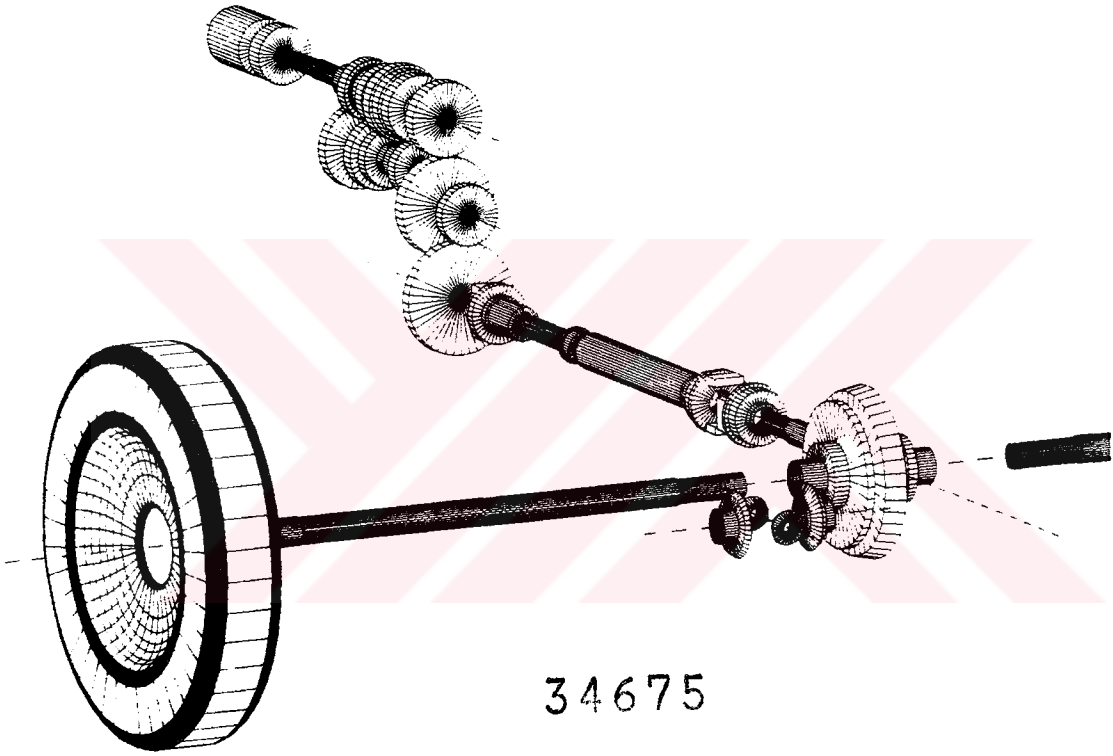


34675

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MOTOR-VİTES KUTUSU
DİFERANSİYEL
SİSTEMİNDE TİTREŞİMLER**



34675

Mak. Müh. Vasfi Emre ÖMÜRLÜ

F.B.E. Mak. Müh. Anabilim Dalı Konstrüksiyon programında
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı , Prof. Necati TAHRALI

İSTANBUL, 1994

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

İÇİNDEKİLER

	sayfa
Şekil Listesi	iii
Tablo Listesi	iv
Grafik Listesi	iv
Resim Listesi	vii
Teşekkür	iix
Önsöz	ix
Abstract	x
1.BÖLÜM - GİRİŞ	1
2. BÖLÜM - SİSTEMİN TANITILMASI	3
2.1. Fotoğraflar	3
2.2. Araç İçin Verilen Bazı Değerler	8
3. BÖLÜM - SİSTEM SABİTLERİNİN BULUNMASI	10
3.1. Motorun Kütle Atalet Momenti	10
3.1.1. I. Metod	10
3.1.2. II. Metod	11
3.1.3. III. Metod	12
3.2 Volanın Kütle Atalet Momenti Değeri	16
3.3. Vites Kutusunun Kütle Atalet Momenti	17
3.3.1. Sistem Değerleri	17
3.3.1.1. Dişli kütle atalet moment değerleri	17
3.3.1.2. Çevrim oranları	18
3.3.1.3. Toplam çevrim oranları	18
3.3.1.4. Grup mili kütle atalet moment	18
3.3.1.5. Giriş mili kütle atalet moment	19
3.3.2. I. Vites	20
3.3.3. II. Vites	22
3.3.4. III. Vites	24
3.3.5. IV. Vites	27
3.3.6. Geri Vites	29
3.4. Transfer Kutusu Kütle Atalet Momenti	32
3.4.1. Sistem Değerleri	32
3.4.2. Kütle Atalet Momentleri	33
3.5. Kardan Milleri Yay Katsayıları	33
3.5.1. Transyataksız Kardan Mili (1)	34
3.5.1.1. Kayıcı Çatal (11)	34
3.5.1.2. Kayıcı Mil (12)	37
3.5.1.3. Uzatma Borusu (13)	39
3.5.1.4. Tüp Çatal (14)	41
3.5.1.5. Kardan Mili Toplam Yay Katsayısı	43
3.5.2. Transyataklı Kardan Mili (1)	44
3.5.2.1. Kayıcı Çatal (11)	44
3.5.2.2. Kayıcı Mil (12)	44
3.5.2.3. Motor Tarafındaki Uzatma Borusu (13)	45

3.5.2.4. Özel Kademeli Kayıcı Mil (14)	46
3.5.2.5. Arka Kayıcı Çatal (15)	48
3.5.2.6. Ara Kaynaklı Çatal (16)	50
3.5.2.7. Diferansiyel Tarafındaki Uzatma Borusu (17)	53
3.5.2.8. Kaynaklı Çatal Flanşı (18)	54
3.5.2.9. Yeni Kardan Mili Toplam Yay Katsayısı	56
3.6. Mahruti Dişli Mili Yay Katsayısı (2)	57
3.7. Mahruti Dişli Kütle Atalet Momenti (3)	58
3.8. Diferansiyel Grubunun Kütle Atalet Momenti (4)	61
3.8.1. Ayna Dişlinin Kütle Atalet Momenti (41)	61
3.8.2. Diferansiyel Kovanı Kütle Atalet Momenti (42)	66
3.8.3. Diferansiyel Aks Dişlisi Kütle Atalet Momenti (43)	71
3.8.4. Diferansiyel Pinyon Dişlisi Kütle Atalet Momenti (44)	74
3.9. Arka Aks Millerinin Yay Sabitleri	79
3.9.1. Arka Sağ Aksın Yay Sabiti	79
3.9.2. Arka Sol Aksın Yay sabiti	81
3.10 Tekerlerin Kütle Atalet Momenti Değerleri	81
4.BÖLÜM - SİSTEM İÇİN KRİTİK FREKANS, KRİTİK DEVİR VE	82
ARAÇ HIZI DEĞERLERİNİN BULUNUŞU	
4.1. Sistem Değerleri	82
4.2. Transyatsız Kardan Mili İçin Kritik Frekans, Kritik Devir ve Araç Hızı Değerlerinin Bulunuşu	83
4.2.1. I. Model	83
4.2.2. II. Model	87
4.2.3. III. Model	90
4.2.4. IV. Model	92
4.2.5. V. Model	94
4.2.5.1. I. Vites	94
4.2.5.2. II. Vites	98
4.2.5.3. III. Vites	100
4.2.5.4. IV. Vites	102
4.2.5.5. Geri Vites	104
4.2.6. VI. Model	106
4.2.6.1. I. Vites	106
4.2.6.2. II. Vites	112
4.2.6.3. III. Vites	117
4.2.6.4. IV. Vites	122
4.2.6.5. Geri Vites	127
4.3. Transyataklı Kardan Mili için Kritik Frekans, Kritik Devir ve Araç Hızı Değerlerinin Bulunuşu	130
4.3.1. I. Model	130
4.3.2. II. Model	131
4.3.3. III. Model	133
4.3.4. IV. Model	134
4.3.5. V. Model	135
4.3.5.1. I.Vites	135

4.3.5.2. II.Vites	137
4.3.5.3. III.Vites	139
4.3.5.4. IV.Vites	141
4.3.5.5. Geri Vites	143
4.3.6. VI. Model	146
4.3.6.1. I. Vites	146
4.3.6.2. II. Vites	149
4.3.6.3. III. Vites	151
4.3.6.4. IV. Vites	154
4.3.6.5. Geri vites	159
5.BÖLÜM- TRANSYATAKSİZ ve TRANSYATAKLI KARDAN MİLLERİNİN ELDE EDİLEN VERİLERE GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI	163
5.1. 6 Modele göre sistem 1. kritik frekansının kardan milinin farklı değerleri için incelenmesi	164
5.2. 2 kütle - 2 yay modeline göre transyatakli ve transyataksiz kardanda kritik hızlar	167
5.3. Trans yataksiz kardan milinde , her vitesin maks statik momenti için ve verilen mälzemeye göre kritik kesitlerde gerilme ve emniyet değerleri	168
5.4. Trans yatakli kardan milinde , her vitesin maks statik momenti için ve verilen mälzemeye göre kritik kesitlerde gerilme ve emniyet değerleri	169
6. KAYNAKLAR	170
7. SONUÇLAR	171

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>sayfa</u>
Şekil 3.3 - Vites kutusunun üç boyutlu olarak yandan görünüşü	17
Şekil 3.3.2 - Şanzımanda 1. vites durumu	20
Şekil 3.3.3 - Şanzımanda 2. vites durumu	22
Şekil 3.3.4 - Şanzımanda 3. vites durumu	25
Şekil 3.3.5 - Şanzımanda 4. vites durumu	27
Şekil 3.3.6 - Şanzımanda geri vites durumu	29
Şekil 3.4 - Transfer kutusunun 3 boyutlu resminin yandan görünüşü	32
Şekil 3.5.1.1 - Transyataksiz kardan milinde kayıcı çatal modeli	34
Şekil 3.5.1.2 - Transyataksiz kardan milinde kayıcı mil modeli	37
Şekil 3.5.1.3 - Transyataksiz kardan milinde uzatma borusu modeli	39
Şekil 3.5.1.4 - Transyataksiz kardan milinde tüp çatal modeli	41
Şekil 3.5.2.4 - Transyatakli kardan milinde kayıcı mil modeli	46
Şekil 3.5.2.5 - Transyatakli kardan milinde arka kayıcı çatal	48
Şekil 3.5.2.6 - Transyatakli kardan milinde ara kaynakli çatal	50
Şekil 3.7 - Mahrutli dişli modeli	58
Şekil 3.8 - Diferansiyel grubu modelinin 3 boyutlu resmi	61
Şekil 3.8.1 - Ayna dişli modeli	62
Şekil 3.8.2 - Diferansiyel kovani modeli	66
Şekil 3.8.3 - Diferansiyel aks dişlisi modeli	71
Şekil 3.8.4 - Diferansiyel pinyon dişlisi modeli	75

Şekil 3.9.1 -	Arka aks modeli	79
Şekil 4.2.1.1 -	Sistem genel modeli	83
Şekil 4.2.1.2 -	Model-1, 1. aşama	84
Şekil 4.2.1.3 -	Model-1, 2. aşama	85
Şekil 4.2.1.4 -	Model-1, 3. aşama	85
Şekil 4.2.1.5 -	Model-1, 4. aşama	86
Şekil 4.2.1.6 -	Model-1, 5. aşama	87
Şekil 4.2.2.1 -	Sistem genel modeli	87
Şekil 4.2.2.2 -	Model-2, 1. aşama	88
Şekil 4.2.2.3 -	Model-2, 2. aşama	88
Şekil 4.2.2.4 -	Model-2, 3. aşama	89
Şekil 4.2.2.5 -	Model-2, 4. aşama	89
Şekil 4.2.3.1 -	Sistem genel modeli	90
Şekil 4.2.3.2 -	2 Kütle - 2 Yay modeli	90
Şekil 4.2.4.1 -	Sistem genel modeli	92
Şekil 4.2.4.2 -	Model-4, 1. aşama	92
Şekil 4.2.4.3 -	Model-4, 2. aşama	93
Şekil 4.2.4.4 -	Model-4, 3. aşama	93
Şekil 4.2.5.1 -	Sistem genel modeli	94
Şekil 4.2.5.2 -	Model-5, 1. aşama	95
Şekil 4.2.5.3 -	Model-5, 2. aşama	95
Şekil 4.2.5.4 -	Model-5, 3. aşama	96
Şekil 4.2.6.1 -	Sistem genel modeli	106
Şekil 4.2.6.2 -	Model-6, 1. aşama	107
Şekil 4.2.6.3 -	Model-6, 2. aşama	108

TABLO LİSTESİ

		<u>sayfa</u>
Tablo 5.2.1.	Transyatakız ve transyataklı kardan mili için 6. modelde kritik hızlar	167
Tablo 5.3.1.	Transyatakız kardan mili için kritik kesitlerde gerilme değerleri ve S emniyet katsayıları	168
Tablo 5.4.1.	Transyataklı kardan milinde kritik kesitlerde gerilme değerleri ve S emniyet katsayıları	169

GRAFİK LİSTESİ

		<u>sayfa</u>
Grafik 3.1.3.1 -	Piston + biyelin piston tarafına düşen ağırlığının açı ve daire frekansına göre hız grafiği	13
Grafik 3.1.3.2 -	Piston + biyelin piston tarafına düşen ağırlığının açı ve daire	14

	frekansına göre ivme değişimi	
Grafik 3.1.3.3 -	Piston + biyelin piston tarafına dūřen kısmının krank açısına bağlı olarak kütle atalet momenti değişimi	15
Grafik 3.1.3.4 -	Motorun kütle atalet momenti değişimini krank açısına bağlı olarak veren grafik	16
Grafik 4.2.5.1.1-	5. Modelde 1. vitese göre Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	97
Grafik 4.2.5.1.2-	5. Model 1. vites durumu için Zorlayıcı frekans- Burulma miktarı grafiği	98
Grafik 4.2.5.2.1-	5. Modelde 2. vitese göre Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	99
Grafik 4.2.5.2.2-	5. Model 2. vites durumu için Zorlayıcı frekans- Burulma miktarı grafiği	100
Grafik 4.2.5.3.1-	5. Modelde 3. vitese göre Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	101
Grafik 4.2.5.3.2-	5. Model 3. vites durumu için Zorlayıcı frekans- Burulma miktarı grafiği	102
Grafik 4.2.5.4.1-	5. Modelde 4. vitese göre Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	103
Grafik 4.2.5.4.2-	5. Model 4. vites durumu için Zorlayıcı frekans- Burulma miktarı grafiği	104
Grafik 4.2.5.5.1-	5. Modelde Geri vitese göre Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	105
Grafik 4.2.5.5.2-	5. Model Geri vites durumu için Zorlayıcı frekans- Burulma miktarı grafiği	106
Grafik 4.2.6.1.1-	6. Modelde 1. kütle için ve 1. vitese göre Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	109
Grafik 4.2.6.1.2-	6. Modelin 1. kütlesi ve 1. vites durumu için Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	110
Grafik 4.2.6.1.3-	6. Modelde 2. kütle için ve 1. vitese göre Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	111
Grafik 4.2.6.1.4-	6. Modelin 2. kütlesi ve 1. vites durumu için Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	112
Grafik 4.2.6.2.1-	6. Modelde 1. kütle için ve 2. vitese göre Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	114
Grafik 4.2.6.2.2-	6. Modelin 1. kütlesi ve 2. vites durumu için Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	115
Grafik 4.2.6.2.3-	6. Modelde 2. kütle için ve 2. vitese göre Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	116
Grafik 4.2.6.2.4-	6. Modelin 2. kütlesi ve 2. vites durumu için Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	117
Grafik 4.2.6.3.1-	6. Modelde 1. kütle için ve 3. vitese göre Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	119
Grafik 4.2.6.3.2-	6. Modelin 1. kütlesi ve 3. vites durumu için Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	120
Grafik 4.2.6.3.3-	6. Modelde 2. kütle için ve 3. vitese göre Moment-Zorlayıcı	121

	frekans-Burulma miktarı grafiği	
Grafik 4.2.6.3.4-	6. Modelin 2. kütlesi ve 3. vites durumu için Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	122
Grafik 4.2.6.4.1-	6. Modelde 1. kütle için ve 4. vites göre Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	124
Grafik 4.2.6.4.2-	6. Modelin 1. kütlesi ve 4. vites durumu için Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	125
Grafik 4.2.6.4.3-	6. Modelde 2. kütle için ve 4. vites göre Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	126
Grafik 4.2.6.4.4-	6. Modelin 2. kütlesi ve 4. vites durumu için Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	127
Grafik 4.2.6.5.1-	6. Modelin 1. kütlesi ve Geri vites durumu için Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	128
Grafik 4.2.6.5.2-	6. Modelin 2. kütlesi ve Geri vites durumu için Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	129
Grafik 4.3.5.1.1-	5. Modelde 1. vites göre Moment - Zorlayıcı frekansı - Burulma miktarı grafiği	136
Grafik 4.3.5.1.2-	5. Model 1. vites durumu için Zorlayıcı frekans - Burulma miktarı grafiği	137
Grafik 4.3.5.2.1-	5. Modelde 2. vites göre Moment - Zorlayıcı frekansı - Burulma miktarı grafiği	138
Grafik 4.3.5.2.2-	5. Model 2. vites durumu için Zorlayıcı frekans - Burulma miktarı grafiği	139
Grafik 4.3.5.3.1-	5. Modelde 3. vites göre Moment - Zorlayıcı frekansı - Burulma miktarı grafiği	140
Grafik 4.3.5.3.2-	5. Model 3. vites durumu için Zorlayıcı frekans - Burulma miktarı grafiği	141
Grafik 4.3.5.4.1-	5. Modelde 4. vites göre Moment - Zorlayıcı frekansı - Burulma miktarı grafiği	142
Grafik 4.3.5.4.2-	5. Model 4. vites durumu için Zorlayıcı frekans - Burulma miktarı grafiği	143
Grafik 4.3.5.5.1-	5. Modelde Geri vites göre Moment - Zorlayıcı frekansı - Burulma miktarı grafiği	144
Grafik 4.3.5.5.2-	5. Model Geri vites durumu için Zorlayıcı frekans - Burulma miktarı grafiği	145
Grafik 4.3.6.1.1-	6. Modelin 1. kütlesi ve 1. vites durumu için Zorlayıcı frekans - Burulma miktarı grafiği	148
Grafik 4.3.6.1.2-	6. Modelin 2. kütlesi ve 1. vites durumu için Zorlayıcı frekans - Burulma miktarı grafiği	148
Grafik 4.3.6.2.1-	6. Modelin 1. kütlesi ve 2. vites durumu için Zorlayıcı frekans - Burulma miktarı grafiği	150
Grafik 4.3.6.2.2-	6. Modelin 2. kütlesi ve 2. vites durumu için Zorlayıcı frekans - Burulma miktarı grafiği	150
Grafik 4.3.6.3.1.-	6. Modelin 1. kütlesi ve 3. vites durumu için Zorlayıcı frekans - Burulma miktarı grafiği	152
Grafik 4.3.6.3.2.-	6. Modelde 2. kütle için ve 3. vites göre Moment-Zorlayıcı	153

	frekans-Burulma miktarı grafiği	
Grafik 4.3.6.3.3.-	6. Modelin 2. kütlesi ve 3. vites durumu için Zorlayıcı frekans - Burulma miktarı grafiği	154
Grafik 4.3.6.4.1.-	6. Modelde 1. kütle için ve 4. vitesse göre Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	155
Grafik 4.3.6.4.2.-	6. Modelin 1. kütlesi ve 4. vites durumu için Zorlayıcı frekans - Burulma miktarı grafiği	156
Grafik 4.3.6.4.3.-	6. Modelde 2. kütle için ve 4. vitesse göre Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	157
Grafik 4.3.6.4.4.-	6. Modelin 2. kütlesi ve 4. vites durumu için Zorlayıcı frekans - Burulma miktarı grafiği	158
Grafik 4.3.6.5.1.-	6. Modelin 1. kütlesi ve Geri vites durumu için Zorlayıcı frekans - Burulma miktarı grafiği	160
Grafik 4.3.6.5.2.-	6. Modelde 2. kütle için ve Geri vitesse göre Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği	161
Grafik 4.3.6.5.3.-	6. Modelin 2. kütlesi ve Geri vites durumu için Zorlayıcı frekans - Burulma miktarı grafiği	162
Grafik 5.1.1.-	6. modele göre 1. kritik frekans - kardan mili yay katsayısı grafiği	164
Grafik 5.1.2.-	6. modele göre 1. kritik devir - kardan mili yay katsayısı grafiği	165
Grafik 5.1.3.-	6. modele göre 1. kritik araç hızı - kardan mili yay katsayısı grafiği	166

RESİM LİSTESİ

sayfa

Resim 2.1.1 -	T model 5 kapılı Jeep'in arkadan görünüşü	3
Resim 2.1.2 -	Transyatsız kardan milinin araca monteli hâlinin yandan görünüşü	4
Resim 2.1.3 -	Transyatsız kardan mili (üstten)	5
Resim 2.1.4 -	Transyatsız kardan mili kırılmış hâli	6
Resim 2.1.5 -	Transyataklı kardan mili (kanalda alttan)	7
Resim 2.1.6 -	Aracın alttan görünüşü	8

TEŞEKKÜR

Üniversite ile sanayi işbirliği konusu her zaman arzulanan ve zarûrî görülen bir olgudur. İşte bu tez yukarıda söylediğimiz tarz çalışan 1013. Ordu Donatım Ana Tamir Fabrikası 'nın teşvîki ve imkânlarıyla ortaya çıkmıştır. Bu imkânı sağladıkları için Fb. Müdürü Sayın Alb. Yük. Müh. Sebahattin ERGÖNENÇ ve Teknik Müdür Bnb. Yük. Müh. Hamdi AKGÜL ve tüm personele teşekkürlerimi ve saygılarımı arz ederim.

Ayrıca tezin bütün safhalarını yönlendiren ve maddî-manevî desteğini esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Necati TAHRALI Bey'e teşekkürlerimi arz ederim.

ÖNSÖZ

Bu çalışmada 1013. Ordu Donatım Ana Tamir Fabrikası tarafından üretilen T model 5 kapılı komuta kontrol aracının ilk deneme günlerinde meydana gelen transyataksız kardan milindeki kırılma sebepleri araştırılmaktadır. Daha sonra bu kardan şaftı arayataklı olarak değiştirilmiş ve kırılmalar ve başka hasar durumu yaşanmamıştır. Fakat , problem konstrüksiyon yönünden çözülmüş görünmesine rağmen , ileride , sebebinin bilinmemesinden ötürü , tekrar edebileceği düşünülerek , araştırılmasına karar verilmiştir. İşte bu tez süresince , transyataksız ve transyataklı kardan milleri arasında ne tür bir fark olduğu araştırılacak ve transyataksız kardanda meydana gelen kırılma sebepleri sonuçta açıklanmaya çalışılacaktır.

ABSTRACT

In this study, 1013. Navy Main Fixing Fabric 's, T model 5 doored Jeep's fraction reasons on the one-piece drive shaft occurring on the first days of the trials, were observed. Later on , this drive shaft was changed with a two-piece drive shaft and no more fractions were seen . However, although this problem seems to be solved constructionally , it might appear in the future because reasons of the fraction is not known. So , the problem was agreed to be searched . All through this thesis , the differences between one-piece shaft and two-piece shaft will be searched and the reasons of the fraction occurring on the one-piece drive shaft will be explained.

1. BÖLÜM

GİRİŞ

Problemde incelenecek olan aracın aktarma organlarıdır. Bu , yani aracın aktarma organları (Motor , volân, vites kutusu , transfer kutusu , kardan mili, mahrûfî dişli mili , diferansiyel , akslar , tekerler) dinamik bir sistem olarak düşünölmüştür. Öncelikle bunların hepsinin kütle atalet momentleri veya yay değeri hesaplanacaktır.

Bunlar hesaplanırken bazı kabûller yapılacaktır:

Motorun hesaplanacak değışken kütle atalet momentine göre , maksimum değeri esas alınacaktır.

Keza, vites kutusunun çevrim oranlarından dolayı , yani kütle atalet momentini çıkış miline indirgeğimizde küçük kütleler bile büyüyeğinden , bu kısmın tüm kütleleri hesaba dahil edilmiştir. Transfer kutusu iki durum için mevcuttur:

Hız durumu

Arazi durumu

Kardan milindeki kırılma hız durumunda meydana geldiğinden sadece bu hâl incelenecektir. Bu durumdada büyük çevrim oranları olmadığından transfer kutusunun orta milinin kütle atalet momenti ihmâl edilecektir.

Yine sistemde fazla etkisi bulunmayan , transfer kutusu çıkışındaki el freni kampanası kütle atalet momenti değeri ihmâl edilecektir.

Yolun düz veya virajlı olması durumuna göre diferansiyel kovana içindeki dişliler birbirlerine göre izafi hareket yapmaktadırlar. Bu izafi hareket düz yolda mevcut değildir. Tezdede düz yol durumu gözönüne alınmıştır.

Dişlilerin yay değeri de ihmâl edilecek , sadece kütle atalet momentleri dikkate alınacaktır.

Ayrıca , yay olarak kabûl edilen transyataklı ve transyataksız kardan mili ve aksların kütle değerleri ihmâl edilecektir.

Bütün bu hesapların ardından, sistemi temsil eden değişik matematik modeller kurulacaktır. Bunları üç grupta mütalâa edebiliriz:

1. Araç tekerleri kriko üzerindeyken
2. Araç tekerleri yerde
3. araç tekerleri yerde ve motor tarafı sabit

Bütün bunlara göre aracın transyataksız ve transyataklı kardan miline göre kritik frekansları bulunacaktır.

Sonuçta, bu bize , araçta evvelce kullanılan transyataksız kardan milinin kırılma sebebinin ne olduğu konusunda fikir verecektir.

Ayrıca kırılma sebebi olabileceği düşünülen aşırı moment yükü araştırılacaktır. Transyataksız ve transyataklı kardan için yapılacak bu hesapta kritik kesitler için S emniyet katsayıları çıkarılacaktır ve mukayeseler yapılacaktır.

Bütün bunlar sonucunda evvelce transyataksız kardan milinde meydana gelen kırılmanın sebebi ortaya çıkacaktır. Yukarıdaki değerlendirmeler ışığında transyataksız kardan milinin kırılma sebepleri açıklanarak , değişik matematik modellemelerle her iki konstrüksiyon için (transyataklı-transyataksız) aracın her vites konumunda kritik hızları hesaplanarak araç için tehlikeli hız bölgeleri , verilecektir.

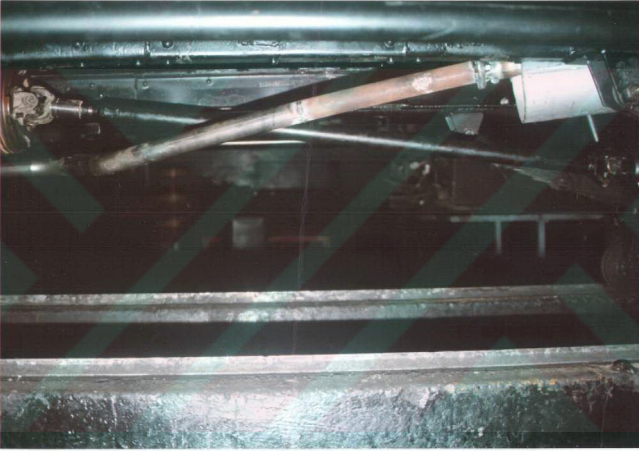
2.BÖLÜM

SİSTEMİN TANITILMASI

2.1. FOTOĞRAFLAR



Resim 2.1.1- T model 5 kapılı jeepin arkadan görünüşü



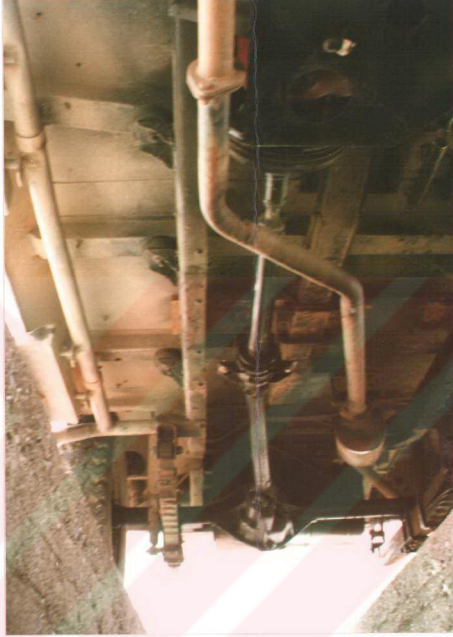
Resim 2.1.2-Transyataksız kardan milinin araca monteli hâlinin yandan görünüşü



Resim 2.1.3- Trans yataksız kardan mili(üstten)



Resim 2.1.4- Trans yataksız kardan mili kırılmış hâli



Resim 2.15- Transyatakli kardan mili (kanalda alttan)



Resim 2.1.6- Aracın alttan görünüşü

2.2. ARAÇ İÇİN VERİLEN BAZI DEĞERLER:

Motor

2.0 ltl 4 silindir OHC FORD motoru

86 Hp 4500 dev/dak

14.6 kgm 2800 dev/dak.

Şanzuman

4 ileri 1 geri vitesli (fuul senkromeçli)

Vites Oranları:

1. vites 3.96:1

2. vites 2.39:1

3. vites 1.57:1

4. vites 1.00:1

Geri vites 4.25:1

Arazi Şanzuman

İki kademeli (1.00:1 ve 2.46:1)

Aks açıklığı

2930 mm

Kardan Milindeki Maksimum momentler (2800 dev/dak)

1. vites 478910 Nmm

2. vites 289040 Nmm

3. vites 189870 Nmm

4. vites 120940 Nmm

Takviye 1177920 Nmm

Geri vites 513980 Nmm

3. BÖLÜM

SİSTEM SABİTLERİNİN BULUNMASI

3.1.MOTORUN KÜTLE ATALET MOMENTİ

Bu hesapta motorun ana parçaları, yani krank mili, biyel ve piston kütleleri, en fazla etkili olduklarından, dikkate alınmışlardır. Krank mili için IDEAS programında üç boyutlu, ana hatlarını gösterir, resmi çizilmiş ve katı modellemesi yaptırılarak dönme eksenine göre kütle atalet momenti hesaplatılmıştır. Bunda yoğunluk değeri olarak $\gamma = 8500 \text{ daN/m}^3$ değeri alınmıştır. Biyelin kütle değeri ve keza ağırlık merkezine göre iki ucuna dağılan yük değerleri FORD firmasının resminden alınmıştır. Lineer hareket yapan pistonun kütlesi ise gene aynı firmanın parçaya ait teknik resminden alınmıştır.

Motorun kütle atalet momentinin hesabında üç metod takip edilmiştir. Bunlar sırası geldikçe anlatılacaktır.

Sistem Değerleri:

$J_K := 0.018566 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$	(krank mili kütle atalet momenti)
$m_B := 0.619 \text{ kg}$	(biyel kütlesi)
$m_{B1} := 0.460 \text{ kg}$	(biyelin ağırlık merkezine göre krank tarafındaki kütlesi)
$m_{B2} := 0.159 \text{ kg}$	(biyelin ağırlık merkezine göre piston tarafındaki kütlesi)
$m_P := 0.51 \text{ kg}$	(piston kütlesi)
$r_K := 0.039 \text{ m}$	(krank kolu muylusu yarıçapı)

3.1.1. I. Metod

Motorda esas kütleyi teşkil ettiğini söylediğimiz üç kütlede m_K ve m_{B1} dönme hareketi, m_{B2} ve m_P lineer hareket yapmaktadır. m_{B2} ve m_P değerleri toplamı bir yolla krank kolu muylusuna indirgenmelidir. Yani dönme hâle indirgenip kütle atalet momenti krankın kütle atalet momentine eklenmelidir. Krank kolu muylusundaki kütle değerlerini bize veren ilk ampirik formül şudur(10):

$$m_A := m_{B1} + (m_{B2} + m_P)$$

Buradan kütle değeri ve sadece m_{B2} ve m_P toplamı değeri:

$$m_A = 1.129 \cdot \text{kg}$$

$$m_{B2} + m_P = 0.669 \cdot \text{kg}$$

Buna göre motorun kütle atalet momenti ve sadece m_{B2} ve m_P toplamına tekabül eden kütle atalet momenti değeri :

$$J_M := J_K + 4 \cdot (m_A) \cdot r_K^2$$

$$J_M = 0.025 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_{P,K} := 4 \cdot (m_{B2} + m_P) \cdot r_K^2$$

$$J_{P,K} = 0.004 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

3.1.2. II. Metod

Krank kolu muylusundaki kütle değerlerini veren ikinci ampirik formül şudur(10):

$$m_A := m_{B1} + \frac{2}{3} \cdot (m_{B2} + m_P)$$

Buna göre krank kolu muylusunda kabûl edeceğimiz değer ve m_{B2} ile m_p toplamının bundaki payı şöyledir:

$$m_A = 0.906 \cdot \text{kg}$$

$$\frac{2}{3} \cdot (m_{B2} + m_p) = 0.446 \cdot \text{kg}$$

Böylece motor kütle atalet momenti ve bunun içinde m_{B2} ile m_p toplamının payı:

$$J_M := J_K + 4 \cdot m_A \cdot r_K^2 \quad J_M = 0.024 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

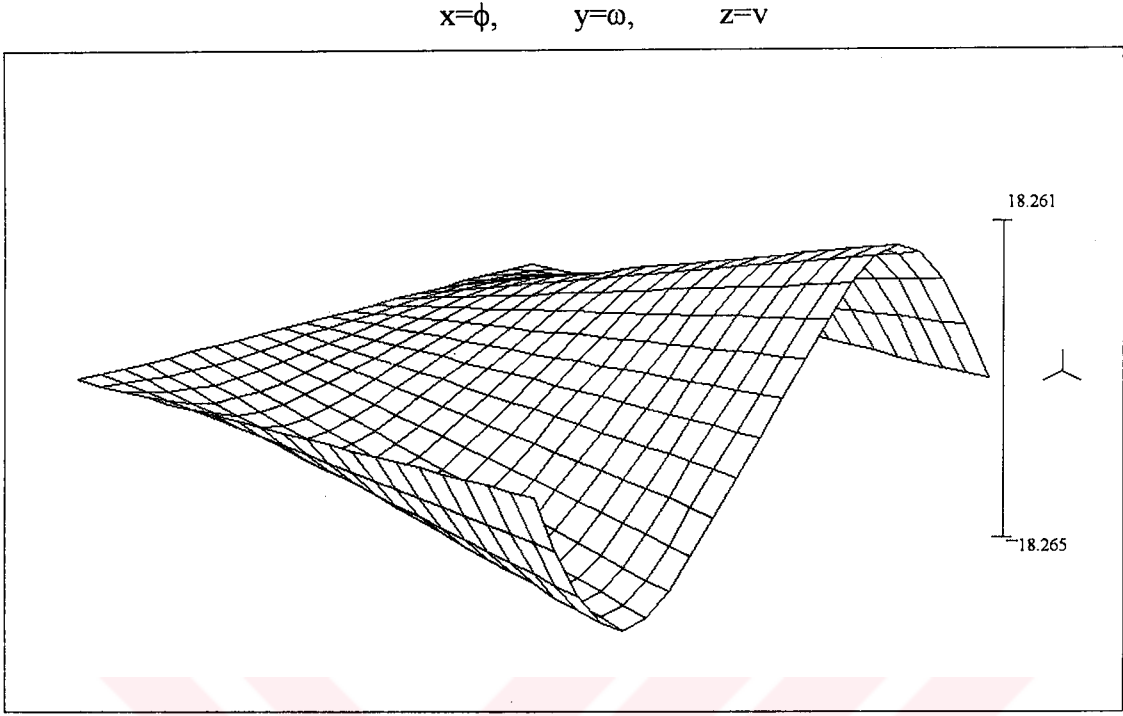
$$J_{P.K} := 4 \cdot \left[\frac{2}{3} \cdot (m_{B2} + m_p) \cdot r_K^2 \right] \quad J_{P.K} = 0.003 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

3.1.3. III. Metod

I. ve II. metodlarda bulunan değerler alınabilecek yaklaşık değerlerdir. Hâlbuki dönen m_K ve m_{B1} kütlelerinin atalet momenti değişmezken m_{B2} ve m_p kütleleri lineer hareket yaptıklarından kütle atalet momenti ivmeye bağlı olarak 2π lik periyotta sürekli değişmektedir. Şimdi öncelikle bu kütlelerin hız değişimini veren formülü ve sistemimiz için 2π lik periyotta nasıl bir grafik verdiğini görelim(5):

$$v(\phi, \omega) := r_K \cdot \omega \cdot \left[\sin(\phi) + \frac{0.3046}{2} \cdot (\sin(2 \cdot \phi)) \right]$$

Burada piston hızı krank açısına ve daire frekansına göre verilmiştir. Grafikte eksenlerimiz şöyle olmaktadır:



v

Grafik 3.1.3.1- Piston+biyelin piston tarafına düşen ağırlığının açı ve daire frekansına göre hız grafiği

Görülmektedir ki pistonun tepe noktalarında ($0^\circ, 180^\circ, 360^\circ$) hız 0 olmaktadır ve devirde artıkca lineer hız değerinde artış olmaktadır. Şimdi a ivme değerinin nasıl değiştiğini görelim. Hız değişiminin türevi alınırsa:

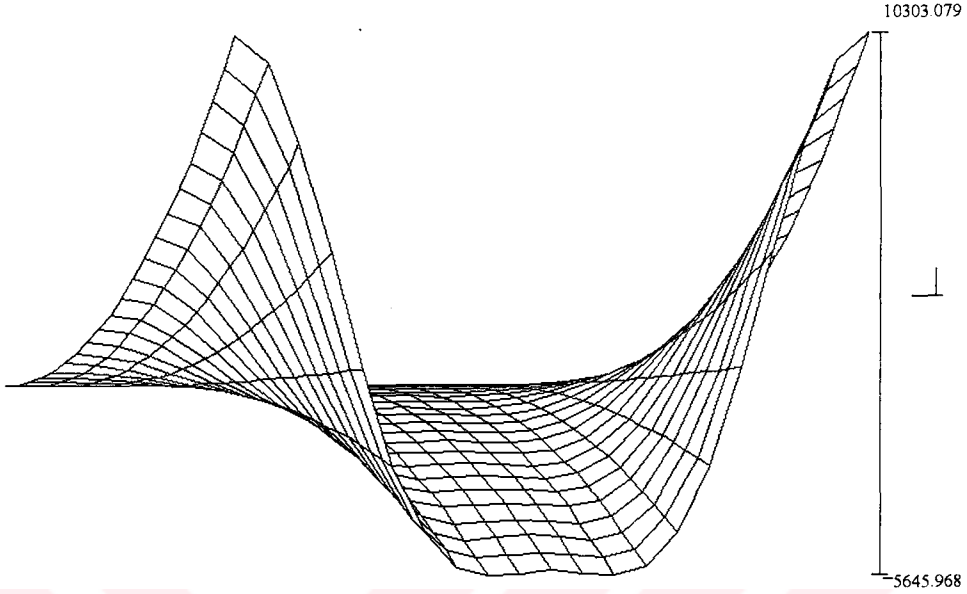
$$a(\phi, \omega) := r_K \cdot \omega^2 \cdot (\cos(\phi) + 0.3046(\cos(2 \cdot \phi)))$$

elde edilir.

İvmenin krank açısına ve daire frekansına göre ifade edildiği bu formülü de grafik olarak ifade etmeye çalışırsak eksenlerimiz şöyle olmaktadır:

$$x=\phi \quad y=\omega \quad z=a$$

olursa grafiğimiz şöyle olacaktır:



a

Grafik 3.1.3.2- Piston+biyelin piston tarafına düşen ağırlığının açı ve daire frekansına göre ivme değişimi grafiği

Bu grafikte de görülmektedir ki pistonun tepe noktalarında ($0^{\circ}, 180^{\circ}, 360^{\circ}$) ivme değeri maksimumda seyretmektedir. Şimdi başta da belirtildiği üzere lineer hareket eden kütleler dönen kütle olarak kranka indirgenmelidir. Bunun için lineer hareket yapan kütlelerin kinetik enerjisi dairesel hareket yapan kütlelerin kinetik enerjisine eşitlenerek buradan kütle atalet momenti çekilirse eşdeğer kütle atalet momenti şöyle olmaktadır:

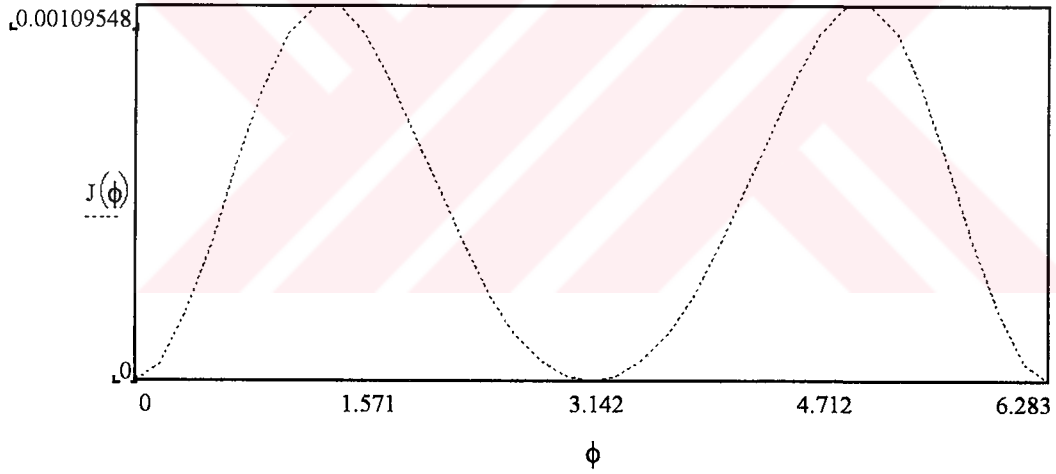
$$J(\phi, \omega) := 0.669 \left[\frac{r \cdot K \cdot \omega \cdot \left[\sin(\phi) + \frac{0.3046}{2} \cdot (\sin(2 \cdot \phi)) \right]}{\omega} \right]^2$$

Bunu bizim J değerimiz olarak düzenlersek krank açısına bağlı olarak değişen şu formülü elde ederiz:

$$J(\phi) := 0.669 \left[\frac{r_K \cdot 200 \cdot \left(\sin(\phi) + \frac{0.3046}{2} \cdot \sin(2 \cdot \phi) \right)}{200} \right]^2$$

Bunuda grafik olarak çizdirirsek eksenlerimiz şöyle olmaktadır:

$$x = \phi \quad y = J$$

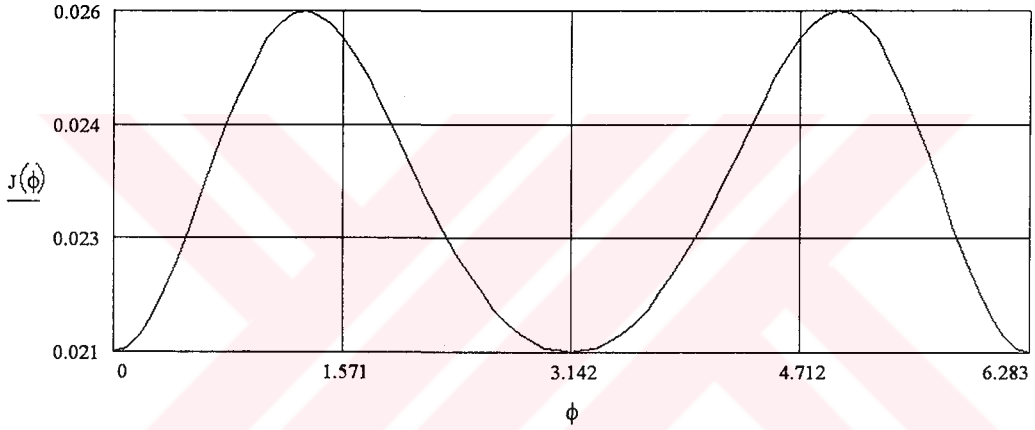


Grafik 3.13.3- Piston+biyelin piston tarafına düşen kısmının krank açısına bağlı olarak kütle atalet momenti değişimi grafiği

Buradan, lineer hareket eden kütlelerden ileri gelen maksimum kütle atalet momentinin momentinin $0.00109 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ olduğunu görüyoruz. Bunuda bütün motora uygularsak krankla 4 silindiri toplamamız icabeder:

$$J(\phi) := J_K + 4m_{B1}(0.039m)^2 + 4 \left(m_{B2} + m_P \right) \cdot \left[\frac{0.039m\omega \cdot \left[\sin(\phi) + \frac{0.3046}{2} \cdot (\sin(2\phi)) \right]}{\omega} \right]^2$$

ve buna ait grafikte bize toplam motor kütle atalet momentinin nasıl değiştiğini verecektir:



Grafik 3.13.4- Motorun kütle atalet momentini değişimini krank açısına bağlı olarak veren grafik

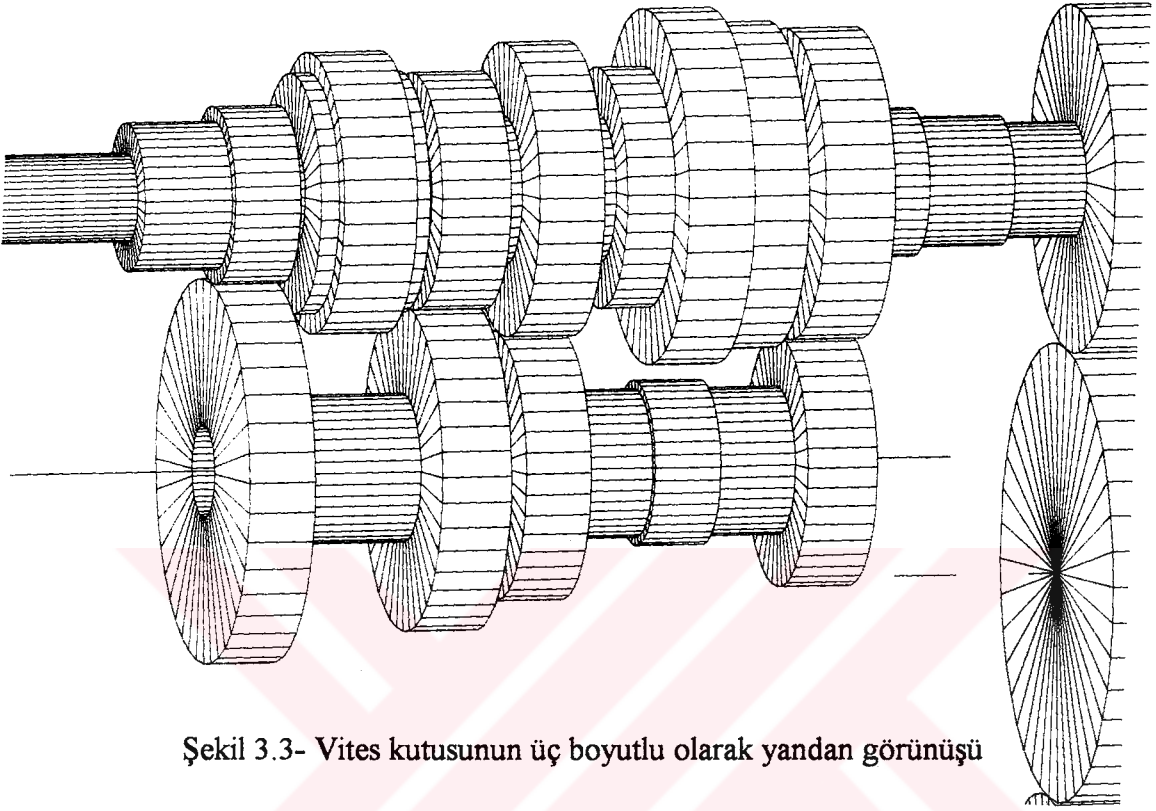
Böylece bizim alacağımız maks motor kütle atalet momentini değeri:0.026 kgm² olacaktır.

3.2. VOLANIN KÜTLE ATALET MOMENTİ DEĞERİ

Volanın kütle atalet momentini değeri aynen FORD' un elimizde bulunan volan teknik resminden alınmıştır ve şöyledir:

$$J_v = 0.0984 \text{ kgm}^2$$

3.3. VİTES KUTUSUNUN KÜTLE ATALET MOMENTİ



Şekil 3.3- Vites kutusunun üç boyutlu olarak yandan görünüşü

3.3.1. SİSTEM DEĞERLERİ

3.3.1.1. Dişli kütle atalet momentleri:

$$J_{p'} := 1.507 \cdot 10^{-3} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_{1'} := 0.03565 \cdot 10^{-3} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_{2'} := 0.3116 \cdot 10^{-3} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_{3'} := 0.7862 \cdot 10^{-3} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_{G'} := 0.02565 \cdot 10^{-3} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_3 := 0.2413 \cdot 10^{-3} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_2 := 0.5581 \cdot 10^{-3} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_1 := 0.73698 \cdot 10^{-3} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_G := 1.15727 \cdot 10^{-3} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_{GA} := 0.09363 \cdot 10^{-3} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2 \quad (\text{geri arka dişli})$$

$$J_p := 0.07233 \cdot 10^{-3} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_{se} := 0.64955 \cdot 10^{-3} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

3.3.1.2. Çevrim oranları:

$$\begin{aligned} i_{pp'} &= 2.2 & i_{11'} &= 0.556 \\ i_{33'} &= 1.4 & i_{GG'} &= 0.467 \\ i_{22'} &= 0.92 & i_{GAG'} &= 0.875 \end{aligned}$$

3.3.1.3. Toplam çevrim oranları:

$$\begin{aligned} i_1 &= 3.96 \quad (1. \text{vites}) \\ i_2 &= 2.39 \quad (2. \text{vites}) \\ i_3 &= 1.57 \quad (3. \text{vites}) \\ i_4 &= 1 \quad (4. \text{vites}) \\ i_G &= 4.25 \quad (\text{Geri Vites}) \end{aligned}$$

3.3.1.4. Grup mili kütle atalet momenti:

Dış çap , iç çap ve uzunluk değerleri şunlardır:

$$d_d := 0.04 \cdot m$$

$$d_i := 0.025 \cdot m$$

$$l_{vkgm} := 0.158 \cdot m \text{ (vites kutusu grup mili uzunluğu)}$$

Buna göre milin kütlesi,

$$m_{vkgm} := \pi \cdot \frac{(d_d^2 - d_i^2)}{4} \cdot l_{vkgm} \cdot \gamma \quad m_{vkgm} = 0.944 \cdot kg$$

bulunur.

Atalet yarıçapı ise,

$$i_{vkgm} := \sqrt{\frac{d_d^2 + d_i^2}{8}} \quad i_{vkgm} = 0.017 \cdot m$$

olarak elde edilir.

Buna göre parçamızın kütle atalet momenti,

$$J_{vkgm} := m_{vkgm} \cdot i_{vkgm}^2 \quad J_{vkgm} = 2.626 \cdot 10^{-4} \cdot kg \cdot m^2$$

olarak bulunur.

3.3.1.5. Giriş mili kütle atalet momenti:

Parçamızın ölçüleri:

$$d_{1^m} := 21 \cdot mm \quad l_{1^m} := 60 \cdot mm$$

$$d_{1^n} := 23.8 \cdot mm \quad l_{1^n} := 79.4 \cdot mm$$

$$d_{1^i} := 40 \cdot mm \quad l_{1^i} := 24 \cdot mm$$

Buna göre kütle atalet momenti değerleri:

$$J_{1''' } := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{1''' }^2}{4} \cdot l_{1''' } \cdot \gamma \cdot \frac{d_{1''' }^2}{4} \quad J_{1''' } = 8.941 \cdot 10^{-6} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

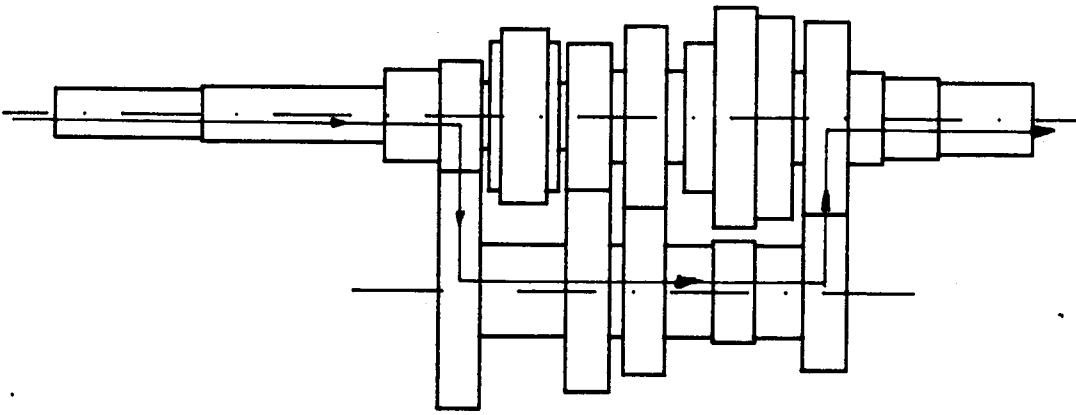
$$J_{1'' } := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{1'' }^2}{4} \cdot l_{1'' } \cdot \gamma \cdot \frac{d_{1'' }^2}{4} \quad J_{1'' } = 1.952 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_{1' } := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{1' }^2}{4} \cdot l_{1' } \cdot \gamma \cdot \frac{d_{1' }^2}{4} \quad J_{1' } = 4.708 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Giriş milinin toplam kütle atalet momenti değeri:

$$J_{\text{gim}} := J_{1' } + J_{1'' } + J_{1''' } \quad J_{\text{gim}} = 7.554 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}$$

3.3.2. I.VİTES



Şekil 3.3.2- Şanzımda 1. vites durumu

Pinyon dişli sağ tarafı(senkromeçe kadar):

Bu kısmın ölçüleri,

$$d_{2'} := 0.029 \text{ m} \quad l_{2'} := 0.055 \text{ m}$$

Kütle atalet momenti:

$$J_{2m'} := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{2'}^2}{4} \cdot l_{2'} \cdot \gamma \cdot \frac{d_{2'}^2}{4} \quad J_{2m'} = 2.981 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Grup mili toplam kütle atalet momenti:

Grup mili ve ona bağlı dişliler ile bu milleden hareket edipde ana milleden bulunan dişliler ve bunlara bağlı millerin toplamının bu milleden indirgenmiş hâli:

$$J_{vkgmt} := J_{vkgm} + J_{p'} + J_{1'} + J_{2'} + J_{3'} + J_G + J_{2'} \cdot (i_{22'})^2 + J_{3'} \cdot (i_{33'})^2 + (J_p + J_{gim} + J_{2m'}) \cdot i_{pp'}^2$$

$$J_{vkgmt} = 0.005 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Vites kutusu çıkış miline indirgenmiş grup mili toplam kütle atalet momenti:

$$J_{vkgmt.i} := J_{vkgmt} \cdot \frac{1}{i_{11'}^2} \quad J_{vkgmt.i} = 0.015 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Çıkış mili kütle atalet momenti:

Bu milleden kademelidir ve momenti 1 dişlisi üzerinden transfer daimî iştirak dişlisine iletir. 40' lık çapta 1 dişlisi 31.1'lik çapta daimî iştirak dişlisi montelidir. Kademeli mil olan bu elemanın parça ölçüleri,

$$d_{3'} := 0.04 \text{ m} \quad l_{3'} := 0.015 \text{ m}$$

$$d_{3''} := 0.035 \text{ m} \quad l_{3''} := 0.024 \text{ m}$$

$$d_{3'''} := 0.0311 \text{ m} \quad l_{3'''} := 0.0408 \text{ m}$$

Her kademenin kütle atalet momenti,

$$J_{3'} := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{3'}^2}{4} \cdot l_{3'} \cdot \frac{d_{3'}^2}{4} \quad J_{3'} = 2.942 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_{3''} := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{3''}^2}{4} \cdot l_{3''} \cdot \frac{d_{3''}^2}{4} \quad J_{3''} = 2.76 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_{3'''} := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{3'''}^2}{4} \cdot l_{3'''} \cdot \frac{d_{3'''}^2}{4} \quad J_{3'''} = 2.925 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Toplam kütle atalet momenti,

$$J_{\text{cmi}} := J_{3'} + J_{3''} + J_{3'''} \quad J_{\text{cmi}} = 8.627 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

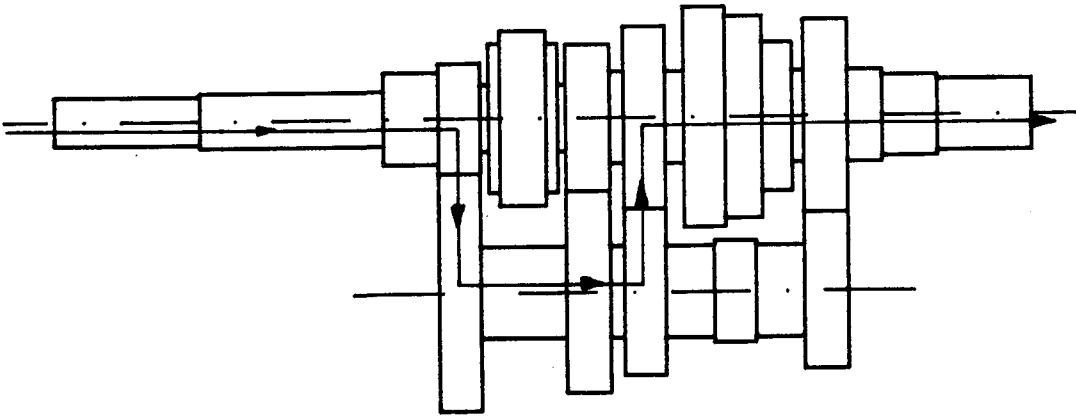
Toplam kütle atalet momenti:

Böylece 1. vites durumunda şanzımanın çıkış milindeki kütle atalet momenti:

$$J_{\text{vkl}} := J_1 + J_G + J_{\text{se}} + J_{\text{vkgmt.i}} + J_{\text{cm}}$$

$$J_{\text{vkl}} = 0.018 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

3.3.3. II. VİTES



Şekil 3.3.3- Şanzımanda 2. vites durumu

Pinyon dişli sağ tarafı(senkromeçe kadar):

Bu kısmın ölçüleri,

$$d_{2'} := 0.029 \text{ m}$$

$$l_{2'} := 0.055 \text{ m}$$

Kütle atalet momenti:

$$J_{2m'} := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{2'}^2}{4} \cdot l_{2'} \cdot \frac{d_{2'}^2}{4}$$

$$J_{2m'} = 2.981 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Grup mili toplam kütle atalet momenti:

Grup mili ve ona bağlı dişliler ile bu mülle beraber hareket edipde ana milde bulunan dişliler ve bunlara bağlı millerin toplamının bu mile indirgenmiş hâli:

$$J_{\text{vkgmt}} := J_{\text{vkgm}} + J_{p'} + J_{1'} + J_{2'} + J_{3'} + J_{G'} + J_{1'} \cdot (i_{11'})^2 \dots$$

$$+ J_{3'} \cdot (i_{33'})^2 + (J_p + J_{\text{gim}} + J_{2m'}) \cdot i_{pp'}^2$$

$$J_{\text{vkgmt}} = 0.005 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Vites kutusu çıkış miline indirgenmiş grup mili toplam kütle atalet momenti:

$$J_{\text{vkgmt.i}} := J_{\text{vkgmt}} \cdot \frac{1}{i_{22'}^2}$$

$$J_{\text{vkgmt.i}} = 0.005 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Çıkış mili kütle atalet momenti:

Kademeli mil olan bu elemanın parça ölçüleri,

$$d_{3'} := .04 \text{ m}$$

$$l_{3'} := .137 \text{ m}$$

$$d_{3''} := 0.035 \text{ m}$$

$$l_{3''} := 0.024 \text{ m}$$

$$d_{3'''} := 0.0311 \text{ m}$$

$$l_{3'''} := 0.0408 \text{ m}$$

Her kademenin kütle atalet momenti,

$$J_{3'} := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{3'}^2}{4} \cdot l_{3'} \cdot \gamma \cdot \frac{d_{3'}^2}{4}$$

$$J_{3'} = 2.687 \cdot 10^{-4} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_{3''} := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{3''}^2}{4} \cdot l_{3''} \cdot \gamma \cdot \frac{d_{3''}^2}{4}$$

$$J_{3''} = 2.76 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_{3'''} := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{3'''}^2}{4} \cdot l_{3'''} \cdot \gamma \cdot \frac{d_{3'''}^2}{4}$$

$$J_{3'''} = 2.925 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Toplam kütle atalet momenti,

$$J_{\text{cmi}} := J_{3'} + J_{3''} + J_{3'''}$$

$$J_{\text{cmi}} = 3.256 \cdot 10^{-4} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Toplam kütle atalet momenti:

Böylece 2. vites durumunda şanzımanın çıkış milindeki kütle atalet momenti:

$$J_{\text{vk2}} := J_2 + J_G + J_{\text{se}} + J_{\text{vkgmt.i}} + J_{\text{cm}}$$

$$J_{\text{vk2}} = 0.008 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

3.3.4. III. VİTES

Pinyon dişli sağ tarafı(senkromeçe kadar):

Bu kısmın ölçüleri,

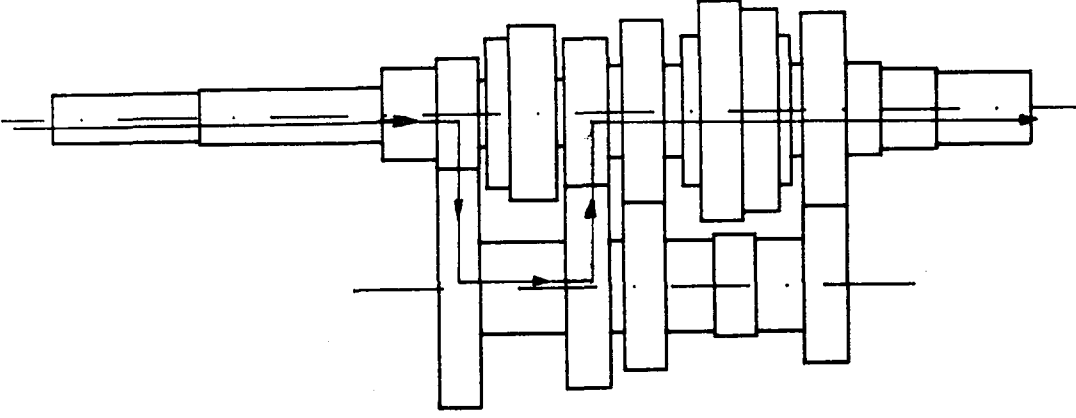
$$d_{2'} := 0.029 \text{ m}$$

$$l_{2'} := 0.055 \text{ m}$$

Kütle atalet momenti:

$$J_{2m'} := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{2'}^2}{4} \cdot l_{2'} \cdot \gamma \cdot \frac{d_{2'}^2}{4}$$

$$J_{2m'} = 2.981 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$



Şekil 3.3.4- Şanzımda 3. vites durumu

Grup mili toplam kütle atalet momenti:

Grup mili ve ona bağlı dişliler ile bu mülle beraber hareket edipde ana milde bulunan dişliler ve bunlara bağlı millerin toplamının bu mile indirgenmiş hâli:

$$J_{vkgmt} := J_{vkgm} + J_{p'} + J_{1'} + J_{2'} + J_{3'} + J_G + J_{1'} \cdot (i_{11'})^2 \dots \\ + J_{2'} \cdot (i_{22'})^2 + (J_p + J_{gim} + J_{2m'}) \cdot i_{pp'}^2$$

$$J_{vkgmt} = 0.004 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Vites kutusu çıkış miline indirgenmiş grup mili toplam kütle atalet momenti:

$$J_{vkgmt.i} := J_{vkgmt} \cdot \frac{1}{i_{33'}^2} \quad J_{vkgmt.i} = 0.002 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Çıkış mili kütle atalet momenti:

Kademeli mil olan bu elemanın parça ölçüleri,

$$d_{3'} := 0.040 \text{ m}$$

$$l_{3'} := 0.137 \text{ m}$$

$$d_{3''} := 0.035 \text{ m}$$

$$l_{3''} := 0.024 \text{ m}$$

$$d_{3'''} := 0.0311 \text{ m}$$

$$l_{3'''} := 0.0408 \text{ m}$$

Her kademenin kütle atalet momenti,

$$J_{3'} := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{3'}^2}{4} \cdot l_{3'} \cdot \gamma \cdot \frac{d_{3'}^2}{4}$$

$$J_{3'} = 2.687 \cdot 10^{-4} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_{3''} := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{3''}^2}{4} \cdot l_{3''} \cdot \gamma \cdot \frac{d_{3''}^2}{4}$$

$$J_{3''} = 2.76 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_{3'''} := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{3''' }^2}{4} \cdot l_{3'''} \cdot \gamma \cdot \frac{d_{3''' }^2}{4}$$

$$J_{3'''} = 2.925 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Toplam kütle atalet momenti,

$$J_{\text{cmi}} := J_{3'} + J_{3''} + J_{3'''}$$

$$J_{\text{cmi}} = 3.256 \cdot 10^{-4} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

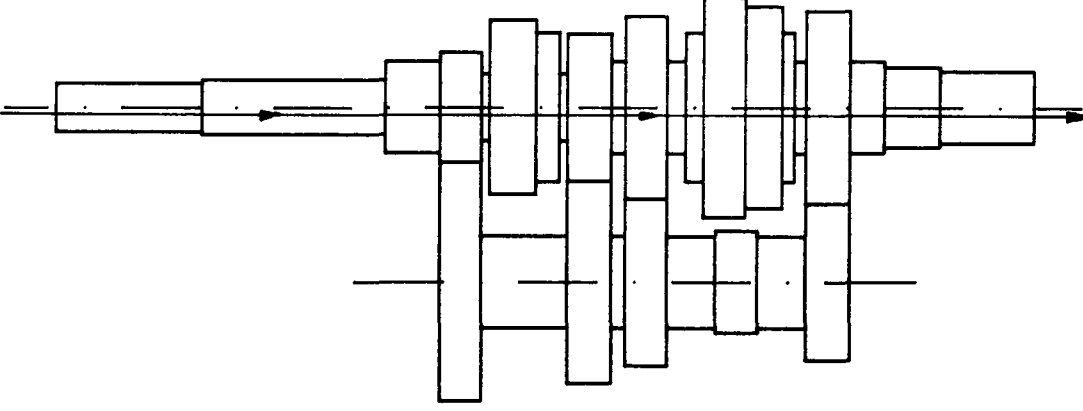
Toplam kütle atalet momenti:

Böylece 3. vites durumunda şanzımanın çıkış milindeki kütle atalet momenti:

$$J_{\text{vk3}} := J_3 + J_G + J_{\text{se}} + J_{\text{vkgmt.i}} + J_{\text{cm}}$$

$$J_{\text{vk3}} = 0.005 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

3.3.5. IV. VİTES



Şekil 3.3.5- Şanzımda 4. vites durumu

Pinyon dişli ile çıkış mili arası:

4. vitesde hareket doğrudan doğruya motordan çıkış miline geçtiğinden bu ara olduğu gibi hesaplanıp toplam değere eklenecektir. Kademeli mil ölçüleri,

$$d_{2''} := 0.04 \text{ m}$$

$$l_{2''} := 0.137 \text{ m}$$

$$d_{2'} := 0.029 \text{ m}$$

$$l_{2'} := 0.055 \text{ m}$$

Böylece kütle atalet momentleri,

$$J_{2''} := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{2''}^2}{4} \cdot l_{2''} \cdot \gamma \cdot \frac{d_{2''}^2}{4}$$

$$J_{2''} = 2.687 \cdot 10^{-4} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_{2m'} := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{2'}^2}{4} \cdot l_{2'} \cdot \gamma \cdot \frac{d_{2'}^2}{4}$$

$$J_{2m'} = 2.981 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

olarak elde edilir.

Çıkış mili kütle atalet momenti:

Kademeli mil olan bu elemanın parça ölçüleri,

$$d_{3''} := 0.035 \text{ m}$$

$$l_{3''} := 0.024 \text{ m}$$

$$d_{3'''} := 0.0311 \text{ m}$$

$$l_{3'''} := 0.0408 \text{ m}$$

Her kademenin kütle atalet momenti,

$$J_{3''} := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{3''}^2}{4} \cdot l_{3''} \cdot \frac{d_{3''}^2}{4}$$

$$J_{3''} = 2.76 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_{3'''} := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{3''' }^2}{4} \cdot l_{3'''} \cdot \frac{d_{3''' }^2}{4}$$

$$J_{3'''} = 2.925 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Toplam kütle atalet momenti,

$$J_{\text{cmi}} := J_{3''} + J_{3'''}$$

$$J_{\text{cmi}} = 5.68410^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Böylece bu ana milin toplam kütle atalet momenti,

$$J_{\text{vkam}} := J_{1'} + J_{1''} + J_{1'''} + J_{2m'} + J_{2''} + J_{3''} + J_{3'''}$$

$$J_{\text{vkam}} = 4.30910^{-4} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Grup mili toplam kütle atalet momenti:

Grup mili ve ona bağlı dişliler toplamı:

$$J_{\text{vkgmt}} := J_{\text{vkgm}} + J_{p'} + J_{1'} + J_{2'} + J_{3'} + J_{G'} + J_{1'} \cdot (i_{11'})^2 \dots \\ + J_{2'} \cdot (i_{22'})^2 + J_{3'} \cdot (i_{33'})^2$$

$$J_{\text{vkgmt}} = 0.004 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Vites kutusu çıkış miline indirgenmiş grup mili toplam kütle atalet momenti:

$$J_{vkgmt.i} = J_{vkgmt} \cdot \frac{1}{i_{pp'}^2} \quad J_{vkgmt.i} = 8.474 \cdot 10^{-4} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

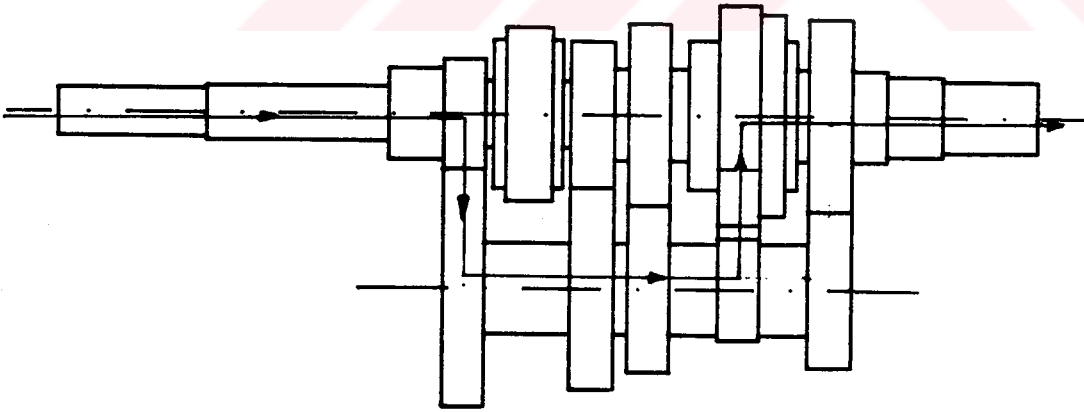
Toplam kütle atalet momenti:

Böylece 4. vites durumunda şanzımanın çıkış milindeki kütle atalet momenti:

$$J_{vk4} = J_p + J_G + J_{se} + J_{vkgmt.i} + J_{vka}$$

$$J_{vk4} = 0.003 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

3.3.6. GERİ VİTES



Şekil 3.3.6- Şanzımanda geri vites durumu

Pınyon dişli sağ tarafı(senkromeçe kadar):

Bu kısmın ölçüleri,

$$d_{2'} := 0.029 \text{ m}$$

$$l_{2'} := 0.055 \text{ m}$$

Kütle atalet momenti:

$$J_{2m'} := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{2'}^2}{4} \cdot l_{2'} \cdot \frac{d_{2'}^2}{4}$$

$$J_{2m'} = 2.981 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Grup mili toplam kütle atalet momenti:

Grup mili ve ona bağlı dişliler ile bu mülle beraber hareket edipde ana milde bulunan dişliler ve bunlara bağlı millerin toplamının bu mile indirgenmiş hâli:

$$J_{vkgmt} := J_{vkgm} + J_{p'} + J_{1'} + J_{2'} + J_{3'} + J_{G'} + J_{1'} \cdot (i_{11'})^2 \dots \\ + J_{3'} \cdot (i_{33'})^2 + J_{2'} \cdot i_{22'}^2 + (J_p + J_{gim} + J_{2m'}) \cdot i_{pp'}^2 + J_{GA} \cdot i_{GAG'}^2$$

$$J_{vkgmt} = 0.005 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Vites kutusu çıkış miline indirgenmiş grup mili toplam kütle atalet momenti:

$$J_{vkgmt.i} := J_{vkgmt} \cdot \frac{1}{i_{GG'}^2}$$

$$J_{vkgmt.i} = 0.023 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Çıkış mili kütle atalet momenti:

Kademeli mil olan bu elemanın parça ölçüleri,

$$d_{3'} := 40 \text{ mm}$$

$$l_{3'} := 0.137 \text{ m}$$

$$d_{3''} := 0.035 \text{ m}$$

$$l_{3''} := 0.024 \text{ m}$$

$$d_{3'''} := 0.0311 \text{ m}$$

$$l_{3'''} := 0.0408 \text{ m}$$

Her kademenin kütle atalet momenti,

$$J_{3'} := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{3'}^2}{4} \cdot l_{3'} \cdot \gamma \cdot \frac{d_{3'}^2}{4} \quad J_{3'} = 2.687 \cdot 10^{-4} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_{3''} := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{3''}^2}{4} \cdot l_{3''} \cdot \gamma \cdot \frac{d_{3''}^2}{4} \quad J_{3''} = 2.76 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_{3'''} := \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{d_{3'''}^2}{4} \cdot l_{3'''} \cdot \gamma \cdot \frac{d_{3'''}}{4} \quad J_{3'''} = 2.925 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Toplam kütle atalet momenti,

$$J_{\text{cmi}} := J_{3'} + J_{3''} + J_{3'''} \quad J_{\text{cmi}} = 3.256 \cdot 10^{-4} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

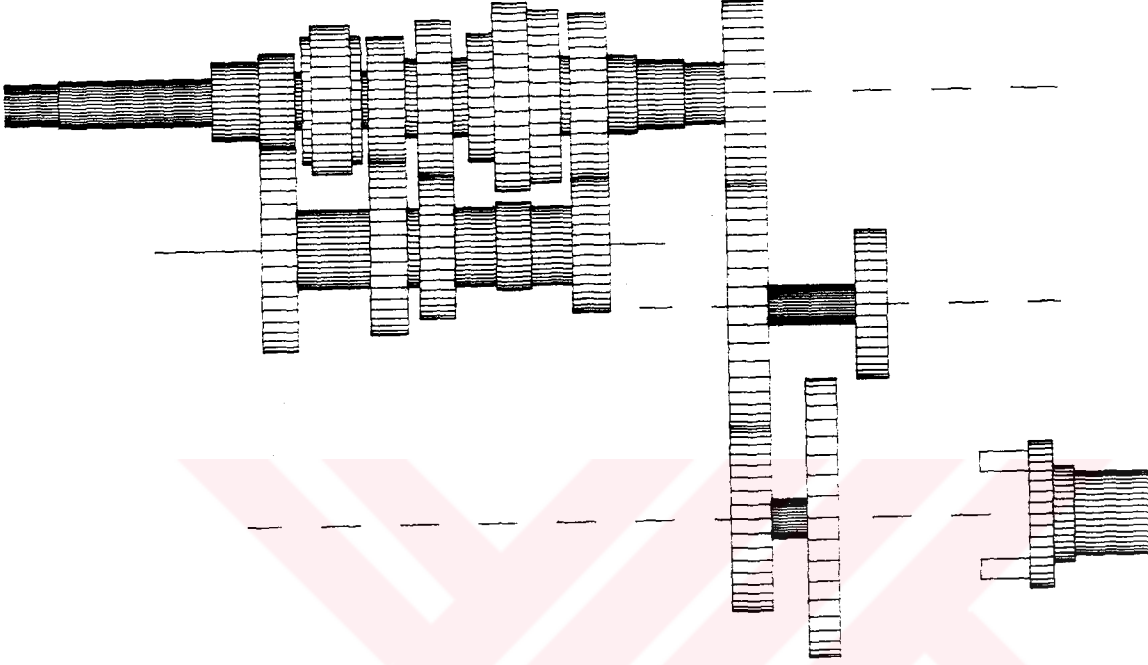
Toplam kütle atalet momenti:

Böylece geri vites durumunda şanzımanın çıkış milindeki kütle atalet momenti:

$$J_{\text{vkG}} := J_{\text{G}} + J_{\text{se}} + J_{\text{cmi}} + J_{\text{vkgmt}}$$

$$J_{\text{vkG}} = 0.025 \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

3.4. TRANSFER KUTUSU KÜTLE ATALET MOMENTİ



Şekil 3.4- Transfer kutusunun 3 boyutlu resminin yandan görünüşü

Transfer kutusu şekildedeki ve aynı zamanda ekin 3. ve 4. resminde görüldüğü gibi 5 dişliden müteşekkildir. Transfer kutusu momenti transfer kutusunun girişindeki daimî iştirak dişlisinden alır ve arazi grup dişlileriyle kardan miline iletir. Burada iki durum mevcuttur. Yukarıdaki şekilde hız durumu pozisyonu görülmektedir ki bu tezdeki hesaplar hız durumuna göre yapılmıştır. Bu durumda transfer kutusu giriş ve çıkışı arasında 1:1 bir çevrim oranı mevcuttur ki buda momentin doğrudan kardan miline geçtiğini bize işaret etmektedir.

3.4.1. SİSTEM DEĞERLERİ

Diş tipi	diş sayısı	bölüm dairesi çapı	genişlik
1)Dâimî iştirak dişlisi	26	94.329	20.62
2)Arazi grup dişlisi	34	123.370	21.15
3)Hız dişlisi	26	94.329	20.62
4)	21	76.2	16
5)Tahvil arazi dişlisi	39	141.514	16

3.4.2. KÜTLE ATALET MOMENTLERİ

No.	Kütle atalet momenti (kgm ²)
1)	0.001
2)	0.004
3)	0.001
4)	0.0004133
5)	0.005

Hız durumunda çıkış miline indirgenmiş kütle atalet momenti değeri:

$$z_3 := 26 \quad z_2 := 3$$

$$J_{TK,hi} := J_1 + (J_2 + J_4) \cdot \left(\frac{z_3}{z_2} \right)^2 + J$$

$$J_{TK,hi} = 0.005 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

3.5. KARDAN MİLLERİ YAY KATSAYILARI

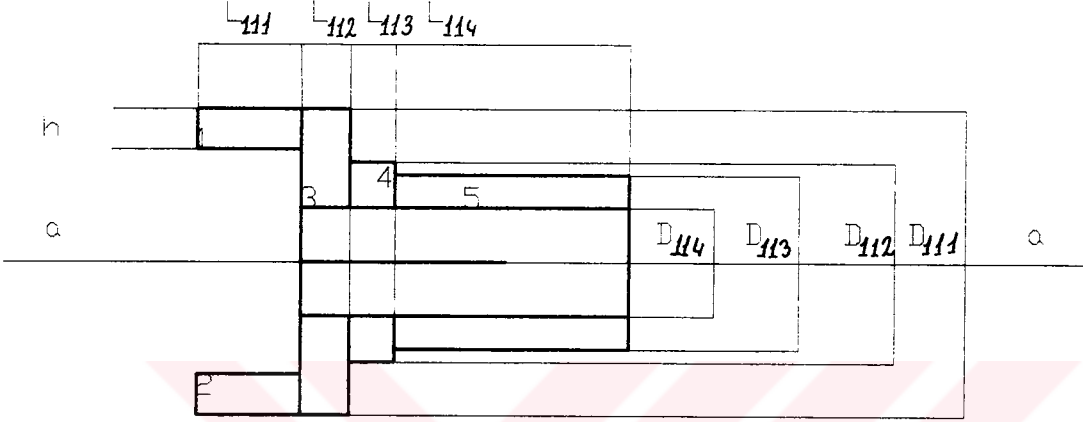
Bu hesaplarda transyatsız ve transyatıklı kardan mili sırayla hesaplanmıştır. Burada alınan elâstiklik modülü değerleri şunlardır:

$$G := 80000 \cdot \frac{\text{newton}}{\text{mm}^2} \quad E := 210000 \cdot \frac{\text{newton}}{\text{mm}^2}$$

Kardan mili için yapılan modelleme tezin sonundaki eklerde daha açık şekilde görülmektedir.

3.5.1. TRANSYATAKSIZ KARDAN MİLİ(1)

3.5.1.1. Kayıcı Çatal(11):



Şekil 3.5.1.1- Transyataksız kardan milinde kayıcı çatal modeli

Parça ölçüleri

$$L_{111} := 25 \cdot \text{mm}$$

$$D_{111} := 75 \cdot \text{mm}$$

(ort. çap alınmıştır)

$$L_{112} := 12 \cdot \text{mm}$$

$$D_{112} := 49 \cdot \text{mm}$$

$$L_{113} := 11 \cdot \text{mm}$$

$$D_{113} := 42.5 \cdot \text{mm}$$

$$L_{114} := 57 \cdot \text{mm}$$

$$D_{114} := 26.5 \cdot \text{mm}$$

$$h := 10 \cdot \text{mm}$$

$$b := 40 \cdot \text{mm}$$

1. ve 2. bölge(111 VE 112)

Bu kısım şekillerdende görülebileceği gibi çatalı kısımdır. Bu kısım çok rijit olduğundan burulmasında ona göre az olacaktır. Dolayısıyla bu burulma ile sehim değeri arasında pek fark olmayacaktır. Böylece biz önce çatalın eğilme yay katsayısını hesaplayıp oradanda burulma yay katsayısına geçebiliriz. Önce çatalımızın eğilme yay katsayısını hesaplayalım:

$$I_{111} := \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I_{111} = 3.333 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{111.e} := \frac{3 \cdot E \cdot I_{111}}{L_{111}^3}$$

$$K_{111.e} = 1.344 \cdot 10^5 \cdot \frac{\text{newton}}{\text{mm}}$$

Bu eğilmeyi burulma olarak ifade etmeye çalışalım; çatalı 1 mm eğmek için bu kuvvet gerekiyorsa ve kuvvet 36 mm.lik bir yarıçaptan tesir ediyorsa, bu 1 mm.yi radyan olarak ifade edersek:

$$\frac{1}{36} = 0.028 \cdot \text{rad}$$

değerine tekabül eder. Şimdi 1 rad. için gerekli moment değerini bulursak bu bizim burulma yay katsayımız olacaktır:

$$K_{111.b} := \frac{1.344 \cdot 10^5 \cdot \text{newton} \cdot 36 \text{ mm}}{0.028}$$

$$K_{111.b} = 1.728 \cdot 10^5 \cdot \text{newton} \cdot m$$

$$K_{111} := K_{111.b}$$

$$K_{112} := K_{111}$$

$$K_{112} = 1.728 \cdot 10^5 \cdot \text{newton} \cdot m$$

3.bölge(113)

Silindirik bir kesittir:

$$I_{113} := \frac{\pi}{32} \cdot (D_{111}^4 - D_{114}^4)$$

$$I_{113} = 3.058 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{113} := \frac{GI_{113}}{L_{112}}$$

$$K_{113} = 2.039 \cdot 10^7 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

4.bölge(114)

Silindirik bir kesittir:

$$I_{114} := \frac{\pi}{32} \cdot (D_{112}^4 - D_{114}^4)$$

$$I_{114} = 5.175 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{114} := \frac{GI_{114}}{L_{113}}$$

$$K_{114} = 3.764 \cdot 10^6 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

5.bölge(115)

Silindirik bir kesittir:

$$I_{115} := \frac{\pi}{32} \cdot (D_{113}^4 - D_{114}^4)$$

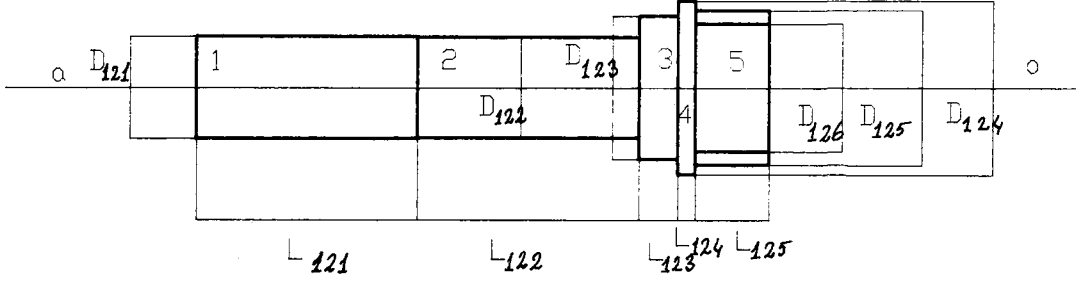
$$I_{115} = 2.719 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{115} := \frac{GI_{115}}{L_{114}}$$

$$K_{115} = 3.816 \cdot 10^5 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

Bu son katsayı kayıcı milin 121 no.lu elemanı ile paralel toplanmalıdır.

3.5.1.2. Kayıcı Mil(12):



Şekil 3.5.1.2- Transyataksız kardan milinde kayıcı mil modeli

Parça ölçüleri

$L_{121} := 57 \text{ mm}$	$D_{121} := 26.5 \text{ mm}$	(feder kısmının ortalama çapı)
$L_{122} := 57 \text{ mm}$	$D_{122} := 26 \text{ mm}$	
$L_{123} := 10 \text{ mm}$	$D_{123} := 37 \text{ mm}$	
$L_{124} := 4.5 \text{ mm}$	$D_{124} := 45 \text{ mm}$	
$L_{125} := 19 \text{ mm}$	$D_{125} := 33 \text{ mm}$	
	$D_{126} := 40 \text{ mm}$	

1.Bölge(121)

Bu kısım 115 ile içiçe geçtiğinden paralel toplanacaktır. Silindir olan bu parçanın yay katsayısı:

$$I_{121} := \frac{\pi \cdot D_{121}^4}{32}$$

$$I_{121} = 4.842 \cdot 10^4 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{121} := \frac{G \cdot I_{121}}{L_{121}}$$

$$K_{121} = 6.795 \cdot 10^4 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

2.bölge(122)

Yine bu parçada silindirik olduğundan yay katsayısı:

$$I_{122} := \frac{\pi \cdot D_{122}^4}{32}$$

$$I_{122} = 4.486 \cdot 10^4 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{122} := \frac{G \cdot I_{122}}{L_{122}}$$

$$K_{122} = 6.297 \cdot 10^4 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

3.bölge(123)

$$I_{123} := \frac{\pi \cdot D_{123}^4}{32}$$

$$I_{123} = 1.84 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{123} := \frac{G \cdot I_{123}}{L_{123}}$$

$$K_{123} = 1.472 \cdot 10^6 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

4.bölge(124)

$$I_{124} := \frac{\pi \cdot D_{124}^4}{32}$$

$$I_{124} = 4.026 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{124} := \frac{GI_{124}}{L_{124}}$$

$$K_{124} = 7.157 \cdot 10^6 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

5.bölge(125)

İçi boş bir silindir olduğundan yay katsayısı

$$I_{125} := \frac{\pi}{32} \cdot (D_{126}^4 - D_{125}^4)$$

$$I_{125} = 1.349 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

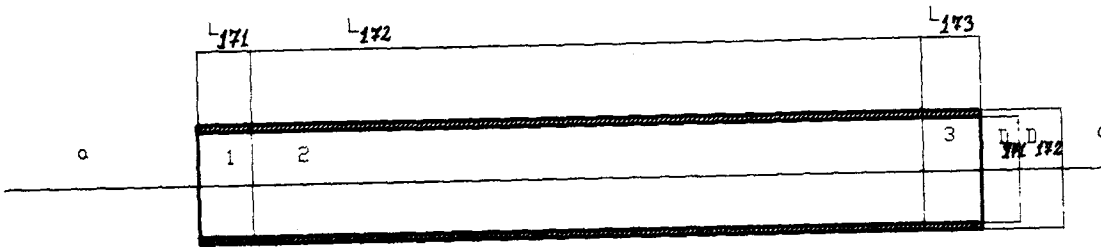
$$K_{125} := \frac{I_{125} \cdot G}{L_{125}}$$

$$K_{125} = 5.68 \cdot 10^5 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

şeklinde bulunur.

Bu parça aynı zamanda 131 no.lu elemanla içiçe geçmiş bulunduğundan paralel toplanacaklardır.

3.5.1.3. Uzatma Borusu (13):



Şekil 3.5.1.3- Transyatsız kardan milinde uzatma borusu modeli

Parça ölçüleri

$$L_{131} := 19 \text{ mm}$$

$$D_{132} := 45 \text{ mm}$$

$$L_{132} := 1121 \text{ mm}$$

$$D_{131} := 40 \text{ mm}$$

$$L_{133} := 10 \text{ mm}$$

1.bölge(131)

İçi boş silindir olan bu parçanın yay katsayısı 125 no.lu parçayla paralel bağlanacaktır:

$$I_{131} := \frac{\pi}{32} \cdot (D_{132}^4 - D_{131}^4) \quad I_{131} = 1.513 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{131} := \frac{I_{131} \cdot G}{L_{131}}$$

$$K_{131} = 6.368 \cdot 10^5 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

2.bölge(132)

$$I_{132} := \frac{\pi}{32} \cdot (D_{132}^4 - D_{131}^4) \quad I_{132} = 1.513 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{132} := \frac{I_{132} \cdot G}{L_{132}}$$

$$K_{132} = 1.079 \cdot 10^4 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

3.bölge(133)

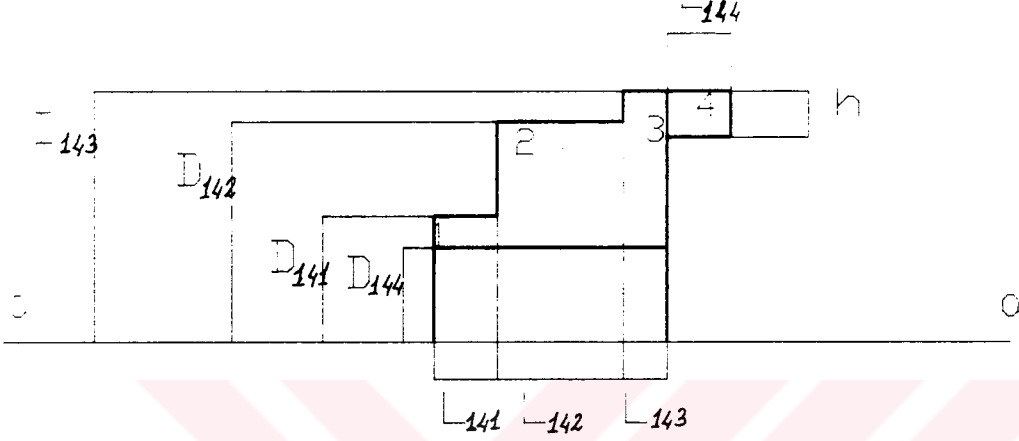
$$I_{133} := \frac{\pi}{32} \cdot (D_{132}^4 - D_{131}^4) \quad I_{133} = 1.513 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{133} := \frac{I_{133} \cdot G}{L_{133}}$$

$$K_{133} = 1.21 \cdot 10^6 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

Bu değerde keza bir sonraki eleman olan ve birbirleriyle içiçe geçmiş bulunan 141 no.lu elemanla paralel toplanacaktır.

3.5.1.4. Tp atal(14):



şekil 3.5.1.4- Trans yataksız kardan milinde tp atal modeli

Parça lleri

$$L_{141} := 10 \text{ mm}$$

$$D_{141} := 40 \text{ mm}$$

$$L_{142} := 20 \text{ mm}$$

$$D_{142} := 70 \text{ mm}$$

$$L_{143} := 7 \text{ mm}$$

$$D_{143} := 80 \text{ mm}$$

$$L_{144} := 10 \text{ mm}$$

(atal uzunluğu)

$$D_{144} := 33 \text{ mm}$$

$$h := 17 \text{ mm}$$

$$b := 40 \text{ mm}$$

1.bölge(141)

Bu parçada 133 no.lu elemanla içiçe çalıştığından paralel olarak toplanacaklardır.
Bu bölgenin yay katsayısı:

$$I_{141} = \frac{\pi}{32} \cdot (D_{141}^4 - D_{144}^4)$$

$$I_{141} = 1.349 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{141} = \frac{G \cdot I_{141}}{L_{141}}$$

$$K_{141} = 1.079 \cdot 10^6 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

2.bölge(142)

$$I_{142} = \frac{\pi}{32} \cdot (D_{142}^4 - D_{144}^4)$$

$$I_{142} = 2.241 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{142} = \frac{G \cdot I_{142}}{L_{142}}$$

$$K_{142} = 8.963 \cdot 10^6 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

3.bölge(143)

$$I_{143} = \frac{\pi \cdot D_{143}^4}{32}$$

$$I_{143} = 4.021 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{143} = \frac{G \cdot I_{143}}{L_{143}}$$

$$K_{143} = 4.596 \cdot 10^7 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

4. ve 5. bölge(144 ve 145)

Bu kısım şekillerdende anlaşılacağı üzere 111 ve 112 no.lu çatallarla aynı şekle sahiptir. Dolayısıyla hesap tarzıda aynı olacaktır. Önce çatalımızın eğilme yay katsayısını hesaplayalım:

$$I_{144} = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I_{144} = 1.638 \cdot 10^4 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{144.e} = \frac{3 \cdot E \cdot I_{144}}{L_{144}^3}$$

$$K_{144.e} = 1.032 \cdot 10^7 \cdot \frac{\text{newton}}{\text{mm}}$$

Bu eğilmeyi burulma olarak ifade etmeye çalışalım, çatalı 1 mm eğmek için bu kuvvet gerekiyorsa ve kuvvet 36 mm.lik bir yarıçaptan tesir ediyorsa, bu 1 mm.yi radyan olarak ifade edersek:

$$\frac{1}{36} = 0.028 \cdot \text{rad}$$

değerine tekabül eder. Şimdi 1 rad. için gerekli moment değerini bulursak bu bizim burulma yay katsayımız olacaktır:

$$K_{144.b} := \frac{1.032 \cdot 10^7 \cdot \text{newton} \cdot 36 \text{ mm}}{0.028} \quad K_{144.b} = 1.327 \cdot 10^{10} \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

$$K_{144} := K_{144.b} \quad K_{144} = 1.327 \cdot 10^7 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

$$K_{145} := K_{144}$$

3.5.1.5. Kardan Mili Toplam Yay Katsayısı:

$$K_{1.top} := \left[\begin{array}{l} \frac{1}{K_{111} + K_{112}} + \frac{1}{K_{113}} + \frac{1}{K_{114}} + \frac{1}{K_{115} + K_{121}} + \frac{1}{K_{122}} \dots \\ + \frac{1}{K_{123}} + \frac{1}{K_{124}} + \frac{1}{K_{125} + K_{131}} + \frac{1}{K_{132}} + \frac{1}{K_{133} + K_{141}} \dots \\ + \frac{1}{K_{142}} + \frac{1}{K_{143}} + \frac{1}{K_{144} + K_{145}} \end{array} \right]$$

$$K_{1.top} = 8.602 \cdot 10^3 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

3.5.2. TRANSYATAKLI KARDAN MİLİ(1)

3.5.2.1. Kayıcı Çatal(11):

Eski kardan milindeki değerlerle aynıdır.

3.5.2.2. Kayıcı Mil(12):

Transyatakli kardan milindeki kayıcı mil şekil ve verilen ölçülerin yerleri itibariyle transyataksız kardan milindekiyle aynıdır. Bu sebepten ayrı bir şekilde ifade edilmeye çalışılmayacaktır.

1.bölge(121)

Eski kardan milindeki değerle aynıdır.

2.bölge(122)

Eski kardan milindeki değerle aynıdır.

3.bölge(123)

Eski kardan milindeki değerle aynıdır.

4. bölge(124)

Eski kardan milindeki değerle aynıdır.

5.bölge(125)

Uzatma borusunun çapı değiştiğinden bu kısmın değeri de değişecektir. Ayrıca bu kısım uzatma borusu içerisine girdiği için 131 no.lu elemanla paralel toplanacaktır.

$$I_{124} := \frac{\pi \cdot D_{124}^4}{32}$$

$$I_{124} = 6.642 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{124} := \frac{G I_{124}}{L_{124}}$$

$$K_{124} = 1.181 \cdot 10^7 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

3.5.2.3. Motor Tarafındaki Uzatma Borusu(13):

Transyatakli kardan milindeki motor tarafındaki uzatma borusu Şekil ve verilen 6lçüelerin yerleri itibariyle transyataksız kardan milindekiyle aynıdır. Bu sebepten ayrı bir Őekille ifade edilmeye çalışılmayacaktır.

parça değerleri

$$L_{131} := 19 \text{ mm} \quad D_{132} := 51 \text{ mm}$$

$$L_{132} := 446 \text{ mm} \quad D_{131} := 47 \text{ mm}$$

$$L_{133} := 10 \text{ mm}$$

1.b6lge(131)

İçi boş silindir olan bu parçanın yay katsayısı 125 no.lu parçayla paralel bağlanacaktır:

$$I_{131} := \frac{\pi}{32} \cdot (D_{132}^4 - D_{131}^4) \quad I_{131} = 1.851 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{131} := \frac{I_{131} \cdot G}{L_{131}} \quad K_{131} = 7.794 \cdot 10^5 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

2.b6lge(132)

$$I_{132} := \frac{\pi}{32} \cdot (D_{132}^4 - D_{131}^4) \quad I_{132} = 1.851 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{132} := \frac{I_{132} \cdot G}{L_{132}} \quad K_{132} = 3.32 \cdot 10^4 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

3.bölge(133)

$$I_{133} := \frac{\pi}{32} \cdot (D_{132}^4 - D_{131}^4)$$

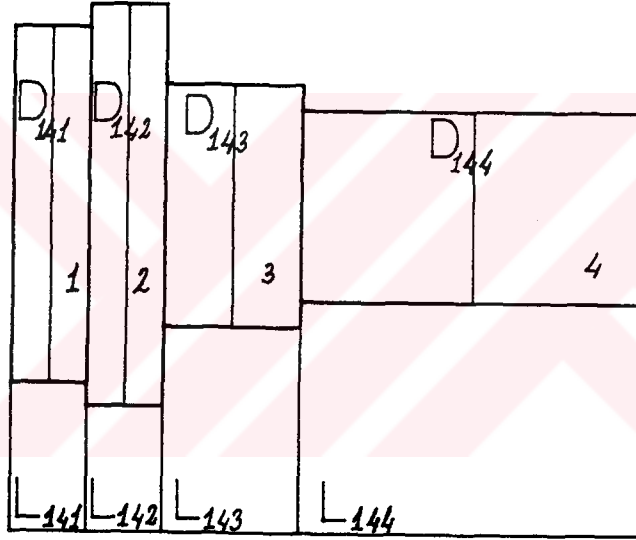
$$I_{133} = 1.851 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{133} := \frac{I_{133} \cdot G}{L_{133}}$$

$$K_{133} = 1.481 \cdot 10^6 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

Bu değerde keza bir sonraki eleman olan ve birbirleriyle içiçe geçmiş bulunan 141 no.lu elemanla paralel toplanacaktır.

3.5.2.4. Özel Kademeli Kayıcı Mil(14):



Şekil 3.5.2.4- Transyatakli kardan milinde kayıcı mil modeli

Parça ölçüleri

$$L_{141} := 10 \cdot \text{mm}$$

$$D_{141} := 47 \cdot \text{mm}$$

$$L_{142} := 10 \cdot \text{mm}$$

$$D_{142} := 53 \cdot \text{mm}$$

$$L_{143} := 18 \cdot \text{mm}$$

$$D_{143} := 32 \cdot \text{mm}$$

$$L_{144} := 45 \cdot \text{mm}$$

$$D_{144} := 25.26 \cdot \text{mm} \quad (\text{ortalama çaptır.})$$

1 bölge(141)

Bu eleman 133 no.lu elemanla içiçe çalıştığından ikisi paralel toplanacaktır.

$$I_{141} = \frac{\pi \cdot D_{141}^4}{32}$$

$$I_{141} = 4.791 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{141} = \frac{G \cdot I_{141}}{L_{141}}$$

$$K_{141} = 3.832 \cdot 10^6 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

2.bölge(142)

$$I_{142} = \frac{\pi \cdot D_{142}^4}{32}$$

$$I_{142} = 7.746 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{142} = \frac{G \cdot I_{142}}{L_{142}}$$

$$K_{142} = 6.197 \cdot 10^6 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

3.bölge(143)

$$I_{143} = \frac{\pi \cdot D_{143}^4}{32}$$

$$I_{143} = 1.029 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{143} = \frac{G \cdot I_{143}}{L_{143}}$$

$$K_{143} = 4.575 \cdot 10^5 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

4.bölge(144)

$$I_{144} = \frac{\pi \cdot D_{144}^4}{32}$$

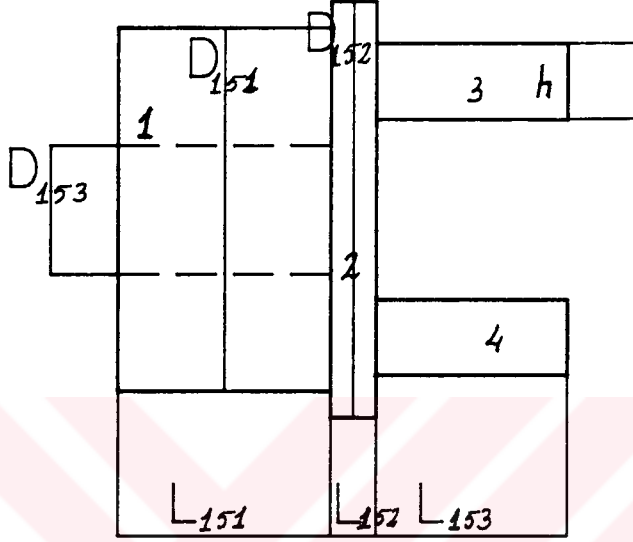
$$I_{144} = 3.997 \cdot 10^4 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{144} = \frac{G \cdot I_{144}}{L_{144}}$$

$$K_{144} = 7.106 \cdot 10^4 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

Bu son bulduğumuz 144 no.lu kısmın yay katsayısı 151 ve 152 no.lu parçaların seri toplamı ile paralel toplanacaktır.

3.5.2.5. Arka Kayıcı Çatal(15):



Şekil 3.5.2.5- Transyatakli kardan milinde arka kayıcı çatal modeli

Parça ölçüleri:

$L_{151} := 28 \text{ mm}$

$D_{151} := 48 \text{ mm}$

$L_{152} := 6 \text{ mm}$

$D_{152} := 55 \text{ mm}$

(eğimli kısım olduğundan
ortalama çaptır.)

$L_{153} := 34.3 \text{ mm}$

(çatal uzunluğu)

$D_{153} := 25 \text{ mm}$

(federli kısım olduğundan
ortalama çaptır.)

$h := 12.5 \text{ mm}$

$b := 40 \text{ mm}$

1. bölge(151)

İçi boş mil olarak,

$$I_{151} := \frac{\pi}{32} \cdot (D_{151}^4 - D_{153}^4) \quad I_{151} = 4.828 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{151} := \frac{G \cdot I_{151}}{L_{151}} \quad K_{151} = 1.379 \cdot 10^6 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

2. bölge(152)

İçi boş mil olarak,

$$I_{152} := \frac{\pi}{32} \cdot (D_{152}^4 - D_{153}^4) \quad I_{152} = 8.6 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{152} := \frac{G \cdot I_{152}}{L_{152}} \quad K_{152} = 1.147 \cdot 10^7 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

bulunur.

3. ve 4. bölge(153 ve 154)

Bu hesapta kısım 11 no.lu parçada ki tarzda yapılacaktır. Önce çatalımızın eğilme yay katsayısını hesaplayalım:

$$I_{153} := \frac{b \cdot h^3}{12} \quad I_{153} = 6.51 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{153.e} := \frac{3 \cdot E \cdot I_{153}}{L_{153}^3} \quad K_{153.e} = 1.016 \cdot 10^5 \cdot \frac{\text{newton}}{\text{mm}}$$

Bu eğilmeyi burulma olarak ifade etmeye çalışalım; çatalı 1 mm eğmek için bu kuvvet gerekiyorsa ve kuvvet 30 mm.lik bir yarıçaptan tesir ediyorsa, bu 1 mm.yi radyan olarak ifade edersek:

$$\frac{1}{30} = 0.033 \cdot \text{rad}$$

değerine tekabül eder. Şimdi 1 rad. için gerekli moment değerini bulursak bu bizim burulma yay katsayımız olacaktır:

$$K_{153.b} = \frac{1.344 \cdot 10^5 \cdot \text{newton} \cdot 30 \cdot \text{mm}}{0.033}$$

$$K_{153.b} = 1.222 \cdot 10^5 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

$$K_{153} = K_{153.b}$$

$$K_{154} = K_{153}$$

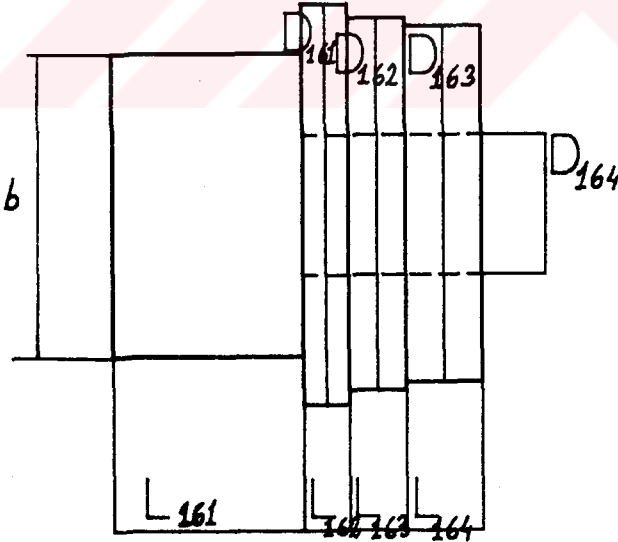
144 no.lu elemanla(özel kayıcı milin federli kısmı)paralel toplanacak değer,

$$K_{15} = \left(\frac{1}{K_{151}} + \frac{1}{K_{152}} \right)^{-1}$$

$$K_{15} = 1.231 \cdot 10^6 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

161 ve 162'nin paralel toplamıyla serî toplanacak değerde 153+154'dür.

3.5.2.6. Ara Kaynaklı Çatal(16):



Şekil 3.5.2.6- Transyatakli kardan milinde ara kaynakli çatal modeli

Parça ölçüleri

$L_{161} := 21.5 \text{ mm}$	(çatal uzunluğu)	$D_{161} := 53 \text{ mm}$	(eğimli kısım olduğundan ortalama çaptır.)
$L_{162} = 6 \text{ mm}$		$D_{162} = 49.2 \text{ mm}$	
$L_{163} := 7.5 \text{ mm}$		$D_{163} := 47 \text{ mm}$	
$L_{164} = 10 \text{ mm}$		$D_{164} := 37 \text{ mm}$	
$h := 13.28 \text{ mm}$		$b = 32.5 \text{ mm}$	

1. ve 2. bölge(161 ve 162)

Bu kısmın hesabı da daha evvel yaptığımız çatal hesapları gibi olacaktır. Önce çatalımızın eğilme yay katsayısını hesaplayalım:

$$I_{161} := \frac{b \cdot h^3}{12} \quad I_{161} = 6.343 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{161.e} := \frac{3 \cdot E \cdot I_{161}}{L_{161}^3} \quad K_{161.e} = 4.021 \cdot 10^5 \cdot \frac{\text{newton}}{\text{mm}}$$

Bu eğilmeyi burulma olarak ifade etmeye çalışalım; çatalı 1 mm eğmek için bu kuvvet gerekiyorsa ve kuvvet 30mm.lik bir yarıçaptan tesir ediyorsa, bu 1 mm.yi radyan olarak ifade edersek:

$$\frac{1}{30} = 0.033 \cdot \text{rad}$$

değerine tekabül eder. Şimdi 1 rad. için gerekli moment değerini bulursak bu bizim burulma yay katsayımız olacaktır:

$$K_{161.b} := \frac{4.021 \cdot 10^5 \cdot \text{newton} \cdot 30 \text{ mm}}{0.033} \quad K_{161.b} = 3.655 \cdot 10^5 \cdot \text{newton} \cdot \text{mm}$$

$$K_{161} := K_{161.b}$$

$$K_{162} := K_{161}$$

3.bölge(163)

Dolu silindir olarak,

$$I_{163} := \frac{\pi \cdot D_{161}^4}{32}$$

$$I_{163} = 7.746 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{163} := \frac{G \cdot I_{163}}{L_{162}}$$

$$K_{163} = 1.033 \cdot 10^7 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

şeklinde bulunur.

4.bölge(164)

İçi boş mil olarak,

$$I_{165} := \frac{\pi}{32} \cdot (D_{163}^4 - D_{164}^4)$$

$$I_{165} = 2.951 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{165} := \frac{G \cdot I_{165}}{L_{164}}$$

$$K_{165} = 2.361 \cdot 10^6 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

5.bölge(165)

İçi boş mil olarak,

$$I_{165} := \frac{\pi}{32} \cdot (D_{163}^4 - D_{164}^4)$$

$$I_{165} = 2.951 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{165} := \frac{G \cdot I_{165}}{L_{164}}$$

$$K_{165} = 2.361 \cdot 10^6 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

Bu katsayı(165) 171 no.lu elemanla paralel toplanacaktır.

3.5.2.7. Diferansiyel Tarafındaki Uzatma Borusu(17):

Transyatakli kardan milindeki diferansiyel tarafındaki uzatma borusu Şekil ve verilen ölçülerin yerleri itibariyle transyataksız kardan milindekiyle aynıdır. Bu sebepten ayrı bir Őekille ifade edilmeye çalışılmayacaktır.

Parça ölçüleri

$$L_{171} := 10 \cdot \text{mm} \quad D_{172} := 51 \cdot \text{mm}$$

$$L_{172} := 510 \cdot \text{mm} \quad D_{171} := 47 \cdot \text{mm}$$

$$L_{173} := 10 \cdot \text{mm}$$

1. bölge(171)

İçi boş mil olarak,

$$I_{171} := \frac{\pi}{32} \cdot (D_{172}^4 - D_{171}^4)$$

$$I_{171} = 1.851 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{171} := \frac{I_{171} \cdot G}{L_{171}}$$

$$K_{171} = 1.481 \cdot 10^6 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

2. bölge(172)

İçi boş mil olarak,

$$I_{172} := \frac{\pi}{32} \cdot (D_{172}^4 - D_{171}^4)$$

$$I_{172} = 1.851 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{172} := \frac{I_{172} \cdot G}{L_{172}}$$

$$K_{172} = 2.904 \cdot 10^4 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

3. bölge(173)

İçi boş mil olarak,

$$I_{173} := \frac{\pi}{32} \cdot (D_{172}^4 - D_{171}^4) \quad I_{173} = 1.851 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{173} := \frac{I_{173} \cdot G}{L_{173}} \quad K_{173} = 1.481 \cdot 10^6 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

181 no.lu elemanla paralel toplanacaktır.

3.5.2.8. Kaynaklı Çatal Flânş(18)

Transyatakli kardan milindeki kaynakli çatal flânşı Şekil ve verilen ölçülerin yerleri itibariyle transyataksız kardan milindekiyle aynıdır. Bu sebepten ayrı bir Őekille ifade edilmeye çalışılmayacaktır.

Parça ölçüleri

$$L_{181} := 10 \cdot \text{mm}$$

$$D_{181} := 47 \cdot \text{mm}$$

$$L_{182} := 20 \cdot \text{mm}$$

$$D_{182} := 70 \cdot \text{mm}$$

$$L_{183} := 7 \cdot \text{mm}$$

$$D_{183} := 80 \cdot \text{mm}$$

$$L_{184} := 10 \cdot \text{mm} \quad (\text{çatal uzunluğu})$$

$$D_{184} := 44 \cdot \text{mm}$$

$$h := 17 \cdot \text{mm}$$

$$b := 40 \cdot \text{mm}$$

1. bölge(181)

İçi boş mil olarak,

$$I_{181} := \frac{\pi}{32} \cdot (D_{181}^4 - D_{184}^4) \quad I_{181} = 1.111 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{181} := \frac{G \cdot I_{181}}{L_{181}} \quad K_{181} = 8.887 \cdot 10^5 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

173 no.lu elemanla paralel toplanacaktır.

2. bölge(182)

İçi boş mil olarak,

$$I_{182} := \frac{\pi}{32} \cdot (D_{182}^4 - D_{184}^4)$$

$$I_{182} = 1.989 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{182} := \frac{G \cdot I_{182}}{L_{182}}$$

$$K_{182} = 7.957 \cdot 10^6 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

bulunur.

3. bölge(183)

Dolu eleman olarak,

$$I_{183} := \frac{\pi \cdot D_{183}^4}{32}$$

$$I_{183} = 4.021 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{183} := \frac{G \cdot I_{183}}{L_{183}}$$

$$K_{183} = 4.596 \cdot 10^7 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

4. ve 5. bölge(184 ve 185)

Bu kısmın hesabı da daha evvel yaptığımız çatal hesapları gibi olacaktır. Önce çatalımızın eğilme yay katsayısını hesaplayalım:

$$I_{184} := \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I_{184} = 1.638 \cdot 10^4 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{184.e} := \frac{3 \cdot E \cdot I_{184}}{L_{184}^3}$$

$$K_{184.e} = 1.032 \cdot 10^7 \cdot \frac{\text{newton}}{\text{mm}}$$

Bu eğilmeyi burulma olarak ifade etmeye çalışalım; çatalı 1 mm eğmek için bu kuvvet gerekiyorsa ve kuvvet 36mm.lik bir yarıçaptan tesir ediyorsa, bu 1 mm.yi radyan olarak ifade edersek:

$$\frac{1}{36} = 0.028 \cdot \text{rad}$$

değerine tekabül eder. Şimdi 1 rad. için gerekli moment değerini bulursak bu bizim burulma yay katsayımız olacaktır:

$$K_{184.b} := \frac{1.032 \cdot 10^7 \cdot \text{newton} \cdot 36 \cdot \text{mm}}{0.028}$$

$$K_{184.b} = 1.327 \cdot 10^{10} \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

$$K_{184} := K_{184.b}$$

$$K_{184} = 1.327 \cdot 10^7 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

$$K_{185} := K_{18}$$

Bu çatal mahrûfi dişli mili önündeki çatala aynı olarak kabûl edilmiş ve bu milin federli kısmıyla toplanacak değer ise,

$$K_{18} := \left(\frac{1}{K_{181}} + \frac{1}{K_{182}} \right)^{-1}$$

$$K_{18} = 7.99410^5 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

olarak alınmıştır.

3.5.2.9. Yeni Kardan Mili Toplam Yay Katsayısı:

$$K_{1.top} := \left[\begin{array}{l} \frac{1}{K_{111} + K_{112}} + \frac{1}{K_{113}} + \frac{1}{K_{114}} + \frac{1}{K_{115} + K_{121}} + \frac{1}{K_{122}} + \frac{1}{K_{123}} + \frac{1}{K_{124}} \dots \\ + \frac{1}{K_{125} + K_{131}} + \frac{1}{K_{132}} + \frac{1}{K_{133} + K_{141}} + \frac{1}{K_{142}} + \frac{1}{K_{143}} + \frac{1}{K_{144} + K_{15}} \dots \\ + \frac{1}{K_{153} + K_{154}} + \frac{1}{K_{161} + K_{162}} + \frac{1}{K_{163}} + \frac{1}{K_{164}} + \frac{1}{K_{165} + K_{171}} + \frac{1}{K_{172}} \dots \\ + \frac{1}{K_{173} + K_{181}} + \frac{1}{K_{182}} + \frac{1}{K_{183}} + \frac{1}{K_{184} + K_{185}} \end{array} \right]$$

$$K_{1.top} = 1.03310^4 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

3.6. MAHRUTİ DİŞLİ MİLİ YAY KATSAYISI(2)

Mafsals kısmı(21)

$$K_{211} := 1.327 \cdot 10^7 \cdot \text{newton } m$$

$$K_{212} := K_{211}$$

$$K_{213} := 7.994 \cdot 10^5 \cdot \text{newton } m$$

Mil Kısmı(22)

Mil ölçüleri

$$D_{21} := 26 \cdot \text{mm} \quad L_{21} := 61.57 \cdot \text{m } m$$

$$D_{22} := 31.51 \cdot \text{mm} \quad L_{22} := 57.72 \cdot \text{m } m$$

$$D_{23} := 32.71 \cdot \text{mm} \quad L_{23} := 35.6 \cdot \text{mm}$$

Yay katsayıları

$$I_{221} := \frac{\pi \cdot D_{21}^4}{32} \quad I_{221} = 4.486 \cdot 10^4 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{221} := \frac{G \cdot I_{221}}{L_{21}} \quad K_{221} = 5.829 \cdot 10^4 \cdot \text{newton } m$$

$$I_{222} := \frac{\pi \cdot D_{22}^4}{32} \quad I_{222} = 9.678 \cdot 10^4 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{222} := \frac{G \cdot I_{222}}{L_{22}} \quad K_{222} = 1.341 \cdot 10^5 \cdot \text{newton } m$$

$$I_{223} := \frac{\pi \cdot D_{23}^4}{32} \quad I_{223} = 1.124 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

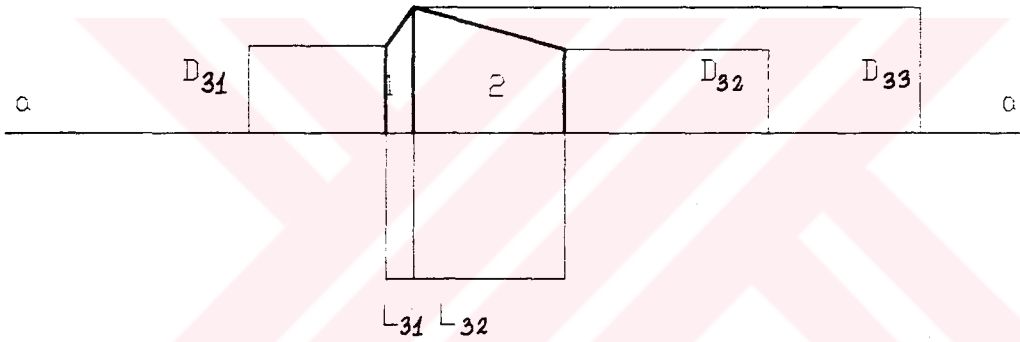
$$K_{223} := \frac{G \cdot I_{223}}{L_{23}} \quad K_{223} = 2.526 \cdot 10^5 \cdot \text{newton } m$$

Mahrûti dişli milinin toplam yay katsayısı:

$$K_{2.top} := \left(\frac{1}{K_{211} + K_{212}} + \frac{1}{K_{213} + K_{221}} + \frac{1}{K_{222}} + \frac{1}{K_{223}} \right)^{-1} \quad K_{2.top} = 7.925 \cdot 10^4 \cdot \text{newton m}$$

olarak bulunur.

3.7. MAHRUTİ DİŞLİ KÜTLE ATALET MOMENTİ(3)



şekil 3.7-Mahrûti dişli modeli

Parça ölçüleri

$$D_{31} := 43.35 \cdot \text{mm}$$

$$L_{31} := 6.74 \cdot \text{mm}$$

$$D_{33} := 62.62 \cdot \text{mm}$$

$$L_{32} := 37.09 \cdot \text{mm}$$

$$D_{32} := 41.42 \cdot \text{mm}$$

Kütle atalet momenti

yerçekimi ivmesi 9.81 m/sn^2

yoğunluk $0.00007805 \text{ N/mm}^3$

1. bölge (31)

Önce ağırlığını hesaplırsak(9),

$$G_{31} := \frac{\pi}{12} \cdot L_{31} \cdot \gamma \cdot (D_{33}^2 + D_{31} \cdot D_{33} + D_{31}^2) \quad G_{31} = 1.173 \cdot \text{newton}$$

Bunun atalet yarıçapı(9),

$$i_{31} := \sqrt{\frac{3}{40} \left(\frac{D_{33}^5 - D_{31}^5}{D_{33}^3 - D_{31}^3} \right)} \quad i_{31} = 19.239 \cdot \text{mm}$$

bulunur.

Kesik koninin kütlesi,

$$m_{31} := \frac{G_{31}}{g} \quad m_{31} = 0.12 \cdot \text{kg}$$

Ve kütle atalet momenti,

$$J_{31} := m_{31} \cdot i_{31}^2 \quad J_{31} = 4.425 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

olarak bulunur.

2. bölge (32)

Önce ağırlığını hesaplırsak,

$$G_{32} = \frac{\pi}{12} \cdot L_{32} \cdot \gamma \cdot (D_{33}^2 + D_{32} \cdot D_{33} + D_{32}^2) \quad G_{32} = 6.238 \cdot \text{newton}$$

bulunur.

Bunun atalet yarıçapı,

$$i_{32} := \sqrt{\frac{3}{40} \cdot \frac{D_{33}^5 - D_{32}^5}{D_{33}^3 - D_{32}^3}} \quad i_{32} = 19.012 \cdot \text{mm}$$

bulunur.

Kesik koninin kütlesi,

$$m_{32} := \frac{G_{32}}{g} \quad m_{32} = 0.636 \cdot \text{kg}$$

Ve kütle atalet momenti,

$$J_{32} := m_{32} \cdot i_{32}^2 \quad J_{32} = 2.298 \cdot 10^{-4} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

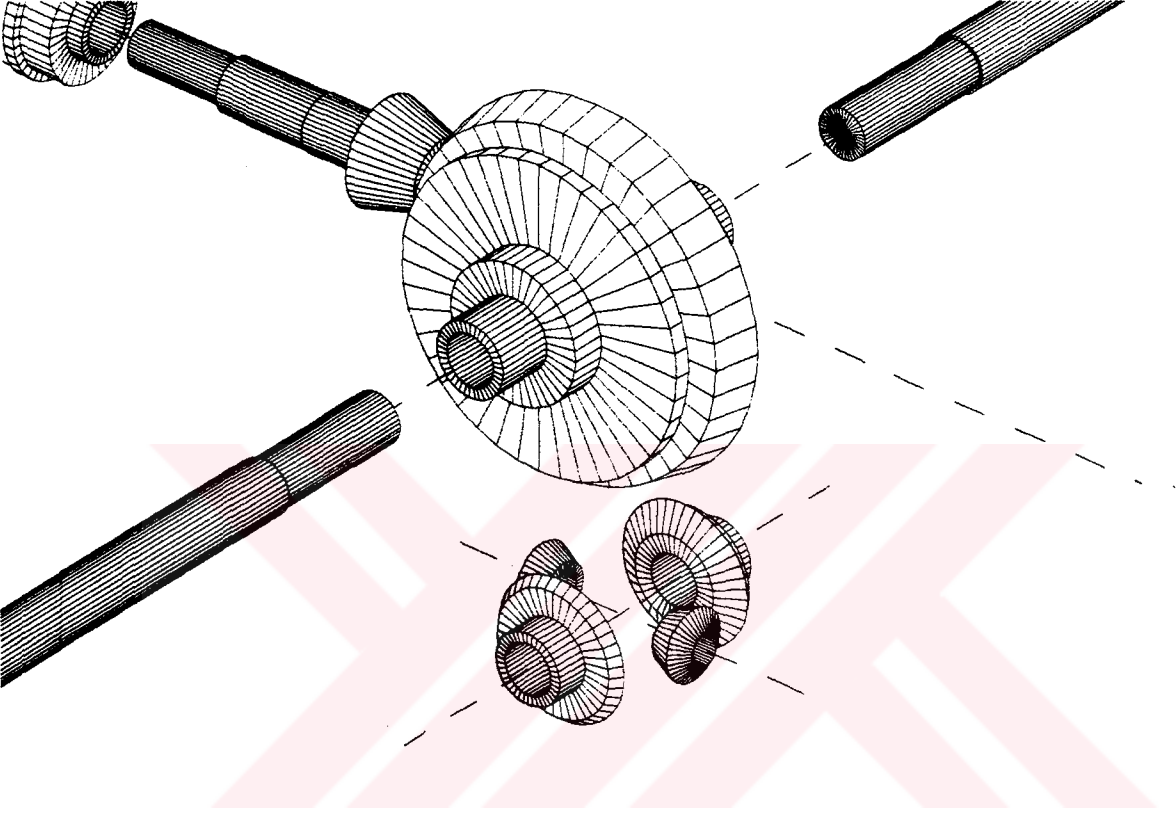
olarak bulunur.

Toplam kütle atalet momenti:

$$J_3 := J_{31} + J_{32} \quad J_3 = 2.741 \cdot 10^{-4} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Hesaplarda en fazla 10^{-3} değerine kadar inildiğinden ve hep bu eleman üzerine indirgeme yapıldığından bu değer hesaplara girmemiştir.

3.8. DİFERANSİYEL GRUBUNUN KÜTLE ATALET MOMENTİ(4)



Şekil 3.8- Diferansiyel grubunun modelinin 3 boyutlu olarak resmi

3.8.1 AYNA DİŞLİNİN KÜTLE ATALET MOMENTİ

Parça ölçüleri

$$D_{411} := 204 \cdot \text{mm}$$

$$L_{411} := 11.545 \cdot \text{mm}$$

$$D_{412} := 132.77 \cdot \text{mm}$$

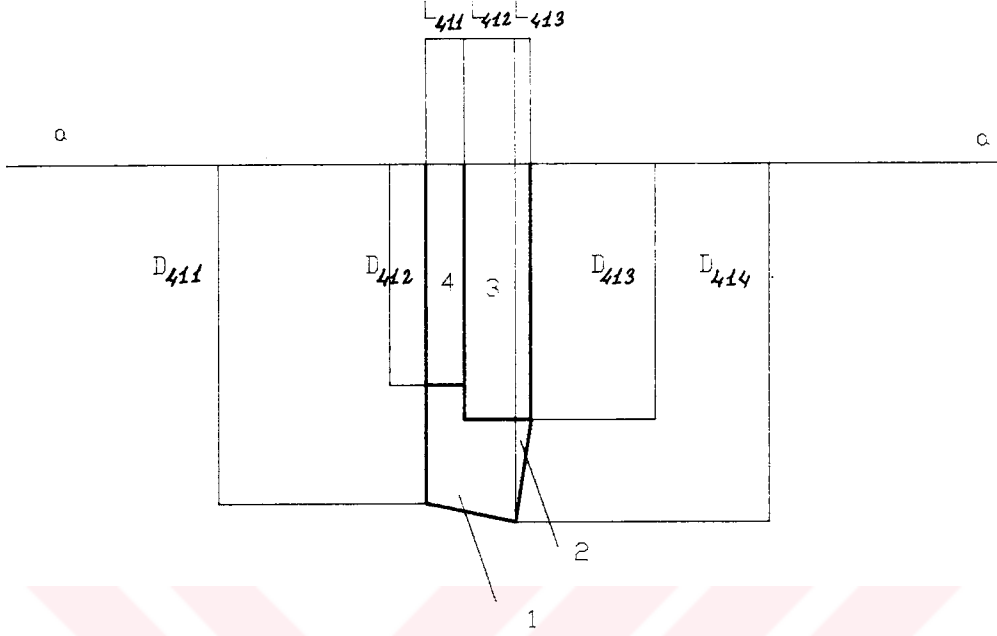
$$L_{412} := 14.915 \cdot \text{mm}$$

$$D_{413} := 153.61 \cdot \text{mm}$$

$$L_{413} := 4.81 \cdot \text{mm}$$

$$D_{414} := 215 \cdot \text{mm}$$

$$\gamma := 8.5 \cdot 10^{-5} \frac{\text{newton}}{\text{mm}^3}$$



Şekil 3.8.1- Ayna dişli modeli

1.bölgenin eksene kadarki kısımlarda dahil olmak üzere kesik koni olarak kütle atalet momenti(411):

Önce ağırlığını hesaplırsak(9),

$$G_{411} = \frac{\pi}{12} \cdot (L_{411} + L_{412}) \cdot \gamma \cdot (D_{414}^2 + D_{414} \cdot D_{411} + D_{411}^2) \quad G_{411} = 77.547 \cdot \text{newton}$$

bulunur.

Bunun atalet yarıçapı,

$$i_{411} = \sqrt{\frac{3}{40} \cdot \frac{(D_{414}^5 - D_{411}^5)}{(D_{414}^3 - D_{411}^3)}} \quad i_{411} = 74.112 \cdot \text{mm}$$

bulunur.

Kesik koninin kütlesi,

$$m_{411} := \frac{G_{411}}{g} \quad m_{411} = 7.905 \cdot \text{kg}$$

Ve kütle atalet momenti,

$$J_{411} := m_{411} \cdot i_{411}^2 \quad J_{411} = 0.043 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

olarak bulunur

2.bölgenin eksene kadarki kısımlarda dahil olmak üzere kesik koni olarak kütle atalet momenti(412)

Önce ağırlığını hesaplırsak,

$$G_{412} := \frac{\pi}{12} \cdot L_{413} \cdot \gamma \cdot (D_{414}^2 + D_{414} \cdot D_{413} + D_{413}^2) \quad G_{412} = 11.008 \cdot \text{newton}$$

bulunur.

Bunun atalet yarıçapı,

$$i_{412} := \sqrt{\frac{3}{40} \cdot \frac{(D_{414}^5 - D_{413}^5)}{(D_{414}^3 - D_{413}^3)}} \quad i_{412} = 66.642 \cdot \text{mm}$$

bulunur.

Kesik koninin kütlesi,

$$m_{412} := \frac{G_{412}}{g} \quad m_{412} = 1.122 \cdot \text{kg}$$

Ve kütle atalet momenti,

$$J_{412} := m_{412} \cdot i_{412}^2 \quad J_{412} = 0.005 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

olarak bulunur

3 no.lu silindirin(boş) kütle atalet momenti(413)

Önce ağırlığını hesaplırsak,

$$G_{413} := \frac{\pi}{4} \cdot D_{413}^2 \cdot (L_{412} + L_{413}) \cdot \gamma \quad G_{413} = 31.072 \cdot \text{newton}$$

bulunur.

Bunun atalet yarıçapı,

$$i_{413} := \sqrt{\frac{D_{413}^2}{8}} \quad i_{413} = 54.309 \cdot \text{mm}$$

bulunur.

Kesik koninin kütlesi,

$$m_{413} := \frac{G_{413}}{g} \quad m_{413} = 3.167 \cdot \text{kg}$$

Ve kütle atalet momenti,

$$J_{413} := m_{413} \cdot i_{413}^2 \quad J_{413} = 0.009 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

olarak bulunur.

Bu hesaplanan değer boş kısma denk geldiğinden evvelki değerlerden çıkarılacaktır.

4 no.lu silindirin(boş) kütle atalet momenti (414)

Önce ağırlığını hesaplırsak,

$$G_{414} = \frac{\pi}{4} \cdot D_{412}^2 \cdot L_{411} \cdot \gamma \quad G_{414} = 13.586 \cdot \text{newton}$$

bulunur.

Bunun atalet yarıçapı,

$$i_{414} := \sqrt{\frac{D_{412}^2}{8}} \quad i_{414} = 46.941 \cdot \text{mm}$$

bulunur.

Kesik koninin kütlesi,

$$m_{414} := \frac{G_{414}}{g} \quad m_{414} = 1.385 \cdot \text{kg}$$

Ve kütle atalet momenti,

$$J_{414} := m_{414} \cdot i_{414}^2 \quad J_{414} = 0.003 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

olarak bulunur.

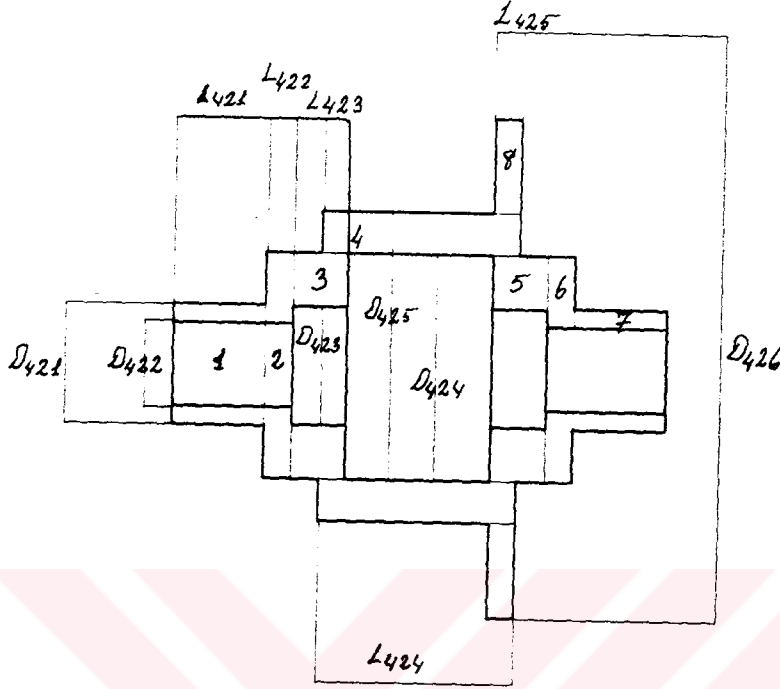
Bu hesaplanan değer de boş kısma denk geldiğinden evvelki değerlerden çıkarılacaktır.

Toplam kütle atalet momenti

$$J_{41.\text{top}} := J_{411} + J_{412} - J_{413} - J_{414} \quad J_{41.\text{top}} = 0.036 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

şeklinde elde edilir.

3.8.2. DİFERANSİYEL KOVANI KÜTLE ATALET MOMENTİ(42)



Şekil 3.8.2- Diferansiyel kovanı modeli

Parça Ölçüleri

$$D_{421} := 44.25 \cdot \text{mm} \quad L_{421} := 33.67 \cdot \text{mm}$$

$$D_{422} := 30.78 \cdot \text{mm} \quad L_{422} := 9.62 \cdot \text{mm}$$

$$D_{423} := 43.295 \cdot \text{mm} \quad L_{423} := 20.2045 \cdot \text{mm}$$

$$D_{424} := 82.74 \cdot \text{mm} \quad L_{424} := 72.159 \cdot \text{mm}$$

$$D_{425} := 113.53 \cdot \text{mm} \quad L_{425} := 9.62 \cdot \text{mm}$$

$$D_{426} := 182.8 \cdot \text{mm}$$

$$\gamma := 8.5 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{\text{newton}}{\text{mm}^3}$$

1 no.lu kısmın kütle atalet momenti(421)

Ağırlık

$$G_{421} := \frac{\pi}{4} \cdot (D_{421}^2 - D_{422}^2) \cdot L_{421} \cdot \gamma \quad G_{421} = 2.272 \cdot \text{newton}$$

Atalet yarıçapı

$$i_{421} := \sqrt{\frac{(D_{421}^2 + D_{422}^2)}{8}} \quad i_{421} = 19.057 \cdot \text{mm}$$

Kütle

$$m_{421} := \frac{G_{421}}{g} \quad m_{421} = 0.232 \cdot \text{kg}$$

Sonuçta atalet momenti

$$J_{421} := m_{421} \cdot i_{421}^2 \quad J_{421} = 8.41 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

2 no.lu kısmın kütle atalet momenti(422)

Ağırlık

$$G_{422} := \frac{\pi}{4} \cdot (D_{424}^2 - D_{422}^2) \cdot L_{422} \cdot \gamma \quad G_{422} = 3.788 \cdot \text{newton}$$

Atalet yarıçapı

$$i_{422} := \sqrt{\frac{(D_{424}^2 + D_{422}^2)}{8}} \quad i_{422} = 31.212 \cdot \text{mm}$$

Kütle

$$m_{422} := \frac{G_{422}}{g} \quad m_{422} = 0.386 \cdot \text{kg}$$

Sonuçta atalet momenti

$$J_{422} := m_{422} \cdot i_{422}^2 \quad J_{422} = 3.762 \cdot 10^{-4} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

3 no.lu kısmın kütle atalet momenti(423)

Ağırlık

$$G_{423} := \frac{\pi}{4} \cdot (D_{424}^2 - D_{423}^2) \cdot L_{423} \cdot \gamma \quad G_{423} = 6.706 \cdot \text{newton}$$

Atalet yarıçapı

$$i_{423} := \sqrt{\frac{(D_{424}^2 + D_{423}^2)}{8}} \quad i_{423} = 33.016 \cdot \text{mm}$$

Kütle

$$m_{423} := \frac{G_{423}}{g} \quad m_{423} = 0.684 \cdot \text{kg}$$

Sonuçta atalet momenti

$$J_{423} := m_{423} \cdot i_{423}^2 \quad J_{423} = 7.451 \cdot 10^{-4} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

4 no.lu kısmın kütle atalet momenti(424)

Ağırlık

$$G_{424} := \frac{\pi}{4} \cdot (D_{425}^2 - D_{424}^2) \cdot L_{424} \cdot \gamma \quad G_{424} = 29.111 \cdot \text{newton}$$

Atalet yarıçapı

$$i_{424} := \sqrt{\frac{(D_{425}^2 + D_{424}^2)}{8}} \quad i_{424} = 49.668 \cdot \text{mm}$$

Kütle

$$m_{424} := \frac{G_{424}}{g} \quad m_{424} = 2.968 \cdot \text{kg}$$

Sonuçta atalet momenti

$$J_{424} := m_{424} \cdot i_{424}^2 \quad J_{424} = 0.007 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

5 no.lu kısmın kütle atalet momenti(425)

$$J_{425} := J_{42}$$

6 no.lu kısmın kütle atalet momenti(426)

$$J_{426} := J_{42}$$

7 no.lu kısmın kütle atalet momenti(427)

$$J_{427} = J_{42}$$

8 no.lu kısmın kütle atalet momenti(428)

Ağırlık

$$G_{428} := \frac{\pi}{4} \cdot (D_{426}^2 - D_{425}^2) \cdot L_{425} \cdot \gamma \quad G_{428} = 13.183 \cdot \text{newton}$$

Atalet yarıçapı

$$i_{428} := \sqrt{\frac{(D_{426}^2 + D_{425}^2)}{8}} \quad i_{428} = 76.08 \cdot \text{mm}$$

Kütle

$$m_{428} := \frac{G_{428}}{g} \quad m_{428} = 1.344 \cdot \text{kg}$$

Sonuçta atalet momenti

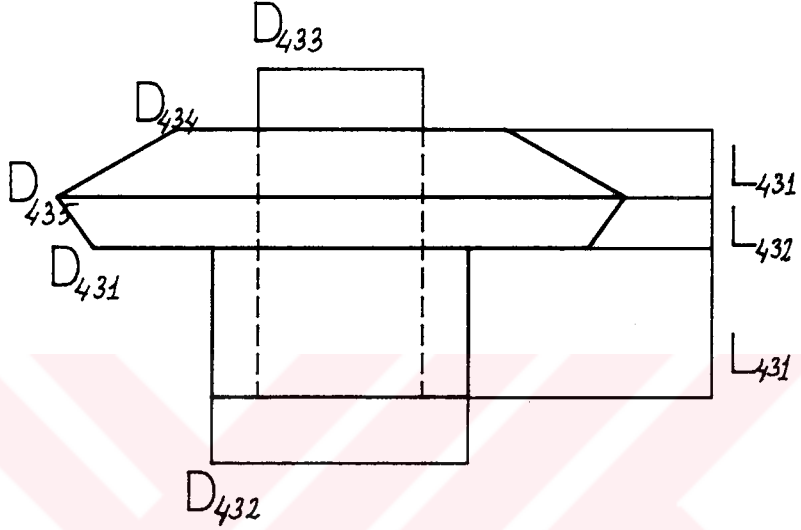
$$J_{428} := m_{428} \cdot i_{428}^2 \quad J_{428} = 0.008 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Toplam kütle atalet momenti

$$J_{42.\text{top}} := J_{421} + J_{422} + J_{423} + J_{424} + J_{425} + J_{426} + J_{427} + J_{42}$$

$$J_{42.\text{top}} = 0.018 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

3.8.3. DİFERANSİYEL AKS DİŞLİSİ KÜTLE ATALET MOMENTİ (43)



Şekil 3.8.3- Diferansiyel aks dişlisi modeli

Parça Ölçüleri

$$D_{431} := 73.6 \text{ mm} \quad L_{431} := 19.72 \text{ mm}$$

$$D_{432} := 42.33 \text{ mm} \quad L_{432} := 6.73 \text{ mm}$$

$$D_{433} := 30.306 \text{ mm} \quad L_{433} := 8.9 \text{ mm}$$

$$D_{434} := 53.87 \text{ mm} \quad \gamma := 8.5 \cdot 10^{-5} \frac{\text{newton}}{\text{mm}^3}$$

$$D_{435} := 83.22 \text{ mm}$$

1 no.lu içi boş silindirin kütle atalet momenti(431)

Ağırlık

$$G_{431} := \frac{\pi}{4} \cdot (D_{432}^2 - D_{433}^2) \cdot L_{431} \cdot \gamma \quad G_{431} = 1.15 \cdot \text{newton}$$

Atalet yarıçapı

$$i_{431} := \sqrt{\frac{(D_{432}^2 + D_{433}^2)}{8}} \quad i_{431} = 18.406 \cdot \text{mm}$$

Kütle

$$m_{431} := \frac{G_{431}}{g} \quad m_{431} = 0.117 \cdot \text{kg}$$

Sonuçta atalet momenti

$$J_{431} := m_{431} \cdot i_{431}^2 \quad J_{431} = 3.971 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

2 no.lu kesik koninin kütle atalet momenti(432)

Ağırlık

$$G_{432} := \frac{\pi}{12} \cdot L_{432} \cdot \gamma \cdot (D_{435}^2 + D_{435} \cdot D_{431} + D_{431}^2) \quad G_{432} = 2.766 \cdot \text{newton}$$

Atalet yarıçapı

$$i_{432} := \sqrt{\frac{3}{40} \cdot \frac{(D_{435}^5 - D_{431}^5)}{(D_{435}^3 - D_{431}^3)}} \quad i_{432} = 27.809 \cdot \text{mm}$$

Kütle

$$m_{432} := \frac{G_{432}}{g} \quad m_{432} = 0.282 \cdot \text{kg}$$

Sonuçta atalet momenti

$$J_{432} := m_{432} \cdot i_{432}^2 \quad J_{432} = 2.18 \cdot 10^{-4} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

3 no.lu kesik koninin kütle atalet momenti(433)

Ağırlık

$$G_{433} := \frac{\pi}{12} \cdot L_{433} \cdot \gamma \cdot (D_{435}^2 + D_{435} \cdot D_{434} + D_{434}^2) \quad G_{433} = 2.834 \cdot \text{newton}$$

Atalet yarıçapı

$$i_{433} := \sqrt{\frac{3}{40} \cdot \frac{(D_{435}^5 - D_{434}^5)}{(D_{435}^3 - D_{434}^3)}} \quad i_{433} = 25.134 \cdot \text{mm}$$

Kütle

$$m_{433} := \frac{G_{433}}{g} \quad m_{433} = 0.289 \cdot \text{kg}$$

Sonuçta atalet momenti

$$J_{433} := m_{433} \cdot i_{433}^2 \quad J_{433} = 1.825 \cdot 10^{-4} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

4 no.lu boş silindirin kütle atalet momenti(434)

Ağırlık

$$G_{434} := \frac{\pi}{4} \cdot (D_{433}^2) \cdot (L_{432} + L_{433}) \cdot \gamma \quad G_{434} = 0.958 \cdot \text{newton}$$

Atalet yarıçapı

$$i_{434} := \sqrt{\frac{(D_{433})^2}{8}} \quad i_{434} = 10.715 \cdot \text{mm}$$

Kütle

$$m_{434} := \frac{G_{434}}{g} \quad m_{434} = 0.098 \cdot \text{kg}$$

Sonuçta atalet momenti

$$J_{434} := m_{434} \cdot i_{434}^2 \quad J_{434} = 1.122 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Toplam Kütle Atalet Momenti

$$J_{43.\text{top}} := J_{431} + J_{432} + J_{433} - J_{434} \quad J_{43.\text{top}} = 4.29 \cdot 10^{-4} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

3.8.4. DİFERANSİYEL PİNYON DİŞLİSİ KÜTLE ATALET MOMENTİ(44)

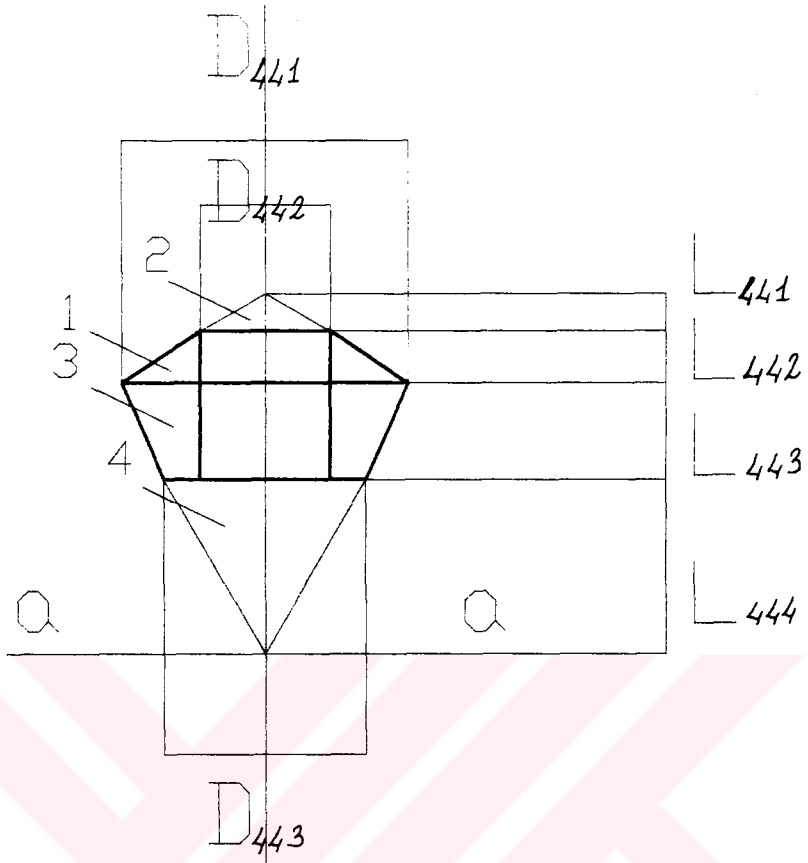
Parça Ölçüleri

$$D_{441} := 42.33 \cdot \text{mm} \quad L_{441} := 6.73 \cdot \text{mm}$$

$$D_{442} := 19.24 \cdot \text{mm} \quad L_{442} := 7.7 \cdot \text{mm}$$

$$D_{443} := 29.82 \cdot \text{mm} \quad L_{443} := 14.43 \cdot \text{mm}$$

$$\gamma := 8.5 \cdot 10^{-5} \frac{\text{newton}}{\text{mm}^3} \quad L_{444} := 26.94 \cdot \text{mm}$$



Şekil 3.8.4- Diferansiyel pinyon dişlisi modeli

aa eksenine göre diferansiyel pinyon dişli döndüğüne göre bu eksene göre kütle atalet momenti hesaplanacaktır.

3. ve 4. kısımlar beraber kütle atalet momenti(443):

Ağırlık

$$G_{443} := \frac{\pi}{12} \cdot D_{441}^2 \cdot (L_{443} + L_{444}) \cdot \gamma$$

$$G_{443} = 1.65 \cdot \text{newton}$$

Atalet yarıçapı

$$i_{443} := \sqrt{\frac{3 \cdot D_{441}^2 + 48 \cdot (L_{443} + L_{444})^2}{80}} \quad i_{443} = 33.077 \cdot \text{mm}$$

Kütle

$$m_{443} := \frac{G_{443}}{g} \quad m_{443} = 0.168 \cdot \text{kg}$$

Kütle atalet momenti

$$J_{443} := m_{443} \cdot i_{443}^2 \quad J_{443} = 1.84 \cdot 10^{-4} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

4 konisinin kütle atalet momenti(444)

Ağırlık(9)

$$G_{444} := \frac{\pi}{12} \cdot D_{443}^2 \cdot L_{444} \cdot \gamma \quad G_{444} = 0.533 \cdot \text{newton}$$

Atalet yarıçapı(9)

$$i_{444} := \sqrt{\frac{3 \cdot D_{443}^2 + 48 \cdot L_{444}^2}{80}} \quad i_{444} = 21.652 \cdot \text{mm}$$

Kütle

$$m_{444} := \frac{G_{444}}{g} \quad m_{444} = 0.054 \cdot \text{kg}$$

Kütle atalet momenti

$$J_{444} := m_{444} \cdot i_{444}^2 \quad J_{444} = 2.548 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

1. ve 2. kısımlar beraber kütle atalet momenti(441)

Ağırlık(9)

$$G_{441} := \frac{\pi}{12} \cdot D_{441}^2 \cdot (L_{441} + L_{442}) \cdot \gamma \quad G_{441} = 0.575 \cdot \text{newton}$$

Atalet yarıçapı(9)

$$i_{441} := \sqrt{\frac{3 \cdot \left[\frac{(L_{441} + L_{442})^2 + D_{441}^2}{80} \right]}{L_{443} + L_{444} + \frac{L_{441} + L_{442}}{4}}} \quad i_{441} = 45.804 \cdot \text{mm}$$

Kütle

$$m_{441} := \frac{G_{441}}{g} \quad m_{441} = 0.059 \cdot \text{kg}$$

Kütle atalet momenti

$$J_{441} := m_{441} \cdot i_{441}^2 \quad J_{441} = 1.231 \cdot 10^{-4} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

2 konisinin kütle atalet momenti(442)

Ağırlık

$$G_{442} := \frac{\pi}{12} \cdot D_{442}^2 \cdot L_{441} \cdot \gamma \quad G_{442} = 0.055 \cdot \text{newton}$$

Atalet yarıçapı

$$i_{442} := \sqrt{\frac{3 \cdot [(L_{441})^2 + D_{442}^2]}{80} + \left(L_{443} + L_{444} + \frac{L_{441}}{4} + L_{442} \right)^2} \quad i_{442} = 50.906 \cdot \text{mm}$$

Kütle

$$m_{442} := \frac{G_{442}}{g} \quad m_{442} = 0.006 \cdot \text{kg}$$

Kütle atalet momenti

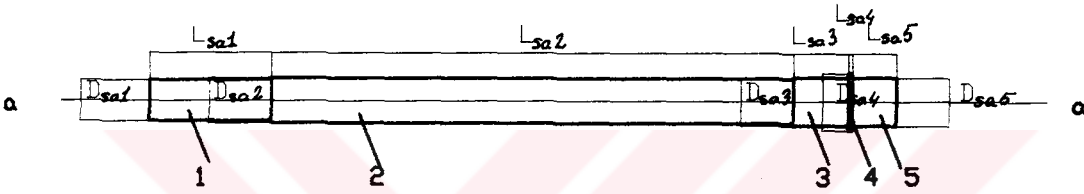
$$J_{442} := m_{442} \cdot i_{442}^2 \quad J_{442} = 1.464 \cdot 10^{-5} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Toplam kütle atalet momenti:

$$J_{44.\text{top}} := J_{441} - J_{442} + J_{443} - J_{444} \quad J_{44.\text{top}} = 2.669 \cdot 10^{-4} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

3.9. ARKA AKS MİLLERİNİN YAY SABİTLERİ

3.9.1. ARKA SAĞ AKSIN YAY SABİTİ



Şekil 3.9.1- Arka aks modeli

Parça Ölçüleri:

Sağ aksın yay sabiti

$$D_{sa1} := 30 \cdot \text{mm}$$

$$L_{sa1} := 88.9 \cdot \text{mm}$$

$$D_{sa2} := 33 \cdot \text{mm}$$

$$L_{sa2} := 381.245 \cdot \text{mm}$$

$$D_{sa3} := 35 \cdot \text{mm}$$

$$L_{sa3} := 39.68 \cdot \text{mm}$$

$$D_{sa4} := 41.67 \cdot \text{mm}$$

$$L_{sa4} := 3.175 \cdot \text{mm}$$

$$D_{sa5} := 35 \cdot \text{mm}$$

$$L_{sa5} := 31.75 \cdot \text{mm}$$

1. bölge

$$I_{sa1} := \frac{\pi \cdot D_{sa1}^4}{32}$$

$$I_{sa1} = 7.952 \cdot 10^4 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{sa1} := \frac{G \cdot I_{sa1}}{L_{sa1}}$$

$$K_{sa1} = 7.156 \cdot 10^4 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

2. bölge

$$I_{sa2} := \frac{\pi \cdot D_{sa2}^4}{32}$$

$$I_{sa2} = 1.164 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{sa2} := \frac{G \cdot I_{sa2}}{L_{sa2}}$$

$$K_{sa2} = 2.443 \cdot 10^4 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

3. bölge

$$I_{sa3} := \frac{\pi \cdot D_{sa3}^4}{32}$$

$$I_{sa3} = 1.473 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{sa3} := \frac{G \cdot I_{sa3}}{L_{sa3}}$$

$$K_{sa3} = 2.97 \cdot 10^5 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

4. bölge

$$I_{sa4} := \frac{\pi \cdot D_{sa4}^4}{32}$$

$$I_{sa4} = 2.96 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{sa4} := \frac{G \cdot I_{sa4}}{L_{sa4}}$$

$$K_{sa4} = 7.458 \cdot 10^6 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

5. bölge

$$I_{sa5} := \frac{\pi \cdot D_{sa5}^4}{32}$$

$$I_{sa5} = 1.473 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{sa5} := \frac{G \cdot I_{sa5}}{L_{sa5}}$$

$$K_{sa5} = 3.712 \cdot 10^5 \cdot \text{newton } m$$

Toplam yay katsayısı

$$K_{sa.top} := \left(\frac{1}{K_{sa1}} + \frac{1}{K_{sa2}} + \frac{1}{K_{sa3}} + \frac{1}{K_{sa4}} + \frac{1}{K_{sa5}} \right)^{-1}$$

$$K_{sa.top} = 1.637 \cdot 10^4 \cdot \text{newton } m$$

3.9.2. ARKA SOL AKSIN YAY SABİTİ

Sağ akstan, bir tek uzunluk olarak, 2 bölgede farklıdır .

2.bölge

$$I_{so2} := \frac{\pi \cdot D_{sa2}^4}{32}$$

$$I_{so2} = 1.164 \cdot 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$K_{so2} := \frac{G \cdot I_{so2}}{L_{so2}}$$

$$K_{so2} = 1.589 \cdot 10^4 \cdot \text{newton } m$$

Toplam yay katsayısı

$$K_{so.top} := \left(\frac{1}{K_{so1}} + \frac{1}{K_{so2}} + \frac{1}{K_{so3}} + \frac{1}{K_{so4}} + \frac{1}{K_{so5}} \right)^{-1}$$

$$K_{so.top} = 1.203 \cdot 10^4 \cdot \text{newton } m$$

3.10. TEKERLERİN KÜTLE ATALET MOMENTİ DEĞERLERİ

Bu değer 1 kgm² olarak alınmıştır.

4. BÖLÜM

SİSTEM İÇİN KRİTİK FREKANS , KRİTİK DEVİR VE ARAÇ HIZI DEĞERLERİNİN BULUNUŞU

4.1. SİSTEM DEĞERLERİ

Sistemde kardan milinde değişikliğe gidilirken başka elemanlarda konstrüksiyon yönünden bir değişiklik olmamıştır. Dolayısıyla bu kısma transyataksız kardan milinden trans yataklı kardan miline geçişte değişmeyen değerleri koyulacaktır.

$$K_{2.top} := 7.913 \cdot 10^4 \cdot \text{newton } m$$

(Mahrûti dişli mili yay katsayısı)

$$K_{sa.top} := 1.637 \cdot 10^4 \cdot \text{newton } m$$

(Sağ aks yay katsayısı)

$$K_{so.top} := 1.203 \cdot 10^4 \cdot \text{newton } m$$

(Sol aks yay katsayısı)

$$J_{tek} := 1 \text{ kg} \cdot m^2$$

(Teker kütle atalet momenti)

$$J_{dif} := 0.055 \cdot \text{kg} \cdot m^2$$

(Diferansiyel grubu kütle atalet momenti)

$$J_M := 0.026 \cdot \text{kg} \cdot m^2$$

(Motor toplam kütle atalet momenti)

$$J_V := 0.0984 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

(Volân kütle atalet momenti)

4.2. TRANSYATAKSIZ KARDAN MİLİ İÇİN KRİTİK FREKANS, KRİTİK DEVİR VE ARAÇ HIZI DEĞERLERİNİN BULUNUŞU

Bu kısımda sistemde kırılma hali olan trans yataksız kardan milinin(Ek 1-3) monte edilmiş hali incelenmiştir. 6 matematik modelde kritik frekanslar, kritik devirler ve bunlara tekabül eden araç hızları araştırılacaktır. Bu modeller en basitinden karmaşık olanına doğru gitmektedir. Modelleme sırası şöyledir:

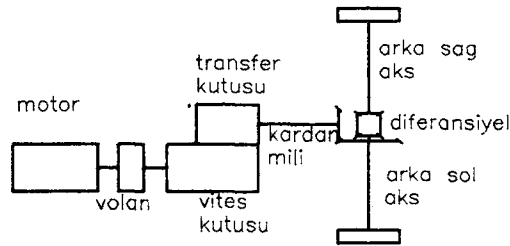
Araç krikos üzerinde:

1. Tek kütle-tek yay
2. Dejenere sistem
3. İki kütle- iki yay modeli

Araç tekerleri yerde:

1. Tek kütle-tek yay(motor tarafı sabit)
2. Tek kütle- tek yay
3. İki kütle-iki yay

4.2.1. I.MODEL

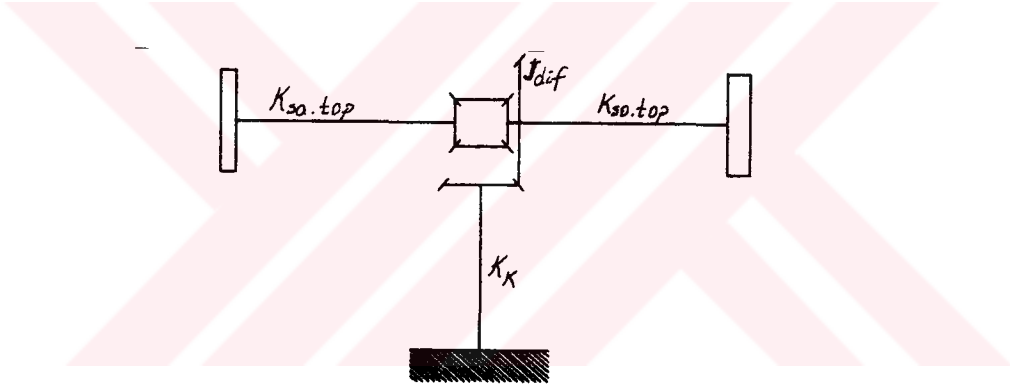


Şekil 4.2.1.1- Sistem genel modeli

Bu modelde araç krikö üzerinde düşünölmüştür. Motor tarafı büyük kütesi dolayısıyla sabit kaböl edilmiştir. Diferansiyel grubu kütesi dahil edilmeden bir hesaba gidilecektir. Zira bu değör ihmäl edilebilecek küçüklüktedir.

1. modelde araştırılan sistemin ambale devridir. Yani araç krikö üzerinde bir yüke maruz kalmadan çalışmaktadır. Bulunacak kritik frekans araca ait olduğundan tehlike arzeder. Meselâ araç yokuşuşağı inerken ve eğer boşta ise bu değere eriştiğinde rezonans ortaya çıkacaktır.

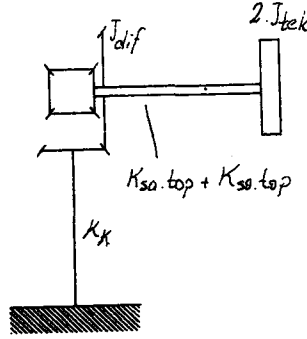
Bu modelde 1. aşamada yapılacak olan kardan mili ve mahrüfî dişli milini serî toplamaktır.(10)



Şekil 4.2.1.2- Model-1 , 1. aşama

$$K_K := \left(\frac{1}{K_{1.top}} + \frac{1}{K_{2.top}} \right)^{-1} \quad K_K = 7.759 \cdot 10^3 \cdot \text{newton } m$$

Modelin 2. aşamasında tekerler ve akslar , akslardaki ϕ burulma açıları eşit olduğundan , paralel olarak toplanırlar.(10)

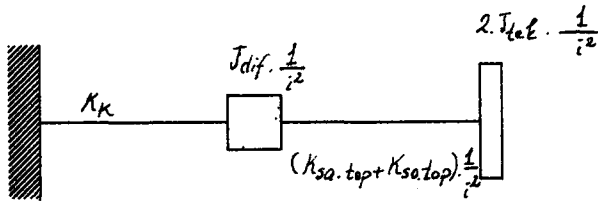


Şekil 4.2.1.3 - Model-1, 2. aşama

$$K_{sa.top} + K_{so.top} = 2.84 \cdot 10^4 \cdot \text{newton m}$$

$$2 \cdot J_{tek} = 2 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Modelin bu 3. aşamasında sistemi aynı mil üzerinde toplayabilmek amacıyla $K_{sa.top} + K_{so.top}$, J_{dif} ve $2J_{tek}$ değerleri ayna-mahrûfî dişli çevrim oranı olan 5.38 ile kardan mili eksenine indirgenirler.



Şekil 4.2.1.4 - Model-1, 3. aşama

$$J_{M1} := J_{\text{dif}} \cdot \frac{1}{2}$$

$$J_{M1} = 0.002 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

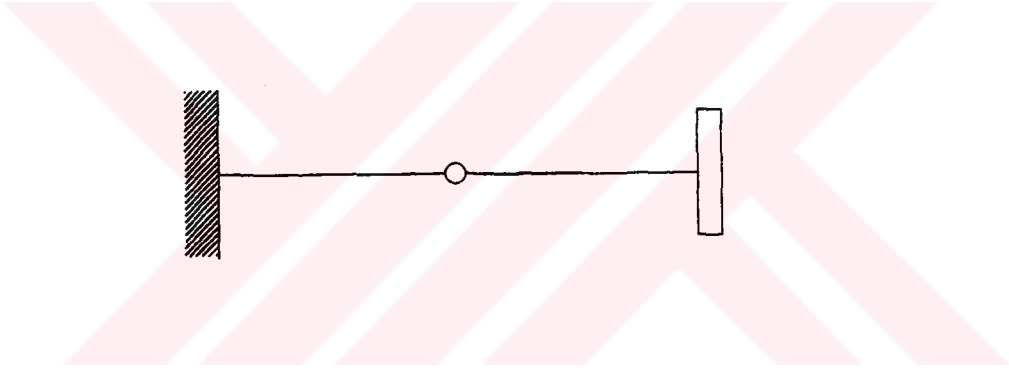
$$J_{M2} := 2 \cdot J_{\text{tek}} \cdot \frac{1}{2}$$

$$J_{M2} = 0.069 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$K_{M2} := \left(K_{\text{sa.top}} + K_{\text{so.top}} \right) \cdot \frac{1}{2}$$

$$K_{M2} = 981.192 \cdot \text{newton } m$$

Modelin 4. aşamasında diferansiyel katılmadan tek kütle-tek yay sistemi elde edilmiştir.



Şekil 4.2.1.5- Model-1, 4. aşama

$$K_{M1} := \left(\frac{1}{K_K} + \frac{1}{K_{M2}} \right)^{-1}$$

$$K_{M1} = 871.036 \cdot \text{newton } m$$



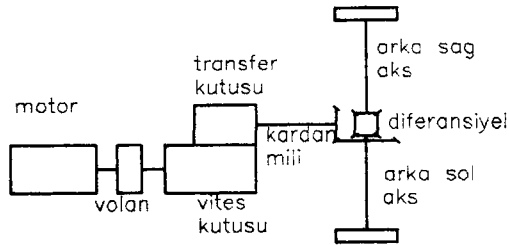
Şekil 4.2.1.6- Model-1, 5. aşama

Bu sonuçlardan giderek kritik frekansı şöyle bulabiliriz:

$$\omega_{M1} := \sqrt{\frac{K_{M1}}{J_{M2}}} \quad \omega_{M1} = 112.276 \cdot \text{sec}^{-1} \quad (5)$$

Bu kritik daire frekansına tekabül eden devir 1072.15 dev/dak dır. Bu devre ise kardan eriştiğinde araç hızı 29.2 km/h , akslar eriştiğinde ise araç hızı 157.16 km/h (Bu hız araç hızının çok üstündedir.) olmaktadır.

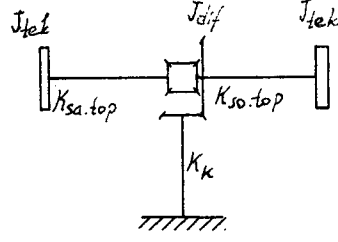
4.2.2. II. MODEL



Şekil 4.2.2.1- Sistem genel modeli

Bu modelimizde 1. modeldeki amaca sadık kalarak yani sistemi kriko üzerinde düşünerek sadece modeli dejenere sistem olarak kuracağız.

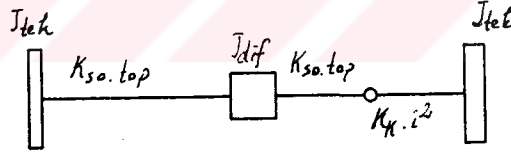
1.aşamada sistemde motor tarafını sabit kabûl edip kardan mili ve mahrûfî dişli milini serî olarak toplayacağız.(10)



Şekil 4.2.2.2- Model-2, 1. aşama

$$K_K := \left(\frac{1}{K_{1.top}} + \frac{1}{K_{2.top}} \right)^{-1} \quad K_K = 7.759 \cdot 10^3 \cdot \text{newton } m$$

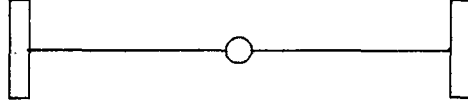
2. aşamada kardan mili sol arka aksa serî olarak indirgenir.



Şekil 4.2.2.3 - Model-2, 2. aşama

$$K_{M21} := \left(\frac{1}{K_{1so.top}} + \frac{1}{K_K \cdot i^2} \right)^{-1} \quad K_{M21} = 1.142 \cdot 10^4 \cdot \text{newton } m$$

Bu kısımda da diferansiyel kütlesi ihmâl edilerek dejenere sistem kurulmuş olur.(10)



Şekil 4.2.2.4 - Model-2, 3. aşama



Şekil 4.2.2.5- Model-2, 4. aşama

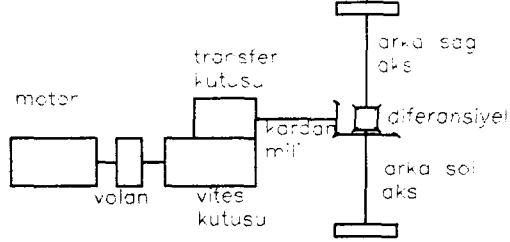
Böylece sistemimiz için kritik frekans değeri :

$$\omega_{M2} = \sqrt{\frac{K_{sa.top} \cdot K_{M21}}{K_{M21} + K_{sa.top} \left(\frac{1}{J_{tek}} + \frac{1}{J_{tek}} \right)^{-1}}} \quad \omega_{M2} = 115.987 \cdot \text{sec}^{-1}$$

bulunur.(8,9,10,11)

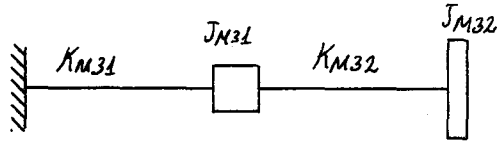
Bu değerde bizim 1 modelde bulduğumuz kritik frekans değeriyle yakındır. Buna tekabl eden devir 1107.59 dev/dak dır. Bu devre ise kardan eriştiğinde araç hızı 30.97 km/h, akslar eriştiğinde ise araç hızı 162.36 km/h (aracın maks. hızının çok üzerinde)olmaktadır.

4.2.3. III. MODEL



Şekil 4.2.3.1- Sistem genel modeli

Bu modelde amaç yine ambale devrini bulmaktır. Yalnız 1. modele göre serbestlik derecesi 2 ye çıkarılmıştır. Yani dif. kütlede hesaba katılmıştır. Bunda amaç 1. modelimizin doğruluğunu kontrol ve diferansiyel kütlelerinin nasıl bir etki yaptığını görmektir.



Şekil 4.2.3.2- 2 Kütle-2 Yay modeli

1. modeldeki 3. aşamadaki hali kullanırsak bu model için 1. kritik frekans(11):

$$\omega_{M31} := \sqrt{\frac{K_{M31} + K_{M32}}{2 \cdot J_{M31}} + \frac{K_{M32}}{2 \cdot J_{M32}} - \frac{1}{4} \left(\frac{K_{M31} + K_{M32}}{J_{M31}} + \frac{K_{M32}}{J_{M32}} \right)^2 - \frac{K_{M31} \cdot K_{M32}}{J_{M31} \cdot J_{M32}}}$$

$$\omega_{M31} = 112.256 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değerde bizim 1 modelde bulduğumuz kritik frekans değeriyle yakındır. Bu değere tekabül eden kritik devir sayısı 1071.96 dev/dak dır. Bu devre ise kardan eriştiğinde araç hızı 29.14 km/h , akslar eriştiğinde ise araç hızı 157.13 km/h (arcın hız haddinin çok üzerinde) olmaktadır.

2. kritik frekans değeri(11):

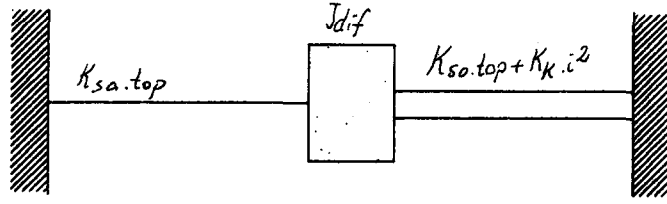
$$\omega_{M32} := \sqrt{\frac{K_{M31} + K_{M32}}{2 \cdot J_{M31}} + \frac{K_{M32}}{2 \cdot J_{M32}} + \frac{1}{4} \left(\frac{K_{M31} + K_{M32}}{J_{M31}} + \frac{K_{M32}}{J_{M32}} \right)^2 - \frac{K_{M31} \cdot K_{M32}}{J_{M31} \cdot J_{M32}}}$$

$$\omega_{M32} = 2.145 \cdot 10^3 \cdot \text{sec}^{-1}$$

bulunur.

Bu değere tekabül eden devir sayısı 20483 dev/dak dır. Bu devir ise görüldüğü gibi çok yüksektir. Daha çok yüksek hızlı türbinlerde görülen böyle bir hıza aracın herhangi bir aksamının erişmesi mevzu bahis değildir.

2. aşamada bulduğumuz kardan mili yay katsayısı sol aksa paralel olarak indirgenir. Çünkü diferansiyelden gelen çevirme kuvvetine, 3 yayda(yani yay olarak kabûl ettiğimiz miller) ayrı ayrı karşı koyacaklardır.

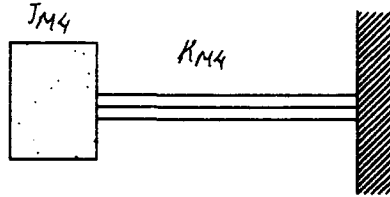


Şekil 4.2.4.3- Model-4, 2. aşama

$$K_{K.es} = K_{K.i}^2$$

$$K_{K.es} = 2.246 \cdot 10^5 \cdot \text{newton m}$$

Son aşamada ise bu üç yay paralel toplanarak tek kütle- tek yaylı sistem kurulmuş olur.



Şekil 4.2.4.4- Model-4, 3. aşama

$$K_{M4} := K_{K.es} + K_{sa.top} + K_{so.top}$$

$$K_{M4} = 2.53 \cdot 10^5 \cdot \text{newton } m$$

$$J_{M4} := J_{dif}$$

$$J_{M4} = 0.055 \cdot \text{kg} \cdot m^2$$

Böylece elde edeceğimiz kritik frekans değeri(5):

$$\omega_{M4} := \sqrt{\frac{K_{M4}}{J_{M4}}}$$

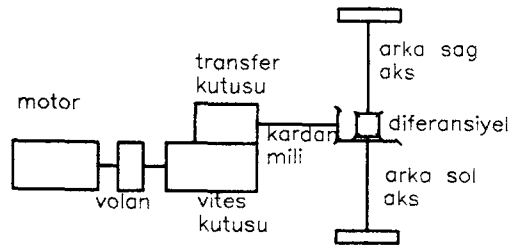
$$\omega_{M4} = 2.145 \cdot 10^3 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değer ise devir olarak 20483dev/dak ya tekabül eder. Tabii ki aracımızın bu devre erişmesi mümkün değildir. Fakat bulduğumuz bu frekans yine de aracın frekansdır ve ileride 6. modelimizde bulacağımız 2. kritik frekans değerleriyle yakındır.

4.2.5. V. MODEL

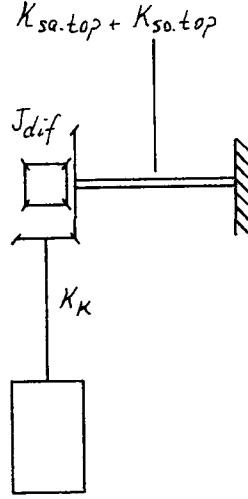
Bu modelde aracı artık yerde düşünüyoruz. Dolayısıyla teker tarafı sabit kabul edilmiştir. Motor, volân, vites kutusu ve transfer kutusu değerleri hesaplarımıza katılacaktır. Vites kütle atalet momentleri her vitesde değiştiğinden her vites durumu için bu modeli kuralım.

4.2.5.1. I.Vites:



Şekil 4.2.5.1- Sistem genel modeli

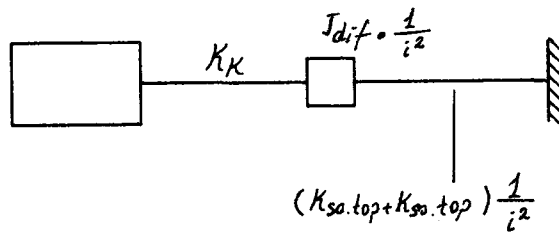
1. aşamada kardan mili ile mahrûfî dişli mili serî olarak toplanacak, ayrıca akslarda kendi aralarında paralel toplanacaklardır(10).



Şekil 4.2.5.2 - Model-5, 1. aşama

$$K_K := \left(\frac{1}{K_{1.top}} + \frac{1}{K_{2.top}} \right)^{-1} \quad K_K = 7.759 \cdot 10^3 \cdot \text{newton m}$$

2. aşamada aksların yay sabitleri ve diferansiyel grubu kütle atalet momenti kardan mili eksenine indirgenir.



Şekil 4.2.5.3 - Model- 5, 2. aşama

$$K_{\text{aks.esd}} := \left(K_{\text{sa.top}} + K_{\text{so.top}} \right) \cdot \frac{1}{i^2}$$

$$K_{\text{aks.esd}} = 981.192 \cdot \text{newton } m$$

$$J_{\text{dif}} \frac{1}{i^2} = 0.002 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Görüldüğü gibi kardan miline indirgenmiş diferansiyel kütle atalet momenti değeri çok küçüktür. Bunu ihmâl edecek olursak kardan mili ile indirgenmiş aks değerini serî olarak toplamamız icabeder(5).

$$K_{M5} := \left(\frac{1}{K_K} + \frac{1}{K_{\text{aks.esd}}} \right)^{-1}$$

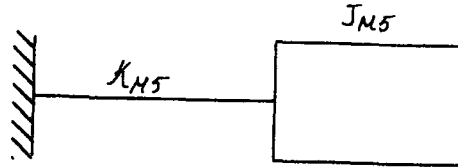
$$K_{M5} = 871.036 \cdot \text{newton } m$$

Ayrıca motor tarafının bu vitesde kütle atalet momenti değeri:

$$J_{M5} := \left(J_M + J_V \right) \cdot 3.96^2 + J_{VK} + J_{TK.h}$$

$$J_{M5} = 1.974 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Böylece tek kütle-tek yaylı sistemimizi kurmuş olduk.



Şekil 4.2.5.4 - Model- 5, 3. aşama

Sistemimiz için kritik frekans değeri:

$$\omega_{M5} := \sqrt{\frac{K_{M5}}{J_{M5}}}$$

$$\omega_{M5} = 21.005 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değer ise devir olarak 200.53 dev/dak ay tekabül eder. Bu devri kardanda düşünürsek müteakabil araç hızı 5.47 km/h, akslarda düşünürsek 29.4 km/h olur.

Bu modele ait moment- zorlayıcı frekans- açı grafiği:

$$K := 871.036$$

$$J := 1.974$$

$$\theta(M, v) := \frac{M}{K - J \cdot v^2}$$

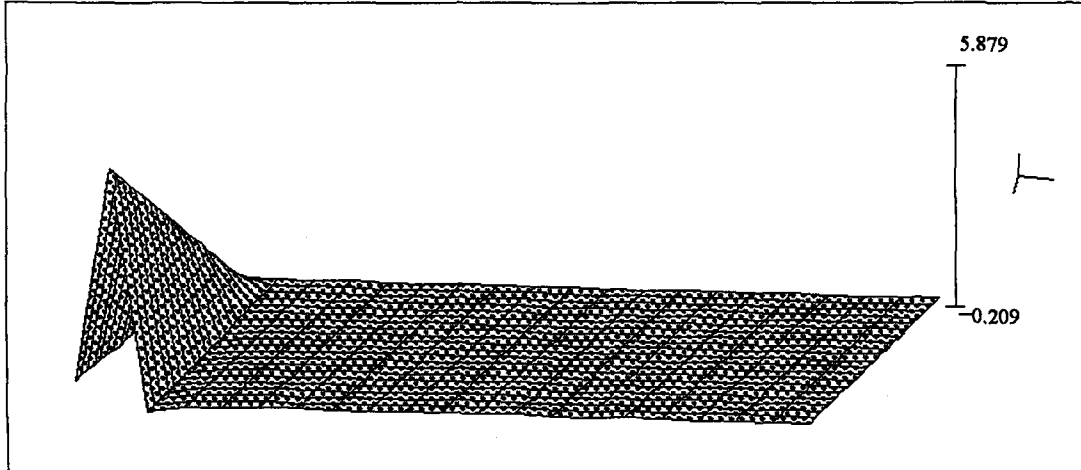
$$N := 20 \quad i := 0..N$$

$$j := 0..N$$

$$M_i := 23.94 \cdot i$$

$$v_j := 20 \cdot j$$

$$\theta_{i,j} := \theta(M_i, v_j)$$



θ

Grafik 4.2.5.1.1- 5. modelde 1. vitese göre
Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

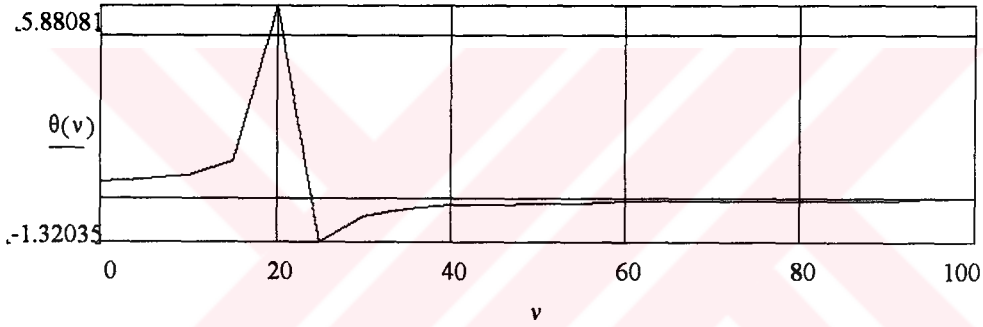
Bu grafikteki eksenlerimiz:

$x=M$ (moment-Nm) , $y=f$ (zorlayıcı frekans) , $z=\xi$ (burulma açısı) olmaktadır.

Moment ve hız eksenini maksimum momente ve hıza ulaşana kadar 20 parça bölünmüştür. Grafikteki her bir çizgi buna işaret etmektedir.

5. model için 1.vitesdeki maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta(v) := \frac{478.91}{K - J \cdot v^2}$$



Grafik 4.2.5.1.2- 5. model 1. vites durumu için Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

4.2.5.2. II. Vites:

1 vitesdeki modelden tek farkı motor tarafı kütle değeri olacaktır. Şanzımanın 2. vitesdeki çevrim oranı ile motor ve volân çarpılırsa ve buda transfer kutusu ve vites kutusu kütle atalet momenti değerleriyle toplanırsa:

$$J_{M5} := (J_M + J_V) \cdot 2.39^2 + J_{VK} + J_{TK.hi} \quad J_{M5} = 0.724 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Yay değerinde bir farklılık olmadığına göre , böylece sistemin 2 vitesde kritik frekansı:

$$\omega_{M5} := \sqrt{\frac{K_{M5}}{J_{M5}}}$$

$$\omega_{M5} = 34.688 \cdot \text{sec}^{-1}$$

olacaktır

Bu değer ise devir olarak 331 dev/dak ya tekabül eder. Bu devri kardanda düşünürsek mütakabil araç hızı 9 km/h, akslarda düşünürsek 48.52 km/h olur.

Bu modele ait moment- zorlayıcı frekans- açı grafiği:

$$K := 871.036$$

$$J := 0.725$$

$$\theta(M, v) := \frac{M}{K - J \cdot v^2}$$

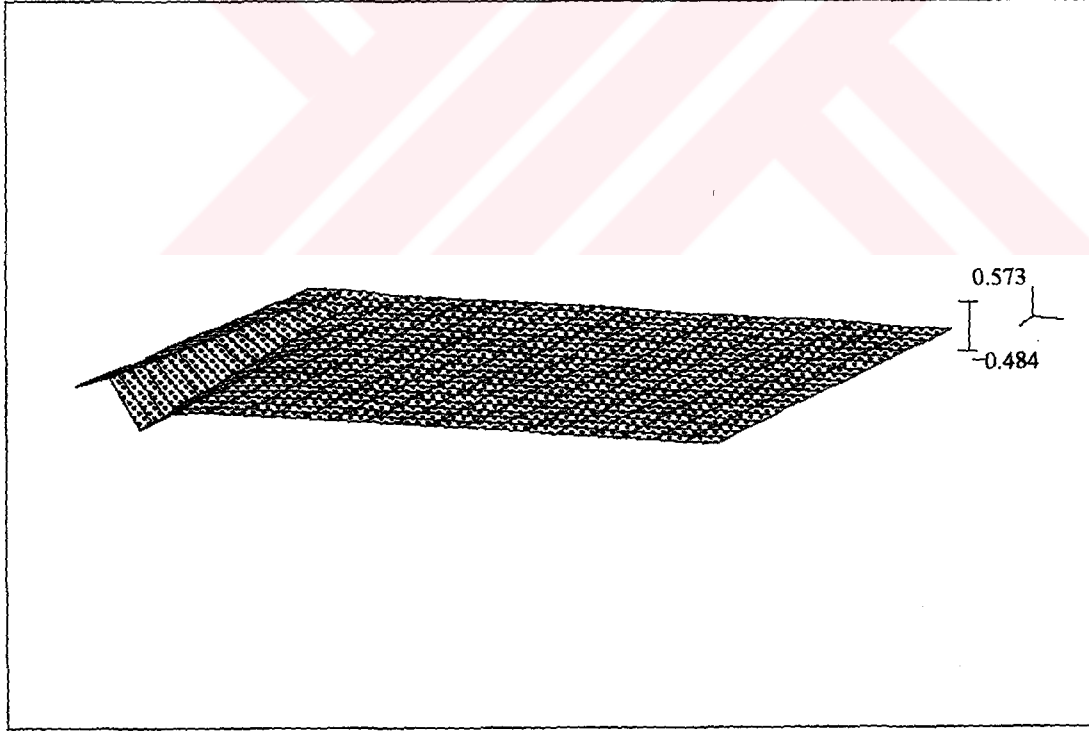
$$N := 20 \quad i := 0..N$$

$$j := 0..N$$

$$M_i := 14.45 \cdot i$$

$$v_j := 22.5 \cdot j$$

$$\theta_{i,j} := \theta(M_i, v_j)$$



θ

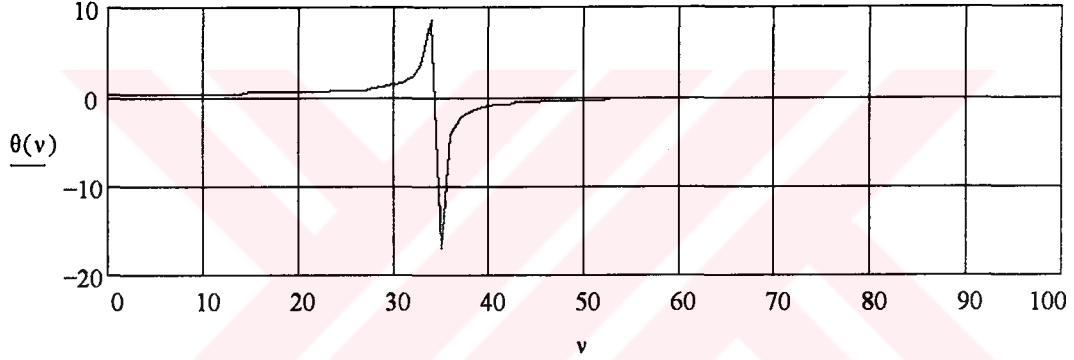
Grafik 4.2.5.2.1- 5. modelde 2. vitese göre
Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

Bu grafikteki eksenlerimiz:

$x=M$ (moment-Nm) , $y=\omega$ (zorlayıcı frekans) , $z=\theta$ (burulma açısı) olmaktadır.

5. model için 2.vitesde maks moment değerindeki moment - burulma miktarı grafiği:

$$\theta(\omega) := \frac{289.04}{K - J \cdot \omega^2}$$



Grafik 4.2.5.2.2- 5. model 2. vites durumu için
Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

4.2.5.3. III. Vites:

1 vitesdeki modelden tek farkı vites kutusunun çevrim oranı değiştiğinden motor tarafının kütle değeri olacaktır. O da hesaplanırsa:

$$J_{M5} := (J_M + J_V) \cdot 1.57^2 + J_{VK} + J_{TK.hi} \quad J_{M5} = 0.317 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Böylece sistemimizin 3.vitesde kritik frekansı:

$$\omega_{M5} := \sqrt{\frac{K_{M5}}{J_{M5}}}$$

$$\omega_{M5} = 52.423 \cdot \text{sec}^{-1}$$

olacaktır

Bu değer ise devir olarak 500.16 dev/dak ay tekabül eder. Bu devri kardanda düşünürsek mütekabil araç hızı 13.6 km/h, akslarda düşünürsek 73 km/h olur.

Bu modele ait moment- zorlayıcı frekans- açı grafiği:

$$K := 871.036$$

$$J := 0.317$$

$$\theta(M, v) := \frac{M}{K - J \cdot v^2}$$

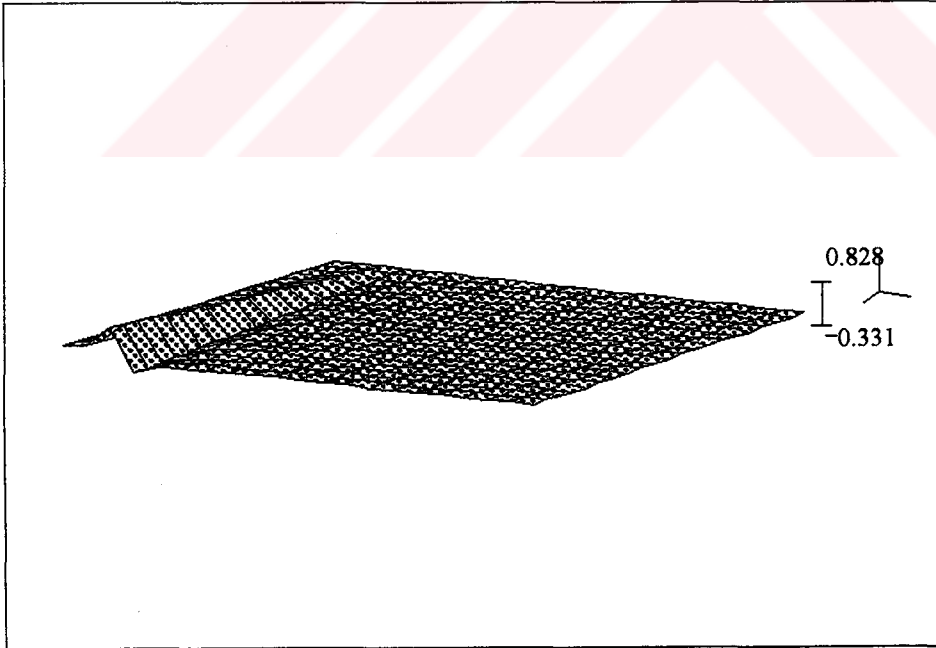
$$N := 20 \quad i := 0..N$$

$$j := 0..N$$

$$M_i := 9.48 \cdot i$$

$$v_j := 22.5 \cdot j$$

$$\theta_{i,j} := \theta(M_i, v_j)$$



θ

Grafik 4.2.5.3.1- 5. modelde 3. vitese göre
Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

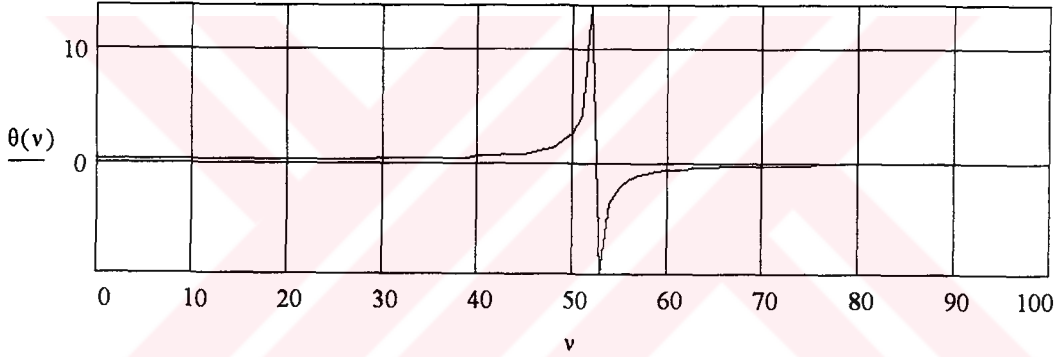
Bu grafikteki eksenlerimiz:

$$x=M(\text{moment-Nm}), y=\omega(\text{zorlayıcı frekans}), z=\theta(\text{burulma açısı})$$

olmaktadır.

5. model için 3.vitesde maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta(v) := \frac{189.87}{K - J \cdot v^2}$$



Grafik 4.2.5.3.2- 5. model 3. vites durumu için Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

4.2.5.4. IV. Vites:

1. vitesdeki modelden tek farkı motorun, vites kutusunun çevrim oranından dolayı, kütleatalet momentindeki değişimidir. O da hesaplanırsa:

$$J_{M5} := J_M + J_V + J_{VK} + J_{TK.hi} \quad J_{M5} = 0.133 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Böylece sistemimizin 4. vitesde kritik frekansı:

$$\omega_{M5} := \sqrt{\frac{K_{M5}}{J_{M5}}} \quad \omega_{M5} = 81.014 \cdot \text{sec}^{-1}$$

olacaktır

Bu değer ise devir olarak 773.62 dev/dak ay tekabül eder. Bu devri kardanda düşünürsek mütekabil araç hızı 21 km/h, akslarda düşünürsek 113.4 km/h olur.

Bu modele ait moment- zorlayıcı frekans- açı grafiği:

$$K := 871.036$$

$$J := 0.133$$

$$\theta(M, v) := \frac{M}{K - J \cdot v^2}$$

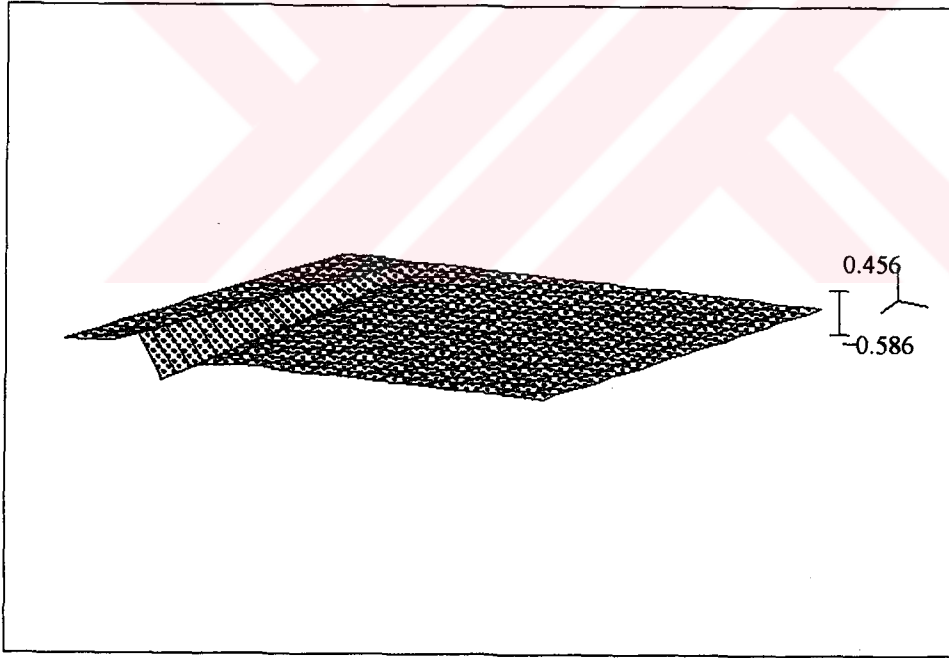
$$N := 20 \quad i := 0..N$$

$$j := 0..N$$

$$M_i := 6.047 \cdot i$$

$$v_j := 22.5 \cdot j$$

$$\theta_{i,j} := \theta(M_i, v_j)$$



θ

Grafik 4.2.5.4.1- 5. modelde 4. vitese göre
Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

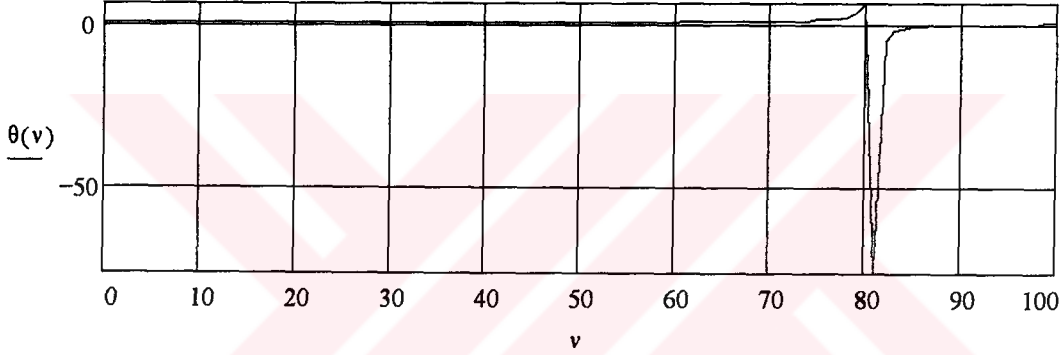
Bu grafikteki eksenlerimiz:

$$x=M(\text{moment-Nm}) , y=\omega(\text{zorlayıcı frekans}) , z=\theta(\text{burulma açısı})$$

olmaktadır.

5. model için 4.vitesde maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta(\omega) := \frac{120.94}{K - J \cdot \omega^2}$$



Grafik 4.2.5.4.2- 5. model 4. vites durumu için Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

4.2.5.5. Geri Vites:

1 vitesdeki modelden tek farkı,vites kutusu çevrim oranından dolayı, motorun kütleatalet momenti değeri olacaktır. Onuda hesaplırsak:

$$J_{M5} := (J_M + J_V) \cdot 4.25^2 + J_{VK} + J_{TK.hi} \quad J_{M5} = 2.277 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Böylece sistemimizin geri vitesde kritik frekansı:

$$\omega_{M5} := \sqrt{\frac{K_{M5}}{J_{M5}}} \quad \omega_{M5} = 19.557 \cdot \text{sec}^{-1}$$

olacaktır

Bu değer ise devir olarak 186.75 dev/dak ay tekabül eder. Bu devri kardanda düşünürsek müteakabil araç hızı 5 km/h, akslarda düşünürsek 27 km/h olur.

Bu modele ait moment- zorlayıcı frekans- açı grafiği:

$$K := 871.036$$

$$J := 2.277$$

$$\theta(M, v) := \frac{M}{K - J \cdot v^2}$$

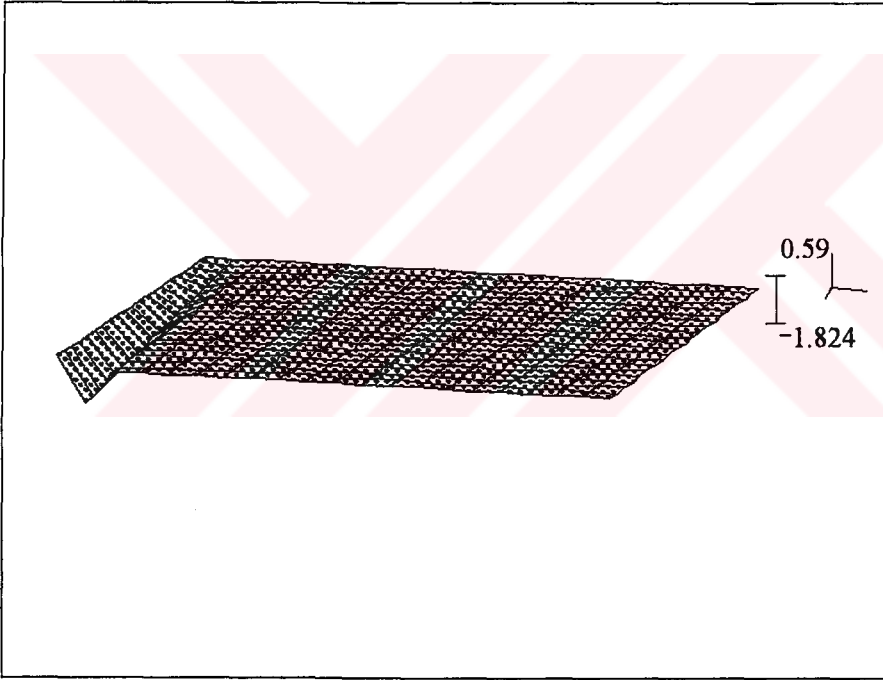
$$N := 20 \quad i := 0..N$$

$$j := 0..$$

$$M_i := 25.69i$$

$$v_j := 22.5j$$

$$\theta_{i,j} := \theta(M_i, v_j)$$

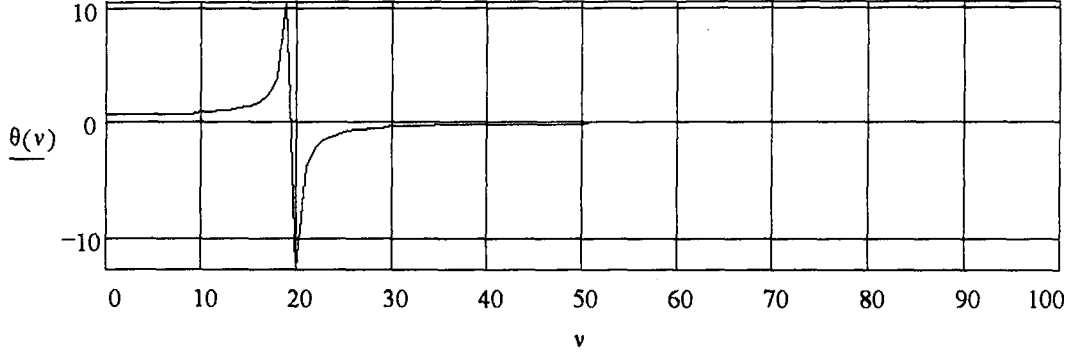


θ

Grafik 4.2.5.5.1- 5. modelde Geri vitesse göre
Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

5. model için geri vitesde maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta(v) := \frac{513.98}{K - J \cdot v^2}$$

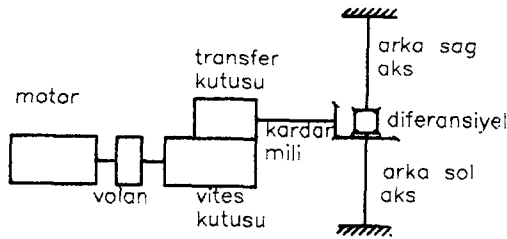


Grafik 4.2.5.5.2- 5. model Geri vites durumu için
Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

4.2.6. VI. MODEL

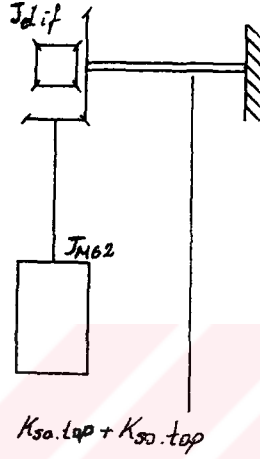
Bu modelde de 5. modelde ihmâl ettiğimiz diferansiyel kütesini hesaba katarak modelin serbestlik derecesi ikiye çıkarılacaktır. Böylece 5. modeldeki sonuçları kontrol etme ve diferansiyel kütesinin sistem üzerindeki tesirini görmüş olacağız. Burada da her vites için kritik frekans değerleri bulunacaktır.

4.2.6.1. I Vites:



Şekil 4.2.6.1- Sistem genel modeli

1. aşamada kardan mili ve mahrûfî dişli mili serî olarak toplanacaktır. Ayrıca akslar paralel olarak toplanacaklardır.



Şekil 4.2.6.2 - Model- 6, 1. aşama

$$K_K := \left(\frac{1}{K_{1.top}} + \frac{1}{K_{2.top}} \right)^{-1} \quad K_K = 7.759 \cdot 10^3 \cdot \text{newton } m$$

$$K_{M62} := K_K \quad K_{M62} = 7.759 \cdot 10^3 \cdot \text{newton } m$$

2. aşamada diferansiyel kütlesi ve aks yay sabitleri kardan mili eksenine indirgenecektir.

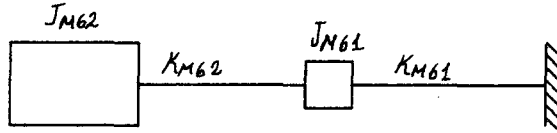
$$K_{M61} := (K_{sa.top} + K_{so.top}) \cdot \frac{1}{i^2} \quad K_{M61} = 981.192 \cdot \text{newton } m$$

$$J_{M61} := J_{dif} \cdot \frac{1}{i^2} \quad J_{M61} = 0.002 \cdot \text{kg} \cdot m^2$$

Ayrıca motor tarafının bu vitesde kütle atalet momenti değeri:

$$J_{M62} := (J_M + J_V) \cdot 3.96^2 + J_{VK} + J_{TK} \cdot h_i \quad J_{M62} = 1.974 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Böylece iki kütle-iki yay sistemini kurmuş olduk.



Şekil 4.2.6.3 - Model- 6, 2 Kütle-2 Yay modeli

Önce bu model için 1.kritik frekans değerini bulalım.(11)

$$\omega_{M61} := \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}} - \frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}$$

$$\omega_{M61} = 20.998 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değeri devire çevirirsek 200.51 dev/dak ya tekabül eder.Bu devri kardanda düşünürsek müteakabil araç hızı 5.44 km/h, akslarda düşünürsek 29.4 km/h olur.

2.kritik frekansı bulursak(11):

$$\omega_{M62} := \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}}} + \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}$$

$$\omega_{M62} = 2.145 \cdot 10^3 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değeri devire çevirirsek 20483 dev/dak ya tekabül eder. Bu devre ise aracımızın ulaşması mümkün değildir.

Bu modele ait moment- zorlayıcı frekans- burulma miktarı grafikleri:

1 kütlesi için:

$$K_2 := 7759$$

$$J_1 := .002$$

$$K_1 := 981.192$$

$$J_2 := 1.974$$

$$\theta_1(M, v) := \frac{M \cdot (K_2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$

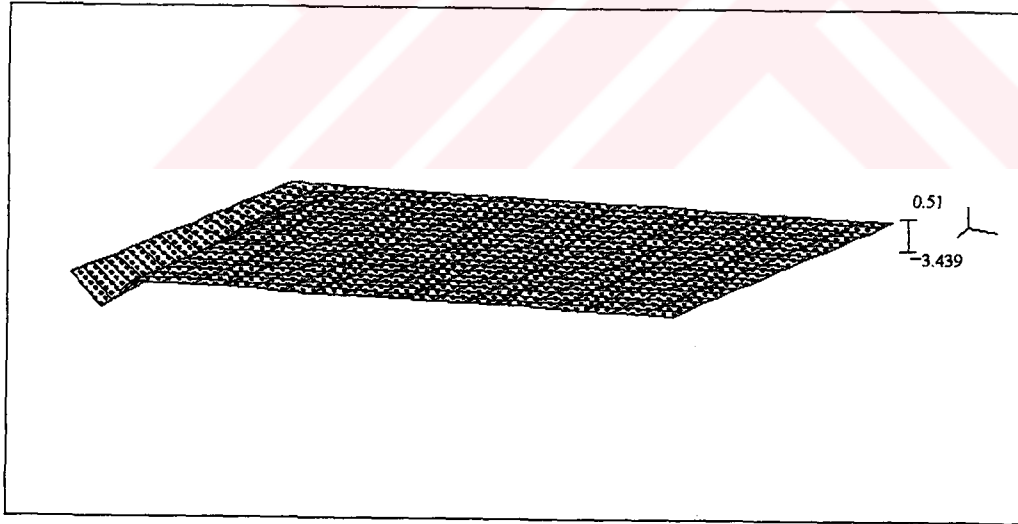
$$N := 20 \quad i := 0..N$$

$$j := 0..N$$

$$M_i := 25 \cdot i$$

$$v_j := 22.5 \cdot j$$

$$\theta_{1,i,j} := \theta_1(M_i, v_j)$$



θ_1

Gra

Grafik 4.2.6.1.1- 6. Modelde 1.kütle için ve 1.vites'e göre
Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

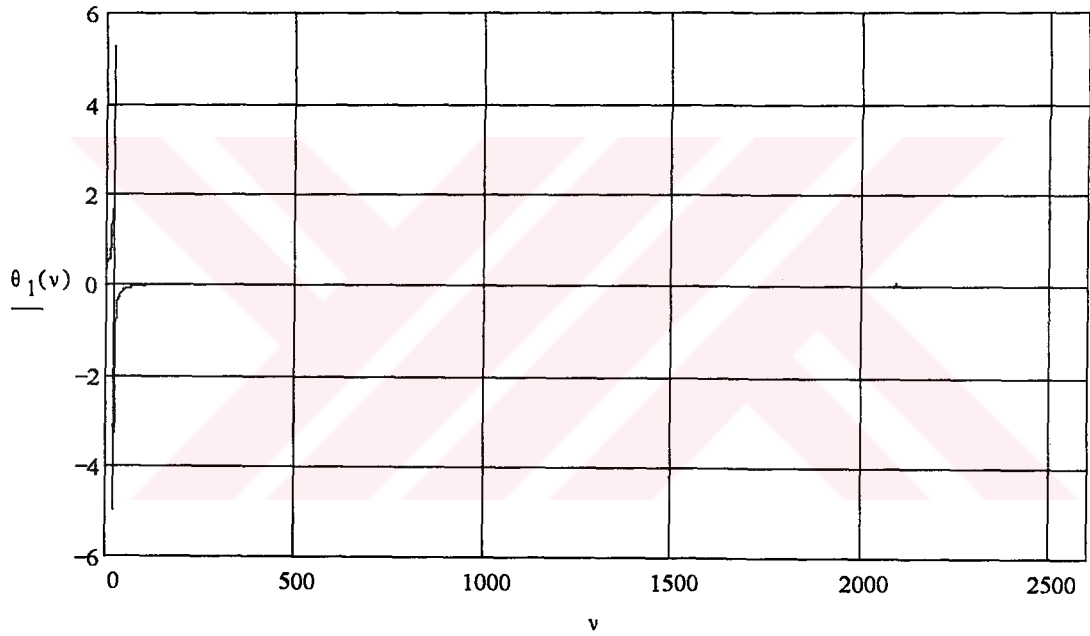
Bu grafikteki eksenlerimiz:

$$x=M(\text{moment-Nm}), y=v(\text{zorlayıcı frekans}), z=\theta_1(\text{burulma açısı})$$

olmaktadır.

6. modelin 1. kütlesi ve 1.vites için maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta_1(v) := \frac{478.91 \cdot (K_2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$



Grafik 4.2.6.1.2- 6.Modelin 1. kütlesi ve 1. vites durumu için
Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

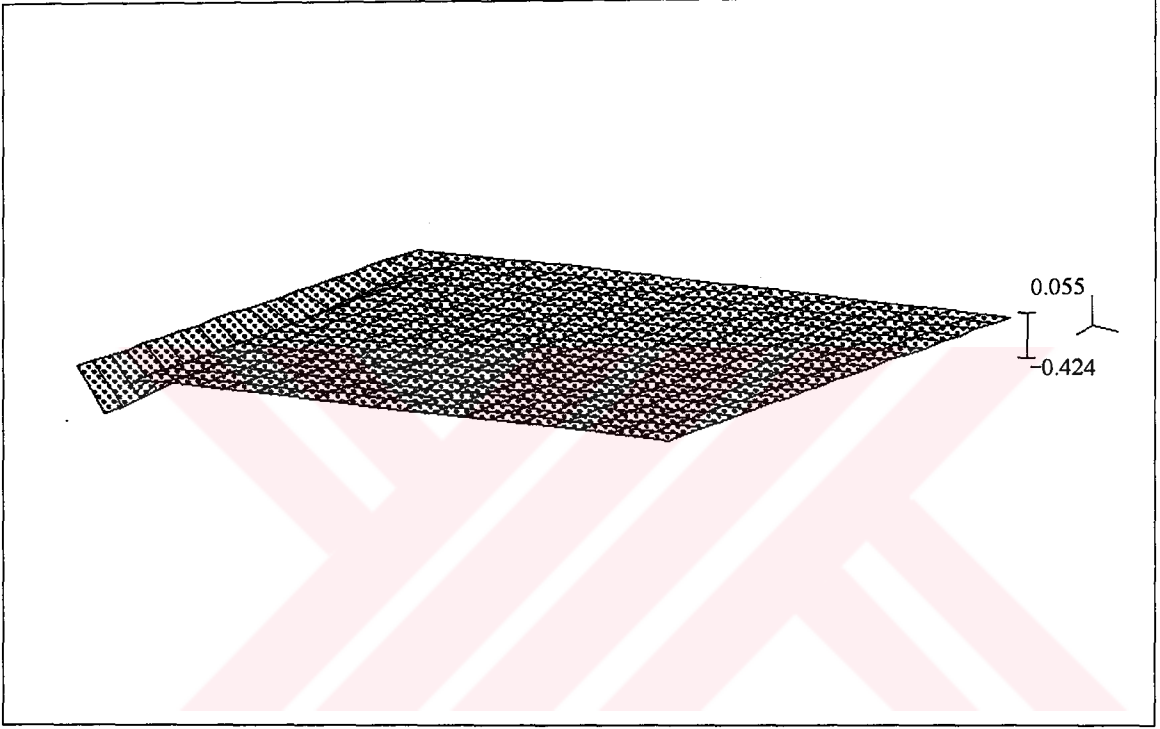
2 kütlesi için:

$$\theta_2(M, v) := \frac{M \cdot [(K_1) - J_1 \cdot v^2]}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$

$$N := 20 \quad i := 0..N$$

$$j := 0..N$$

$$v_j := 22.5 \cdot j \quad \theta_{2,i,j} := \theta_2(M_i, v_j)$$



θ_2

Grafik 4.2.6.1.3 - 6. Modelde 2.kütle için ve 1.vitese göre
Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

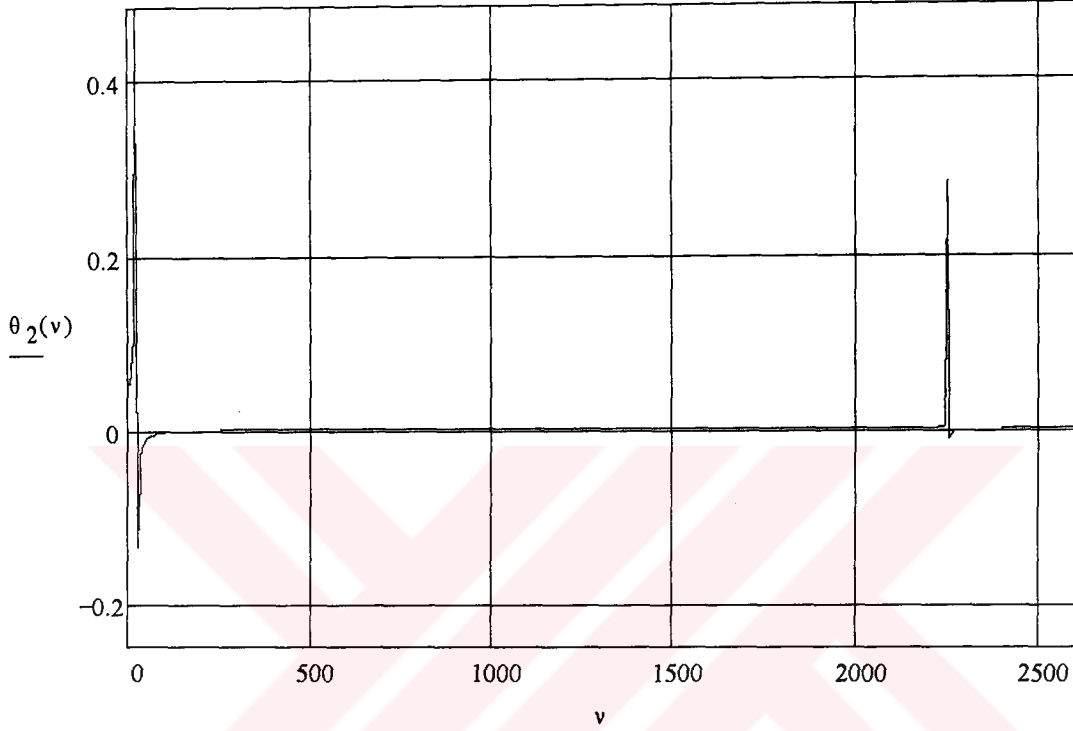
Bu grafikteki eksenlerimiz:

$x=M$ (moment-Nm) , $y=v$ (zorlayıcı frekans) , $z=\theta_2$ (burulma açısı)

olmaktadır.

6. modelin 2. kütlesi ve 1.vites için maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta_2(v) := \frac{478.91 \cdot (K_1 - J_1 \cdot v^2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$



Grafik 4.2.6.1.4 - 6. Modelin 2. kütlesi ve 1. vites durumu için
Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

4.2.6.2. II. Vites:

Diğer viteslerde yalnızca motor tarafı kütle atalet momenti değeri değişmektedir. Dolayısıyla bu değeri hesaplayıp kritik frekans değerlerini bulunmalıdır. Motor tarafının kütle atalet momenti 2. vitesde bir evvelki modeldekiyle aynıdır.

1. kritik frekans değeri:

$$\omega_{M61} := \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}} - \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}}$$

$$\omega_{M61} = 34.634 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değeri devire çevirirsek 330.73 dev/dak ya tekabül eder. Bu devri kardanda düşünersek müteakbil araç hızı 8.95 km/h, akslarda düşünersek 48.47 km/h olur.

2.kritik frekansı bulursak:

$$\omega_{M62} := \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}} + \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}}$$

$$\omega_{M62} = 2.147 \cdot 10^3 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değeri devire çevirirsek 20502 dev/dak ya tekabül eder. Bu devirde daha evvel tekrarlandığı gibi aracımızın herhangi bir aksamı için erişilemeyecek bir devirdir.

Bu modele ait moment- zorlayıcı frekans- burulma miktarı grafiğleri:

1 kütlesi için:

$$K_2 := 7759$$

$$J_1 := .002$$

$$N := 20 \quad i := 0..N$$

$$j := 0..N$$

$$K_1 := 981.192$$

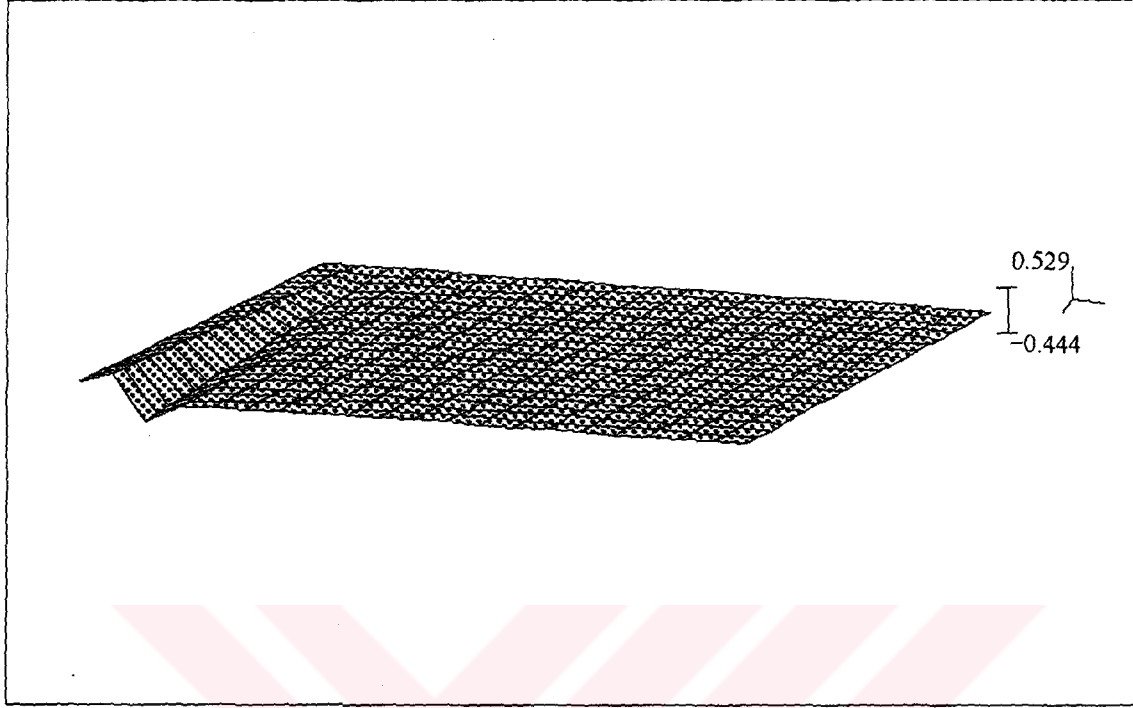
$$J_2 := .725$$

$$\theta_1(M, v) := \frac{M \cdot (K_2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$

$$M_i := 15 \cdot i$$

$$v_j := 22.5 \cdot j$$

$$\theta_{1,i,j} := \theta_1(M_i, v_j)$$



θ_1

Grafik 4.2.6.2.1 - 6. Modelde 1.kütle için ve 2.vitesse göre
Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

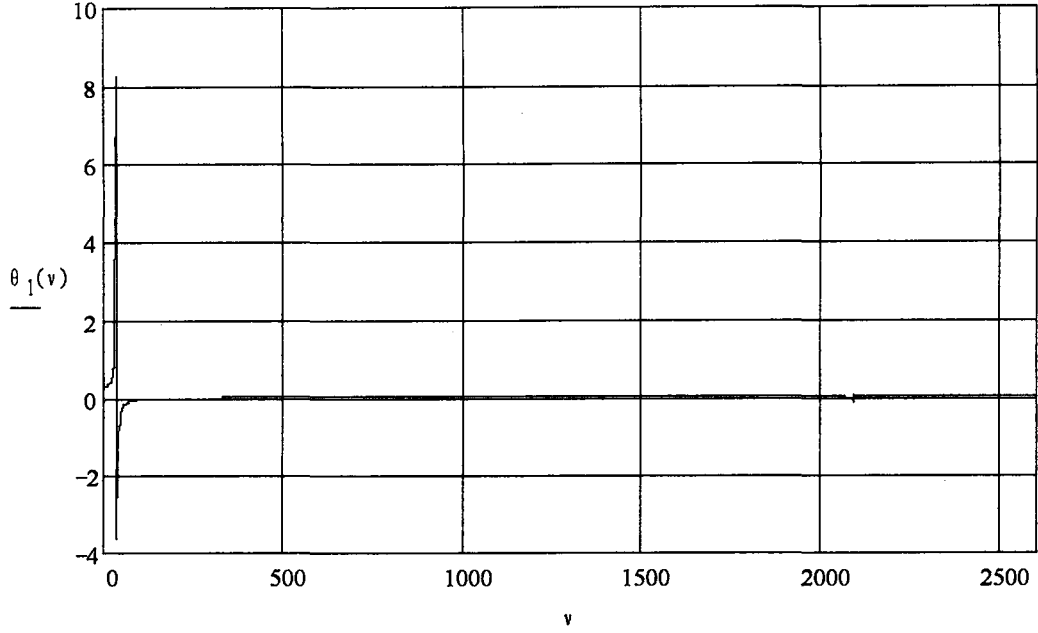
Bu grafikteki eksenlerimiz:

$x=M$ (moment-Nm) , $y=\omega$ (zorlayıcı frekans) , $z=\theta_1$ (burulma açısı)

olmaktadır.

6. modelin 1. kütlesi ve 2.vites için maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta_1(\omega) := \frac{289.04 (K_2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot \omega^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot \omega^2) - K_2^2}$$



Grafik 4.2.6.2.2 - 6: Modelin 1. kütlesi ve 2. vites durumu için
Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

2 kütlesi için:

$$K_2 := 7759$$

$$J_1 := .002$$

$$N := 20 \quad i := 0..N$$

$$K_1 := 981.192$$

$$J_2 := .725$$

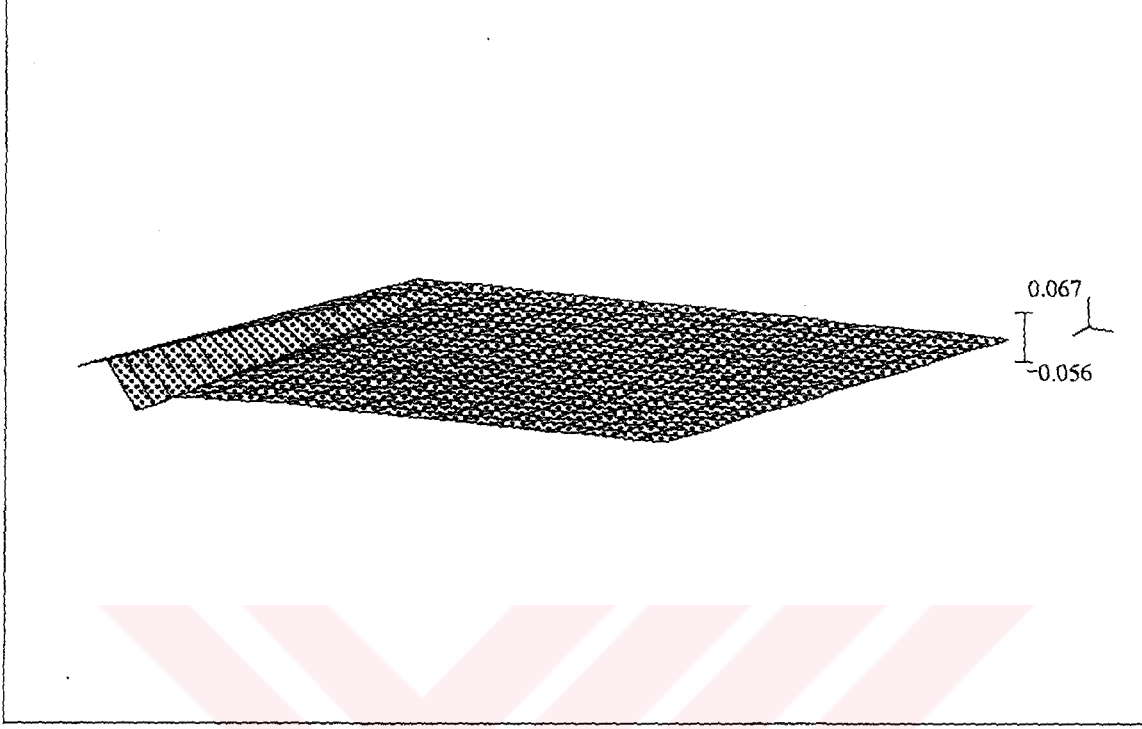
$$j := 0..N$$

$$\theta_2(M, v) := \frac{M \cdot (K_1 - J_1 \cdot v^2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$

$$M_i := 15 \cdot i$$

$$v_j := 22.5 \cdot j$$

$$\theta_{2,i,j} := \theta_2(M_i, v_j)$$


 θ_2

Grafik 4.2.6.2.3 - 6. Modelde 2.kütle için ve 2.vitese göre
Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

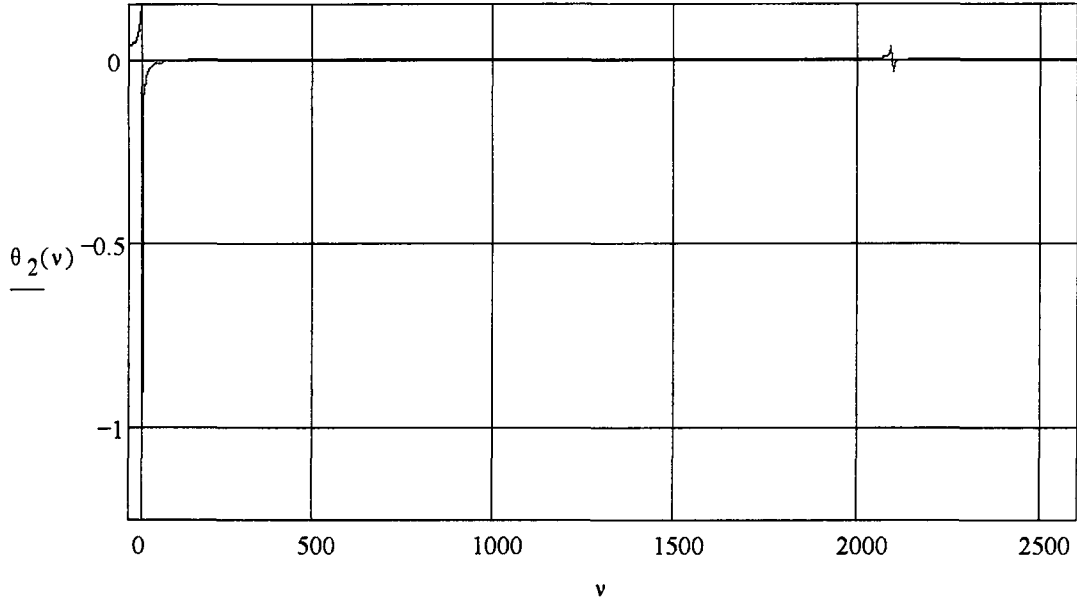
Bu grafikteki eksenlerimiz:

$$x=M(\text{moment-Nm}) , y=\omega(\text{zorlayıcı frekans}) , z=\theta_2(\text{burulma açısı})$$

olmaktadır.

6. modelin 2. kütlesi ve 2.vites için maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta_2(\omega) := \frac{289.04 (K_1 - J_1 \cdot \omega^2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot \omega^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot \omega^2) - K_2^2}$$



Grafik 4.2.6.2.4 - 6. Modelin 2. kütlesi ve 2. vites durumu için
Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

4.2.6.3. III. Vites:

Diğer viteslerde yalnızca motor tarafı kütle atalet momenti değeri değişmektedir. Burada da bu değer 5. modelde aynı vitesdeki değerden alınacaktır.

1. kritik frekans değeri:

$$\omega_{M61} := \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}}} - \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}$$

$$\omega_{M61} = 52.254 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değeri devire çevirirsek 498.98 dev/dak ya tekabül eder. Bu devri kardanda düşünürsek müteakbil araç hızı 13.5 km/h, akslarda düşünürsek 73.14 km/h olur.

2. kritik frekansı bulursak:

$$\omega_{M62} := \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}}} + \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}$$

$$\omega_{M62} = 2.15 \cdot 10^3 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değeri devire çevirirsek 20530 dev/dak ya tekabül eder.

Bu modele ait moment- zorlayıcı frekans- burulma miktarı grafiğleri:

1 kütlesi için:

$$K_2 := 7759$$

$$J_1 := .002$$

$$N := 20 \quad i := 0..N$$

$$K_1 := 981.192$$

$$J_2 := .318$$

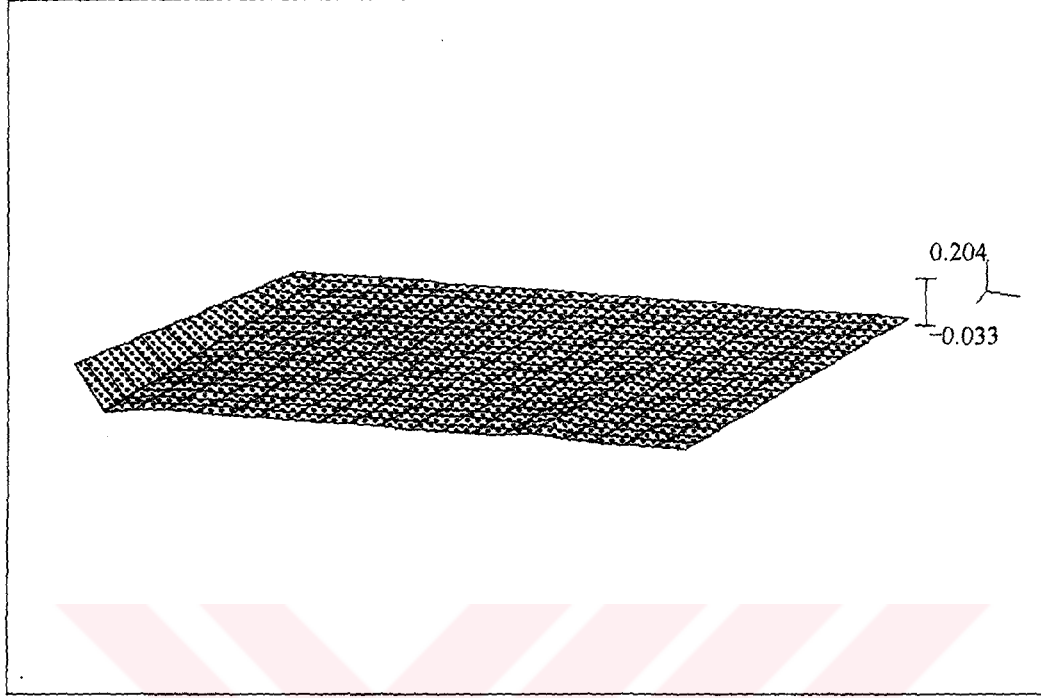
$$j := 0..N$$

$$\theta_1(M, v) := \frac{M \cdot (K_2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$

$$M_i := 10 \cdot i$$

$$v_j := 140 \cdot j$$

$$\theta_{1,i,j} := \theta_1(M_i, v_j)$$


 θ_1

Grafik 4.2.6.3.1- 6. Modelde 1.kütle için ve 3.vitese göre
Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

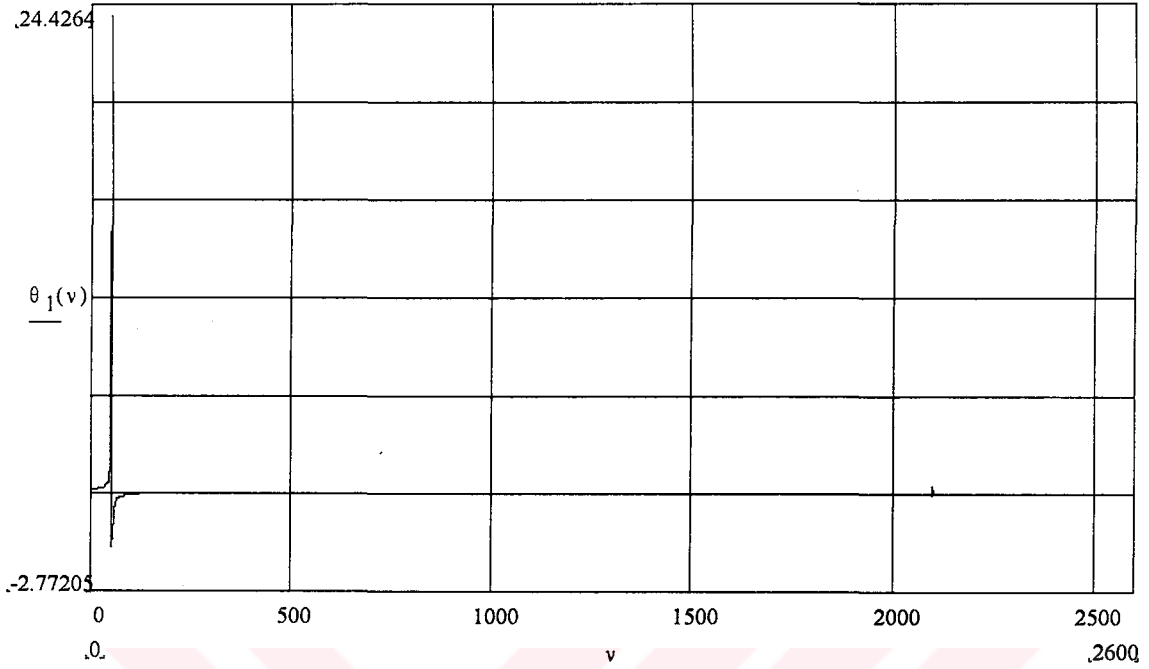
Bu grafikteki eksenlerimiz:

$x=M$ (moment-Nm) , $y=\omega$ (zorlayıcı frekans) , $z=\theta_1$ (burulma açısı)

olmaktadır.

6. modelin 1. kütlesi ve 3.vites için maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta_1(\nu) := \frac{189.87 \cdot (K_2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot \nu^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot \nu^2) - K_2^2}$$



Grafik 4.2.6.3.2- 6. Modelin 1. kütlesi ve 3. vites durumu için
Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

2 kütlesi için:

$$K_2 := 7759$$

$$J_1 := .002$$

$$N := 20 \quad i := 0..N$$

$$K_1 := 981.192$$

$$J_2 := .318$$

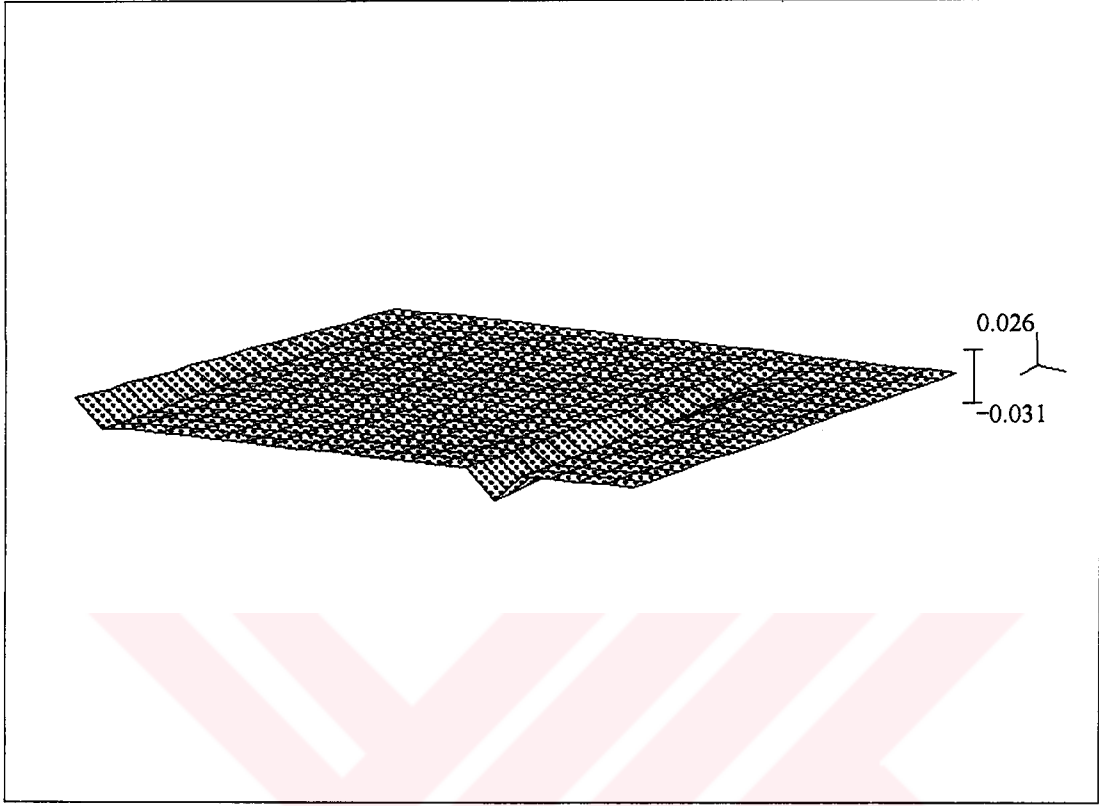
$$j := 0..N$$

$$\theta_2(M, v) := \frac{M \cdot (K_1 - J_1 \cdot v^2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$

$$M_i := 10 \cdot i$$

$$v_j := 140 \cdot j$$

$$\theta_{2_{i,j}} := \theta_2(M_i, v_j)$$



θ_2

Grafik 4.2.6.3.3- 6. Modelde 2.kütle için ve 3.vitesese göre
Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

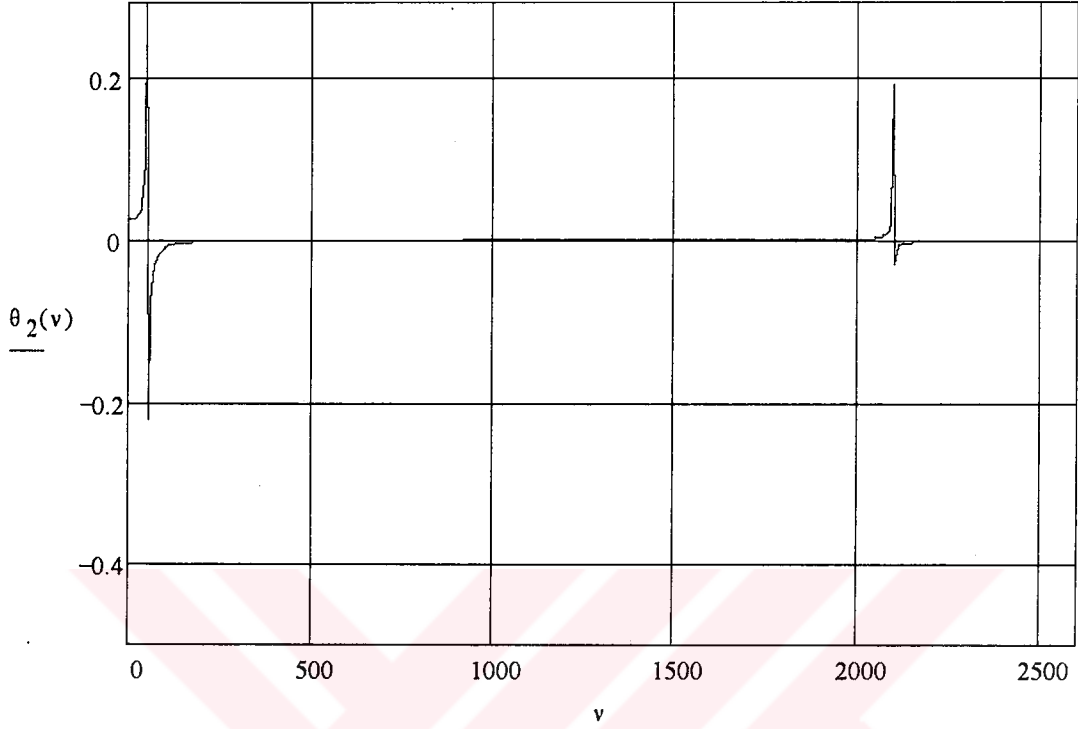
Bu grafikteki eksenlerimiz:

$x=M(\text{moment-Nm})$, $y=v(\text{zorlayıcı frekans})$, $z=\theta_2(\text{burulma açısı})$

olmaktadır.

6. modelin 2. kütlesi ve 3.vites için maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta_2(v) := \frac{189.87 \cdot (K_1 - J_1 \cdot v^2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$



Grafik 4.2.6.3.4 - 6. Modelin 2. kütlesi ve 3. vites durumu için
Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

4.2.6.4. IV. vites:

Diğer viteslerde yalnızca motor tarafı kütle atalet momenti değeri değişmektedir. Bunu bulmak için evvelki viteslerdeki metod takip edilecektir.

1. kritik frekans değeri:

$$\omega_{M61} := \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}}} - \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}$$

$$\omega_{M61} = 80.56 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değeri devire çevirirsek 769.29 dev/dak ya tekabül eder. Bu devri kardanda düşünürsek müteakbil araç hızı 21 km/h, akslarda düşünürsek 113 km/h olur.

2. kritik frekansı bulursak:

$$\omega_{M62} := \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}}} + \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}$$

$$\omega_{M62} = 2.157 \cdot 10^3 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değeri devire çevirirsek 20597 dev/dak ya tekabül eder..

Bu modele ait moment- zorlayıcı frekans- burulma miktarı grafikleri:

1 kütlesi için:

$$K_2 := 7759 \quad J_1 := .002 \quad N := 20 \quad i := 0..N$$

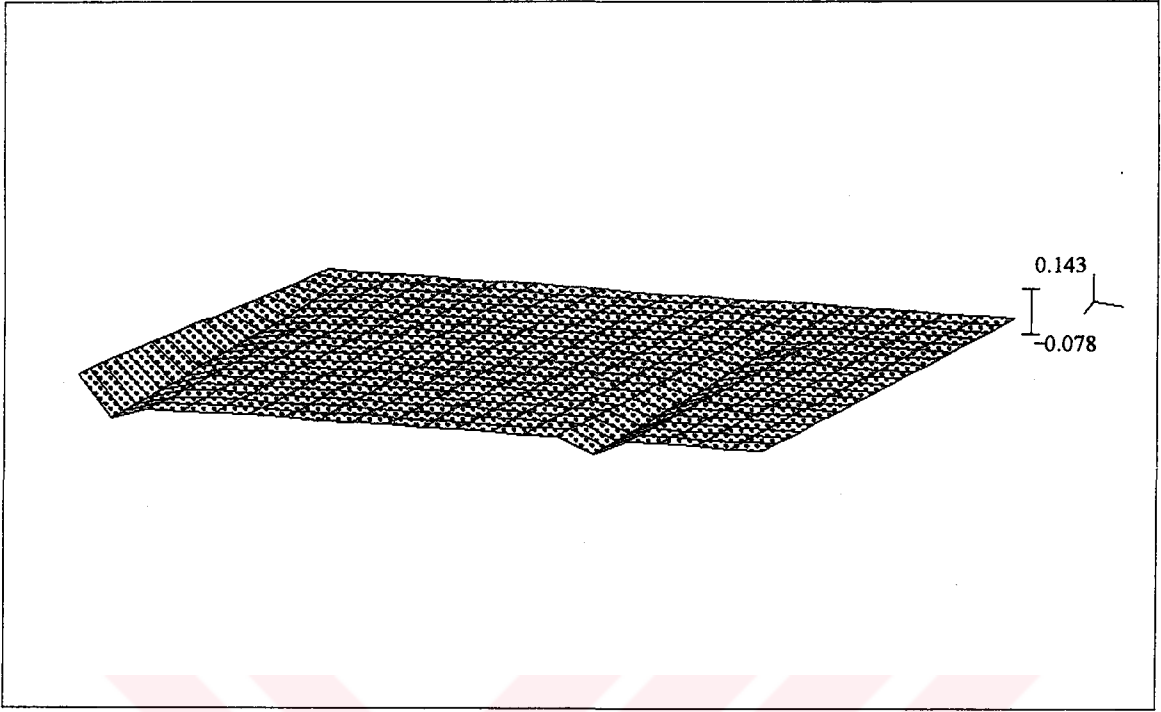
$$K_1 := 981.192 \quad J_2 := .133 \quad j := 0..N$$

$$\theta_1(M, v) := \frac{M \cdot (K_2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$

$$M_i := 7 \cdot i$$

$$v_j := 140 \cdot j$$

$$\theta_{1,i,j} := \theta_1(M_i, v_j)$$


 θ_1

Grafik 4.2.6.4.1 - 6. Modelde 1.kütle için ve 4.vites göre
Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

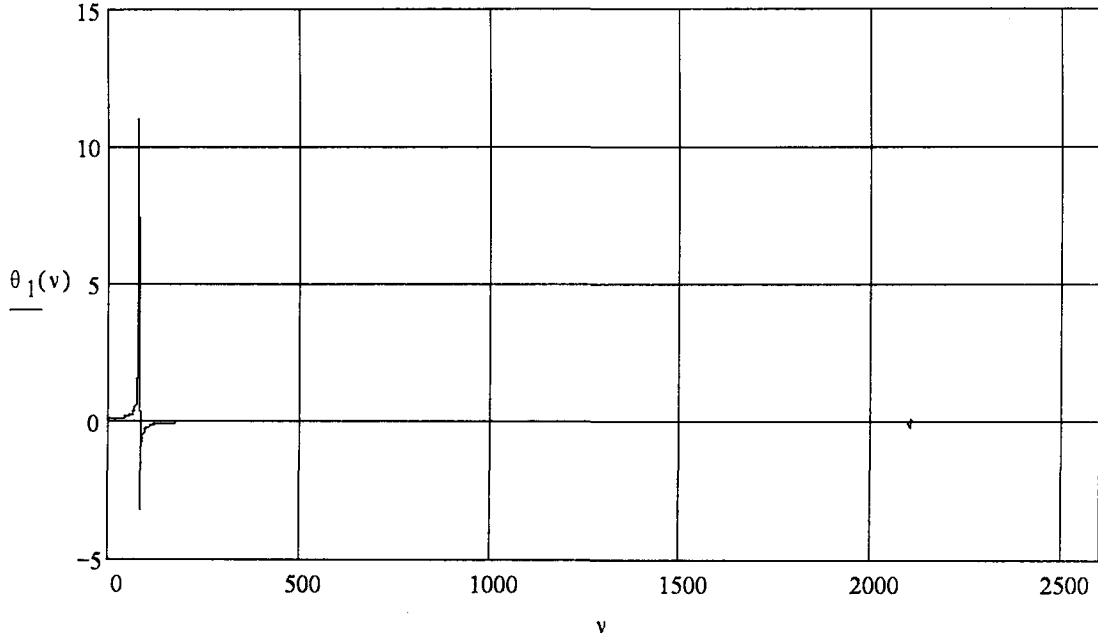
Bu grafikteki eksenlerimiz:

$x=M$ (moment-Nm) , $y=\omega$ (zorlayıcı frekans) , $z=\theta$ (burulma açısı)

olmaktadır.

6. modelin 1. kütlesi ve 4.vites için maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta_1(\omega) := \frac{120.94 (K_2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot \omega^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot \omega^2) - K_2^2}$$



Grafik 4.2.6.4.2 - 6. Modelin 1. kütlesi ve 4. vites durumu için
Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

2 kütlesi için:

$$K_2 := 7759$$

$$J_1 := .002$$

$$N := 20 \quad i := 0..N$$

$$K_1 := 981.192$$

$$J_2 := .133$$

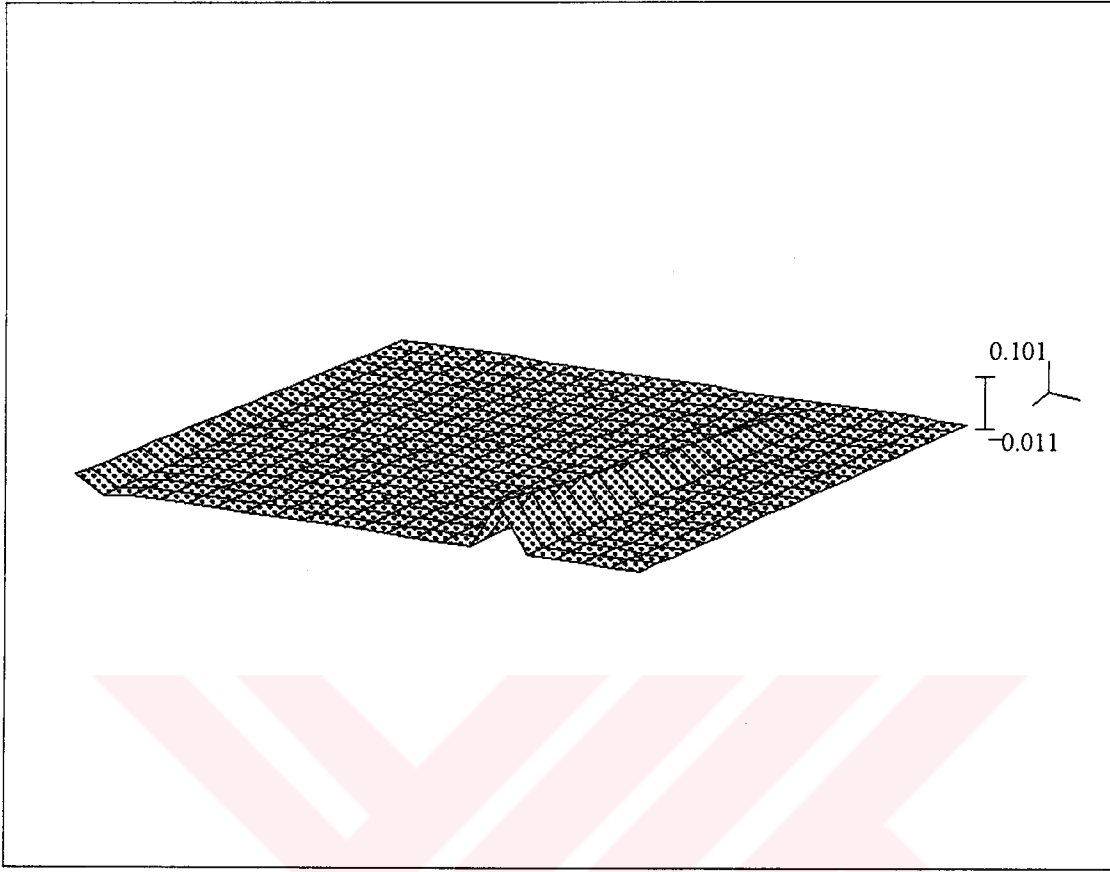
$$j := 0..N$$

$$\theta_2(M, v) := \frac{M \cdot (K_1 - J_1 \cdot v^2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$

$$M_i := 9 \cdot i$$

$$v_j := 140 \cdot j$$

$$\theta_{2,i,j} := \theta_2(M_i, v_j)$$


 θ_2

Grafik 4.2.6.4.3 - 6. Modelde 2.kütle için ve 4.vitesese göre
Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

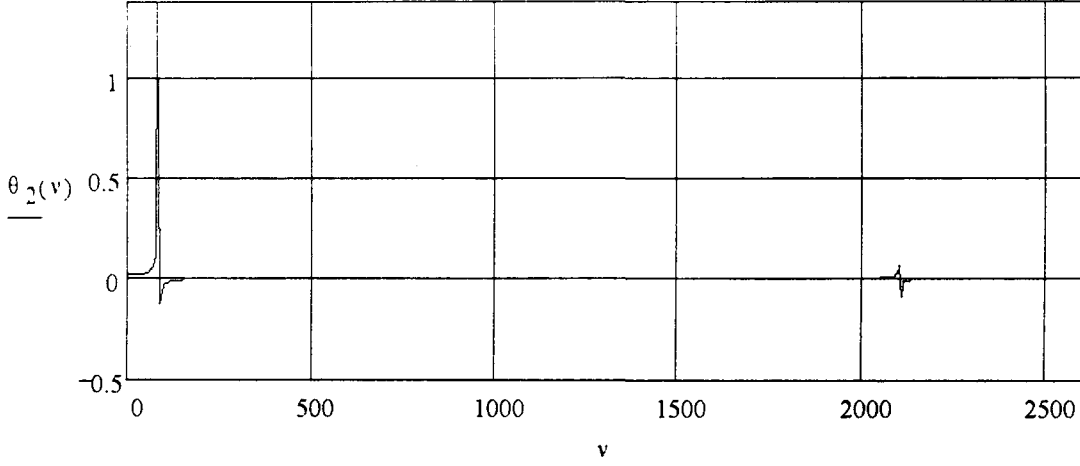
Bu grafikteki eksenlerimiz:

$x=M$ (moment-Nm) , $y=f$ (zorlayıcı frekans) , $z=\theta$ (burulma açısı)

olmaktadır.

6. modelin 2. kütle ve 4.vites için maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta_2(v) := \frac{120.94 \cdot (K_1 - J_1 \cdot v^2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$



Grafik 4.2.6.4.4 - 6. Modelin 2. kütlesi ve 4. vites durumu için
Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

4.2.6.5. Geri Vites:

Diğer viteslerde yalnızca motor tarafı kütle atalet momenti değeri değiştiğinden ve daha evvelde bu değer 5. modelde geri vites için hesap edildiğinden oradaki değer alınacaktır.

1. kritik frekans değeri:

$$\omega_{M61} := \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}} - \frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}$$

$$\omega_{M61} = 19.551 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değeri devire çevirirsek 186.69 dev/dak ya tekabül eder. Bu devri kardanda düşünürsek müteakabil araç hızı 5 km/h, akslarda düşünürsek 27.36 km/h olur.

2.kritik frekansı bulursak:

$$\omega_{M62} = \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}}} + \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}$$

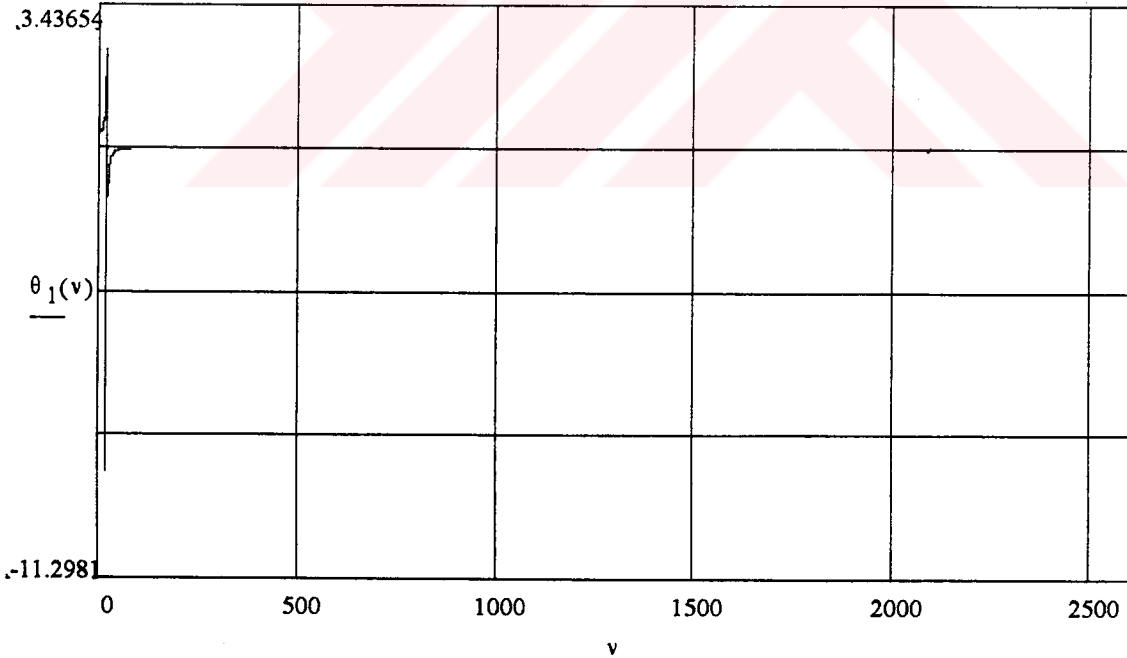
$$\omega_{M62} = 2.145 \cdot 10^3 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değeri devire çevirirsek 20483 dev/dak ya tekabül eder.

1 kütlesi için:

6. modelin 1. kütlesi ve 4.vites için maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta_1(v) := \frac{513.98 \cdot (K_2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$

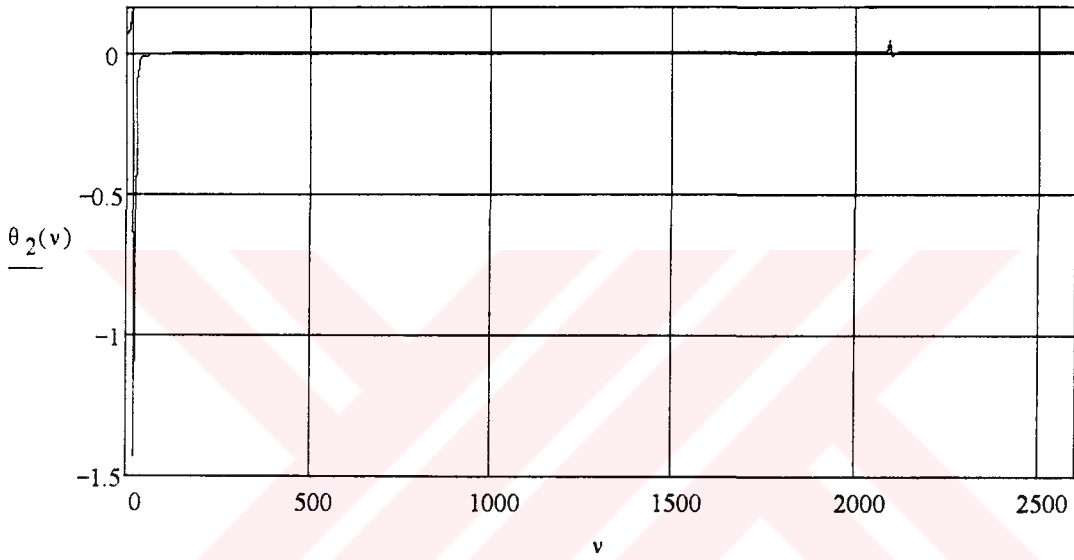


Grafik 4.2.6.5.1- 6. Modelin 1. kütlesi ve Geri vites durumu için

Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

2 kütlesi için:

$$\theta_2(v) = \frac{513.98 \cdot (K_1 - J_1 \cdot v^2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$



Grafik 4.2.6.5.2 - 6. Modelin 2. kütlesi ve Geri vites durumu için

Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

4.3. TRANSYATAKLI KARDAN MİLİ İÇİN KRİTİK FREKANS, KRİTİK DEVİR VE ARAÇ HIZI DEĞERLERİNİN BULUNUŞU

Bu kısımda sisteme, kırılmalardan sonra takılan ve herhangi bir hasar görülmeyen transyatakli kardan mili incelenmiştir(Ek 2-4). 6 matematik modelde kritik frekanslar, kritik devirler ve bunlara tekabül eden araç hızları araştırılacaktır. Kullanılan modeller transyataksız kardan mili için kritik frekansların bulunduğu bölümle aynı olduğundan model aşamalarını gösterir resimler buraya eklenmeyecektir.

4.3.1. I. MODEL

Bu modelde araç krika üzerinde düşünülmüştür. Motor tarafı büyük kütlesi dolayısıyla sabit kabul edilmiştir. Diferansiyel grubu kütlesi dahil edilmeden bir hesaba gidilecektir. Zira bu değer ihmâl edilebilecek küçüklüktedir.

1. aşamada kardan mili ve mahrûfî dişli mili serî toplanacaktır.

$$K_K := \left(\frac{1}{K_{1.top}} + \frac{1}{K_{2.top}} \right)^{-1} \quad K_K = 9.137 \cdot 10^3 \cdot \text{newton } m$$

Modelin 2. aşamasında tekerler ve akslar , akslardaki ϕ burulma açıları eşit olduğundan , paralel olarak toplanırlar.

$$K_{sa.top} + K_{so.top} = 2.84 \cdot 10^4 \cdot \text{newton } m$$

$$2 \cdot J_{tek} = 2 \cdot \text{kg} \cdot m^2$$

Modelin bu 3. aşamasında $K_{ktop} + K_{utop}$, J_{dif} ve $2J_{tek}$ değerleri ayna mahrûfî dişli çevrim oranı olan 5.38 ile kardan mili eksenine indirgenirler.

$$J_{M1} = J_{\text{dif}} \frac{1}{2} \quad J_{M1} = 0.002 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$J_{M2} = 2 \cdot J_{\text{tek}} \frac{1}{2} \quad J_{M2} = 0.069 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$K_{M2} = (K_{\text{sa.top}} + K_{\text{so.top}}) \frac{1}{2} \quad K_{M2} = 981.192 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

Modelin 4. aşamasında diferansiyel kütlesi ihmâl edilerek tek kütle-tek yay sistemi elde edilmiştir.

$$K_{M1} = \left(\frac{1}{K_K} + \frac{1}{K_{M2}} \right)^{-1} \quad K_{M1} = 886.044 \cdot \text{newton} \cdot \text{m}$$

Bu sonuçlardan giderek kritik frekansı şöyle bulabiliriz:

$$\omega_{M1} = \sqrt{\frac{K_{M1}}{J_{M2}}} \quad \omega_{M1} = 113.239 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu kritik daire frekansına tekabül eden devir 1081.35 dev/dak dır. Bu devri akslarda düşünürsek araç hızı 158.51 km/h ki bu devir araç kapasitesi haricindedir , kardan milinde olduğunu düşünürsek araç hızı 29.45 km/h olacaktır.

4.3.2. II. MODEL

Bu modelimizde 1. modeldeki amaca sadık kalarak yani sistemi kriko üzerinde düşünerek sadece modeli dejenere sistem olarak kuracağız.

1. aşamada sistemde motor tarafını sabit kabûl edip kardan mili ve mahrûfî dişli milini serî olarak toplayacağız.

$$K_K := \left(\frac{1}{K_{1.top}} + \frac{1}{K_{2.top}} \right)^{-1} \quad K_K = 9.137 \cdot 10^3 \cdot \text{newton } m$$

2. aşamada kardan mili sol arka aksa serî olarak indirgenir.

$$K_{M21} := \left(\frac{1}{K_{so.top}} + \frac{1}{K_{K \cdot 1^2}} \right)^{-1} \quad K_{M21} = 1.151 \cdot 10^4 \cdot \text{newton } m$$

Bu kısımda da diferansiyel kütlesi ihmâl edşlerek dejenere sistem kurulmuş olur.

$$K_{M2} := \left(\frac{1}{K_{M21}} + \frac{1}{K_{sa.top}} \right)^{-1} \quad K_{M2} = 6.757 \cdot 10^3 \cdot \text{newton } m$$

$$J_{M2} := \left(\frac{1}{J_{tek}} + \frac{1}{J_{tek}} \right)^{-1} \quad J_{M2} = 0.5 \cdot \text{kg} \cdot m^2$$

Böylece sistemimiz için kritik frekans değeri :

$$\omega_{M2} := \sqrt{\frac{K_{M2}}{J_{M2}}} \quad \omega_{M2} = 116.25 \cdot \text{sec}^{-1}$$

bulunur.

Bu değerde bizim 1 modelde bulduğumuz kritik frekans değeriyle yakındır. Bu değere tekabül eden kritik devir sayısı 1110.1 dev/dak dır. Bu devri akslarda düşünürsek

araç hızı 162.73 km/h ki bu devir araç kapasitesi haricindedir , kardan milinde olduğunu düşünürsek araç hızı 30.24 km/h olacaktır.

4.3.3. III. MODEL

Bu modelde amaç yine ambale devrini bulmaktır. Yalnız 1. modele göre serbestlik derecesi 2 ye çıkarılmıştır. Yani dif. kütlede hesaba katılmıştır. Bunda amaç 1. modelimizin doğruluğunu kontrol ve diferansiyel kütlelerinin nasıl bir etki yaptığını görmektir.

1. modeldeki 3. aşamadaki hali kullanırsak bu model için 1. kritik frekans:

$$\omega_{M31} = \sqrt{\frac{K_{M31} + K_{M32}}{2 \cdot J_{M31}} + \frac{K_{M32}}{2 \cdot J_{M32}} - \frac{1}{4} \left(\frac{K_{M31} + K_{M32}}{J_{M31}} + \frac{K_{M32}}{J_{M32}} \right)^2 - \frac{K_{M31} \cdot K_{M32}}{J_{M31} \cdot J_{M32}}}$$

$$\omega_{M31} = 113.224 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değerde bizim 1 modelde bulduğumuz kritik frekans değeriyle yakındır. Bu değere tekabül eden kritik devir sayısı 1081.2 dev/dak dır. Bu devri akslarda düşünürsek araç hızı 158.49 km/h ki bu devir araç kapasitesi haricindedir , kardan milinde olduğunu düşünürsek araç hızı 29.45 km/h olacaktır.

2. kritik frekans değeri:

$$\omega_{M32} = \sqrt{\frac{K_{M31} + K_{M32}}{2 \cdot J_{M31}} + \frac{K_{M32}}{2 \cdot J_{M32}} + \frac{1}{4} \left(\frac{K_{M31} + K_{M32}}{J_{M31}} + \frac{K_{M32}}{J_{M32}} \right)^2 - \frac{K_{M31} \cdot K_{M32}}{J_{M31} \cdot J_{M32}}}$$

$$\omega_{M32} = 2.308 \cdot 10^3 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değere tekabül eden devir sayısı 22039 dev/dak dır.

4.3.4. IV. MODEL

Bu modelde sistemde tekerler ve motor tarafı sabit kabûl edilerek sistemin kritik frekansı aranmıştır. Zira tekerler yeredir ve motor tarafıda ihmâl edilebilecek büyüklüktedir.

Öncelikle 1. aşamada kardan mili ve mahrûfî dişli mili serî olarak toplanmalıdır.

$$K_K := \left(\frac{1}{K_{1.top}} + \frac{1}{K_{2.top}} \right)^{-1} \quad K_K = 9.137 \cdot 10^3 \cdot \text{newton } m$$

2. aşamada bulduğumuz kardan mili yay katsayısı sol aksa paralel olarak indirgenir. Çünkü diferansiyelden gelen çevirme kuvvetine 3 yayda ayrı ayrı karşı koyacaklardır.

$$K_{K.es} := K_K \cdot i^2 \quad K_{K.es} = 2.645 \cdot 10^5 \cdot \text{newton } m$$

Son aşamada ise bu üç yay paralel toplanarak tek kütle- tek yaylı sistem kurulmuş olur.

$$K_{M4} := K_{K.es} + K_{sa.top} + K_{so.top} \quad K_{M4} = 2.929 \cdot 10^5 \cdot \text{newton } m$$

$$J_{M4} := J_{dif} \quad J_{M4} = 0.055 \cdot \text{kg} \cdot m^2$$

Böylece elde edeceğimiz kritik frekans değeri:

$$\omega_{M4} := \sqrt{\frac{K_{M4}}{J_{M4}}} \quad \omega_{M4} = 2.308 \cdot 10^3 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değer ise devir olarak 22039 dev/dak ay tekabül eder. Tabii ki aracımızın bu hıza erişmesi mümkün değildir. Fakat bulduğumuz bu frekans yinede aracın frekansıdır ve ileride 6 modelimizde bulacağımız 2. kritik frekans değerleriyle tutmaktadır.

4.3.5. V.MODEL

Bu modelde araç artık yerde düşünölmüştür. Dolayısıyla teker tarafı sabit kaböl edilmiştir. Motor, volân, vites kutusu ve transfer kutusu değeri, hesaplarımıza katılacaktır. Şimdi her vites durumu için bu modelimizi kuralım.

4.3.5.1. I. Vites:

1. aşamada kardan mili ile mahrûfî dişli mili serî olarak toplanacak, ayrıca akslarda kendi aralarında paralel toplanacaklardır.

$$K_K := \left(\frac{1}{K_{1.top}} + \frac{1}{K_{2.top}} \right)^{-1} \quad K_K = 9.137 \cdot 10^3 \cdot \text{newton } m$$

2. aşamada akslar yay sabitleri ve diferansiyel grubu kütle atalet momenti kardan mili eksenine indirgenir.

$$K_{aks.esd} := \left(K_{sa.top} + K_{so.top} \right) \cdot \frac{1}{2} \quad K_{aks.esd} = 981.192 \cdot \text{newton } m$$

$$J_{dif} \frac{1}{2} = 0.002 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Göröldüğü gibi kardan miline indirgenmiş diferansiyel kütle atalet momenti değeri çok küçüktür. Bunu ihmâl edecek olursak kardan mili ile indirgenmiş aks değeri serî olarak toplamamız icabeder.

$$K_{M5} := \left(\frac{1}{K_K} + \frac{1}{K_{aks.esd}} \right)^{-1} \quad K_{M5} = 886.044 \cdot \text{newton } m$$

Ayrıca motor tarafının bu vitesde kütle atalet momenti değeri:

$$J_{M5} = (J_M + J_V) \cdot 3.96^2 + J_{VK} + J_{TK} \cdot h_i \quad J_{M5} = 1.974 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Sistemimiz için kritik frekans değeri:

$$\omega_{M5} = \sqrt{\frac{K_{M5}}{J_{M5}}} \quad \omega_{M5} = 21.186 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değer ise devir olarak 202.31 dev/dak ay tekabül eder. Bu devri kardanda düşünürsek mütekabil araç hızı 5.47 km/h, akslarda düşünürsek 29.5 km/h olur.

Bu modele ait moment- zorlayıcı frekans- açı grafiği:

$$K := 886.044$$

$$J := 1.974$$

$$\theta(M, v) := \frac{M}{K - J \cdot v^2}$$

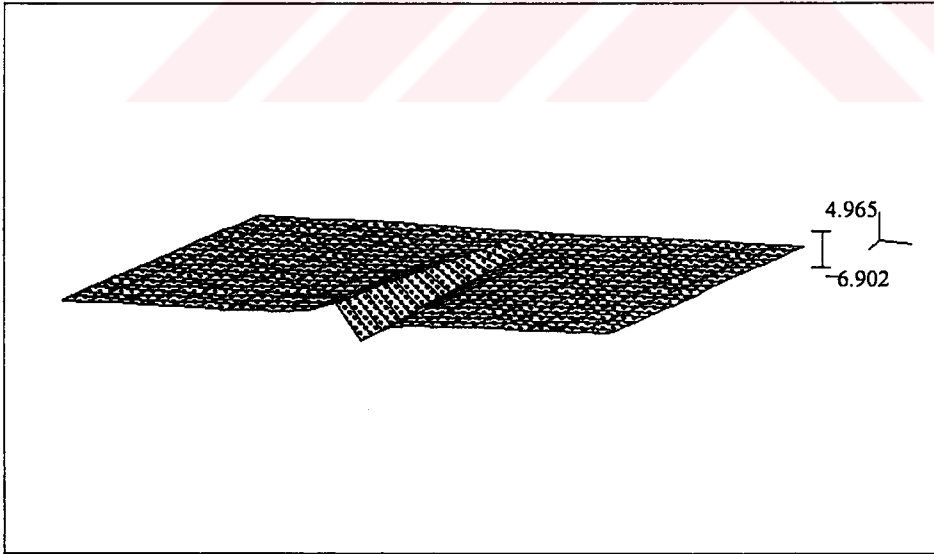
$$N := 20 \quad i := 0..N$$

$$j := 0..N$$

$$M_i := 23.94 \cdot i$$

$$v_j := 2 \cdot j$$

$$\theta_{i,j} := \theta(M_i, v_j)$$



θ

Grafik 4.3.5.1.1- 5. Modelde 1. vitesse göre
Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

Bu grafikteki eksenlerimiz:

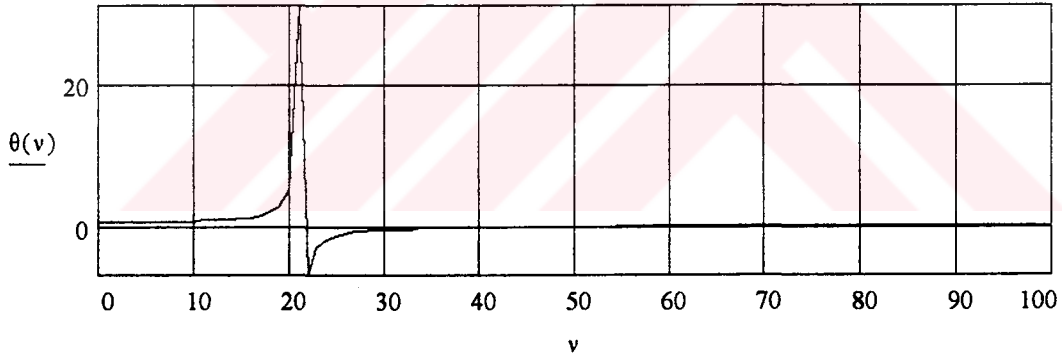
$$x=M(\text{moment-Nm}) , y=\omega(\text{zorlayıcı frekans}) , z=\theta(\text{burulma açısı})$$

olmaktadır.

Moment ve hız eksenini maksimum momente ve hıza ulaşana kadar 20 parça bölünmüştür. Grafikteki her bir çizgi buna işaret etmektedir.

5. model için 1.vitesdeki maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta(\omega) := \frac{478.91}{K - J \cdot \omega^2}$$



Grafik 4.3.5.1.2- 5. Model 1. vites durumu için

Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

4.3.5.2. II. Vites:

1 vitesdeki modelden tek farkı kütle değeri olacaktır. O da aşağıdaki gibi hesaplanacaktır.:

$$J_{M5} := (J_M + J_V) \cdot 2.39^2 + J_{VK} + J_{TK.hi} \quad J_{M5} = 0.724 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Böylece sistemimizin 2 vitesde kritik frekansı:

$$\omega_{M5} := \sqrt{\frac{K_{M5}}{J_{M5}}} \quad \omega_{M5} = 34.986 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değer ise devir olarak 333.91 dev/dak ay tekabül eder. Bu devri kardanda düşünürsek müteakbil araç hızı 9 km/h, akslarda düşünürsek 49 km/h olur.

Bu modele ait moment- zorlayıcı frekans- açı grafiği:

$$K := 886.044$$

$$J := 0.725$$

$$\theta(M, v) := \frac{M}{K - J \cdot v^2}$$

$$N := 20$$

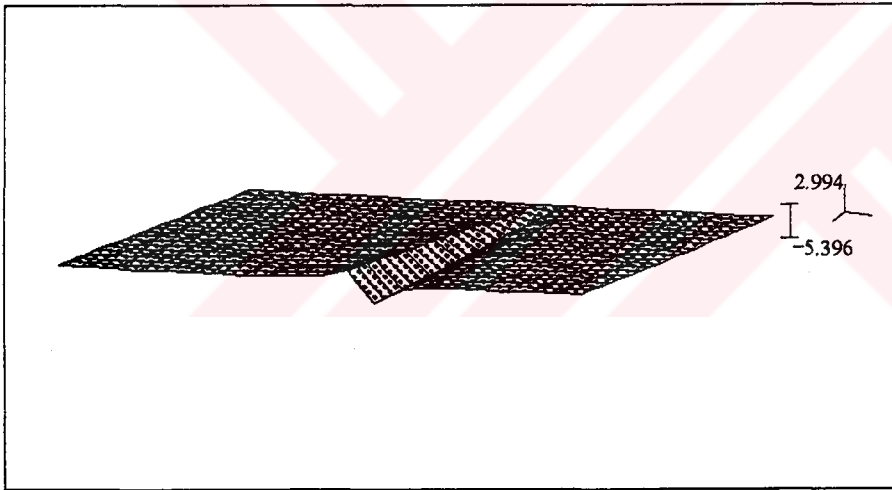
$$i := 0..N$$

$$j := 0..N$$

$$M_i := 14.45 \cdot i$$

$$v_j := 3 \cdot j$$

$$\theta_{i,j} := \theta(M_i, v_j)$$



θ

Grafik 4.3.5.2.1- 5. modelde 2. vitesse göre
Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

Bu grafikteki eksenlerimiz:

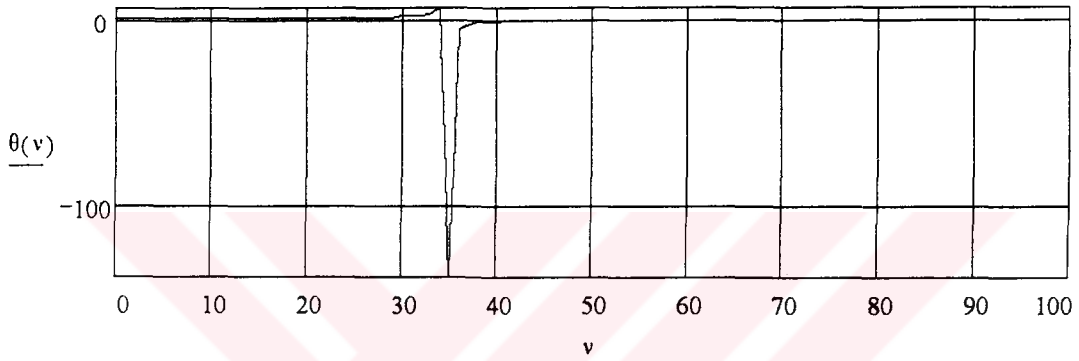
$$x=M(\text{moment-Nm}), y=v(\text{zorlayıcı frekans}), z=\theta(\text{burulma açısı})$$

olmaktadır.

5. model için 2.vitesdeki maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta(v) := \frac{289.04}{K - J \cdot v^2}$$

$$v := 0,1..100$$



Grafik 4.3.5.2.2- 5. Model 2. vites durumu için
Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

4.3.5.3. III. Vites:

1 vitesdeki modelden tek farkı kütle değeri olacaktır. O da aşağıdaki gibi hesaplanacaktır.:

$$J_{M5} := (J_M + J_V) \cdot 1.57^2 + J_{VK} + J_{TK.hi} \quad J_{M5} = 0.317 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Böylece sistemimizin 3. vitesde kritik frekansı:

$$\omega_{M5} = \sqrt{\frac{K_{M5}}{J_{M5}}} \quad \omega_{M5} = 52.873 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değer ise devir olarak 504.46 dak ay tekabül eder. Bu devri kardanda düşünürsek mütakabil araç hızı 13.6 km/h, akslarda düşünürsek 74 km/h olur.

Bu modele ait moment- zorlayıcı frekans- açı grafiği:

$$K := 886.044$$

$$J := 0.318$$

$$\theta(M, v) := \frac{M}{K - J \cdot v^2}$$

$$N := 20$$

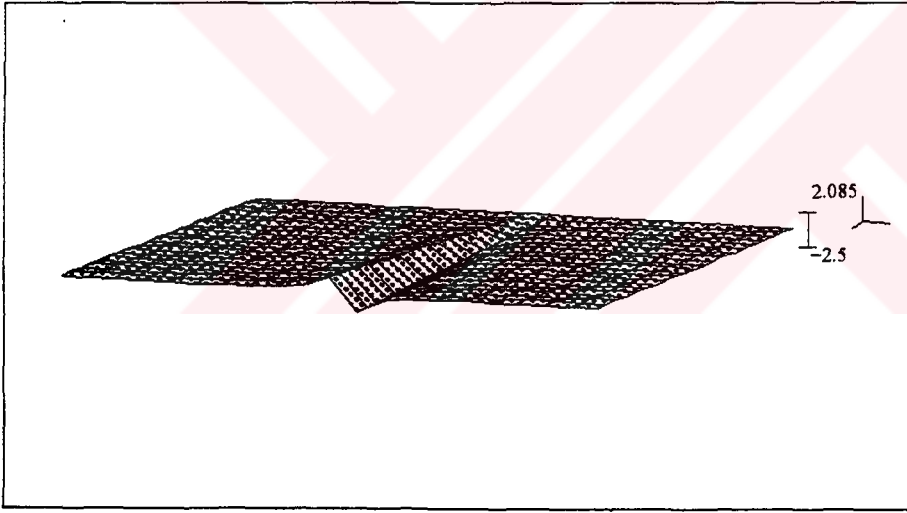
$$i := 0..N$$

$$M_i := 9.49 \cdot i$$

$$v_j := 5 \cdot j$$

$$\theta_{i,j} = \theta(M_i, v_j)$$

$$j := 0..N$$



Grafik 4.3.5.3.1- 5. Modelde 3. vitese göre
Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

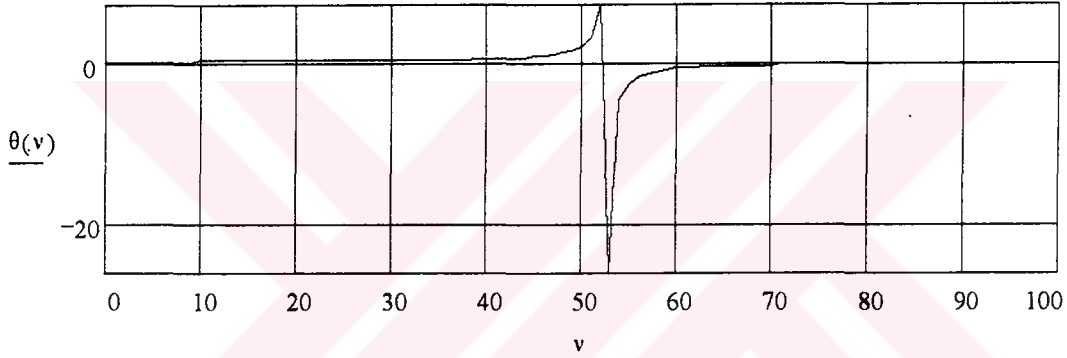
Bu grafikteki eksenlerimiz:

$x=M(\text{moment-Nm})$, $y=\omega$ (zorlayıcı frekans) , $z=\theta$ (burulma açısı)

olmaktadır.

5. model için 3. vitesdeki maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta(\nu) := \frac{189.87}{K - J \cdot \nu^2}$$



Grafik 4.3.5.3.2- 5. Model 3. vites durumu için

Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

4.3.5.4. IV. Vites:

1 vitesdeki modelden tek farkı kütle değeri olacaktır. O da aşağıdaki gibi hesaplanacaktır.:

$$J_{M5} := J_M + J_V + J_{VK} + J_{TK.hi} \quad J_{M5} = 0.133 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Böylece sistemimizin 4. vitesde kritik frekansı:

$$\omega_{M5} := \sqrt{\frac{K_{M5}}{J_{M5}}} \quad \omega_{M5} = 81.709 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değer ise devir olarak 780.26 dev/dak ay tekabül eder. Bu devri kardanda düşünürsek mütekabil araç hızı 210 km/h, akslarda düşünürsek 114.5 km/h olur.

Bu modele ait moment- zorlayıcı frekans- açı grafiği:

$$K = 886.044 \quad J = 0.133 \quad \theta(M, v) = \frac{M}{K - J \cdot v^2} \quad N = 20$$

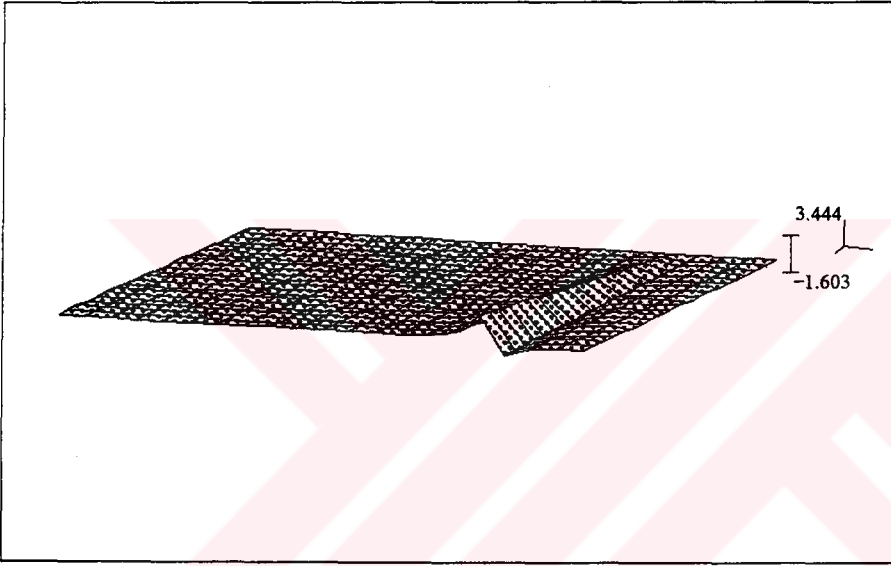
$$i = 0..N$$

$$M_i = 6 \cdot i$$

$$v_j = 5 \cdot j$$

$$\theta_{i,j} = \theta(M_i, v_j)$$

$$j = 0..N$$



Grafik 4.3.5.4.1- 5. Modelde 4. vitesine göre

Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

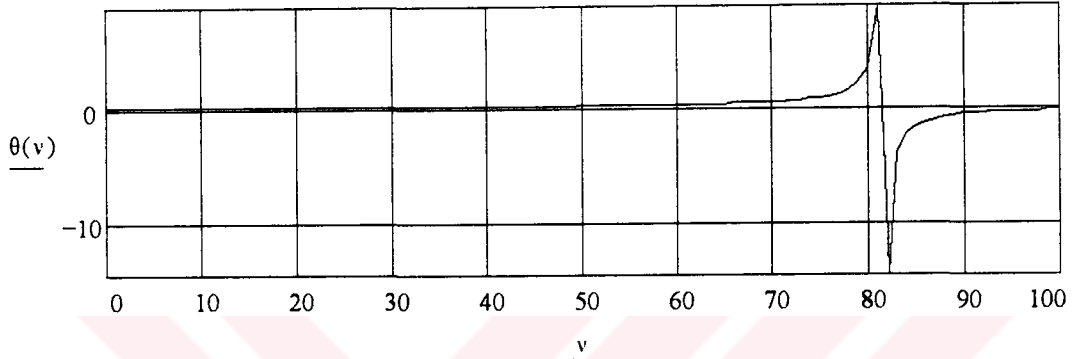
Bu grafikteki eksenlerimiz:

$$x=M(\text{moment-Nm}), y=v(\text{zorlayıcı frekans}), z=\theta(\text{burulma açısı})$$

olmaktadır.

5. model için 4.vitesdeki maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta(v) = \frac{120.94}{K - J \cdot v^2}$$



Grafik 4.3.5.4.2- 5. Model 4. vites durumu için
Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

4.3.5.5. Geri Vites:

1 vitesdeki modelden tek farkı kütle değeri olacaktır. O da aşağıdaki gibi hesaplanacaktır.:

$$J_{M5} := (J_M + J_V) \cdot 4.25^2 + J_{VK} + J_{TK.hi} \quad J_{M5} = 2.277 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Böylece sistemimizin geri vitesde kritik frekansı:

$$\omega_{M5} := \sqrt{\frac{K_{M5}}{J_{M5}}} \quad \omega_{M5} = 19.725 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değer ise devir olarak 188.35 dev/dak ay tekabül eder. Bu devri kardanda düşünürsek müteakbil araç hızı 5 km/h, akslarda düşünürsek 27.6 km/h olur.

Bu modele ait moment- zorlayıcı frekans- açı grafiği:

$$K = 886.044$$

$$J = 2.277$$

$$\theta(M, v) = \frac{M}{K - J \cdot v^2}$$

$$N = 20$$

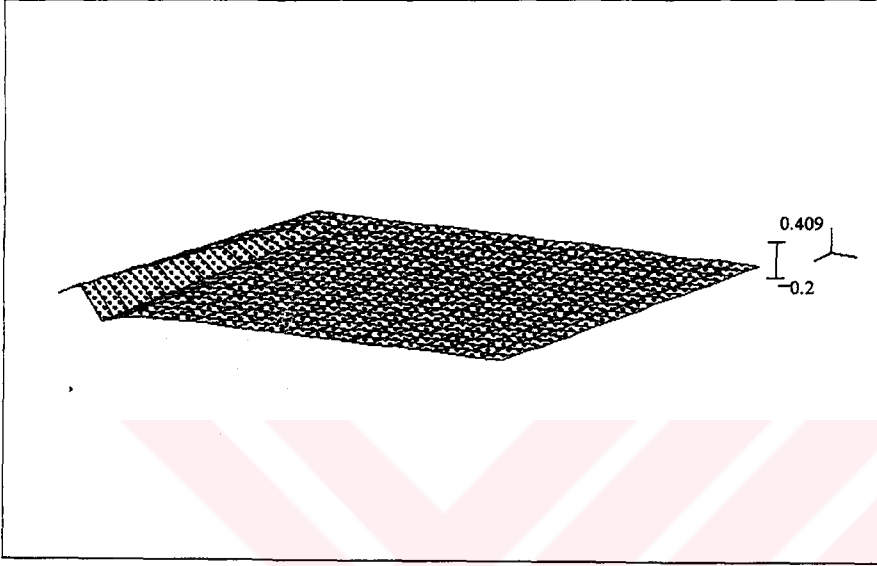
$$i = 0 \dots N$$

$$M_i = 9 \cdot i$$

$$v_j = 14 \cdot j$$

$$\theta_{i,j} = \theta(M_i, v_j)$$

$$j = 0 \dots N$$



θ

Grafik 4.3.5.5.1- 5. Modelde geri vitese göre
Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

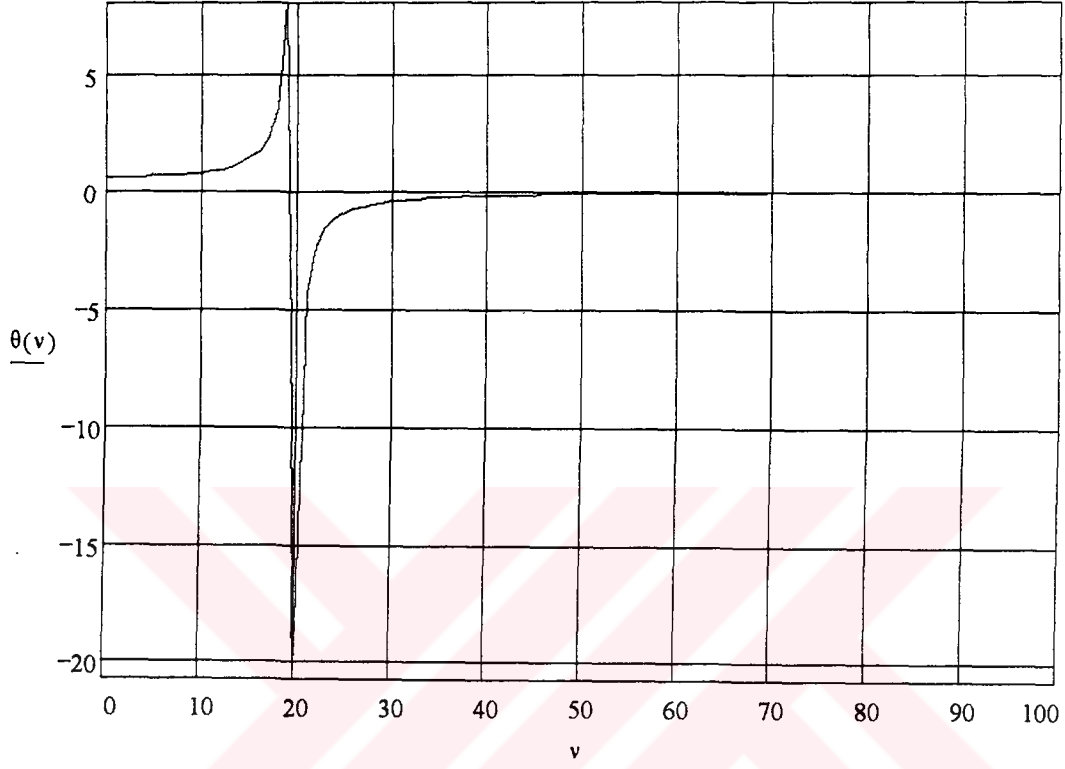
Bu grafikteki eksenlerimiz:

$x=M$ (moment-Nm) , $y=v$ (zorlayıcı frekans) , $z=\theta$ (burulma açısı)

olmaktadır.

5. model için geri vitesdeki maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta(v) = \frac{513.98}{K - J \cdot v^2}$$



Grafik 4.3.5.5.2- 5. Model geri vites durumu için
Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

4.3.6. VI. MODEL

Bu modelde 5. modelde ihmâl ettiğimiz diferansiyel kütesinide alarak modelin serbestlik derecesini ikiye çıkarıyoruz. Böylece 5. modeldeki sonuçları kontrol etme ve diferansiyel kütesinin sistem üzerindeki tesirini görmüş olacağız. Şimdi her vites için kritik frekans değerlerini bulalım.

4.3.6.1. I Vites:

1. aşamada kardan mili ve mahrûfî dişli mili serî olarak toplanacaktır. Ayrıca akslar paralel olarak toplanacaklardır.

$$K_K := \left(\frac{1}{K_{1.top}} + \frac{1}{K_{2.top}} \right)^{-1} \quad K_K = 9.137 \cdot 10^3 \cdot \text{newton } m$$

2. aşamada diferansiyel kütlesi ve aks yay sabitleri kardan mili eksenine indirgenecektir.

$$K_{M61} := \left(K_{sa.top} + K_{so.top} \right) \cdot \frac{1}{2} \quad K_{M61} = 981.192 \cdot \text{newton } m$$

$$J_{M61} := J_{dif} \cdot \frac{1}{2} \quad J_{M61} = 0.002 \cdot \text{kg} \cdot m^2$$

$$K_{M62} := K_K \quad K_{M62} = 9.137 \cdot 10^3 \cdot \text{newton } m$$

Ayrıca motor tarafının bu vitesde kütle atalet momenti de evvelki modellerde aynı vitesler için yapılan hesaplarla aynıdır.

Önce bu model için 1.kritik frekans değerini bulalım.:

$$\omega_{M61} = \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}}} \pm \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}$$

$$\omega_{M61} = 21.177 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değeri devire çevirirsek 202.22 dev/dak ya tekabül eder. Bu devri kardanda düşünürsek müteakbil araç hızı 5.5 km/h, akslarda düşünürsek 30 km/h olur.

2. kritik frekansı bulursak:

$$\omega_{M62} = \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}}} \pm \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}$$

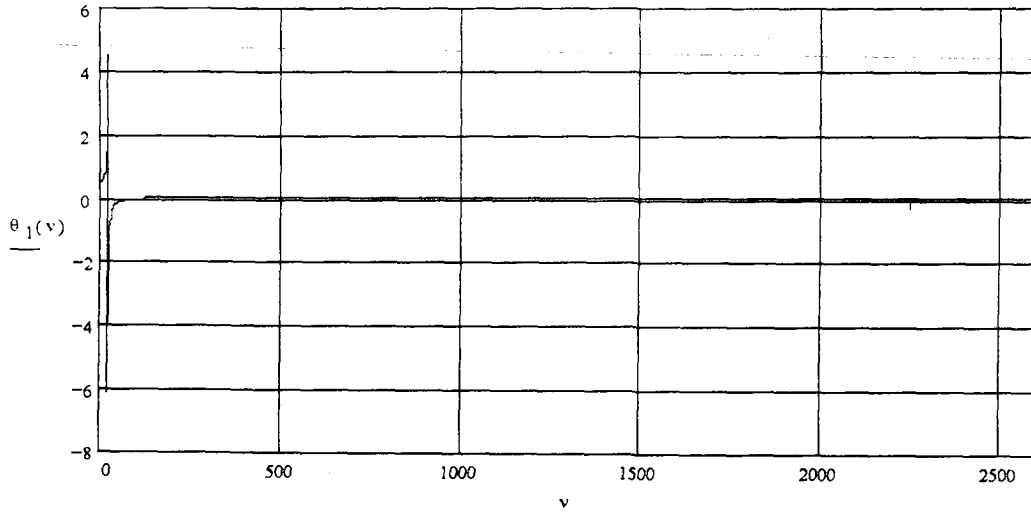
$$\omega_{M62} = 2.308 \cdot 10^3 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değeri devire çevirirsek 22039 dev/dak ya tekabül eder.

6. modelde 1.vites için maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafikleri:

1 kütlesi için:

$$\theta_1(v) := \frac{478.91 \cdot (K_2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$

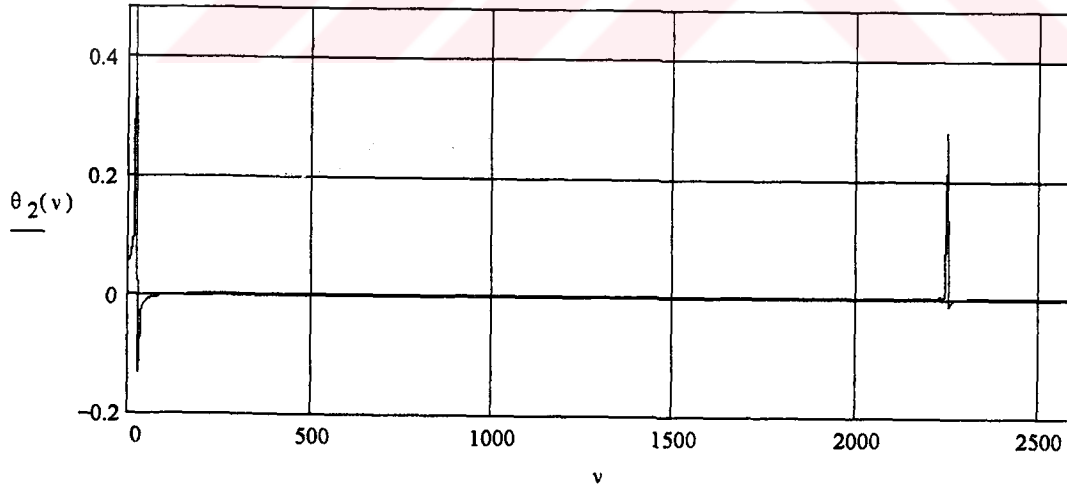


Grafik 4.3.6.1.1- 6. Modelin 1. kütlesi ve 1. vites durumu için

Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

2 kütlesi için:

$$\theta_2(v) := \frac{478.91 \cdot (K_1 - J_1 \cdot v^2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$



Grafik 4.3.6.1.2- 6. Modelin 2. kütlesi ve 1. vites durumu için

Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

4.3.6.2. II. Vites:

Diğer viteslerde yalnızca motor tarafı kütle atalet momenti değeri değişmektedir. Dolayısıyla bu değeri de diğer modellerde hesapladığımızdan oradan alıp kritik frekans değerlerini bulalım.

1. kritik frekans değeri:

$$\omega_{M61} = \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}} - \frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}$$

$$\omega_{M61} = 34.929 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değeri devire çevirirsek 333.54 dev/dak ya tekabül eder. Bu devri kardanda düşünürsek müteakbil araç hızı 8.95 km/h, akslarda düşünürsek 49 km/h olur.

2. kritik frekansı bulursak:

$$\omega_{M62} = \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}} + \frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}$$

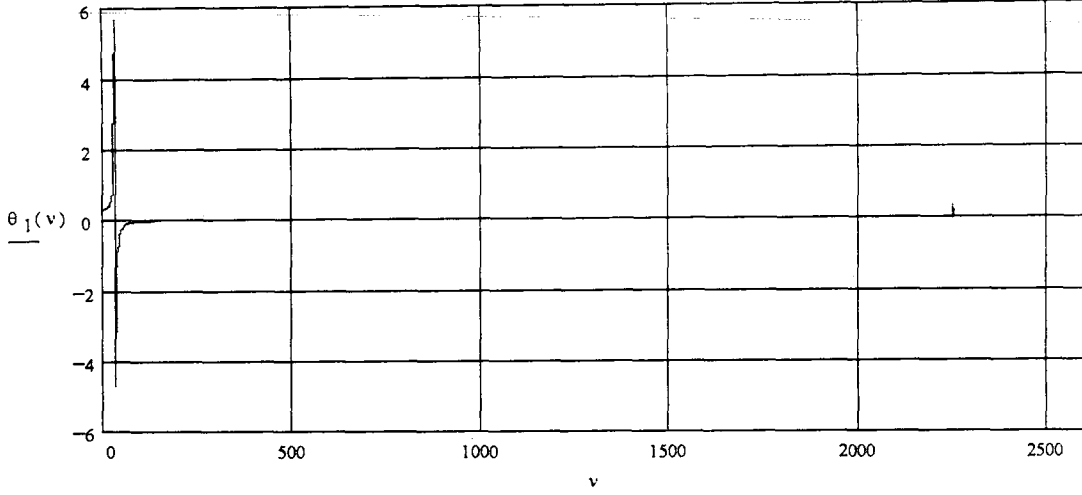
$$\omega_{M62} = 2.31 \cdot 10^3 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değeri devire çevirirsek 22058 dev/dak ya tekabül eder.

6. modelde 2.vites için maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafikleri:

1 kütle için:

$$\theta_1(v) = \frac{289.04 \cdot (K_2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$

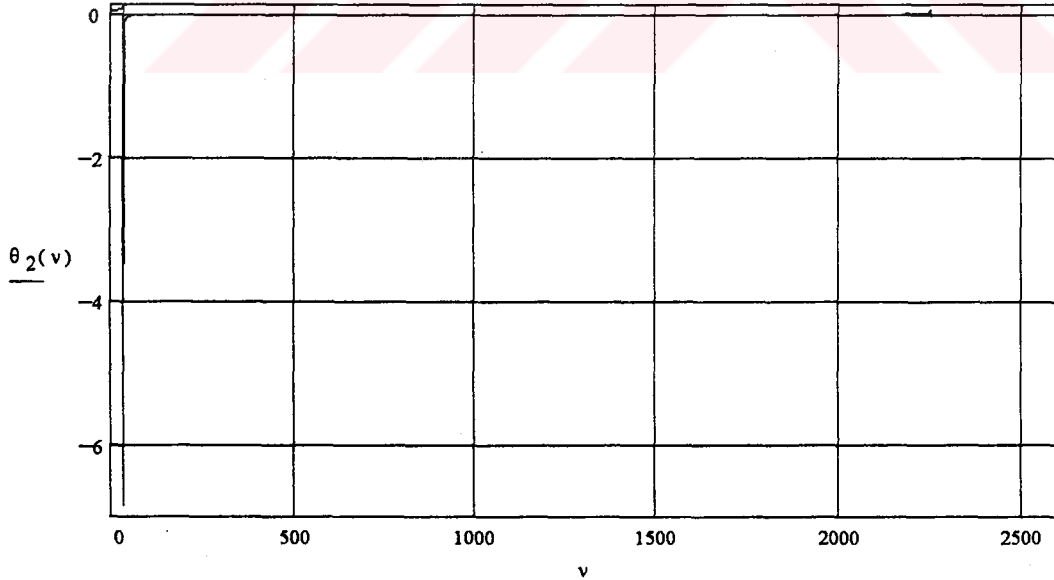


Grafik 4.3.6.2.1- 6. Modelin 1. kütlesi ve 2. vites durumu için

Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

2 kütlesi için:

$$\theta_2(v) = \frac{289.04 \cdot (K_1 - J_1 \cdot v^2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$



Grafik 4.3.6.2.2 - 6. Modelin 2. kütlesi ve 2. vites durumu için

Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

4.3.6.3. III. Vites

Diğer viteslerde yalnızca motor tarafı kütle atalet momenti değeri değişmektedir. Bu değeri de diğer modellerde aynı vitesler için yapılan hesaplardan alabiliriz.

1. kritik frekans değeri:

$$\omega_{M61} = \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}} - \frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}$$

$$\omega_{M61} = 52.698 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değeri devire çevirirsek 503.22 dev/dak ya tekabül eder. Bu devri kardanda düşünürsek müteakabil araç hızı 13.5 km/h, akslarda düşünürsek 74 km/h olur.

2. kritik frekansı bulursak:

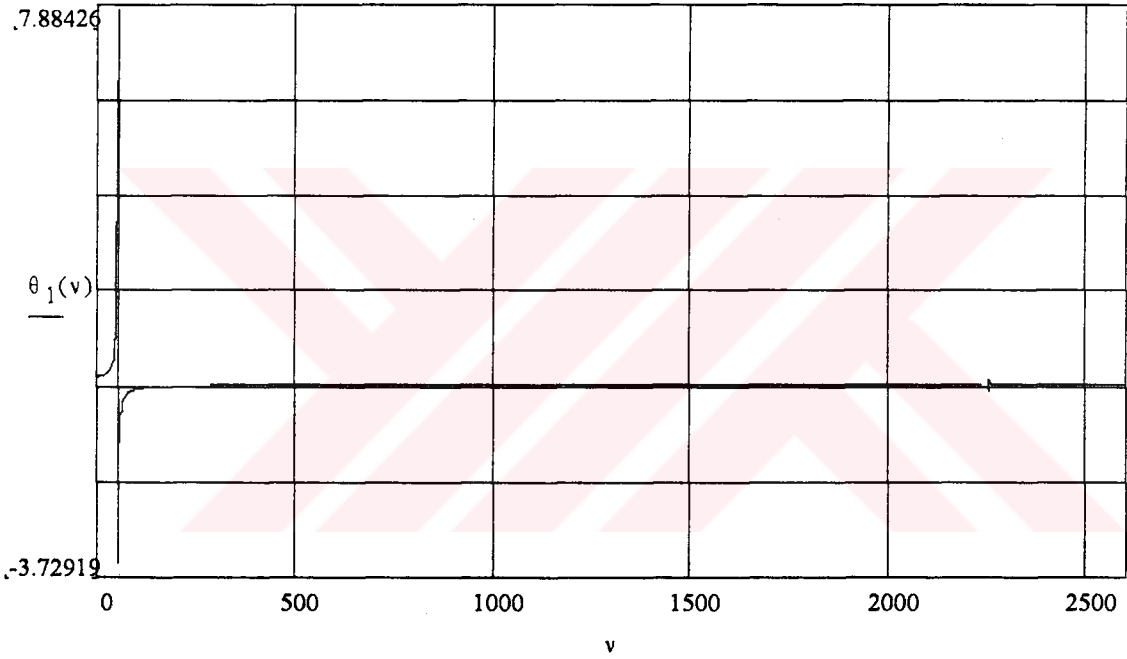
$$\omega_{M62} = \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}} + \frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}$$

$$\omega_{M62} = 2.313 \cdot 10^3 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değeri devire çevirirsek 22087 dev/dak ya tekabül eder.

6. modelin 1. kütlesi ve 3.vites için maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta_1(v) = \frac{189.87 \cdot (K_2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$



Grafik 4.3.6.3.1.- 6. modelin 1. kütlesi ve 3. vites durumu için
Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

2 kütle için:

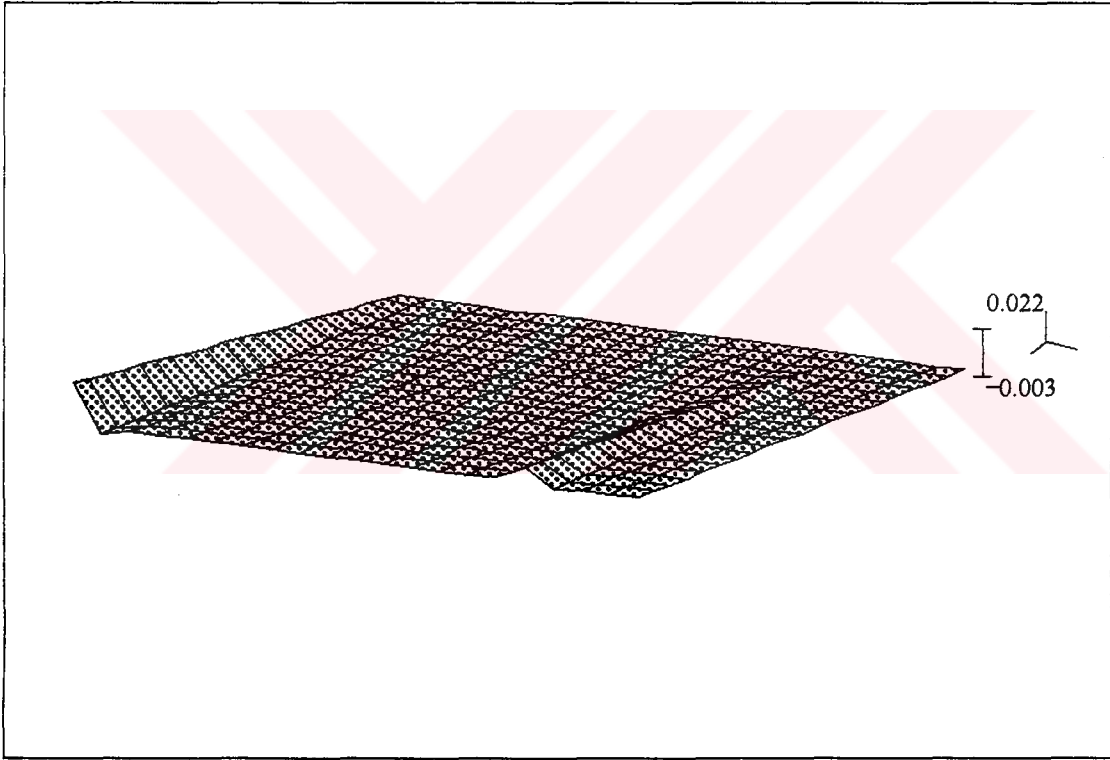
$$K_2 := 9137 \quad K_1 := 981.192 \quad J_1 := .002 \quad J_2 := .318$$

$$\theta_2(M, v) = \frac{M \cdot (K_1 - J_1 \cdot v^2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2} \quad N = 20 \quad i = 0..N$$

$$M_i := 10 \cdot i$$

$$v_j := 140 \cdot j$$

$$\theta_{2,i,j} := \theta_2(M_i, v_j)$$



θ_2

Grafik 4.3.6.3.2.- 6. modelde 2.kütle için ve 3.vitesse göre

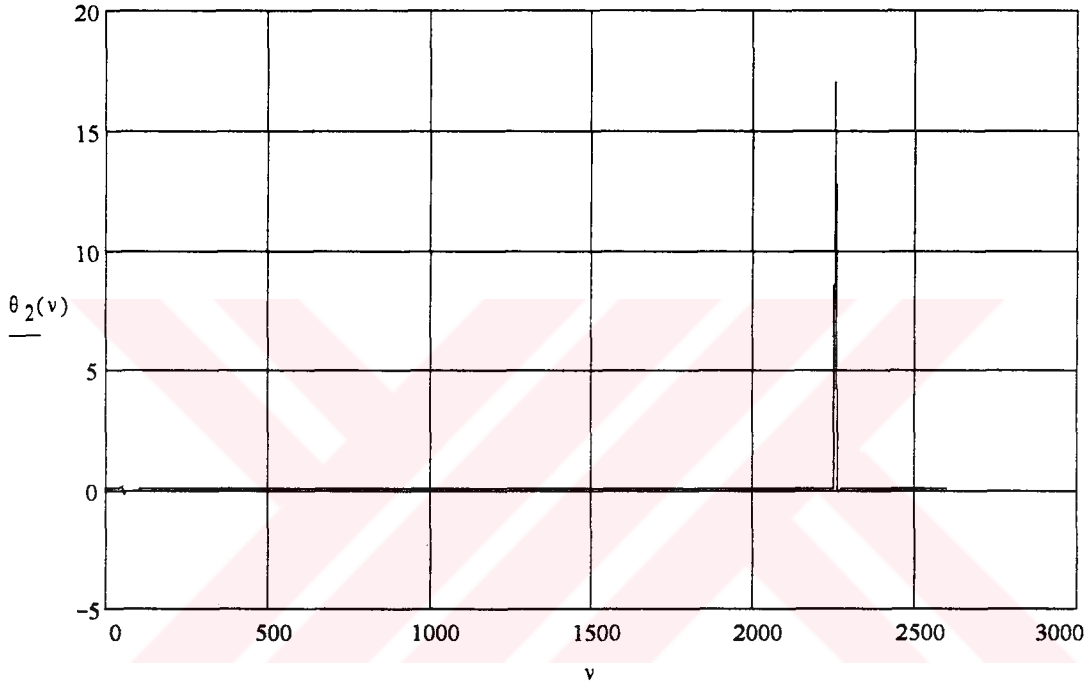
Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

Bu grafikteki eksenlerimiz:

$x=M$ (moment-Nm) , $y=v$ (zorlayıcı frekans) , $z=\theta_2$ (burulma açısı)

6. modelin 2. kütlesi ve 3. vites için maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta_2(v) := \frac{189.87 \cdot (K_1 - J_1 \cdot v^2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$



Grafik 4.3.6.3.3.- 6. modelin 2. kütlesi ve 3. vites durumu için
Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

4.3.6.4. IV. Vites

Diğer viteslerde yalnızca motor tarafı kütle atalet momenti değeri değişmektedir. Bu değeride diğer modellerde aynı vitesler için yapılan hesaplardan alabiliriz.

1. kritik frekans değeri:

$$\omega_{M61} := \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}}} - \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}$$

$$\omega_{M61} = 81.235 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değeri devire çevirirsek 775.7 dev/dak ya tekabül eder. Bu devri kardanda düşünürsek müteakabil araç hızı 21 km/h, akslarda düşünürsek 113.7 km/h olur.

2. kritik frekansı bulursak:

$$\omega_{M62} = \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}}} + \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}$$

$$\omega_{M62} = 2.321 \cdot 10^3 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değeri devire çevirirsek 22163 dev/dak ya tekabül eder.

Bu modele ait moment- zorlayıcı frekans- burulma miktarı grafiğleri:

1 kütle için:

$$K_2 := 9137$$

$$K_1 := 981.192$$

$$J_1 := .002$$

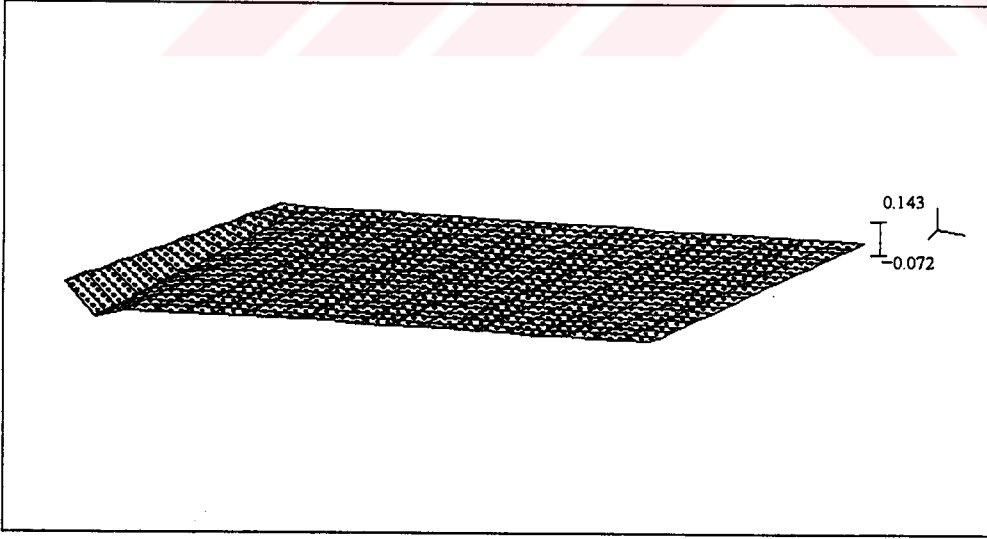
$$J_2 := .133$$

$$\theta_1(M, v) := \frac{M \cdot (K_2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2} \quad N := 20 \quad i := 0..N \quad j := 0..N$$

$$M_i = 7 \cdot i$$

$$v_j = 140 \cdot j$$

$$\theta_{1,i,j} = \theta_1(M_i, v_j)$$



θ_1

Grafik 4.3.6.4.1.- 6. modelde 1.kütle için ve 4.vitese göre

Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

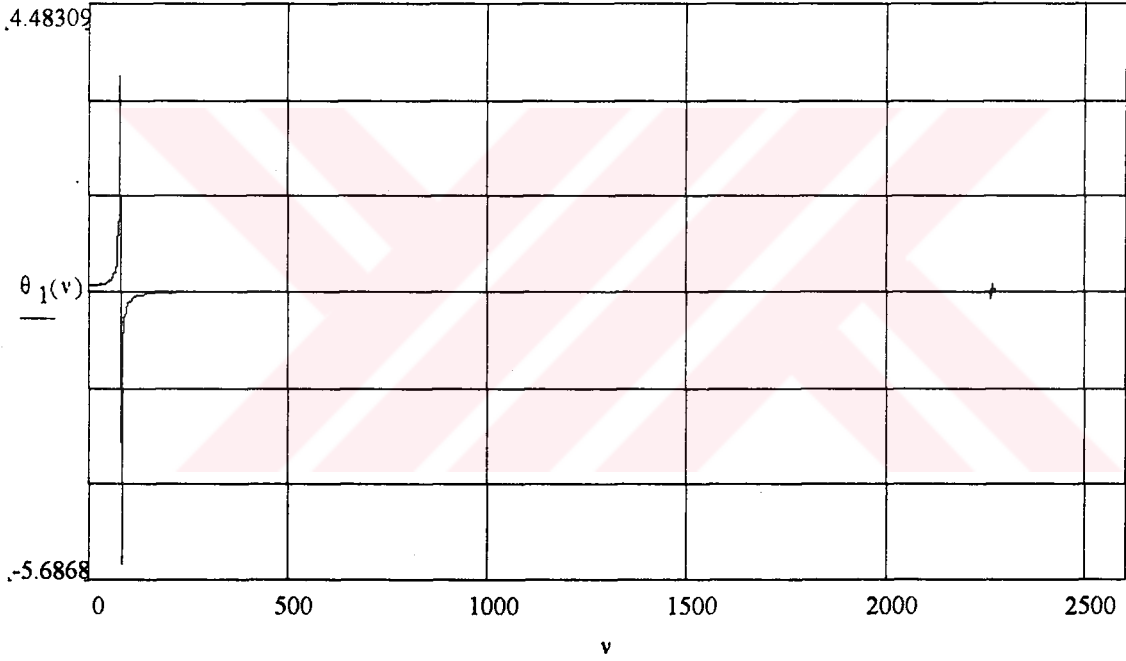
Bu grafikteki eksenlerimiz:

$x=M$ (moment-Nm) , $y=\omega$ (zorlayıcı frekans) , $z=\theta$ (burulma açısı)

olmaktadır.

6. modelin 1. kütlesi ve 4.vites için maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta_1(\omega) = \frac{120.94 (K_2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot \omega^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot \omega^2) - K_2^2}$$



Grafik 4.3.6.4.2.- 6. modelin 1. kütlesi ve 4. vites durumu için

Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

2 kütle için:

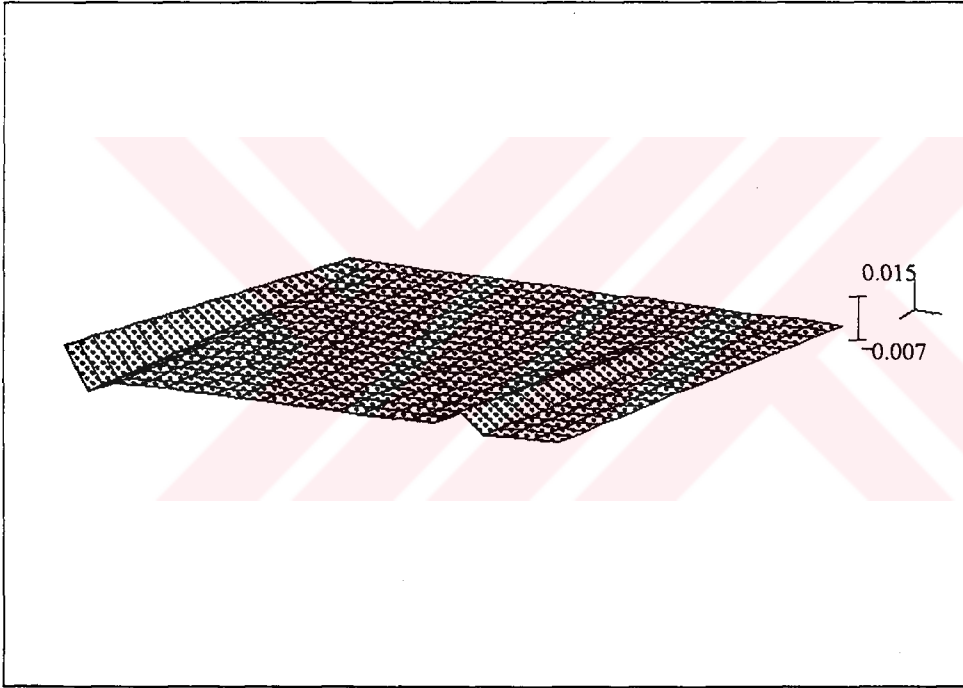
$$K_2 = 9137 \quad K_1 = 981.192 \quad J_1 = .002 \quad J_2 = .133$$

$$\theta_2(M, v) = \frac{M \cdot (K_1 - J_1 \cdot v^2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2} \quad N = 20 \quad i = 0..N \quad j = 0..N$$

$$M_i = 7 \cdot i$$

$$v_j = 140 \cdot j$$

$$\theta_{2,i,j} = \theta_2(M_i, v_j)$$



θ_2

Grafik 4.3.6.4.3.- 6. modelde 2.kütle için ve 4.viteşe göre

Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

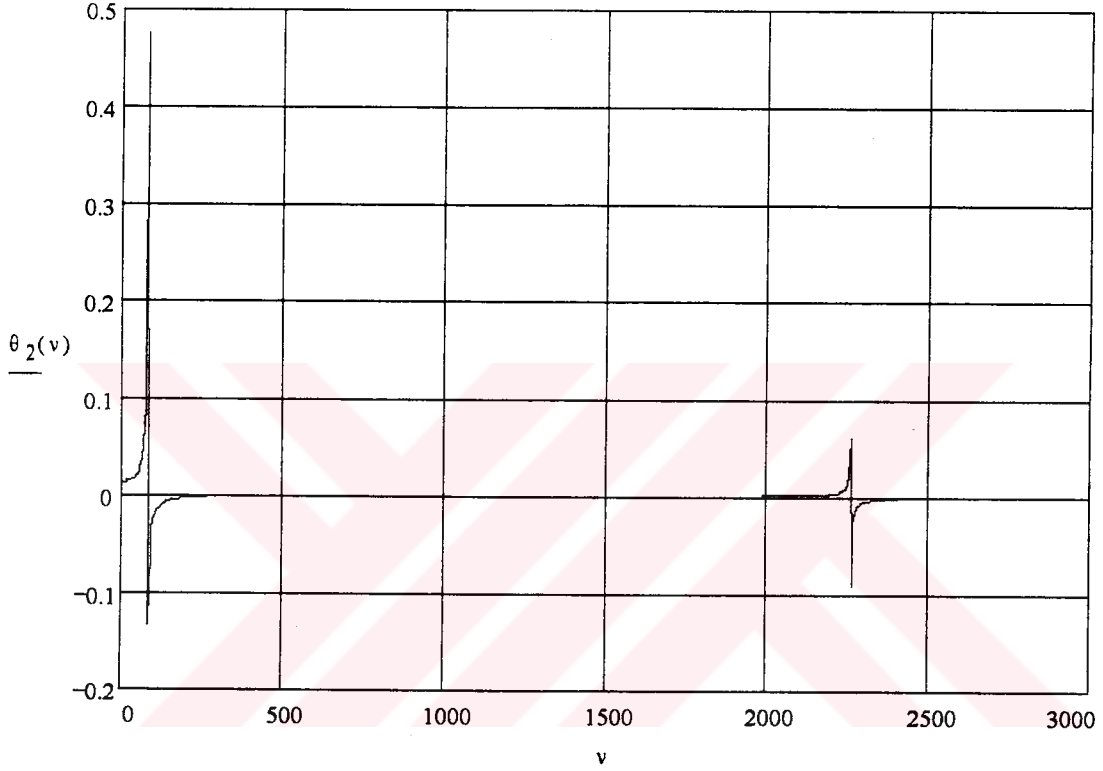
Bu grafikteki eksenlerimiz:

$x=M$ (moment-Nm) , $y=f$ (zorlayıcı frekans) , $z=\theta$ (burulma açısı)

olmaktadır.

6. modelin 2. kütlesi ve 4.vites için maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta_2(v) := \frac{120.94 \cdot (K_1 - J_1 \cdot v^2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$



Grafik 4.3.6.4.4.- 6. modelin 2. kütlesi ve 4. vites durumu için

Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

4.3.6.5. Geri Vites

Diğer viteslerde yalnızca motor tarafı kütle atalet momenti değeri değişmektedir. Bu değerde diğer modellerde aynı vitesler için yapılan hesaplardan alabiliriz.

1. kritik frekans değeri:

$$\omega_{M61} := \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}} - \frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}$$

$$\omega_{M61} = 19.718 \cdot \text{sec}^{-1}$$

Bu değeri devire çevirirsek 188.29 dev/dak ya tekabül eder. Bu devri kardanda düşünürsek mütekabil araç hızı 5.12 km/h, akslarda düşünürsek 27.59 km/h olur.

2. kritik frekansı bulursak:

$$\omega_{M62} := \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}} + \frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}$$

$$\omega_{M62} = 2.308 \cdot 10^3 \cdot \text{sec}^{-1}$$

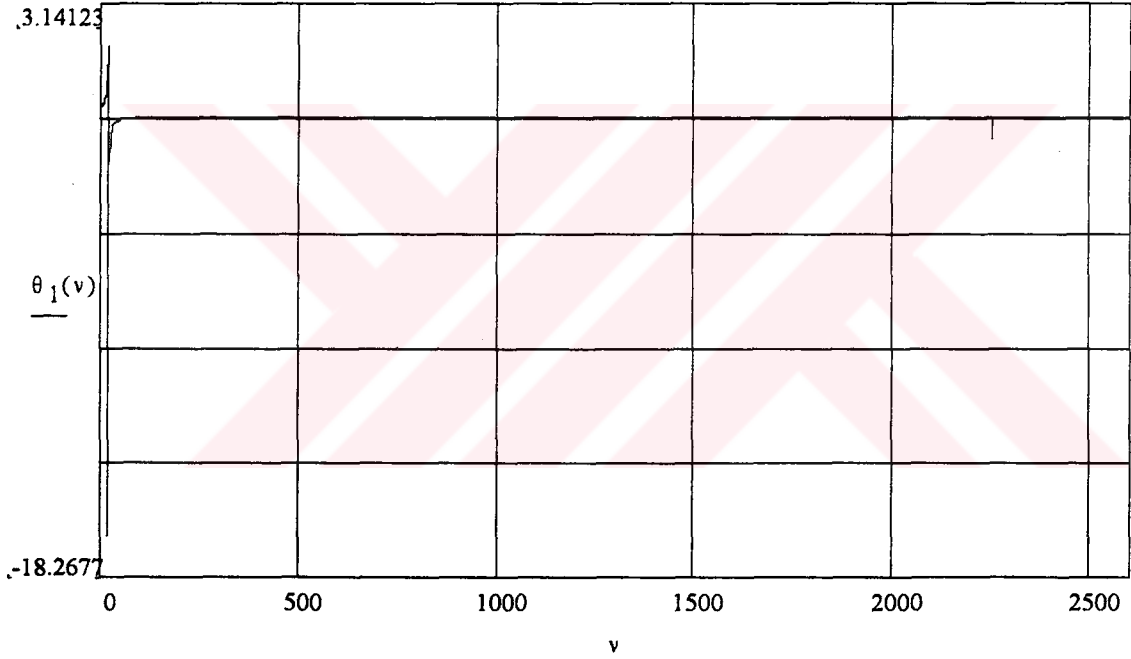
Bu değeri devire çevirirsek 22039 dev/dak ya tekabül eder.

Bu modele ait moment- zorlayıcı frekans- burulma miktarı grafiğleri:

1 kütlesi için:

6. modelin 1. kütlesi ve geri vites için maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta_1(v) := \frac{513.98 \cdot (K_2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$



Grafik 4.3.6.5.1.- 6. modelin 1. kütlesi ve geri vites durumu için

Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

2 kütle için:

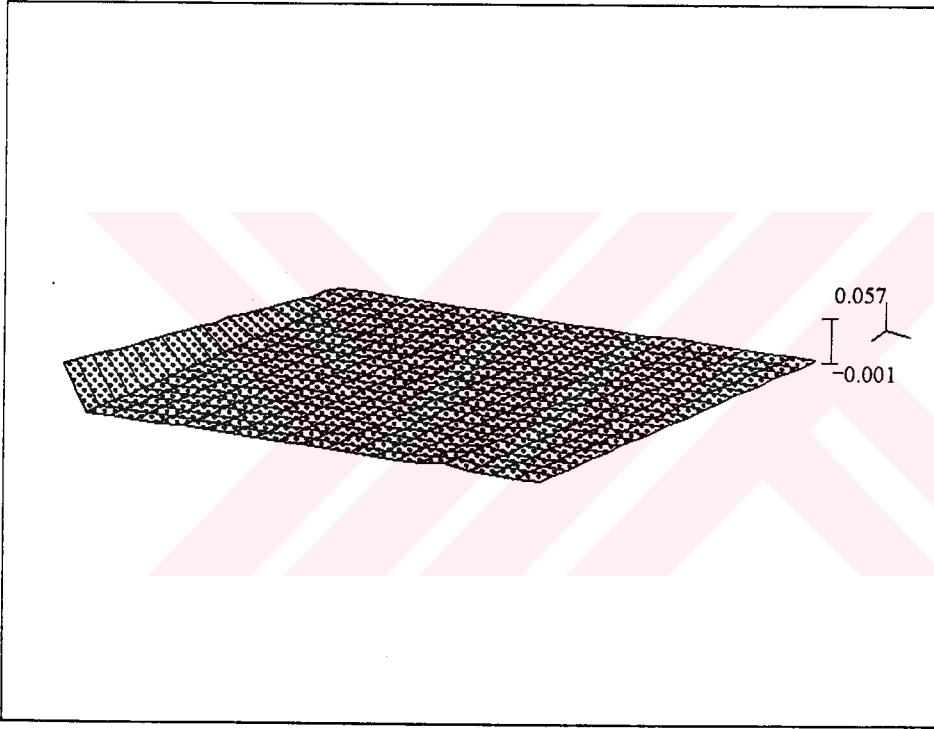
$$K_2 = 9137 \quad K_1 = 981.192 \quad J_1 = .002 \quad J_2 = 2.277$$

$$\theta_2(M, v) = \frac{M(K_1 - J_1 v^2)}{(K_1 + K_2 - J_1 v^2)(K_2 - J_2 v^2) - K_2^2} \quad N = 20 \quad i = 0..N \quad j = 0..N$$

$$M_1 = 26i$$

$$v_j = 140j$$

$$\theta_{2,i,j} = \theta_2(M_1, v_j)$$



θ_2

Grafik 4.3.6.5.2.- 6. modelde 2.kütle için ve geri vitese göre
Moment-Zorlayıcı frekans-Burulma miktarı grafiği

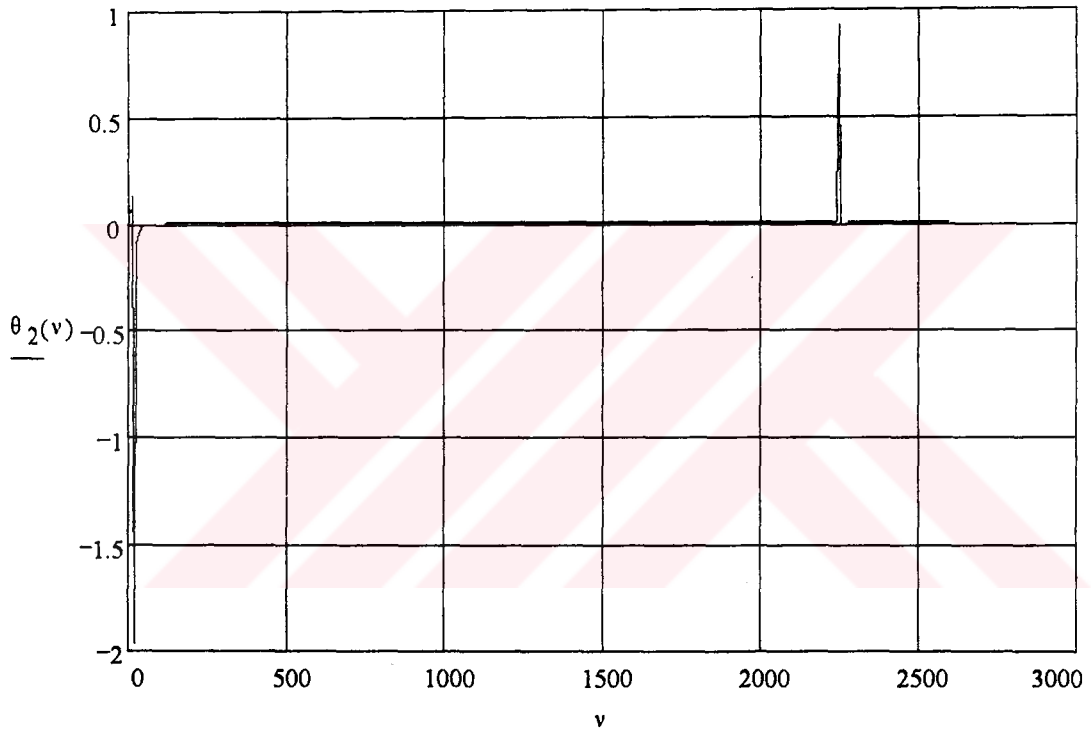
Bu grafikteki eksenlerimiz:

$$x=M(\text{moment-Nm}) , y=f(\text{zorlayıcı frekans}) , z=\theta_2(\text{burulma açısı})$$

olmaktadır.

6. modelin 2. kütlesi ve geri vites için maks moment değerindeki zorlayıcı frekans - burulma miktarı grafiği:

$$\theta_2(v) = \frac{513.98 \cdot (K_1 - J_1 \cdot v^2)}{(K_1 + K_2 - J_1 \cdot v^2) \cdot (K_2 - J_2 \cdot v^2) - K_2^2}$$



Grafik 4.3.6.5.3.- 6. modelin 2. kütlesi ve geri vites durumu için

Zorlayıcı frekans -Burulma miktarı grafiği

5. BÖLÜM

TRANSYATAKSİZ ve TRANSYATAKLI KARDAN MİLLERİNİN ELDE EDİLEN VERİLERE GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI



5.1. 6. MODELE GÖRE SİSTEM 1. KRİTİK FREKANSININ KARDAN MİLİNİN FARKLI DEĞERLERİ İÇİN İNCELENMESİ

Bilindiği gibi sistemde kardan mili değişimiyle beraber başka hiçbir konstrüktif değişim yaşanmamıştır. Yani motor , diferansiyel , akslar gibi modellerimize esas teşkil eden kısımların değerleri sabittir. İşte bu durumda sadece kardan mili yay katsayısını değiştirerek aracın kritik hızında ne kadar değişiklik olduğu incelenebilir:

Öncelikle kritik frekanstaki değişim, kardan milinin 0-200000 Newtonm/rad arasındaki değişimine göre incelenecektir:

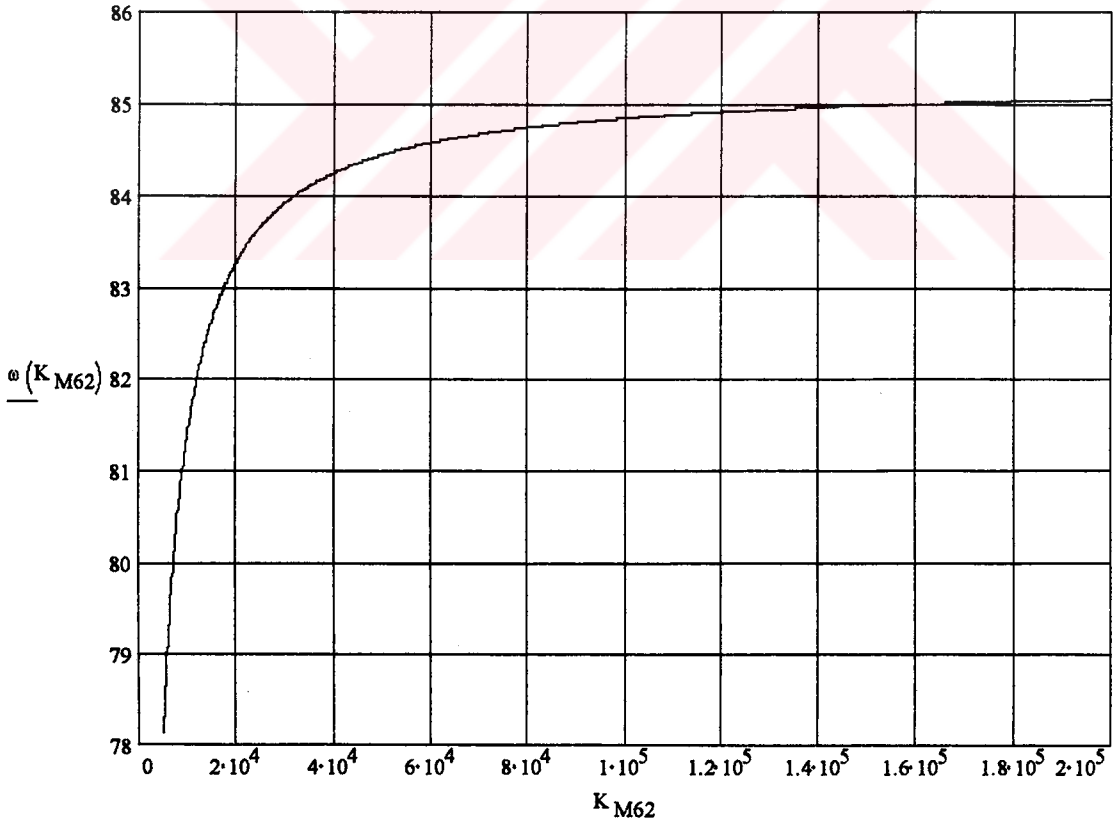
$$K_{M61} := 981.192$$

$$J_{M61} := 0.002$$

$$J_{M62} := 0.133$$

$$\omega(K_{M62}) := \sqrt{\frac{K_{M61} + K_{M62}}{2 \cdot J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{2 \cdot J_{M62}}} - \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{K_{M61} + K_{M62}}{J_{M61}} + \frac{K_{M62}}{J_{M62}} \right)^2 - \frac{K_{M61} \cdot K_{M62}}{J_{M61} \cdot J_{M62}}}$$

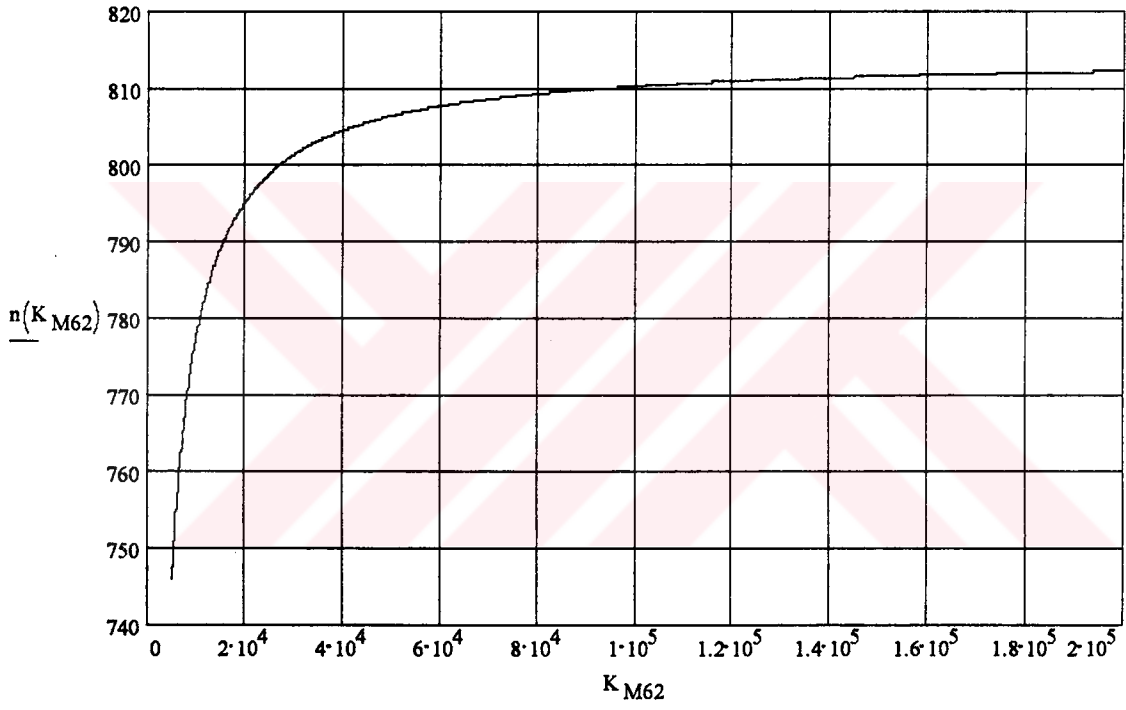
$$K_{M62} := 5000, 5100 \dots 200000$$



Grafik 5.1.1.-6. modele göre 1. kritik frekans - kardan mili yay katsayısı grafiği

Bunlar devir olarak da ifade edilebilir:

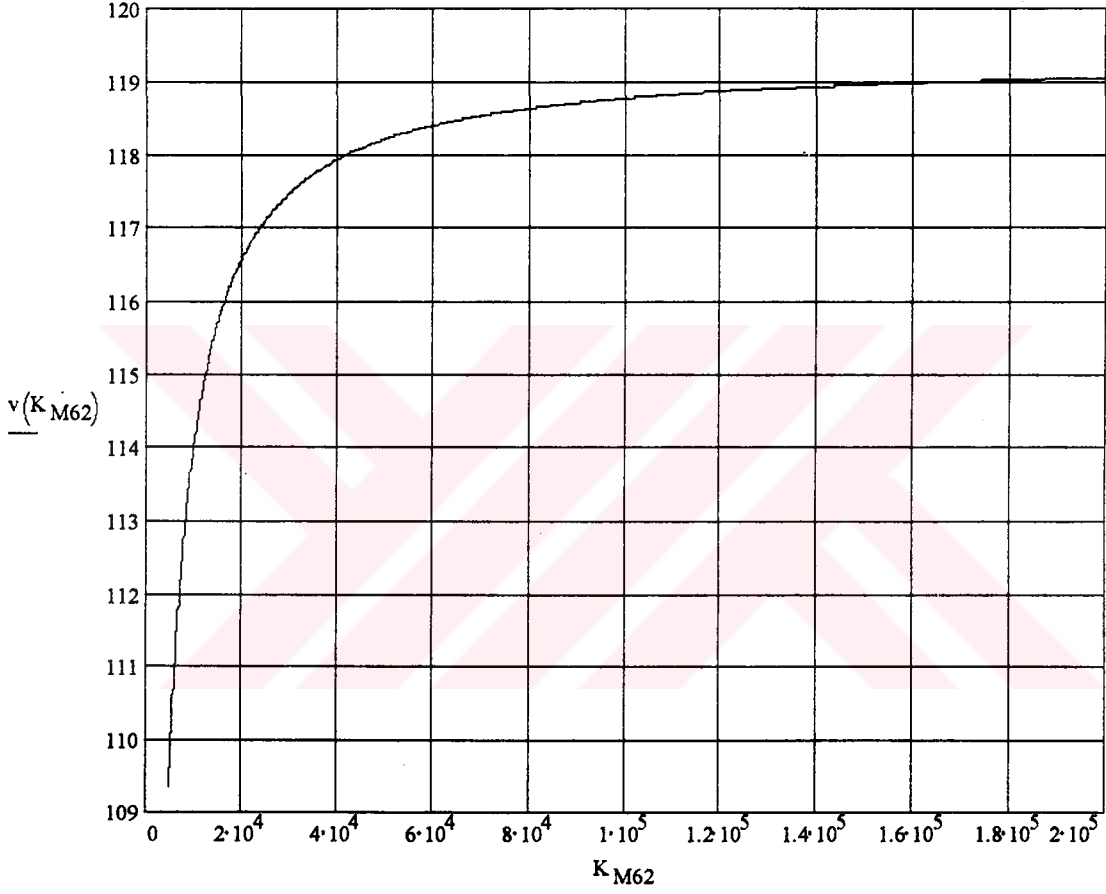
$$n(K_{M62}) := \frac{30}{\pi} \cdot \omega(K_{M62})$$



Grafik 5.1.2.- 6. modele göre 1. kritik devir - kardan mili yay katsayısı grafiği

Böylece kritik araç hızıyla bağlantı kurulursa:

$$\underline{v(K_{M62})} = \frac{n(K_{M62}) \cdot 122.6}{836.43}$$



Grafik 5.1.3.- 6. modele göre 1. kritik araç hızı - kardan mili yay katsayısı grafiği

5.2. 2 KÜTLE-2 YAY MODELİNE GÖRE

TRANSYATAKLI VE TRANSYATAKSIZ KARDANDA

KRİTİK HIZLAR

Bu kısımda 6. modele göre elde edilen, transyatak ve transyatsız duruma göre, araç kritik devirleri karşılaştırılacaktır. Açıklayıcı bilgi olarak kullanılan indisi ifadeler şu manadadır:

v_{kardan} : Elde edilen kritik frekanslara daha evvelde tekrar edildiği gibi aracın hangi elemanı erişirse buradan başlamak kaydıyla rezonans hali yaşanacaktır. Bu durumda kardan mili ve akslar aradaki 5.38 lik çevrim oranı dolayısıyla farklı devirlerde döndüklerinden biri rezonans devrinde çalışırken öteki farklı bir hızla çalışacaktır. İşte ikisinde kritik devri yaşarken araç hızı farklı olacağından kardanın kritik devre ulaştığı durumdaki araç hızı için bu ifade kullanılmıştır.

v_{aks} : Aynı ifade burası içinde geçerlidir. Yani aksın kritik devre ulaştığı durumdaki araç hızı için bu ifade kullanılmıştır.

<u>VİTES</u>	<u>1.vites</u>		<u>2.vites</u>		<u>3. vites</u>		<u>4. vites</u>		<u>Geri vites</u>	
	eski kardan	yeni kardan	eski kardan	yeni kardan	eski kardan	yeni kardan	eski kardan	yeni kardan	eski kardan	yeni kardan
$\omega 1(1/sn)$	20.998	21.177	34.634	34.929	52.254	52.698	80.56	81.235	19.551	19.718
$\omega 2(1/sn)$	2145	2308	2147	2310	2150	2313	2157	2321	2145	2308
$n 1(dev/dak)$	200.51	202.22	330.73	333.54	498.98	503.22	769.29	775.7	186.69	188.29
$n 2(dev/dak)$	20483	22039	20502	22058	20530	22087	20597	22163	20483	22039
$v_{aks}(km/h)$	29.4	30	48.47	49	73.14	74	113	113.7	27.36	27.59
$v_{kardan}(km/h)$	5.44	5.5	8.95	8.95	13.5	13.5	21	21	5	5.12

Tablo 5.2.1.- Transyatak ve transyatakli kardan mili için 6. modelde kritik hızlar

**5.3. TRANSYATASIZ KARDAN MİLİNDE, HER VİTESİN
MAKS. STATİK MOMENTİ İÇİN ve VERİLEN MALZEMEYE GÖRE**

KRİTİK KESİTLERDE GERİLME VE EMNİYET DEĞERLERİ

$M_{b\max}$ (Nmm)	* St 50	** Ç 4140
1. VİTES	478910	
2. VİTES	289040	$\sigma_{AK} = 700 \text{ newton/mm}^2$
3. VİTES	189870	$\tau_{AK} = \sigma_{AK} \times 0.577$
4. VİTES	120940	$\tau_{AK} = 403.9 \text{ newton/mm}^2$
Takviye	1177920	
Geri	513980	

ELEMEN NO	d / d_i (mm)	W Mukavemet Momenti (mm ³)	Kayma Gerilmesi $\tau := M_{b\max} / W$ (N/mm ²)				Emniyet Katsayısı $S := \tau_{AK} / \tau$							
			1.vites	2.vites	3.vites	4.vites	1.vites	2.vites	3.vites	4.vites				
114'	49.0/26.5	21124.18	22.67	13.68	8.98	5.72	55.76	24.33	7.38	12.229	18.61	29.22	3.0	6.87
115'	42.5/26.5	12794.50	37.43	22.59	14.84	9.45	92.0	40.17	4.47	7.407	11.27	17.7	1.81	4.165
121''	26.5/0	3653.90	131.06	79.1	51.96	33.09	322.36	140.66	3.08	5.106	7.773	12.2	1.252	2.87
122''	26.0/0	3451.04	138.77	83.75	55.01	35.044	341.0	148.93	2.91	4.82	7.34	11.52	1.18	2.712
132'	45.0/40.0	6722.24	71.24	42.997	28.245	17.99	175.22	76.45	2.348	3.89	5.924	9.3	0.955	2.188

Tablo 5.3.1.- Transyatsız kardana mil için kritik kesitlerde gerilme değerleri ve S emniyet katsayıları

5.4. TRANSYATAKLI KARDAN MİLİNDE, HER VİTESİN

MAKS. STATİK MOMENTİ İÇİN ve VERİLEN MALZEMEYE GÖRE

KRİTİK KESİTLERDE GERİLME VE EMNİYET DEĞERLERİ

	M_{bmax} (Nmm)		
1. VİTES	478910	* St 50	** Ç 4140
2. VİTES	289040	$\sigma_{AK} = 290 \text{ newton/mm}^2$	$\sigma_{AK} = 700 \text{ newton/mm}^2$
3. VİTES	189870	$\tau_{AK} = \sigma_{AK} \times 0.577$	$\tau_{AK} = \sigma_{AK} \times 0.577$
4. VİTES	120940	$\tau_{AK} = 167.33 \text{ newton/mm}^2$	$\tau_{AK} = 403.9 \text{ newton/mm}^2$
Takviye	1177920		
Geri	513980		

ELEMEN NO	d / d_i (mm)	W Mukavemet Momenti (mm ³)	Kayma Gerilmesi $\tau := M_{bmax} / W$ (N/mm ²)				Emniyet Katsayısı $S := \tau_{AK} / \tau$							
			1.vites	2.vites	3.vites	4.vites	Takviye	Geri	1.vites	2.vites	3.vites	4.vites	Takviye	Geri
114'	49.0/26.5	21124.18	22.67	13.68	8.98	5.72	55.76	24.33	7.38	12.229	18.61	29.22	3.0	6.87
115'	42.5/26.5	12794.50	37.43	22.59	14.84	9.45	92.0	40.17	4.47	7.407	11.27	17.7	1.81	4.165
121''	26.5/0	3653.90	131.06	79.1	51.96	33.09	322.36	140.66	3.08	5.106	7.773	12.2	1.252	2.87
122''	26.0/0	3451.04	138.77	83.75	55.01	35.044	341.0	148.93	2.91	4.82	7.34	11.52	1.18	2.712
132'	51.0/47	7259.43	65.97	39.81	26.15	16.66	162.26	70.8	2.536	4.2	6.398	10.04	1.03	2.36
143''	32.0/0	6433.98	74.43	44.92	29.51	18.797	183.07	79.88	5.42	8.99	13.68	21.48	2.2	5.056
172'	51.0/47	7259.43	65.97	39.81	26.15	16.66	162.26	70.8	2.536	4.2	6.398	10.04	1.03	2.36

Tablo 5.4.1.- Transyatakli kardan milinde kritik kesitlerde gerilme degerleri ve S emniyet katsayilari

6. KAYNAKLAR

- [1] **Akkurt , M.**, 1979. Makine Elemanları 1, Birsen Kitabevi, 2. baskı, İstanbul.
- [2] **Akkardansa Kataloğu.**
- [3] **Altay, A.**, 1989. İmalât Makinelerinde Titreşim ve Gürültü Problemlerinin Azaltılması, tez danışmanı : Prof. N. Tahralı, basılmamış yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Kütüphanesi, İstanbul.
- [4] **Beer, F.P., Johnston, Jr.E.R.**, 1977. Vector Mechanics For Engineers - Statics and Dynamics, In: Clark ,B.J., Maisel, J.W., McGraw Hill.
- [5] **Eraslan, N., Palavan, S.**, 1948. Pistonlu Makinelerde Burulma Titreşimleri, Üçler Basımevi, İstanbul.
- [6] **Gieck, K.**, 1967. Engineering Formulas, McGraw Hill Book Company, McGraw Hill, West Germany.
- [7] **May, E., Crouse, W.H.**, 1987. Automotive Mechanics, McGraw Hill Book Company, V.1, 4th edition , Australia.
- [8] **Palavan, S., Demirgüç, Z.**, 1961. Mekanik Titreşimler, Berksoy Matbaası, İstanbul.
- [9] **Palavan, S.**, 1973. Mekanik Titreşimler Dersleri.
- [10] **Tahralı, N.**, 1988. Makine Dinamiği-Mekanik Titreşimler-Burulma Titreşimleri, Eğitim Yayınları, İstanbul.
- [11] **Toprak, T.**, 1977. Mekanik Titreşimler, Birsen Kitabevi, İstanbul.
- [12] **Tse, T.S., Morse, L.E., Hinkle, R.T.**, 1978. Mechanical Vibrations Theory and Applications, In: Kreith, F., Allyn and Bacon Inc., Boston.

BÖLÜM 7

SONUÇLAR

Sistemin transyataksız ve transyataklı hâli için kritik frekanslar , kritik devirler ve buna tekabül eden araç hızları 6 adet matematik model kurularak bulunmuştur(Tablo 5.2.1.).

Farklı devirlerde birçok dönen parçadan oluşan karmaşık sistemlerde hangi eleman bu kritik hız değerlerine erişirse o parçada rezonans hâli doğacaktır ve tüm sistemin rezonansta olması sözkonusu olacaktır. Bu sebeple araç yerde iken yapılan modellerde kritik frekans akslarda ve kardanda düşünülerek iki kritik hız değeri çıkarılmıştır.

Yapılan denemelerde , bu iki kritik hızdan kardana tekabül edeninde , rezonans hâli yaşanmamıştır. Sadece büyük viteslerde düşük devirde çalışamamaktan dolayı motor durmaktadır.

Ayrıca, transyataksız kardan milinin , kırılma görülen 90-100 km/h araç hızı değerinde rezonansa girmediği ve bu hızın çıkan hesaplarda da kardan mili için rezonans bölgesi harici olduğu tesbit edilmiştir(Grafik 5.1.3.).

Bu durumda transyataksız kardan milinin kırılma sebebinin burulma titreşimlerinden kaynaklanmadığı açıktır.

Sistemde sadece değişen kardan mili konstrüksiyonudur. Bu durumda belli aralık için (0-200000 Nm/rad) kardan mili yay sabitini değiştirerek kritik hızı incelediğimiz 5.1.1.grafiğinde görüldüğü gibi , bu kadar büyük aralıkda bile kritik değer fazla değişmemektedir. Aslında transyataksız kardan milinden , transyataklı kardan miline geçişte yay sabiti artışı yaklaşık 1500 Nm/rad kadardır. Yani bu konstrüksiyon değişimi sistemde burulma titreşimleri açısından çok büyük bir değişim yapmamıştır.

Kritik kesitlerde , her vites durumu ve maksimum statik momentler gözönüne alınarak, transyataksız ve transyataklı kardan milleri için mukavemet hesapları yapılmıştır(Tablo 5.3.1. ve 5.4.1.). Yapılan bu mukavemet hesaplarında , 4. vitesde elde edilen S emniyet katsayıları çok yüksektir. Dolayısıyla kırılma sebebi maksimum gerilmelerden dolayı olmamaktadır.

Bu durumda kırılmayı meydana getiren bir tek sebep kalmaktadır ki oda balânssızlıktır. Kardan mili trans yataklı olmadığı ve dolayısıyla uzatma borusunun(parça no.132) çok uzun olması sebebiyle (1150 mm) en ufak bir balânssızlık, devir sayılarının artışıyla dinamik kuvvetlerinde büyümesi ve gerilmelerin emniyet sınırlarını aşması sonucunu vermektedir. Bununda neticede kırılma ile sonuçlanacağı kesindir.

T.C. YÜKSEKÖRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ



EKLER

ÖZGEÇMİŞ

Doğum yeri ve tarihi: İstanbul, 1969

İlkokul: Gazi Mustafa Kemal Paşa İlkokulu, 1975-1980

Orta Öğretim: Kazım İşmen Lisesi, 1980-1986

**Üniversite: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Müh. Anabilim
Dalı Konstrüksiyon Programı, 1991-Devam ediyor.**

**Vasfi Emre Ömürlü halen Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Makine
Mühendisliği Bölümü' nde Araştırma Görevlisi olarak Çalışmalarına devam etmektedir.**