.
- iii. Normal ağaca giremeyen *A* tipi, enerji depolayan elemanlar varsa, bunlar dinamik olarak bağımsız olmayan elemanlardır. Şekil 8.10(a)'dakine benzeyen durum(lar) vardır. Normal ağaca giren *A* tipi, enerji depolayan elemanlar ise bağımsız dinamik davranış ortaya koyarlar.
- iv. Normal ağaca giren *T* tipi, enerji depolayan elemanlar varsa, bunlar dinamik olarak bağımsız olmayan elemanlardır. Şekil 8.10(b)'dekine benzeyen durum(lar) vardır. Ağaca girmeyen *T* tipi, enerji depolayan elemanlar ise dinamik olarak bağımsız elemanlardır.
- v. Sistemdeki *A* ve *T* tipi, bağımsız enerji depolayan elemanların toplam sayısı, tek bir çıkış değişkeni cinsinden ifade edilmiş olan sistem diferansiyel denkleminin mertebesine eşittir.

Örneğin Şekil 8.12'de verilen sistem grafiğinde Madde i'de sözü edilen uyumsuzluk, Şekil 8.13'te ise Madde ii'deki uyumsuzluk olduğundan modelleme hatası vardır. Şekil 8.14'te Madde iii'deki gibi bir durum görülmektedir. Bu sistemde C_1 ve C_2 'nin her ikisi birden bağımsız olmaz. Çizilmiş olan normal ağaçtaki gibi, C_2 bağımsız olarak kabul edilirse, C_1 ağaca giremez ve dinamik olarak bağımsız değildir.

ÇİZELGELER

Çizelge B.1 Değişik tür sistemlerde değişken tanımları

TABLO 7.1 Değişik Tür Sistemlerde Değişken Tanımları

Sistem Türü	Gerilim Değişkeni (v_{21})	Akım Değişkeni (f)	İntegral Gerilim Değişkeni (x_{21})	İntegral Akım Değişkeni (h)
Öteleme Mekanik	Hız Farkı (v_{21})	Kuvvet (f)	Konum Farkı (x_{21})	Momentum (p)
Dönel Mekanik	Açısal Hız Farkı (ω_{21})	Moment (T)	Açısal Konum Farkı (θ_{21})	Açısal Momentum (h)
Elektrik	Elektrik Gerilimi Farkı (V_{21})	Elektrik Akımı (i)	Akı Farkı (λ_{21})	Elektrik Yükü (q)
Akışkanlı	Basınç Farkı (p_{21})	Hacimsel Debi (Q)	Basınç Momentumu Farkı (Γ_{21})	Akışkan Hacmi (v)
Isıl	Sıcaklık Farkı (T_{21})	Isı Debisi (Q)	—	Isı Enerjisi (κ)

Çizelge B.2 Tek kapılı eleman denklemleri tablosu

Eleman Tipi	Fiziksel Eleman	Lineer Grafik	Dişagramla Gösterim	Yapısal İlişki	Enerji veya Güç	Lineer Eleman Denklemi	Lineer Eleman İçin Enerji veya Güç
T Tipi, Enerji Depolayan (Endüktif)	Öteleme Yayı			$x_{21} = x_{21}(F)$	$E = \int_0^{x_{21}} F dx_{21}$	$v_{21} = \frac{1}{k} \frac{dF}{dt}$	$E = \frac{1}{2} \frac{F^2}{k}$
	Dönel Yay			$\theta_{21} = \theta_{21}(T)$	$E = \int_0^{\theta_{21}} T d\theta_{21}$	$\omega_{21} = \frac{1}{k_1} \frac{dT}{dt}$	$E = \frac{1}{2} \frac{T^2}{k_1}$
Saf nonlineer: $x_{21} = x_{21}(f)$	Endüktans			$\lambda_{21} = \lambda_{21}(i)$	$E = \int_0^{\lambda_{21}} i d\lambda_{21}$	$v_{21} = L \frac{di}{dt}$	$E = \frac{1}{2} Li^2$
	Akışkan İnerjansız			$\Gamma_{21} = \Gamma_{21}(Q)$	$E = \int_0^{\Gamma_{21}} Q d\Gamma_{21}$	$p_{21} = I \frac{dQ}{dt}$	$E = \frac{1}{2} IQ^2$
A Tipi, Enerji Depolayan (Kapasitif)	Kütle			$p = p(v_2)$	$E = \int_0^p v_2 dp$	$F = m \frac{dv_2}{dt}$	$E = \frac{1}{2} mv_2^2$
	Dönel Kütle			$h = h(\omega_2)$	$E = \int_0^h \omega_2 dh$	$T = J \frac{d\omega_2}{dt}$	$E = \frac{1}{2} J\omega_2^2$
Saf nonlineer: $h = h(v_{21})$	Elektrik Kapasitansı			$q = q(v_{21})$	$E = \int_0^q v_{21} dq$	$i = C \frac{dv_{21}}{dt}$	$E = \frac{1}{2} Cv_{21}^2$
	Akışkan Kapasitansı			$v = v(p_2)$	$E = \int_0^v p_2 dv$	$Q = C_f \frac{dp_2}{dt}$	$E = \frac{1}{2} C_f p_2^2$
Lineer: $h = Cv_{21}$	Isıl Kapasitans			$\kappa = \kappa(T_2)$	$E = \int_0^T Q dt$	$Q = C_t \frac{dT_2}{dt}$	$E = C_t T_2$

Çizelge B.2 Tek kapılı eleman denklemleri tablosu (Devamı)

TABLO 7.4 (Devam)

Eleman Tipi	Fiziksel Eleman	Lineer Grafik	Diyagramla Gösterim	Yapısal İlişki	Enerji veya Güç	Lineer Eleman Denklemi	İdeal Eleman İçin Enerji veya Güç
D Tipi, Enerjiyi Isıya Dönüştüren (Direnç)	Öteleme Sönümleyici			$v_{21} = v_{21}(F)$	$P = Fv_{21}$	$v_{21} = \frac{1}{b}F$	$P = bv_{21}^2$
	Dönel Sönümleyici			$\omega_{21} = \omega_{21}(T)$	$P = T\omega_{21}$	$\omega_{21} = \frac{1}{b_t}T$	$P = b_t\omega_{21}^2$
	Elektrik Direnci			$v_{21} = v_{21}(i)$	$P = iv_{21}$	$v_{21} = Ri$	$P = \frac{1}{R}v_{21}^2$
Saf nonlineer: $v_{21} = v_{21}(f)$				$p_{21} = p_{21}(Q)$	$P = Qp_{21}$	$p_{21} = R_f Q$	$P = \frac{1}{R_f}p_{21}^2$
Lineer: $v_{21} = Rf$				$T_{21} = T_{21}(Q)$	$P = Q$	$T_{21} = R_f Q$	$P = \frac{1}{R_f}T_{21}$
Kaynak Elemanları	Gerilim Kaynağı (A Tipi)			$v_{21} = v_{21}(t)$	$P = f v_{21}$	—	—
	Akım Kaynağı (T Tipi)			$f = f(t)$	$P = f v_{21}$	—	—

E = enerji, P = güç.

f = genelleştirilmiş akım değişkeni, F = kuvvet, T = moment, i = akım, Q = hacimsel debi, Q = ısı akış hızı.

h = genelleştirilmiş integral akım değişkeni, h = açıl moment, h = açıl moment, q = yük, v = akışkan hacmi, κ = ısı enerjisi.

v = genelleştirilmiş gerilim değişkeni, v = hız, ω = açıl hız, v = gerilim, p = basınç, T = sıcaklık.

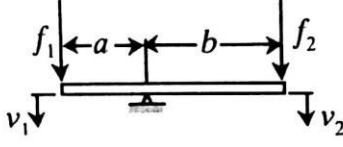
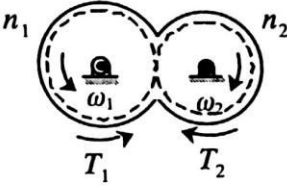
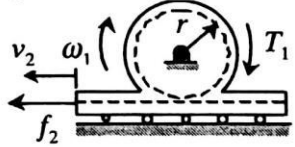
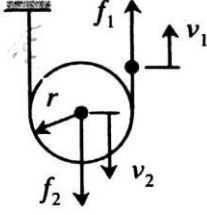
λ = genelleştirilmiş integral gerilim değişkeni, x = konum, θ = açıl konum, λ = akı (bağı), F = basınç momentumu.

L = genelleştirilmiş ideal endüktans, k = öteleme yayı sabiti, k_t = açıl yay sabiti, L = endüktans, I = akışkan inertans.

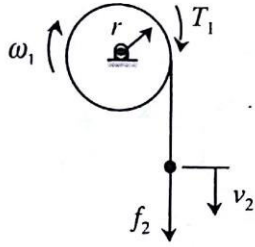
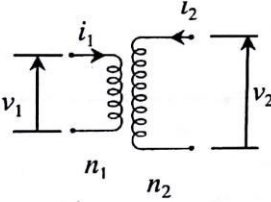
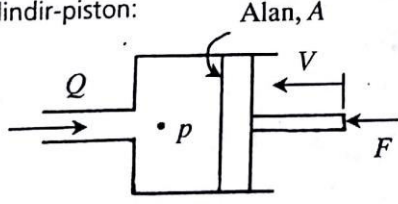
C = genelleştirilmiş ideal kapasitans, m = kütle, J = eylemsizlik momenti, C = elektrik kapasitansı, C_f = akışkan kapasitansı, C_r = ısı kapasitansı.

R = genelleştirilmiş direnç, b = öteleme sönüm sabiti, b_t = açıl sönüm sabiti, R = elektrik direnci, R_f = akışkan direnci, R_r = ısı direnci.

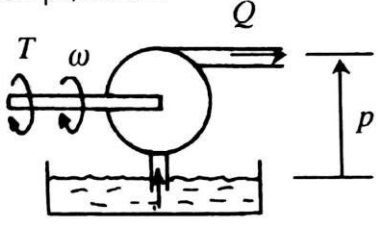
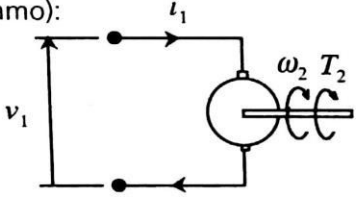
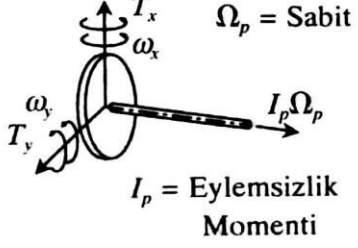
Çizelge B.3 Çift kapılı eleman denklemleri tablosu

Eleman Hakkında Bilgiler	Eleman Denklemleri
<p>Kaldıraç kolu:</p> <p>Eleman türü:</p> <p>Transformatör</p> <p>Enerji dönüşümü:</p> <p>Öteleme mekanik ↔ Öteleme mekanik</p>	 $v_1 = -\frac{a}{b} v_2$ $f_1 = \frac{b}{a} f_2$ <p>Transformatör sabiti: $T = -\frac{a}{b}$ (Küçük hareketler için)</p>
<p>Dişli kutusu:</p> <p>Eleman türü:</p> <p>Transformatör</p> <p>Enerji dönüşümü:</p> <p>Dönel mekanik ↔ Dönel mekanik</p>	 $\omega_1 = \frac{n_2}{n_1} \omega_2$ $T_1 = -\frac{n_1}{n_2} T_2$ <p>Transformatör sabiti: $T = \frac{n_2}{n_1}$</p>
<p>Kremayer-pinyon dişlisi:</p> <p>Eleman türü:</p> <p>Transformatör</p> <p>Enerji dönüşümü:</p> <p>Dönel mekanik ↔ Öteleme mekanik</p>	 $\omega_1 = \frac{1}{r} v_2$ $T_1 = -r f_2$ <p>Transformatör sabiti: $T = \frac{1}{r}$</p>
<p>Makara-halat sistemi:</p> <p>Eleman türü:</p> <p>Transformatör</p> <p>Enerji dönüşümü:</p> <p>Öteleme mekanik ↔ Öteleme mekanik</p>	 $v_1 = -2v_2$ $f_1 = \frac{1}{2} f_2$ <p>Transformatör sabiti: $T = -2$</p>

Çizelge B.3 Çift kapılı eleman denklemleri tablosu (Devamı)

Eleman Hakkında Bilgiler	Eleman Denklemleri
<p>Makara-halat sistemi: </p> <p>Eleman türü:</p> <p>Transformatör</p> <p>Enerji dönüşümü:</p> <p>Dönel mekanik ↔ Öteleme mekanik</p>	$\omega_1 = \frac{1}{r} v_2$ $T_1 = -r f_2$ <p>Transformatör sabiti: $T = \frac{1}{r}$</p>
<p>Elektrik transformatörü:</p> <p>Eleman türü:</p> <p>Transformatör</p> <p>Enerji dönüşümü:</p> <p>Elektrik ↔ Elektrik</p>	<p></p> $v_1 = \frac{n_1}{n_2} v_2$ $i_1 = -\frac{n_2}{n_1} i_2$ <p>Transformatör sabiti: $T = \frac{n_1}{n_2}$</p>
<p>Hidrolik silindir-piston:</p> <p>Eleman türü:</p> <p>Jirator</p> <p>Enerji dönüşümü:</p> <p>Akışkan ↔ Öteleme mekanik</p>	<p></p> $p = \frac{1}{A} F$ $Q = -AV$ <p>Jirator sabiti: $G = \frac{1}{A}$</p>

Çizelge B.3 Çift kapılı eleman denklemleri tablosu (Devamı)

Eleman Hakkında Bilgiler	Eleman Denklemleri
<p>İdeal hidrolik pompa/motor:</p> 	$\omega = \frac{1}{K} Q$ $T = -Kp$ <p>Jirator sabiti: $G = \frac{1}{K}$</p>
<p>Eleman türü: Jirator</p> <p>Enerji dönüşümü: Dönel mekanik ↔ Akışkan</p>	
<p>Elektromekanik dönüştürme elemanı (İdeal motor/dinamo):</p> 	$\omega_2 = K_a v_1$ $T_2 = -\frac{1}{K_a} i_1$ <p>Transformatör sabiti: $T = K_a$</p>
<p>Eleman türü: Transformatör</p> <p>Enerji dönüşümü: Dönel mekanik ↔ Elektrik</p>	
<p>Jiroskop:</p>  <p>$\Omega_p = \text{Sabit}$</p> <p>$I_p = \text{Eylemsizlik Momenti}$</p>	$\omega_x = -\frac{1}{I_p \Omega_p} T_y$ $T_x = I_p \Omega_p \omega_y$ <p>Jirator sabiti: $G = -\frac{1}{I_p \Omega_p}$</p>
<p>Eleman türü: Jirator</p> <p>Enerji dönüşümü: Dönel mekanik ↔ Dönel mekanik</p>	

ÇİZELGELER

Çizelge C.1 Elemanların genelleştirilmiş endüktans karşılıkları

Eleman	Genelleştirilmiş Endüktans Karşılığı
Öteleme Yayı	1/Yay sabiti , $1/k$
Burulma Yayı	1/Yay sabiti , $1/k_r$
Elektrik Endüktansı (bobin)	Endüktans sabiti , L
İnertans	İnertans sabiti , I

Çizelge C.2 Elemanların genelleştirilmiş kapasitans karşılıkları

Eleman	Genelleştirilmiş Kapasitans Karşılığı
Kütle	Kütle, M
Eylemsizlik	Eylemsizlik momenti, I
Elektrik kapasitansı (kondansatör)	Elektrik kapasitans sabiti, C
Akışkan kapasitansı	Akışkan kapasitans sabiti, C_f
Isıl kapasitans	Isıl kapasitans sabiti, C_t

Çizelge C.3 Elemanların genelleştirilmiş direnç karşılıkları

Eleman	Genelleştirilmiş Direnç Karşılığı
Sönümleyici (öteleme)	1/Sönüm sabiti, $1/b$
Sönümleyici (dönel)	1/Sönüm sabiti, $1/b_t$
Elektrik direnci	Direnç sabiti, R
Akışkan direnci	Direnç sabiti, R_f
Isıl direnç	Direnç sabiti, R_t



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Mustafa Oğuz NALBANT
Doğum Tarihi ve Yeri :23/07/1990 - TOKAT
Yabancı Dili :İngilizce
E-posta :mustafaoguznabant@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Makine Mühendisliği	Bayburt Üniversitesi	2013
Lise	Sayısal	Hayrettin Duran Lisesi(Y.D.A)	2008

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2013-2015	Kuzu Metal İnş.San.Ve Tic.Ltd.Şti	Şirket Yöneticisi Ve Süpervizör

YAYINLARI

Makale

1.Free Vibration Analysis of a Laminated Beam with Boundary Conditions

IJAME International Journal Of Automotive and Mechanical Engineering – MALASIA (2014)

Bildiri

1.Modeling Of Electrically Driven Elevator With Linear Graph Method

IJNES International Journal of Natural and Engineering Sciences – MAKEDONIA (2016)

