

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DÖNER VİNÇLERİN DİNAMİK
DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ

Furkan BOLAT

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
Konstrüksiyon Programı

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Muharrem E. BOĞOÇLU

Mayıs, 2019

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DÖNER VİNÇLERİN DİNAMİK DAVRANIŞLARININ
İNCELENMESİ

Furkan BOLAT tarafından hazırlanan tez çalışması 08.05.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Konstrüksiyon Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Muharrem E.
BOĞOÇLU

Yıldız Teknik Üniversitesi

Danışman

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi Muharrem E. BOĞOÇLU, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Berna BOLAT, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Serpil KURT, Üye
İstanbul Teknik Üniversitesi

Danışmanım Dr. Öğretim Üyesi Muharrem Erdem BOĞOÇLU sorumluluğunda tarafımda hazırlanan Döner Vinçlerin Dinamik Davranışlarının İncelenmesi başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Furkan BOLAT

İmza

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada bana desteklerini esirgemeyen öncelikli olarak tez danışmanım Dr. Öğretim Üyesi Muharrem Erdem Boğoçlu'ya teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bu çalışma boyunca yanımda olan arkadaşım Yüksek Makine Mühendisi Mehmet Fatih Ercan'a, sevgili nişanlıma ve aileme de şükranlarımı sunarım. Bugünlere gelmemde ve Yüksek Makine Mühendisi olmamda emeği geçen tüm öğretmenlerime ve üniversite hocalarıma da minnettarlığımınla birlikte teşekkürlerimi sunarım.

Furkan BOLAT

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ.....	viii
KISALTMA LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ	x
TABLO LİSTESİ.....	xiii
ÖZET	xv
ABSTRACT	xvii
1 Giriş	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı	7
1.3 Hipotez	8
2 Vinçler.....	10
2.1 Tanım	10
2.2 Vinçler	11
2.3 Transport Makinelerinin Sınıflandırılması.....	12
2.4 Vinçlerin Sınıflandırılması.....	13
2.4.1 Gezer Köprülü Krenler	13
2.4.2 Konsol (Duvar) Krenleri.....	14
2.4.3 Döner Krenler	15
2.4.4 Kule Krenler	15
2.4.5 Tırmanan Krenler	16
2.4.6 Araç Krenleri	17
2.4.7 Yüzer Krenler.....	17
2.4.8 Portal Krenler	18
2.4.9 Kule Vinç Bölümleri.....	19
2.5 Döner Vinçlerin Genel Kullanım Değerleri	20
2.6 Kren Hesaplarında Sistemi Etkileyecek Yükler ve Katsayılar	21
2.6.1 Esas Ana Yükler	21
2.6.2 Düşey Hareketten Kaynaklanan Yükler.....	21
2.6.3 Yatay Hareketten Kaynaklanan Yükler.....	21

2.6.4	Hava Koşullarından ve İklim Etkisinden Meydana Gelen Yükler ..	22
2.6.5	Yükleme Durumu Grupları ve Genel Gerilme Değerleri	22
2.6.6	Genel Emniyet Gerilme Değerleri	24
2.6.7	Zati Ağırlık Katsayısı (φ)	24
2.6.8	Yük Kaldırma Katsayısı (ψ).....	25
2.7	Lagrange Denklemleri	26
2.8	Dinamik Faktör	26
3	Döner Vinç Modelinin Tanıtımı ve Modellenmesi	28
3.1	Döner Vincin Tanıtımı.....	28
3.2	Modelin Dinamik Davranış Denklemleri.....	29
3.2.1	Sistemin Dinamik Denklemleri	29
3.2.2	Modelin Denklemlerinin Lagrange Metoduyla Elde Edilmesi	31
3.2.3	Denklemlerin Matlab&Simulink' e Aktarılması	33
3.2.4	Döner Vincin Simulink'te Blok Diyagramının Oluşturulması	35
4	Farklı Senaryolarda Modelin Davranışları.....	37
4.1	Senaryo 1.....	37
4.2	Senaryo 2.....	40
4.3	Senaryo 3.....	43
4.4	Senaryo 4.....	46
4.5	Senaryo 5.....	49
4.6	Senaryo 6.....	51
4.7	Senaryo 7.....	54
4.8	Senaryo 8.....	57
4.9	Senaryo 9.....	60
4.10	Senaryo 10.....	63
4.11	Senaryo 11.....	66
4.12	Senaryo 12.....	69
4.13	Senaryo 13.....	72
4.14	Senaryo 14.....	75
4.15	Senaryo 15.....	77
4.16	Senaryo 16.....	80
4.17	Senaryo 17.....	83
4.18	Senaryo 18.....	85

4.19 Senaryo 19.....	88
4.20 Senaryo 20.....	91
4.21 Senaryo 21.....	93
4.22 Senaryo 22.....	96
4.23 Senaryo 23.....	99
4.24 Senaryo 24.....	99
4.25 Senaryo 25.....	100
4.26 Senaryo 26.....	102
4.27 Senaryo 27.....	102
4.28 Senaryo 28.....	103
5 Benzetim Sonuçlarının Özetlenmesi	105
6 Sonuç	111
Kaynakça	113
Tezden Üretilmiş Yayınlar.....	116

SİMGE LİSTESİ

β	Beta Açısı
μ	Dinamik Faktör
c	Halatın Sönümleme Katsayısı
k	Halatın Uzama Katsayısı
F	Kuvvet
M	Moment
Ψ	Yük Kaldırma Katsayısı
Φ	Zati Ağırlık Katsayısı

KISALTMA LİSTESİ

DIN	Deutsches Institut für Normung
FEM	Finite Element Method
FIE	Fuzzy Inference Engines
MATLAB	Matrix Laboratory
PLC	Programmable Logic Controller
SEM	Sonlu Elemanlar Metodu
VKS	Vinç Kontrol Sistemi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Gezer Köprülü Kren [3]	14
Şekil 2.2	Jib Kren [3]	15
Şekil 2.3	Konsol Kren [3]	15
Şekil 2.4	Tırmanan Kule Kreni [3]	16
Şekil 2.5	Araç Krenleri [3]	17
Şekil 2.6	Yüzer Kren [3]	18
Şekil 2.7	Tam ve Yarı Portal Kren [18]	19
Şekil 2.8	Konsollu Portal Krenler [3]	19
Şekil 2.9	Kule Vinç Bölümleri [1]	20
Şekil 2.10	Kaldırılan yük üzerinde etkiler.	27
Şekil 3.1	Döner Vinç Modelinin Şematik Olarak Gösterimi	29
Şekil 3.2	Döner Vinç Modelinin Modelinin Matlab-Simulink Blok Diyagramı	36
Şekil 3.3	Matlab'a Girilen Sabit Değerler	36
Şekil 4.1	Birinci Senaryodaki Halat Grafikleri	38
Şekil 4.2	Birinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri	38
Şekil 4.3	Birinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri	39
Şekil 4.4	Birinci Senaryodaki İvme Grafikleri	39
Şekil 4.5	İkinci Senaryodaki Halat Grafikleri	41
Şekil 4.6	İkinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri	41
Şekil 4.7	İkinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri	42
Şekil 4.8	İkinci Senaryodaki İvme Grafikleri	42
Şekil 4.9	Üçüncü Senaryodaki Halat Grafikleri	44
Şekil 4.10	Üçüncü Senaryodaki Beta 1 Grafikleri	44
Şekil 4.11	Üçüncü Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri	45
Şekil 4.12	Üçüncü Senaryodaki İvme Grafikleri	45
Şekil 4.13	Dördüncü Senaryodaki Halat Grafikleri	47
Şekil 4.14	Dördüncü Senaryodaki Beta 1 Grafikleri	47
Şekil 4.15	Dördüncü Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri	48
Şekil 4.16	Dördüncü Senaryodaki İvme Grafikleri	48
Şekil 4.17	Beşinci Senaryodaki Halat Grafikleri	49
Şekil 4.18	Beşinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri	50
Şekil 4.19	Beşinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri	50
Şekil 4.20	Beşinci Senaryodaki İvme Grafikleri	51
Şekil 4.21	Altıncı Senaryodaki Halat Grafikleri	52
Şekil 4.22	Altıncı Senaryodaki Beta 1 Grafikleri	53
Şekil 4.23	Altıncı Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri	53
Şekil 4.24	Altıncı Senaryodaki İvme Grafikleri	54
Şekil 4.25	Yedinci Senaryodaki Halat Grafikleri	55
Şekil 4.26	Yedinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri	56

Şekil 4.27	Yedinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri.....	56
Şekil 4.28	Yedinci Senaryodaki İvme Grafikleri.....	57
Şekil 4.29	Sekizinci Senaryodaki Halat Grafikleri	58
Şekil 4.30	Sekizinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri	59
Şekil 4.31	Sekizinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri	59
Şekil 4.32	Sekizinci Senaryodaki İvme Grafikleri	60
Şekil 4.33	Dokuzuncu Senaryodaki Halat Grafikleri	61
Şekil 4.34	Dokuzuncu Senaryodaki Beta 1 Grafikleri	62
Şekil 4.35	Dokuzuncu Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri	62
Şekil 4.36	Dokuzuncu Senaryodaki İvme Grafikleri	63
Şekil 4.37	Onuncu Senaryodaki Halat Grafikleri	64
Şekil 4.38	Onuncu Senaryodaki Beta 1 Grafikleri	65
Şekil 4.39	Onuncu Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri	65
Şekil 4.40	Onuncu Senaryodaki İvme Grafikleri.....	66
Şekil 4.41	On Birinci Senaryodaki Halat Grafikleri	67
Şekil 4.42	On Birinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri	68
Şekil 4.43	On Birinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri	68
Şekil 4.44	On Birinci Senaryodaki İvme Grafikleri	69
Şekil 4.45	On İkinci Senaryodaki Halat Grafikleri.....	70
Şekil 4.46	On İkinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri.....	70
Şekil 4.47	On İkinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri.....	71
Şekil 4.48	On İkinci Senaryodaki İvme Grafikleri.....	71
Şekil 4.49	On Üçüncü Senaryodaki Halat Grafikleri.....	73
Şekil 4.50	On Üçüncü Senaryodaki Halat ve Beta 1 Grafikleri	73
Şekil 4.51	On Üçüncü Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri	74
Şekil 4.52	On Üçüncü Senaryodaki İvme Grafikleri.....	74
Şekil 4.53	On Dördüncü Senaryodaki Halat Grafikleri	75
Şekil 4.54	On Dördüncü Senaryodaki Halat ve Beta 1 Grafikleri	76
Şekil 4.55	On Dördüncü Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri.....	76
Şekil 4.56	On Dördüncü Senaryodaki İvme Grafikleri.....	77
Şekil 4.57	On Beşinci Senaryodaki Halat ve Grafikleri	78
Şekil 4.58	On Beşinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri.....	78
Şekil 4.59	On Beşinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri.....	79
Şekil 4.60	On Beşinci Senaryodaki İvme Grafikleri	79
Şekil 4.61	On Altıncı Senaryodaki Halat Grafikleri	81
Şekil 4.62	On Altıncı Senaryodaki Beta 1 Grafikleri	81
Şekil 4.63	On Altıncı Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri	82
Şekil 4.64	On Altıncı Senaryodaki İvme Grafikleri	82
Şekil 4.65	On Yedinci Senaryodaki Halat Grafikleri	83
Şekil 4.66	On Yedinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri.....	84
Şekil 4.67	On Yedinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri	84
Şekil 4.68	On Yedinci Senaryodaki İvme Grafikleri.....	85
Şekil 4.69	On Sekizinci Senaryodaki Halat Grafikleri	86

Şekil 4.70	On Sekizinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri.....	87
Şekil 4.71	On Sekizinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri.....	87
Şekil 4.72	On Sekizinci Senaryodaki İvme Grafikleri	88
Şekil 4.73	On Dokuzuncu Senaryodaki Halat Grafikleri	89
Şekil 4.74	On Dokuzuncu Senaryodaki Beta 1 Grafikleri	89
Şekil 4.75	On Dokuzuncu Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri	90
Şekil 4.76	On Dokuzuncu Senaryodaki İvme Grafikleri.....	90
Şekil 4.77	Yirminci Senaryodaki Halat Grafikleri.....	91
Şekil 4.78	Yirminci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri	92
Şekil 4.79	Yirminci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri	92
Şekil 4.80	Yirminci Senaryodaki İvme Grafikleri.....	93
Şekil 4.81	Yirmi Birinci Senaryodaki Halat Grafikleri.....	94
Şekil 4.82	Yirmi Birinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri.....	94
Şekil 4.83	Yirmi Birinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri.....	95
Şekil 4.84	Yirmi Birinci Senaryodaki İvme Grafikleri.....	95
Şekil 4.85	Yirmi İkinci Senaryodaki Halat Grafikleri	97
Şekil 4.86	Yirmi İkinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri.....	97
Şekil 4.87	Yirmi İkinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri	97
Şekil 4.88	Yirmi İkinci Senaryodaki İvme Grafikleri.....	98
Şekil 4.89	Yirmi Üç, Yirmi Dört, Yirmi Beşinci Senaryolardaki İvme Grafikleri.....	100
Şekil 4.90	Kuvvetin Kademeli Arttırılmasıyla Oluşturulan Kuvvet-İvme Grafığı.....	101
Şekil 4.91	Yirmi Altı, Yirmi Yedi, Yirmi Sekizinci Senaryolardaki İvme Grafikleri.....	103
Şekil 4.92	Kuvvetin Kademeli Arttırılmasıyla Oluşturulan Kuvvet-İvme Grafığı.....	104

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1	Transport Makinelerinin Sınıflandırılması	13
Tablo 2.2	Döner Vinçlerin Genel Kullanım Değerleri	20
Tablo 2.3	St 37 ve St 52-3 malzemeleri gerilme emniyet değerleri[20]	24
Tablo 2.4	Yük kaldırma katsayısı (ψ) [20]	25
Tablo 2.5	Krenlerin Gruplandırılması ve Kaldırma Sınıfları [20]	25
Tablo 4.1	Birinci Senaryo İçin Girilen Değerler	37
Tablo 4.2	İkinci Senaryo İçin Girilen Değerler	40
Tablo 4.3	Birinci Senaryo İçin Girilen Değerler.....	43
Tablo 4.4	Dördüncü Senaryo İçin Girilen Değerler	46
Tablo 4.5	Beşinci Senaryo İçin Girilen Değerler	49
Tablo 4.6	Altıncı Senaryo İçin Girilen Değerler.....	52
Tablo 4.7	Yedinci Senaryo İçin Girilen Değerler	55
Tablo 4.8	Sekizinci Senaryo İçin Girilen Değerler.....	58
Tablo 4.9	Dokuzuncu Senaryo İçin Girilen Değerler	61
Tablo 4.10	Onuncu Senaryo İçin Girilen Değerler	64
Tablo 4.11	On Birinci Senaryo İçin Girilen Değerler	67
Tablo 4.12	On İkinci Senaryo İçin Girilen Değerler	69
Tablo 4.13	On Üçüncü Senaryo İçin Girilen Değerler	72
Tablo 4.14	On Dördüncü Senaryo İçin Girilen Değerler	75
Tablo 4.15	On Beşinci Senaryo İçin Girilen Değerler	77
Tablo 4.16	On Altıncı Senaryo İçin Girilen Değerler	80
Tablo 4.17	On Yedinci Senaryo İçin Girilen Değerler	83
Tablo 4.18	On Sekizinci Senaryo İçin Girilen Değerler	86
Tablo 4.19	On Dokuzuncu Senaryo İçin Girilen Değerler	88
Tablo 4.20	Yirminci Senaryo İçin Girilen Değerler	91
Tablo 4.21	Yirmi Birinci Senaryo İçin Girilen Değerler	93
Tablo 4.22	Yirmi İkinci Senaryo İçin Girilen Değerler.....	96
Tablo 4.23	Yirmi Üçüncü Senaryo İçin Girilen Değerler	99
Tablo 4.24	Yirmi Dördüncü Senaryo İçin Girilen Değerler	99
Tablo 4.25	Yirmi Beşinci Senaryo İçin Girilen Değerler.....	100
Tablo 4.26	Yirmi Altıncı Senaryo İçin Girilen Değerler	102
Tablo 4.27	Yirmi Yedinci Senaryo İçin Girilen Değerler	102
Tablo 4.28	Yirmi Sekizinci Senaryo İçin Girilen Değerler	103
Tablo 5.1	Kuvvet, Moment ve Kütlenin Değiştiği Senaryoların Girdileri....	105
Tablo 5.2	Kuvvet, Moment ve Kütlenin Değiştiği Senaryoların Çıktıları	107
Tablo 5.3	Halat Esneklik ve Sönümleme Sabiti, Uzunluğu ve Bom Kütlesinin Değiştiği Senaryoların Girdileri	108
Tablo 5.4	Halat Esneklik ve Sönümleme Sabiti, Uzunluğu ve Bom Kütlesinin Değiştiği Senaryoların Çıktıları.....	109

Tablo 5.5	Kuvvetin Kademeli Olarak Arttığı Senaryoların Girdileri ve Çıktıları	110
------------------	--	-----

Döner Vinçlerin Dinamik Davranışlarının İncelenmesi

Furkan BOLAT

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Muharrem E. BOĞOÇLU

Bu çalışmada bir döner vincin dinamik davranış denklemleri çıkarılmış ve dinamik hareketleri Matlab-Simulink ortamında elde edilmiştir. Yapı sektörünün son yıllardaki gelişimi sebebiyle vinçlerden görevlerini hızlı ve hassas bir şekilde yapmaları beklenmektedir. Bu yüzden bu makinaların tasarımlarında ivmelenme ve dinamik faktör önemli bir kriterdir. Sistemde ivme yaratacak olan elemanlar sistemin dinamik faktörünü, mukavemetini ve tasarımsal parametrelerini etkileyecektir. Bu çalışmada 4 serbestlik dereceli bir döner vinç modellenmiştir. Sisteme bir döndürme momenti ve yükü kaldırabilmek için bir kuvvet etki ettirilmiştir. Lagrange yöntemiyle enerji denklemleri çıkarılmış ve Matlab programının Simulink modülü ile çözümlenmiştir. Bu çözümler bazı parametrelerin değiştirilmesiyle yirmi sekiz farklı durum için tekrarlanmıştır. Bu parametrelerin sistem üzerindeki ivmelenmeye etkileri incelenmiştir. Ortaya çıkan ivme değerlerinden ve grafiklerden yola çıkarak döner vinç sisteminin çalışmasına etkileyen elemanların neler olduğu ve sistemin dinamik faktörünün nasıl ve hangi değişkenler tarafından etkilendiği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, döner vincin yatay hareketlerinden kaynaklanan ivmelenmelerin düşey hareketin ivmesi üzerinde bir etkisinin olmadığı gözlemlenmektedir. Ayrıca döner vinç

elemanlarının yani bom kütlesinin, halat esneklik ve halat sönüm sabitinin, halat uzunluğunun da yük kaldırma ve vincin hareketi sırasında oluşan düşey ivmelenmelere etkisinin olmadığı da gözlemlenmiştir. Yani kule vincin dinamik faktörü üzerinde bu değişkenlerin etkisi yoktur. Bundan sonraki araştırmalarda döner vincin dinamik faktörü hesaplanırken karmaşık modeller yerine bu değişkenlerin hesaba katılmasına gerek olmayan daha basit modeller kurgulanıp doğru sonuçlar elde edilebilir.

Anahtar kelimeler: Döner vinçler, dinamik modelleme, kule krenler

Dynamic Behaviors of Rotary Cranes

Furkan BOLAT

Department of Mechanical Engineering

MSc. Thesis

Advisor: Assist. Prof. Dr. Muharrem E. BOĞOÇLU

In this study, dynamic motion equations of a rotary crane were extracted and their dynamic movements were obtained in Matlab-Simulink. Due to the development of the construction sector in recent years, the cranes are expected to perform their tasks quickly and precisely. Therefore, acceleration and dynamic factor in the design of these machines is an important criteria. The elements and inputs that create acceleration in the system will affect the dynamic factor, strength and design parameters of the system. In this study, a rotary winch with 4 degrees of freedom has been modeled. Torque has been applied to rotate the winch and force has been also applied to lift the mass. The energy equations have been created by Lagrange method and analyzed by the Simulink module of Matlab. These analyzes have been repeated 28 times for different situations by changing some parameters. The dynamic behaviors of the rotary crane have been determined by the acceleration and its graphs. Based on the resulting acceleration values and graphs, it is observed that the elements affecting the operation of the rotary crane system and how and by which variables the dynamic factor of the system are affected. As a result, it is observed that the acceleration from the horizontal movements of the rotary crane has no effect on the acceleration of the vertical movement. It has also been observed that the rotating crane elements, ie the boom mass, the rope elasticity and the rope damping constant, and the rope length have no effect on the vertical acceleration during the hoisting and crane movement. In other words, these variables have no effect on the dynamic factor of tower crane. In the next studies, the calculation of the dynamic factor of the rotating crane can be based

on simple models which do not need to take account of these variables instead of complex models.

Keywords: Rotary cranes, dynamic modeling, tower cranes

1.1 Literatür Özeti

Kökçü [1], yapmış olduğu yüksek lisans tezinde kule vinç tasarımı yapmıştır. Bu kule vinçler endüstriyel uygulamalarda kullanılabilen cinstendir. Modellemeyi Solidworkste yaparken analizi Ansys sonlu elemanlar analiz programı yardımıyla yapmıştır. Analizinde kritik olan alt parçaları belirleyip, gerilme ve deformasyon düzeylerinin uygun olup olmadığını gözlemlemiştir.

Alver [2], Tezinde mobil hidrolik vinçlerin kontrol sisteminin tasarımı üzerine çalışmalar yapmıştır. Amacı vincin yükü kaldırma esnasında devrilmesini önlemektir. Bunu da PLC tabanlı bir kontrol sistemi tasarlayarak yapmış, sistemin performansını Matlab programının Simmechanics modülünde simülasyonlar yaparak denemiştir. Tasarladığı sistemin prototipini yapmıştır. Vinç Kontrol Sistemi (VKS) tabiriyle adlandırılan sistem, mobil hidrolik vinçlerdeki yükün değerini, bomun konumunu, açısını ve silindirinin basıncını toplayarak, vincin devirlmesine yol açabilecek olan işletme değişkenlerini sınır değerlerde tutmayı sağlamaktadır. Geliştirdiği sistem, mobil hidrolik vinçler için çalışma anında iş güvenliği, vinç kapasitesinden doğru olarak yararlanmayı ve vinçlerin performansını arttırmayı sağlamıştır.

Sürmen [3], çalışmasında krenin alt parçaları olan çelik konstrüksiyonlara etkileyen yükleri incelemiştir. Bu parçaların tasarımlarını emniyetli bir şekilde yapmayı ve kren konstrüksiyonunu oluşturmayı amaçlamıştır. Portal kreni bilgisayar destekli tasarım programları ile tasarlamış ve sonlu elemanlar metodu ile analizlerini yapmıştır. Doğru sonuçlar elde edebilmek için kren konstrüksiyonu kabuk ve kiriş elemanların kombinasyonu ile modellemiştir. Bu modeli de doğal frekans, dinamik ve statik analizleri yaparken kullanmıştır.

Gustafsson [4], döner krenin geri besleme kontrolü ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Amacı operatörün taşıyacağı yükü salınım olmadan hareket ettirebilmesi için bir

kontrol sistemi tasarlamak ve yükü son pozisyonuna doğru bir şekilde hizalamasını sağlamaktır. Bu deneme doğrusal olmayan bir geri besleme kontrolcüsünün zayıf bağlanmış çiftiyle başarıya ulaşmıştır.

Güder [5], tez çalışmasında 100 ton taşıyabilen 8x8 mobil bir vincin üst yapısının optimum tasarımını yapmıştır. Bu tasarımda nümerik hesaplama ve sonlu elemanlar yöntemiyle statik ve dinamik analizleri yapmıştır. Çalışmasının sonucunda analiz ortamında yazılan makro program sayesinde parça kalınlığı, malzemenin akma dayanımı ve emniyet faktörü gibi değerleri dikkate alarak gerilmenin optimizasyonunu otomatikleştirmiştir. Bu sayede tüm ürün çeşidinde uygulanabilen bir tasarım elde etmiştir.

Varol [6], gezer köprülü krenin ana kirişinin sonlu elemanlar sayısal yöntemiyle dinamik analizi hakkında çalışmalar yapmıştır. İlk olarak krenin ana kirişini ayrıntılı olarak ele almış ve köprülü krenin teknik özelliklerini detaylı olarak anlatmıştır. Daha sonra sonlu elemanlar metodu ve SAP2000 programları hakkında bilgiler vermiştir. Kren parçalarının mukavemet hesaplarını FEM ve DIN standartlarını baz alarak yapmıştır. Kren parçalarını sonlu elemanlar metoduna dayanarak SAP2000 programında analizlerini yapmıştır. Sonuç olarak da sonlu elemanlar metoduyla elde ettiği sonuçlarla analitik yöntemlerle elde ettiği sonuçları karşılaştırarak gerilme ve eğilme değerlerini incelemiştir.

Al-Mousa vd. [7], “yatay ayırma” fikri ile bulanık bir mantık denetleyiciyi tanıtmışlardır. Bulanık çıkarım motorlarını (FIE) pozisyon izlemek için kullanıp, diğerlerini yük salınımlarını azaltmak için kullanmışlardır. Kontrolcü radyal ve rotasyonel olarak iki bağımsız alt cihazdan oluşmuştur. Bu kontrolcülerden her biri iki bulanık çıkarım motoruna (FIE) sahiptir. Denetleyicinin performansını doğrulamak için bilgisayar simülasyonları kullanmışlardır. Üç farklı simülasyon sunmuşlardır. Birinci durumda vinç, bağlantı kolu sabit tutulup arabanın perdesine doğru hareketin olduğu radyal modda çalıştırılmıştır. İkinci durumu da döner mod olarak adlandırmış yani araba pergel boyunca hareket etmiş ve pergel dönmüştür. Üçüncü durumda ise yük başlangıçta bir hareketli iken araba ve pergel sabitlenmiştir. Simülasyonlardan elde edilen sonuçlara göre, bulanık kontrol

cihazı manevralarını makul zamanlarda tamamlamışken, yük salınım açılarını da manevralar boyunca küçük tutabildiğini göstermiştir.

Ramirez vd. [8], kararlılığı büyük ölçüde azaltan ve sabitlemeyi ortadan kaldıran yeni bir kule vinç kavramı sunmuşlardır. Ayrıca bu yapı kendinden dengelenen yani sabitlemeyi karşı ağırlık arabası ile gerçekleştiren yeni bir kule vinç sistemidir. Çalışmalarında kendi kendini dengeleyen bir kule vincin mekanik tasarımını yapmışlardır. Dinamik modeli salınımı önleyen klasik bir kontrol cihazıyla elde edilip kontrol edilmiştir. Önerilen kule vincin etkinliğini göstermek için çeşitli simülasyonlar yapmışlardır.

Kontrol giriş çıkışlarının sayısı serbestlik derecesinin sayısından az olan bir döner vinç sisteminin taşıma kapasitesini belirlemek oldukça zordur. Zaman yükü koordinatlarında belirtilen çıktılar sistemde servo kısıtlamalara neden olur. Blajer ve Kolodziejczyk [9] çalışmalarında, ortaya çıkan ters dinamik problemi çözmek için özel bir metodoloji geliştirmişlerdir. Temel denklemler, üçlü diferansiyel ve matematiksel denklem kümesi olarak durum değişkenleri ve kontrol girdilerinde türetmişlerdir. Denklemleri çözmek için Euler yöntemine dayanan etkili bir sayısal kod kullanmışlardır. Bu şekilde elde edilen ileri beslemeli bir kontrol daha sonra, karmaşık bir yörüngeye sahip olan yükün kararlı bir şekilde izlenmesini sağlamak için yükün bulunduğu pozisyon geri bildirimini içeren kapalı bir döngü kontrol stratejisi geliştirmişlerdir. Sayısal simülasyonların bazı sonuçlarını da paylaşmışlardır.

Hasan [10], çalışmasında, hareketli yüke maruz basit mesnetli homojen, izotropik Euler-Bernoulli tipi kirişlerin hareketli yük altındaki dinamik davranışlarını incelemiştir. Öncelikle kiriş teorilerini kısaca ele almış, ardından Euler-Bernoulli tipi kirişler için hareketli yükü matematiksel olarak ifade etmiş ve yer değiştirme, eğilme momenti ve kesme kuvveti değerlerini veren matematik modeli Matlab programında yazılan bir algoritma yardımıyla çözmüştür. Matematik modeli, tek kirişli köprülü bir krene uyarlamış ve krene ait parametreleri kullanarak çeşitli çalışma senaryoları için analizler yapmıştır.

Ünal [11], çalışmasında ilk olarak JIB Kren'in en kritik durumlarını incelenmiş ve mukavemet hesaplarıyla çelik konstrüksiyonunun şekillendirilmesini sağlamıştır. Çalışmasının sonlarında ise krenin bomunu modellemiş ve sonlu elemanlar yöntemiyle analizlerini yapmıştır. Sonuçta portal krenin tasarımını yaparken bu metodun kullanılması sonucunda elde edilecek olan avantajları açıklamıştır.

Döner vincin kontrolünde, bom konumlandırma ve yükün salınımı arasındaki denge dikkate alınmalıdır. Ancak, her ikisinde de 1 serbestlik dereceli kontrol yaklaşımını kullanarak iyi bir kontrol performansı elde etmek zordur. Bu nedenle Ouyang vd. [12], bu çalışmasında 2 serbestlik dereceli kontrollü bir yaklaşımı önermiştir. İlk önce, gözlemcinin bir döner vincin doğrusal dinamik bir modeli elde edilmiştir. Daha sonra, modüle dayalı bir durum geri bildirim denetleyicisi tasarlamıştır. Sonra ise denetleyicinin kazanımlarını doğrusal matris eşitsizliği optimizasyonu kullanarak halat boyu değişkenine göre belirlemiştir. Ardından, vincin bom konumlandırma özelliklerini iyileştirmek için kapalı devreli sistem modeline dayanan ileri beslemeli bir kontrol cihazı tasarlamıştır. Son olarak, deney sonuçları ile önerilen methodun etkinliğini ispatladığını görmüştür. Bu nedenle, vinç halat uzunluğunu ölçen sensör sistemleri olmadan kolayca çalıştırılabildiğini ve sonuç olarak vincin yapısının basitleştirilebildiğini ve uygulama maliyetinin azaltılabildiğini gözlemlemiştir.

Karamolla [13], yaptığı doktora çalışmasında sonlu elemanlar metodunun değişken dönüşümü yaklaşımı kullanılarak, kule vinçlerin deplasman ve titreşim analizlerini yapmıştır. Yaptığı sonlu elemanlar formüllerinin çözümünde kule vincin yapısında kullanılan çubuk elemanları kullanmışlardır. Bu elemanların çözümünde ise programlama dili olarak SAP2000 kullanmıştır. Sonucunda ise çubukların düğüm noktalarında oluşan kuvvetleri, gerilmeleri, yer değiştirmeleri hesaplamış, sistemin tamamının belirtilen modlardaki doğal frekanslarını bulmuştur. Çalışmalarının sonucunda ise, rüzgâr kuvvetleri etkisinin çok küçük olduğunu, vince uygulanan kuvvetin ve bu kuvvetin vinç yapısı üzerinde oluşturduğu titreşimlerin daha etkili olduğunu görmüştür.

Taşdemir [14], yaptığı tez çalışmasında bir jib kren tasarımını yapmıştır. Ortaya koyduğu modelin mukavemet hesaplarını ilk başta analitik olarak yapmış, sonra sonlu elemanlar yöntemi kullanarak analizlerini tamamlamıştır. Elde edilen sonuçları incelemiş ve S.E.M' nin jib kren tasarımında pratik ve güvenilir bir yöntem olarak kullanılabileceğini ortaya konmuştur.

Suman vd. [15], yaptıkları çalışmada Solidworks programında mobil kule vincin bölümlerini tasarlamışlardır. Sonrasında kule vincin yük taşıyan kolu 90 derece konumundayken farklı koşullar altında analizler yapmıştır. Farklı bom uzunluklarına 800 kg yük koyarak Solidworks programında bomun gerilme ve deformasyonunu incelemiştir. Sonuçta taşıyıcı kolun en ucunda gerilmenin maximum olduğu, bomun başlangıcındaki yerde se gerilmenin minimum olduğu tespit edilmiştir.

Deliktaş [16], çalışmasında ilk olarak kafes sistemlerle ilgili literatür bilgisi vermiş ve kafes sisteminin kuleli inşaat krenlerinde uygulamasının nasıl yapıldığını anlatmıştır. Daha sonra bu kreninin teknik özelliğine değinmiştir. Krenin tasarımını yaparken taşınacak yük, bu yükün düşeyde hareketi ve krenin işletileceği bölge gibi etkenleri göz önünde bulundurarak sistemini tasarlamıştır. Daha sonra, sistemdeki tüm parçaların boyutlarına ve kullanılacak olan tahrik ve iletim elemanlarına karar vermiştir. FEM ve DIN normlarına uygun bir biçimde kuleli inşaat kreninin mukavemet hesaplarını yapmıştır. Sonra Ansys analiz programı vasıtasıyla krenin ağırlığı, taşıyacağı yükü, kanca ve araba ağırlığı ve hareket ederken ortaya çıkan dinamik yüklere de dikkat ederek, krendeki gerilmeler ile emniyet gerilmesi arasındaki farkı incelemiştir. Bu değerler karşılaştırılarak Sonlu Elemanlar Metodunun doğruluğu belirlenmiştir.

Günlük olarak kule vinç kullanan kişiye verilen isteklerin yazılı olduğu bir liste vardır. Operatör bu malzeme listesini kendisi yorumlar ve malzemeleri alacak olan ekipler arasında sıralama yapar ancak bu çoğu zaman ideal bir sıralama olmaz. Kule vincin iletim süresi işletmelerde çok önemlidir ve bu konuda bir gecikme istenmez. Shamsmolavi [17] yaptığı çalışmada Matlab yazılımını kullanarak en uygun çözümü bulmak için topladığı verileri Genetik Algoritma ortamında

kodlamıştır. 50 Farklı alternatif cevap oluşturmuş ve bunların arasından en uygun 9 tane çözüm keşfetmiştir. Böylelikle yapım yöneticileri hangi hizmet isteğinin hangi durumda kullanılacağına karar verebilmektedirler.

Sayer [18], yaptığı tez çalışmasında standartlara uygun bir kule vinç tasarımı ve hesaplamalarını yapmıştır. Yaptığı tasarım emniyetli olacak şekilde mühendislik olarak iyileştirmeler yapmıştır. Çeşitli kule vinç tasarımları yapmış ve statik yüklemeler bağlı olarak ortaya çıkan gerilmeleri ve emniyet katsayılarını hesaplamıştır. Örnek bir kule vinç olarak üç boyutlu programlar vasıtasıyla modellemesini ve sonlu elemanlar yöntemiyle de analizlerini yapmıştır. Elde ettiği analitik hesaplar ile analiz sonuçlarını kıyaslama yapmıştır.

Kule vinçler yük taşıma esnasında dinamik etkilerden dolayı salınımlar yapar ve bu salınımlar sistemde istenmeyen bir durumdur. Bu salınımları önlemek tasarımcıların üzerlerinde çalıştığı önemli konulardan biridir. Özkahraman ve Boğuşlu [19], yaptığı çalışmada, döner vincin salınımlarını önlemek için bulanık mantık kontrolcü tasarımı yapmış ve bunun için 3 boyutlu lineer olmayan bir matematiksel model geliştirmişlerdir. Tasarımı yapılan kontrolörün performansını simülasyonlar ile incelemişler, karşılaştırmayı da ve aynı vincin kontrolorsüz modeliyle yapmışlardır. Simülasyonların ve karşılaştırmalar sonucunda tasarlanan bulanık mantık kontrolünün, yük salınımlarını etkili bir biçimde önlediğini gözlemlemişlerdir. Böylece vinçlerde dinamik etkileri azaltan bir kontrolör tasarımı sayesinde yük daha yüksek hızlarda hareket ettirilebilecek, daha hafif ve ekonomik tasarımlar yapılarak istenilen sonuçlar elde edilecektir.

Acar ve Sağır [20], yaptığı çalışmalarda 5 serbestlik derecesine sahip olan bir kule kren modellemiştir. Modelde kullanılan halatı esnek bir yay gibi kabul edip diğer elemanların da rijit olduğunu varsaymışlardır. Kule krende dönme hareketi olmadığını yatay hareket olduğunu kabul etmişlerdir. İlk olarak Lagrange yöntemiyle sistemin enerji denklemlerini çıkarmışlar, Mathematica programı yardımı ile denklemleri çözümlemişler ve kontrollerini yapmışlardır. En son olarak da Matlab-Simulink programı ile sistemi çözümlemişlerdir. Elde edilen grafikleri

incelediklerinde ise sistemin farklı şartlarda ne tip bir dinamik davranış sergilediğini görmüşler ve grafikleri yorumlanmışlardır.

Şahin ve Boğuşlu [21], çalışmasında kafes sistemlerden bahsetmiş ve kule inşaat krenlerinde uygulanması üzerinde durmuştur. Yüklerden kaynaklanan sehim ve gerilmeleri analitik olarak hesaplamışlar ve emniyetli olup olmadığını kontrol etmişlerdir. Bir kren modellenip Ansys programında krenin kritik bölgeleri için Von Misses gerilmeleri elde etmişlerdir ve analitik sonuçlarla karşılaştırıp sonuçları irdelemişlerdir. Daha sonra Solidworks programında modeli oluşturulan kreni Matlab Simmechanics ortamına aktarmışlardır. Krenin dinamik davranışları incelenmiştir ve krenlerde yük taşırken istenmeyen halat salınım açısını Simmechanics' de incelemişlerdir. Son olarak ise krenin deprem anında boom kısmının ivmelenmesini, karşı ağırlık, mast ağırlığı ve kuvvet etkiyen araba gibi parametrelere göre değişimini incelemişlerdir.

1.2 Tezin Amacı

Yapı sektörü, son yıllarda hızlı bir gelişim göstermektedir. Yapıların tamamlanma hızları ve bu işin güvenli ve en doğru şekilde yapılması işletmeler için çok önemlidir. Yüksek yapılarda malzeme iletme ve taşımacılığında kullanılan döner vinçlerin doğru kullanılması bu işletmelerdeki en önemli etkenlerden biridir. Bu makineler görevlerini hızlı, hassas ve iş güvenliği standartlarına uygun bir biçimde yapmalıdır. Bu makinelerin çalışması esnasında vincin hareketlerinden ve alt parçalarının özelliklerinden kaynaklanan ivmelenmeler ortaya çıkmaktadır. Bu ivmelenmeler döner vincin hareket kabiliyetini ve doğal olarak da çalışma performansını etkilemektedir. Bu çalışmada aşağıda belirtilen konuların incelenmesi amaçlanmıştır:

- Döner vinçler, kule krenler hakkında literatür arşivi oluşturup ihtiyaç duyulduğunda bu kaynakları incelemek.
- Bir döner vinç modeli oluşturup bu modelin dinamik hareketlerini Matlab programının Simulink modülünde incelemek.

- Döndürme momentinin, yük kaldırma kuvvetinin, taşınacak yükün, bom kütlelerinin, yük taşıyan halatın esneklik ve sönümlleme sabitinin, halatın uzunluğunun, vincin ivmelenmesi ve dinamik faktörü üzerindeki etkilerini yük kaldırma ve denge anında incelemek.
- Yatay hareketten kaynaklanan ivmelenmelerin düşey hareketteki ivmelenmeye ve dinamik faktöre etkilerini incelemek.
- Döner vinç elemanlarının ivmelenme ve dinamik faktör üzerindeki etkilerini incelemek.
- Kurgulanan modelin uygunluğunu kontrol etmek ve çalışmanın sağlamlasını yapmak.
- Gelecekteki araştırmalarda kullanıcak olan modeller hakkında tavsiyelerde bulunmak.

1.3 Hipotez

Bir döner vinç modelinin hareket denklemleri elde edilip, Simulink'te çözümlenerek dinamik davranışları incelenmiştir. Döner vincin hareketini etkileyen ivmelenmeleri ve dinamik faktörü farklı koşullarda irdelenmiş ve sistemde dinamik faktörü ve ivmeleri etkileyen elemanların ve girdilerin neler olduğu ve ne derece etkilediği belirlenip kurulan model üzerine yorumlamalar yapılmıştır. Bu çalışmaya başlamadan önce sunulan hipotezler aşağıdaki gibidir:

- Döner vincin yükü kaldırma ve döndürme esnasında uygulanan döndürme momentinin, düşey hareketteki ivmelenmeler ve dinamik faktör üzerinde etkisi yoktur. Yani yatay hareketten kaynaklanan ivmelenmelerin düşey hareketten kaynaklı ivmeler ve dinamik faktör üzerinde etkisi yoktur.
- Döner vincin yine yükü kaldırma ve döndürme esnasında bom kütlelerinin, yük taşıyan halatın esneklik ve sönümlleme sabitinin, halatın uzunluğunun da düşey hareketteki ivmelenmeler ve dinamik faktör üzerinde etkisi yoktur.
- Taşınacak yükün, kaldırma kuvvetinin döner vincin ivmelenmesi ve dinamik faktörü üzerinde etkisi vardır.

- Yük denge durumundayken uygulanan momentin, bom kütlesinin, yük taşıyan halatın esneklik ve sönümleme sabitinin, halatın uzunluğunun düşey hareketteki ivmelenmeler ve dinamik faktör üzerinde etkisi az da olsa vardır.

2.1 Tanım

Tarih boyunca insanlar yüklerini bir yerden diğerine taşımak zorunda kalmış ve tarihin ilerlemesine paralel olarak bu iş için geliştirdikleri yöntemler ve teknolojiler de gelişmiştir. Bu gelişmelerdeki en belirgin ve hızlı gelişen süreç, sanayi devrimi ile başlamış günümüze kadar gelmiş, günümüzde de tüm hızıyla devam etmektedir. Yakın geçmişimizde ve günümüzde endüstriyel ve mimari yapıların hızla gelişmesinin en önemli etkenlerinden birisi de kaldırma ve iletme makineleri teknolojilerinin ve sanayisinin hızlı bir şekilde gelişmesi olmuştur. Metropolit şehirlerde giderek artan nüfus ve arsa darlığından kaynaklanan yerleşim sıkıntısı az katlı alçak binalar yerine çok katlı gökdelen inşalarının sıklaşmasını beraberinde getirmiştir. Kaldırma ve iletme makineleri bu gelişmelerle hem mimari yapıların gelişmesini sağlamış hem de yapı sektörünün ihtiyaçları doğrultusunda kendileri gelişmişlerdir. Günümüz şartlarında kaldırma ve iletme makinelerinden beklenen tek şey bir yükü bir noktadan alıp bir diğerine götürmekle sınırlı değildir. Bu yapıların kurulmasında önemli olan kriterler istenilen kalitede işin en kısa zamanda, en düşük maliyetle en güvenilir bir şekilde gerçekleştirebilmeleridir. Özellikle yüksek yapıların inşasında, yapılara ek yük getirmeden, kullanılacak olan malzemelerin yüksek katlara belirlenen süre dahilinde iş güvenliği sağlanmış bir şekilde ulaştırılması istenmektedir. Kaldırma ve taşıma makinelerinden kule krenleri bu koşulları sağlayabilmek için her yapıya özel olarak tasarlanıp üretilirler. Kule krenleri, yatay ve dikey pozisyonda iletim yapabilen, altlarındaki araba sayesinde istenilen yere rahatlıkla taşınabilen, üzerilerindeki vinç tertibatıyla kaldırdıkları yükleri yine üzerilerinde bulunan diğer hareket elemanları yardımıyla döndürüp öteleyebilen ve yükün hassas bir şekilde hareketine olanak veren, bu sebeplerden dolayı çok çeşitli kullanım alanlarına sahip olan makinelerdir. Montaj sırasında küçük bir çalışma alanı kaplamaları diğer krenlere göre kule krenlerini avantajlı kılar. Büyük yapım

yükseklikleri, uzun kol açıklıkları ve aynı zamanda ağırlık tasarrufu nedeniyle kule krenleri yapısı kafes kiriş taşıyıcı sistemli yapılmaktadır. Yeterli durma emniyetinin sağlanabilmesi ve krenin düzgün çalışabilmesi için alt arabaya ya da kulenin alt kısmına bir karşı ağırlık öngörülür.

Bu çalışmada, 4 serbestlik dereceli bir döner vinç modellenmiştir. Sisteme bir döndürme momenti ve yükü kaldırabilmek için bir kuvvet etki ettirilmiştir. Lagrange yöntemiyle enerji denklemleri çıkarılmış ve Matlab programının Simulink modülü ile bu denklemler çözümlenmiştir. Bu çözümler bazı parametrelerin değiştirilmesiyle yirmi sekiz farklı senaryo için tekrarlanmıştır. Bu tekrarlar yükün kaldırılma durumu ve yükün denge durumu için tekrarlanmıştır. İncelenecek değişkenlerin sistem üzerindeki ivmelenmeye ve dinamik faktöre etkileri incelenmiştir. Ortaya çıkan ivme değerlerinden ve grafiklerden yola çıkarak döner vinç sisteminde ivme yaratacak olan elemanların neler olduğu ve sistemin dinamik faktörünün nasıl etkilendiği gözlemlenmiştir. Çıkan ivme ve dinamik faktör sonuçlarına göre döner vincin modeli doğrulanmış ve gelecekte incelenecek sistemler ve modeller hakkında yorumlar yapılmıştır.

2.2 Vinçler

Sözlüğe bakıldığında, ağır yükleri kaldırmaya ve bir yere taşımaya yarayan araçlar olarak nitelendirilen vinçler, bir taşıma elemanına asılı olan yükü kaldırmaya ve bir yerden başka bir yere hareket ettirmeye yarayan büyük, orta ve küçük ölçekteki makinelerdir. Aslında vinçler yükü kaldırıp bir yönde iletmeye yarayan makineler, krenler ise bir yükü hem öteleme ve hem de döndürmeye yarayan aletler olarak nitelendirilir. Fakat genel manada literatürde krenler de vinç olarak ifade edilmektedir [1].

Vinçler ilk defa M.Ö. 5. yüzyılda kullanılmıştır. Bununla birlikte ilk vinç resmi Romalı mimar Vitruvius'un M.Ö. 10 yıllarında yazdığı bir kitapta görülmektedir. Bu vinç tepesinde makara bulunan ve halatlarla sabitlenen bir direktan oluşmaktadır. Yükler makaradan geçen başka bir halata bağlanarak kölelerin çevirdiği ayak değirmeniyle kaldırılmıştır. Daha sonra 15. yüzyılda İtalya'da

palangalı vinç adı verilen daha kullanışlı bir vinç tasarlanmıştır. Buhar gücüyle çalışan ilk vinci ise 19. yüzyılda İskoçyalı John Rennie (1761-1821) yapmıştır [1].

Vinçler düşey ve yatay yönde hareket kabiliyetine sahiplerdir. Genelde standart bir vinç 10-40 m arasında bir uzunluğa sahipken 10-60 ton arasında bir yük taşıma kapasiteleri vardır. Ancak vinçlerin önlerine ve arkalarına ilave edilen destek amaçlı kullanılan ayaklar sayesinde daha ağır yükler kaldırılabilmektedir. Vinçler genelde sabit olup bazıları da büyük araçlara monte edilmiş, bir kısmı da raylar üzerinde yatay hareketlerini sağlamaktadır [1].

2.3 Transport Makinelerinin Sınıflandırılması

Vinçler genel manada hareket kabiliyetine göre ve kaldırma kabiliyetine göre iki gruba ayrılmışlardır. Buna ek olarak kullanılacakları, montajının yapılacağı ve çalıştıkları yerlere göre, yapılarına ve yapacakları işlere göre, bom özelliklerine göre ve enerji kaynağına göre de sınıflandırılmaları mümkündür [30].

Vinçler hareket kabiliyetlerine göre şu şekilde sınıflandırılabilirler. Bunlar, sabit vinç, lastik tekerlekli vinç, paletli vinç, ray üzerinde hareketli vinçler, köprülü vinçler ve kule vinçlerdir [30].

Ayrıca kaldırma kabiliyetlerine göre de sınıflandırma yapılabilmektedir. Bunlar ise hidrolik-halatlı vinçler, teleskopik bomlu vinçler, kurtarıcılar, halatlı vinçler, açık kafesli vinçler, sabit vinçler, fabrika tipi vinçlerdir [30]. Transport makinelerinin sınıflandırılması Tablo 2.1’de yapılmıştır.

Tablo 2.1 Transport Makinelerinin Sınıflandırılması

TRANSPORT MAKİNELERİ														
Kesikli Çalışanlar Kaldırma Makineleri							Sürekli Çalışanlar Taşıma Makineleri							
KALDIRMA MAKİNELERİ														
Basit Kaldırma Makineleri			Krenler				Asansörler				Zemin Araçları			
KRENLER														
Köprülü Krenler (Gezer Köprüler)		Taklı (Ayaklı) Krenler		Döner Krenler			Yükleme Köprüleri		Kontrol Krenleri		Özel Krenler			Kablolu Krenler
Elle Tahrikli	Elektrikle Tahrikli	Tam Taklı	Yarım Taklı	Sabit Döner Krenler	Yürür ve Döner Krenler	Yüzer (Dubalı) Krenler	Konsollu	Döner Krenli	Sabit Oklu	Döner Oklu	Lokomotif Krenleri	Dökümhane Krenleri	Yeraltı Ocak Krenleri	
DÖNER KRENLER														
Sabit Döner Krenler					Yürür ve Döner Krenler						Yüzer (Dubalı) Krenler			
Sütunlu Döner Krenler					Döner Tabanlı Krenler		Raylı D.K. (1 raylı, 2 raylı)		Yapı Krenleri	Mobil Krenler	Liman Krenleri	Derik Krenler	Keççeli	Ağır Yük Yüzer Krenler
Duvar	Dökümhane	Derik Kreni	Sabit Sütunlu	Sabit Kuleli	Vidalı	Çekme Oluklu								

2.4 Vinçlerin Sınıflandırılması

Krenler genel manada 3 gruba ayrılırlar. Bunlar, yerleşik düzende çalışanlar, araç krenleri ve yüzer krenler olarak sınıflandırılabilir. İlk grupta olan yerleşik düzende çalışan krenleri de temel olarak 6 gruba ayırabiliriz. Bunları da gezer köprülü krenler, portal krenler, kule krenler, tırmanan krenler, duvar krenleri ve döner krenler olarak sınıflandırmak mümkündür. Bu krenler genelde sabit olup belli bir alanda çalışabilmektedirler. Fakat araç krenleri ile yüzer krenler bunlardan farklı olarak hareketlidir yani istenilen yerlere götürülebilirler [1].

2.4.1 Gezer Köprülü Krenler

Bu tip krenler sanayide ekonomik olarak bilindiği için kullanım alanı en yaygın olan kren türlerinden biridir. Krenin köprüsü yüksekte bulunan kren raylarının üzerinde ileri geri hareket yapmaktadır. Bu köprü aynı zamanda arabanın hareket yolunu da belirlemektedir. Köprü aynı zamanda arabanın (kedinin) hareket yolunu oluşturmaktadır. Gezer köprülü kren Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Gezer Köprülü Kren [3]

Gezer krenler kapalı veya açık olmak üzere çeşitli ortamlarda çalışabilmektedir. Açık havada faaliyet gösteren krenlerde tahrik sistemleri örtülü olduğundan ve rüzgâr kuvvetine maruz kaldıklarından dolayı kapalı ortamlarda çalışan krenlere göre daha güçlü ve sağlam olarak tasarlanırlar. Bu sebeple tahrik edilme şekilleri açısından aralarında farklılık vardır. Gezer köprülü krenlerde krenin gidiş yolu çatı konstrüksiyonunun ayaklarına yerleştirilmiştir. Bu nedenle fabrika zeminin serbest kalması sayesinde bu krenler sektörde çok büyük avantaja sahiplerdir. Bu krenleri tek kirişli krenler ve iki kirişli krenler olarak 2 farklı gruba da ayırabiliriz [3].

2.4.2 Konsol (Duvar) Krenleri

Gezer köprülü krenler işletmelerde görev bakımından çok yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu sistemlerin görevlerini hafifletmek için kullanılan konsol duvar krenleri hangarın yaklaşık olarak üçte birine uzanan bom kolu sayesinde atölye boyunca yerleştirilmiş iletim yolu üzerinde hareket eder. Hafif yüklerin yüksek hızlarda iletilmesini sağlamaktadır. Üzerine yerleştirilen kedi sayesinde atölyenin zemininden uç noktasına kadar hareket kabiliyeti imkânı sunmaktadır [3].

Döner konsollu krenler gezer krenlere daha geniş bir serbestlik imkânı sunmaktadır. Gerekli durumlarda konsol krenler çalışma alanından döndürülebilmektedir. Duvar kreninin en büyük dezavantajı ise büyük yapıda oldukları için bina konstrüksiyonuna ek bir ağırlık getirir bu da ek zorlanmalara sebep olmaktadır [3].

2.4.3 Döner Krenler

Bu tip krenlerde bir sütun ile sabitlenen döner bir bom kolu bulunmaktadır. Sütun hem üstten hem alttan serbestçe dönebilmekte ve buna göre yataklama yapılmaktadır. Döner kren dairesel harekete izin vermektedir. Yatay hareketler de ilave edilerek bir alanı tarama gerçekleştirilebilir. Yük taşıyan bom kolunun üzerine hareket edebilen bir araba yerleştirilmesi bomun çekilebilir veya salınımlı şekilde yapılması sayesinde gerçekleşir. Şekil 2.2’de jib kren, Şekil 2.3’te konsol kren gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Jib Kren [3]



Şekil 2.3 Konsol Kren [3]

Döner krenler beş grupta incelenmektedir. Bunlar döner duvar krenleri, sabit sütunlu döner krenler, konsollu döner krenler, derik krenler, jib krenler olarak sınıflandırılır [3].

2.4.4 Kule Krenler

Kule krenler adından da anlaşıldığı gibi kule şeklinde duran bir direğe ve büyük açıklıklarda monte edilen bir bom koluna sahiptir. Ancak küçük oturma alanına,

yüksek kaldırma mesafesine, büyük bir yükleme açıklığına sahip olduğu için ve yükün hassas bir şekilde hareket etmesini sağladığı için avantajları oldukça fazla olan makinalardır. Kule krenlerde bum kolu ileri geri hareket edebilir, halat sayesinde salınım hareketi yapabilir veya üzerindeki kedi hareket ettirilebilir. Kule krenleri iki grupta inceleyebiliriz Bunlar kulesi sabit ve kulesi dönebilen krenlerdir [3].

2.4.5 Tırmanan Krenler

Son zamanlarda inşaatlarda çok katlı binaların yapılmasıyla kule krenlerde yeni konstrüksiyon ihtiyaçları doğmuştur. Bu ihtiyaçları karşılamak için kule krenlerin kaldırma kapasiteleri ve açıklıkları arttırılmıştır. Ancak bu tür büyük krenleri parçalara ayırmadan bir yerden başka bir yere nakliyatını yapmak oldukça zor ve zaman alan bir işlemdir. Bu duruma çözüm olarak tırmanan krenler türetilmiş ve bu sisteme sahip olan makinalar kendi iç mekanizması sayesinde istenilen kaldırma yüksekliklerine çıkmaktadırlar. Bu krenlerin üst kısımlarına yerleştirilen sabit sütun kren bumunun kendi etrafında dönmesini sağlamaktadır. Bu bumlar ayrıca çekilebilir ve üzerindeki kedi sayesinde hareket kabiliyeti arttırılabilir [3]. Tırmanan krenler genel olarak üç grupta incelenebilir. Bunlar tırmanan kule kreni, katlara tırmanan kren ve üniversal tırmanan krenlerdir. Şekil 2.4'te tırmanan kule kreni gösterilmiştir.



Şekil 2.4 Tırmanan Kule Kreni [3]

2.4.6 Araç Krenleri

Belirli bir yol ve ray üzerinde hareket eden kaldırma sistemleri ile donatılmış araç krenleri döner buma sahiptirler. Yolda hareket eden araç krenleri çok yönlü olarak kullanıldıkları için ray krenlerine göre çok daha avantajlıdır. Araç krenleri genel olarak 3 gruba ayrılmıştır. Bunlar mobil krenler, oto krenleri ve paletli araç krenlerdir [3]. Şekil 2.5'te araç krenleri gösterilmiştir.



Şekil 2.5 Araç Krenleri [3]

2.4.7 Yüzer Krenler

Limanlarda malların taşınmasında ve aktarılmasında, tersanelerde gemilerin donatılmasında ve bakım onarım işlerinde yüzer krenler tercih edilmektedir. Krende hareket elemanı olarak bir duba sistemi kullanılmaktadır. Bu tip krenlerde bum kolu sabit veya hareketli olarak duba üzerine kurulmuş bir kaldırma sisteminden oluşmaktadır. Bu tip krenler temelde iki gruba ayrılmaktadır. Birincisi 16 tona kadar yük taşıyabilen ve hızlı tip krenlerdir. İkincisi ise 50-500 ton arasında yük taşıyan yavaş hareket eden krenlerdir. Bazı özel durumlarda ise 1200 ton a kadar yük taşıyabilen çok ağır krenler de mevcuttur [3]. Yüzer krenlere şekil 2.6'daki gibi örnek verilebilir.



Şekil 2.6 Yüzer Kren [3]

2.4.8 Portal Krenler

Genellikle limanlarda, demiryollarında, stok alanlarında, tersanelerde v.b. gibi büyük mal aktarımlarının yapıldığı transport merkezlerinde bazen sabit bazen de hareketli tip olarak kullanılan krenlere portal krenler denir. Bu tip krenler tam veya yarı ayaklı olarak tasarlanır. Genel olarak bir fabrika veya işletme dışında kullanılan bu tip krenlerin özelliği köprü kısmını yüksekte tutan ayakları sayesinde sehpa şeklinde imal edilmiş olmalarıdır. Portal krenler genellikle fabrika içlerinde kullanılmazlar. Kullanıldıkları zaman ise hareket etmesi için kullanılan ayakları nedeniyle fabrikanın alanlarında daralmalara yol açmaktadır. Bunu engellemek için fabrika duvarına monte edilir. Bu durumun da fabrika duvarlarına zarar vermemesi için inşaatının hafif seçilmesi gerekmektedir. Buna ek olarak kren kullanma ihtimali düşünülmemiş bazı fabrikalar için portal kren kullanılması bu problemi ortadan kaldırmıştır [18].

Portal krenler de ayaklarına göre iki çeşide ayrılır. Birinci tip portal krenlerin ayakları zemindendir ve aynı hizadadır. Bu tam portal kren olarak adlandırılır. Diğer tipinde ise bir rayı zeminde diğer rayı ise köprünün seviyesindedir. Bu tip portal krenlere de yarı portal kren demek doğru olacaktır. Kaldırma araçları portal krene hem sabit hem de enine hareket edebilen cinsten olarak montajı yapılabilir [18]. Tam ve yarı portal krenler şekil 2.7'deki gibi gösterilmiştir.



Şekil 2.7 Tam ve Yarı Portal Kren [18]

Portal krenlerin iş alanlarını büyütmek için bazı durumlarda krenler bir veya iki kollu(konsollu) olarak da üretilip montajı yapılabilir [18]. Şekil 2.8’de konsollu portal krenler gösterilmiştir.

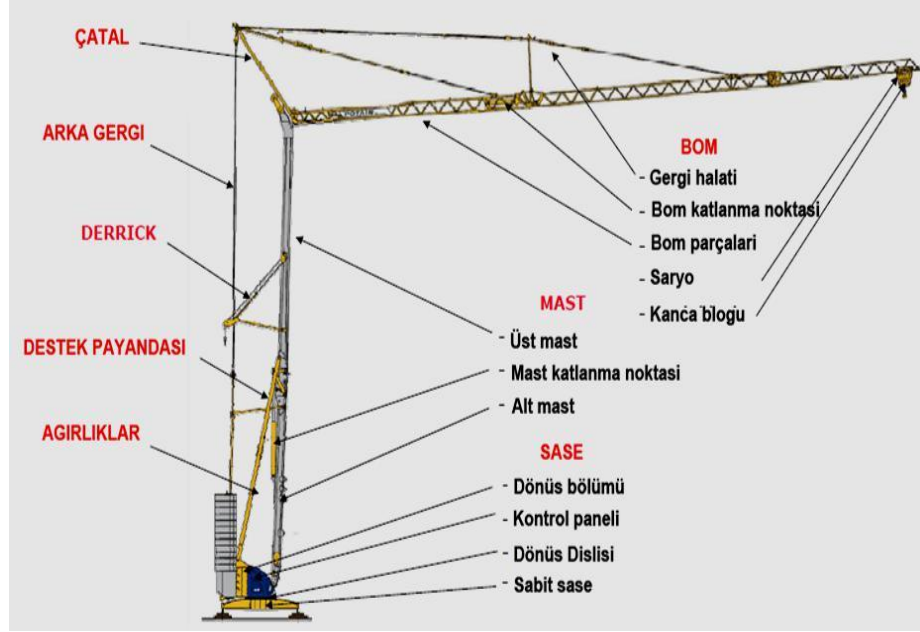


Şekil 2.8 Konsollu Portal Krenler [3]

2.4.9 Kule Vinç Bölümleri

Genellikle tüm kule vinçlerde benzer bölümler bulunmaktadır. Vincin zemine sabitlenmesini sağlayan ve devrilmesini engelleyen beton yastıklar, kulenin istenilen yüksekte olmasını sağlayan çelik kafes yapı, kulenin üst kısmındaki döndürme grubu ve buna bağlı olarak yükü taşıyan vinç kolu mekanizmalarından oluşur. Bu kule vinç kolu da yükü taşıyan uzun yatay vinç kolu ve bu kol boyunca hareket eden araba, karşı ağırlıkları, motoru ve diğer elektronik ekipmanları içeren daha kısa yatay karşı kol ve operatör kabini gibi alt parçalara ayrılmaktadır. Bu büyük yapının devrilmesini engellemek oldukça zordur. Bunu sağlamak için vinç kurulmadan birkaç hafta öncesinde beton temel dökülür ve kule vinç bu

sağlam beton temele gömülü kamalar sayesinde sabitlenir [1]. Kule vincin bölümleri Şekil 2.9’da gösterilmiştir.



Şekil 2.9 Kule Vinç Bölümleri [1]

2.5 Döner Vinçlerin Genel Kullanım Değerleri

Günümüzde inşaatlarda ve sanayide kullanılan döner vinçlerin ortalama değerleri aşağıda belirtilmiştir (Tablo 2.3). Ancak bazı durumlarda bu değerler aşılabılır [3].

Tablo 2.2 Döner Vinçlerin Genel Kullanım Değerleri

Döner Vinçlerin Genel Kullanım Değerleri			
Kapasiteler	Mimari Yapılar İçin Kapasiteler	Endüstriyel Kullanım İçin Kapasiteler	Kule Vinçleri Çalışan Konstrüksiyonun Çatısını Bağlanması Durumundaki Kapasiteler
Yük Kaldırma Kapasiteleri (kN)	30-80	200 ve üzeri	69-80-100-125
En Fazla Yük Kolu Açıklığı (m)	25	25-45	45' e kadar
Yük Kaldırma Yüksekliği (m)	30-50	50-80	150' ye kadar
Yük Kaldırma Hızları (m/s)	0,3-1,0	0,16-1,0	0,33-1,5
Vinç Seyir Hızları (m/s)	0,33-0,5	0,16-0,2	0,5
Döner Parçanın Açısal Hızı (d/d)	0,5-0,7	0,2-0,4	0,5-0,7

2.6 Kren Hesaplarında Sistemi Etkileyecek Yükler ve Katsayılar

Gezer ve portal krenlerin hesapları yapılırken genellikle DIN 15018'deki esaslar göz önünde bulundurulur. Bu sistem eğer taşıyıcı bir sistem ise hesaplamaları yapılırken işletme sırasında oluşan zorlanmalar ve kuvvetler dikkate alınmalıdır. Bu kuvvetler ve zorlanmalar şu yüklerden ötürü ortaya çıkmaktadır [12], [14].

- Kren duruş vaziyetindeyken taşıyıcı sisteminin en uygunsuz yükleme halindeki kuvvetler,
- Krenin düşey hareket yapmasıyla oluşan kuvvetler
- Krenin yatay hareket yapmasıyla oluşan kuvvetler
- Çevre koşullarından, hava durumundan ve iklim etkisinden kaynaklanan kuvvetlerdir.

2.6.1 Esas Ana Yükler

Döner kule vinç sistemimindeki taşıyıcı parçaların kendi ağırlığından kaynaklanan yükler ve işletme yükünden yani sistemin hareketinden kaynaklanan yüklerdir. Sabit olan yükün bir miktarının yayılı yük olduğu kabul edilirken diğer kısmı da münferit olarak etki göstermektedir.

2.6.2 Düşey Hareketten Kaynaklanan Yükler

İşletmede hareket ettirilecek olan yükün sarsıntılı olmasından kaynaklanan ve bununla birlikte kaldırma hareketinde ivme ortaya çıkmasından dolayı oluşan sisteme ek kuvvetler getiren yüklerdir. Bu yükün büyütülmesinde kullanılan yük kaldırma katsayısı (ψ) ile çubuk kuvvetleri, kesme kuvvetleri ve eğilme momentleri çarpılır.

2.6.3 Yatay Hareketten Kaynaklanan Yükler

Hareket eden kısımların hareketinden kaynaklanan, kedinin hareketi, momentin etkisi veya frenleme etkisinden dolayı oluşan ivmelerin yani atalet momentlerinin, taşıyıcı sistem elemanları üzerindeki ilave yüklerdir.

2.6.4 Hava Koşullarından ve İklim Etkisinden Meydana Gelen Yükler

Krenin üzerine etkiyen rüzgâr, kar ve sıcaklıkların kısa süreli değişimlerinden kaynaklanan kuvvetlerdir. Rüzgâr hangi yönden eserse essin genelde sistemi yatay olarak etkileyen kuvvetlerdir. Krenin yapısına göre rüzgârın ne derece etki yapacağı belirlenir. Sistemdeki herhangi bir taşıyıcı eleman üzerine etkiyen rüzgâr kuvveti olarak faaliyet gösterir.

Bu kuvvetin ise rüzgâr yönündeki bileşeni (2.1) eşitliği ile hesaplanır.

$$p = c \cdot A \cdot q \quad (2.1)$$

p: Rüzgar kuvvetinin bileşkesi [daN]

c: Aerodinamik bir katsayısı (Bu katsayı taşıyıcı sistemlerin şekliyle alakalı bir sayıdır. (Kafes kirişli krenler için: $c=1,6$; dolu gövdeli veya kutu kirişli sistemlerde: $c = 1,2 \sim 1,6$; boru kafes kirişli ve daire kesitli elemanlar için $c=0,7$ değerlerine yakın değerler alınabilir.)

A: Rüzgârın estiği yöne dik olan düzlemdeki taşıyıcı sistemlerin yüzeylerinin izdüşümü [m^2]

q: Dinamik basınç: $q = \frac{2 \cdot V_{rüz}^2}{16}$ [daN/ m^2]

$V_{rüz}$: Rüzgâr hızı [m/s]

Sıcaklık değişimi her zaman dikkate alınmaz. Bunun sadece özel durumlar gereklidir. Eğer kiriş elemanları serbest olarak uzayabilirse dikkate almaya gerek yoktur. Açık havadaki işletmelerde sıcaklık değişim sınırı $-20^\circ C \sim +45^\circ C$ civarında seyretmektedir.

2.6.5 Yükleme Durumu Grupları ve Genel Gerilme Değerleri

Krenlerin hesaplarında öncelikli olarak atılacak adım seçilecek grubu yükleme durumuna göre belirlemektir. DIN 15018 standardı incelendiğinde yüklemenin 3 grupta incelendiği görülür. Bunlar şu şekildedir;

- Ana yük (H) hali
- Ana ve ek yükler (HZ) hali
- Ana ve özel yükler (HS) hali

2.6.5.1 H (Ana Yük) Yükleme Durumu

Ana yükten bahsedilince akla gelen elemanlar ve yükler şunlardır;

- Kaldırma makinesinin kütlesinden doğan kuvvetler (Kiriş, araba, kanca, travers, çelik halatlar, kepçe ve magnetler vb.)
- Kaldırılacak yükten kaynaklanan kuvvetler
- Tahrik kaynaklı oluşan ivme ve frenleme kaynaklı ortaya çıkan kütle kuvvetleri,
- Yük darbelerinin sonucunda ortaya çıkan kuvvetler
- Platformun kendi ağırlığından doğan kuvvetler

2.6.5.2 HZ (Ana ve Ek Yükler) Yükleme Durumu

Ek yükten bahsedilince akla gelen kuvvetler ise şunlardır;

- Rüzgâr kuvveti,
- Dengesiz hareketlerden ve sistemsel zorlanmalardan oluşan kuvvetler,
- Isı değişiminden kaynaklanan kuvvetler,
- Kar kütlesinden kaynaklanan kuvvetler
- Merdiven, raf, korkuluk gibi elemanların ağırlığından kaynaklanan kuvvetlerdir.

2.6.5.3 HS (Ana ve Özel Yükler) Yükleme Durumu

Özel yükten bahsedilince akla gelen kuvvetler ise şunlardır;

- Taşıma ve iletme makinesini devreye alırken kullanılan kontrol yüklerinden kaynaklanan kuvvetler,
- Tampon kuvvetleri,
- İki araba ya da bir vinç aynı ray üzerinde faaliyet gösterdiklerinde bunların çarpışmasından doğacak olan kuvvetlerdir.

2.6.6 Genel Emniyet Gerilme Değerleri

Genel emniyet değerleri DIN 15018’de yükleme durumları (H ve Hz) gruplarına göre verilmiştir. Tablo 2.3’te St 37 ve St 52-3 malzemelerinin emniyet gerilme değerleri gösterilmiştir.

Tablo 2.3 St 37 ve St 52-3 malzemeleri gerilme emniyet değerleri[20]

Malzeme	DIN	Yükleme Durumu	Çekme Emniyet Gerilmesi (N/mm ²)	Basma Emniyet Gerilmesi (N/mm ²)	Kayma Emniyet Gerilmesi (N/mm ²)
St 37	DIN 17100	H	160	140	92
St 37	DIN 17100	HZ	180	160	104
St 52-3	DIN 17100	H	240	210	138
St 52-3	DIN 17100	HZ	270	240	156

2.6.7 Zati Ağırlık Katsayısı (φ)

Krenlerde bulunan taşıma ekipmanlarının yürüme yolları üzerinde hareket ettiği sırada, izlediği yolun pürüzlülüğüne ve seyir hızlarına (m/dak) göre, kendi “zati” ağırlıklarının oluşturduğu kuvvet ve momentlerin zati ağırlık (φ) ile çarpılması gerekmektedir (Tablo 2.3).

Tablo 2.3 Zati ağırlık katsayısı (φ)[20]

Hareket Hızı v (m/dk)		Zati Ağırlık Katsayısı
Hareket Yolları Rayları		
Düzgün Olmayan veya Pürüzlü	Düzgün veya Kaynaklı (İşlenmiş)	
≤ 60	≤ 90	1.1
60 - 200	91 - 300	1.2
> 200	-	≥ 1.2

2.6.8 Yük Kaldırma Katsayısı (ψ)

Bu yükler işletme yükünün (kaldırılan yükün) az veya çok sarsıntılı olmasından ve kaldırma hareketinin ivmeli bir hareket olmasından meydana gelen ek yüklerdir. DIN 15018'den, izelge 5.3'te yük kaldırma hızlarına ve kaldırma sınıflarına göre yük kaldırma katsayıları verilmiştir. İşletme yükünün büyütülmesi için kullanılan bu (ψ) katsayısı ile çubuk kuvvetleri, kesme kuvvetleri veya eēilme momentleri çarpılır (Tablo 2.4).

Tablo 2.4 Yük kaldırma katsayısı (ψ) [20]

Kaldırma Sınıfı	Kaldırma Hızları V_k (m/dak)	
	≤ 90 m/dak	> 90 m/dak
H1	$1.1 + 0.0022.V_k$	1.3
H2	$1.2 + 0.0044.V_k$	1.6
H3	$1.3 + 0.0066.V_k$	1.9
H4	$1.4 + 0.0066.V_k$	2.2

Tablo 2.4'te bahsedilen kaldırma sınıfları; relatif işletme süresi, yükleme durumu ve tekrarına göre Tablo 2.5'te dört grup halinde verilmiştir.

Tablo 2.5 Krenlerin Gruplandırılması ve Kaldırma Sınıfları [20]

Gruplar	Relatif İşletme Sresi	Relatif Yük	Yük Tekrarı
1	Küçük	Küçük	Normal
2	Büyük	Küçük	Normal
	Küçük	Büyük	Normal
	Küçük	Küçük	Kuvvetli
3	Büyük	Küçük	Normal
	Büyük	Büyük	Kuvvetli
	Küçük	Küçük	Kuvvetli
4	Büyük	Büyük	Kuvvetli

2.7 Lagrange Denklemleri

Bu modelde hareket denklemleri “Lagrange” metoduyla elde edilmiştir [23]. Lagrange denklemleri hakkında ayrıntılı bilgiye çok çeşitli kaynaklardan ulaşılabilir. Bu denklemlerin en genel ifadesi eşitlik (2.2)’deki gibi yazılabilir.

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial E_k}{\partial \dot{x}_j} \right) - \frac{\partial E_k}{\partial x_j} + \frac{\partial E_p}{\partial x_j} + \frac{\partial E_D}{\partial \dot{x}_j} = Q_j \quad (2.2)$$

Burada;

E_k : Toplam kinetik enerji

E_p : Toplam potansiyel enerji

E_D : Toplam sönüm enerjisi

Q_j : Genelleştirilmiş Kuvvetler

x_j : Genelleştirilmiş Koordinatları göstermektedir.

2.8 Dinamik Faktör

Temel vinçlerin çalışma esnasındaki ivmeleri doğrudan dinamik davranışların göstergesidir [24]. Sistem üzerindeki ivmelenmeler dinamik faktörü doğrudan etkilemektedir (Şekil 2.10). Dinamik faktör aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (2.3).

$$\mu = \frac{F_{\max}}{F_0} \quad (2.3)$$

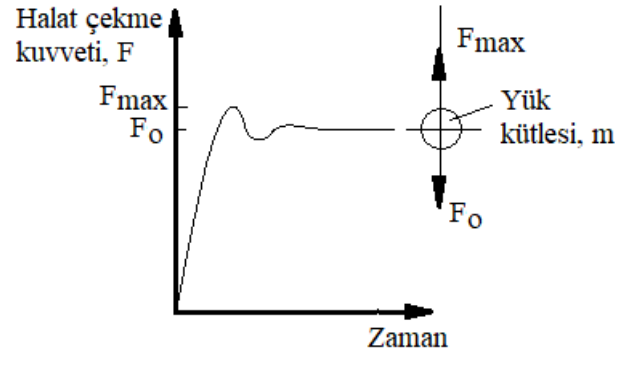
$$\mu = \frac{m(a + g)}{mg} = 1 + \frac{a}{g}$$

Burada,

μ : Dinamik faktör

$F_{\max}$: Maksimum halat kuvveti

F_0 : Yükün ağırlığı olarak tanımlanmıştır.



Şekil 2.10 Kaldırılan yük üzerinde etkiler.

Döner Vinç Modelinin Tanıtımı ve Modellenmesi

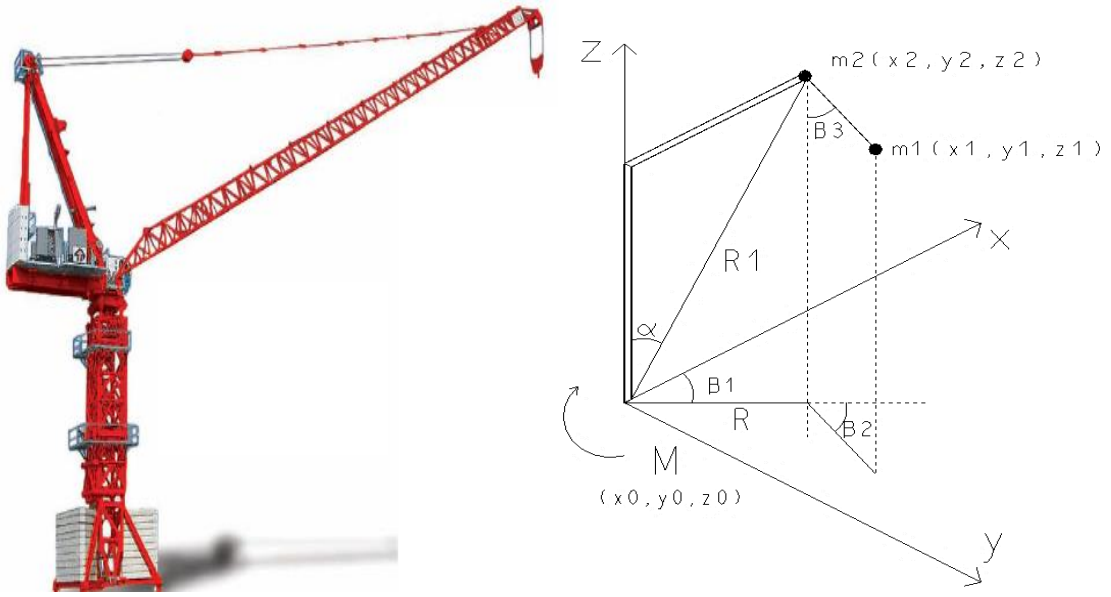
3.1 Döner Vincin Tanıtımı

Bu tezde model olarak kule kren tiplerinden, döner kuleli yapı kreni çeşidi irdelenecektir. Yukarda farklı kule kren çeşitlerinden ayrıca bahsedilmiştir.

Bu modelde kule vincin taşıyıcı gövdesi, taşıyıcı kolu yani yük kolu, halat, halat ucuna asılı olan yük gibi sabit değerler bulunmaktadır. Ancak çeşitli kule vinçlerin dinamik davranışlarını gözlemleyebilmek için bu sabit değerler değiştirilmiş ve dinamik davranış grafikleri ortaya çıkarılmıştır.

Yapılan bu çalışmada döner vincin dinamik denklemlerini oluştururken bazı kabuller yapılmıştır. Vincin yükü taşıyan kolu ve ana gövdesi rijit olarak kabul edilmiştir. Model vincin kol ağırlığı m_2 yük kolunun en ucuna indirgenmiştir. Yükün asılı olduğu halat da bir yay gibi kabul edilmiş olup yay karakteristiğine ve sönüm katsayısına sahiptir. Bu halatın uzama katsayısına (k), sönümleme katsayısına da (c) adı verilmiştir.

Vincin döndürme momentinin (M) etkisinde dönme hareketi yaptığı ve halatın ucuna asılı olan yükü kaldırabilmek için F kuvveti uygulandığı değerlendirildiğinde, bu kuvvetin ve momentin etkisinde yük salınımlar yapacak, konum değiştirecek, hızında değişkenlik olacak ve ivmelenme ortaya çıkacaktır (Şekil 3.1). Ayrıca halat boyunda, beta 1, beta 2, beta 3 açılarında da değişiklikler görülecektir. Tüm ortaya çıkan sonuçlar incelenmiştir. Seçilen vinç modelini şematik olarak ele alırsak aşağıdaki gibi basit bir model üzerinde Şekil 3.1'deki gibi çalışma yapabiliriz.



Şekil 3.1 Döner Vinç Modelinin Şematik Olarak Gösterimi

3.2 Modelin Dinamik Davranış Denklemleri

Model vincin şematiği oluşturulduktan sonra daha önce belirlediğimiz sabit ve değişken parametreler ışığında sistemin dinamik davranış denklemleri aşağıdaki gibi çıkarılmıştır. Burada m_1 kütesinin koordinatları x_1, y_1, z_1 olarak, m_2 kütesinin koordinatları da x_2, y_2, z_2 olarak tanımlanmıştır (3.2).

3.2.1 Sistemin Dinamik Denklemleri

Değişken halat boyu ifadesi (3.1),

$$L = L_0 + \Delta L \quad (3.1)$$

x_2, y_2 ve z_2 koordinatlarına sahip olan m_2 kütesinin açısal koordinatlarındaki ifadeleri (3.2) eşitliği yardımıyla yazılır.

$$\begin{aligned} x_2 &= R \cos \beta_1 \\ y_2 &= R \sin \beta_1 \\ z_2 &= R_1 \cos \alpha \end{aligned} \quad (3.2)$$

x_1 , y_1 ve z_1 koordinatlarına sahip olan m_1 kütesinin açısal koordinatlarındaki ifadeleri de (3.3)'teki eşitlikle belirtilir.

$$\begin{aligned}x_1 &= x_2 + (L_0 + \Delta L) \sin\beta_3 \cos(\beta_1 + \beta_2) \\y_1 &= y_2 + (L_0 + \Delta L) \sin\beta_3 \sin(\beta_1 + \beta_2) \\z_1 &= z_2 - (L_0 + \Delta L) \cos\beta_3\end{aligned}\tag{3.3}$$

x_2 , y_2 ve z_2 koordinatlarının zamana göre birinci türevleri (3.4)'teki eşitlikteki gibidir.

$$\begin{aligned}x_2 &= R \sin\beta_1 \dot{\beta}_1 \\y_2 &= R \cos\beta_1 \dot{\beta}_1 \\z_2 &= 0\end{aligned}\tag{3.4}$$

x_1 , y_1 ve z_1 koordinatlarının zamana göre birinci türevleri için eşitlik (3.5) kullanılır.

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= \dot{x}_2 + \dot{L} \sin\beta_3 \cos(\beta_1 + \beta_2) + L \cos\beta_3 \cos(\beta_1 + \beta_2) \dot{\beta}_3 - L \sin\beta_3 \sin(\beta_1 + \beta_2) (\dot{\beta}_1 + \dot{\beta}_2) \\y_1 &= \dot{y}_2 + \dot{L} \sin\beta_3 \sin(\beta_1 + \beta_2) + L \cos\beta_3 \sin(\beta_1 + \beta_2) \dot{\beta}_3 + L \sin\beta_3 \cos(\beta_1 + \beta_2) (\dot{\beta}_1 + \dot{\beta}_2) \\z_1 &= -\dot{L} \cos\beta_3 + L \sin\beta_3 \dot{\beta}_3\end{aligned}\tag{3.5}$$

x_2 , y_2 ve z_2 ve x_1 , y_1 ve z_1 koordinatlarının zamana göre birinci türevlerinin kareleri toplamı (3.6);

$$\dot{x}_2^2 + \dot{y}_2^2 + \dot{z}_2^2 = R^2 \dot{\beta}_1^2\tag{3.6}$$

$$\dot{x}_1^2 + \dot{y}_1^2 + \dot{z}_1^2 = (R^2 + L^2 \sin^2 \beta_3 + 2 R L \sin \beta_3 \cos \beta_2) \dot{\beta}_2^2 + \dot{L}^2 \sin^2 \beta_3 \dot{\beta}_2^2 + \dot{L}^2 \dot{\beta}_3^2 + (2 L^2 \sin^2 \beta_3 + 2 R L \sin \beta_3 \sin \beta_2) + 2 R L \sin \beta_2 \cos \beta_3 \dot{\beta}_1 \dot{\beta}_3 + 2 R \sin \beta_2 \sin \beta_3 \dot{L} \dot{\beta}_1$$

3.2.2 Modelin Denklemlerinin Lagrange Metoduyla Elde Edilmesi

Sistemin potansiyel enerjisi (3.7);

$$E_p = m_1 g L (1 - \cos \beta_3) + \frac{1}{2} k (L - L_0)^2 \quad (3.7)$$

Sistemin Kinetik Enerjisi (3.8);

$$E_k = \frac{1}{2} [m_1 (\dot{x}_1^2 + \dot{y}_1^2 + \dot{z}_1^2) + m_2 (\dot{x}_2^2 + \dot{y}_2^2 + \dot{z}_2^2)] \quad (3.8)$$

$$E_k = \frac{1}{2} ([m_1 (R^2 + L^2 \sin^2 \beta_3 + 2 R L \sin \beta_3 \cos \beta_2) + m_2 R^2] \dot{\beta}_2^2 + m_1 (L^2 \sin^2 \beta_3 \dot{\beta}_2^2 + L^2 \dot{\beta}_3^2 + \dot{L}^2 + 2 (L \sin \beta_3 + R \cos \beta_2) L \sin \beta_3 \dot{\beta}_1 \dot{\beta}_2 + 2 R L \sin \beta_2 \cos \beta_3 \dot{\beta}_1 \dot{\beta}_3 + 2 R \sin \beta_2 \sin \beta_3 \dot{L} \dot{\beta}_1)]$$

Sistemin Sönümlenme Enerjisi (3.9);

$$E_D = \frac{1}{2} c (\dot{L} - \dot{L}_0) \quad (3.9)$$

Sistemin Hareket Denklemlerinin Elde Edilmesi (3.10);

Halat Boyu (L);

$$\frac{\partial E_k}{\partial L} = m_1 \dot{L} + m_1 R \sin \beta_2 \sin \beta_3 \dot{\beta}_1$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial E_k}{\partial \dot{L}} \right) = m_1 \ddot{L} + m_1 R \sin \beta_2 \sin \beta_3 \ddot{\beta}_1 + m_1 R \sin \beta_3 \cos \beta_2 \dot{\beta}_1 \dot{\beta}_2 + m_1 R \sin \beta_2 \cos \beta_3 \dot{\beta}_1 \dot{\beta}_3$$

$$\frac{\partial E_p}{\partial L} = k (L - L_0) + m_1 g (1 - \cos \beta_3)$$

$$\frac{\partial E_D}{\partial \dot{L}} = c (\dot{L} - \dot{L}_0)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial E_k}{\partial \dot{L}} \right) + \frac{\partial E_p}{\partial L} + \frac{\partial E_D}{\partial \dot{L}} = F \quad (3.10)$$

Burada (F) halata etki eden kuvveti ifade eder.

Kren kolunun x-y düzlemindeki izdüşümünün x eksenine ile yaptığı açı (β_1);

$$\frac{\partial E_k}{\partial \dot{\beta}_1} = [m_1 (R^2 + L^2 \sin^2 \beta_3 + 2 R L \sin \beta_3 \cos \beta_2) + m_2 R^2] \dot{\beta}_1 + m_1 (L \sin \beta_3 + R \cos \beta_2) L \sin \beta_3 \dot{\beta}_2 + m_1 R L \sin \beta_2 \cos \beta_3 \dot{\beta}_3 + m_1 R \sin \beta_2 \sin \beta_3 \dot{L}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial E_k}{\partial \dot{\beta}_1} \right) &= [m_1 (R^2 + L^2 \sin^2 \beta_3 + 2 R L \sin \beta_3 \cos \beta_2) + m_2 R^2] \ddot{\beta}_1 + m_1 (L^2 \sin^2 \beta_3 \\ &+ 2 R L \sin \beta_3 \cos \beta_2 \ddot{\beta}_2 + m_1 R L \sin \beta_2 \cos \beta_3 \ddot{\beta}_3 + m_1 R \sin \beta_3 \ddot{L} - m_1 R L \sin \beta_2 \sin \beta_3 \\ &\dot{\beta}_2^2 - m_1 R L \sin \beta_2 \sin \beta_3 \dot{\beta}_3^2 - (m_1 R L \sin \beta_2 \sin \beta_3) \dot{\beta}_1 \dot{\beta}_2 + (2 m_1 R L \cos \beta_2 \cos \beta_3 \\ &+ m_1 L^2 \sin \beta_3 \cos \beta_3) \dot{\beta}_1 \dot{\beta}_3 + (2 m_1 L \sin^2 \beta_3 + 2 m_1 R \sin^2 \beta_3 \cos \beta_2) \dot{L} \dot{\beta}_1 + [2 m_1 \\ &R \sin \beta_3 \cos \beta_2) + (2 m_1 L^2 \sin \beta_3 \cos \beta_3)] \dot{\beta}_2 \dot{\beta}_3 + (2 m_1 R \sin \beta_3 \cos \beta_2 + 2 m_1 L \\ &\sin^2 \beta_3) \dot{L} \dot{\beta}_2 + 2 m_1 R \sin \beta_2 \cos \beta_3 \dot{L} \dot{\beta}_3 \end{aligned}$$

$$\frac{\partial E_p}{\partial \beta_1} = 0 \quad \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial E_k}{\partial \dot{\beta}_1} \right) + \frac{\partial E_p}{\partial \beta_1} = M \quad (3.11)$$

Burada (M) kren gövde merkezinden uygulanan döndürme momentini ifade eder.

Yükün asılı olduğu halatın x-y düzlemindeki izdüşümünün kren kolunun x-y düzlemindeki izdüşümüyle yaptığı açı (β_2);

$$\frac{\partial E_k}{\partial \dot{\beta}_2} = m_1 L^2 \sin^2 \beta_3 \cos \beta_3 \dot{\beta}_2 + m_1 (L^2 \sin^2 \beta_3 + R L \sin \beta_3 \cos \beta_2) \dot{\beta}_1$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial E_k}{\partial \dot{\beta}_2} \right) &= m_1 (L^2 \sin^2 \beta_3 + R L \sin \beta_3 \cos \beta_2) \ddot{\beta}_1 + m_1 L^2 \sin^2 \beta_3 \ddot{\beta}_2 - m_1 R L \sin \beta_2 \\
&\sin \beta_3 \dot{\beta}_1 \dot{\beta}_2 + m_1 (R L \cos \beta_2 \cos \beta_3 + 2 L^2 \sin \beta_3 \cos \beta_3) \dot{\beta}_1 \dot{\beta}_3 + m_1 (2 L \sin^2 \beta_3 + R \\
&\sin \beta_3 \cos \beta_2) \dot{L} \dot{\beta}_1 + 2 m_1 L^2 \sin \beta_3 \cos \beta_3 \dot{\beta}_2 \dot{\beta}_3 + 2 m_1 L \sin^2 \beta_3 \dot{L} \dot{\beta}_2 \\
\frac{\partial E_p}{\partial \beta_2} &= 0 \qquad \qquad \qquad \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial E_k}{\partial \dot{\beta}_2} \right) + \frac{\partial E_p}{\partial \beta_2} = 0 \qquad (3.12)
\end{aligned}$$

Yükün asılı olduğu halatın z eksenini ile yaptığı açı (β_3);

$$\begin{aligned}
\frac{\partial E_k}{\partial \dot{\beta}_2} &= (m_1 L^2 \dot{\beta}_3 + m_1 R L \sin \beta_2 \cos \beta_3) \dot{\beta}_1 \\
\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial E_k}{\partial \dot{\beta}_3} \right) &= m_1 R L \sin \beta_2 \cos \beta_3 \ddot{\beta}_1 + m_1 L^2 \ddot{\beta}_3 + m_1 R L \cos \beta_2 \cos \beta_3 \dot{\beta}_1 \dot{\beta}_2 - m_1 R L \\
&\sin \beta_2 \sin \beta_3 \dot{\beta}_1 \dot{\beta}_3 + m_1 R \sin \beta_2 \cos \beta_3 \dot{L} \dot{\beta}_1 + 2 m_1 L \dot{L} \dot{\beta}_3 \\
\frac{\partial E_p}{\partial \beta_2} &= m_1 g L \sin \beta_3 \\
\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial E_k}{\partial \dot{\beta}_3} \right) + \frac{\partial E_p}{\partial \beta_3} &= 0 \qquad (3.13)
\end{aligned}$$

3.2.3 Denklemlerin Matlab&Simulink' e Aktarılması

Durum değişkenleri aşağıdaki gibidir;

$$\begin{aligned}
L &= x[1], \dot{L} = x[2], \ddot{L} = x[3] \\
\beta_1 &= x[4], \dot{\beta}_1 = x[5], \ddot{\beta}_1 = x[6], \\
\beta_2 &= x[7], \dot{\beta}_2 = x[8], \ddot{\beta}_2 = x[9], \\
\beta_3 &= x[10], \dot{\beta}_3 = x[11], \ddot{\beta}_3 = x[12]
\end{aligned} \qquad (3.14)$$

Sisteme dışardan kuvvet ve moment girdisi (3.15)'teki gibi eklenmiştir.

$$F = u[1], M = u[2] \qquad (3.15)$$

Yük kaldırma halatının hareket denklemi (3.16);

$$\begin{aligned} x[3] = & R * \cos(x[7]) * \sin(x[10]) - R * \sin(x[7]) * \cos(x[10]) * x[5] \\ & * x[11] - g * (1 - \cos(x[10])) - (c/m1) * x[2] - (k/m1) * (x[1] - L0) \quad (3.16) \\ & + u[1] / m1 - R * \sin(x[7]) * \sin(x[10]) * x[6] \end{aligned}$$

Vinç kolunun x-y düzlemindeki izdüşümünün x eksenine ile yaptığı β_1 açısının hareket denklemi (3.17)'de verilmiştir.

$$\begin{aligned} \ddot{\beta}_1 = x[6] = & (1 / ((R^2 + (x[1])^2 * (\sin(x[10]))^2 + 2 * R * x[1] \\ & * \sin(x[10]) * \cos(x[7])) + m2 * R^2 / m1)) * (R * x[1] * \sin(x[7]) \\ & * \sin(x[10]) * (x[8])^2 + R * x[1] * \sin(x[7]) * \sin(x[10]) * x[11]^2 \\ & + 2 * R * x[1] * \sin(x[7]) * \sin(x[10]) * x[5] * x[8] - 2 * x[1] * (R * \\ & \cos(x[7]) * \cos(x[10]) + x[1] * \sin(x[10]) * \cos(x[10])) * x[5] * x[11] \\ & - 2 * (x[1] * (\sin(x[10]))^2 + 2 * R * \sin(x[10]) * \cos(x[7])) * x[5] \\ & * x[2] - 2 * x[1] * (R * \cos(x[7]) * \cos(x[10]) + x[1] * \sin(x[10]) * \\ & \cos(x[10])) * x[8] * x[11] - 2 * (x[1] * (\sin(x[10]))^2 + R * \cos(x[7]) \\ & * \sin(x[10])) * x[8] * x[2] - 2 * R * \sin(x[7]) * \cos(x[10]) * x[2] * \\ & x[11] + (u[2] / m1) - R * \sin(x[7]) * \sin(x[10]) * x[3] - ((x[1])^2 * \\ & (\sin(x[10]))^2 + R * x[1] * \sin(x[10]) * \cos(x[7])) * x[9] - R \\ & * x[1] * \sin(x[7]) * \cos(x[10]) * x[12] \end{aligned} \quad (3.17)$$

Yükün asılı olduğu halatın x-y düzlemindeki izdüşümünün vinç kolunun x-y düzlemindeki izdüşümüyle yaptığı β_2 açısının hareket denklemi (3.18)'de gösterilmiştir.

$$\begin{aligned} \ddot{\beta}_2 = x[9] = & (1 / ((x[1])^2 * (\sin(x[10]))^2)) * (R * x[1] * \sin(x[7]) \\ & * \sin(x[10]) * x[5] * x[8] - x[1] * (R * \cos(x[7]) * \cos(x[10]) + 2 * \\ & x[1] * \sin(x[10]) * \cos(x[10])) * x[5] * x[11] - (2 * x[1] * \\ & (\sin(x[10]))^2 + R * \sin(x[10]) * \cos(x[7])) * x[2] * x[5] - 2 * \\ & (x[1])^2 * \sin(x[10]) * \cos(x[10]) * x[8] * x[11] - 2 * x[1] * \sin(x[10]) \\ & * x[2] * x[8] - ((x[1])^2 * (\sin(x[10]))^2 + R * x[1] * \sin(x[10]) * \\ & \cos(x[7])) * x[6]) \end{aligned} \quad (3.18)$$

Yükün asılı olduğu halatın z eksenini ile yaptığı β_3 açısının hareket denklemi (3.19)'da belirtilmiştir.

$$\begin{aligned} \ddot{\beta}_3 = x[12] = & (1 / (x[1])^2) * (-R * x[1] * \cos(x[7]) * \cos(x[10]) * \\ & x[5] * x[8] + R * x[1] * \sin(x[7]) * \sin(x[10]) * x[5] * x[11] - R * \\ & \sin(x[7]) * \cos(x[10]) * x[5] * x[2] - 2 * x[1] * x[11] * x[2] - g * \\ & \sin(x[10]) - R * x[1] * \sin(x[7]) * \cos(x[10]) * x[6]) \end{aligned} \quad (3.19)$$

3.2.4 Döner Vincin Simulink'te Blok Diyagramının Oluşturulması

Döner Vincin Matlab-Simulink ortamında blok diyagramı aşağıdaki gibi oluşturulmuştur. Blok diyagramında giriş olarak 4 farklı fonksiyon tanımlanmıştır. Bunlardan ilki halat boyu (L), ikincisi kule krenin yük taşıyan bum kolunun x-y eksenindeki izdüşümünün açısı (beta 1), üçüncüsü ise halatın x-y düzlemindeki izdüşümünün açısı (beta 2), dördüncü ve son giriş fonksiyon olarak halatın z eksenini ile yaptığı açı (beta 3) olarak tanımlanmıştır. Dışardan bozucu giriş olarak moment (M) ve m_1 yükünü kaldırmak için kuvvet (F) uygulanmıştır. Aşağıdaki simulink blok diyagramında 14 adet giriş 1 adet de çıkış vardır. Giriş olarak değişkenlerin değerleri, moment ve kuvvet uygulanmış, çıkış olarak da halat boyu ve açıların hem radyan olarak hem de derece olarak yer değiştirmeleri, hızları ve ivmelerinin grafikleri elde edilmek istenmiştir. Bu işlemlerin grafikleri 40 saniye boyunca simüle edilmiş ve grafiklere yansıtılmıştır.

Simulink modeli farklı koşullar altında çalıştırılarak döner vincin tasarımından önce dinamik davranışlarının nasıl olabileceği gözlemlenmiştir. Matlab'de aşağıda belirtildiği gibi 11 farklı sabit girilmiştir. Bu sabit değerlere göre değişen grafikler elde edilmiştir ve kule krenin dinamik davranışları 28 farklı senaryo için incelenmiştir. Döner Vinç Sisteminin Matlab-Simulink Blok Diyagramı Şekil 3.2'de gösterilmiştir.

Farklı Senaryolarda Modelin Davranışları

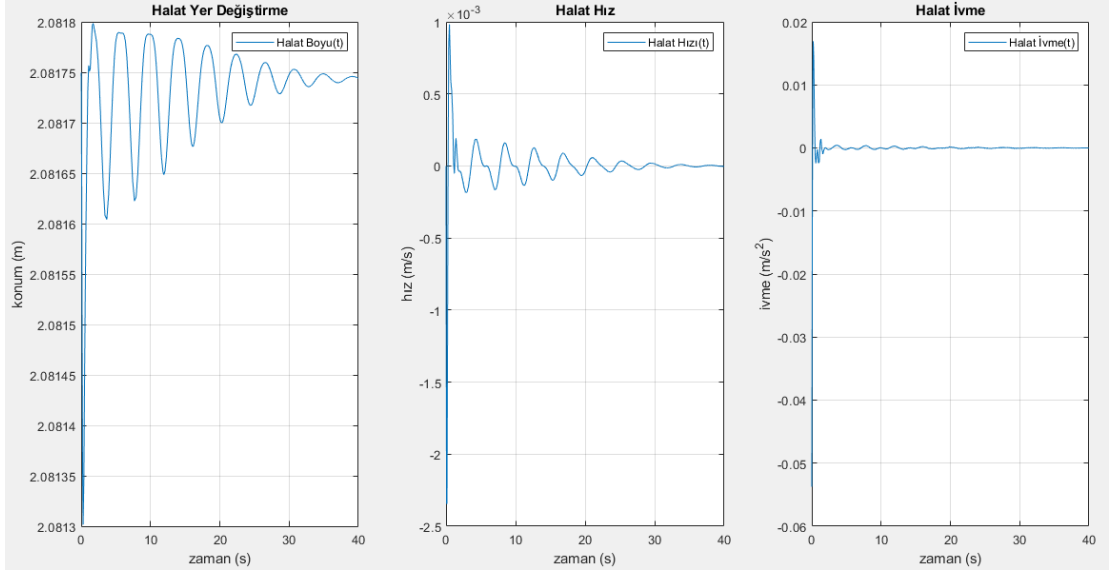
4.1 Senaryo 1

İlk inceleme olarak 250 kg'lık bir yükün denge durumunda 20000 Nm momentle Tablo 4.1'deki özelliklere sahip bir döner vinçle hareket ettirildiği durumda halat ivmesi ve beta 1, beta 2 beta 3 ivmelerinin değerleri gözlemlenmiştir.

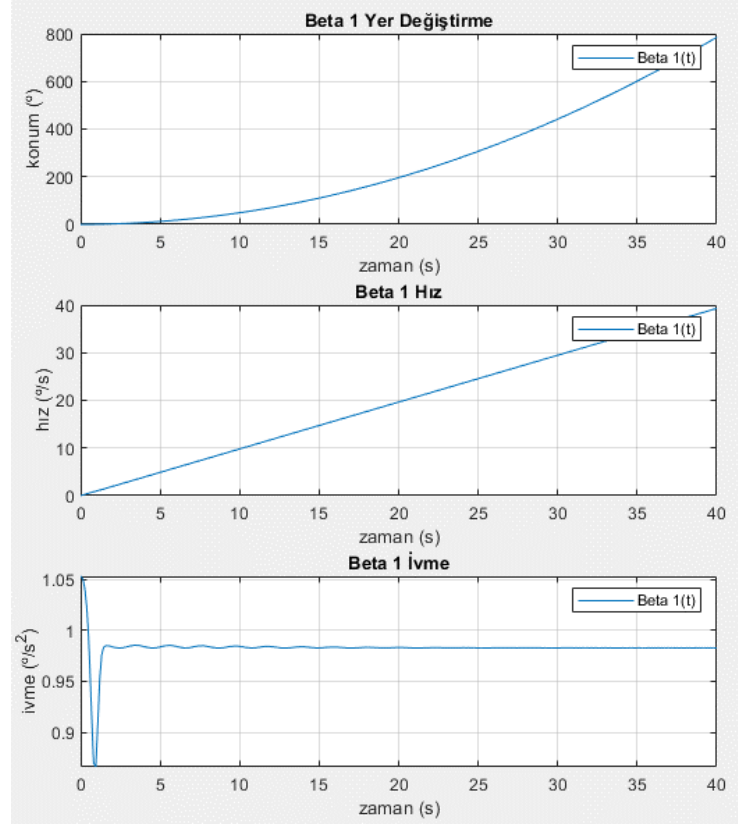
Tablo 4.1 Birinci Senaryo İçin Girilen Değerler

Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	250
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Aç	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	30000
Halat Sönümlenme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	2452,5
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	20000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

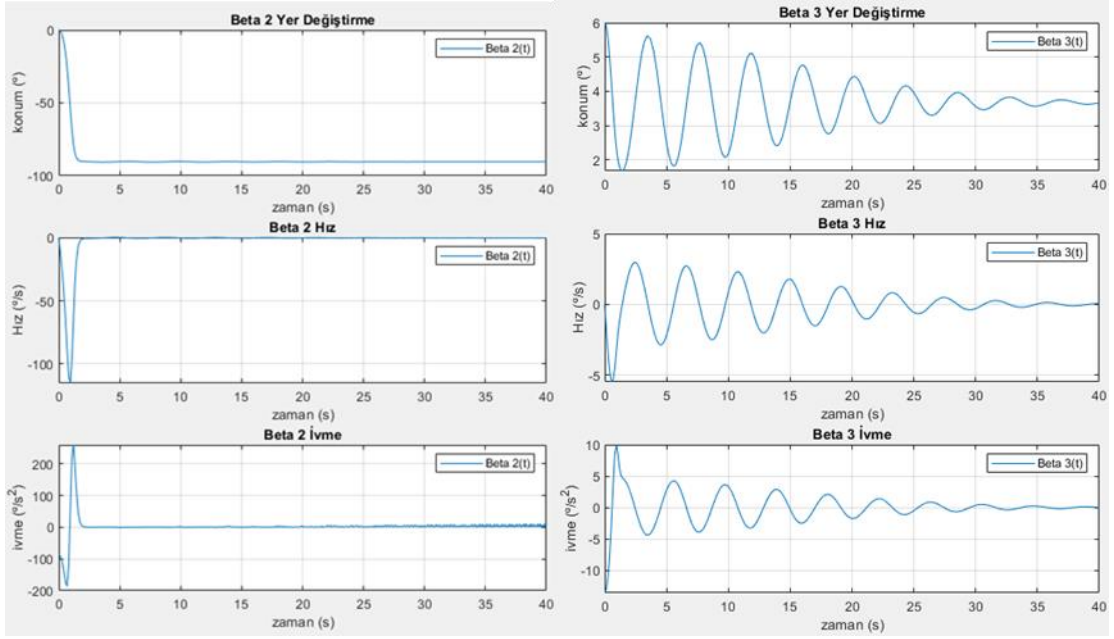
Şekil 4.1'de birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.2'de beta 1 grafikleri, Şekil 4.3'te beta 2 ve beta 3 grafikleri, Şekil 4.4'te ivme grafikleri gösterilmiştir.



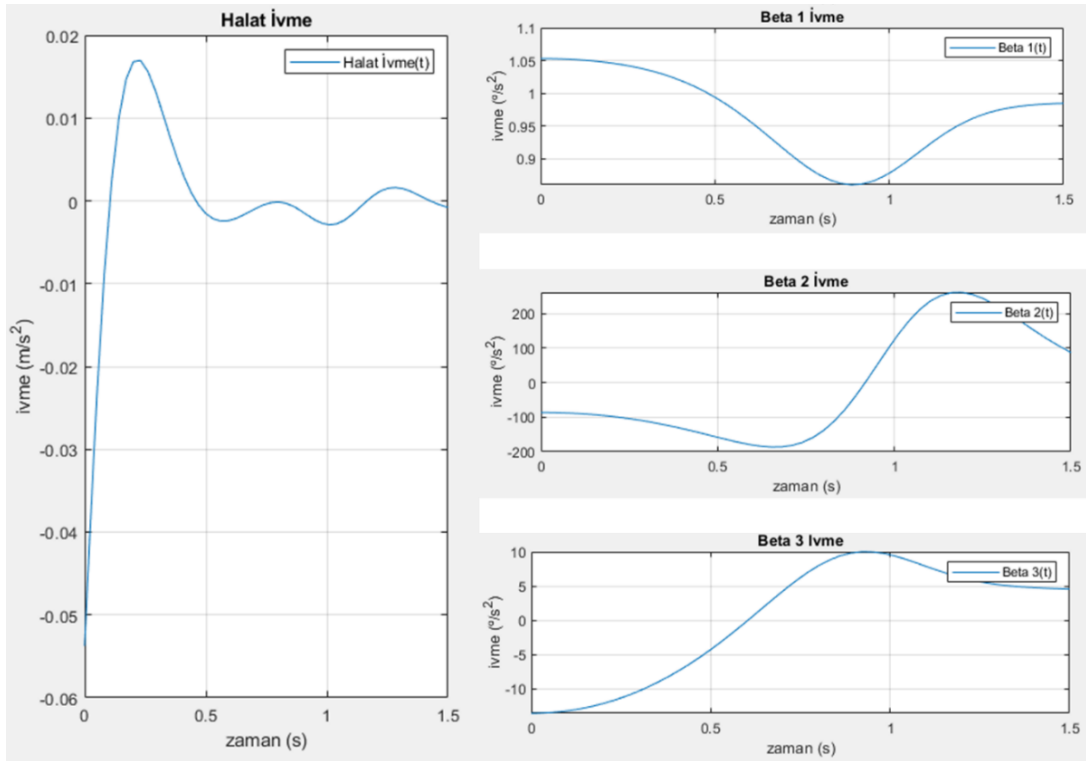
Şekil 4.1 Birinci Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.2 Birinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.3 Birinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.4 Birinci Senaryodaki İvme Grafikleri

Yukardaki grafikler incelendiğinde halatın maksimum ivmesinin $0,017 \text{ m/s}^2$ olduğu gözlemlenmektedir. Beta 2 ivmesinin değeri $1,05 \text{ }^\circ/\text{s}^2$ olarak ölçülmüşken beta 2 değeri ise $220 \text{ }^\circ/\text{s}^2$ olarak gözlemlenmiştir. Beta 3 ivmesi ise maksimum $10 \text{ }^\circ/\text{s}^2$ olduğu görülmektedir.

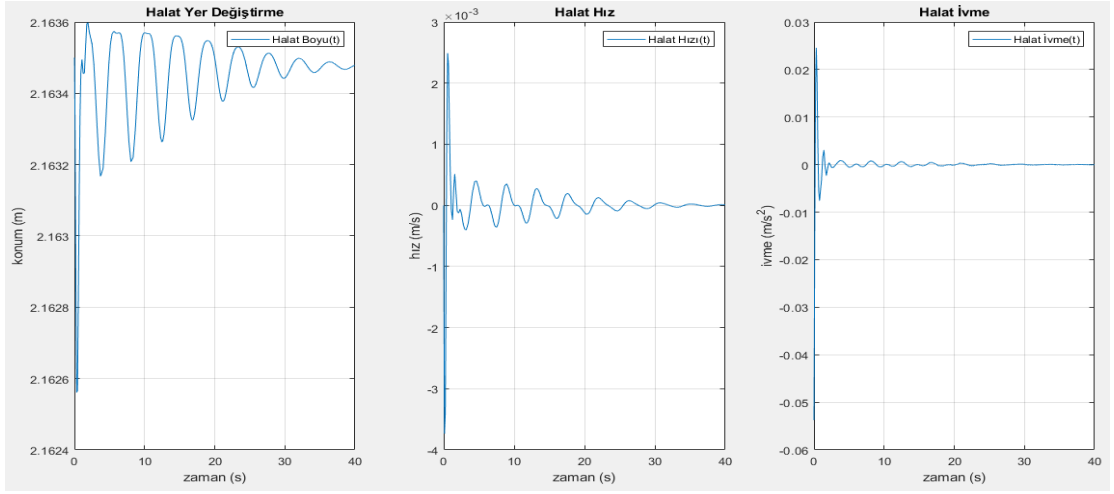
4.2 Senaryo 2

İkinci olarak ise bu kez 500 kg'lık bir yükün yine denge durumunda aynı moment değeriyle Tablo 4.2'deki özelliklere sahip bir döner vinçle hareket ettirildiği durumda halat ivmesi ve beta 1, beta 2 beta 3 ivmelerinin değerleri gözlemlenmiş ve bu ivme değerleri Senaryo 1'dekilerle mukayese edilmiştir.

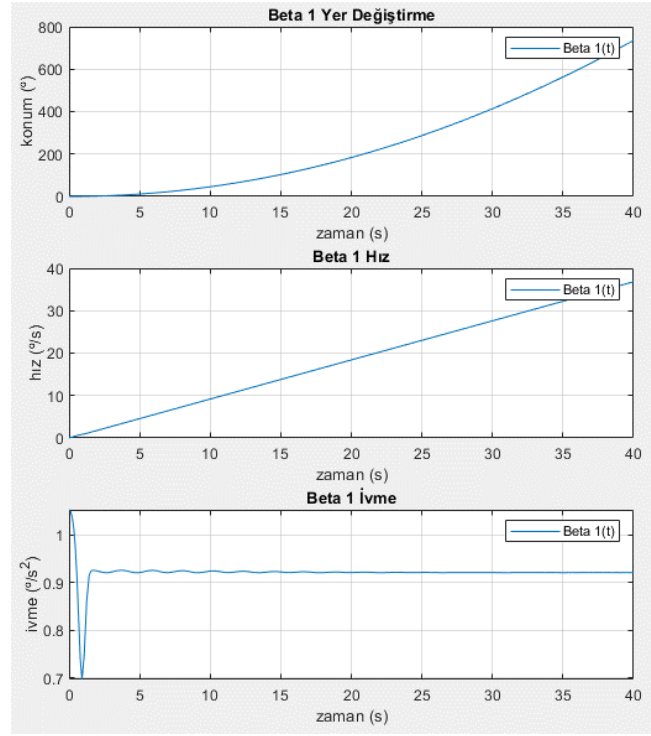
Tablo 4.2 İkinci Senaryo İçin Girilen Değerler

Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	500
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Aç	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s^2)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s^2)	30000
Halat Sönümlenme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	4905
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	20000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

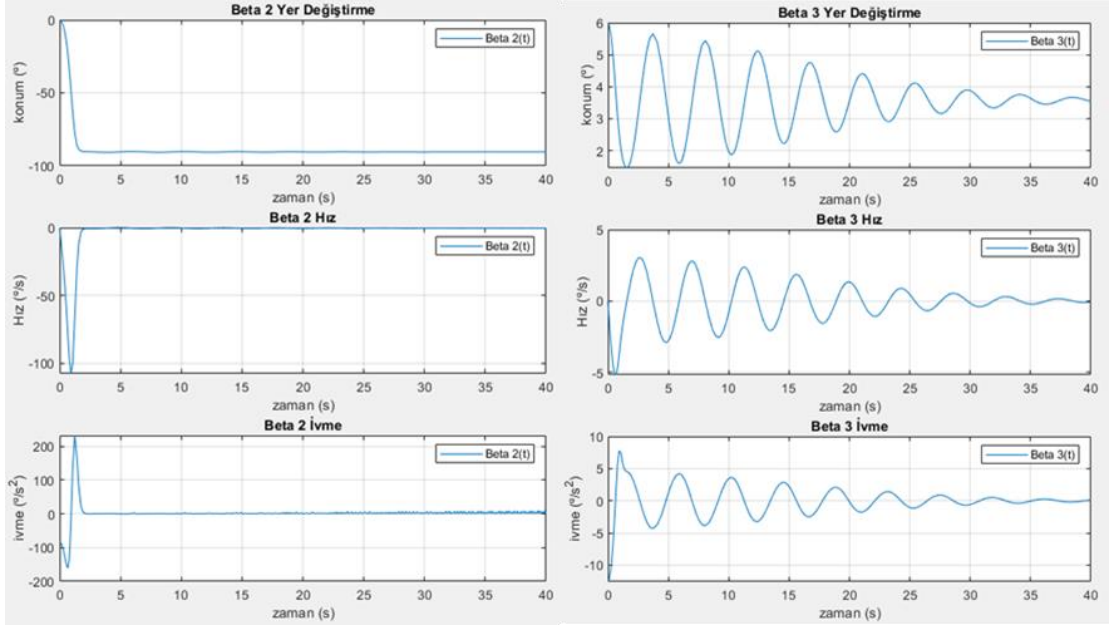
Şekil 4.5'te birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.6'da beta 1 grafikleri, Şekil 4.7'de beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.8'de ivme grafikleri gösterilmiştir.



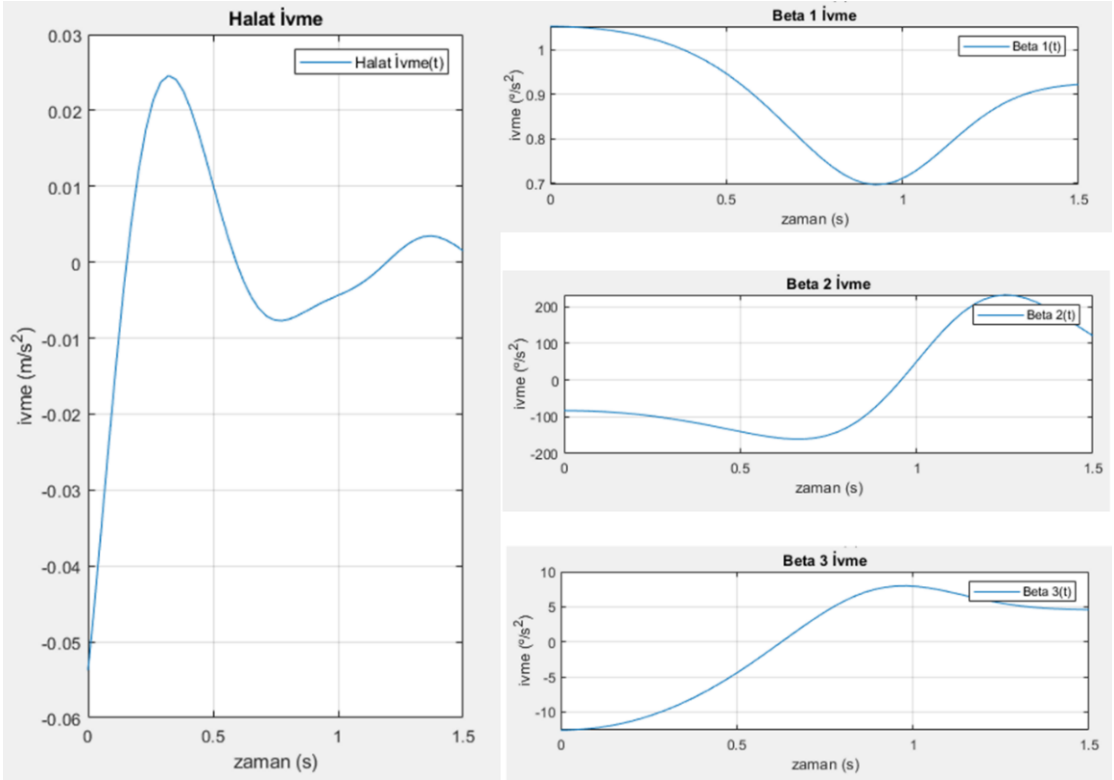
Şekil 4.5 İkinci Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.6 İkinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.7 İkinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.8 İkinci Senaryodaki İvme Grafikleri

Yukardaki grafiklerde ise halatın maksimum ivmesinin $0,024 \text{ m/s}^2$ olduğu gözlemlenmektedir. Halat Senaryo 1'e göre daha fazla salınım yapmış ve yükün ağırlığından kaynaklı olarak ivme değeri daha yüksek çıkmıştır. Beta 1 ivmesinde

değişiklik olmamıştır. Beta 2 ivmesi ise azalarak $210 \text{ }^\circ/\text{s}^2$ olmuştur. Beta 3'ün maksimum ivmesi de azalmış ve $7 \text{ }^\circ/\text{s}^2$ olmuştur.

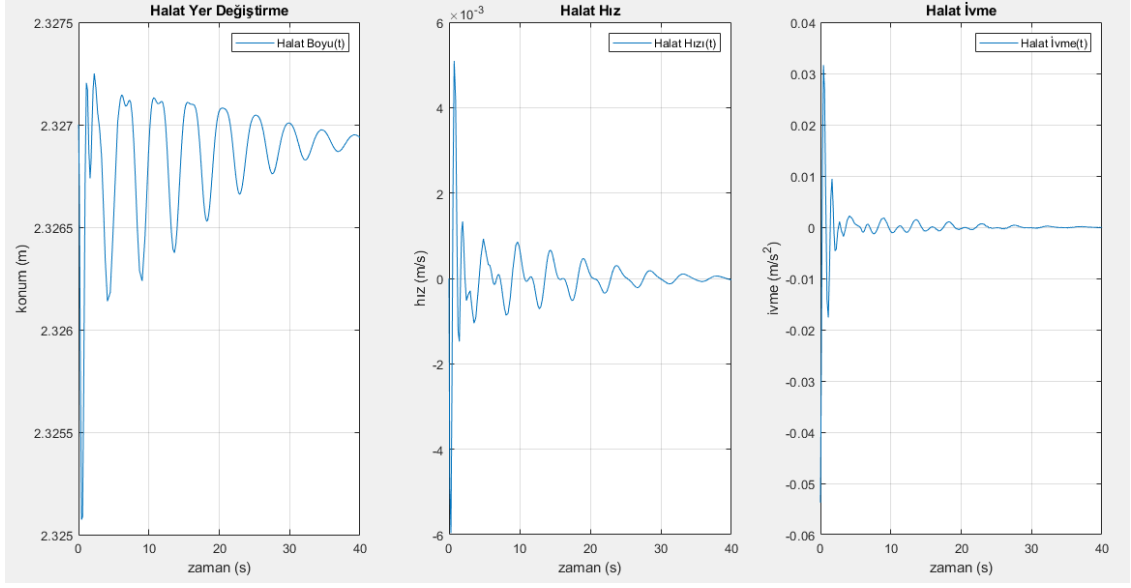
4.3 Senaryo 3

Üçüncü olarak daha ağır bir yükün aynı moment ve vinç ile hareket ettirildiği durumda halat ivmesi ve beta 1, beta 2 beta 3 ivmelerinin değerleri gözlemlenmiş ve bu ivme değerleri Senaryo 1 ve 2'dekilerle karşılaştırılmıştır (Tablo 4.3). Tüm bu 3 senaryo sonucunda denge anında kütlenin değişimden kaynaklanan ivmelenmeler yorumlanmıştır.

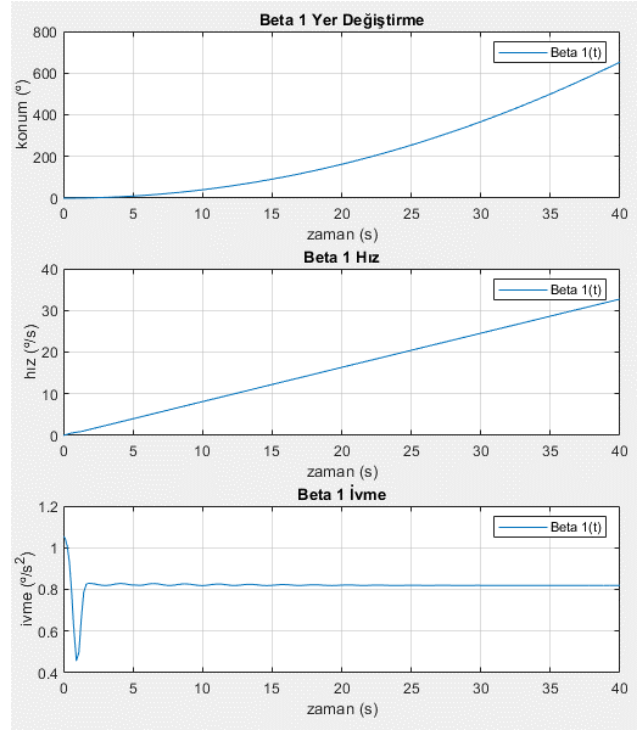
Tablo 4.3 Birinci Senaryo İçin Girilen Değerler

Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	1000
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Aç	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s^2)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s^2)	30000
Halat Sönümlleme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	9810
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	20000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

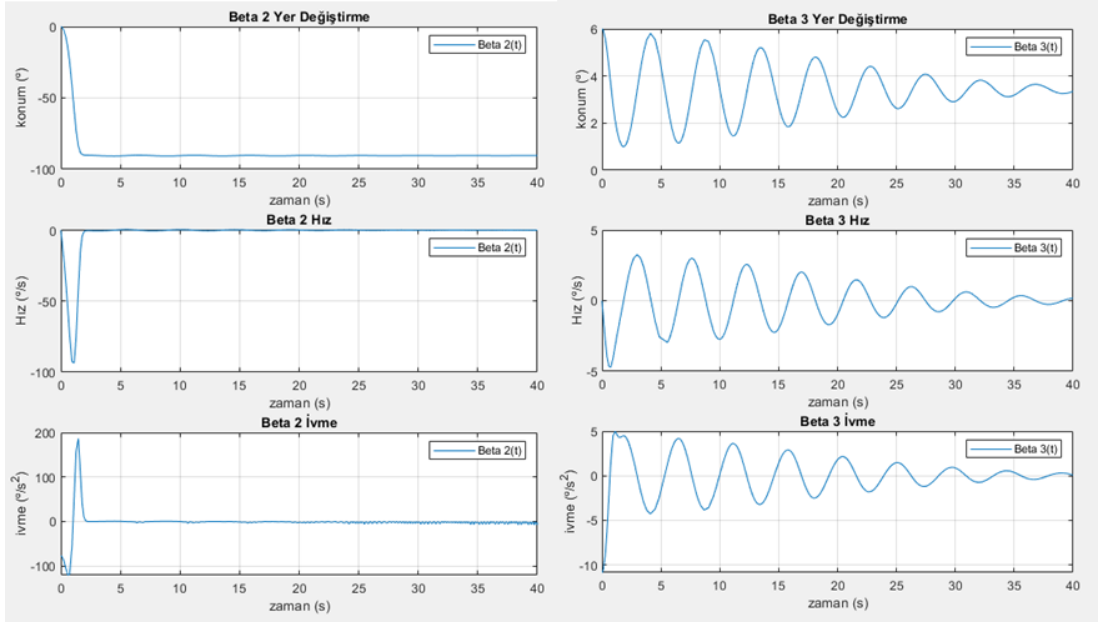
Şekil 4.9'da birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.10'da beta 1 grafikleri, Şekil 4.11'de beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.12'de ivme grafikleri gösterilmiştir.



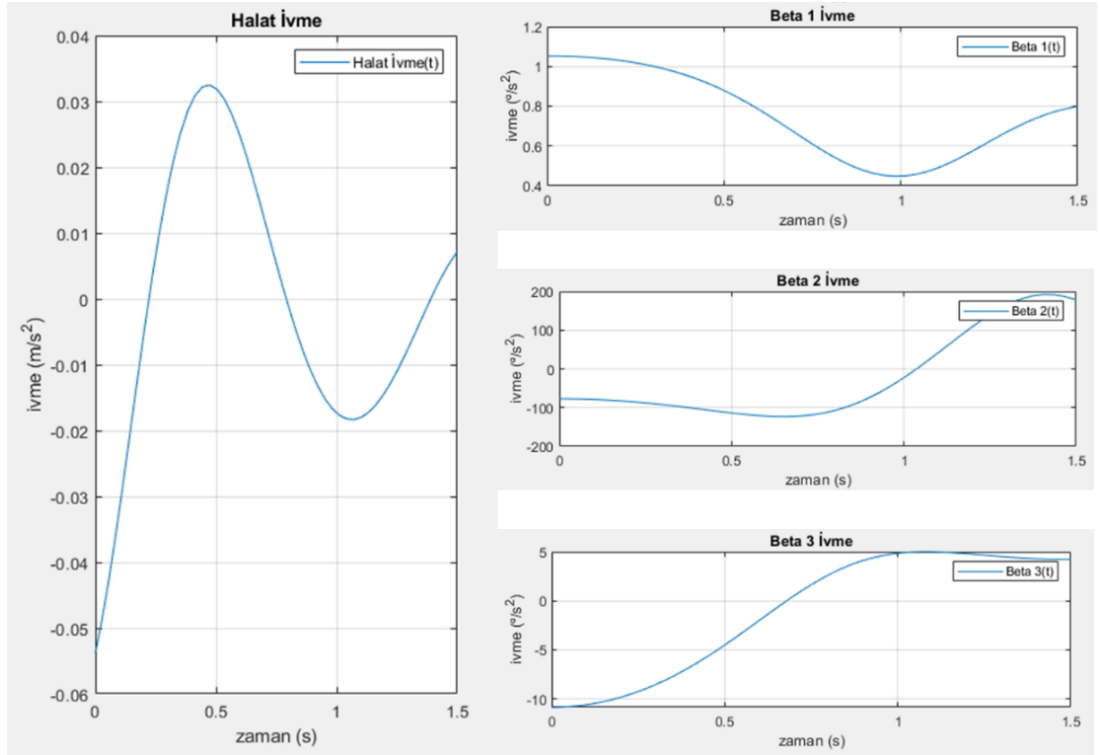
Şekil 4.9 Üçüncü Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.10 Üçüncü Senaryodaki Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.11 Üçüncü Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.12 Üçüncü Senaryodaki İvme Grafikleri

Denge durumunda bu momentin uygulandığı son grafiklere bakıldığında ise halatın maksimum ivmesinin $0,032 \text{ m/s}^2$ olduğu gözlemlenmektedir. Halat Senaryo 1 ve 2'ye göre daha fazla salınım yapmış ve yükün ağırlığından kaynaklı

olarak ivme değeri çok daha yüksek çıkmıştır. Beta 1 ivmesinde değişiklik olmamıştır. Beta 2 ivmesi ise bir miktar azalıp $200 \text{ }^\circ/\text{s}^2$ olmuştur. Beta 3'ün maksimum ivmesi ise $5 \text{ }^\circ/\text{s}^2$ olduğu görülmektedir.

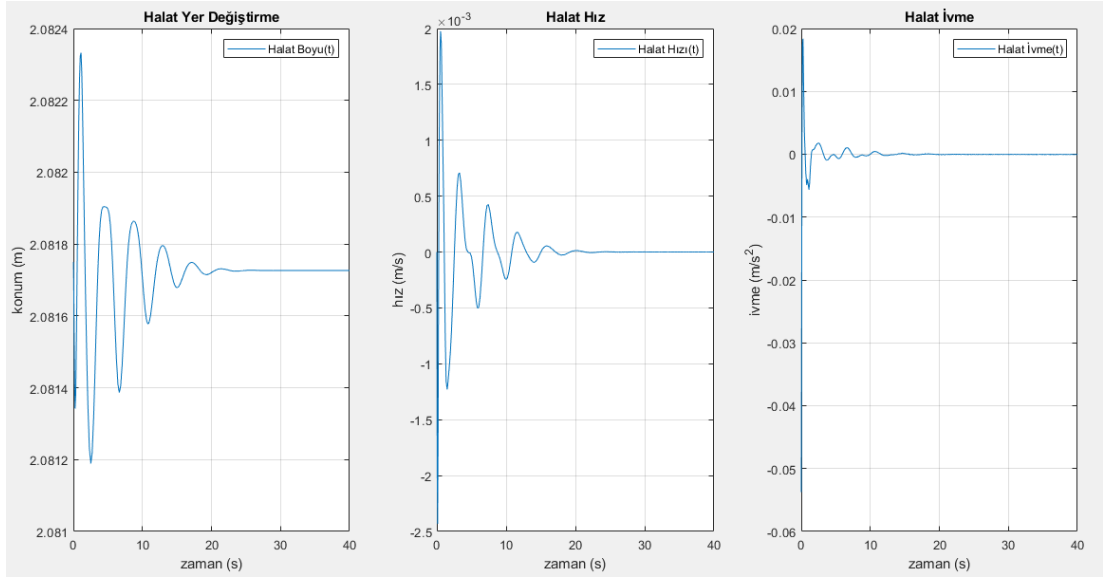
4.4 Senaryo 4

Bundan sonraki 3 senaryoda moment değeri iki katına çıkarılmış ve denge anında momentin sistemin ivmelenmesi üzerinde yaratacağı etkiler incelenmiştir (Tablo 4.4). Tekrar 250 kg'lık bir yükün yine denge durumunda 40000 Nm moment ve aynı vinçle hareket ettirildiği durumda halat ivmesi ve beta 1, beta 2 beta 3 ivmelerinin değerleri gözlemlenmiş ve bu ivme değeri Senaryo 1'dekilerle mukayese edilmiştir.

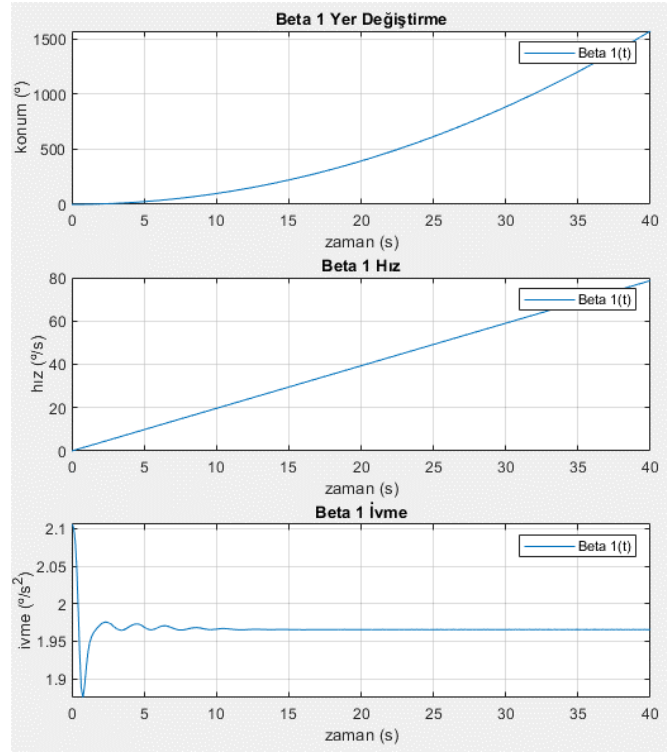
Tablo 4.4 Dördüncü Senaryo İçin Girilen Değerler

Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	250
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Aç	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s^2)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s^2)	30000
Halat Sönümlenme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	2452,5
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	40000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

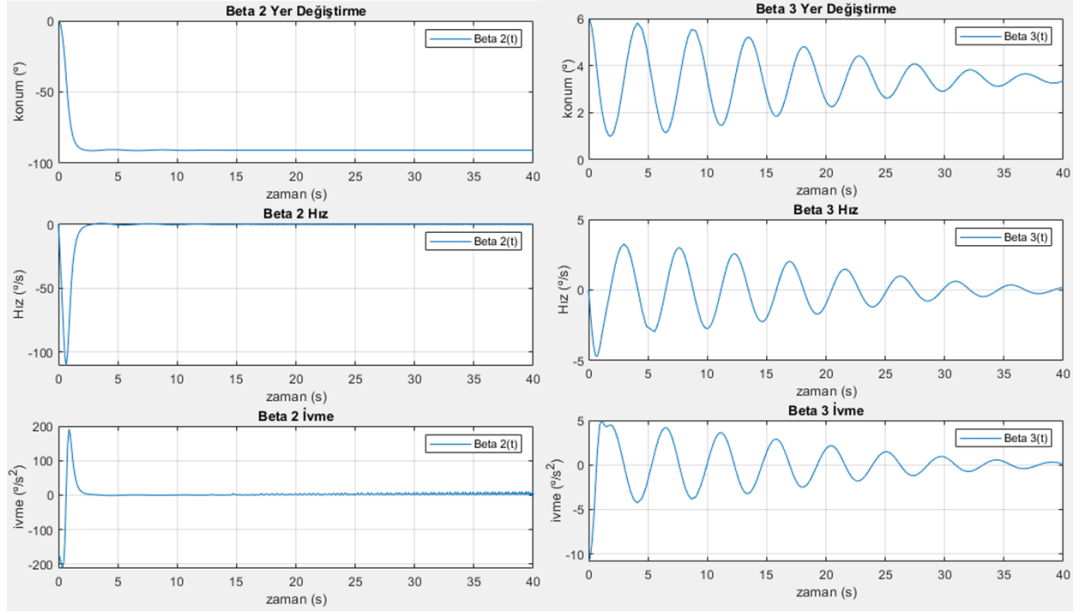
Şekil 4.13'te birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.14'te beta 1 grafikleri, Şekil 4.15'te beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.16'da ivme grafikleri gösterilmiştir.



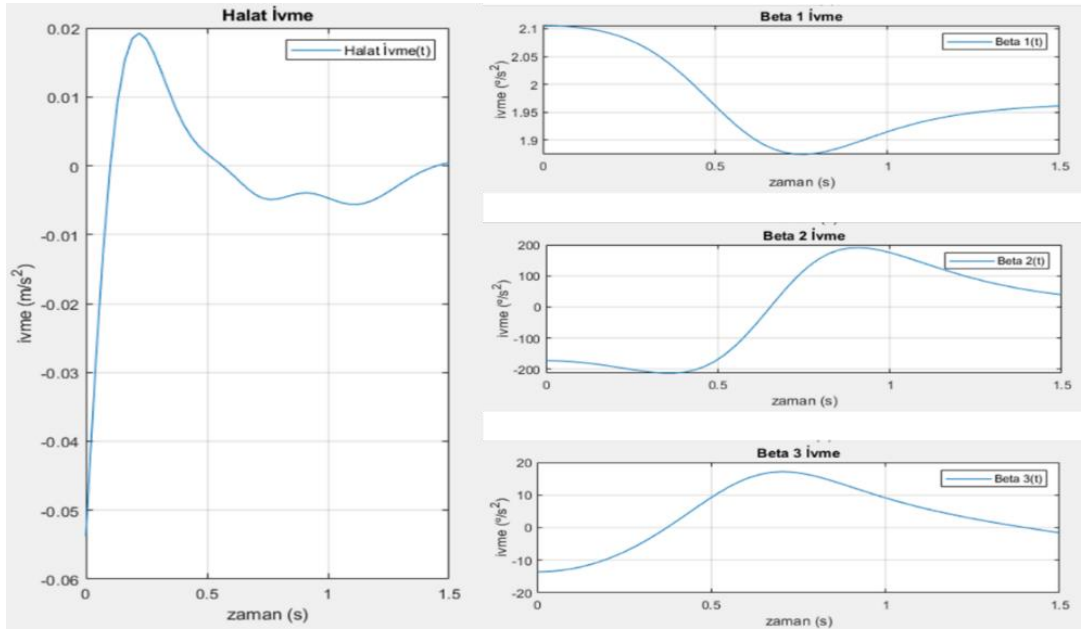
Şekil 4.13 Dördüncü Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.14 Dördüncü Senaryodaki Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.15 Dördüncü Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.16 Dördüncü Senaryodaki İvme Grafikleri

Yukardaki grafiklerde halatın maksimum ivmesinin $0,019 \text{ m/s}^2$ olduğu gözlemlenmektedir. Senaryo 1 ile kıyaslama yapılırsa halat ivmesi %20 azalmış, beta 1 ivmesi değişmemiş, beta 2 ivmesi azalmış ve beta 3 ivmesi ise artmıştır.

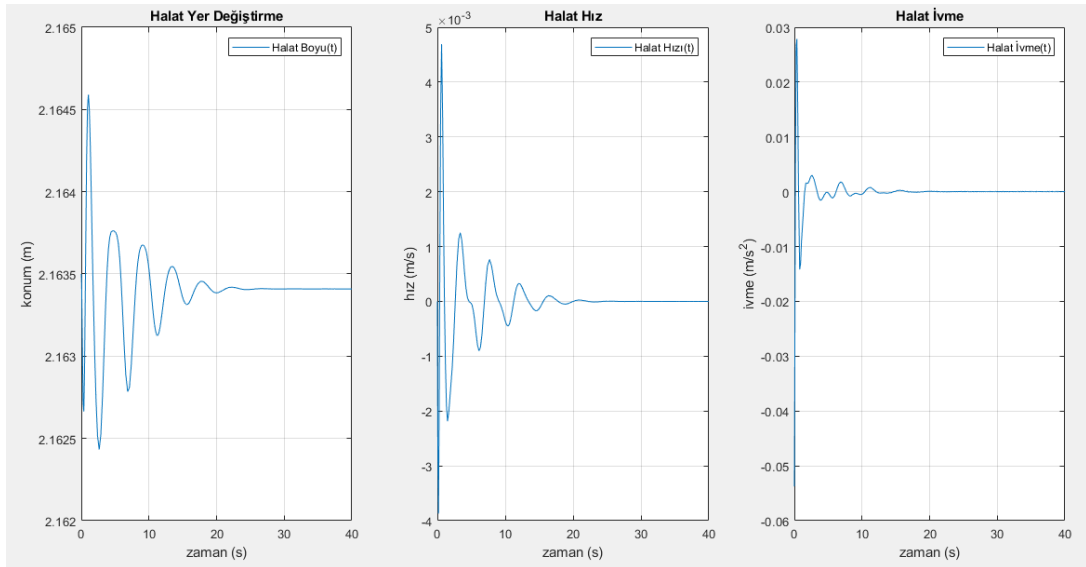
4.5 Senaryo 5

Beşinci durumda bu kez 500 kg'lık bir yükün yine denge durumunda 40000 Nm moment ve aynı vinçle hareket ettirildiği durumda halat ivmesi ve beta 1, beta 2 beta 3 ivmelerinin değerleri gözlemlenmiş ve bu ivme değeri Senaryo 2 ve Senaryo 4'tekilerle mukayese edilmiştir (Tablo 4.5).

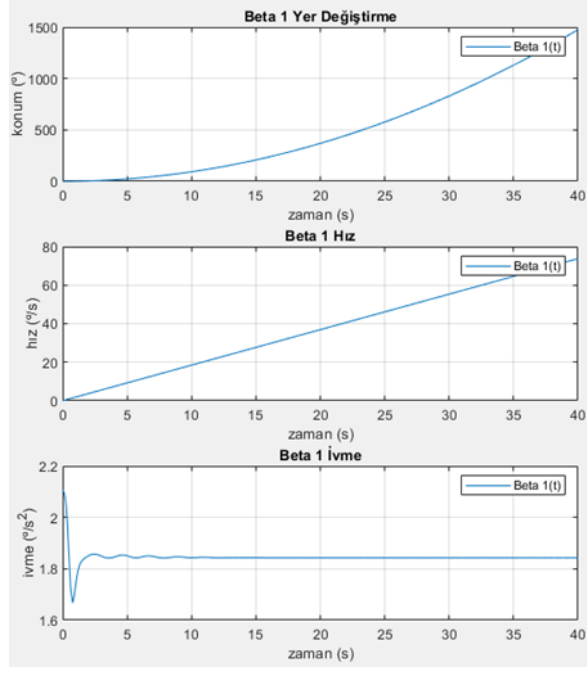
Tablo 4.5 Beşinci Senaryo İçin Girilen Değerler

Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	500
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Açısı	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	30000
Halat Sönümlenme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	4905
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	40000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

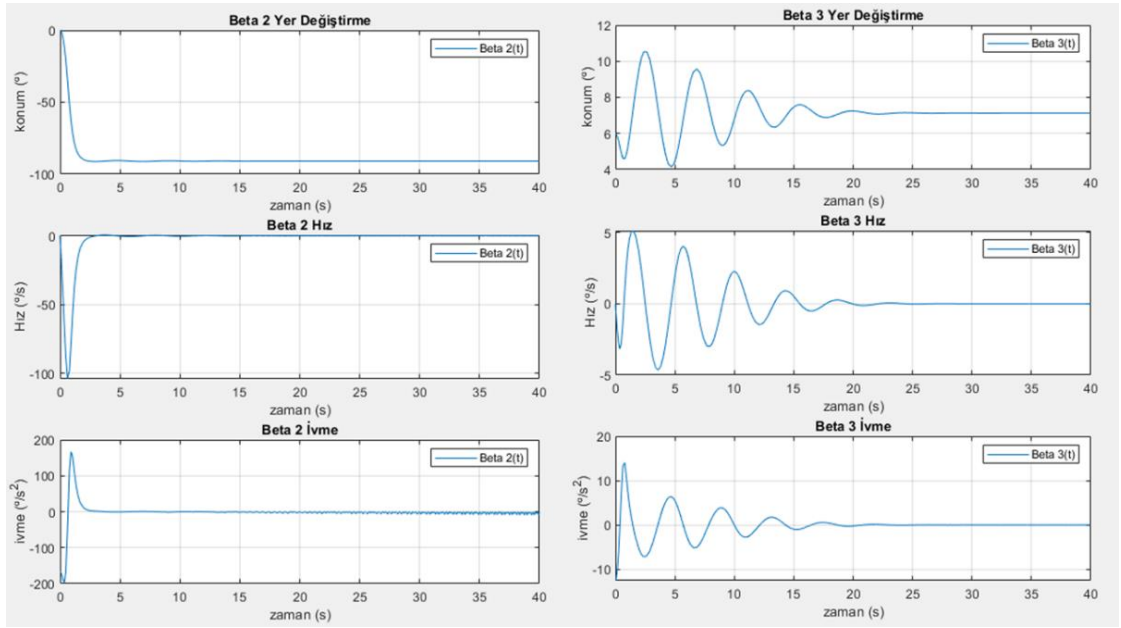
Şekil 4.17'de birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.18'de beta 1 grafikleri, Şekil 4.19'da beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.20'de ivme grafikleri gösterilmiştir.



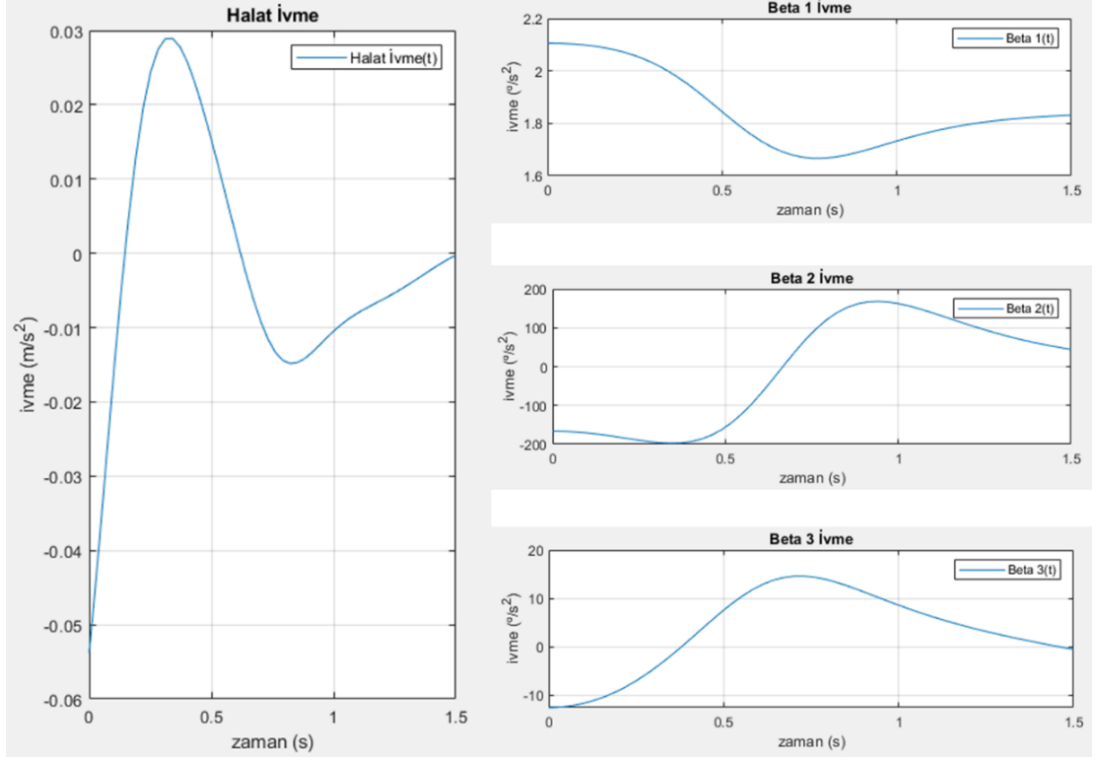
Şekil 4.17 Beşinci Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.18 Beşinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.19 Beşinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.20 Beşinci Senaryodaki İvme Grafikleri

Bu koşullarda oluşan halat ivme değeri $0,028 \text{ m/s}^2$ dir. Bu değer Senaryo 2 ile kıyaslandığında halat ivme değerinde %15’lik bir artış gözlemlenmiştir. Beta 1 ve beta 3 ivmesi 2 kat artmış, beta 2 ivmesinde ise bir miktar azalma gözlemlenmiştir.

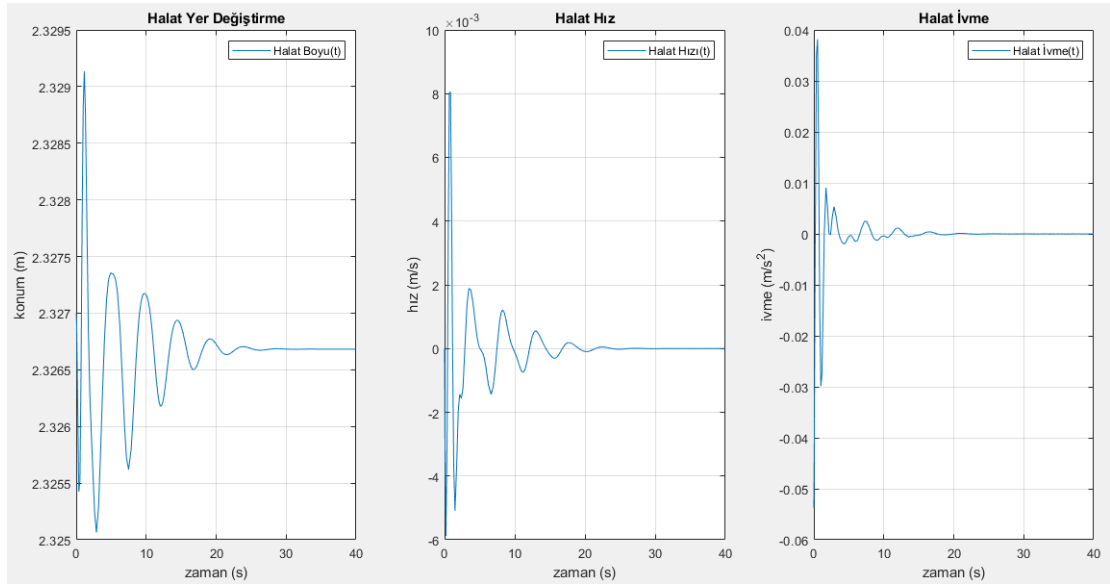
4.6 Senaryo 6

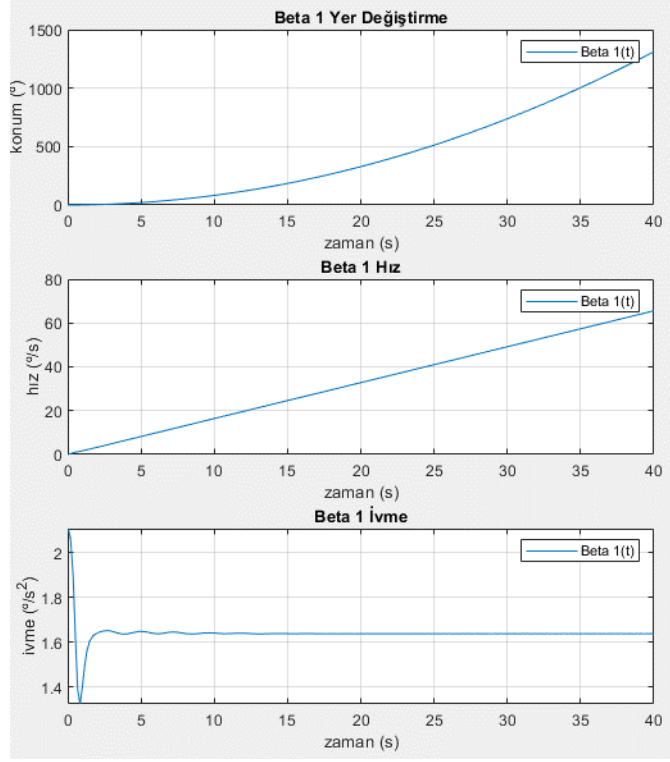
Bu adımdaki son senaryoda ise 1000 kg ’lık bir yükün yine denge durumunda 40000 Nm moment ve aynı vinçle hareket ettirildiği durumda halat ivmesi ve beta 1, beta 2 beta 3 ivmelerinin değerleri gözlemlenmiş ve bu ivme değeri Senaryo 3 ve Senaryo 5’tekilerle mukayese edilmiştir.

Tablo 4.6 Altıncı Senaryo İçin Girilen Değerler

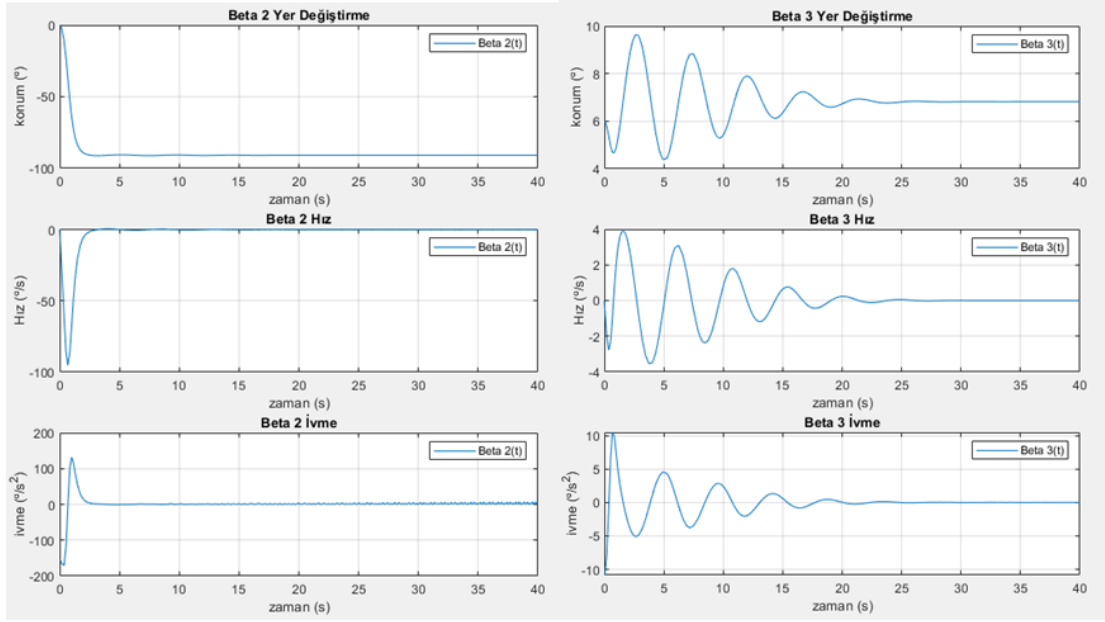
Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	1000
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Açısı	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	30000
Halat Sönümlenme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	9810
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	40000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

Şekil 4.21’de birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.22’de beta 1 grafikleri, Şekil 4.23’te beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.24’te ivme grafikleri gösterilmiştir.

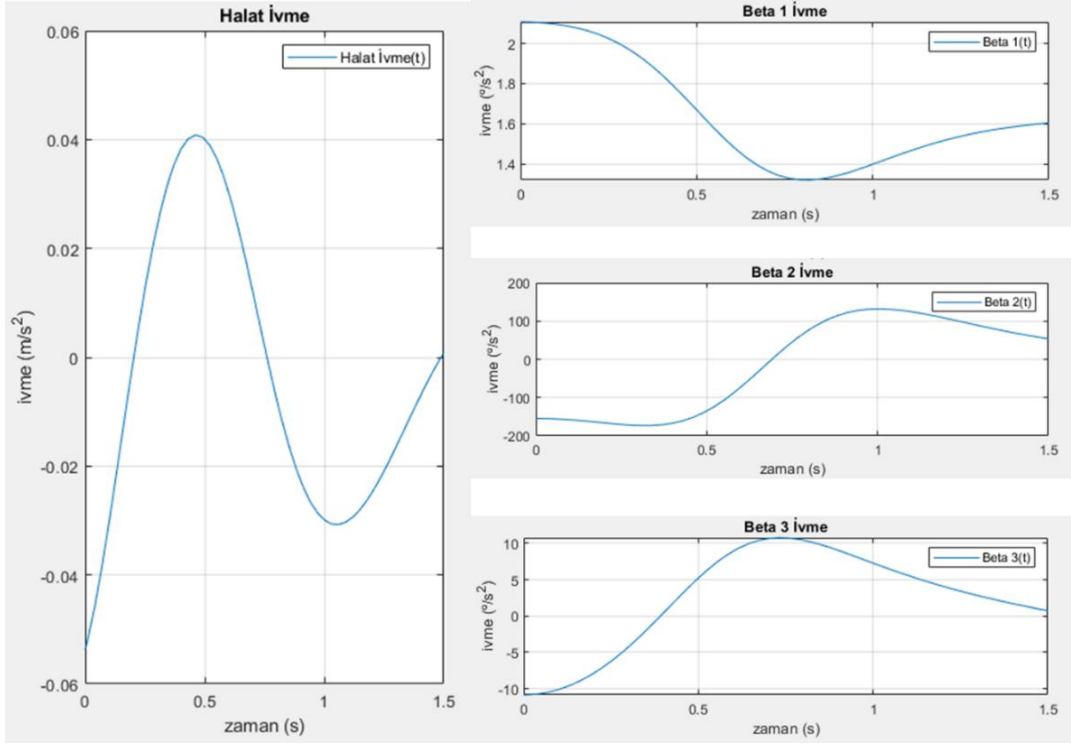
**Şekil 4.21** Altıncı Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.22 Altıncı Senaryodaki Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.23 Altıncı Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.24 Altıncı Senaryodaki İvme Grafikleri

Denge durumunda 40000 Nm momentin uygulandığı son grafiklere bakıldığında ise halatın maksimum ivmesinin $0,04 \text{ m/s}^2$ olduğu gözlemlenmektedir. Halat Senaryo 4 ve 5'e göre daha fazla salınım yapmış ve yükün ağırlığından kaynaklı olarak ivme değeri çok daha yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlar senaryo 3 ile kıyaslandığında halat, beta 1 ve beta 3 ivmelerinin arttığı ancak beta 2 ivmesinin azaldığı gözlemlenmiştir.

4.7 Senaryo 7

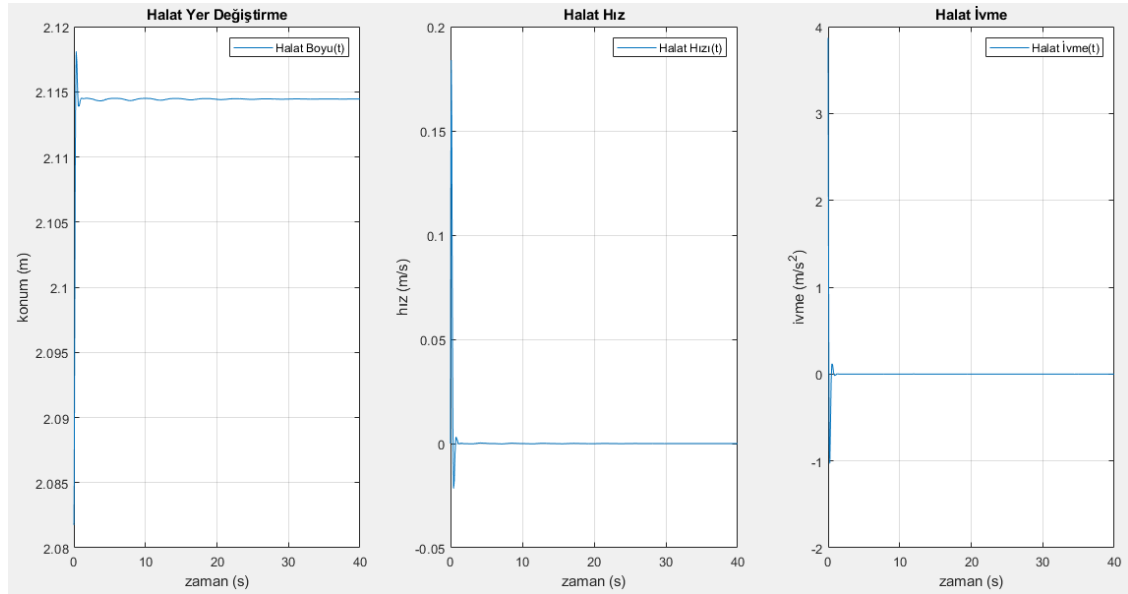
Bundan sonraki 6 senaryoda yükün kaldırılması esnasındaki ivme değerleri ve buna bağlı olarak dinamik faktörün değişimi irdelenmiştir.

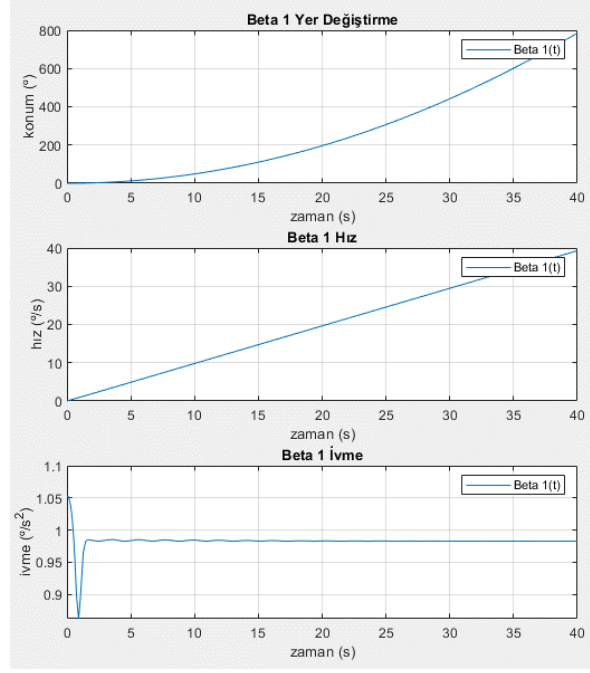
250 kg'lık bir yükün 3433,5 N kuvvetle kaldırılıp 20000 Nm moment ile döndürüldüğü durumda halat ivmesi ve beta 1, beta 2 beta 3 ivmelerinin değerleri gözlemlenmiş ve bu ivme değeri Senaryo 1'dekilerle mukayese edilmiştir (Tablo 4.7).

Tablo 4.7 Yedinci Senaryo İçin Girilen Değerler

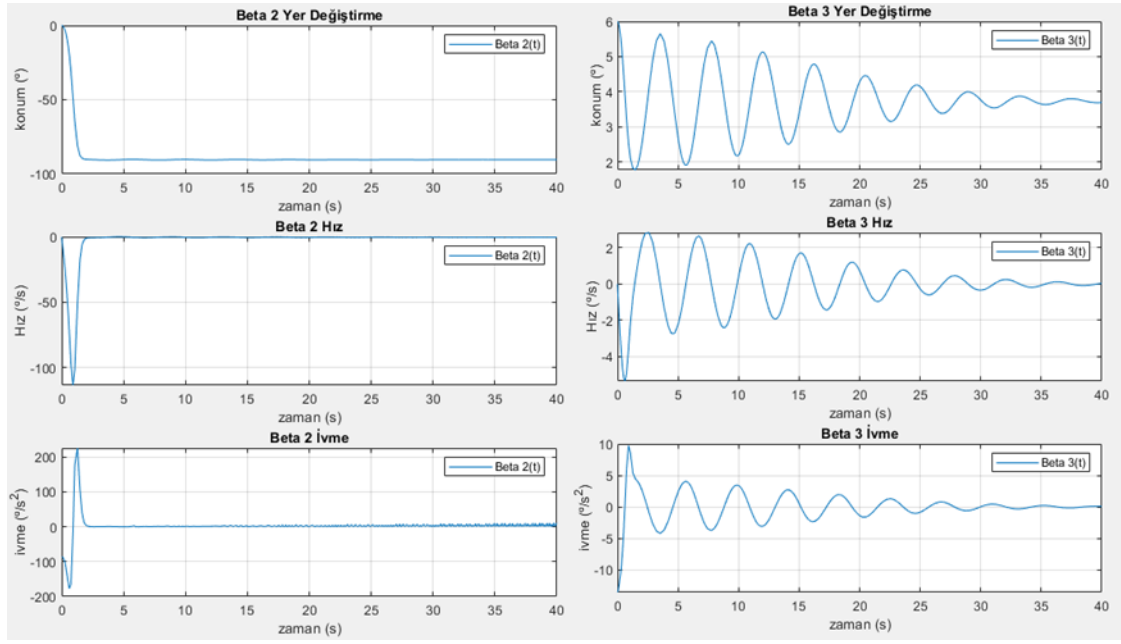
Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	250
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine ile Yaptığı Aç	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	30000
Halat Sönümleme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	3433,5
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	20000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

Şekil 4.25'te birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.26'da beta 1 grafikleri, Şekil 4.27'de beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.28'de ivme grafikleri gösterilmiştir.

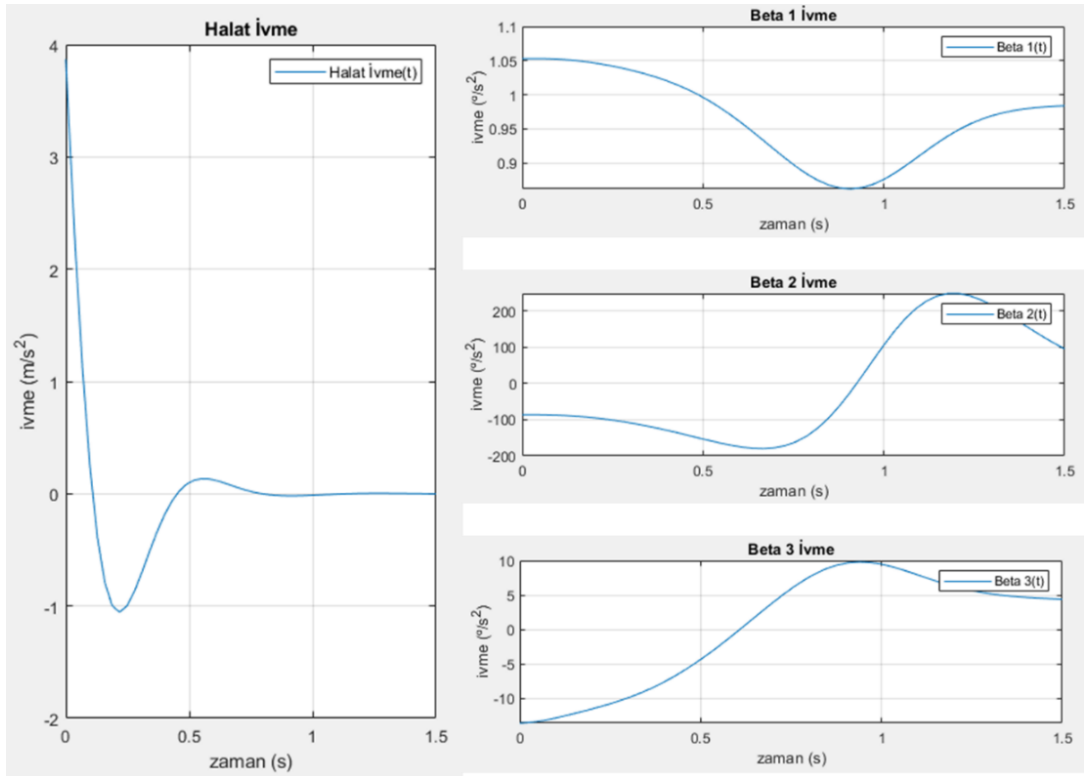
**Şekil 4.25** Yedinci Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.26 Yedinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.27 Yedinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.28 Yedinci Senaryodaki İvme Grafikleri

Bu koşullarda oluşan halat ivme değeri $3,87 \text{ m/s}^2$ 'dir. Bu değer Senaryo 1 ile kıyaslandığında ivme değerinde ciddi bir artış gözlemlenmiştir. Beta 1 ve beta 3 ivmesi Senaryo 1'deki değerle aynı çıkmış, beta 2 ivmesinde ise bir miktar azalma gözlemlenmiştir.

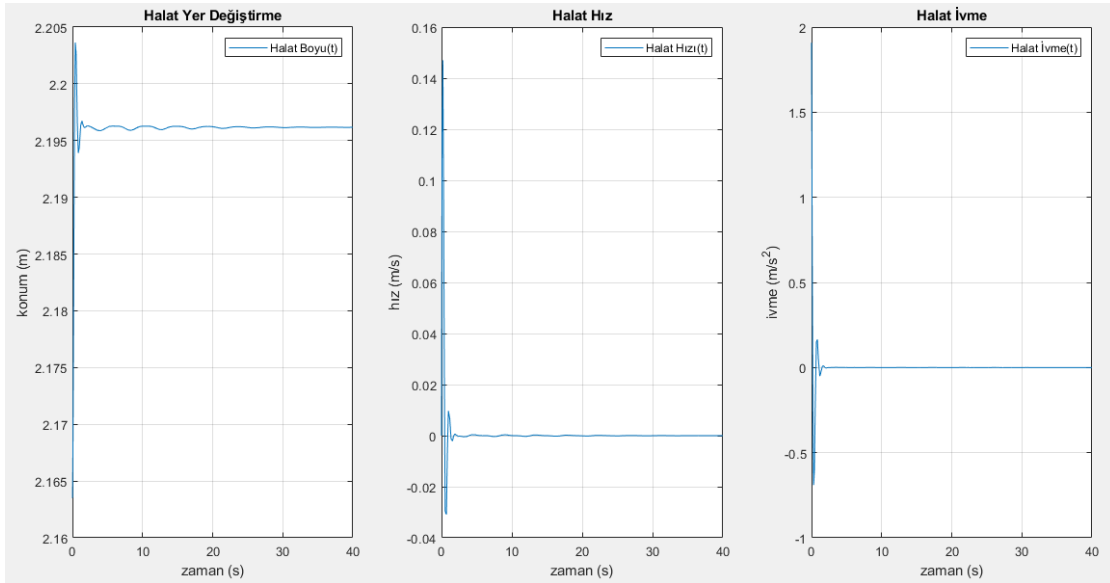
4.8 Senaryo 8

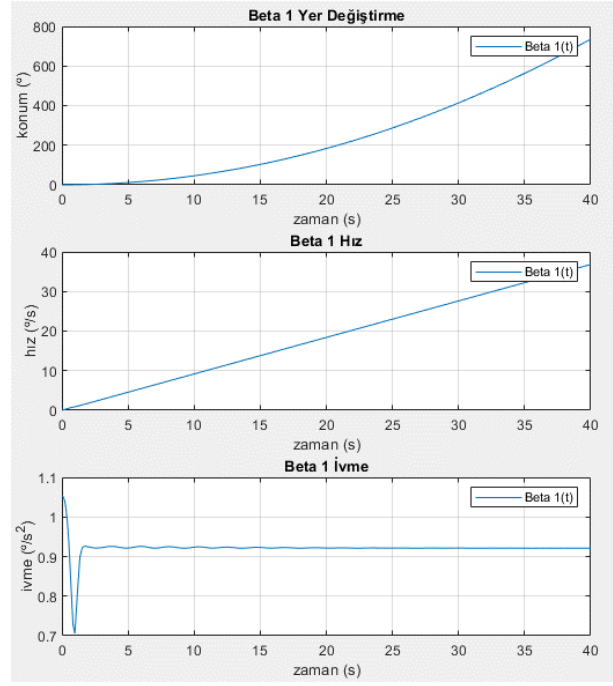
Bu kez 500 kg'lık bir yükün 5886 N kuvvetle kaldırılıp tekrar 20000 Nm moment ile döndürüldüğü durumda halat ivmesi ve beta 1, beta 2 beta 3 ivmelerinin değerleri gözlemlenmiş ve bu ivme değeri Senaryo 1 ve 2'deki değerlerle kıyaslanmıştır (Tablo 4.8).

Tablo 4.8 Sekizinci Senaryo İçin Girilen Değerler

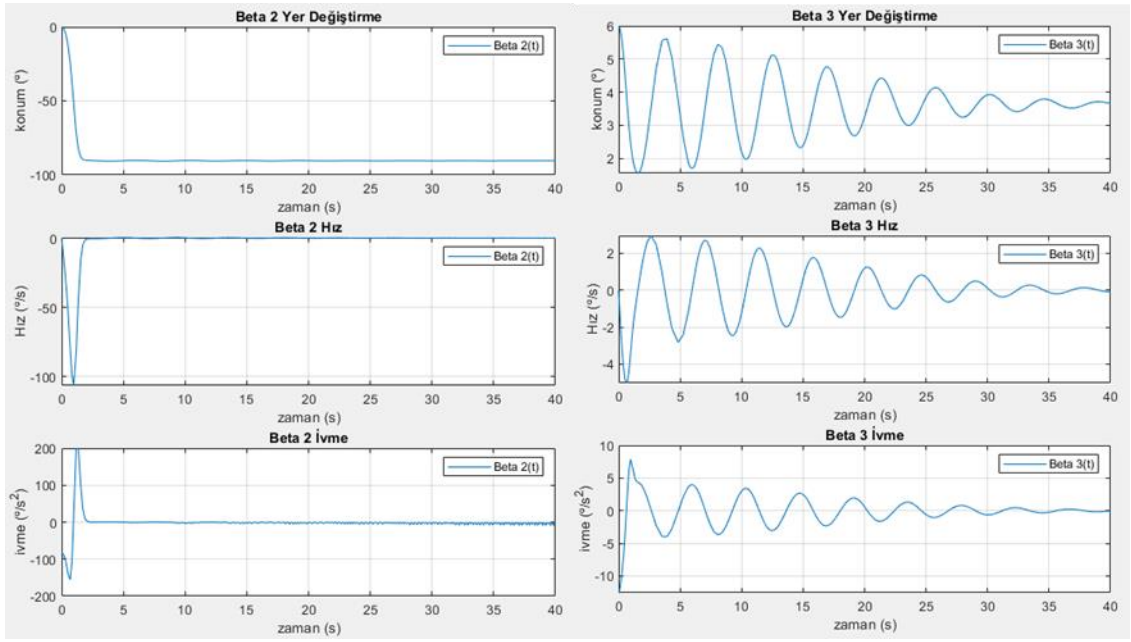
Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	500
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Aç	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	30000
Halat Sönümlleme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	5886
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	20000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

Şekil 4.29'da birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.30'da beta 1 grafikleri, Şekil 4.31'de beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.32'de ivme grafikleri gösterilmiştir.

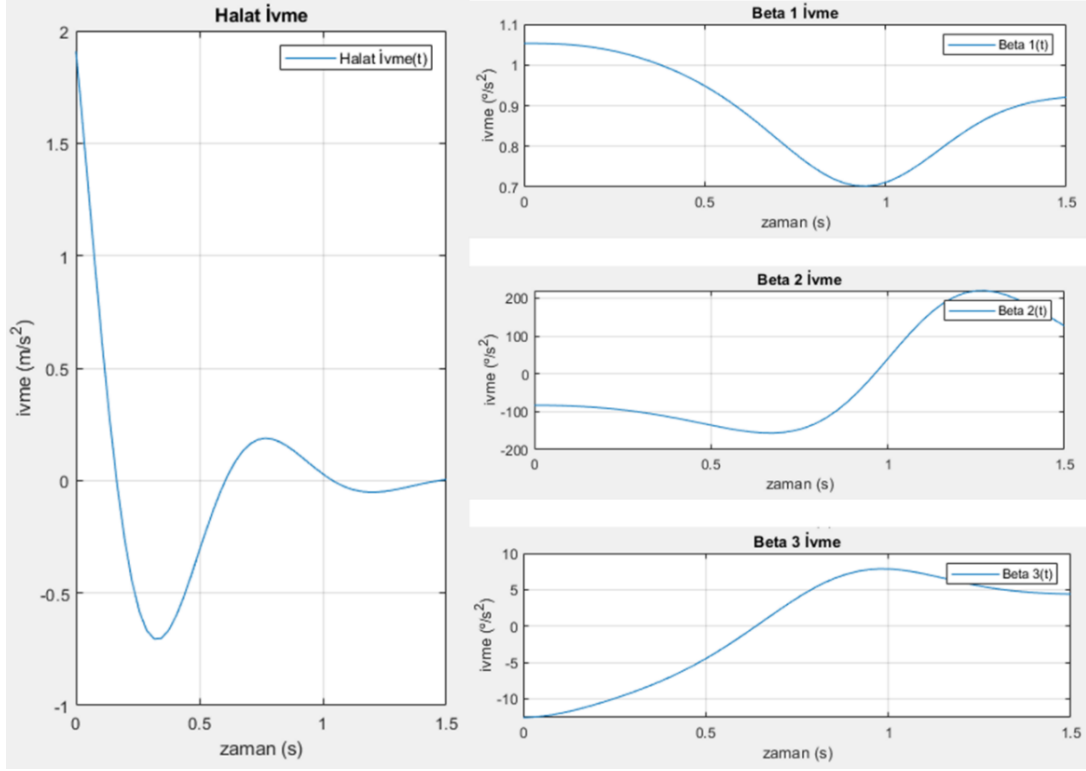
**Şekil 4.29** Sekizinci Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.30 Sekizinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.31 Sekizinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.32 Sekizinci Senaryodaki İvme Grafikleri

Bu koşullarda oluşan halat ivme değeri ise $1,9 \text{ m/s}^2$ olduğu ortaya çıkmıştır.. Bu değer de 2. Senaryo ile kıyaslandığında ivme değerinde ciddi bir artış gözlemlenmiştir. Beta 1, beta 2 ve beta 3 ivmelerinde bir değişiklik gözlemlenmemiştir.

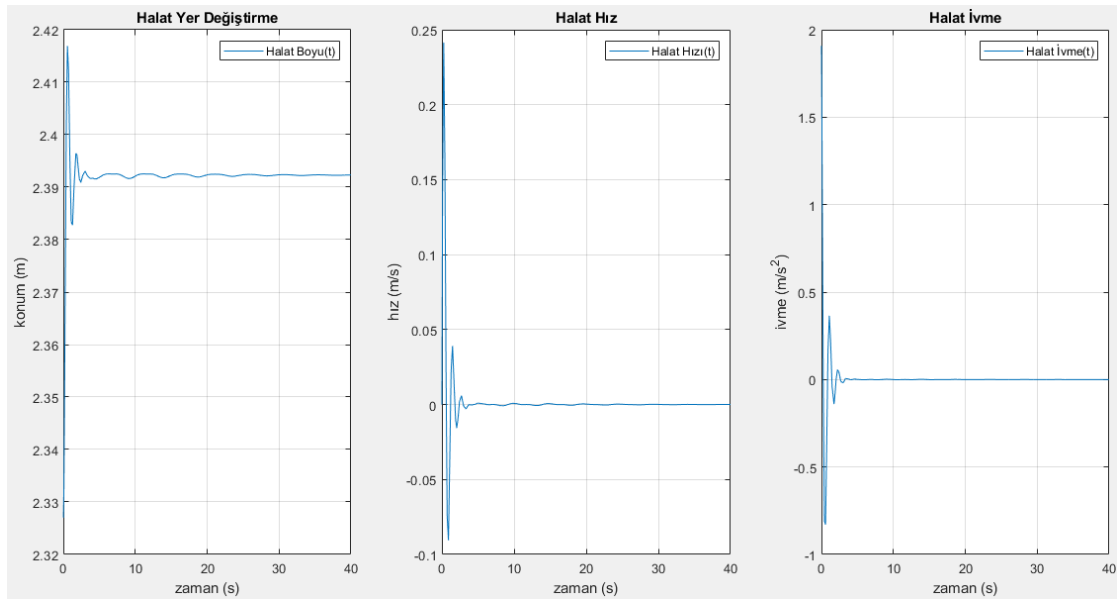
4.9 Senaryo 9

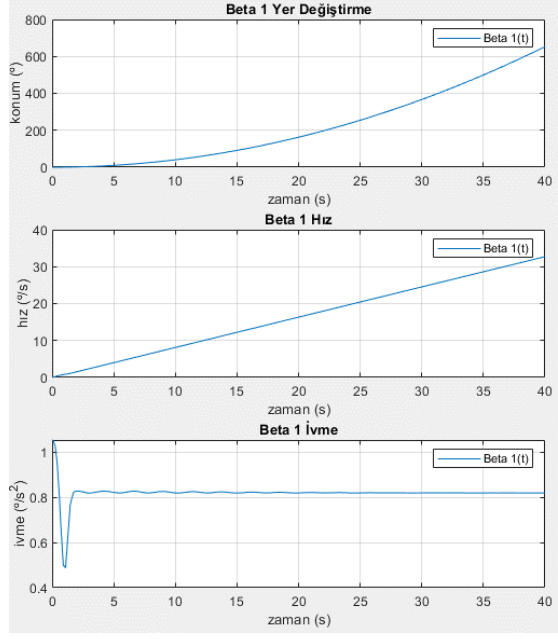
Bu kez daha ağır bir yükün daha fazla bir kuvvetle kaldırılıp Tablo 4.9'daki gibi 20000 Nm moment ile döndürüldüğü durumda halat ivmesi ve beta 1, beta 2 beta 3 ivmelerinin değerleri gözlemlenmiş ve bu ivme değeri Senaryo 3 ve 8'deki değerlerle kıyaslanmıştır.

Tablo 4.9 Dokuzuncu Senaryo İçin Girilen Değerler

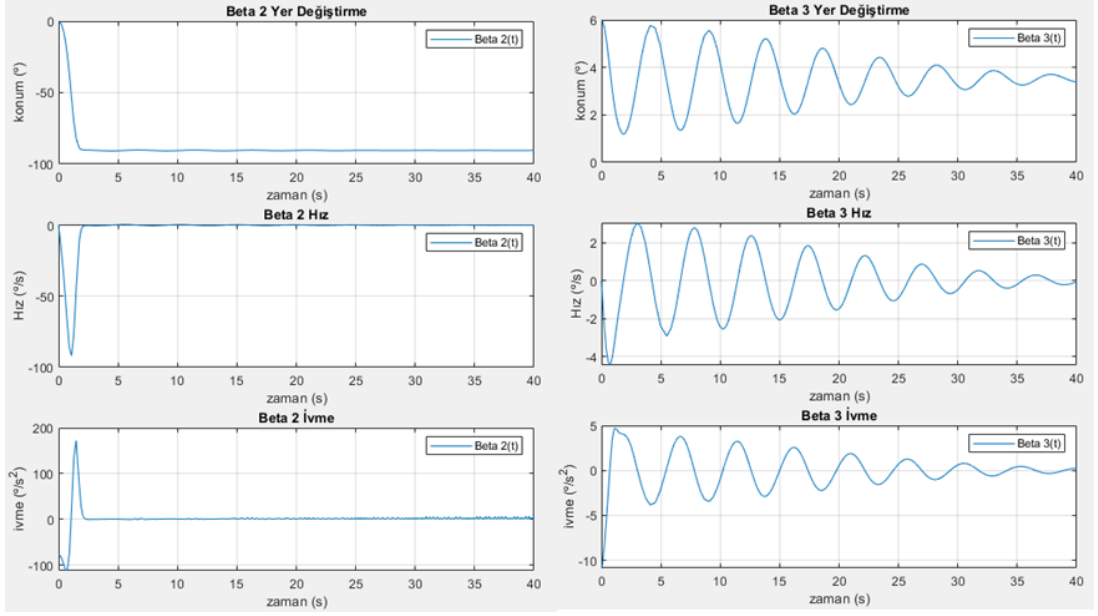
Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	1000
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Aç	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	30000
Halat Sönümleme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	11772
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	20000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

Şekil 4.33'te birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.34'te beta 1 grafikleri, Şekil 4.35'te beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.36'da ivme grafikleri gösterilmiştir.

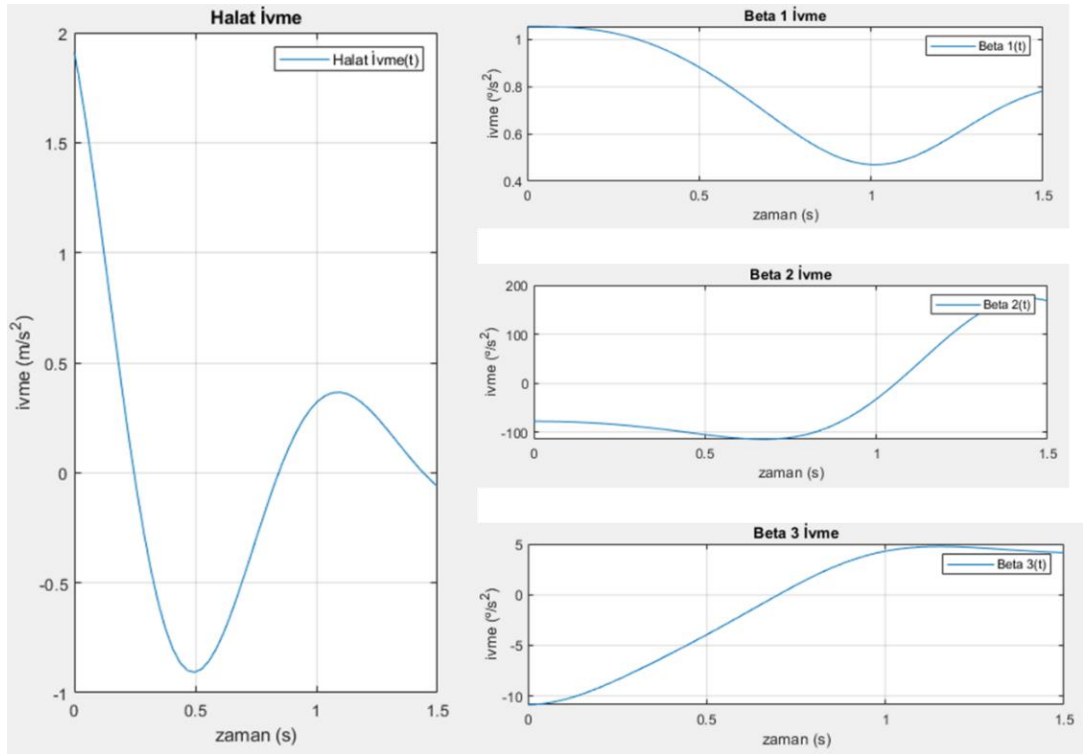
**Şekil 4.33** Dokuzuncu Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.34 Dokuzuncu Senaryodaki Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.35 Dokuzuncu Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.36 Dokuzuncu Senaryodaki İvme Grafikleri

Bu incelemede ise ortaya çıkan halat ivme değeri ise $1,8 \text{ m/s}^2$ 'dir. Bu değer de 3. Senaryo ile kıyaslandığında ivme değerinde ciddi bir artış gözlemlenmiş ancak beta 1, beta 2 ve beta 3'te değişiklik görünmezken beta 2 de az da olsa bir azalma görülmüştür.

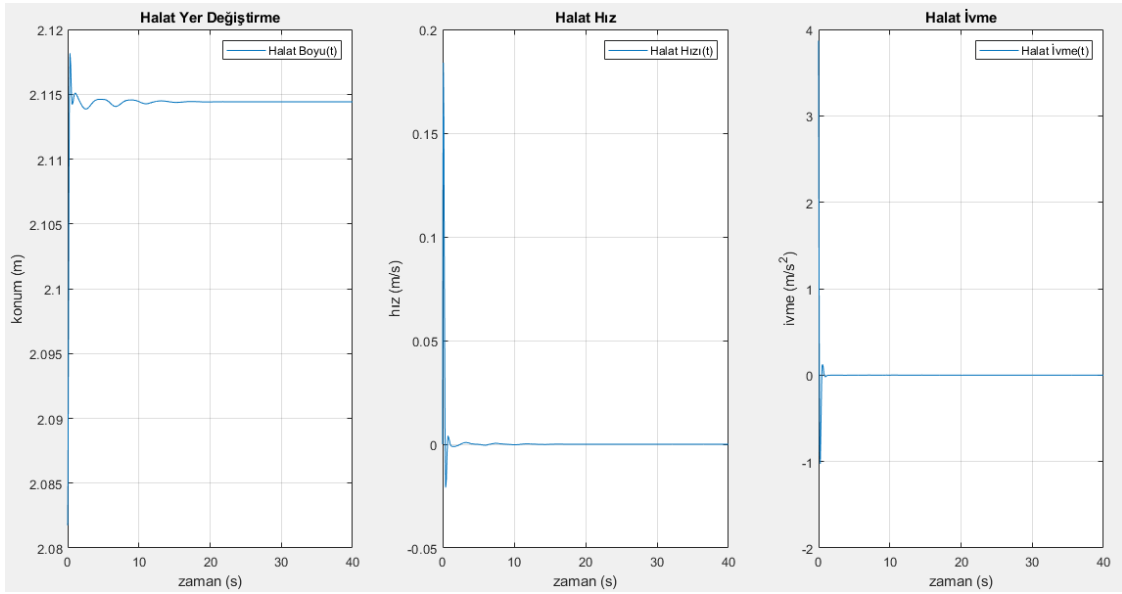
4.10 Senaryo 10

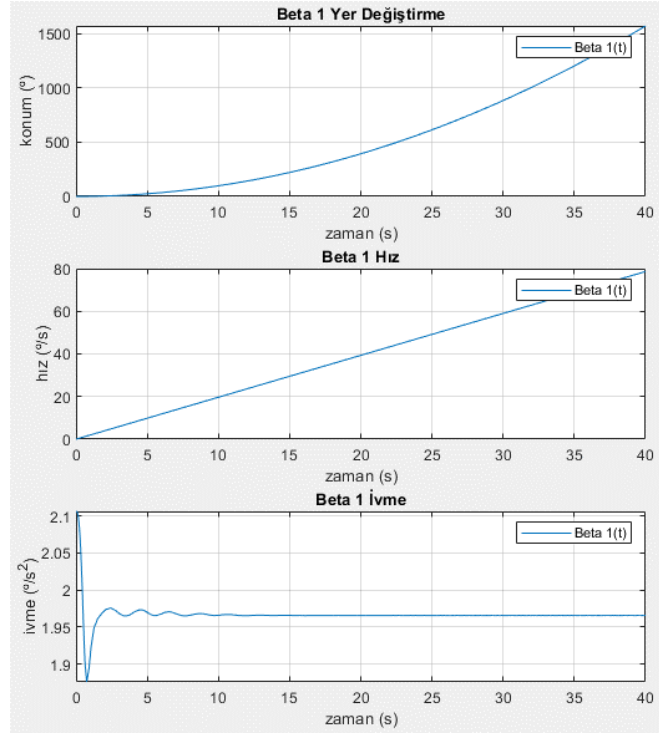
Bu senaryoda moment değeri iki katına çıkarılmış ve yükün kaldırılması esnasında momentin ve kuvvetin sistem ivmelenmesi üzerinde yaratacağı etkiler incelenmiştir (Tablo 4.10). Tekrar 250 kg 'lık bir yük 40000 Nm moment ve $3433,5 \text{ N}$ kuvvetle hareket ettirildiği durumda halat ivmesi ve beta 1, beta 2 beta 3 ivmelerinin değerleri gözlemlenmiş ve bu ivme değeri Senaryo 4 ve 7'dekilerle kıyaslanmıştır.

Tablo 4.10 Onuncu Senaryo İçin Girilen Değerler

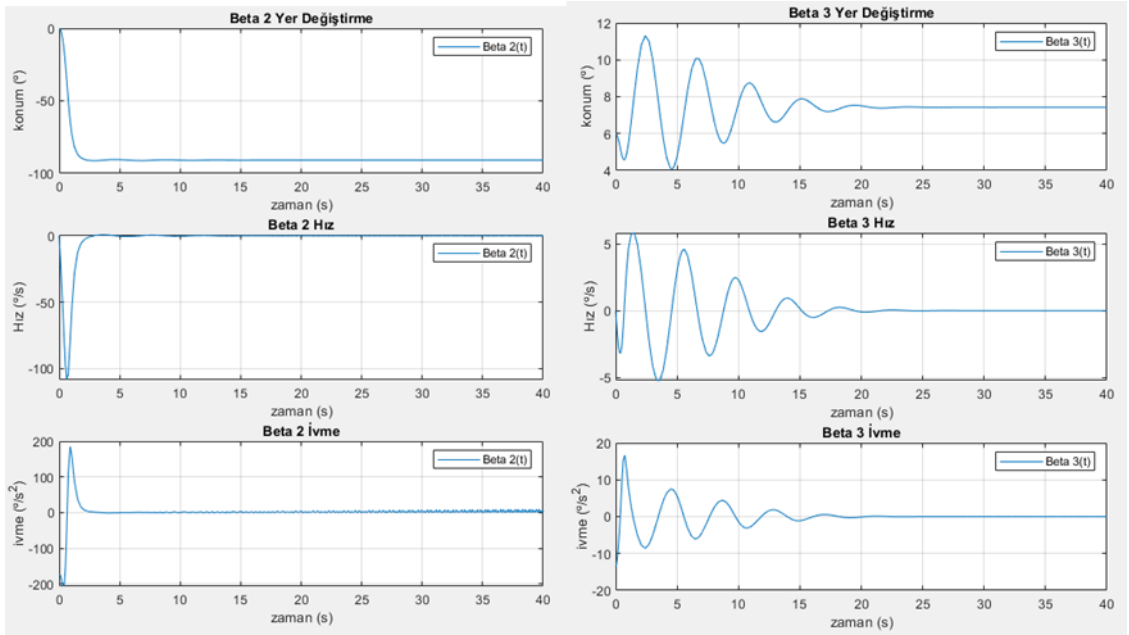
Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	250
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine ile Yaptığı Aç	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	30000
Halat Sönümleme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	3433,5
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	40000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

Şekil 4.37'de birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.38'de beta 1 grafikleri, Şekil 4.39'da beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.40'ta ivme grafikleri gösterilmiştir.

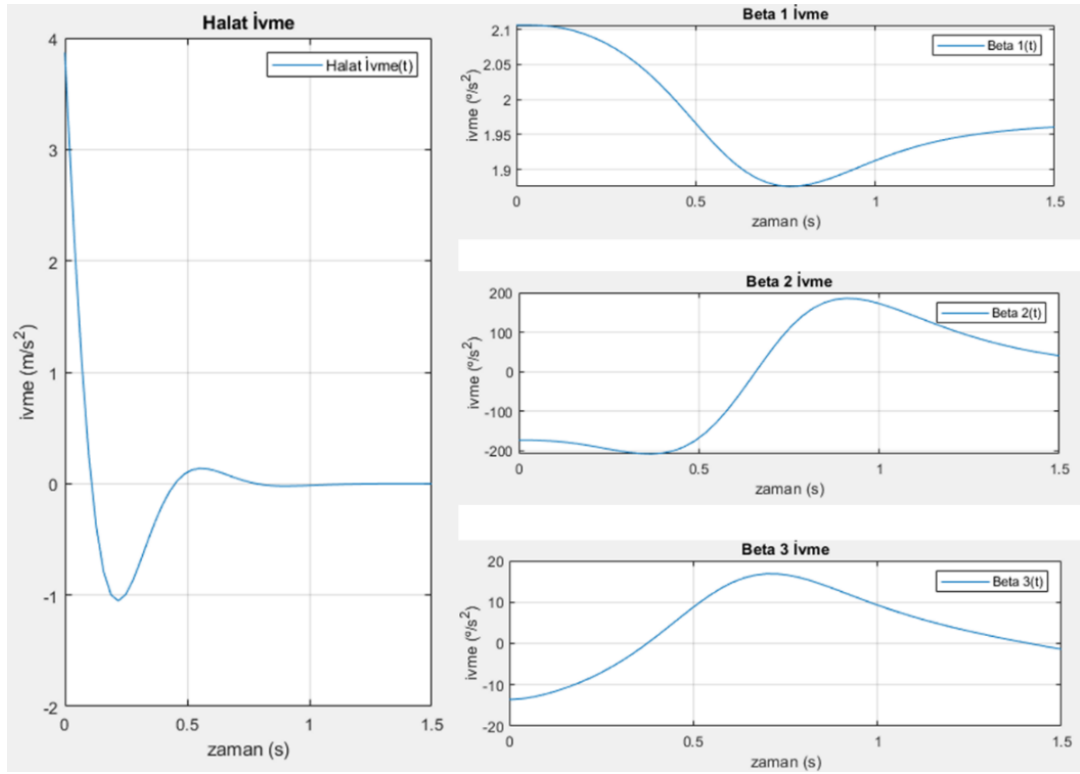
**Şekil 4.37** Onuncu Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.38 Onuncu Senaryodaki Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.39 Onuncu Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.40 Onuncu Senaryodaki İvme Grafikleri

Bu incelemede ise ortaya çıkan halat ivme değeri tekrar 3,87 m/s²'dir. Bu değer de 7. Senaryo ile kıyaslandığında ivme değerinde hiçbir değişiklik olmadığı görülmüştür ancak beta 1 ve beta 3 ivmesi artmış beta 2 ivmesi bir miktar azalmıştır.

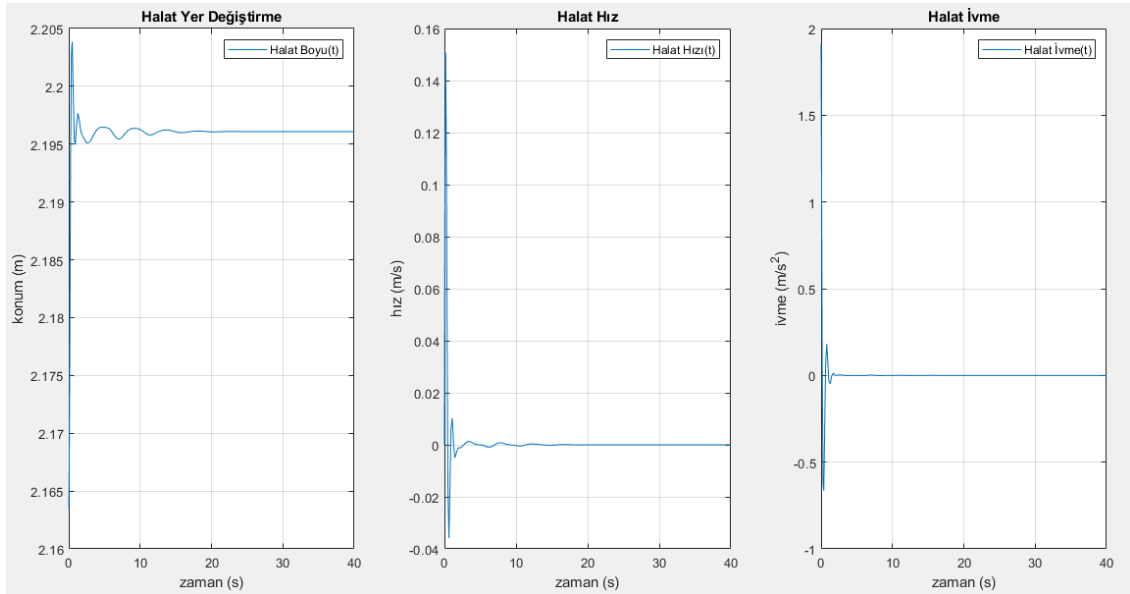
4.11 Senaryo 11

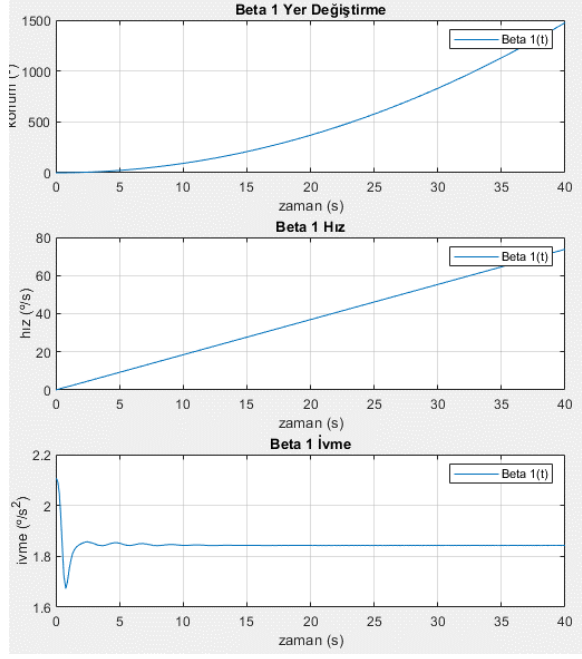
Bu senaryoda Tablo 4.11'deki gibi 500 kg'lık bir yük 40000 Nm moment ve 5886 N kuvvetle hareket ettirildiği durumda halat ivmesi ve beta 1, beta 2 beta 3 ivmelerinin değerleri gözlemlenmiş ve bu ivme değeri Senaryo 5 ve 8'dekilerle kıyaslanmıştır.

Tablo 4.11 On Birinci Senaryo İçin Girilen Değerler

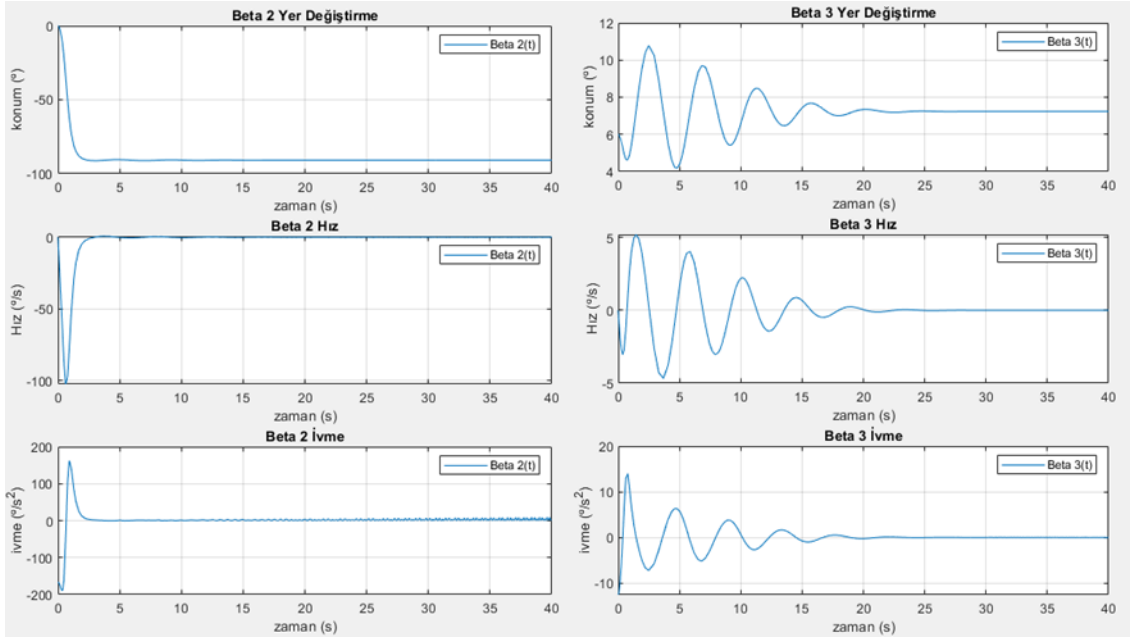
Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	500
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Aç	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	30000
Halat Sönümleme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	5886
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	40000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

Şekil 4.41'de birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.42'de beta 1 grafikleri, Şekil 4.43'te beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.44'te ivme grafikleri gösterilmiştir.

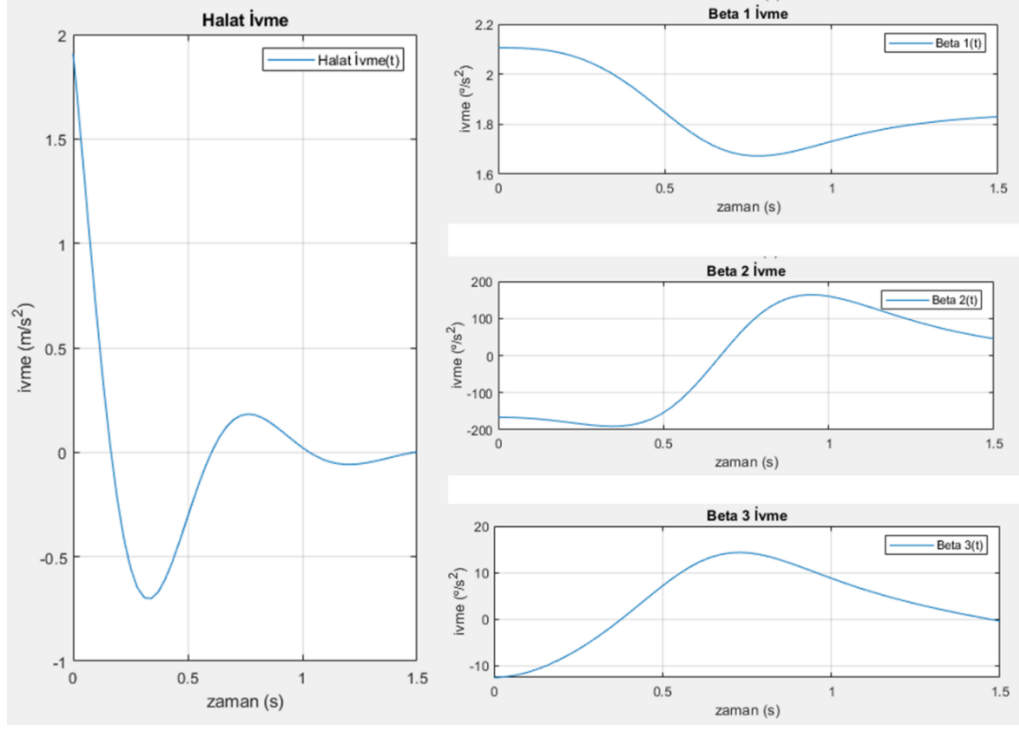
**Şekil 4.41** On Birinci Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.42 On Birinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.43 On Birinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.44 On Birinci Senaryodaki İvme Grafikleri

Bu incelemede ise ortaya çıkan halat ivme değeri ise Senaryo 8’de olduğu gibi $1,9 \text{ m/s}^2$ ’dir. Yukardaki incelemeye benzer olarak beta 1 ve beta 3 ivmesi artmış beta 2 ivmesi bir miktar azalmıştır.

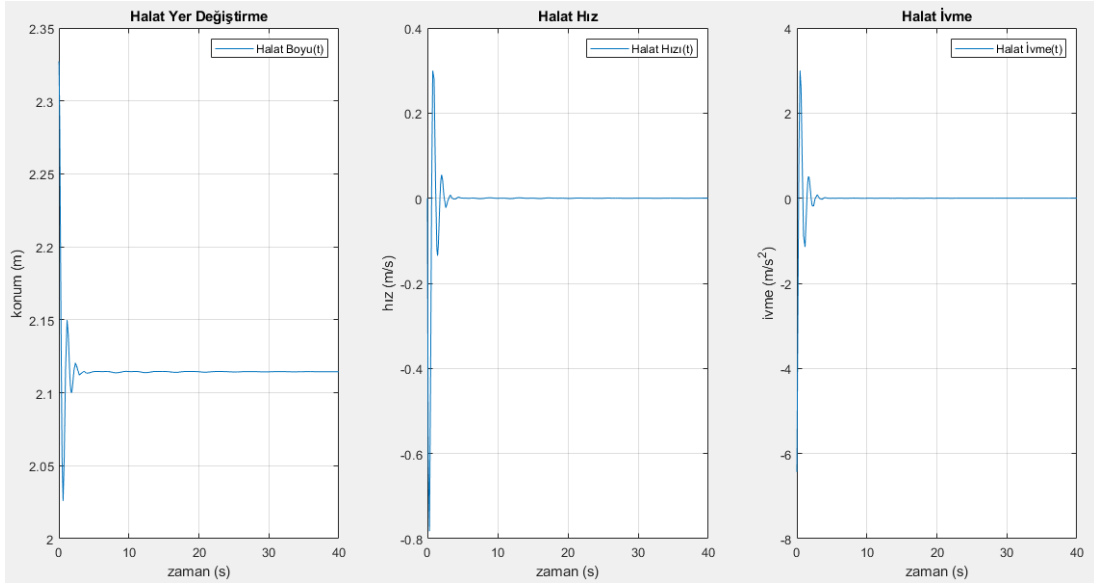
4.12 Senaryo 12

Tablo 4.12 On İkinci Senaryo İçin Girilen Değerler

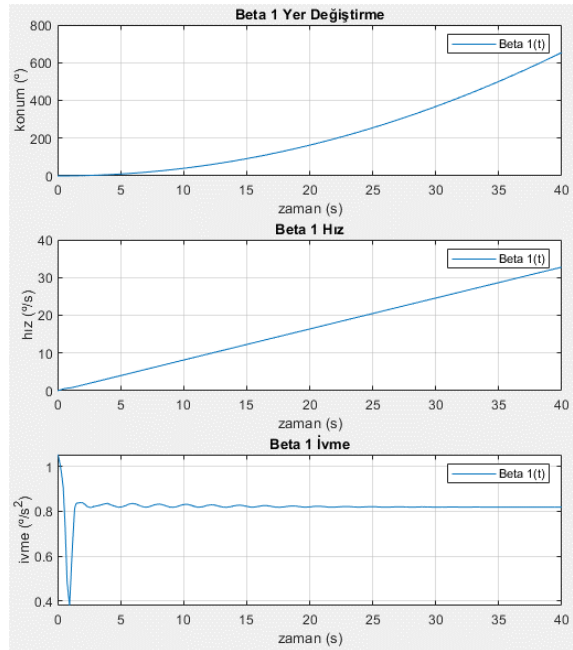
Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	1000
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1 ' in z Eksenine İle Yaptığı Açı	α (derece)	36
R_1 ' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s^2)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s^2)	30000
Halat Sönümleme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	11772
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	40000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

Bu incelemede 1000 kg'lık bir yük 40000 Nm moment ve 11772 N kuvvetle hareket ettirildiği durumda halat ivmesi ve beta 1, beta 2 beta 3 ivmelerinin değerleri gözlemlenmiş ve bu ivme değeri Senaryo 6 ve 9'dakilerle karşılaştırılmıştır (Tablo 4.12).

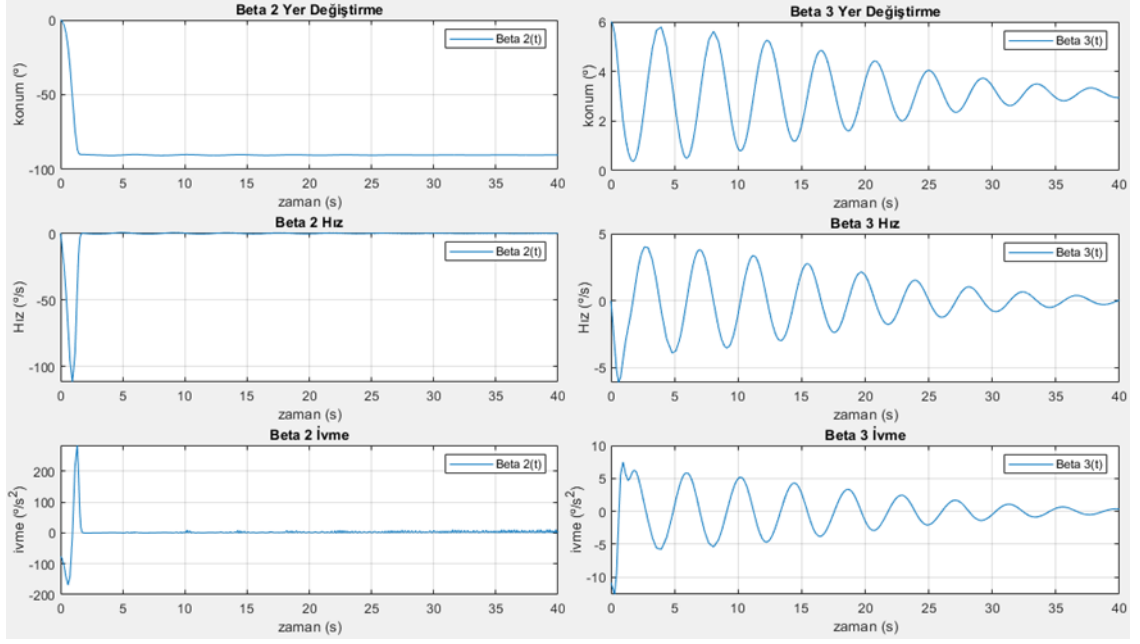
Şekil 4.45'te birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.46'da beta 1 grafikleri, Şekil 4.47'de beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.48'de ivme grafikleri gösterilmiştir.



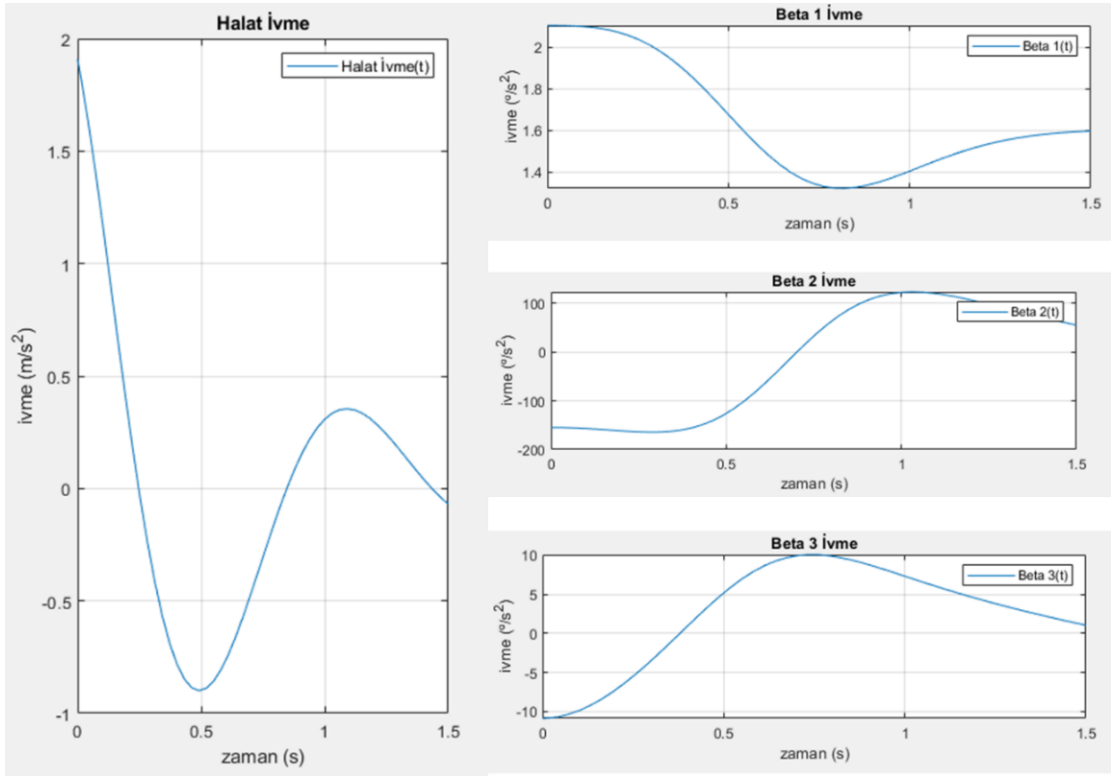
Şekil 4.45 On İkinci Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.46 On İkinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.47 On İkinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.48 On İkinci Senaryodaki İvme Grafikleri

Bu adımın son incelemesinde ise ortaya çıkan halat ivme değeri $1,81 \text{ m/s}^2$ 'dir. Bu değer de 9. Senaryo ile kıyaslandığında ivme değerinde hiçbir değişiklik olmadığı

görülmüştür. Tekrar yukardaki incelemeye benzer olarak beta 1 ve beta 3 ivmesi artmış beta 2 ivmesi bir miktar azalmıştır.

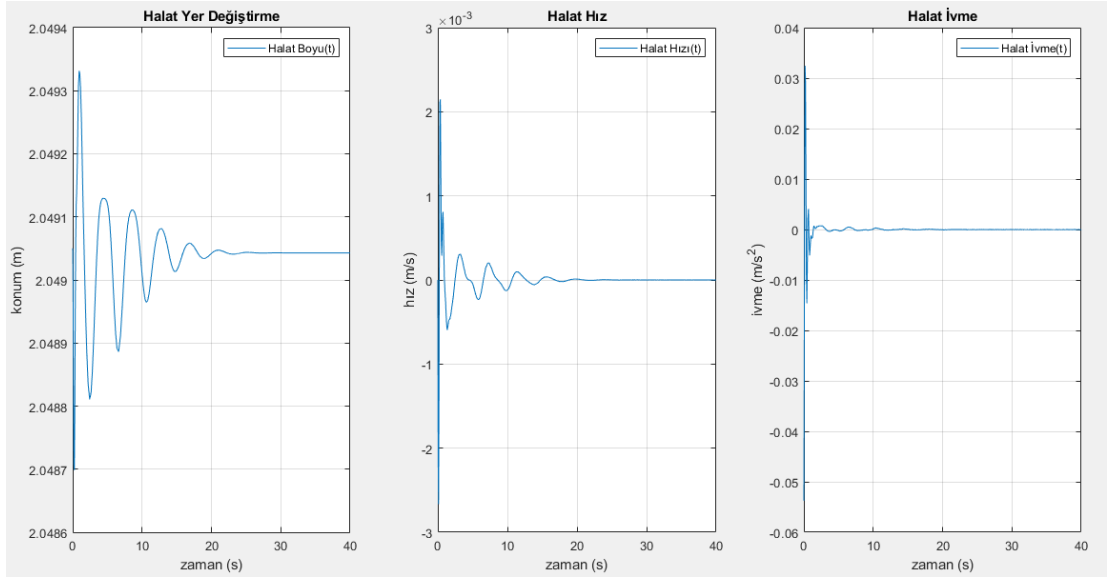
4.13 Senaryo 13

Bu kurguda Tablo 4.13’ de görüldüğü gibi 100000 N/m esneklik sabiti olan bir halatın ucunda asılı olan 500 kg’lık bir yükün 40000 Nm momentle bir vinç tarafından döndürüldüğü durumda halat boyu ve beta açılarında meydana gelen dinamik davranışlar ele alınmıştır. Bu incelemenin amacı halat esneklik sabitinin vinç modelinin dinamik davranışları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bunun için Senaryo 5 ile kıyaslama yapılmıştır.

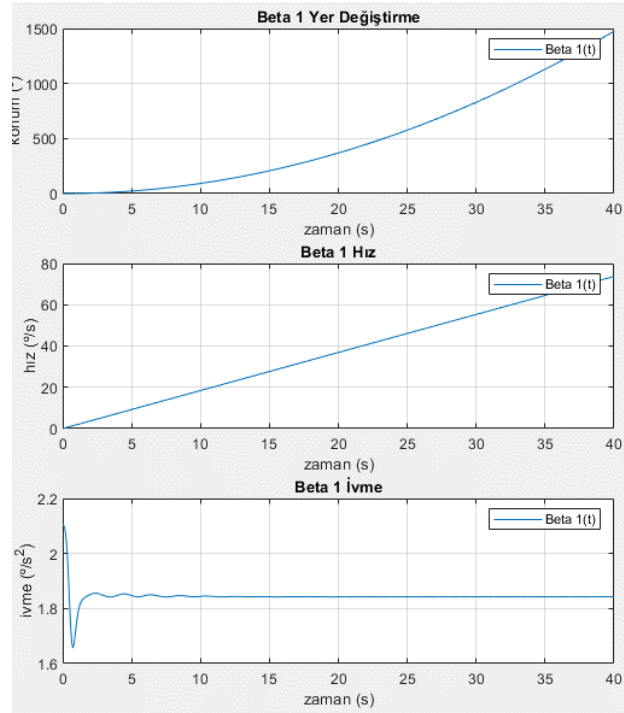
Tablo 4.13 On Üçüncü Senaryo İçin Girilen Değerler

Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	500
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1’ in z Eksenine İle Yaptığı Aç	α (derece)	36
R_1’ in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	100000
Halat Sönümlleme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	4905
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	40000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

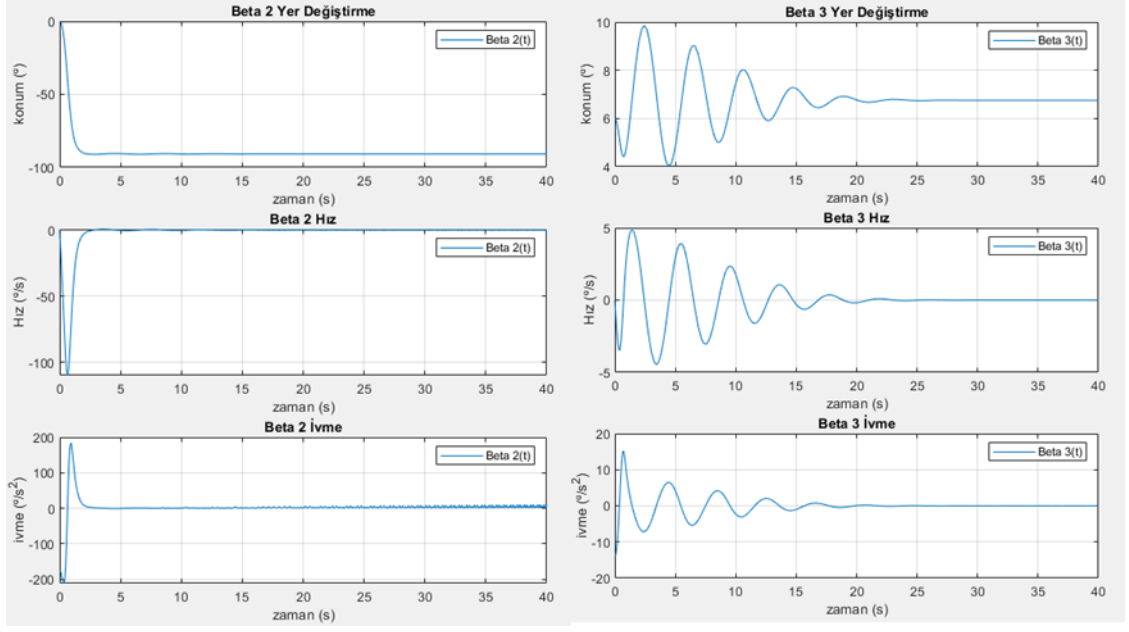
Şekil 4.49’da birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.50’de beta 1 grafikleri, Şekil 4.51’de beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.52’de ivme grafikleri gösterilmiştir.



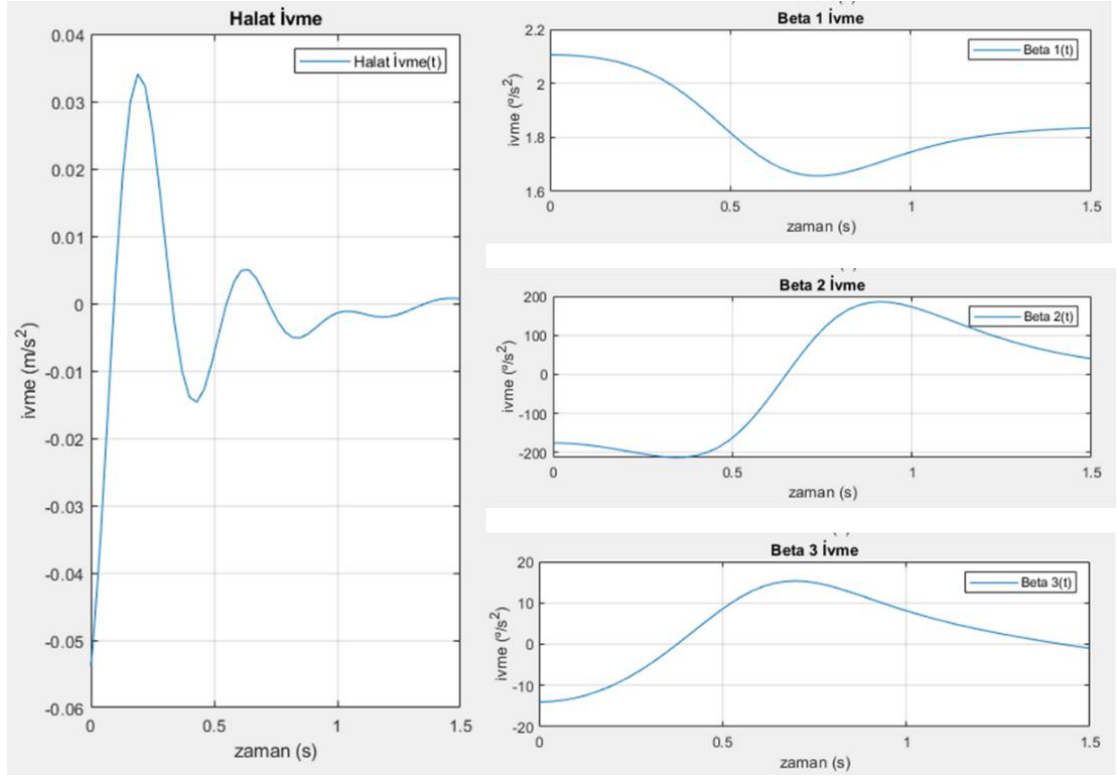
Şekil 4.49 On Üçüncü Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.50 On Üçüncü Senaryodaki Halat ve Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.51 On Üçüncü Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.52 On Üçüncü Senaryodaki İvme Grafikleri

Bu incelemede ortaya çıkan halat ivme değeri $0,034 \text{ m/s}^2$ 'dir. Çıkan sonuçlar Senaryo 5 ile kıyaslandığında halat ivmesi, beta 2 ve beta 3 ivme değerlerinde bir miktar artış gözlemlenmiştir. Beta 1 değerinde ise değişiklik görülmemiştir.

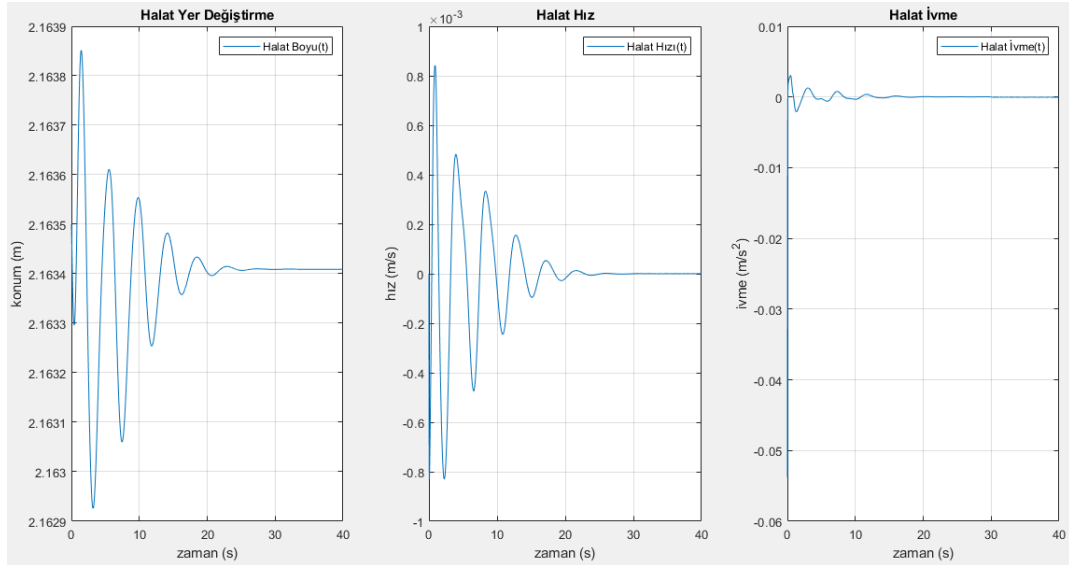
4.14 Senaryo 14

Bu senaryoda ise esneklik sabiti 10 kat arttırılıp dinamik davranışlar ve ivme değerlerinin değişimi gözlemlenmiştir (Tablo 4.14). Bu incelemenin amacı halat sönümlleme sabitinin vinç modelinin dinamik davranışları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bunun için de Senaryo 5 ile kıyaslama yapılmıştır.

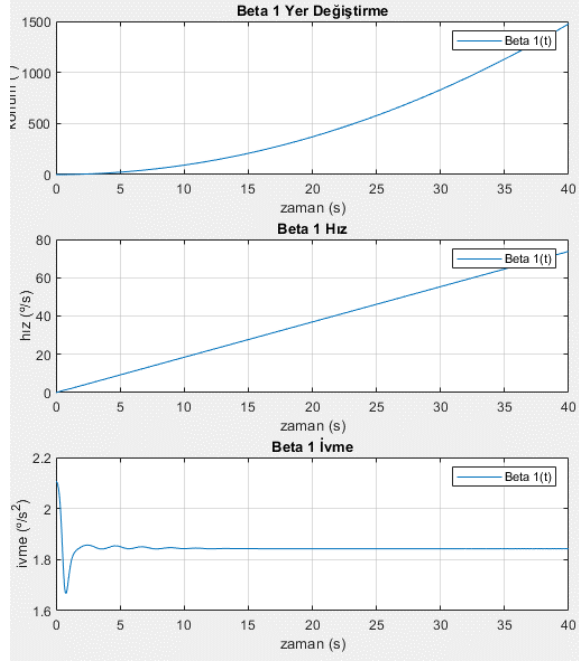
Tablo 4.14 On Dördüncü Senaryo İçin Girilen Değerler

Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	500
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Açısı	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	30000
Halat Sönümlleme Sabiti	c (kg/s)	30000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	4905
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	40000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

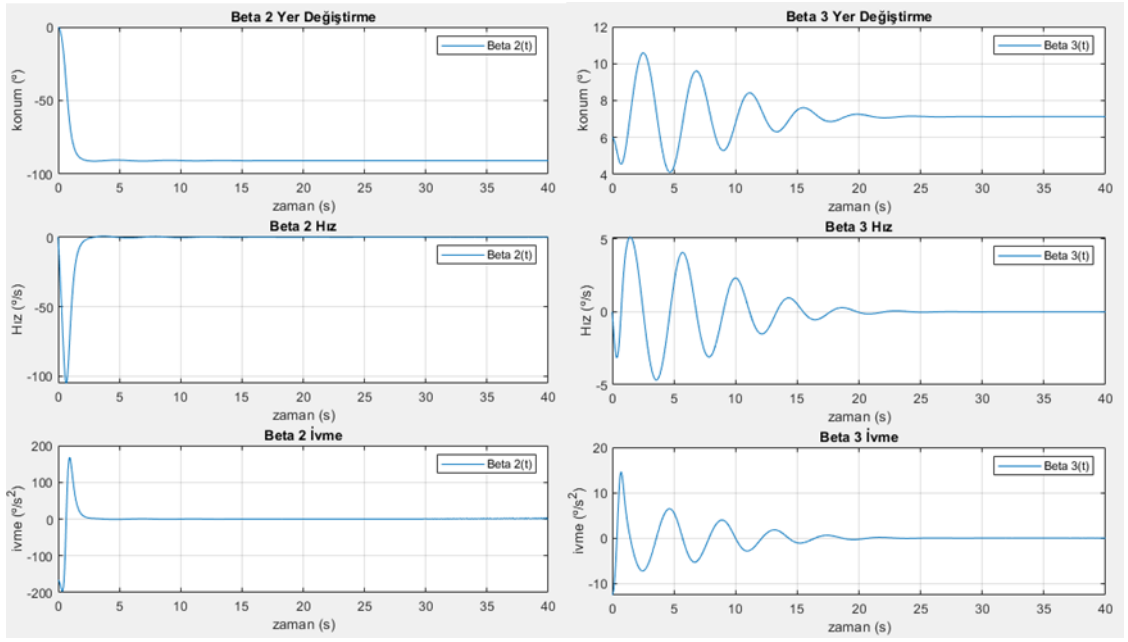
Şekil 4.53'te birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.54'te beta 1 grafikleri, Şekil 4.55'te beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.56'da ivme grafikleri gösterilmiştir.



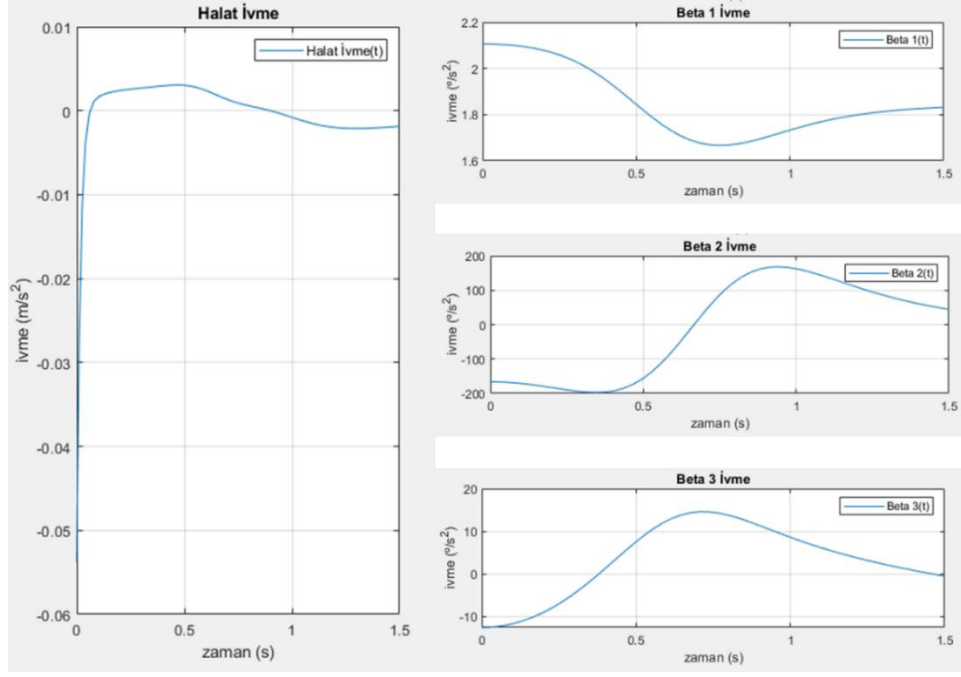
Şekil 4.53 On Dördüncü Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.54 On Dördüncü Senaryodaki Halat ve Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.55 On Dördüncü Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.56 On Dördüncü Senaryodaki İvme Grafikleri

Bu incelemede ortaya çıkan halat ivme değeri $0,004 \text{ m/s}^2$ 'dir. Çıkan sonuçlar tekrar senaryo 5 ile kıyaslandığında halat ivmesinin azaldığı gözlemlenirken, beta 1 ve beta 3 değerinde değişiklik olmadığı görülmüş ve beta 2 değerinde ise bir miktar artma gözlemlenmiştir.

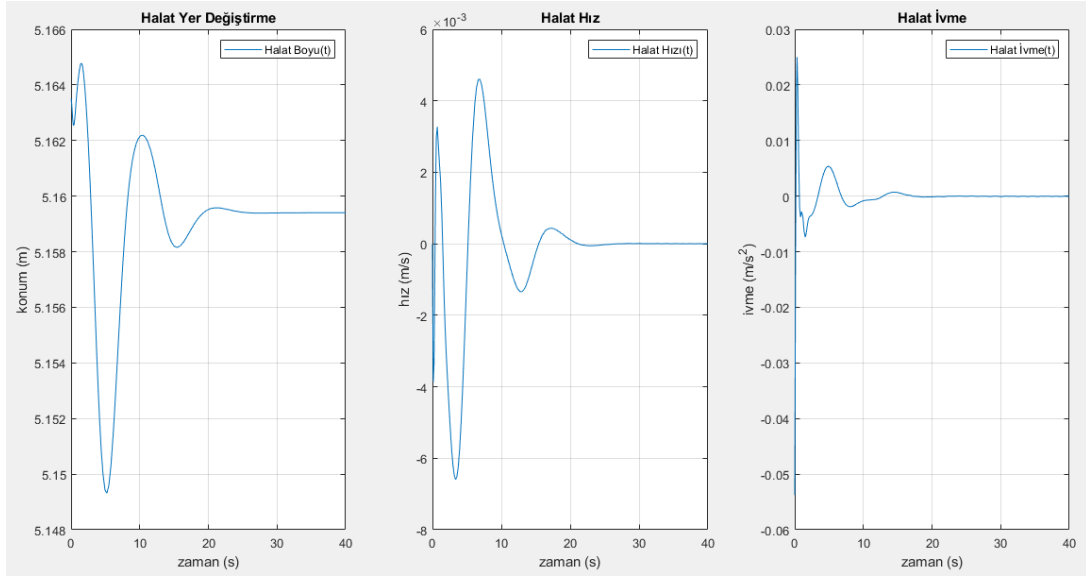
4.15 Senaryo 15

Tablo 4.15 On Beşinci Senaryo İçin Girilen Değerler

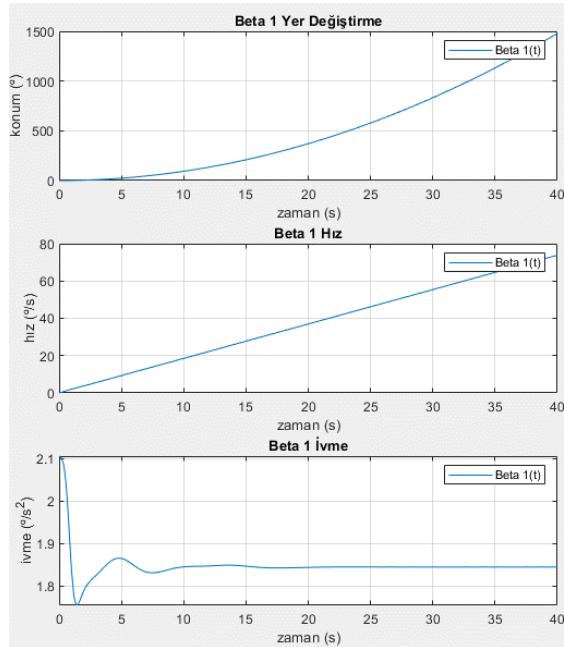
Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	500
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Açısı	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s^2)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s^2)	30000
Halat Sönümlenme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	4905
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	40000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	5

Bu senaryoda Tablo 4.15'te görüldüğü gibi halat boyu 5 m'ye çıkartılmış ve uzunluğun dinamik faktör ve ivmelenmeye etkisi incelenmiştir. Bunun için de Senaryo 5 ile kıyaslama yapılmıştır.

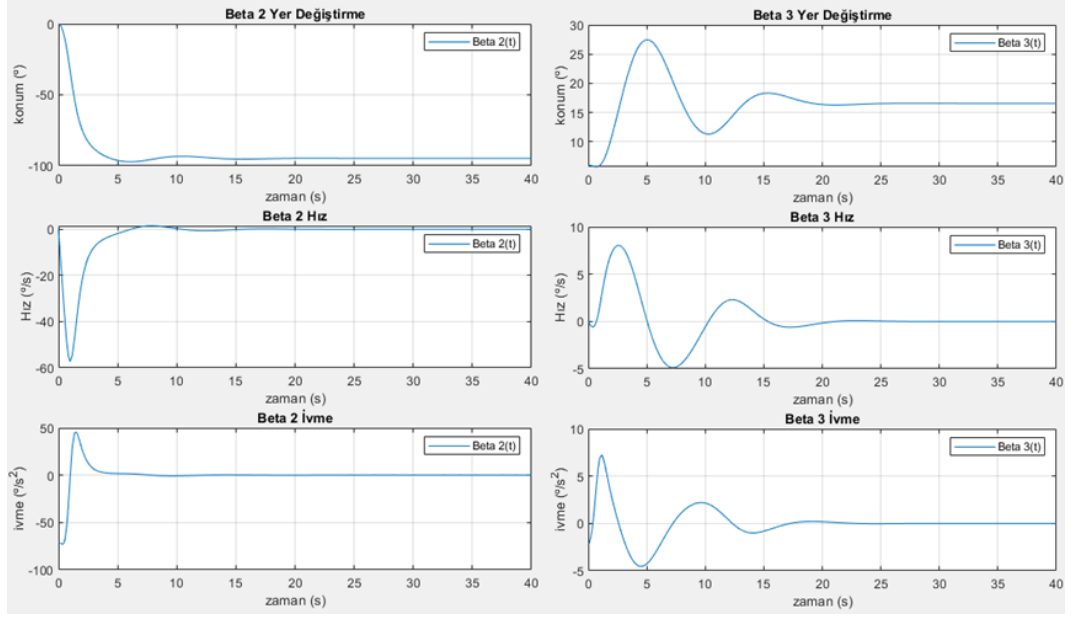
Şekil 4.57'de birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.58'de beta 1 grafikleri, Şekil 4.59'da beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.60'ta ivme grafikleri gösterilmiştir.



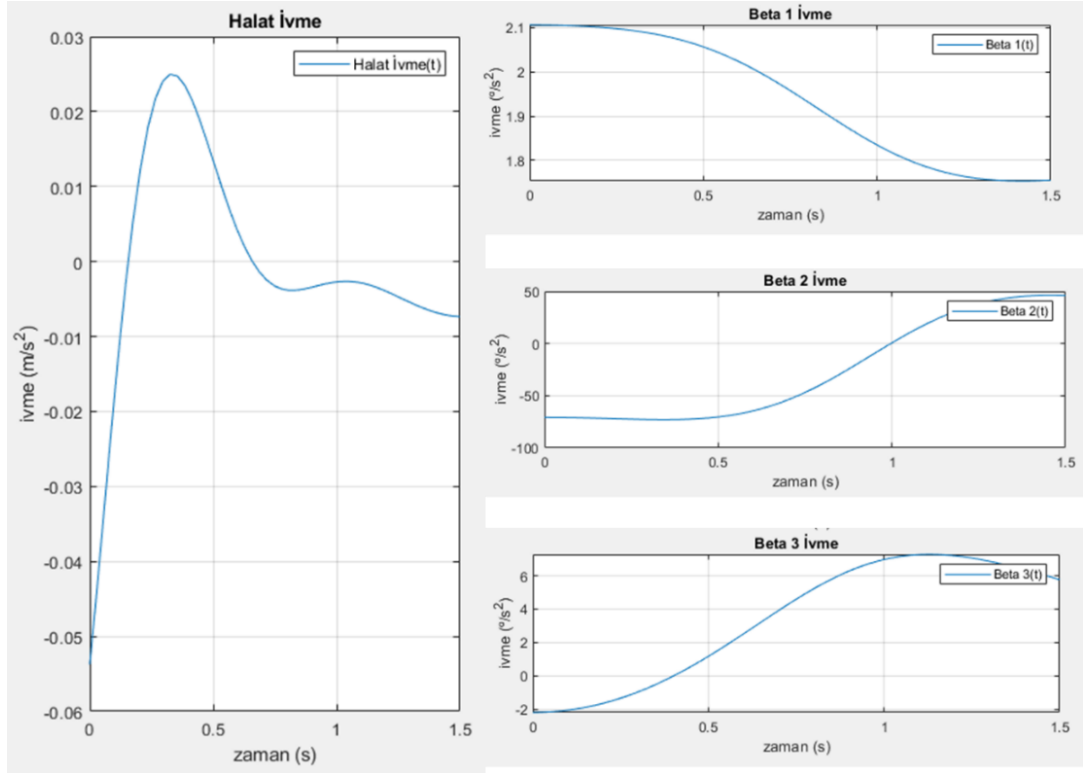
Şekil 4.57 On Beşinci Senaryodaki Halat ve Grafikleri



Şekil 4.58 On Beşinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.59 On Beşinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.60 On Beşinci Senaryodaki İvme Grafikleri

Bu incelemede ortaya çıkan halat ivme değeri $0,025 \text{ m/s}^2$ dir. Çıkan sonuçlar tekrar Senaryo 5 ile kıyaslandığında halat ivmesinin çok az bir miktar azaldığı

gözlemlenirken, beta 2 ve beta 3 ivmelerinin azaldığı, beta 1 ivmesinin de değişmediği gözlemlenmiştir.

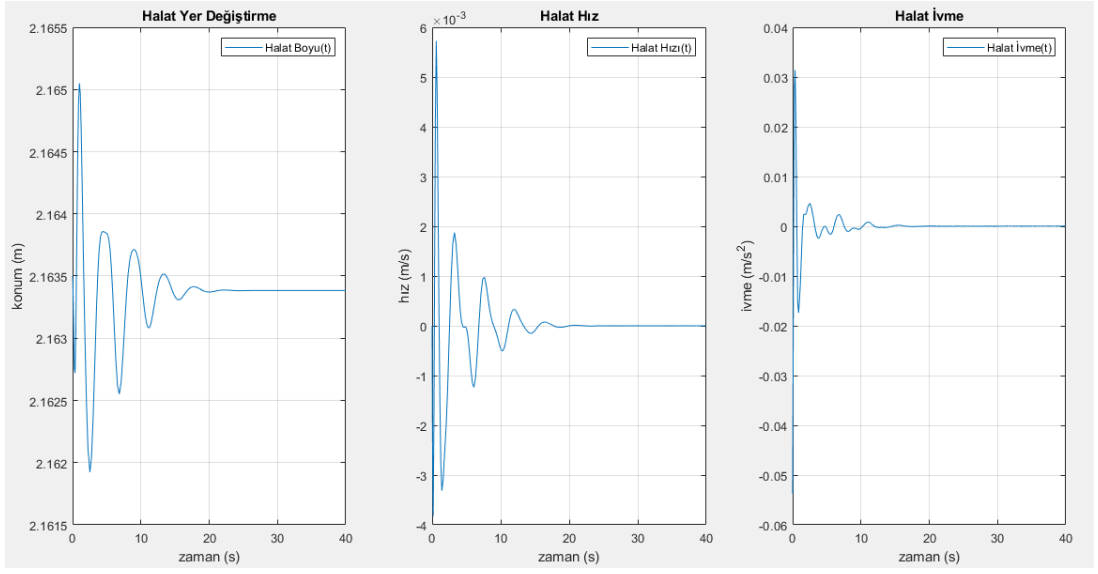
4.16 Senaryo 16

Bu kurgu ise Tablo 4.16’da belirtildiği gibi taşıyıcı kol kütlelerinin ivmelenme ve dinamik faktöre etkisinin gözlemlenmesi için yapılmıştır. Bu incelemenin amacı halat sönümlleme sabitinin vinç modelinin dinamik davranışları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bunun için de Senaryo 5 ile kıyaslama yapılmıştır.

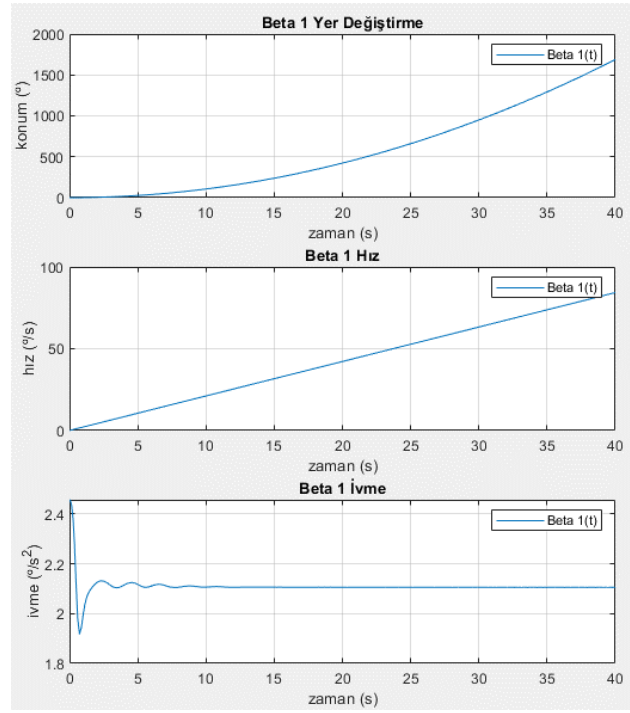
Tablo 4.16 On Altıncı Senaryo İçin Girilen Değerler

Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	500
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3000
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1’ in z Eksenine İle Yaptığı Açısı	α (derece)	36
R_1’ in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	30000
Halat Sönümlleme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	4905
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	40000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

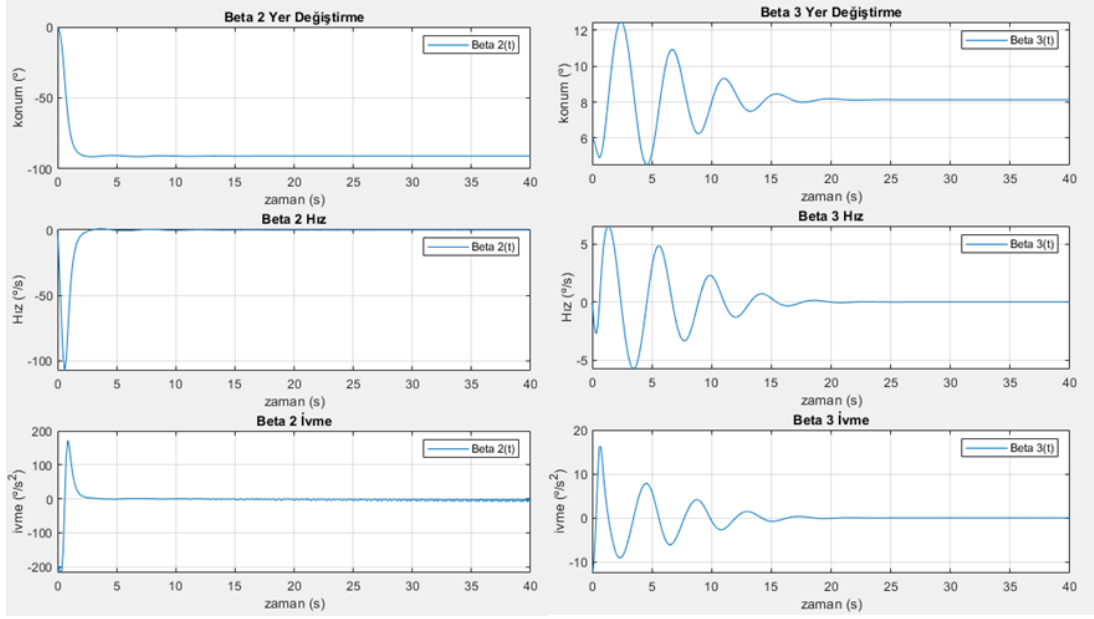
Şekil 4.61’de birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.62’de beta 1 grafikleri, Şekil 4.63’te beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.64’te ivme grafikleri gösterilmiştir.



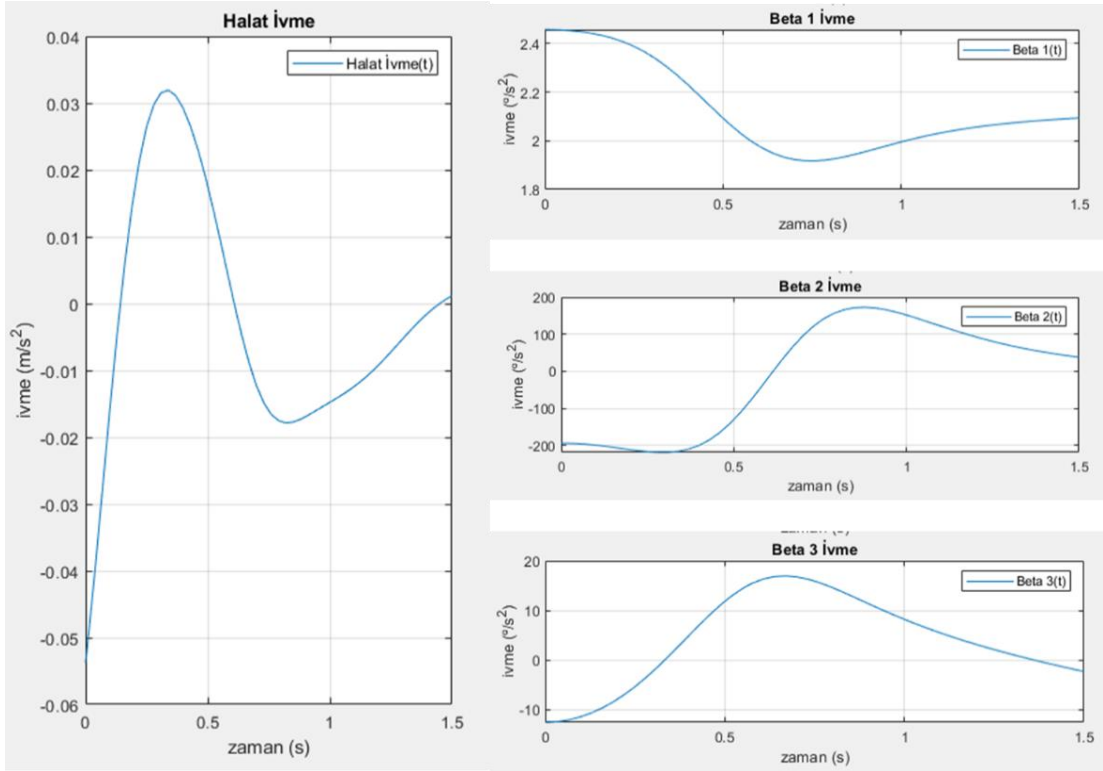
Şekil 4.61 On Altıncı Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.62 On Altıncı Senaryodaki Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.63 On Altıncı Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.64 On Altıncı Senaryodaki İvme Grafikleri

Bu incelemede ortaya çıkan halat ivme değeri tekrar $1,9 \text{ m/s}^2$ 'dir. Çıkan sonuçlar tekrar Senaryo 11 ile kıyaslandığında halat ivmesinin, beta 1, beta 2 ve beta 3 ivmelerinin değerlerinde değişiklik olmadığı görülmüştür.

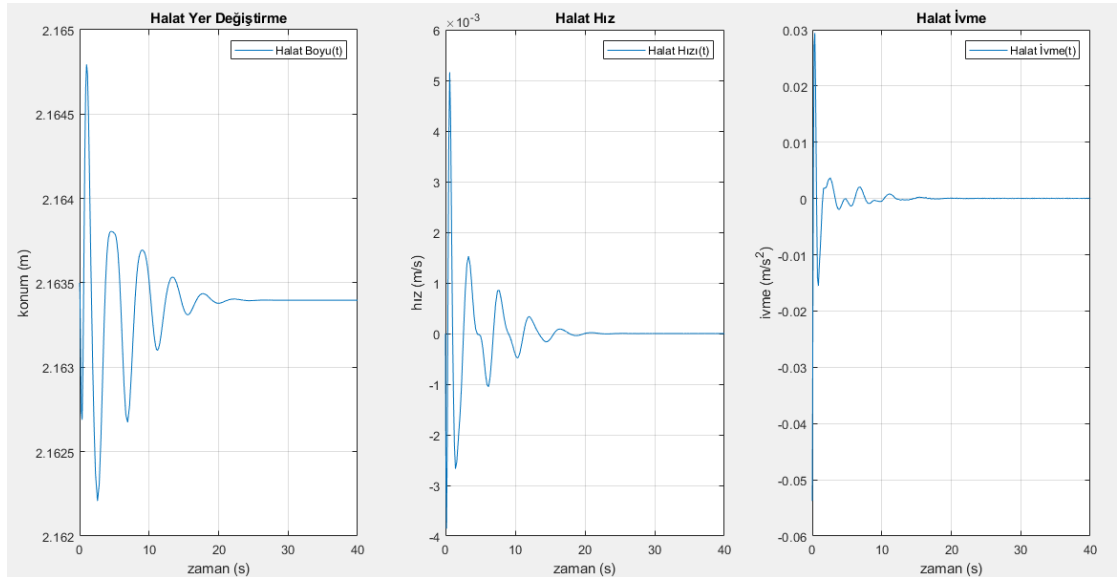
4.17 Senaryo 17

Bu kurgu da benzer bir şekilde taşıyıcı kol kütlelerinin etkisi için yapılmıştır. Bunun için de Senaryo 16 ve Senaryo 5 ile kıyaslama yapılmıştır (Tablo 4.17).

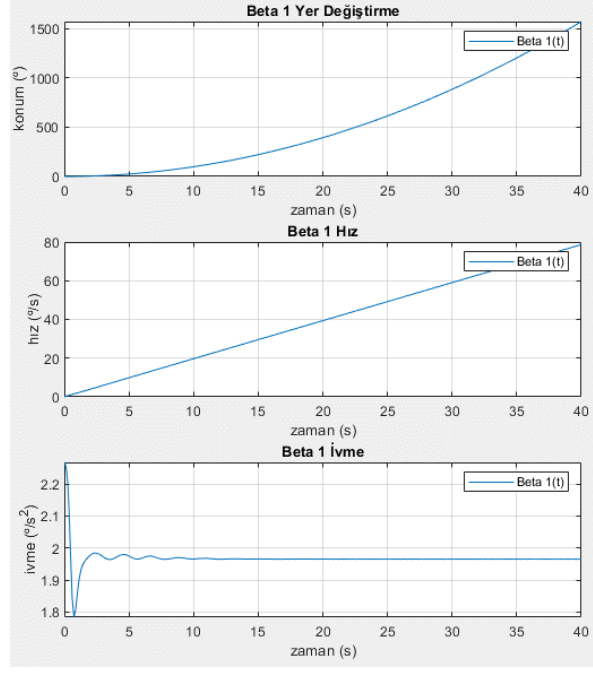
Tablo 4.17 On Yedinci Senaryo İçin Girilen Değerler

Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	500
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3250
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Aç	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	30000
Halat Sönümlenme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	4905
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	40000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

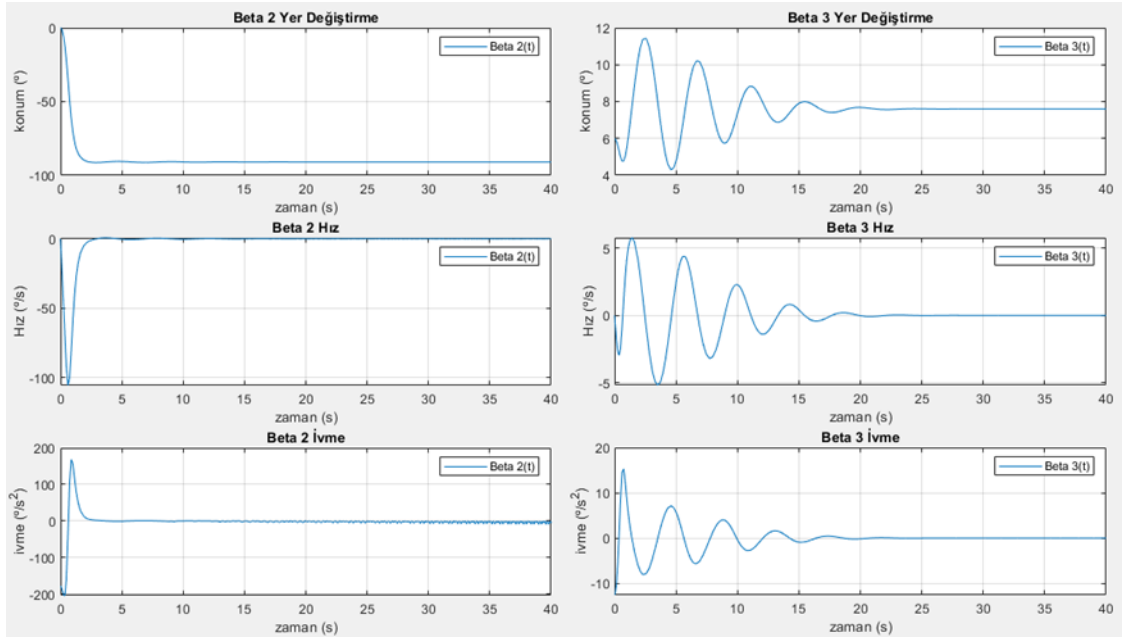
Şekil 4.65'te birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.66'da beta 1 grafikleri, Şekil 4.67'de beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.68'de ivme grafikleri gösterilmiştir.



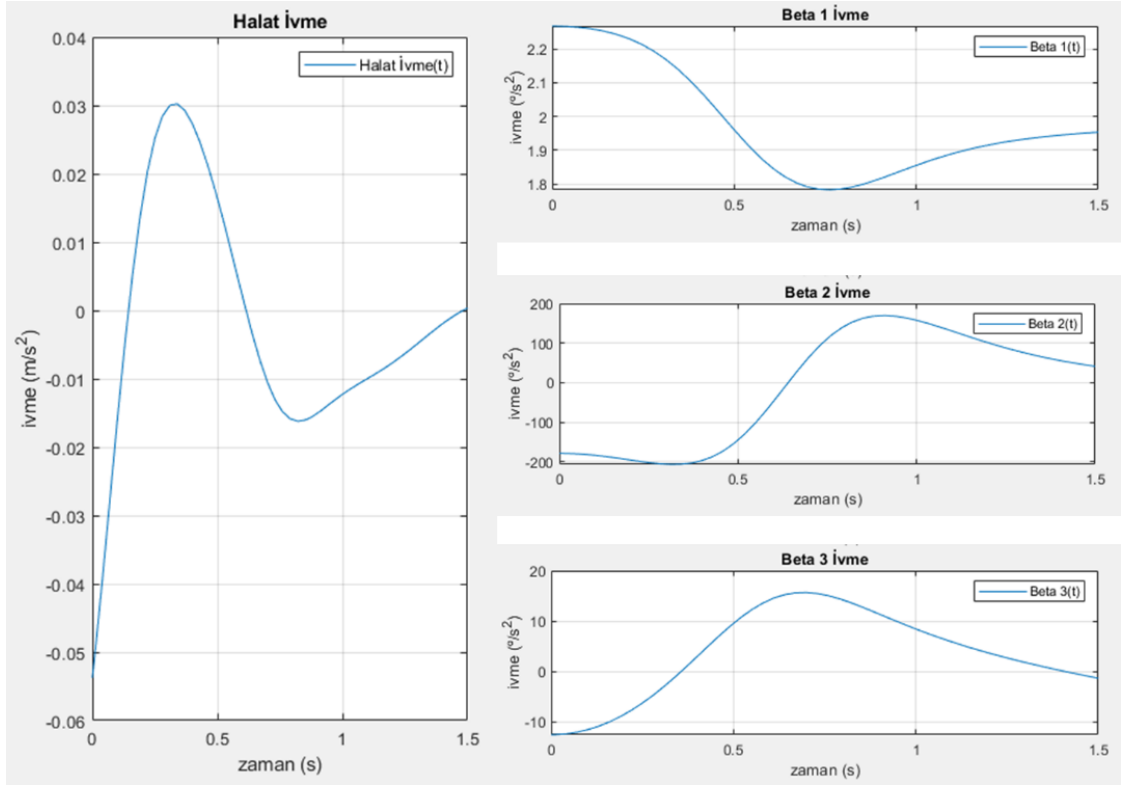
Şekil 4.65 On Yedinci Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.66 On Yedinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.67 On Yedinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.68 On Yedinci Senaryodaki İvme Grafikleri

Senaryo 16 ve 17 ortak olarak değerlendirilirse halat ivmesinin $0,3 \text{ m/s}^2$ olduğu görülmüştür. Bom kol kütlesi azaltılırsa halat ivmesi, beta 1 ve beta 2 ivmelerinin çok etkilenmediği görülürken beta 3 ivmesinin arttığı gözlemlenmiştir.

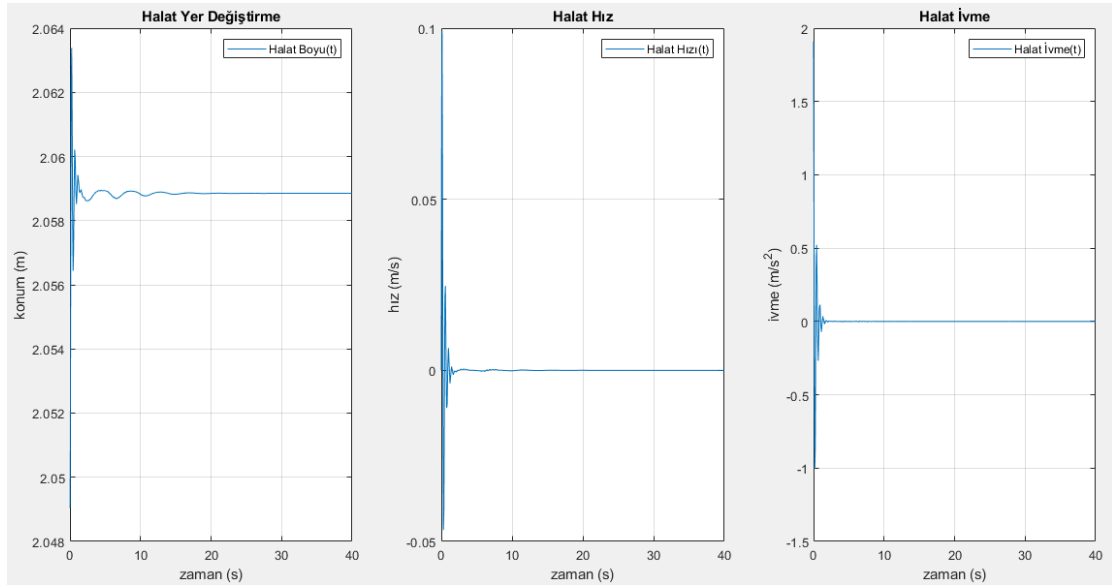
4.18 Senaryo 18

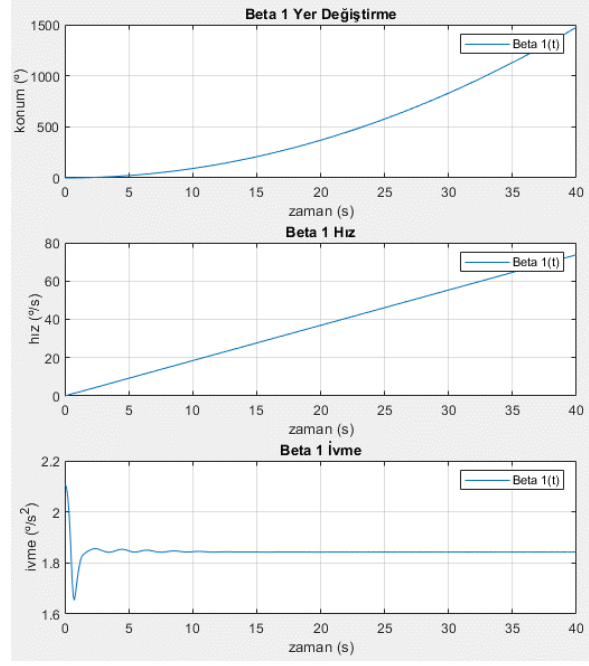
Bu kurguda 100000 N/m esneklik sabiti olan bir halatın ucunda asılı olan 500 kg'lık bir yükün 40000 Nm momentle bir vinç tarafından 5886 N kuvvetle hareket ettirildiği durumda halat boyu ve beta açıları meydana gelen dinamik davranışlar ele alınmıştır (Tablo 4.18). Bu incelemenin amacı halat esneklik sabitinin yük kaldırma sırasında vinç modelinin dinamik davranışları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bunun için Senaryo 11 ve 13 ile kıyaslama yapılmıştır.

Tablo 4.18 On Sekizinci Senaryo İçin Girilen Değerler

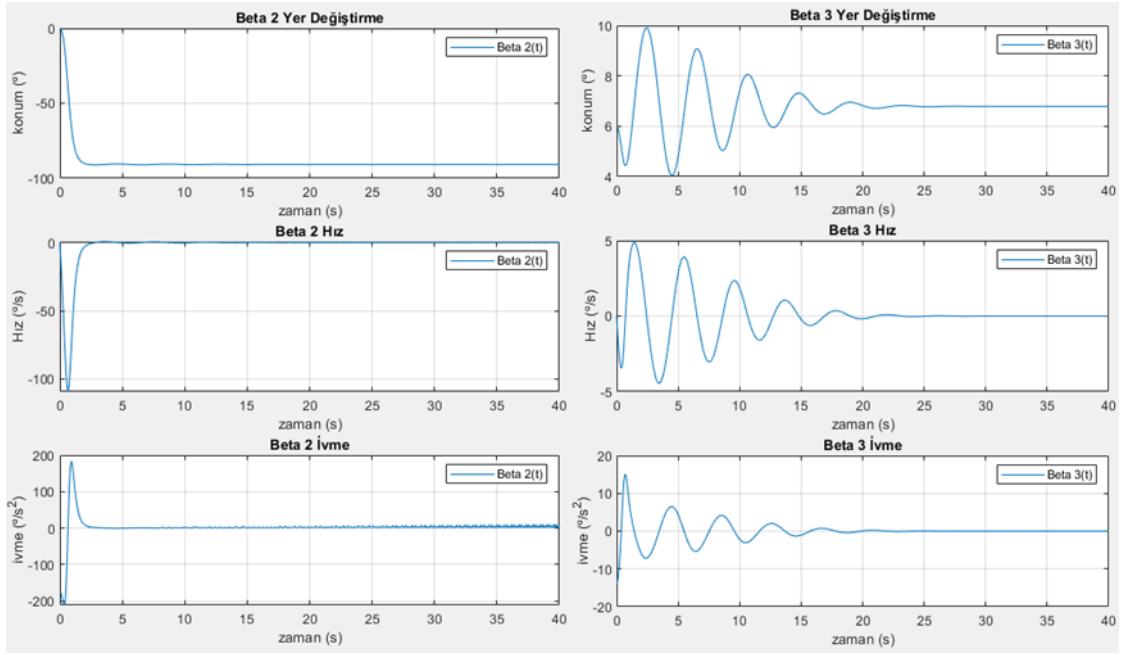
Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	500
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Aç	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	100000
Halat Sönümleme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	4905
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	40000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

Şekil 4.69'da birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.70'te beta 1 grafikleri, Şekil 4.71'de beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.72'de ivme grafikleri gösterilmiştir.

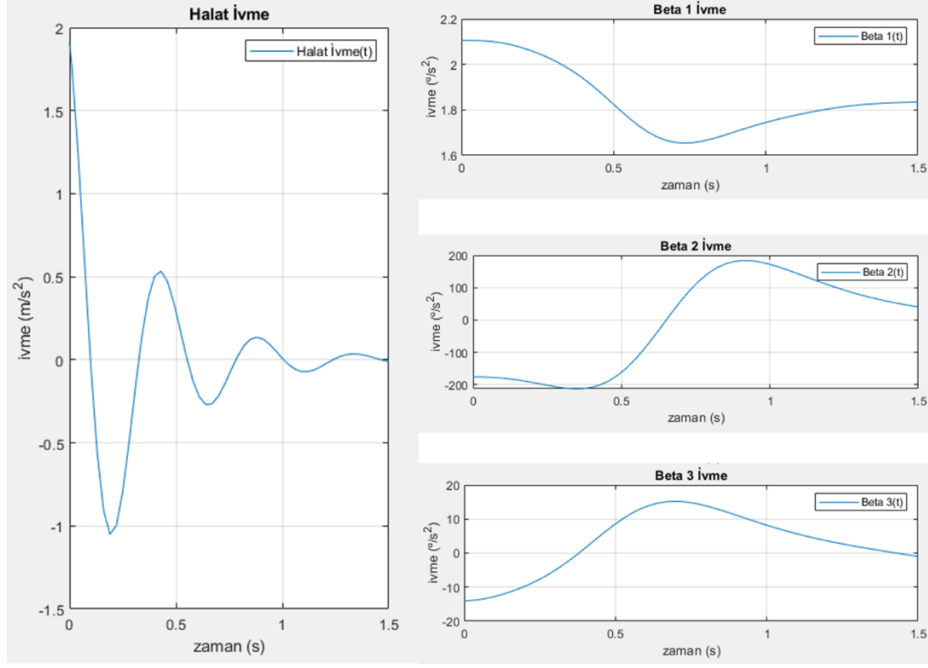
**Şekil 4.69** On Sekizinci Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.70 On Sekizinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.71 On Sekizinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.72 On Sekizinci Senaryodaki İvme Grafikleri

Halat esneklik sabitinin arttırıldığı durumda ve yük kaldırma anında ortaya çıkan halat ivmesinin değeri $1,9 \text{ m/s}^2$ 'dir. Senaryo 11'e bakıldığında bu değer değişmemiştir. Ancak beta 2 ve beta 3 değerinde çok az bir miktar artış gözlemlenmiştir. Beta 1 değerinde ise değişiklik görülmemiştir.

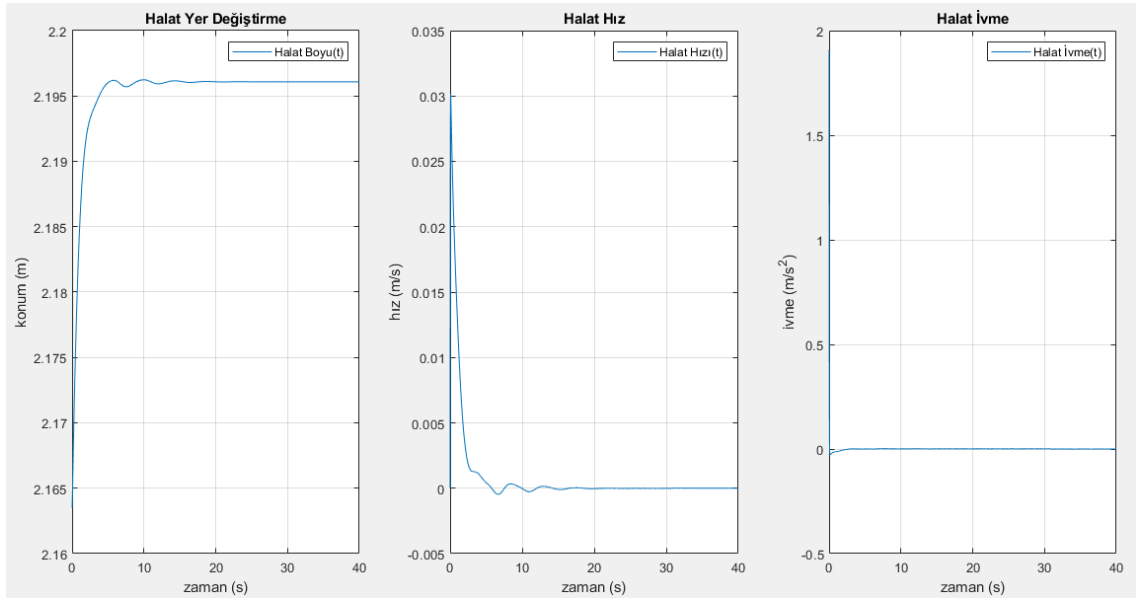
4.19 Senaryo 19

Tablo 4.19 On Dokuzuncu Senaryo İçin Girilen Değerler

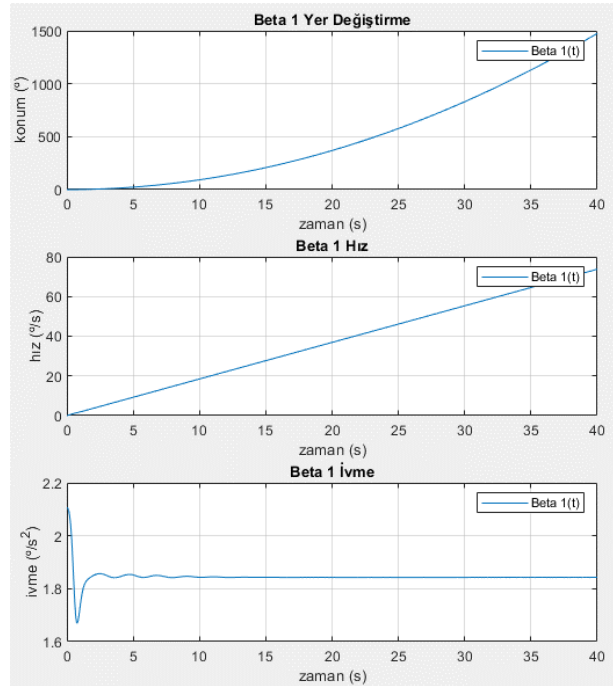
Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	500
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Açı	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s^2)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s^2)	30000
Halat Sönümleme Sabiti	c (kg/s)	30000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	5886
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	40000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

Bu senaryoda ise sönümleme sabitinin 10 kat arttırıldığı Senaryo 14'e benzer koşullarda Tablo 4.19'daki değerlerle inceleme yapılmıştır. Ancak bu sefer yük kaldırma sırasında dinamik faktör ve ivmelenme gözlemlenmiştir.

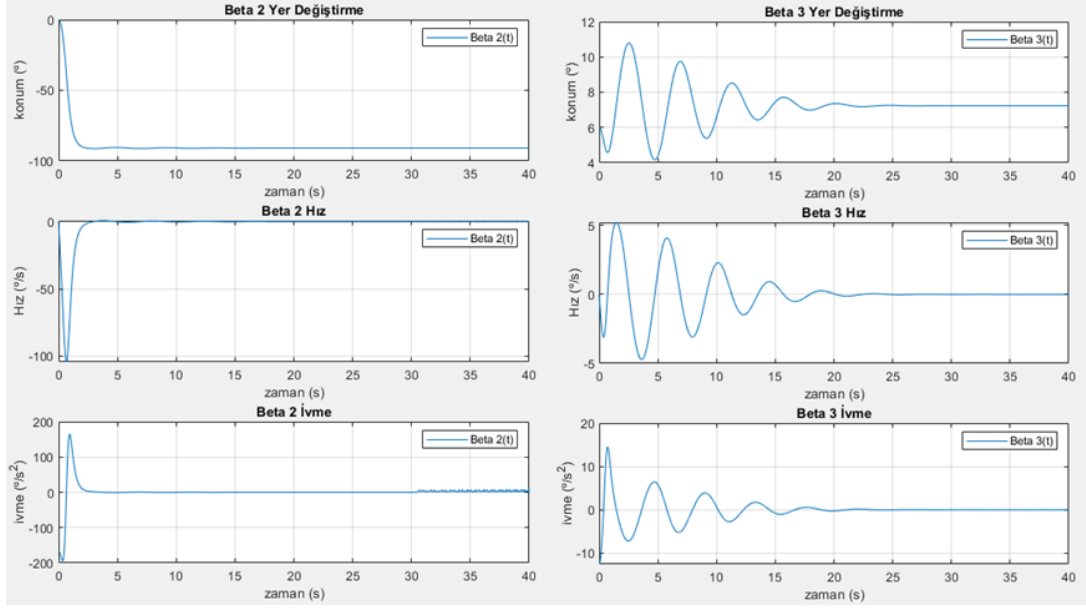
Şekil 4.73'te birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.74'te beta 1 grafikleri, Şekil 4.75'te beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.76'da ivme grafikleri gösterilmiştir.



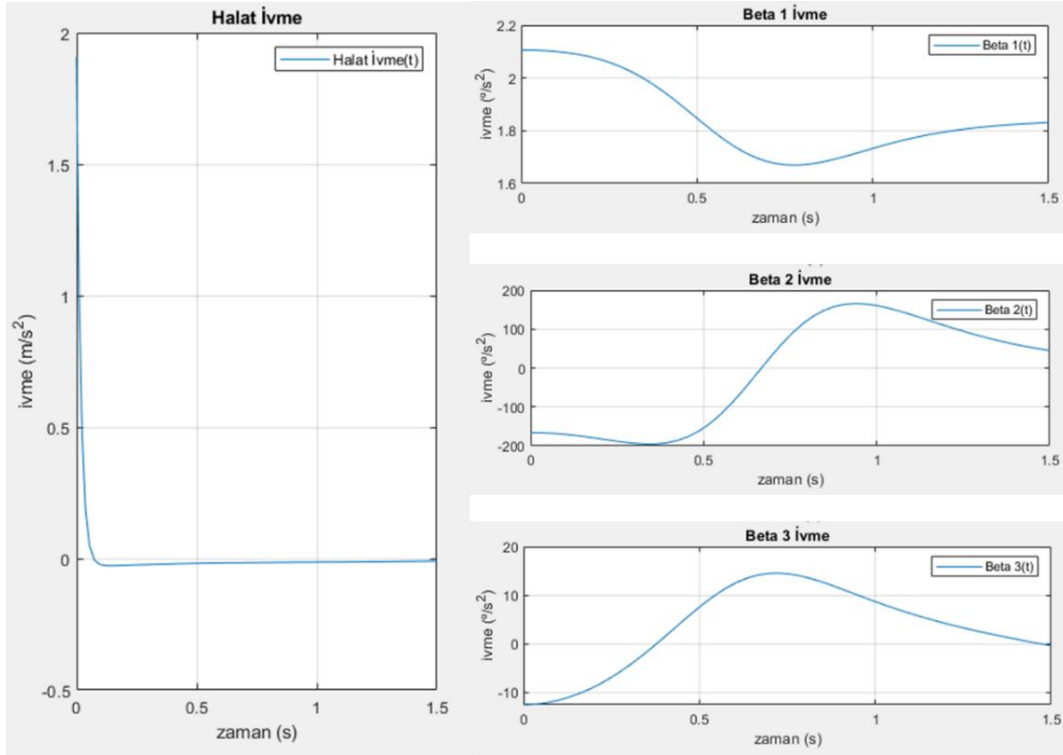
Şekil 4.73 On Dokuzuncu Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.74 On Dokuzuncu Senaryodaki Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.75 On Dokuzuncu Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.76 On Dokuzuncu Senaryodaki İvme Grafikleri

Halat sönümlleme sabitinin arttırıldığı durumda ve yük kaldırma anında ortaya çıkan halat ivmesinin değeri tekrar $1,9 \text{ m/s}^2$ 'dir. Senaryo 11'e bakıldığında bu değerle birlikte beta 1, beta 2 ve beta 3 değerlerinin değişmedikleri gözlemlenmiştir.

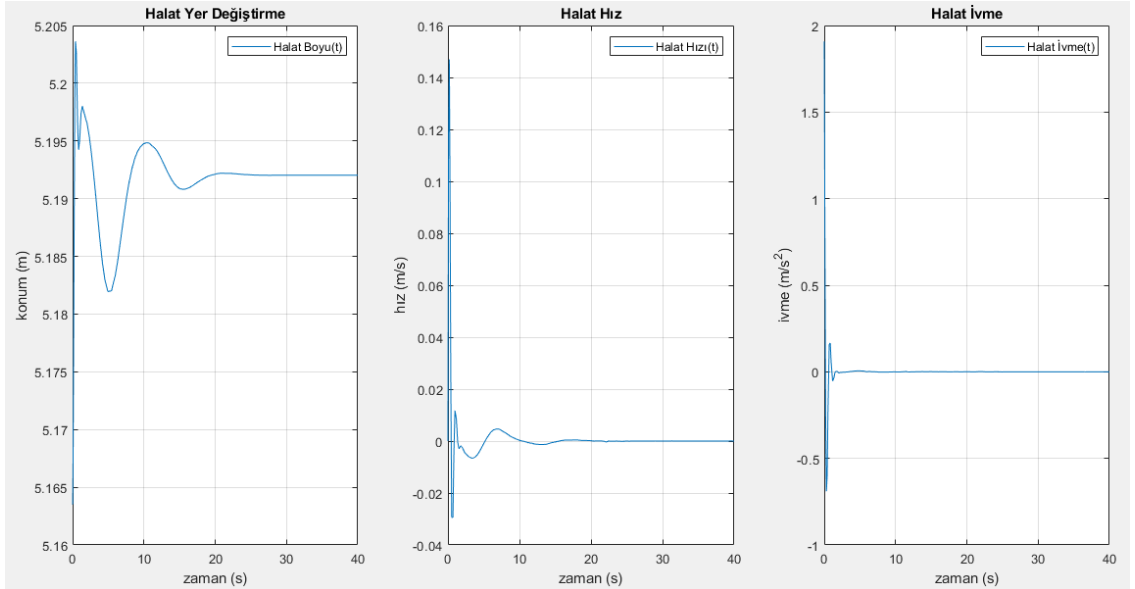
4.20 Senaryo 20

Bu koşulda ise halat uzunluğu 5 m' ye çıkarıldığında yükü kaldırma sırasında oluşan ivme değerleri incelenmiştir (Tablo 4.20).

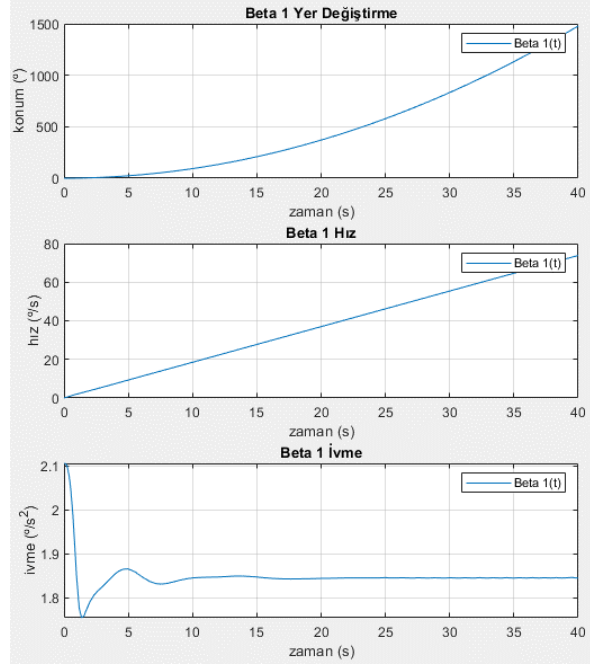
Tablo 4.20 Yirminci Senaryo İçin Girilen Değerler

Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	500
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Açı	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	30000
Halat Sönümlenme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	5886
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	40000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	5

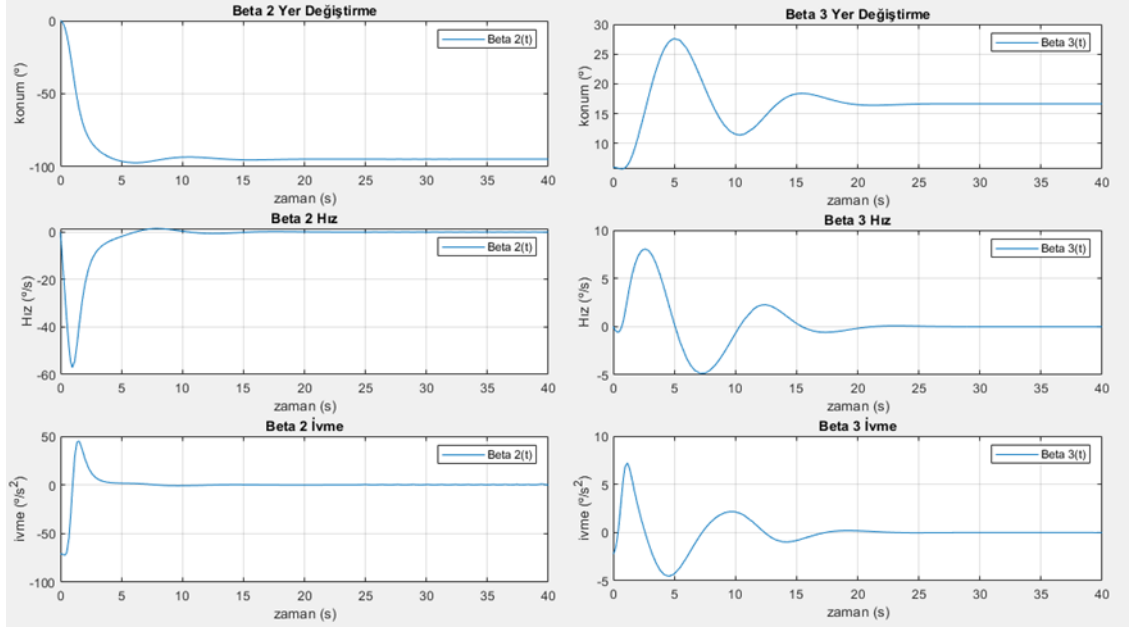
Şekil 4.77'de birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.78'de beta 1 grafikleri, Şekil 4.79'da beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.80'de ivme grafikleri gösterilmiştir.



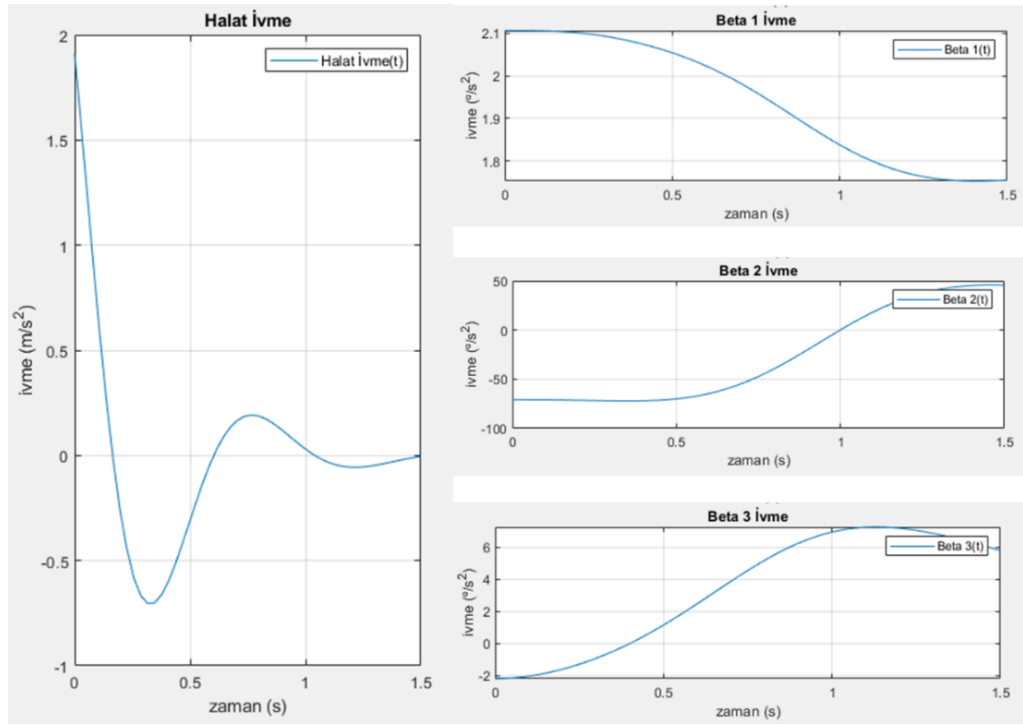
Şekil 4.77 Yirminci Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.78 Yirminci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.79 Yirminci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.80 Yirminci Senaryodaki İvme Grafikleri

Bu incelemede ortaya çıkan halat ivme değeri $1,9 \text{ m/s}^2$ 'dir. Çıkan sonuçlar tekrar Senaryo 11 ile kıyaslandığında halat ivmesinin ve beta 1 ivmesinin değişmediği gözlemlenirken, beta 2 ve beta 3 ivmelerinin azaldığı görülmüştür.

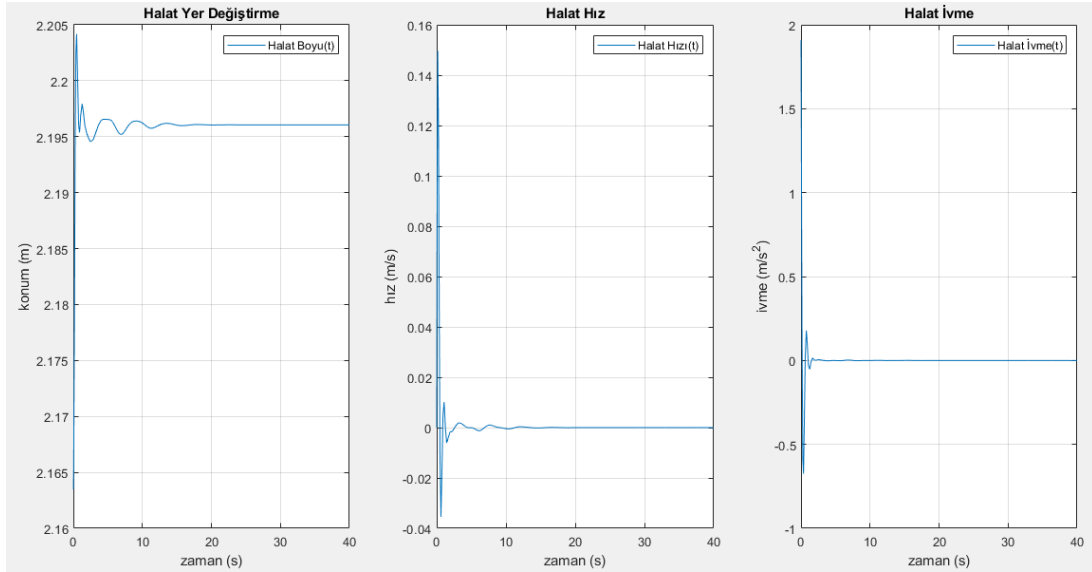
4.21 Senaryo 21

Tablo 4.21 Yirmi Birinci Senaryo İçin Girilen Değerler

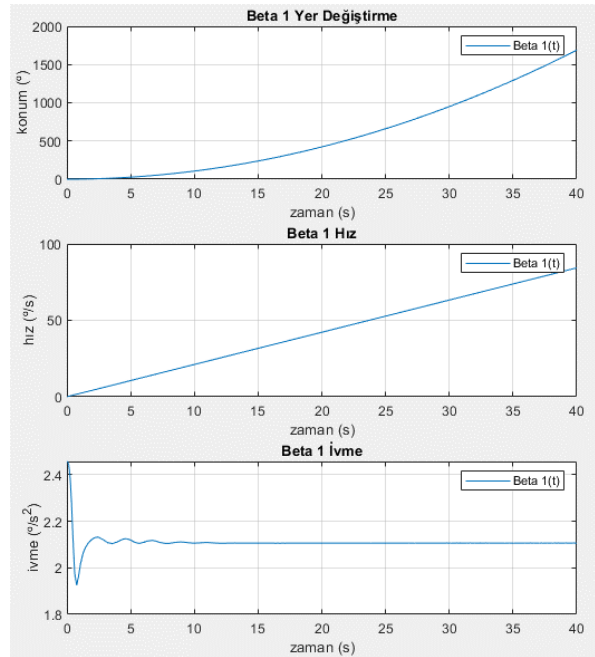
Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	500
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3000
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Açısı	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s^2)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s^2)	30000
Halat Sönümlenme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	5886
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	40000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

Bu kez bom kol kütlesinin 3000 kg olduğu durumda ve yük kaldırma esnasında halat, beta 1, beta 2, beta 3 ivmelerindeki değişiklikler ve dinamik faktör Tablo 4.21'deki değerlerle incelenmiştir. Senaryo 20 ve 22 incelenerek kıyaslama yapılmıştır.

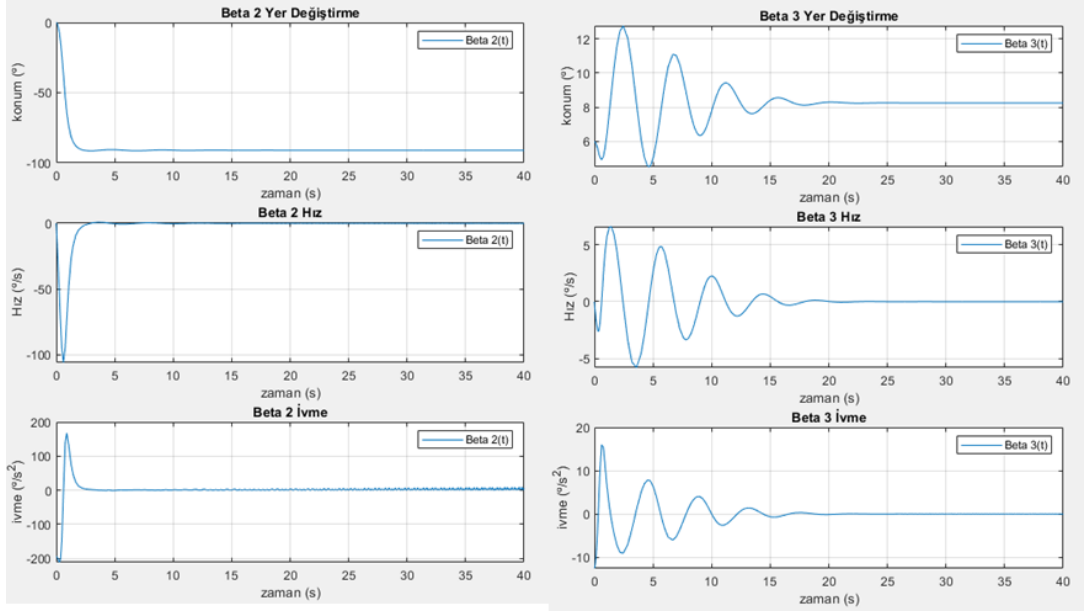
Şekil 4.81'de birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.82'de beta 1 grafikleri, Şekil 4.83'te beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.84'te ivme grafikleri gösterilmiştir.



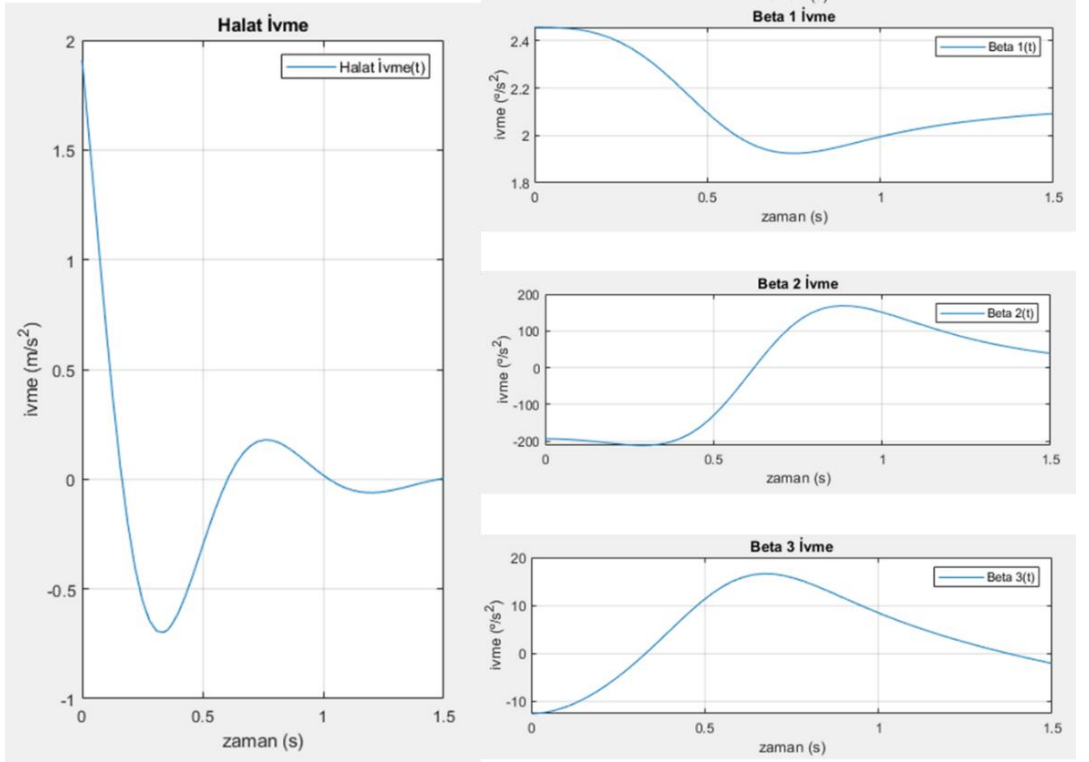
Şekil 4.81 Yirmi Birinci Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.82 Yirmi Birinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.83 Yirmi Birinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.84 Yirmi Birinci Senaryodaki İvme Grafikleri

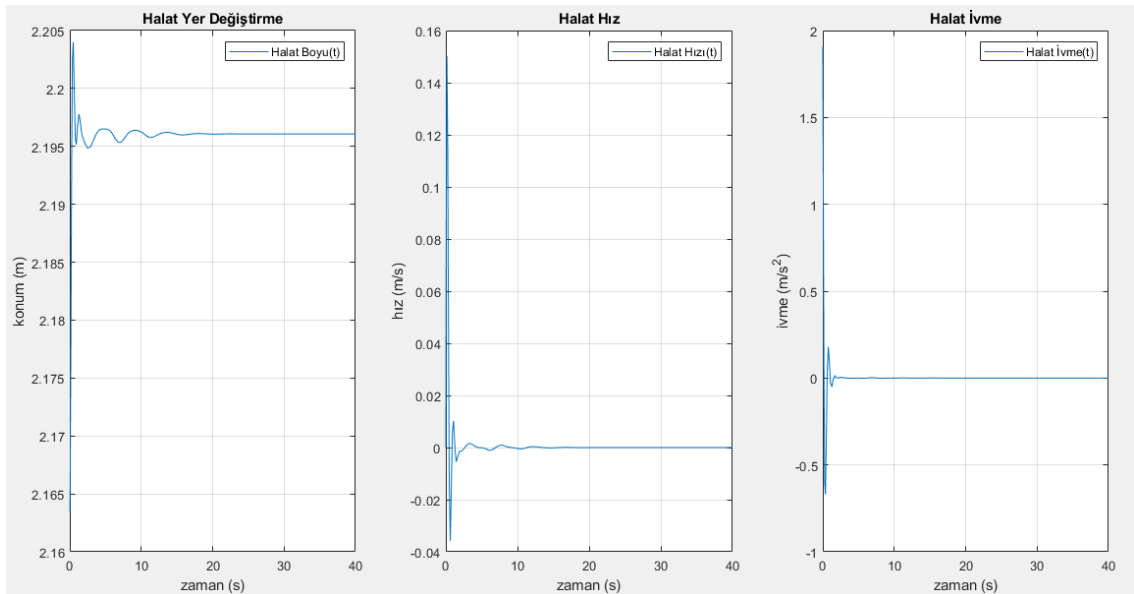
4.22 Senaryo 22

Aynı kütle Senaryo 21'e benzer olarak bu kez 3250 kg ağırlığındaki bir taşıyıcı kol kütlesi tarafından hareket ettirildiği sırada oluşan ivmelenmeler ve dinamik faktör irdelenmiştir (Tablo 4.22).

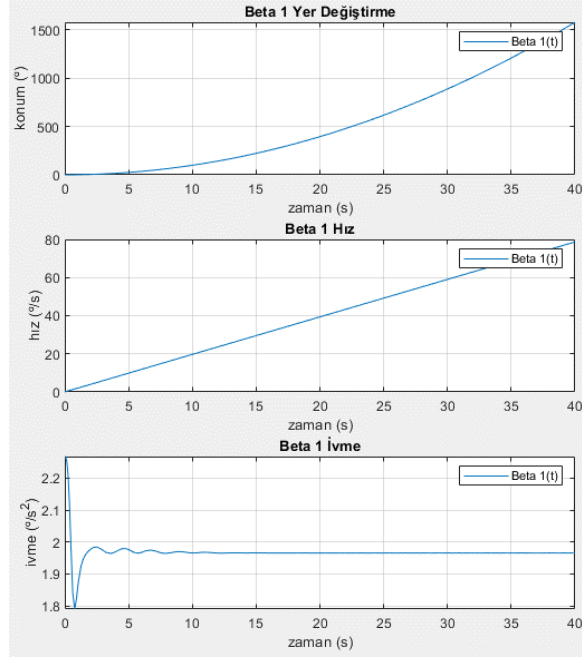
Tablo 4.22 Yirmi İkinci Senaryo İçin Girilen Değerler

Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	500
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3250
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Aç	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	30000
Halat Sönümlenme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	5886
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	40000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

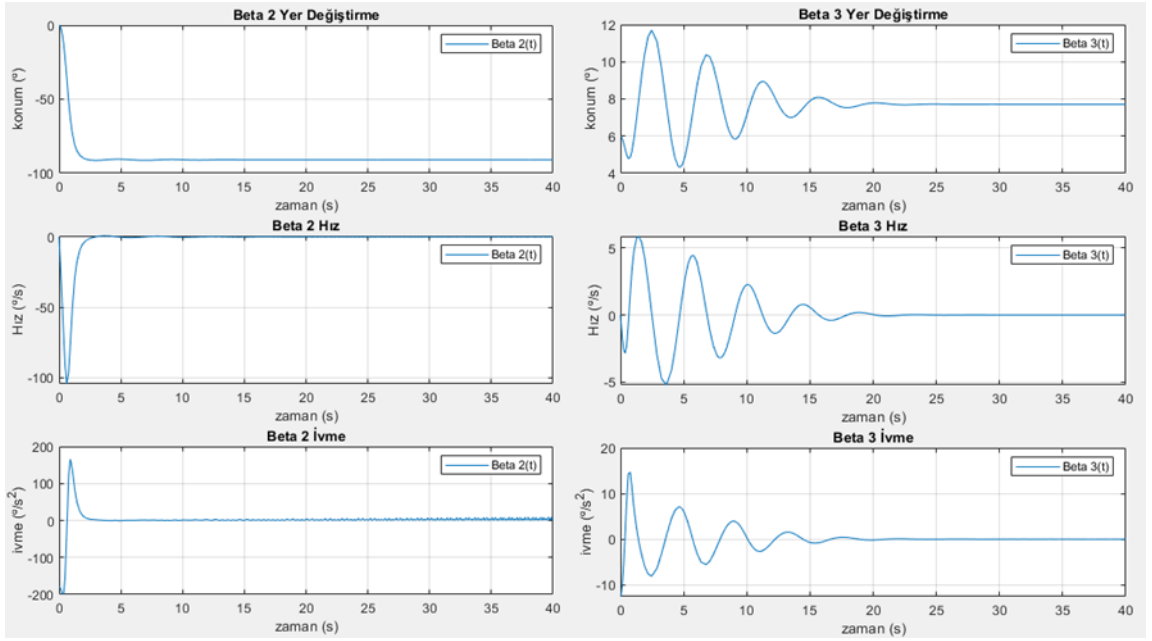
Şekil 4.85'te birinci senaryodaki halat grafikleri, Şekil 4.86'da beta 1 grafikleri, Şekil 4.87'de beta 2 ve Beta 3 grafikleri, Şekil 4.88'de ivme grafikleri gösterilmiştir.



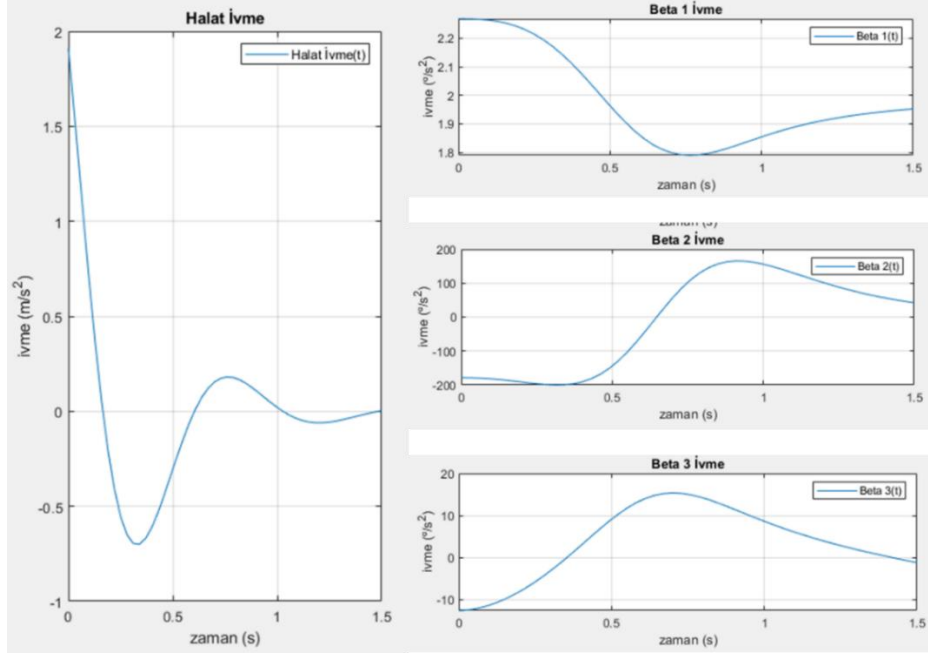
Şekil 4.85 Yirmi İkinci Senaryodaki Halat Grafikleri



Şekil 4.86 Yirmi İkinci Senaryodaki Beta 1 Grafikleri



Şekil 4.87 Yirmi İkinci Senaryodaki Beta 2 ve Beta 3 Grafikleri



Şekil 4.88 Yirmi İkinci Senaryodaki İvme Grafikleri

Senaryo 21 ve 22 ortak olarak değerlendirilirse halat ivmesinin diğer incelemelerdeki gibi $1,9 \text{ m/s}^2$ olduğu görülmüştür. Beta 1 ve beta 3 ivmesinin bir miktar arttığı gözlemlenirken, beta 2 ivmesinin değişmediği belirlenmiştir.

- 250 kg'lık bir yükün kademeli olarak artan kuvvetle kaldırılması

Daha önceki senaryolarda 250 kg'lık yükün denge durumu için ve 3433,5 N(350 Kg) kuvvet ile kaldırıldığı durumlar incelenmişti ancak bundan sonraki 3 senaryoda aynı yükün kademeli olarak artan bir kuvvet değeri ile kaldırıldığı durumlarda ortaya çıkan ivme değerleri araştırılmıştır. O halde kuvvetin kademeli olarak artmasıyla oluşan ivme sonuçlarını görmek için uygulanan kuvvet değerleri şu şekildedir:

- 250 - 275 - 300 - 325 - 350 kg'dır. Yani bu yüke;
- 2433,5 - 2697,75 - 2943 - 3188,25 - 3433,5 N kuvvet değerleri uygulanarak sistemin doğru kurgulandığı gözlemlenmiştir. Bu araştırmaların sonuçları Senaryo 1 – 23 – 24 – 25 – 7 de gösterilmiştir.

4.23 Senaryo 23

Bu kurguda yüke Tablo 4.23'te gösterildiği gibi 2697,5 N uygulanmıştır.

Tablo 4.23 Yirmi Üçüncü Senaryo İçin Girilen Değerler

Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	250
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Açısı	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	30000
Halat Sönümlenme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	2697,75
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	20000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

4.24 Senaryo 24

Bu kurguda ise Tablo 4.24'te belirtildiği gibi 2943 N uygulanmıştır.

Tablo 4.24 Yirmi Dördüncü Senaryo İçin Girilen Değerler

Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	250
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Açısı	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	30000
Halat Sönümlenme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	2943
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	20000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

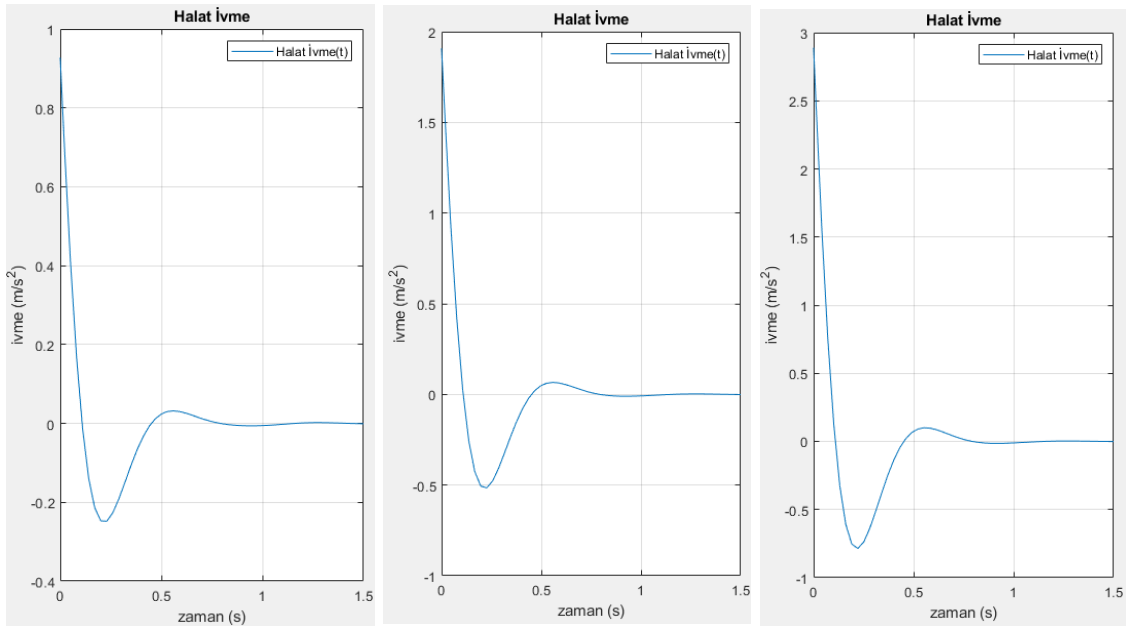
4.25 Senaryo 25

Bu senaryoda ise 3188,25 N uygulanmıştır (Tablo 4.25).

Tablo 4.25 Yirmi Beşinci Senaryo İçin Girilen Değerler

Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	250
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Aç	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	30000
Halat Sönümlenme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	3188,25
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	20000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

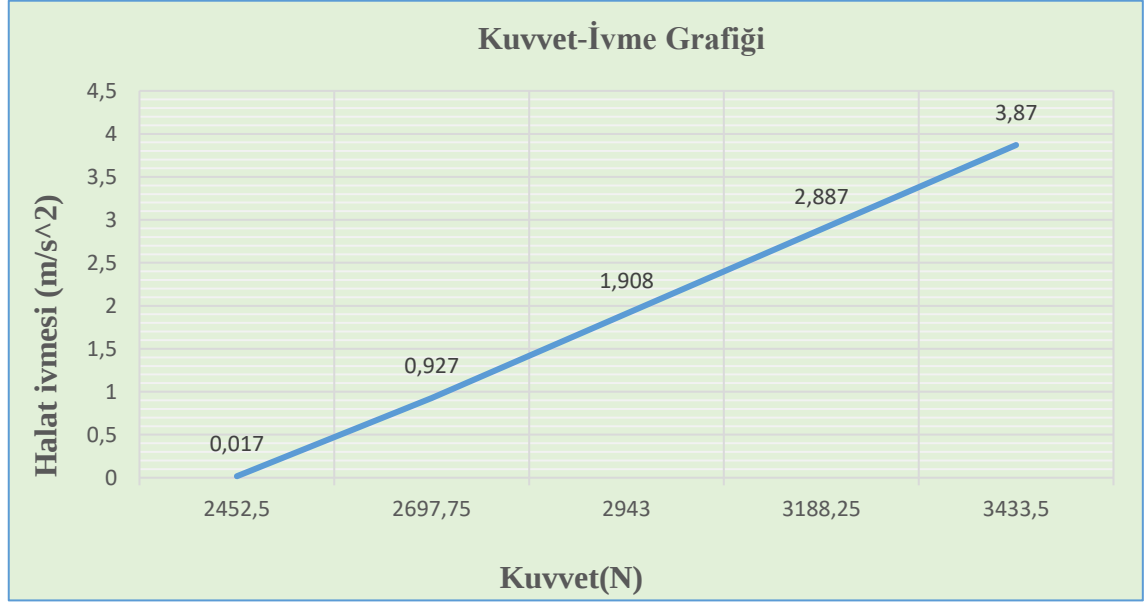
Şekil 4.89'da yirmi üç, yirmi dört ve yirmi beşinci senaryolar sonucunda ortaya çıkan ivme grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 4.89 Yirmi Üç, Yirmi Dört, Yirmi Beşinci Senaryolardaki İvme Grafikleri

Şekil 4.90'da bir, yirmi üç, yirmi dört, yirmi beş ve yedinci senaryolar için kuvvetin

kademeli arttırılmasıyla oluşturulan Kuvvet-İvme Grafiği gösterilmiştir.



Şekil 4.90 Kuvvetin Kademeli Arttırılmasıyla Oluşturulan Kuvvet-İvme Grafiği

Bu senaryoların sonuçlarına göre 250 kg'lık yükü kaldıran kuvvetin kademeli olarak arttırıldığı durumlarda halat üzerinde oluşan ivmenin de doğrusal olarak arttığı gözlemlenmiştir.

- 500 kg'lık yükün kademeli olarak artan kuvvetle kaldırılması

Daha önceki senaryolarda 500 kg'lık yükün denge durumu için ve 5886 N (600 Kg) kuvvet ile kaldırıldığı durumlar incelenmişti ancak bundan sonraki 3 senaryoda aynı yükün kademeli olarak artan bir kuvvet değeri ile kaldırıldığı durumlarda ortaya çıkan ivme değerleri araştırılmıştır. O halde kuvvetin kademeli olarak artmasıyla oluşan ivme sonuçlarını görmek için uygulanan kuvvet değerleri şu şekildedir:

- 500 - 525 - 550 - 575 - 600 kg'dır. Yani bu yüke;
- 4905 – 5150,25 - 5395,5 – 5640,75 – 5886 N kuvvet değerleri uygulanarak sistemin doğru kurgulandığı gözlemlenmiştir. Bu araştırmaların sonuçları Senaryo 5 – 26 – 27 – 28 – 11 de gösterilmiştir.

4.26 Senaryo 26

Bu kurguda yüke Tablo 4.26'da belirtildiği gibi 5150,25 N uygulanmıştır.

Tablo 4.26 Yirmi Altıncı Senaryo İçin Girilen Değerler

Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	500
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Aç	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	30000
Halat Sönümlleme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	5150,25
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	40000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

4.27 Senaryo 27

Bu kurguda ise yüke Tablo 4.27'de belirtildiği gibi 5395,5 N uygulanmıştır.

Tablo 4.27 Yirmi Yedinci Senaryo İçin Girilen Değerler

Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	500
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Aç	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	30000
Halat Sönümlleme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	5395,5
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	40000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

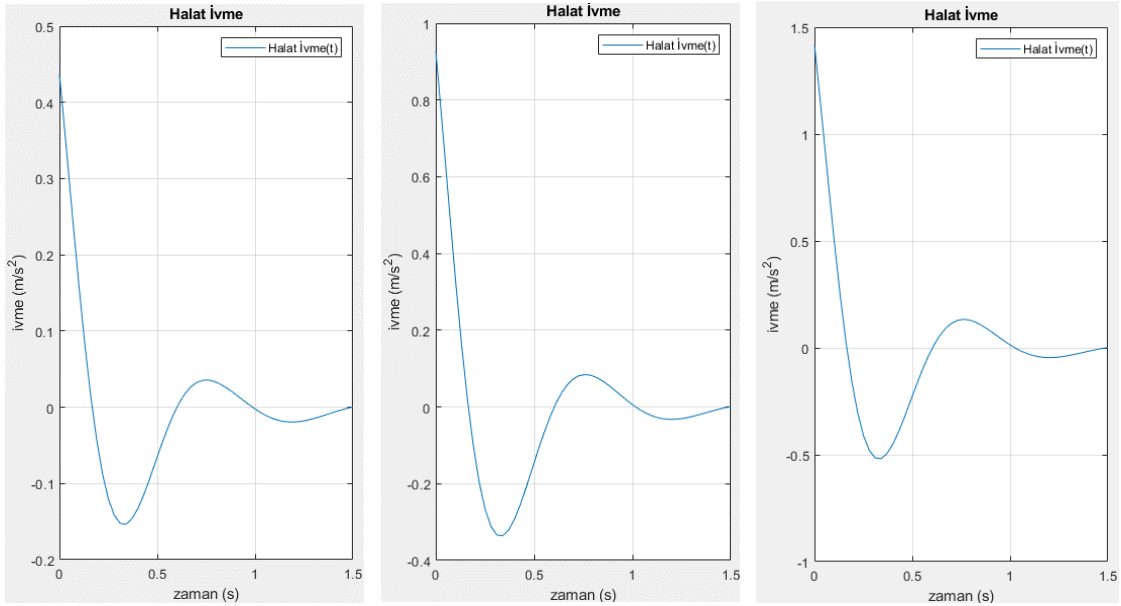
4.28 Senaryo 28

Bu kurguda yüke 5640,75 N uygulanmıştır (Tablo 4.28).

Tablo 4.28 Yirmi Sekizinci Senaryo İçin Girilen Değerler

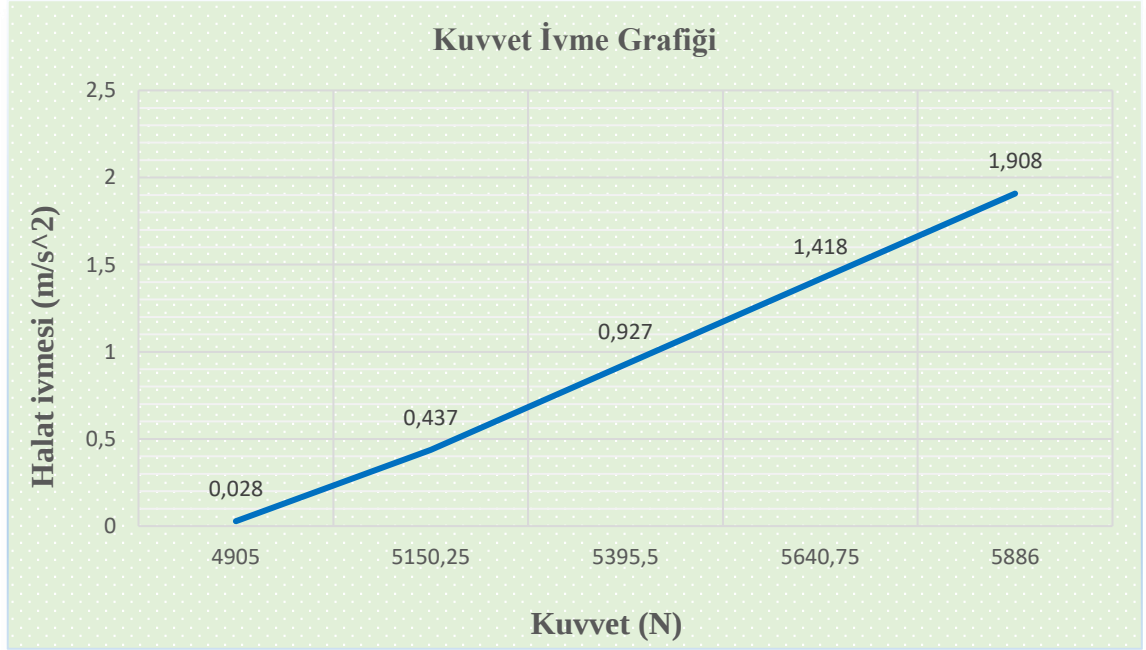
Yükün Kütlesi	m_1 (kg)	500
Vincin Taşıyıcı Kolunun Kütlesi	m_2 (kg)	3500
Vincin Merkezinden Kol Ucuna Olan Mesafe	R_1 (m)	30
R_1' in z Eksenine İle Yaptığı Aç	α (derece)	36
R_1' in x-y Düzlemindeki İz Düşümü	R (m)	17,6
Yer Çekimi İvmesi	g (m/s ²)	9,81
Halat Esneklik Sabiti	k (kg/s ²)	30000
Halat Sönümlenme Sabiti	c (kg/s)	3000
Yükü Kaldıran Kuvvet	F (N)	5640,75
Vinci Döndüren Moment	M (Nm)	40000
Taşıyıcı Halat İlk Uzunluğu	L_0 (m)	2

Şekil 4.91'de yirmi altı, yirmi yedi ve yirmi sekizinci senaryolar sonucunda ortaya çıkan ivme grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 4.91 Yirmi Altı, Yirmi Yedi, Yirmi Sekizinci Senaryolardaki İvme Grafikleri

Şekil 4.92’de beş, yirmi altı, yirmi yedi, yirmi sekiz ve on birinci senaryolar için kuvvetin kademeli arttırılmasıyla oluşturulan Kuvvet-İvme Grafiği gösterilmiştir.



Şekil 4.92 Kuvvetin Kademeli Arttırılmasıyla Oluşturulan Kuvvet-İvme Grafiği

Bu senaryoların sonuçlarına göre ise 500 kg’lık yükü kaldıran kuvvetin kademeli olarak arttırıldığı durumlarda halat üzerinde oluşan ivmenin de doğrusal olarak arttığı gözlemlenmiştir.

Benzetim Sonuçlarının Özetlenmesi

5.1 Yalnızca Kuvvet, Moment ve Kütlenin Değiştiği Senaryolar

İlk 3 senaryoda denge anı için sadece kütle değerleri değiştirilerek farklı ağırlıklarda oluşan ivme değerleri incelenmiştir (Tablo 5.1).

Senaryo 4-6 arasında Tablo 5.1’de görüldüğü gibi ilk 3 duruma göre moment değeri iki katına çıkarılmış ve denge anında momentin ivme değerlerine ve dinamik faktöre etkisi incelenmiştir.

Tablo 5.1 Kuvvet, Moment ve Kütlenin Değiştiği Senaryoların Girdileri

Yalnızca Kuvvet, Moment ve Kütlenin Değiştiği Senaryolar							
	Girdiler						
Senaryolar	Moment (Nm)	Kütle (kg)	Kuvvet (N)	Halat Esn. Sbt. (kg/s²)	Halat Sön. Sbt. (kg/s²)	Halat Boyu(m)	Bom Kolu Kütle(kg)
F=m1xg							
1. Senaryo	20000	250	2452,5	30000	3000	2	3500
2. Senaryo		500	4905				
3. Senaryo		1000	9810				
4. Senaryo	40000	250	2452,5				
5. Senaryo		500	4905				
6. Senaryo		1000	9810				
F>m1xg							
7. Senaryo	20000	250	3433,5	30000	3000	2	3500
8. Senaryo		500	5886				
9. Senaryo		1000	11772				
10. Senaryo	40000	250	3433,5				
11. Senaryo		500	5886				
12. Senaryo		1000	11772				

Senaryo 7-9 arasında ise yükün kaldırılması esnasında oluşan ivme değerleri incelenmiştir (Tablo 5.1).

Senaryo 10-12 arasında ise yükün kaldırılması sırasında moment iki katına çıktığı durumdaki ivme değerleri incelenmiştir. Bu değerler senaryo 7-9 ile kıyaslanarak moment değerinin döner vincin tam hareketi sırasında ivme değerlerine ve dinamik faktöre etkisi incelenmiştir. Tablo 5.1’de yalnızca kuvvet ve momentin değiştiği senaryoların girdileri belirtilmiştir.

İlk 3 senaryoda ortaya çıkan ivme değerleri incelendiğinde taşınacak kütle artarsa halat ivmesinin de arttığı, beta 1 ivmesinin değişmediği beta 2 ve beta 3 ivmelerinin azaldığı gözlemlenmektedir. Sonuç olarak kütlenin 4 kat artması denge durumunda dinamik faktörü de arttıracaktır (Tablo 5.2).

Senaryo 4-6 arasındaki ivme sonuçları Tablo 5.2’ye göre incelendiğinde momentin iki katına çıkarılması halinde halat ivmelerinin yaklaşık %10 civarında arttığı beta 1 ve beta 3 ivmelerinin de yaklaşık 2 katına çıktığı ancak beta 2 ivmesinin azaldığı görülmüştür. Döner vincin denge durumu için momentin artırılması dinamik faktörü çok az etkilemektedir.

Senaryo 7-9 arasındaki sonuçlara göre Tablo 5.2 gösteriyor ki yüke uygulanan kuvvetin artması yani yükün düşey yönde hareket ettirilmesi halat ivmesini ciddi bir şekilde artırırken beta 1, beta 2, beta 3 ivmelerini pek fazla etkilememektedir. Yani kuvvet halat ivmesinde büyük bir değişikliğe neden olduğu için dinamik faktör üzerinde önemli bir rol oynadığı söylenebilir. Ayrıca taşınan yükün artması da halat ivmesini azaltmıştır.

Senaryo 10-12 arasındaki sonuçlarda ise moment arttıkça halat ivmesinde bir değişiklik olmadığı görülmüştür. Bu değerler yatay hareketten kaynaklanan ivmelerin düşey hareketin ivmelerine etkisinin olmadığına göstergesidir. Beta 1 ve Beta 3 ivmeleri ise momente bağlı olarak artmış, beta 2 ivmesi azalmıştır. Taşıyıcı kol kütlelerinin x-y düzlemindeki açısal ivmelerinin momente bağlı olarak artmıştır. Halatın da z eksenine göre açısal ivmesi artmış bu da momente bağlı

olarak halat salınıminın değiştiğini belirtmektedir. Tablo 5.2’de yalnızca kuvvet, moment ve kütlenin değiştiği senaryoların çıktıları belirtilmiştir.

Tablo 5.2 Kuvvet, Moment ve Kütlenin Değiştiği Senaryoların Çıktıları

Yalnızca Kuvvet, Moment ve Kütlenin Değiştiği Senaryolar				
	Çıktılar			
Senaryolar	Halat ivmesi (m/s ²)	Beta 1 İvmesi (°/s ²)	Beta 2 İvmesi (°/s ²)	Beta 3 İvmesi (°/s ²)
<i>F=m l x g</i>				
1. Senaryo	0,017	1,05	250	10
2. Senaryo	0,024		210	7
3. Senaryo	0,032		200	5
4. Senaryo	0,019	2,11	200	17
5. Senaryo	0,028		170	14,5
6. Senaryo	0,04		130	10,5
<i>F>m l x g</i>				
7. Senaryo	3,87	1,05	215	10
8. Senaryo	1,908		210	8
9. Senaryo	1,81		185	5
10. Senaryo	3,87	2,11	195	16
11. Senaryo	1,908		180	14
12. Senaryo	1,81		110	10

5.2 Halat Esneklik Sabiti, Sönümleme Sabiti, Uzunluğu ve Bom Kolunun Kütlesinin Değiştiği Senaryolar

Senaryo 13 ile 17 arasında halatın esneklik sabiti, sönümleme sabiti, uzunluğu ve bom kütlesi gibi sabitlerin değiştirilmesinin halat boyu ve beta açılarının dinamik davranışları üzerindeki etkisi gözlemlenmiştir. Bu durumlarda Tablo 5.3’te belirtildiği gibi moment 40000 Nm, kütle 500 kg ve kuvvet 4905 N olarak sabitlenmiş ve bu kurgular denge anında yapılmış ve sonuçlar araştırılmıştır.

Senaryo 18 ile 22 arasında ise halatın esneklik sabiti, sönümleme sabiti, uzunluğu ve bom kütlesi gibi sabitlerin değiştirilmesinin halat boyu ve beta açılarının

dinamik davranışları üzerindeki etkisi yükün kaldırılma anında gözlemlenmiştir. Bu senaryolarda moment 40000, kütle 500 kg ve kuvvet 5886 N olarak sabitlenmiştir. Tablo 5.3’de halat esneklik sabiti, sönümleme sabiti, uzunluğu ve bom kol kütlelerinin değiştiği senaryoların girdileri belirtilmiştir.

Tablo 5.3 Halat Esneklik ve Sönümleme Sabiti, Uzunluğu ve Bom Kütlelerinin Değiştiği Senaryoların Girdileri

Halat Esneklik Sabiti, Sönümleme Sabiti, Uzunluğu ve Bom Kolunun Kütlelerinin Değiştiği Senaryolar							
	Girdiler						
Senaryolar	Moment (Nm)	Kütle (kg)	Kuvvet (N)	Halat Esn. Sbt. (kg/s²)	Halat Sön. Sbt. (kg/s²)	Halat Boyu(m)	Bom Kolu Kütle(kg)
F=m1xg							
13. Senaryo	40000	500	4905	100000	3000	2	3500
14. Senaryo				30000	30000		
15. Senaryo					3000	5	
16. Senaryo						2	3000
17. Senaryo							3250
F>m1xg							
18. Senaryo	40000	500	5886	100000	3000	2	3500
19. Senaryo				30000	30000		
20. Senaryo					3000	5	
21. Senaryo						2	3000
22. Senaryo							3250

Senaryo 13-17 arasındaki değerler Senaryo 5’in sonuçlarına göre kıyaslandığında denge anında halat esneklik sabitinin halat ivmesini, beta 2 ve beta 3 ivmelerini etkilediği, halat sönümleme sabitinin ise halat ivmesini ve beta 2 ivmesini etkilediği Tablo 5.4’teki sonuçlara göre çıkartılabilir. Halat boyunun beta 2 ve beta 3 ivmesini etkilediği gözlemlenirken, bom kol kütlelerinin ise az da olsa tüm değerleri etkilediği çıkartılabilir.

Senaryo 18-22 arasındaki sonuçlar ise Senaryo 11'e göre kıyaslandığında döner vincin yükü kaldırması ve hareket ettirmesi durumlarında halat esneklik sabiti, sönümleme sabiti, uzunluğu ve bom kol kütlelerinin değiştirilmesi halat ivmesini etkilemediği Tablo 5.4'te açıkça görülmektedir. Yani bu değişkenler de ivmelenmeyi ve dinamik faktörü etkilemez. Beta açılarındaki ise küçük oranlarda bir değişim gözlemlenmiştir ancak bu değerler dinamik faktöre bir etki etmezler.

Tablo 5.4'de halat esneklik sabiti, sönümleme sabiti, uzunluğu ve bom kol kütlelerinin değiştiği senaryoların çıktıları belirtilmiştir.

Tablo 5.4 Halat Esneklik ve Sönümleme Sabiti, Uzunluğu ve Bom Kütlelerinin Değiştiği Senaryoların Çıktıları

Halat Esneklik Sabiti, Sönümleme Sabiti, Uzunluğu ve Bom Kolunun Kütlelerinin Değiştiği Senaryolar				
	Çıktılar			
Senaryolar	Halat ivmesi (m/s²)	Beta 1 İvmesi (°/s²)	Beta 2 İvmesi (°/s²)	Beta 3 İvmesi (°/s²)
$F=m l x g$				
13. Senaryo	0,034	2,12	195	16
14. Senaryo	0,004	2,17	185	15
15. Senaryo	0,025	2,1	50	7
16. Senaryo	0,03	2,45	185	17
17. Senaryo		2,26	180	16
$F>m l x g$				
18. Senaryo	1,908	2,16	190	15
19. Senaryo	1,907	2,16	180	14
20. Senaryo	1,908	2,11	50	5
21. Senaryo	1,908	2,45	180	17
22. Senaryo		2,25		15

5.3 Kuvvetin Kademeli Olarak Arttığı Senaryolar

Senaryo 23 ve 25 arasında yapılan 3 senaryoya ek olarak Senaryo 1 ve 7 eklenerek sonuçlar değerlendirilmiştir. Burda 250 kg'lık bir yükün 20000 Nm moment ve

kademeli olarak artan bir kuvvetle hareket ettirildiği durumda oluşan ivme değerleri ve dinamik faktörler Tablo 5.5'teki gibi incelenmiştir. Kuvvetin ivme ve dinamik faktöre etkisi incelenmiştir.

Senaryo 26 ve 28 arasında yapılan 3 senaryoya ek olarak durum 5 ve 11 de bu adımda değerlendirilmiştir. Burda ise diğerinden farklı olarak 500 kg'lık bir yükün 40000 Nm moment ve kademeli olarak artan bir kuvvetle hareket ettirildiği durumda oluşan ivme değerleri ve dinamik faktörler incelenmiştir. Kuvvetin ivme ve dinamik faktöre etkisi incelenmiştir. Tablo 5.5'te kütle ve momentin sabit, kuvvetin kademeli olarak arttığı senaryoların girdileri ve çıktıları belirtilmiştir.

Tablo 5.5 Kuvvetin Kademeli Olarak Arttığı Senaryoların Girdileri ve Çıktıları

Kütle ve Momentin Sabit, Kuvvetin Kademeli Olarak Arttığı Senaryolar								
Senaryolar	Moment (Nm)	Kütle (kg)	Kuvvet (N)	Halat Esn. Sbt. (kg/s²)	Halat Sön. Sbt. (kg/s²)	Halat Boyu (m)	Bom Kolu Kütle(kg)	Halat ivmesi (m/s²)
F = (250 - 275 - 300 - 325 - 350) x g								
1. Senaryo	20000	250	2452,5	30000	3000	2	3500	0,017
23. Senaryo			2697,75					0,927
24. Senaryo			2943					1,908
25. Senaryo			3188,25					2,887
7. Senaryo			3433,5					3,87
F = (500 - 525 - 550 - 575 - 600) x g								
5. Senaryo	40000	500	4905	30000	3000	2	3500	0,028
26. Senaryo			5150,25					0,437
27. Senaryo			5395,5					0,927
28. Senaryo			5640,75					1,418
11. Senaryo			5886					1,908

Tablo 5.5 göz önünde bulundurularak senaryoların sonuçları incelendiğinde 250 kg ve 500 kg'lık yüklere ayrı ayrı uygulanan kuvvetlerin kademeli olarak artırıldığı durumda ortaya çıkan ivme değerleri de doğrusal olarak artış göstermektedir. Bu sonuçlara bakılırsa kuvvetin artması halat ivmesini ve doğal olarak da dinamik faktörü arttıracaktır. Bu doğrusal artıştan vinç modelinin doğru kurgulandığı ve denklemlerin hatasız olduğu sonucuna da ulaşılabilir.

Bu çalışmada, bir döner vincin dinamik davranışları incelenmiştir.

Çalışmanın amacı döner vincin yük transferi esnasında oluşan ivme değerlerini ve buna bağlı olarak dinamik faktörün değişimini gözlemektir. Bu amaçla iki temel benzetim çalışması yapılmıştır, bunlar;

- a. Yükün askıda tutularak sadece döndürülmesi
- b. Yükün döndürülerek yukarı kaldırılması

Kren kancasına asılmış olan yükün sadece döndürülmesi durumunda elde edilen sonuçlar ise şu şekildedir.

- Halatın ivmesini, kuvvet, taşınacak kütle, halatın esneklik sabiti ve sönümleme sabiti etkilerken, beta 1 ivmesini sadece moment ve bom kolu kütlesi etkilemektedir (Bölüm 5.1 ve Bölüm 5.2).
- Beta 2 ve beta 3 ivmelerini ise moment, kütle, halat boyu ve bom kolu kütlesi etkilemektedir (Bölüm 5.1 ve Bölüm 5.2).

Yükün döndürülerek yukarı kaldırılması esnasında ulaşılan en önemli sonuçlar;

- Döner vincin yatay hareketlerinden kaynaklanan ivmelenmelerin, düşey hareketin ivmesini etkilemediği, yani döner vincin dinamik faktörü üzerinde etkisinin olmadığı gözlenmiştir (Bölüm 5.1 ve Bölüm 5.2).
- Döner vinç elemanlarının yani öz ağırlık kütleleri, halat esnekliği, sönüm değerlerinin ve halat uzunluğunun değişimi de düşey hareketin ivmesini etkilemediği gözlemlenmiştir (Bölüm 5.2 ve Bölüm 5.2).
- Ayrıca kuvvetin kademeli olarak arttırıldığı 22. senaryodan sonraki benzetim çalışmalarında ortaya çıkan grafikler kuvvet arttıkça ivmenin arttığını ve bunun sonucu olarak da incelenen modelin doğru olarak kurgulandığını göstermektedir (Bölüm 5.3).

Sonuç olarak bundan sonraki araştırmalarda döner vincin dinamik faktörü hesaplanırken karmaşık modeller yerine, döndürme hareketlerinin dahil edilmediği daha basit modeller kurgulanıp doğru sonuçlar elde edilebileceği anlaşılmaktadır.

- [1] Kökçü, İ. (2015). Kule Vinci Tasarımı ve Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir
- [2] Alver, V. (2012). Mobil Hidrolik Vinçler için Kontrol Sistemi Geliştirilmesi ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- [3] SÜRMEN, H. K. (2008) 2x250 Portal Kren Konstrüksiyonun Modellenmesi ve Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [4] Gustafsson, T. (2015) Modelling and Control of Rotary Crane Systems, Doctor of Technology Thesis, University of Luleå
- [5] Güder, Y., Ersoyoğlu, A., S., (2015). Mobil Vinçlerde Teleskobik Bomların Optimizasyonu, Selçuk Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Konya
- [6] Varol, A., (2009) 2x250 Gezer Köprülül Krenin Ana Kirişinin Sonlu Elemanlar Sayısal Yöntemiyle Dinamik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [7] Al-mousa, A., A., Nayfeh., A., H., Kachroo, P., (2002). Control of Rotary Cranes Using Fuzzy Logic, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, USA
- [8] Avila J., J., Ramirez, R., (2007). Design, Construction and Control of A Novel Tower Crane, Department of Electronic, Universidad Autonoma Metropolitana, Mexico
- [9] Blajer, W., Kolodziejczyk, K., (2006). Dynamics And Control of Rotary Cranes Executing A Load Prescribed Motion, Institute of Applied Mechanics, Technical University of Radom, Warsaw
- [10] Hasan, A., G., V. (2012). Hareketli Yüke Maruz Euler–Bernoulli Tipi Kirişlerin Dinamik Davranışlarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [11] Ünal, B., (2008). Jib Portal Kren Konstrüksiyonun Modellenmesi Ve Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [12] Ouyang, H., Zhang, G., Mei, L., Deng, X., Wang, D. (2015), Load Vibration Reduction In rotary Cranes Using Robust Two-Degree-of-Freedom Control Approach, Advances in Mechanical Engineering, China
- [13] Karamolla, M., (2005). Kule Vinçlerin Matematik Modellemesi, Doktora Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa

- [14] Taşdemir, B., (2012). Jib Kren Tasarımı ve Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [15] Suman, A., S., Vimal, J., Chaturvedi, V., (2013). Principal Stress Analysis of Luffing Jib Using Solidworks, International Journal of Research in Engineering & Applied Sciences, India
- [16] Deliktaş, O., (2010). Kuleli İnşaat Kreninin Tasarımı ve Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [17] Shamsmolavi, A., (2015). “Enhanced Tower Crane Operations in Construction Using Service Request Optimization”, Master of Science in Civil Engineering, Eastern Mediterranean University, North Cyprus
- [18] Sayer, S., İ., (2018). Kule Vinçlerin Hesaplarının ve Tasarımlarının Standartlar Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya
- [19] Özkahraman, İ., Boğaçlı, M., (2011). Döner Vinçlerin Yük Salınımının Bulanık Mantık Yöntemiyle Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [20] Acar, E., Sağırılı, A., (2011). Krenlerde Yük Salınımlarının Sebep Olduğu Yatay Kuvvetlerin Tespiti İçin Teorik Bir Modelin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [21] Şahin, U., Boğaçlı, M., (2015). Kuleli İnşaat Kreninin Tasarımı, Analizi, Simulink/Simmechanics Modeli ve Animasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [22] Abdullah, W. (2016). Hybrid Command Shaping And Pd Controller For Sway Suppression Of Rotary Crane System, Bachelor Thesis of Electrical Engineering, Universiti Malaysia Pahang
- [23] Baruh, H. (1999) Analytical Dynamics, Rutgers University, USA
- [24] DIN 15018, (1984) Cranes, Steel Structures Verification And Analysis, Deutsche Norm
- [25] Ercan, Y. (2014) İleri Dinamik, Ankara,
- [26] Matlab-Simulink ile 2SD Taşıta PID Kontrolör Tasarımı Deneyi Çalışma Notu, (2018) Makine Mühendisliği Bölümü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul
- [27] Mathworks, (2018). Simulink User’s Guide, Revised for Simulink 9.2, Natick.
- [28] Ömürlü, V., E., (2005) Dinamik Sistemlerin Matematik Modellenmesi, Otomatik Kontrol 1 Ders Notu, Makine Mühendisliği Bölümü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul

- [29] Klee, H., Allen R., (2018) Simulation of Dynamic Systems with MATLAB and Simulink, Third Edition, Boca Raton
- [30] Megep, (2011). Vinçler, Ankara
- [31] Kırıl, Z., (2015) Mekanik Titreşimler Ders Notları, Makine Mühendisliği Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir

Tezden Üretilmiş Yayınlar

İletişim Bilgisi: furkanbolat55@gmail.com

Konferans Bildirileri

1. Bolat, F., Boğoçlu, M., (2019). Döner Vinçlerin Dinamik Davranışlarının İncelenmesi, UBAK 2019, Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 14-17 Şubat 2019, Yalova