

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HİDROLİK KREYN TASARIMI

Arye VALANSİ

FBE Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Konstrüksyon Programında

Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Muharrem Boğoçlu

İSTANBUL, 2008

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	i
ŞEKİL LİSESİ.....	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
1. GİRİŞ	1
1.1 Tanımlar	1
1.2 FEM ve DIN Normları ile Transport Sistemlerinin Sınıflandırılması.....	4
1.3 Kaldırma Makinelerinin Sınıflandırılması	4
1.4 Taşıyıcı Sistem Elemanlarının İşletme Mukavemetine Göre Sınıflandırılması.....	8
1.5 FEM Standartlarına Göre Krenlere Uygulanan Testler	9
2 HİDROLİK VİNÇ TASARIMINA GİRİŞ	11
2.1 Altıgen Kesit Mukavemet Formülünün Çıkarılması	11
2.2 Bomlarla İlgili Hesaplama Esasları ve Formülleri	13
2.3 Ana Gövde Üzerindeki Yataklarla İlgili Hesaplamalar	14
2.4 Silindir Mukavemetiyle İlgili Hesaplamalar	15
2.5 Bağlantı Elemanlarıyla İlgili Hesaplamalar	16
3. BOM DAYANIM HESAPLAMALARI	18
3.1 Bom Kesitlerinin Mukavemet Momenti Değerlerinin Bulunması	18
3.2 Bom Ağırlıkları	24
3.3 Bomların Kaynak Bağlantıları İçin İşletme Emniyet Değerlerinin Bulunması ...	26
3.4 Mapa Mesafesinin Belirlenmesi	27
3.5 5 Ayrı Bom Poziyonu İçin Emniyetli Yük Değerlerinin Hesaplanması.....	28
4. ÇALIŞMA BASINCININ BULUNMASI VE SİLİNDİR HESABI.....	36
4.1 Sabit Basınç Değerlerine Göre Yük Kontrolü ve Lift Silindiri Hesabı	36
4.2 Kırma Silindiri Çapının Belirlenmesi	38
4.3 Lift ve Kırma Silindirlerinin Strok Değerlerinin Belirlenmesi	38
4.4 Silindirlerin Burkulma Kontrolü ve Rot Çaplarının Belirlenmesi	42
4.5 Pompa Seçimi ve İlgili Değerlerin Bulunuşu.....	45
5. GÖVDE MUKAVEMETİ	47
5.1 Gövde Kesitinin Mukavemet Hesabı ve Güç Kontrolü	47
5.1.1 Basma Gerilmesi.....	47
5.1.2 Eğilme Gerilmesi	48
5.1.3 Burulma Gerilmesi.....	48
5.1.4 Güç Kontrolü	48

6.	ELEMANLAR ÜZERİNDEKİ ÇEŞİTLİ MUKAVEMET KONTROLLERİ	50
6	Teleskop Silindirlerinin Geri Hareketi İçin Gerekli Min. Kuvvet Hesabı (Yatak Emniyet Kontrolü)	50
6.4	Silindir Borularının Et Kalınlığı Kontrolü	53
6.5	Pim Bağlantılarının Emniyet Kontrolü	54
7.	DEVİRİLME HESABI	56
7.1	Kamyonla İlgili Teknik Bilgiler	56
7.2	Bomların Yana Açılması Durumunda Devrilme	57
7.3	Bomların Arkaya Açılması Durumunda Devrilme.....	59
7.4	Mesnet Reaksiyon Kuvvetleri	59
8.	TASARIMLA İLGİLİ TEKNİK RESİMLER	63
9.	SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	67
	KAYNAKLAR.....	69
	ÖZGEÇMİŞ.....	70

SİMGE LİSTESİ

A	Alan
a	Kesit Merkezinin Şekil Merkezine Olan Uzaklığı
b	Altıgen Kesitin En Uzunluğu
c	Korozyon payı
D	Silindir Boru Çapı
d	Silindir Rot Çapı
da	Boru dış çapı
di	Boru iç çapı (mm.)
E	Elastisite Modülü
F	Kuvvet
G	Ağırlık
h	Altıgen Kesitin Boy Uzunluğu
I_x	Atalet Momenti (x eksenine göre)
i_t	Toplam Çevrim Oranı
j	Piston Kolu Alanı İkinci Momenti
j	Piston kolu alanı ikinci momenti
K	Belverme Yüğü, İşletme Emniyeti Hesabında Bulunan Bir Katsayı
L	Strok uzunluğu
M	Moment
n	Devir Sayısı
P	Basınç Değeri
Q	Debi
s	Boru et kalınlığı
S	Kesit Alan, Emniyet Katsayısı
sv	Hesaplanan et kalınlığı
t	Et kalınlığı
V	Hacim
Vg	Pompa Hacmi
W_p	Polar (Kutupsal) Mukavemet Momenti
W_x	Mukavemet Momenti (x eksenine göre)
ΔP	Basınç Farkı
ε	Dairesel Konum Değıştirme
η_t	Toplam Verim

μ	Sürtünme Katsayısı
ρ	Özgül ağırlık
σ_{ak}	Akma Gerilmesi Değeri
σ_{em}	Emniyet Gerilmesi Değeri
σ_R	Kopma Gerilmesi Değeri
τ	Kesme Gerilmesi
ψ	Yük Çoęaltma Katsayısı
ω	Dairesel Hız

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1	Kreynlerin Sınıflandırılması.....	3
Şekil 2.1	Dikey Pozisyonda Parametreler	12
Şekil 2.2	Yatay Pozisyonda Parametreler.....	12
Şekil 3.1	4. Teleskop Bomu Kesiti.....	18
Şekil 3.2	3. Teleskop Bomu Kesiti.....	20
Şekil 3.3	2. Teleskop Bomu Kesiti.....	21
Şekil 3.4	1. Teleskop Bomu Kesiti.....	22
Şekil 3.5	Kırma Bomu Kesiti.....	23
Şekil 3.6	Bomların Yan Görünüşü, Bom Kesitleri ve Toplu Önden Görünüşü	25
Şekil 3.7	Bomların 1 no.'lu Açılma Pozisyonu	29
Şekil 3.8	Bomların 2 no.'lu Açılma Pozisyonu	31
Şekil 3.9	Bomların 3 no.'lu Açılma Pozisyonu	32
Şekil 3.10	Bomların 4 no.'lu Açılma Pozisyonu	34
Şekil 3.11	Bomların 5 no.'lu Açılma Pozisyonu	35
Şekil 4.1	Pozisyonların Kırma Silindiri Seçimindeki Referans Noktasına Uzaklıkları	39
Şekil 4.2	Lift ve Kırma Silindirleri Strok Değerlerinin Sınır Durumları	41
Şekil 4.3	Bom Hareketlerine Göre Çeşitli Burkulma Pozisyonları.....	43
Şekil 4.4	Kreynin Hidrolik Devre Şeması	46
Şekil 5.1	Gövde Kesiti ve Dikme Dönüş Dişlisinin Boyutları	49
Şekil 6.1	Bir Kırma Silindiri Kesit Görünüşü.....	52
Şekil 6.2	Kırma Bom, Ana Bom, Dikme Bom Toplu Görünüş Pim Bağlantıları.....	55
Şekil 7.1	Bomların Yana Açılma Durumu	58
Şekil 7.2	Yana Açılma Durumunda Mesnet Reaksiyonları.....	60
Şekil 7.3	Arkaya Açılma Durumunda Mesnet Reaksiyonları.....	62
Şekil 8.1	Kreyn Bomlarının Dik ve Yatay Açık Pozisyonda Görünüşü	63
Şekil 8.2	Kreynin Katlanmış Arkadan Görünüşü	64
Şekil 8.3	Kreynin Yandan Bomların Açık Durumunda Görünüşü	65
Şekil 8.4	Kreynin Kathı Olarak 3 Farklı Açıldan Toplu Görünüşü	66

ÖNSÖZ

Günümüzde ağır sanayinin olmazsa olmazlarından olan hidrolik vinçler artan kullanım sayısı ve farklı tasarımlarıyla gün geçtikçe daha da faydalı hale gelmektedirler. Böylesine önemli ve büyük bir makine tasarımının yapılması başlangıçta benim için nerdeyse imkansız denecek kadar zordu. Tasarımı yapılacak makine konstrüksiyonu hakkında çok fazla bilgimin olmamasından ziyade, işin içine hidroliğin de girmesiyle işin biraz daha zorlaştığının farkına vardım.

Fakat başından beri beni bu tezi yapmama teşvik eden, her aşamasında desteğini arkamda hissettiğim, bana tecrübeleriyle güç veren, çok değerli insan, sevgili öğretmenim Yrd. Doç. Dr. Muharrem Boğoçlu'ya ne kadar teşekkür etsem azdır.

Tezin en başındayken öğretmenimin de tavsiyesiyle yaptığım tezi yerinde inceleyerek öğrenmeye ve bu şekilde yapmaya karar verdim. Bu bir senelik süreç içerisinde bana kapılarını açan Gelişim Otomotiv'in patronları İsmet Çoban , Nurettin Yavuzel ve Şeref Ertaş beylere, teknik olarak bana yardım eden Suat Şengül ve Belkıs Çil'e, ve bana yardımcı olan tüm Gelişim Otomotiv personeline teşekkürü bir borç bilirim.

Mak. Müh. Arye Valansi

Konstrüksiyon Yüksek Lisans

05524105

45 TONMETRELİK MOMENTİ TAŞIYABİLEN HİDROLİK KREYN TASARIMI

Arye VALANSİ

Makina Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi

Hidrolik kreynin 45 tonmetrelik momenti taşıyabilmesi için teorik kesit hesaplamaları yapıp pratik değerlerle karşılaştırılmıştır. Bilinmeyen bir altıgen kesit mukavemet momenti formülü çıkarılmış, bundan yola çıkarak emniyet hesapları kritik kesitlerde ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bulunan yük değerleriyle pratik yük değerleri karşılaştırılmıştır. Fakat yükleme sırasında emniyeti sistemin içinden sağlanması istendiğinden, sabit çalışma basıncı değerinde yük hesaplamaları tekrardan yapılmıştır. Yük taşıyamama durumu ile ilgili gerekli çözüm önerileri bulunmuştur.

Kreyn içerisindeki silindirlerin hesabı yapıp hidrolik devre tasarımı yapılmıştır. Silindirlerle ilgili mukavemet çap değerleri belirlenmiş açma kapama hızları hesaplanmıştır. Kreyn üzerindeki bağlantı elemanlarının reaksiyon kuvvetleri ve dayanımlarının analizi yapılmıştır.

Kamyon üzerine yerleştirilen kreynin kritik pozisyonlarda kritik yükler altında devrilme emniyeti hesabı yapılmıştır. Devrilme momenti değerlerine göre mesnet basma silindirlerinin tepki kuvvetleri ve boyut kontrolü yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hidrolik kreynler, mukavemet, moment, FEM standartları.

J JÜRİ:

1. Danışmanın Unvanı, Adı Soyadı
 2. Tez Danışmanının Unvanı, Adı Soyadı
 3. Jüri Üyesinin Unvanı, Adı Soyadı
 4. Jüri Üyesinin Unvanı, Adı Soyadı
- Kabul tarihi: 11/06/08
Sayfa Sayısı: 70

THE DESIGN of HYDRAULIC CRANE IN CAPACITY of 45 TONMETER

Arye VALANSİ

Mechanical Engineering, M.S. Thesis

The theoretical values of boom sections were calculated with the help of formula that was founded at the thesis. Then the theoretical values of maximum weight were compared with the values that were used in the industry. However, to make the design working in safe, the maximum forces that can be carried by the boom sections, were calculated again with the constant working pressure. The solutions were suggested to make the design saftier for carrying the maximum weight.

Cylinders' pressure and diameter were calculated and the hydraulic circuit of the crane was designed. "Forward-move velocity" and "Back-move velocity" were calculated according to time of opening/closing. The reaction forces were found and the strenght anlysis were made for the connection elements of the crane.

Finally not to overturn the truck according to the maximum forces in some critical positions, the moments of balance were calculated. After finding the balance, the force that needed to be carried by the support cylinders were calculated and the diameters of the cylinders were found.

Keywords: Hydraulic crane, strength, moment, FEM standart

J JÜRİ:

5. Danışmanın Unvanı, Adı Soyadı

Kabul tarihi: 11/06/08

6. 2. Tez Danışmanının Unvanı, Adı Soyadı

Sayfa Sayısı: 70

7. Jüri Üyesinin Unvanı, Adı Soyadı

8. Jüri Üyesinin Unvanı, Adı Soyadı

1. GİRİŞ :

Eskiden insanlar ağır yükleri kaldırıp taşıyabilmek için çeşitli aygıtlar kullanmışlardır. Zira bu yükleri taşımak için kol kuvveti yeterli olmamaktaydı. Ağır endüstride her an bir yerden başka bir yere büyük yükler taşıma zorunluluğu şimdi de mevcuttur. Dolayısıyla bu işe uygun aygıtları, makine ve tesislerin kullanılması günümüzde de gereklidir.

Oysa günümüzde bu makine ve tesislerden beklenen amaç, sadece kol kuvvetinin yetmeyeceği ağır yükleri kaldırmak, istenilen bir yere iletme değil; aynı zamanda çeşitli dallardaki üretimin daha rasyonel bir hale getirilmesini sağlamaktır.

1.1 Tanımlar :

Yüklerin kaldırma ve taşıma araç veya tesisleriyle yakın mesafelere taşınmasına yakın mesafe transport işleri denir.

İnşaat şantiyeler, makine sanayi, depolar, limanlar, bürolar v.b. yerlerde yapılan endüstriyel taşımada malların sadece kaldırılmadığı, yatay olarak da taşındığı görülmektedir. Bu nedenle yakın mesafe transport işlerinde kullanılan araç ve tesislere “Kaldırma ve taşıma makineleri” veya “Transport makineleri” demek doğru olur.

Kaldırma ve taşıma makinelerini birbirinden ayıran en önemli özellik “Kesikli çalışma” veya “Sürekli çalışma” durumlarıdır. Kesikli çalışmada periyodik olarak yapılan hareketler söz konusudur. Makine malı istenilen yere götürmek için bir periyotta, “durma”, “hızlanma”, “düzgün hareket” ve yavaşlama evrelerini geçirir. Yeniden bir taşıma için tekrar geri döner ve her mal iletiminde bu hareketler tekrarlanır. Oysa sürekli (kesintisiz) çalışan transport makinelerinde, çalışma ve mal iletimi hep aynı yönde olmaktadır. Kesikli çalışan transport makinelerine “Kaldırma makineleri”, sürekli çalışan transport makinelerine ise “Taşıma makineleri” denir.

Kaldırma makinelerini meydana getiren tipler sınıflandırmada belirtilmiştir. Burada adları geçen makinelerin, çoğu kez karışıklığa neden olanları için, tanımları aşağıda ele alınmıştır.

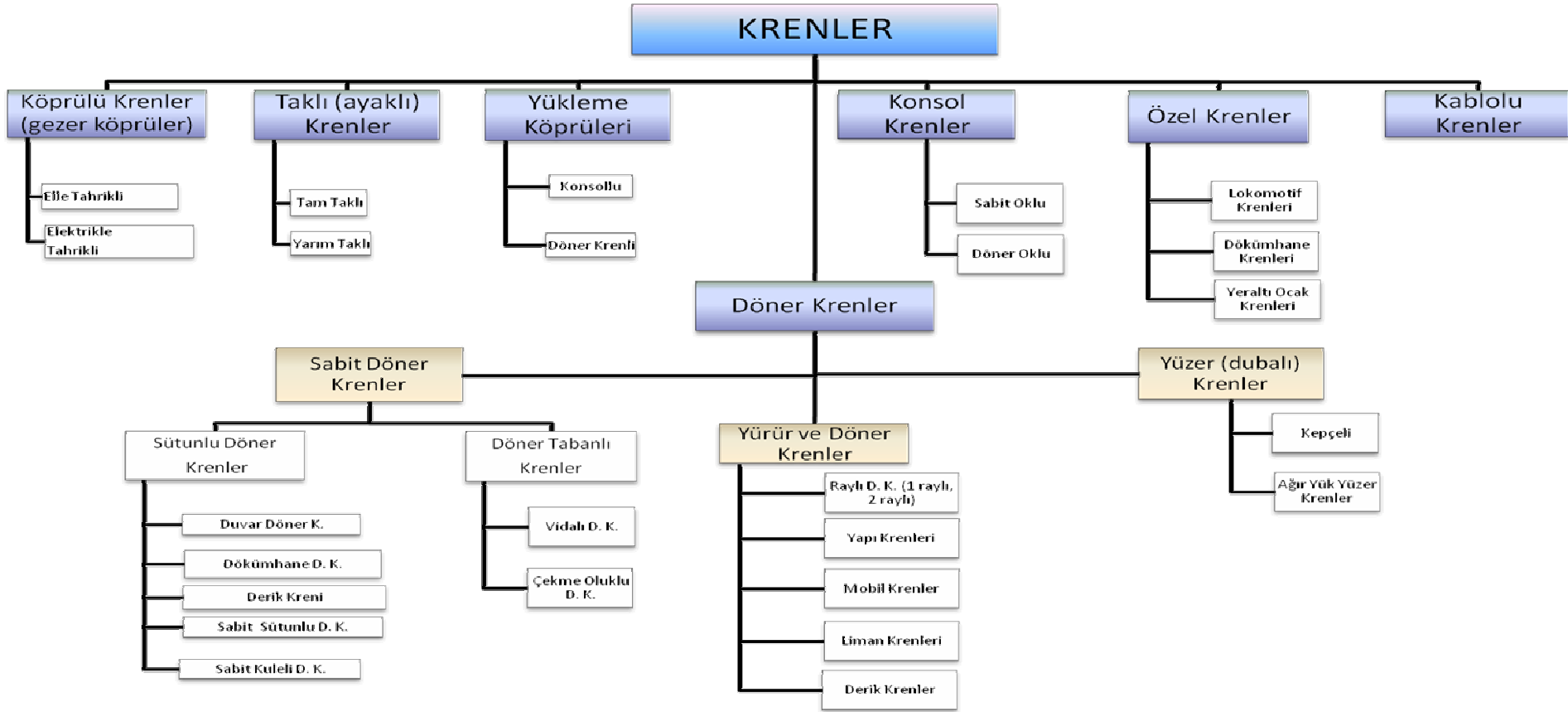
Basit kaldırma makineleri : Yükleri yalnız kaldıran “kriko”, “palanga” ve “vinç(çıkırık)” gibi konstrüksiyonu basit kaldırma makineleridir.

Palangalar : Yüksek bir yere asılarak yerden kumanda ile yükleri yukarıya doğru kaldırır. Yani yüklerin hareketi düşey eksen boyunca gerçekleşmektedir.

Vinçler : İngilizce “winch” sözcüğünün karşıtı olarak dilimize girmiştir. Bu kaldırma makineleri de palangalarda olduğu gibi, yüklerin kaldırılmasında veya çekilmesinde kullanılırlar. Yüklerin hareketi tek eksen boyunca olmaktadır. Palangalara göre kaldırma kapasiteleri ve yükseklikleri daha fazladır.

Krenler : Dilimize almanca “Kran”, İngilizce “Crane” sözcüklerinden geçmiştir. Bu Tür kaldırma makineleri, yüklerin kaldırılması veya indirilmesinden başka bunların yatay hareketlerine de olanak sağlarlar. Yüklerin hareketi üç eksen doğrultusunda yani uzaysal olarak sağlanabilmektedir. Bu nedenle buldukları atölye, fabrika, ambar v.b. yerlerde çok faydalı ve etkili olan kaldırma makineleridir.

Aşağıdaki şekilde krenlerle ilgili bir sınıflandırma mevcuttur. Tez içerisinde bahsedeceğimiz tasarım, 45 tm.’lik kremayerli bir mobil krenin tasarımıdır.



Şekil 1.1 – Krenlerin Sınıflandırılması

1.2 FEM ve DIN Normları ile Transport Sistemlerinin Sınıflandırılması :

Kaldırma makineleri ve parçalarının konstrüksiyonunda, sistemin kullanım süresince istenen performansta görevini yerine getirmesi, dikkate alınması gereken en önemli özelliktir. Bu amaç doğrultusunda ilk olarak dizaynı yapılacak olan kaldırma makinesinin ve parçalarının FEM(Federation Europeenne de la Manutention) standardına göre belirlenen çalışma grubu ve süresi belirlenmelidir. FEM standardına göre kaldırma makinelerinin sınıflandırması 3 gruba göre yapılmıştır. Bunlar ;

- Kaldırma makinesi bütün olarak,
- Özel ekipman ve mekanizmalar bütün olarak,
- Yapısal ve mekanik parçalar.

Bu sınıflandırma yapılırken 2 kriter esas alınmıştır. Bunlar;

- Hesaba katılan parçaların toplam kullanım süresi,
- Kanca yükü, yükleme veya herhangi bir parçadaki gerilim dağılımı.

1.3 Kaldırma Makinelerinin Sınıflandırılması :

Sistem Sınıflandırması :

Kaldırma makineleri bütün olarak A1, A2,.....A8'e kadar olan sembollerle 8 grup halinde, 10 adet kullanım süresine göre ve 4 adette yük dağılımına göre sınıflandırılırlar.

Kullanım Sınıflandırması :

Kullanım sınıflandırmasının anlamı, kaldırma makinesinin çalışma süresi boyunca yapacağı kaldırma iş sayıdır. Kaldırma işi bütün olarak bir dizi operasyonlar içerisinde gerçekleşir. Bunlar kaldırmanın başlaması, hareket yönü ve işlem sonudur.

Toplam kullanım süresi ise makinenin servis dışına alınıncaya kadar yapmış olduğu çalışma süresidir. Bu süre, U0, U1,.....U9'a kadar olan 10 sembole göre dizayn edilmiştir.

Sembol	Toplam Kullanım (n_{max} max. kaldırma sayısı)				
U0			n_{max}	\leq	16000
U1	16000	<	n_{max}	\leq	32000
U2	32000	<	n_{max}	\leq	63000
U3	63000	<	n_{max}	\leq	125000
U4	125000	<	n_{max}	\leq	250000
U5	250000	<	n_{max}	\leq	500000
U6	500000	<	n_{max}	\leq	1000000
U7	1000000	<	n_{max}	\leq	2000000
U8	2000000	<	n_{max}	\leq	4000000
U9	4000000	<	n_{max}	\leq	

Tablo 1.1 – Toplam Kullanım Süreleri

Kaldırma Makinelerinin Grup Sınıflandırması :

Kaldırma Makineleri aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi A1 ile A8 arasında 8 grup halinde sınıflandırılmıştır.

Yük Dağılım Sınıfı	Kullanım Sınıflandırması									
	U0	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9
Q1	A1	A1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Q2	A1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8
Q3	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8	A8
Q4	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8	A8	A8

Tablo 1.2 – Kaldırma Makinalarının Grup Sınıflandırılması

Kaldırma Makinelerinin Sınıflandırılması :

Aşağıdaki tabloda kaldırma makinelerinin sınıflandırılması ile ilgili rehber bilgiler verilmiştir. Aynı tipteki kaldırma makineleri değişik yollarla kullanılabilirler, ancak ayırt etmek için bir gruplandırma yapmak gerekir. Bu gruplandırma yapılırken kaldırma makinesinin tipi, yükleme grubu ve kaldırma kriterleri dikkate alınmalıdır. Kaldırma

makinelerinin sınıflandırmasında kullanılan ve kren tipine göre sınıflandırma aşağıda görülmektedir.

Referans	Kren Tipi	Kaldırma Şekli	Vinç grubu
1	El ile tahrikli vinçler		A1 - A2
2	Tahrikli krenler		A1 - A2
3	Güç istasyonları ve atelyeler için tahrikli ve demontaj krenleri		A2 - A4
4	Depolama ve hurda taşıyıcıları	Kancalı	A5
5	Depolama ve hurda taşıyıcıları	Tutucu veya magnet	A6 - A8
6	Atelye krenleri		A3 - A5
7	Gezer köprülü krenler	Tutucu veya magnet	A6 - A8
8	Kepçeli krenler		A6 - A8
9	Yer altı fırın köprüsü		A8
10	Kazıyıcı kren, fitin besleme kreni		A8
11	Demir ocağı krenleri		A6 - A8
12.a	Yük boşaltma ve konteynırlar için köprü krenleri	Kancalı veya çift kancalı	A5 - A6
12.b	Diğer köprü vinçleri	Kancalı	A4
13	Yük boşaltma için köprü krenleri	Tutucu veya magnet	A6 - A8
14	Havuz krenleri, tersane krenleri(yük boşaltmak için)	Kancalı	A3 - A5
15	Dok vinçleri, yüzer veya sahil krenleri	Kancalı	A5 - A6
16	Dok vinçleri, yüzer veya sahil krenleri	Tutucu veya magnet	A6 - A8
17	Ağır yükler için yüzer veya sahil krenleri		A2 - A3
18	Güverte krenleri	Kancalı	A3 - A4
19	Güverte krenleri	Tutucu veya magnet	A4 - A5
20	İnşaat için kule krenler		A3 - A4
21	Vinçler		A2 - A2

Tablo 1.3 – Kaldırma Makinalarının Sınıflandırılması

Yükleme Tiplerinin Sınıflandırılması :

Bir kaldırma makinesinin konstrüksiyonunda ilk olarak yapılacak işlem yükleme tipinin belirlenmesidir. DIN 15018 standardına göre yükleme 3 grupta incelenmektedir. Bunlar;

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

Yüklemenin H (ana yük) hali :

Ana yük denilince anlaşılması gereken kısımlar ve kuvvetler :

- Kaldırma makinesinin öz ağırlığının kuvveti (Kiriş, araba, kanca, travers, çelik halatlar, kepçe ve magnetler v.b.),
- Kaldırma yükü kuvveti,
- Tahrik ivmesi ve frenlemesinden kaynaklanan kütle kuvvetleri,
- Yük darbeleri sonucu oluşan kuvvet,
- Platform öz ağırlığından ileri gelen kuvvet.

Yüklemenin HZ (ana ve ek yükler) hali :

Ek yük denilince anlaşılması gereken kuvvetler ;

- Rüzgar kuvveti,
- Kasılmadan ve çarpık hareketlerden ileri gelen kuvvetler,
- Isıdan ileri gelen kuvvetler,
- Kar yükünden ileri gelen kuvvetler,
- Merdivenler, raflar ve korkulukların yük ağırlığından ileri gelen kuvvetler.

Yüklemenin HS (ana ve özel yükler) hali :

Özel yük denilince anlaşılması gereken kuvvetler :

- Kaldırma makinesini işletmeye alırken kullanılan kontrol yüklerinden ileri gelen kuvvetler,
- Tampon kuvvetleri,
- İki araba veya vinç beraberce bir rayda çalışıyorlarsa, bunların çarpışma kuvveti.

1.4 Taşıyıcı Sistem Elemanlarının İşletme Mukavemetine Göre Sınıflandırılması :

Sistem elemanlarıyla ilgili iki farklı sınıflandırma söz konusudur :

- Kaynak edilmiş kısımlar
- Kaynak edilmemiş kısımlar

Kaynak edilmiş kısımlar için :

- W_0 hali, bizzat malzemenin çentik etkisi olmaması hali için geçerlidir.
- W_1 ve W_2 halleri, delinmiş yapı elemanları için geçerlidir.

Kaynak edilmiş kısımlar için :

- K0 – Az Çentik Etkisi
- K1 – Yumuşak Çentik Etkisi
- K2 – Orta Çentik Etkisi
- K3 – Kuvvetli Çentik Etkisi
- K4 – Çok Kuvvetli Çentik Etkisi

Aşağıdaki tablolar kullanılarak sistem elemanının dinamik emniyetli gerilme değeri bulunur. FEM standartları çerçevesinde bulunan bu değerler, sistem elemanı malzemesinin Wöhler Eğrisinin alt kısmı olan sürekli mukavemet bölgesinin içinde olduğu gözlemlenmiştir.

Zorlanma Grupları	Kaynak Edilmemiş Kısımların Çentik Hali						Kaynak Edilmiş Kısımların Çentik Hali (St37 , St52, Fe 360 Fe 510)				
	W ₀		W ₁		W ₂		K0	K1	K2	K3	K4
	Fe 360	St 52	Fe360	St 52	Fe360	St 52					
	St 37	Fe 510	St 37	Fe510	St 37	Fe 510					
	St 44		St 44		St 44						
A1	249,1	298,0	211,7	253,3	174,4	208,6	361,9	323,1	271,4	193,9	116,3
A2	224,4	261,7	190,7	222,4	157,1	183,2	293,8	262,3	220,3	157,4	94,4
A3	202,2	229,8	171,8	195,3	141,5	160,8	238,4	212,9	178,8	127,7	76,6
A4	182,1	201,8	154,8	171,5	127,5	141,2	193,5	172,8	145,1	103,7	62,2
A5	164,1	177,2	139,5	150,6	114,9	124,0	157,1	140,3	117,8	84,2	50,5
A6	147,8	155,6	125,7	132,3	103,5	108,9	127,5	113,8	95,6	68,3	41,0
A7	133,2	136,6	113,2	116,2	93,2	95,7	103,5	92,4	77,6	55,4	33,3
A8	120,0	120,0	102,0	102,0	84,0	84,0	84,0	75,0	63,0	45,0	27,0

Tablo 1.4 – Gruplara ve Çentik Haline Bağlı İşletme Emniyeti Değeri (N/mm²)

1.5 FEM Standartlarına Göre Krenlere Uygulanan Testler

FEM standartları çerçevesinde kren tasarımı yapıldıktan sonra krene 2 çeşit test uygulanır.

- Dinamik Test : Krenin normal taşıma kapasitesinin 1,2 kat üzerine çıkılarak test gerçekleştirilir. Krenin yapacağı her hareket atlanmadan sırayla yapılır ve bu işlem sırasında hız ve motorun ısınması dikkate alınmaz.
- Statik Test : Krenin normal taşıma kapasitesinin 1,4 kat üstüne çıkılarak yapılır. Burada özellikle krenin en açık ve yere en yakın konumundaki dayanımı değerlendirilir ve daha sonra yavaş yavaş krenin bomları yukarıya doğru dikilerek devam eder.

Aşağıdaki tabloda bazı Avrupa ülkelerinde krenler için yapılan statik ve dinamik test kriterleri yer almaktadır.

Ülke	Dinamik Test	Statik Test	Yorumlamalar
AVUSTURYA	$x \leq 25t$%125 $x > 25t$ %110		
BELÇİKA	$x \leq 20t$%125 $20 t < x \leq 50t$+5t. $x > 50t$ %110	$x \leq 20t$%140 $20 t < x \leq 50t$+10t. $x > 50t$ %120	
İSVİÇRE			DIN 15030'a göre
ALMANYA	$P_k = 1,25 P$ (H1 ve H2) $P_g = 1,33 P$ $P_k = 1,25 P_1 + 0,25 P_0$	$P_g = 1,50 P$ (H3 veH4) $P_g = 1,33 P - 1,4 P$	DIN 15018 Bölüm 1 DIN 15019 Bölüm 1 DIN 15030
FRANSA	%120 (kule vinçleri ve bazı statik vinçler için : %110)	%150 (kule vinçleri ve bazı statik vinçler için : %133)	
İTALYA	%120 kule vinçlerinde %110 diğer kren uygulamalarında		15 dakika boyunca
HOLLANDA	$x \leq 20t$%125 $20 t < x \leq 50t$+5t.	Mecburi değil	
NORVEÇ	$x \leq 20t$%125 $20 t < x \leq 50t$+5t. $x > 50t$ %110 veya FEM	FEM	
İSVEÇ	$x \leq 5t$%125 $5 t < x \leq 20t$%120 $20 t < x \leq 50t$%115 $x > 50t$ %110		

Tablo 1.5 – Bazı Avrupa Ülkelerindeki Kren Test Yükleri

2.HİDROLİK VİNÇ TASARIMINA GİRİŞ :

2.1 Altıgen Kesit Mukavemet Momenti Formülünün Çıkarılması

2.1.1 Dikey Pozisyon İçin Hesaplama Teorisi

W_x değeri hesaplanırken, yan dikdörtgen kesitler ile yukarı ve aşağıdaki dikdörtgen kesitlerin değerleri bulunarak sonuca gidilir.

x eksenine göre mukavemet momenti :

$$I_{x1} = bh^3/36 , \quad I_{x2} = bh^3/12 , \quad I_m = I_x + a^2s ,$$
$$I_t = I_{m1} + I_{m2} + I_{m3} + I_{m4} + I_{m5} + I_{m6} , \quad W_x = I_t / y_{\max}$$

I_x : Her bir kesitin x eksenine göre atalet momenti

I_m : Her bir kesitin merkez eksenine göre atalet momenti

$$S1 = B.Hy/2 , \quad S2 = B.hy/2 , \quad S3 = t.Hk$$
$$I_1 = B.Hy^3/36 , \quad I_2 = Bhy^3/36 , \quad I_3 = t.Hk/12$$

I_m = I_x + a²s formülünden ;

$$I_{m1} = I_1 + (Hy/3 + Hk/2)^2 \cdot S1 , \quad I_{m2} = I_2 + (hy/3 + Hk/2)^2 \cdot S2$$
$$I_t = (I_{m1} - I_{m2} + I_{m3}) \times 2 \quad W_x = I_t / y_{\max} \text{ olarak bulunur.}$$

2.1.2 Yatay Pozisyon İçin Hesaplama Teorisi

W_y değeri hesaplanırken y ekseninde taban tabana duran iki simetrik yamuğun kesit değerleri bulunarak sonuca gidilir.

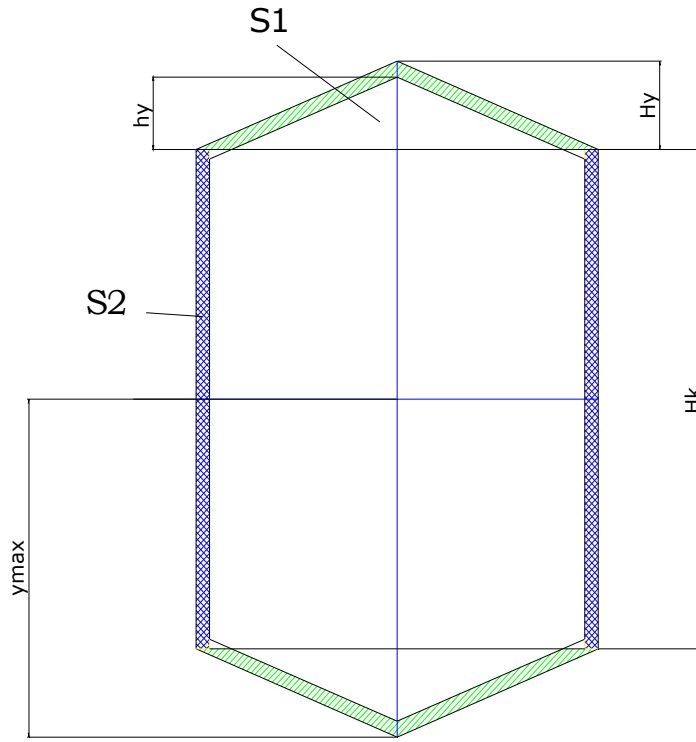
y eksenine göre mukavemet momenti :

Yamuk mukavemet momenti formülü bilinmediğinden, dikdörtgen ve üçgenler oluşturularak formül elde edilir.

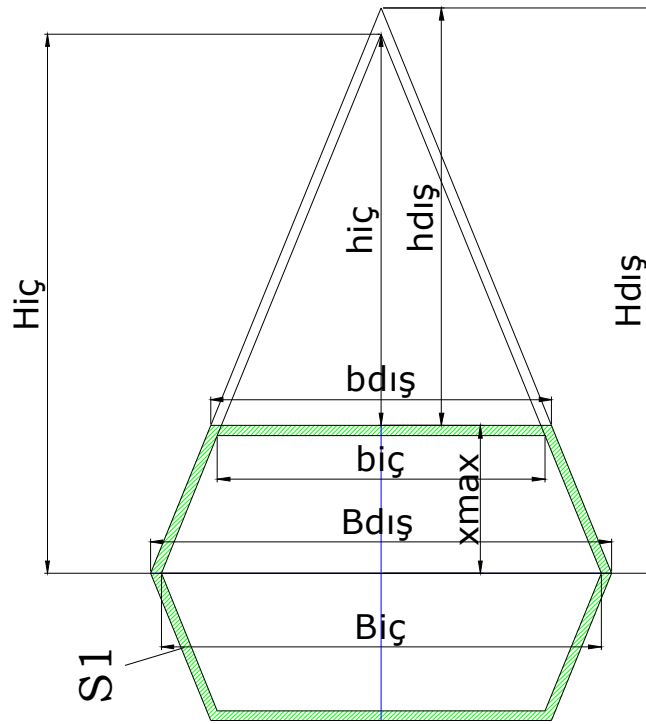
$$I_1 = Bdış \cdot Hdış^3 / 36 , \quad I_2 = bdış \cdot hdış^3 / 36 , \quad I_{m1} = I_1 + (Hdış / 3)^2 \cdot (Bdış \cdot Hdış / 2)$$
$$I_{m2} = I_2 + ((hdış / 3) + Hdış - hdış)^2 \cdot (bdış \cdot hdış / 2) ;$$

I_m : Her bir kesitin merkez noktasına göre atalet momenti

$$I_{mdış} = I_{m1} - I_{m2} = Bdış \cdot Hdış^3/12 - (bdış \cdot hdış^3/36 + (Hdış - 2hdış/3)^2 \cdot bdış \cdot hdış / 2)$$
$$I_{miç} = I_{m3} - I_{m4} = Biç \cdot Hiç^3/12 - (biç \cdot hiç^3/36 + (Hiç - 2hiç/3)^2 \cdot biç \cdot hiç / 2)$$
$$I_t = 2 \times (I_{mdış} - I_{miç}) , \quad W_y = I_t / x_{\max}$$



Şekil 2.1 – Dikey Pozisyon İçin Parametreler



Şekil 2.2 – Yatay Pozisyon İçin Parametreler

2.2 Bomlarla İlgili Hesaplama Esasları ve Formülleri

Bomların tam açık olması durumunda kesit mukavemetleri hesaplanabilir.

$$M_{IL} = F.L, \quad M_{IG} = G_1.L_1 + G_2.L_2 + G_3.L_3...$$

Burada ; **G** ağırlıkları her bir bomun ayrı ayrı ağırlıkları olmak üzere, **L** mesafeleri, her bomun kendi ağırlık merkezinden, bulmaya çalıştığımız kesite kadar olan yatay mesafelerdir.

$$\sigma_G = M_{IG} / W_x, \quad \sigma_L = M_{IL} / W_x, \quad \sigma_H = 0,03 F.L / W_y$$

$$\sigma_{It} = M (\sigma_G + \psi \sigma_L + \sigma_H) \leq \sigma_{em}$$

$\psi = 1.25$ alınabilir (titreşim katsayısı) ,

$M=1$ alınabilir (işletme koşullarına göre olan katsayı(hafif işletme))

Burada W_x kesit mukavemet momenti hesaplanırken altıgen profil söz konusu olduğu için profilin her bir alanına ayrı ayrı mukavemet momenti hesabı yapmak gerekir. Burada kullanılacak formüller:

$$I_x = bh^3/12, \quad I_m = I_x + a^2s, \quad I_t = I_{m1} + I_{m2} + I_{m3} + I_{m4} + I_{m5} + I_{m6}, \quad W_x = I_t/y_{max}$$

I_x : Her bir kesitin atalet momenti

I_m : Her bir kesitin merkez noktasına göre atalet momenti

Aynı şekilde W_y için de hesaplama yapılacaktır. Buradan elde edilen değerler aşağıdaki formülde yerine konulur.

$$M_{IIL} = F.L', \quad M_{IG} = G_1.L_1' + G_2.L_2'$$

$$\sigma_G = M_{IIG} / W_x, \quad \sigma_L = M_{IIL} / W_x, \quad \sigma_H = 0,03 F.L' / W_y$$

$$\sigma_{It} \leq \sigma_{em}$$

$$M_{IIIL} = F.L'', \quad M_{IG} = G_1.L_1''$$

$$\sigma_G = M_{IIIG} / W_x, \quad \sigma_L = M_{IIIL} / W_x, \quad \sigma_H = 0,03 F.L'' / W_y$$

$$\sigma_{It} \leq \sigma_{em}$$

Not : Bom sayısına göre distant içe doğru hesap yapılır. Bom sayısı arttıkça yukarıda kullanılan denklemlere de yenilerini eklemek gerekir.

ANA BOM'UN A NOKTASINDAKİ TOPLAM MOMENTİ :

$$\sum M_A = Fs.x$$

Fs : Lift silindirinin kaldırdığı kuvvet

x : Lift silindirinin, ana bomun A noktasına olan dik uzaklığı

2.3 Ana Gövde Üzerindeki Yataklarla İlgili Hesaplama Esasları ve Formülleri

Yataklar basma, eğilme ve burulma gerilmesine maruz kalırlar :

- BASMA GERİLMESİ : $\sigma_b = Ft / A$
- EĞİLME GERİLMESİ : $\sigma_e = Me / Wx$
- BURULMA GERİLMESİ : $\tau_b = Md / Wp$ olarak bulunmaktadır.

Burada pratik olarak $Wp = 2Wx$ olarak alınabilir.

Aynı zamanda pratik hesap için eğilme momentini $Me = F.L.1,2$ şeklinde hesaplayabiliriz.

BASMA GERİLMESİ İÇİN :

Basma gerilmesindeki Ft ise; asılan yük ve yatakların kaldırdığı bomların ağırlıkları toplamından elde edilir.

Yani; $Ft = F + G_1 + G_2 + G_3 + \dots$ olarak elde edilir.

EĞİLME GERİLMESİ İÇİN :

$Me = Fn.h$ ise burada yataklara gelen kuvvetler $f_{1,2} = Fn. \mu$ olarak hesaplanır.

Burada yatak yağlamasına göre sürtünme katsayısı $\mu = 0,05$ olarak alınabilir.

Wx ise ; $Wx = \pi (d_d^4 - d_i^4) / 32d_d$ formülünden hesaplanır.

BURULMA GERİLMESİ İÇİN :

$\tau_b = Md / Wp$ genel formülünden yola çıkarak Md'nin (Döndürme momenti)

hesaplanması gerekir.

$$Md = Ms + Mi$$

Ms : Sürtünme momenti

Mi : İvmelenme Momenti

$$Ms = f_1 \cdot d_1/2 + f_2 \cdot d_2/2$$

$$Mi = I \cdot \varepsilon \quad \varepsilon = \omega/t$$

$$I = (F/g) \cdot L^2 + (G_1/g) \cdot L_1^2 + (G_2/g) \cdot L_2^2 \dots$$

t = 5 sn. olarak kabul edilebilir.

Toplamdan gerekli döndürme momenti bulunarak ;

$$Md = F_k \cdot (D_0/2) \cdot n$$

n : Silindir sayısı

Formülünden F_k değeri hesabına geçilir.

2.4 Silindir Mukavemetiyle İlgili Hesaplama Esaları ve Formülleri

Silindir mukavemetiyle ilgili iki ayrı kontrol yapılacaktır :

1) Burkulma kontrolü :

$$K = \pi^2 \cdot E \cdot j / L^2$$

L = Silindirin bir tarafı sabitlenmiş önden flanşlı hareket eden yük için (1 olarak silindirin bağlantı durumuna göre hesap yapılacaktır.)

E = Elastiklik modülü (kg/cm) (çelik için $2,1 \times 10^6$ kg/cm.)

j = Piston kolu alanı ikinci momenti (Silindir için : $\pi d^4/64$)

K = Belverme yükü (kg.)

$$F = K / S$$

F = Max. taşıma yükü

S = Emniyet Faktörü (Genelde 2,5 alınır)

olarak hesaplanır.

2) Silindirlerin et kalınlığı kontrolü

$$sv = (di \cdot P) / 20 \cdot K$$

$$s = 1,11 \cdot (sv + c)$$

da : Boru dış çapı (mm.)

di : Boru iç çapı (mm.)

P : Sistem Basıncı

sv : Hesaplanan et kalınlığı (mm.)

s : Boru et kalınlığı (mm.)

K : St52 için 240 N/mm²

c : Korozyon payı (1 mm.)

$$sv = (di \cdot P) / 20 \cdot K$$

$$s = 1,11 \cdot (sv + c)$$

s değerleri karşılaştırılarak et kalınlığının uygun olup olmadığı hesaplanır.

2.5 Bağlantı Elemanlarıyla İlgili Mukavemet Hesaplamaları ve Formüller

Yukarıda da hesaplandığı gibi kaynak bağlatıları bom hesabı içerisinde işletme mukavemetinin de göz önünde bulundurulmasıyla emniyet hesabı içinde hesaplanırlar.

Bom üzerinde bağlantı elemanı olarak bir de pimler vardır. Pimler vincin kaldırdığı kuvvetler karşısında bulunduğu kesiti kesmeye zorlarlar.

$$\tau_k = Fk / 2A_{pim}$$

$$\tau_{em} > \tau_k$$

$$\tau_k = \sigma_R \cdot 0,5$$

Bu hesaplamaların dışında vinçlere özel devrilme hesabının da yapılması gereklidir. Bu hesap tasarımın son kısmında detaylı bir şekilde incelenecektir.

GO45 TEKNİK ÖZELLİKLER

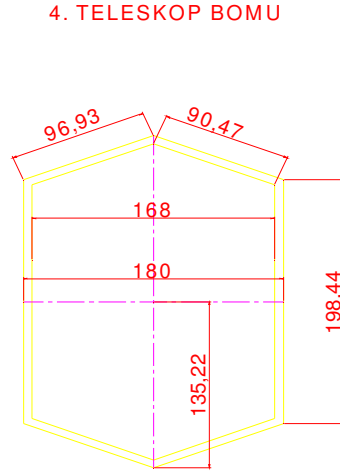
Max Moment	45tm.
Ana mesnet açıklığı	9m.
İlave Mesnet Açıklığı	6m.
Yatay Uzama	11m.
Yükseklik	15m.
Yağ Tankı	250 lt.
Pompa Kapasitesi	90 cm ³ /dev.
Çalışma Basıncı	250 Bar.
Dönüş Sistemi	KREMAYERLİ
Max. Dikilme Açısı	87°
Kren Grubu	A4

3. 45 TONMETRE'LİK VİNCİN BOM KESİTLERİNİN EMNİYET HESABI

3.1 Bom Kesit Mukavemet Momentlerinin Hesaplanması :

En dıştaki bom kesitinin boyutları deneme yanılma yoluyla tahmini olarak Şekil 1'deki gibi bulundu. Diğer bomların kesitleri üst ve altlardan 13'er yanlardan 6'şar mm. aralıklarla ve 10mm., 8mm. ve 6mm. et kalınlıklarına göre belirlenmiştir. Sistemimiz bir ana, bir kırma ve dört adet teleskop bomundan oluşacaktır.

- **4. Teleskop Bomu :**



Şekil 3.1 – 4. Teleskop Bomu kesit değerleri

Et kalınlığı $t=6\text{mm}$.

İki ayrı eksene göre iki tane ayrı mukavemet momenti hesaplamak gereklidir. Buradaki formüllerde kullanılan parametreler Şekil 1'de gösterilmiştir.

a) **x eksenine göre mukavemet momenti :**

$$I_{x1} = bh^3/36 \quad I_{x2} = bh^3/12 \quad I_m = I_x + a^2s \quad I_t = I_{m1} + I_{m2} + I_{m3} + I_{m4} + I_{m5} + I_{m6} ,$$
$$W_x = I_t/y_{max}$$

I_x : Her bir kesitin atalet momenti

I_m : Her bir kesitin merkez noktasına göre atalet momenti

$$S_1 = 32,65 \text{ cm}^2 ; S_2 = 22,055 \text{ cm}^2 ; a_1 = 11,13 \text{ cm} ; a_2 = 10,91 \text{ cm} .$$

$$I_1 = 23,97 \text{ cm}^4 ; I_2 = 10,94 \text{ cm}^4 ; I_3 = 390,47 \text{ cm}^4$$

$I_m = I_x + a^2 s$ genel formülünden ;

$$I_{m1} = I_1 + a_1^2 s_1 = 4070,28 \text{ cm}^4 , \quad I_{m2} = I_2 + a_2^2 s_2 = 2639,06 \text{ cm}^4$$

$$I_{m3} = 780,95 \text{ cm}^4$$

$$I_t = I_{m1} + I_{m2} + I_{m3} + I_{m4} + I_{m5} + I_{m6}$$

$$I_t = 2 (4070,28 - 2639,06 + 780,95) = 3643,4 \text{ cm}^4$$

$$W_x = I_t / y_{\max} \quad y_{\max} = 13,52 \text{ cm} . \quad W_x = 3643,4 / 13,52 = 268,77 \text{ cm}^3$$

olarak bulunur .

b) y eksenine göre mukavemet momenti :

Şekil 1'de belirtilen formüldeki parametrelerin yerine, Şekil 2'deki ölçülerden yola çıkarak bulunan gerekli değerler konulduğu takdirde :

$$I_{mdış} = 5231,7 \text{ cm}^4$$

$$I_{miç} = 4069,2 \text{ cm}^4$$

$$I_t = 2 \cdot (I_{mdış} - I_{miç}) = 2325,14 \text{ cm}^4$$

$$W_y = I_t / x_{\max} \quad x_{\max} = 9 \text{ cm} . \quad W_y = 2325,14 / 9 = 258,86 \text{ cm}^3$$

olarak bulunur .

4. Teleskop Bomu için x ve y eksenlerine göre hesaplanan mukavemet momentleri ;

$$W_{x4} = 268,77 \text{ cm}^3 \quad \text{ve} \quad W_{y4} = 258,86 \text{ cm}^3 \quad \text{olur} .$$

3. Teleskop Bomu :

a) x eksenine göre mukavemet momenti :

$$I_{x1} = bh^3/36 \quad I_{x2} = bh^3/12 \quad I_m = I_x + a^2 s \quad I_t = I_{m1} + I_{m2} + I_{m3} + I_{m4} + I_{m5} + I_{m6} ,$$

$$W_x = I_t / y_{\max}$$

$$S_1 = 43,62 \text{ cm}^2 ; S_2 = 27,53 \text{ cm}^2 ; a_1 = 13,02 \text{ cm} ; a_2 = 12,73 \text{ cm} .$$

$$I_1 = 42,78 \text{ cm}^4 ; I_2 = 17,05 \text{ cm}^4 ; I_3 = 837,655 \text{ cm}^4$$

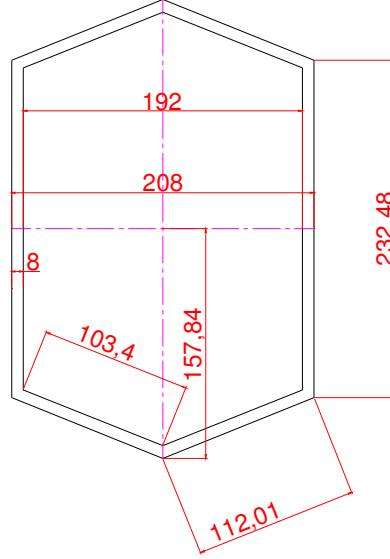
$I_m = I_x + a^2 s$ genel formülünden ;

$$I_{m1} = I_1 + a_1^2 s_1 = 7443,05 \text{ cm}^4 , \quad I_{m2} = I_2 + a_2^2 s_2 = 4484,2 \text{ cm}^4$$

$$I_{m3} = 1675,31 \text{ cm}^4$$

$$I_t = I_{m1} + I_{m2} + I_{m3} + I_{m4} + I_{m5} + I_{m6}$$

3. TELESKOP BOMU



Şekil 3.2 – 3. Teleskop Bomu kesit değerleri

$$I_t = 2 (7443,05 - 4484,2 + 1675,31) = 7593,04 \text{ cm}^4$$

$$W_x = I_t / y_{\max} \quad y_{\max} = 15,8 \text{ cm.} \quad W_x = 7593,04 / 15,8 = 479,79 \text{ cm}^3$$

olarak bulunur

b) y eksenine göre mukavemet momenti :

$$I_{x1} = bh^3/36 \quad I_{x2} = bh^3/12 \quad I_m = I_x + a^2 s \quad I_t = I_{m1} + I_{m2} + I_{m3} + I_{m4} + I_{m5} + I_{m6} ,$$

$$W_x = I_t / y_{\max}$$

$$I_{\text{mdış}} = 9455,27 \text{ cm}^4$$

$$I_{\text{miç}} = 7069,82 \text{ cm}^4$$

$$I_t = 2 \cdot (I_{\text{mdış}} - I_{\text{miç}}) = 4770,84 \text{ cm}^4$$

$$W_y = I_t / x_{\max} \quad x_{\max} = 10,38 \text{ cm.} \quad W_y = 4770,84 / 10,38 = 459,533 \text{ cm}^3$$

olarak bulunur .

3. Teleskop Bomu için x ve y eksenlerine göre hesaplanan mukavemet momentleri ;

$$W_{x3} = 479,79 \text{ cm}^3 \quad \text{ve} \quad W_{y3} = 459,533 \text{ cm}^3 \quad \text{olur.}$$

• 2. Teleskop Bomu :

Et kalınlığı $t=8$ mm.

a) x eksenine göre mukavemet momenti :

$$I_{x1} = bh^3/36 \quad I_{x2} = bh^3/12 \quad I_m = I_x + a^2s \quad I_t = I_{m1} + I_{m2} + I_{m3} + I_{m4} + I_{m5} + I_{m6} ,$$

$$W_x = I_t/y_{max}$$

$$S_1 = 56,09 \text{ cm}^2 \quad ; \quad S_2 = 37,6 \text{ cm}^2 \quad ; \quad a_1 = 14,9 \text{ cm} \quad ; \quad a_2 = 14,6 \text{ cm} .$$

$$I_1 = 70,74 \text{ cm}^4 \quad ; \quad I_2 = 31,8 \text{ cm}^4 \quad ; \quad I_3 = 1261,83 \text{ cm}^4$$

$$I_m = I_x + a^2s \text{ genel formülünden ;}$$

$$I_{m1} = I_1 + a_1^2s_1 = 12545,46 \text{ cm}^4 \quad , \quad I_{m2} = I_2 + a_2^2s_2 = 8075,06 \text{ cm}^4$$

$$I_{m3} = 2523,66 \text{ cm}^4$$

$$I_t = I_{m1} + I_{m2} + I_{m3} + I_{m4} + I_{m5} + I_{m6}$$

$$I_t = 2 (12545,46 - 8075,06 + 2523,66) = 11464,45 \text{ cm}^4$$

$$W_x = I_t/y_{max} \quad y_{max} = 18,089 \text{ cm.} \quad W_x = 11464,45 / 18,089 = 633,75 \text{ cm}^3$$

olarak bulunur .

b) y eksenine göre mukavemet momenti :

$$I_{mdış} = 15788,9 \text{ cm}^4$$

$$I_{miç} = 12237,65 \text{ cm}^4$$

$$I_t = 2. (I_{mdış} - I_{miç}) = 7102,5 \text{ cm}^4$$

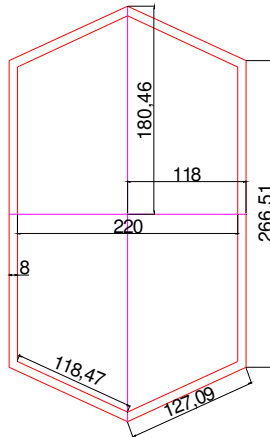
$$W_y = I_t/x_{max} \quad x_{max} = 11,77 \text{ cm.} \quad W_y = 7102,5 / 11,77 = 603,32 \text{ cm}^3$$

olarak bulunur .

2. Teleskop Bomu için x ve y eksenlerine göre hesaplanan mukavemet momentleri ;

$$W_{x2} = 633,75 \text{ cm}^3 \quad \text{ve} \quad W_{y2} = 603,32 \text{ cm}^3 \quad \text{olur.}$$

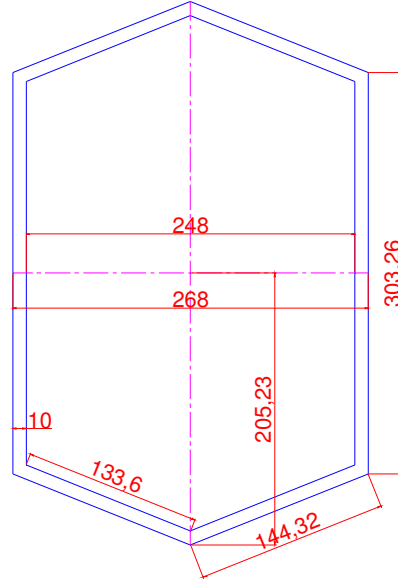
2. TELESKOP BOMU



Şekil 3.3 – 2. Teleskop Bomu kesit değerleri

- **1. Teleskop Bomu :**

1. TELESKOP BOMU



Şekil 3.4 – 1. Teleskop Bomu kesit değerleri

Et kalınlığı $t = 10$ mm.

a) **x eksenine göre mukavemet momenti :**

$$I_{x1} = bh^3/36 \quad I_{x2} = bh^3/12 \quad I_m = I_x + a^2s \quad I_t = I_{m1} + I_{m2} + I_{m3} + I_{m4} + I_{m5} + I_{m6} ,$$

$$W_x = I_t/y_{max}$$

I_x : Her bir kesitin atalet momenti

I_m : Her bir kesitin merkez noktasına göre atalet momenti

$$S_1 = 72,4\text{cm}^2 ; S_2 = 46,42\text{cm}^2 ; a_1 = 16,97 \text{ cm} ; a_2 = 16,6 \text{ cm} .$$

$$I_1 = 117,9 \text{ cm}^4 ; I_2 = 48,45 \text{ cm}^4 ; I_3 = 2325,1 \text{ cm}^4$$

$I_m = I_x + a^2s$ genel formülünden ;

$$I_{m1} = I_1 + a_1^2s_1 = 20970,2\text{cm}^4 \quad , \quad I_{m2} = I_2 + a_2^2s_2 = 12854,11\text{cm}^4$$

$$I_{m3} = 4650,14 \text{ cm}^4$$

$$I_t = I_{m1} + I_{m2} + I_{m3} + I_{m4} + I_{m5} + I_{m6}$$

$$I_t = 2 (20970,2 - 12854,11 + 4650,14) = 20882,35\text{cm}^4$$

$$W_x = I_t/y_{max} \quad y_{max} = 20,58 \text{ cm} . \quad W_x = 20882,35 / 20,58 = 1014,76\text{cm}^3$$

olarak bulunur .

b) y eksenine göre mukavemet momenti :

Şekil 2’de belirtilen formüldeki parametrelerin yerine, Şekil 1’deki ölçülerden yola çıkarak bulunan gerekli değerler konulduğu takdirde :

$$I_{mdış} = 26354,6 \text{ cm}^4$$

$$I_{miç} = 19894,92 \text{ cm}^4$$

$$I_t = 2 \cdot (I_{mdış} - I_{miç}) = 12919,36 \text{ cm}^4$$

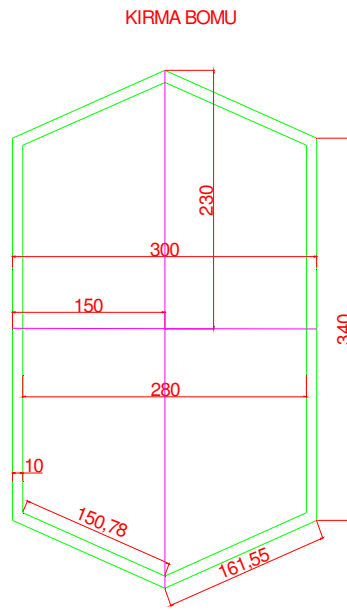
$$W_y = I_t / x_{max} \quad x_{max} = 13,376 \text{ cm.} \quad W_y = 12919,36 / 13,376 = 965,86 \text{ cm}^3$$

olarak bulunur .

1. Teleskop Bomu için x ve y eksenlerine göre hesaplanan mukavemet momentleri ;

$$W_{x1} = 1014,76 \text{ cm}^3 \quad \text{ve} \quad W_{y1} = 965,86 \text{ cm}^3 \quad \text{olur.}$$

• **Kırma Bomu :**



Şekil 3.5 – Kırma Bomu kesit değerleri

Et kalınlığı $t = 10 \text{ mm}$.

a) x eksenine göre mukavemet momenti :

$$I_{x1} = bh^3/36 \quad I_{x2} = bh^3/12 \quad I_m = I_x + a^2 s \quad I_t = I_{m1} + I_{m2} + I_{m3} + I_{m4} + I_{m5} + I_{m6} ,$$

$$W_x = I_t / y_{max}$$

I_x : Her bir kesitin atalet momenti

I_m : Her bir kesitin merkez noktasına göre atalet momenti

$$S_1 = 90,76 \text{ cm}^2 \quad ; \quad S_2 = 61,31 \text{ cm}^2 \quad ; \quad a_1 = 19,02 \text{ cm} \quad ; \quad a_2 = 18,66 \text{ cm} .$$

$$I_1 = 185,216 \text{ cm}^4 ; I_2 = 84,54 \text{ cm}^4 ; I_3 = 3275,33 \text{ cm}^4$$

$$I_m = I_x + a^2 s \text{ genel formülünden ;}$$

$$I_{m1} = I_1 + a_1^2 s_1 = 33019,58 \text{ cm}^4 , \quad I_{m2} = I_2 + a_2^2 s_2 = 21434,459 \text{ cm}^4$$

$$I_{m3} = 6550,67 \text{ cm}^4$$

$$I_t = I_{m1} + I_{m2} + I_{m3} + I_{m4} + I_{m5} + I_{m6}$$

$$I_t = 2 (33019,58 - 21434,459 + 6550,67) = 29720,91 \text{ cm}^4$$

$$W_x = I_t / y_{\max} \quad y_{\max} = 23 \text{ cm.} \quad W_x = 29720,91 / 23 = 1288,81 \text{ cm}^3$$

olarak bulunur .

b) y eksenine göre mukavemet momenti :

$$I_{mdış} = 41451,33 \text{ cm}^4$$

$$I_{miç} = 32278,8 \text{ cm}^4$$

$$I_t = 2. (I_{mdış} - I_{miç}) = 18345,06 \text{ cm}^4$$

$$W_y = I_t / x_{\max} \quad x_{\max} = 15 \text{ cm.} \quad W_y = 18345,06 / 15 = 1225,044 \text{ cm}^3$$

olarak bulunur .

Kırma Bomu için x ve y eksenlerine göre hesaplanan mukavemet momentleri ;

$$W_{xk} = 1288,8 \text{ cm}^3 \quad \text{ve} \quad W_{yk} = 1225,044 \text{ cm}^3 \quad \text{olur.}$$

3.2 Bom Ağırlıkları :

4. Teleskop Bomunun Ağırlığı :

$$G_4 = (S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6) . L . \rho \quad \rho = 0,00785 \text{ kg/cm}^3$$

$$G_4 = 2 (5,572 + 5,4282 + 11,904) [\text{cm}^2] . 260 [\text{cm}] . 0,00785 [\text{kg/cm}^3] = \mathbf{93,49 [\text{kg}]}$$

3. Teleskop Bomunun Ağırlığı :

$$G_3 = (S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6) . L . \rho \quad \rho = 0,00785 \text{ kg/cm}^3$$

$$G_3 = 2 (8,53 + 8,27 + 18,6) [\text{cm}^2] . 260 [\text{cm}] . 0,00785 [\text{kg/cm}^3] = \mathbf{144,5 [\text{kg}]}$$

2. Teleskop Bomunun Ağırlığı :

$$G_2 = (S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6) . L . \rho \quad \rho = 0,00785 \text{ kg/cm}^3$$

$$G_2 = 2 (9,736 + 9,472 + 21,32) [\text{cm}^2] . 260 [\text{cm}] . 0,00785 [\text{kg/cm}^3] = \mathbf{165,44 [\text{kg}]}$$

1. Teleskop Bomunun Ağırlığı :

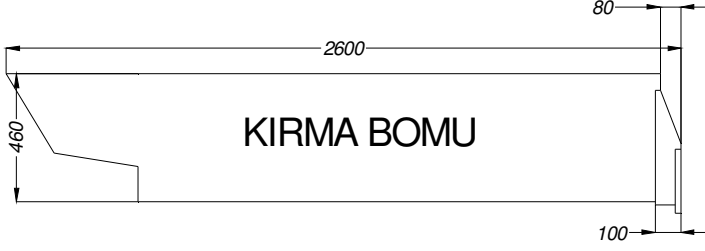
$$G_1 = (S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6) . L . \rho \quad \rho = 0,00785 \text{ kg/cm}^3$$

$$G_1 = 2 (13,76 + 13,36 + 30,326) [\text{cm}^2] . 260 [\text{cm}] . 0,00785 [\text{kg/cm}^3] = \mathbf{234,5 [\text{kg}]}$$

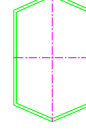
Kırma Bomunun Ağırlığı :

$$G_K = (S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6) . L . \rho \quad \rho = 0,00785 \text{ kg/cm}^3$$

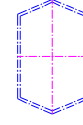
$$G_K = 2 (15,478 + 15,078 + 34) [\text{cm}^2] . 260 [\text{cm}] . 0,00785 [\text{kg/cm}^3] = \mathbf{263,52 [\text{kg}]}$$



KIRMA BOMU



1. TELESKOP BOMU



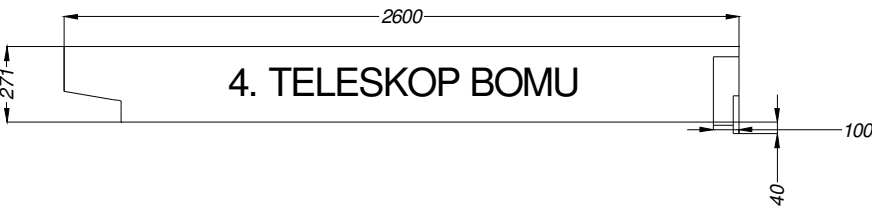
BOMLARIN TOPLU ÖNDEN GÖRÜNÜŞÜ



2. TELESKOP BOMU



3. TELESKOP BOMU



4. TELESKOP BOMU



Şekil 3.6 – Bomların Yan Görünüşü , Bom Kesitleri ve Bomların Toplu Olarak Önden Görünüşü

Ana bom ve dikme bom ağırlıkları, bomları oluşturulan parçaların ağırlıklarının tek tek ölçülerek toplamıyla yaklaşık olarak **600 [kg]** ve **500 [kg]** değerleri bulundu .

3.3 Bomların Kaynak Bağlantıları İçin İşletme Mukavemetine Göre Emniyet Değerlerinin Bulunması

3.3.1 Statik Emniyet Gerilme Değerinin Hesaplanması:

Statik emniyet gerilme değerinin hesabı için bom sacında kullanılan malzemenin (St52) akma sınırını belli bir emniyet oranına bölerek bulabiliriz. Burada St52 için akma mukavemeti

$$\sigma_{ak} = 3600 \text{ daN/cm}^2 \text{ bulunur.} \quad \sigma_{em} = \sigma_{ak} / s \quad s = 1,5$$

$$\sigma_{em} = 3600/1,5 = \mathbf{2400 \text{ daN/cm}^2} \text{ olarak bulunur.}$$

3.3.2 Kaynak Şekline Göre Dinamik Emniyetli Gerilmesinin Hesaplanması :

Dinamik emniyet gerilmesi seçilirken; hidrolik vinç bomlarının malzemesi, yapılan kaynağın şekli, kalitesi ve maruz olduğu yükleme durumları göz önüne alınmalıdır. Bu durumda DIN 15018 standardına göre ;

Malzeme St52, gerilme durumu için 2. durum (nominal yükü oldukça sık kaldıran, ve daha çok nominal yükün 1/3'ü ile 2/3'ü arasında çalışan vinçler), vincin ömür boyunca tekrar yükleme sayısı B (düzenli fakat kesintili işletme) olarak belirlenmesinden dolayı vinç veya elmanların yükleme grubu 4 olarak seçildi.Kaynaktaki çentik etki hali ise; yüke dik doğrultuda, V alın kaynağı, normal kalitede dikiş için K₁ sınıfına girmektedir. Yine DIN 15018 standardından :

$$\sigma_w = 1500 \text{ daN/cm}^2 \text{ bulunur.}$$

Emniyetli dinamik gerilme değerinin hesaplanması için gerekli formül :

$$K > 0 \text{ için ; } \sigma_{em} = \sigma_o / (1 - ((1 - \sigma_o) / \sigma_{+1})) . K \text{ formülünden bulunur.}$$

Burada K değeri vinçte oluşacak minimum gerilmenin maximum gerilmeye oranıdır. Bu değer vinçlerde 0'dan büyüktür. Değer hesaplanırken kesitler aynı olacağından bomdaki maksimum ve minimum momentlerin oranı bize K sayısını verecektir. Öncelikle bomların teorik olarak taşıyacak yükleri bulalım :

45 tonmetrelik bir vinç için 3 metrede 15 ton kaldırabildiğini düşünürsek;

$$\begin{aligned} M_{G_{kapalı}} &= 234,5 \cdot 294 + 165,44 \cdot 302 + 144,5 \cdot 310 + 93,49 \cdot 320 + 263,52 \cdot 286 \\ &= 323884,4 \text{ daNcm} \end{aligned}$$

A noktası momenti = $15.3 + M_{GA} = 45 + 3,24 = 48,24\text{tm}$. olur.

Tam açık durum için taşınacak yük :

(Toplam A nok. momenti – Ağırlıklar momenti) / Taşınacak yük mesafesi

Tam açık durum için $M_G = 5,7 \text{ tm}$, Yük mesafesi = 11650mm . 'dir

Bu durumda $F_{teo} = 3650 \text{ daN}$. olarak bulunur.

$$K = \sigma_{\min} / \sigma_{\max} \quad \sigma_{\min} = \sigma_G = M_{GC} / W_x = 236171,21 / 1288 = 183,25 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{\max} = \sigma_h + \psi \cdot \sigma_L + \sigma_G \quad \psi = \text{Yükseltme faktörü (} v < 0,5 \text{ m/s. yük kaldırma hızı için, 1,15 seçildi .)}$$

$$\sigma_{\max} = (0,03 \cdot 3650 \cdot 839 / 1225,044) + 3650 \cdot 839 \cdot 1,15 / 1288 + 183,25 = 2993,75 \text{ daN/cm}^2$$

$$K = 183,25 / 2993,75 = 0,06$$

$$\sigma_o = \sigma_w \cdot 1,66 = 1500 \cdot 1,66 = 2490 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{+1} = 0,75 \cdot \sigma_R \quad \sigma_{+1} = 0,75 \cdot 5200 = 3900 \text{ daN/cm}^2$$

σ_R : Kopma mukavemeti (St 52 için 5200 daN/cm^2)

Formülde yerine koyarsak ;

$$\sigma_{em} = 2490 / (1 - ((1 - 2490) / 3900)) \cdot 0,06 = \mathbf{2400 \text{ daN/cm}^2}$$
 değeri hesaplanmış olur.

Statik ve dinamik emniyet değerleri eşit çıktığından dolayı tek bir emniyet değerini dikkate almak yeterli olacaktır.

3.4 Mapa Mesafesinin Belirlenmesi

Bomların teker teker kapanması durumunda ağırlık merkezlerinin konumlarını belirlemek için Şekil 8'deki bom teknik resimlerinden faydalanılır. Buradaki belirlenen mapa ölçüsüne göre 4. teleskop bomunun kafasına fazladan bir mesafe vermek gerekir. Mapanın ucuna bağlanacak kancanın max. yük kapasitesinde ; yani 15 tonluk bir yükü emniyetle taşıyabilmesi açısından mapanın mukavemet hesabını yapmak gerekir.

Buradaki $F = 15 \text{ tonluk}$ kuvvet mapayı çekmeye zorlayacağından :

$$\sigma_{em} = F / A_{mapamin} \quad A_{mapamin} = 15000 \text{ [daN]} / 2333 \text{ [daN/cm}^2] = 6,43 \text{ [cm}^2]$$

Mapaya geçirilecek olan aparat üzerindeki pim ise 15 tonluk kuvvetle çekmeye çalışacaktır.

$$\sigma_{em} = F / A_{pimmin} \quad A_{pimmin} = 6,43 \text{ cm}^2 = \pi d^2 / 4 \quad d_{pim} = 28\text{mm}.$$

$d_{mapa} = 30 \text{ mm}$. ; $l_{mapa} = 100 \text{ mm}$. ; olarak kabul edersek et kalınlığı (t) :

$$6,43 = 7. t \text{ [cm]}$$

$$t = 9,2 \text{ mm.} \approx 10 \text{ mm. alınabilir.}$$

Kırma bomunda da aynı mapa boyutlarından faydalanılacaktır.

3.5 Beş Ayrı Bom Pozisyonu İçin Emniyetli Yük Değerlerinin Hesaplanması

1 no.'lu durum için taşınabilecek maksimum yük (tam açık durum):

Kırma silindirinin kırma bomuyla birleştiği C noktasına göre, bomların taşıyabilecekleri yükler belirlenecektir. Daha sonra belirlenen yüklere göre lift silindirinin ana bomla birleştiği noktadaki kesit emniyeti kontrol edilebilir, buna göre de gerekiyorsa takviye saclarla kesit emniyeti arttırılabilir.

$$M_{IL} = F_1 \cdot L$$

$$L = 8390 \text{ mm.} = 839 \text{ cm.}$$

$$M_{IL} = 839F_1$$

$$M_{IG} = G_1L_1 + G_2L_2 + G_3L_3 + G_4L_4 + G'_kL'_k \quad G'_k = 83,11 \text{ daN}$$

$$L'_k = 410 \text{ mm.} = 41 \text{ cm.} ; L_1 = 1480 \text{ mm.} = 148 \text{ cm.} ; L_2 = 3360 \text{ mm.} = 336 \text{ cm.} ;$$

$$L_3 = 5240 \text{ mm.} = 524 \text{ cm.} ; \quad L_4 = 7140 \text{ mm.} = 714 \text{ cm.}$$

$$M_{IG} = 234,5 \cdot 148 + 165,44 \cdot 336 + 144,5 \cdot 524 + 93,49 \cdot 714 + 83,11 \cdot 41$$

$$M_{IG} = 236171,21 \text{ [daNcm]}$$

$$\sigma_G = M_{IG} / W_x \quad , \quad \sigma_L = M_{IL} / W_x \quad , \quad \sigma_H = 0,03 F.L / W_y$$

Önceki hesaplardan elde ettiğimiz kırma bomunun kesit mukavemet momenti ;

$$W_{xK} = 1288,8 \text{ cm}^3 , \quad W_{yK} = 1225,04 \text{ cm}^3 \text{ olarak elde edilmişti.}$$

$$\sigma_G = 236171,21 / 1288,8 = 183,25 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_L = 839F_1 / 1288,8 = 0,65 F_1 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_H = 0,03 \cdot F_1 \cdot 839 / 1225,04 = 0,02F_1 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{It} = M (\sigma_G + \psi \sigma_L + \sigma_H) \leq \sigma_{em} \quad ; \quad 2400 \text{ [daN/cm}^2] = 1 (183,25 + 1,15 \cdot 0,65 F_1 + 0,02 F_1)$$

$$F_1 \leq 2882 \text{ daN} \leq 2,88 \text{ ton}$$

2 no.'lu durum için taşınabilecek maksimum yük (4.teleskop kapalı diğerleri açık):

$$M_{III} = F_2 \cdot L$$

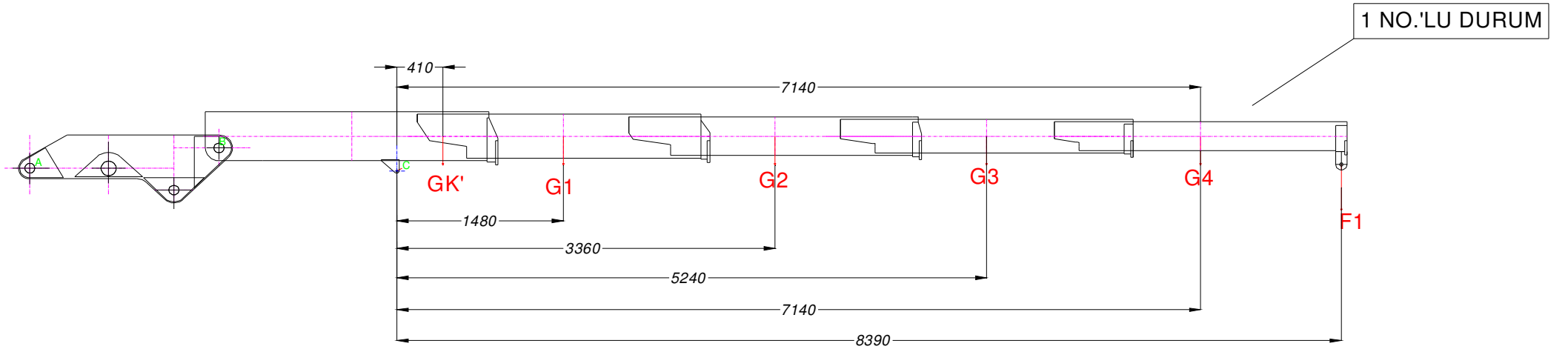
$$L = 6590 \text{ mm.} = 659 \text{ cm.}$$

$$M_{III} = 659F_1$$

$$M_{IIG} = G_1L_1 + G_2L_2 + G_3L_3 + G_4L_4 + G'_kL'_k$$

$$L'_k = 410 \text{ mm.} = 41 \text{ cm.} ; L_1 = 1480 \text{ mm.} = 148 \text{ cm.} ; L_2 = 3360 \text{ mm.} = 336 \text{ cm.} ;$$

$$L_3 = 5240 \text{ mm.} = 524 \text{ cm.} ; \quad L_4 = 5340 \text{ mm.} = 534 \text{ cm.}$$



Şekil 3.7 – Bomların 1 No.'lu Açılma Pozisyonu

$$M_{III G} = 234,5 \cdot 148 + 165,44 \cdot 336 + 144,5 \cdot 524 + 93,49 \cdot 534 + 83,11 \cdot 41$$

$$M_{III G} = 219343,01[\text{daNcm}]$$

$$\sigma_G = M_{III G} / W_x \quad , \quad \sigma_L = M_{III L} / W_x \quad , \quad \sigma_H = 0,03 F.L / W_y$$

Önceki hesaplardan elde ettiğimiz kırma bomunun kesit mukavemet momenti ;

$$W_{xK} = 1288,8 \text{ cm}^3 \quad , \quad W_{yK} = 1225,04 \text{ cm}^3 \text{ olarak elde edilmişti.}$$

$$\sigma_G = 205394,7 / 1288,8 = 170,19 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_L = 659F_2 / 1288,8 = 0,51F_2 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_H = 0,03 \cdot F_2 \cdot 659 / 1225,04 = 0,016F_2 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_H = M (\sigma_G + \psi \sigma_L + \sigma_H) \leq \sigma_{em} \quad ; \quad 2400 [\text{daN/cm}^2] = 1 (170,19 + 1,15 \cdot 0,51 F_2 + 0,016 F_2)$$

$$F_2 \leq 3690 \text{ daN} \leq 3,7 \text{ ton}$$

3 no.'lu durum için taşınabilecek maksimum yük (3.,4. teleskoplar kapalı diğerleri açık):

$$M_{III L} = F_3 \cdot L$$

$$L = 4790 \text{ mm.} = 479 \text{ cm.}$$

$$M_{III L} = 479F_3$$

$$M_{III G} = G_1L_1 + G_2L_2 + G_3L_3 + G_4L_4 + G'_kL'_k$$

$$L_k = 410 \text{ mm.} = 41 \text{ cm.} \quad ; \quad L_1 = 1480 \text{ mm.} = 148 \text{ cm.} \quad ; \quad L_2 = 3360 \text{ mm.} = 336 \text{ cm.} \quad ;$$

$$L_3 = 3440 \text{ mm.} = 344 \text{ cm.} \quad ; \quad L_4 = 3540 \text{ mm.} = 354 \text{ cm.}$$

$$M_{III G} = 234,5 \cdot 148 + 165,44 \cdot 336 + 144,5 \cdot 344 + 93,49 \cdot 354 + 83,11 \cdot 41$$

$$M_{III G} = 176504,81[\text{daNcm}]$$

$$\sigma_G = M_{III G} / W_x \quad , \quad \sigma_L = M_{III L} / W_x \quad , \quad \sigma_H = 0,03 F.L / W_y$$

Önceki hesaplardan elde ettiğimiz kırma bomunun kesit mukavemet momenti ;

$$W_{xK} = 1288,8 \text{ cm}^3 \quad , \quad W_{yK} = 1225,04 \text{ cm}^3 \text{ olarak elde edilmişti.}$$

$$\sigma_G = 176504,81 / 1288,8 = 136,95 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_L = 479F_3 / 1288,8 = 0,37 \cdot F_3 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_H = 0,03 \cdot F_3 \cdot 479 / 1225,04 = 0,011F_3 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_H = M (\sigma_G + \psi \sigma_L + \sigma_H) \leq \sigma_{em} \quad ; \quad 2400 [\text{daN/cm}^2] = 1 (136,95 + 1,15 \cdot 0,37 F_3 + 0,011 F_3)$$

$$F_3 \leq 5153 \text{ daN} \leq 5,15 \text{ ton}$$

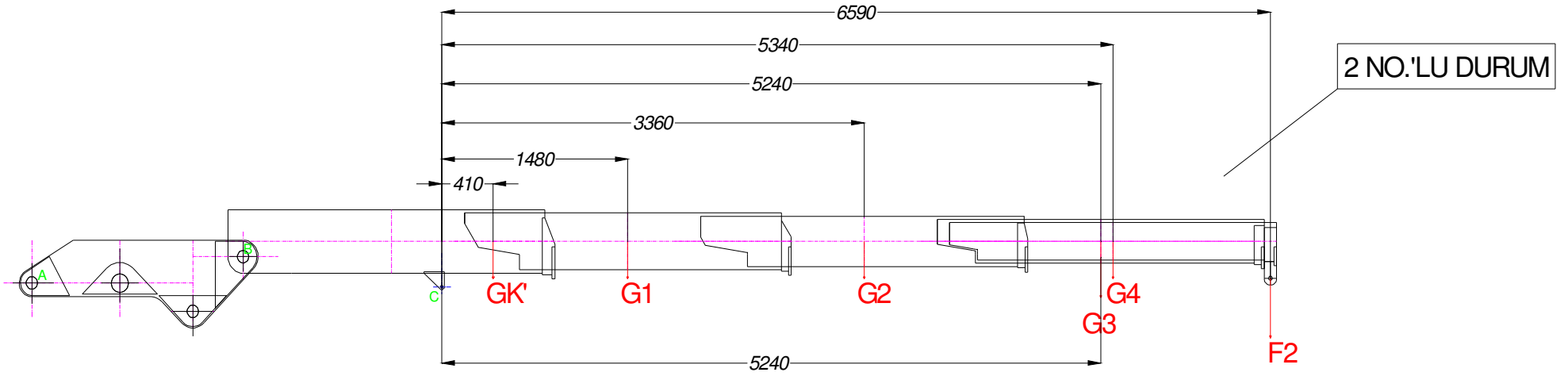
4 no.'lu durum için taşınabilecek maksimum yük (2., 3., 4. teleskoplar kapalı diğerleri açık):

$$M_{IV L} = F_4 \cdot L$$

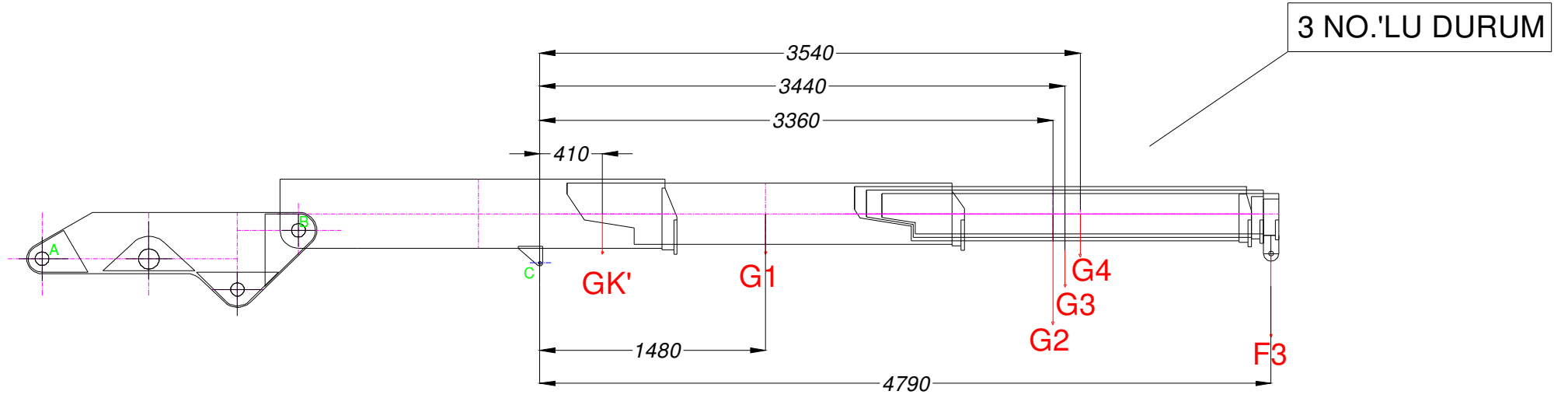
$$L = 2990 \text{ mm.} = 299 \text{ cm.}$$

$$M_{IV L} = 299F_4$$

$$M_{IV G} = G_1L_1 + G_2L_2 + G_3L_3 + G_4L_4 + G'_kL'_k$$



Şekil 3.8 – Bomların 2 No.'lu Açılma Pozisyonu



Şekil 3.9 - Bomların 3 No.'lu Açılma Pozisyonu

$L'_k = 410 \text{ mm.} = 41 \text{ cm.}$; $L_1 = 1480 \text{ mm.} = 148 \text{ cm.}$; $L_2 = 1560 \text{ mm.} = 156 \text{ cm.}$;

$L_3 = 1640 \text{ mm.} = 164 \text{ cm.}$; $L_4 = 1740 \text{ mm.} = 174 \text{ cm.}$

$M_{IVG} = 234,5 \cdot 148 + 165,44 \cdot 156 + 144,5 \cdot 164 + 93,49 \cdot 174 + 83,11 \cdot 41$

$M_{IVG} = 103887,41 \text{ [daNcm]}$

$\sigma_G = M_{IVG} / W_x$, $\sigma_L = M_{IVL} / W_x$, $\sigma_H = 0,03 F.L / W_y$

Önceki hesaplardan elde ettiğimiz kırma bomunun kesit mukavemet momenti ;

$W_{xK} = 1288,8 \text{ cm}^3$, $W_{yK} = 1225,04 \text{ cm}^3$ olarak elde edilmişti.

$\sigma_G = 103887,41 / 1288,8 = 80,61 \text{ daN/cm}^2$

$\sigma_L = 299F_4 / 1288,8 = 0,23F_4 \text{ daN/cm}^2$

$\sigma_H = 0,03 \cdot F_4 \cdot 299 / 1225,04 = 0,007F_4 \text{ daN/cm}^2$

$\sigma_H = M (\sigma_G + \psi \sigma_L + \sigma_H) \leq \sigma_{em}$; $2400 \text{ [daN/cm}^2] = 1 (80,61 + 1,15 \cdot 0,23 F_4 + 0,007 F_4)$

$F_4 \leq 8461 \text{ daN} \leq 8,46 \text{ ton}$

5 no.'lu durum için taşınabilecek maksimum yük (tam kapalı durum):

Tam kapalı durumda bütün teleskop bomlarının ve kırma bomunun ağırlık merkezleri C noktasının sol tarafına düşmektedir. Hesap yaparken sol taraf dikkate alınmayacağından C noktasının sağ tarafında o bomla ilgili kalan bom ağırlıkları, ağırlık merkezlerinden C nok. olan uzaklıklar hesaba katılır. Bu durumda yeni mesafe ve ağırlıklar :

$M_{VL} = F_5 \cdot L$

$L = 1190 \text{ mm.} = 119 \text{ cm.}$

$M_{VL} = 119F_5$

$M_{VG} = G_1' L_1' + G_2' L_2' + G_3' L_3' + G_4' L_4' + G_k' L_k'$

$L_k' = 410 \text{ mm.} = 41 \text{ cm.}$; $L_1' = 450 \text{ mm.} = 45 \text{ cm.}$; $L_2' = 515 \text{ mm.} = 51,5 \text{ cm.}$;

$L_3' = 570 \text{ mm.} = 57 \text{ cm.}$; $L_4' = 620 \text{ mm.} = 62 \text{ cm.}$

$G_k' = 83,11 \text{ daN.}$

$G_1' = 81,2 \text{ daN.}$

$G_2' = 65,5 \text{ daN.}$

$G_3' = 63,4 \text{ daN.}$

$G_4' = 44,6 \text{ daN}$

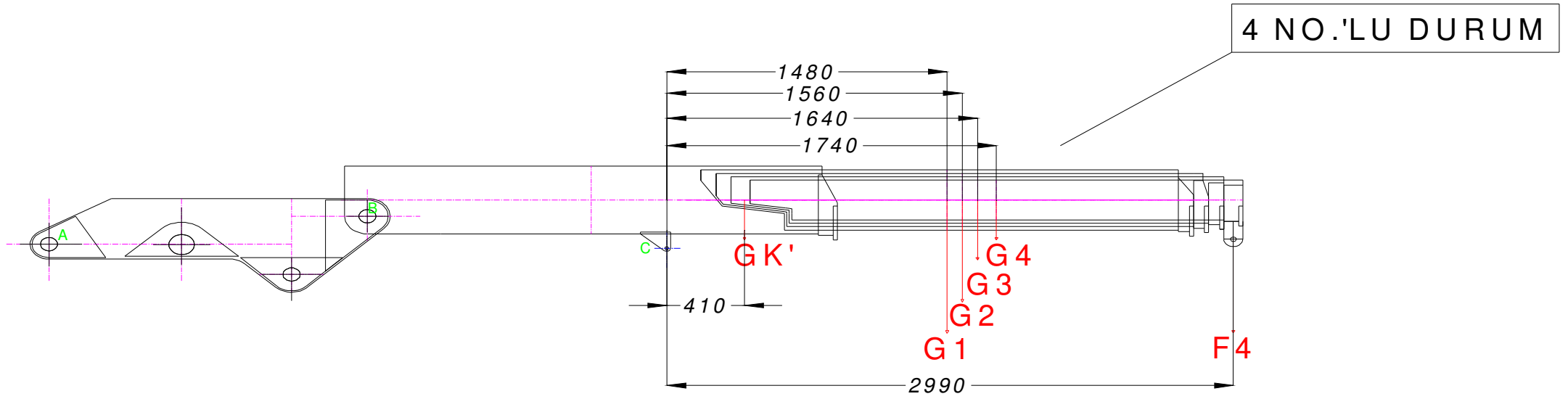
$M_{VG} = 81,2 \cdot 45 + 65,5 \cdot 51,5 + 63,4 \cdot 57 + 44,6 \cdot 62 + 83,11 \cdot 41$

$M_{VG} = 16813,76 \text{ [daNcm]}$

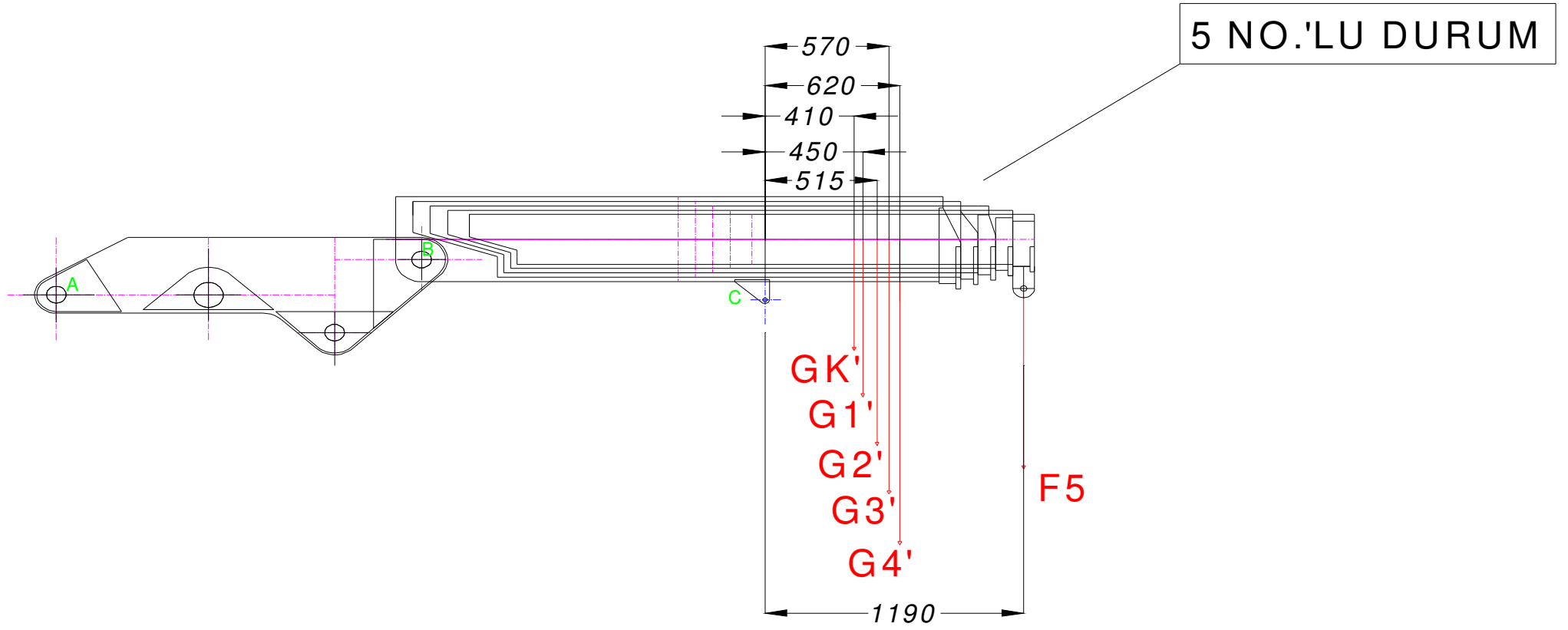
$\sigma_G = M_{VG} / W_x$, $\sigma_L = M_{VL} / W_x$, $\sigma_H = 0,03 F.L / W_y$

Önceki hesaplardan elde ettiğimiz kırma bomunun kesit mukavemet momenti ;

$W_{xK} = 1288,8 \text{ cm}^3$, $W_{yK} = 1225,04 \text{ cm}^3$ olarak elde edilmişti.



Şekil 3.10 - Bomların 4 No.'lu Açılma Pozisyonu



Şekil 3.11 - Bomların 5 No.'lu Açılma Pozisyonu

$$\sigma_G = 16813,76 / 1288,8 = 13,05 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_L = 119F_5 / 1288,8 = 0,092F_5 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_H = 0,03 \cdot F_5 \cdot 119 / 1225,04 = 0,003F_5 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{It} = M (\sigma_G + \psi \sigma_L + \sigma_H) \leq \sigma_{em} \quad ; \quad 2400 [\text{daN/cm}^2] = 1 (13,05 + 1,15 \cdot 0,092 F_5 + 0,003 F_5)$$

$$F_5 \leq 21878 \text{ daN} \leq 21,878 \text{ ton}$$

4. ÇALIŞMA BASINCININ BULUNMASI VE SİLİNDİR HESABI

4.1 Sabit Basıç Değerlerine Göre Yük Kontrolü ve Lift Silindiri Hesabı

Hesaplamalar teorik olarak doğrudur. Fakat bu hesaplamaların doğrultusunda elde edilen belirli mesafelerdeki taşınabilecek maksimum yük değerlerini geçmeme konusunda çok hassas olmak gerekir. Sistem içerisinde kullanılan pompanın en yüksek kuvveti kaldırdığı basınç değeri tüm yükler için geçerlidir. Bundan dolayı kullanıcının kaldırtacağı yük değeri, o mesafede hesaplanan yukarıdaki değerleri geçtiğinde sistem duruma müdahale etmez. Bu da bomun eğilmesine sebep olabilir. Pratikte işi kullanıcıya bırakmamak için en düşük basınç değerini geçmeyecek şekilde tek bir pompa kullanır, emniyet valfinin basıncını da en düşük basınç gerektiren duruma göre hesaplırsak o zaman sistemimiz kendi içinde güvenliğini sağlamış olur. Bu duruma göre yukarıda belirlenen yükler değişecektir. Aynı hesaplar yeni bulduğumuz max. Basınç değerine göre tekrardan yapılması gerekir. En açık pozisyondayken yükü kaldırmak için lift silindirindeki gerekli min. basınç değeri, sistemimizin max. basınç değerini oluşturacaktır. Buna göre :

A noktasına göre moment hesaplandığında :

$$F = 2,88 \text{ ton}$$

$$M_A = F \cdot L + G_1 \cdot L_1 + G_2 \cdot L_2 \dots + G_{ana} \cdot L_{ana}$$

$$M_A = 2881,1165 + 234,5,474 + 165,44,662 + 144,5,850 + 93,49,1040 + 263,52,286 + 600,91,5 = 3927354,88 \text{ daNcm.}$$

$$M_A = F_k \cdot x \cdot \cos \alpha$$

F_k : Lift silindirinin kaldırma kuvveti, x : F_k ile A noktası arasındaki mesafe

α : A noktasından dik geçen düzlemlerle yaptığı açı

$$3927354,88 = F_k \cdot 70 \cdot \cos 7^\circ \quad F_k = 56525,9 \text{ daN}$$

Silindirimizin boyutlarını silindirle ilgili standarttan seçtiğimiz takdirde :

$D = 180\text{mm.}$, $d = 110\text{mm.}$ boyutlarını elde ederiz.

$F_k = P \cdot A$ P: Lift silindirini hareket ettirebilmek için gerekli min. pompa basıncı

A : Silindirin kuvveti kaldırırken, yağla temas ettiği yüzeyin kesit alanı

$$56525,9 = P \cdot \pi (18^2) / 4$$

$$P = 222 \text{ bar}$$

Not : Sistem içindeki basınç kayıplarıyla beraber 250 bar.'a set edilecektir.

Normalde bu tür 45tonmetrelik momentleri kaldıran vinçlerin çift lift silindirli olduğu bilinir. Fakat burada tek lift silindirinin rahatlıkla yettiği görülmektedir. Çünkü diğer vinçlerde bomların tam yatay konumu için, lift silindiri açısının 45-50 derecelerde olduğunu görmekteyiz. Palfinger modeli olarak bilinen bizim tasarladığımız vincin ise başlangıç konumdaki lift silindiri açısı sadece 7 derecedir. Bu yüzden de F_k değerleri diğer vinçlerden daha yüksek olup daha düşük çaplarda daha yüksek momentleri sağlayabilir. Basınç değeri de bulunduğu göre diğer durumlarda ne kadar yük taşınacağıyla ilgili olarak hesap yapabiliriz.

Yukarıda yapılan aynı hesapları yeni basınç değerimizi sabit tutarak yaptığımız takdirde çıkacak yeni değerler şunlardır :

<u>1 no.'lu</u> durum için -----	2,88 ton
<u>2 no.'lu</u> durum için -----	3,42 ton
<u>3 no.'lu</u> durum için -----	4,24 ton
<u>4 no.'lu</u> durum için -----	5,58 ton
<u>5 no.'lu</u> durum için -----	8,1 ton

İncelenen vinç çok eski imal edilmiş bir vinç olduğundan daha önceleri yapılan tasarımlardaki emniyet katsayılarının düşüklüğü bizim burada istediğimiz değeri yakalayamamıza sebep olmuştur. Normal şartlarda 1no.'lu durumda 2,88 ton yerine 3,5 ton kaldırılmıştır. Aslında sürekli mukavemet eğrisinin ışığında eski emniyet değeri incelendiğinde, vinç garantisi süresince ve çok uzun bir sürede de emniyetli şekilde çalışabilir. Hatta sabit basınca göre hesap yapıldığından, tam açık durum dışındaki diğer pozisyonlarda emniyet katsayıları hesaplanırsa, kabul ettiğimiz değerden daha yüksek emniyetlerin de çıktığı, ilk yapılan mukavemet hesabından da anlaşılmaktadır. Tam açık pozisyondaki emniyet katsayısını hesapladığımızda 1,2 çıkmaktadır.Fakat günümüz standartlarında emniyet gerilme değerleri mümkün olduğu kadar sürekli emniyet gerilmesi çizgisi üzerine getirilir. Bu yüzden ki hesapladığımız değerler daha düşük çıkmaktadır.

İstenilen kütleyi istenilen mukavemet değerlerinde kaldırabilmek için;

- 1) Malzeme değişimi
- 2) Kesitin büyütülmesi

gibi etkenler göz önüne alınmalıdır. Mesela; 10 mm. et kalınlığındaki kırma bomunun sacını 12 mm. et kalınlığına çıkardığımız takdirde yaklaşık olarak taşımak istenilen kütle değeri elde edilebilir. Diğer durum için; daha mukavemetli malzeme seçimi veya malzemenin ısıl işleme tabi tutularak mukavemet değeri arttırılarak istenilen değerlere ulaşabiliriz.

4.2 Kırma Silindiri Çapının Belirlenmesi

Kırma silindirinin çapını da; **B** nok. göre alınacak momentlerin sonucunda elde edilecek değerlerin, kırma silindiri tarafından kaldırılması için gerekli basınç değeriyle (lift silindiri basınç değerini geçmemek şartıyla) kontrol edilerek bulunur.

Max. moment bomların en açık olduğu durumda yani 1no.'lu durumda söz konusu olacağından :

$F = 2,88 \text{ ton}$, CB arası mesafe = 1580 mm. olduğuna göre :

$$M_B = F.L + G_1.L_1 + G_2.L_2 + G_3.L_3 + G_4.L_4$$

$$M_B = 3281801,64 \text{ daNcm.}$$

$$M_B = F_{k_y} \cdot x + F_{k_x} \cdot y \quad F_{k_y} = F_k \cdot \sin \alpha \quad F_{k_x} = F_k \cdot \cos \alpha \quad \alpha = 7^\circ \text{ ise}$$

$x = 158\text{cm.}$ $y = 21,7\text{cm.}$ olduğuna göre değerleri yerlerine koyduğumuzda

$$F_k = 80443,3 \text{ daN} \quad \text{olur.}$$

Basınç için bir silindir çap değeri tahmininde bulunalım. $D = 200\text{mm.}$ olsun.

$$P = F_k/A \quad A = \pi(20)^2/4 \quad P = 256 \text{ bar çıkar.}$$

Bu değer çalışma basıncımız olan $P = 222 \text{ bar.}$ değerinden daha yüksektir.

$D = 220 \text{ mm.}$ kabul edersek değerleri yerine koyduğumuzda $P = 211 \text{ bar}$ çıkar.

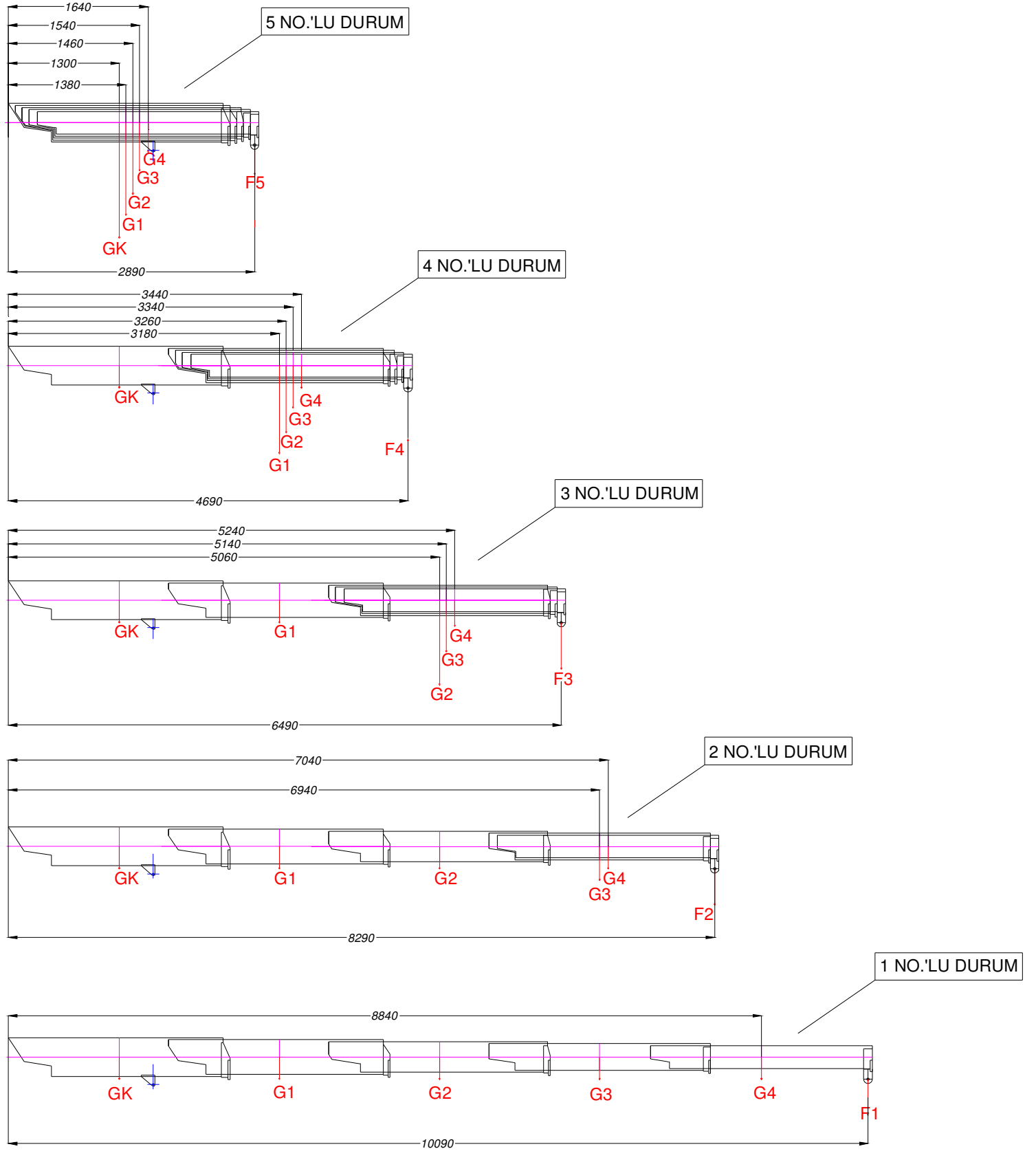
Bu durumda kırma silindiri boyutları standarttan seçilir.

$$D = 220 \text{ mm. (Piston çapı)} \quad d = 140 \text{ mm. (Piston kolu çapı)}$$

4.3 Lift ve Kırma Silindirlerinin Strok Değerlerinin Belirlenmesi

Lift ve kırma silindirlerinin strok değerlerini belirli kriterler içerisinde belirleyebiliriz.

- 1) Mobil vincimizin karayolunda trafik işletme standartlarına göre hareket edebilmesi için maksimum yüksekliğinin 3800 mm.'yi, maksimum genişliğinin de 2550 mm.'yi geçmemesi gerekmektedir. Buna göre hareket halindeki vincimiz için en yüksek boy ve en değerinin, yukarıdaki değerlere uygun olması gerekmektedir. Minimum alan tüm



Şekil 4.1 – Pozisyonların Kırma Silindiri Seçimindeki Referans Noktasına Uzaklıkları

silindirlerin (teleskoplar, lift, kırma...) en kapalı olduğu durumda elde edilebilir. Buradan lift ve kırma silindirleriyle ilgili olarak kapalı silindir boyunu elde etmiş oluruz.

2) Kırma silindirinin açı olarak çalışma aralığı belirlenir. Kapalı boy yukarıda belirtilen şekilde elde edilir. Açık boy ise çalışma aralığında belirlediğimiz maksimum açıdır. Tecrübi bilgilere göre açık boy için maksimum açı değerinin yatayda 8 dereceyi geçmemesi istenir. Bu durumda kırma silindiri açık boy için 7 derece açıklıktaki silindir boyu bulunur.

3) Lift silindirinin açık boyu için; kırma silindiriyle beraber en açık boy durumuna geldiklerinde yatayla yaptıkları açının 90 dereceye yakın değerler elde edilmek istenir. Kırma silindiri açık boyda 7 derece açıldığını kabul etmiştik. Lift silindirini açık boyda 80 derece açıldığını kabul edersek maksimum açı 87 derece olur. Bu değer de istediğimiz bir değerdir.

Bu açılar belirlenirken mapa ucundaki kancaya takılan yüklerin, dike yakın pozisyonlarda açılan bomlara temas etmemesi gerektiği de bir kriter olarak değerlendirilebilir.

Açık boy ve kapalı boy değerleri belirlendikten sonra strok değeri ;

STROK = AÇIK BOY- KAPALI BOY şeklinde hesaplanabilir.

Buna göre :

LİFT SİLİNDİRİ AÇIK BOY = 2037 mm.

LİFT SİLİNDİRİ KAPALI BOY = 1222 mm.

KIRMA SİLİNDİRİ AÇIK BOY = 2023 mm.

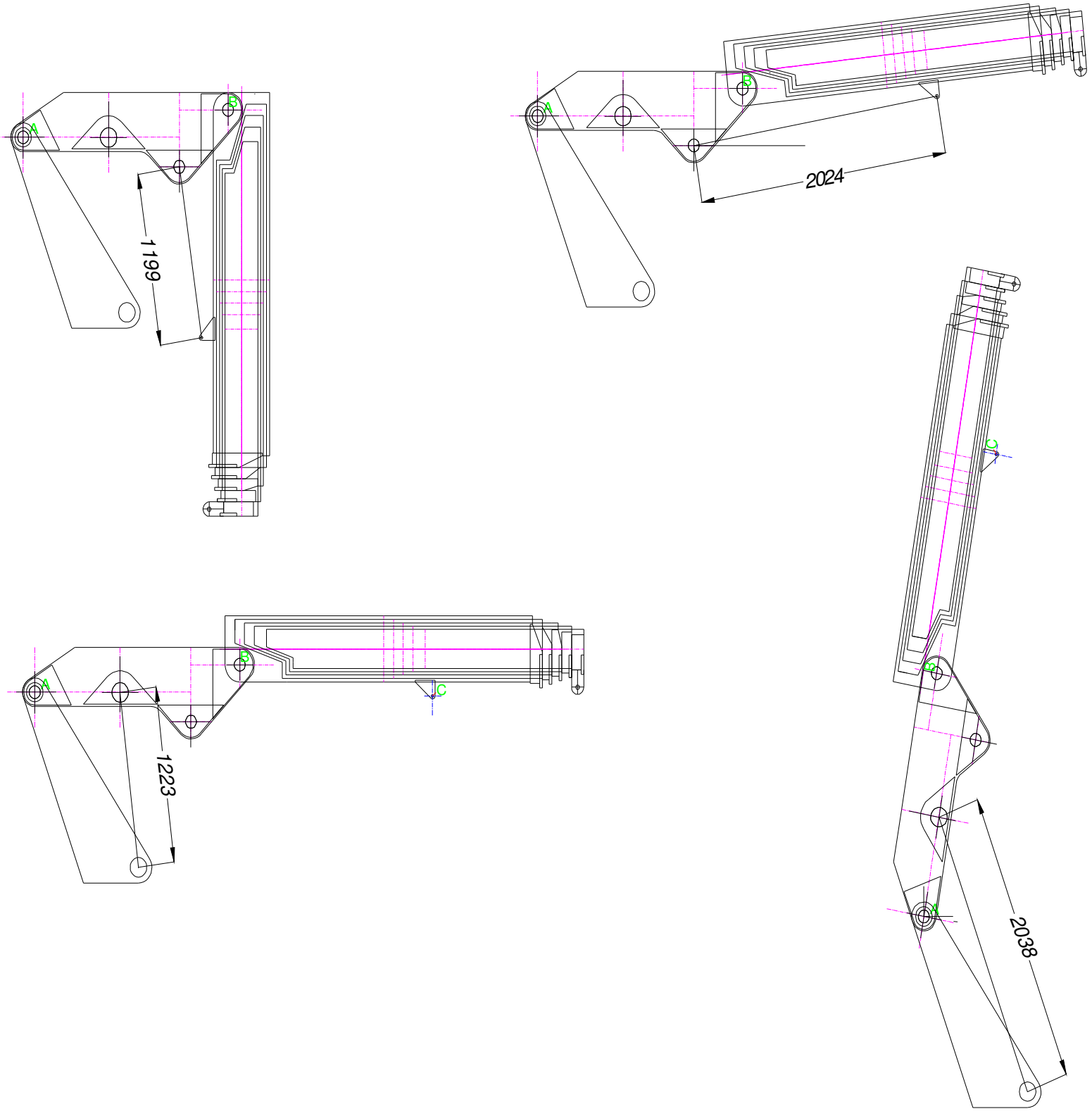
KIRMA SİLİNDİRİ KAPALI BOY = 1199 mm.

LİFT SİLİNDİRİ STROK = 2037 – 1222 = 815 mm.

KIRMA SİLİNDİRİ STROK = 2023 – 1199 = 824 mm.

Teleskop strok değerlerinin bulunuşundaki kriter; vincimizin ne kadar uzağa uzanmak istediğidir. Daha önce yapılan mukavemet hesaplarında da hangi mesafede ne kadar yük taşınacağı da belirlenmiş olduğu için teleskop strokları kolayca belirlenebilir.

1 no.'lu durumda (tam açık pozisyon) kırma silindirinin uç noktasından (C noktası) itibaren yatayda en uç noktaya olan mesafe 8390 mm. olarak hesaplanmıştı. 5 no.'lu durumda ise (tam kapalı pozisyon) yine kırma silindirinin uç noktasından (C noktası) itibaren yatayda



Şekil 4.2 – Lift ve Kırma Silindirleri Strok Değerlerinin Belirlenmesindeki Sınır Durumlar

en uç noktaya olan mesafe 1190 mm. olarak hesaplanmıştı. Bu durumda yatay uzama mesafesi :

8390 – 1190 = 7200 mm.'dir. Burada strok olarak her bir teleskop silindiri için :

7200 / 4 = 1800 mm. verilebilir.

4.4 Silindirlerin Burkulma Kontrolü ve Rot Çaplarının Belirlenmesi

Teleskop silindirlerin strok değerleri belli olduktan sonra burkulma hesabı yapılarak gerekli rot çapı değerleri elde edilebilir. Teleskop silindirlerindeki ölü mesafeyi yaklaşık 200 mm. kabul edersek :

SİLİNDİR BOYU = ÖLÜ MESAFE + (2 x STROK)

SİLİNDİR BOYU (l) = 200 + (1800 * 2) = 3800 mm.

$$K = \pi^2 . E . j / L^2$$

L = Silindirin bir tarafı sabitlenmiş önden flanşlı hareket eden yük için (l olarak strok boyu alınacak L = 1800/0,7 = 2571mm.)

E = Elastiklik modülü (kg/cm) (çelik için $2,1 \times 10^6$ kg/cm.)

j = Piston kolu alanı ikinci momenti (Silindir için : $\pi d^4 / 64$)

K = Belverme yükü (kg.)

F = K / S F = Max. taşıma yükü S = Emniyet Faktörü (Genelde 2,5 alınır)

Buradan K = F x S olur. F değeri silindirlerin açıklık pozisyonlarına göre daha önce belirlediğimiz değerler doğrultusunda değişecektir.

1 no.'lu durum için (tam açık durum)

F₁ = 2,88 ton

4. teleskop silindirinin burkulma durumu incelenecektir. Burada taşınacak bom ağırlığı sadece

4. teleskop bom ağırlığıdır. Bu durumda;

F₁ = 2880 + 93,49 = 2973,49 kg.

Burkulma durumu için tüm silindirlerin dik doğrultuda açılabilirdiği kabul edilir.

K = F_{dik} . S = 2973,5 . 2,5 = 7433,25 kg.

Üstte verilen formül içinde bulunan değerleri yerine koyarsak;

7433,25 = (3,14)² . 2100000 . j / (257,1)²

j = 23,73 cm⁴

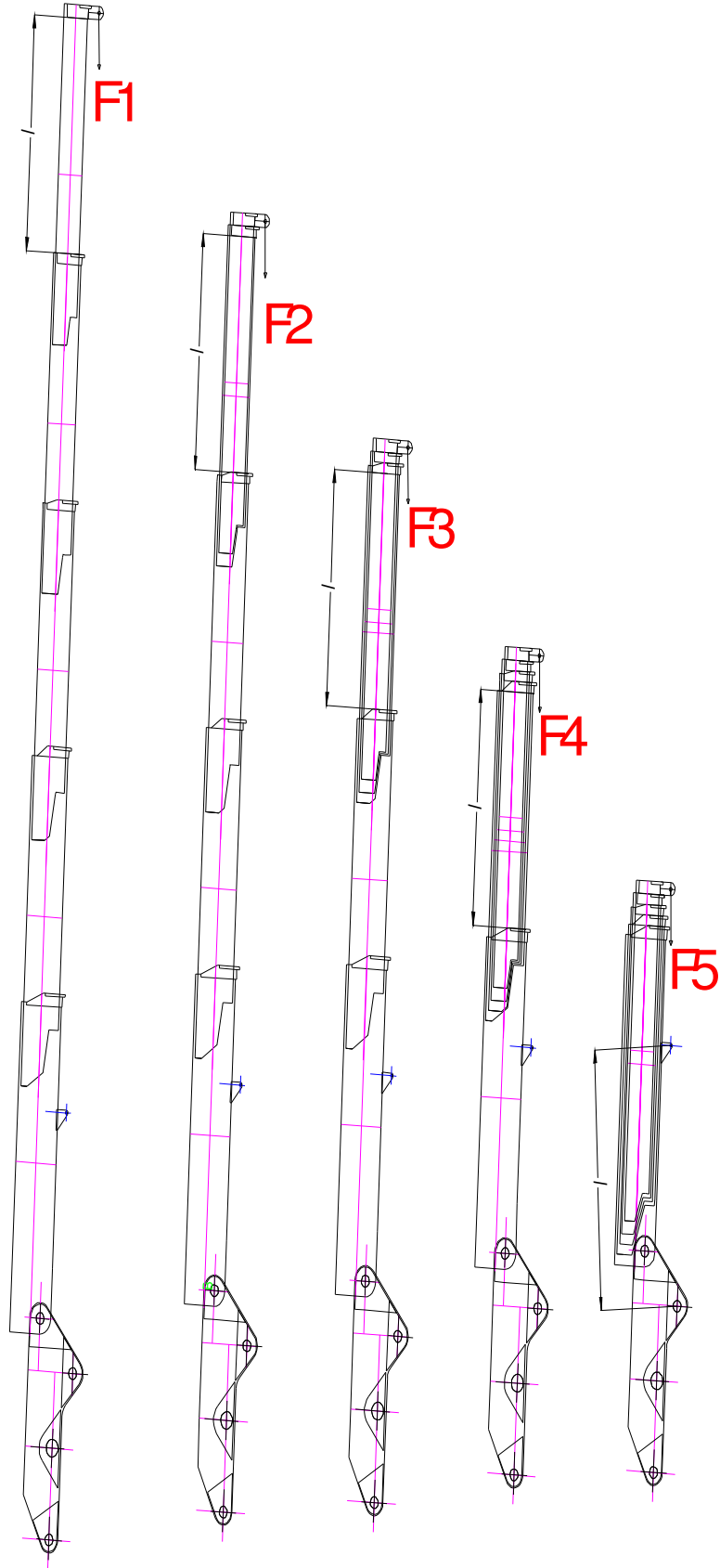
23,73 = 3,14 . d⁴ / 64

d = 46,89 mm.

d = 50 mm.

D = 80 mm.

olarak seçildi



Şekil 4.3 – Bom Hareketlerine Göre Çeşitli Pozisyonlardaki Burkulma Durumu

2 no.'lu durum için

$F_2 = 3,42 \text{ ton}$

3. teleskop silindirinin burkulma durumu incelenecektir. Burada taşınacak bom ağırlığı 3 ve

4. teleskop bomlarının ağırlıkları toplamıdır. Bu durumda;

$$F_2 = 3420 + 93,49 + 144,5 = 3658,4 \text{ kg.}$$

$$K = F_{dik} \cdot S = 3658,4 \cdot 2,5 = 9144,9 \text{ kg.}$$

$$9144,9 = (3,14)^2 \cdot 2100000 \cdot j / (257,1)^2$$

$$j = 29,2 \text{ cm}^4$$

$$29,2 = 3,14 \cdot d^4 / 64$$

$$d = 49,4 \text{ mm.}$$

d = 50 mm.

D = 80mm.

olarak seçildi.

3 no.'lu durum için

$F_3 = 4,24 \text{ ton}$

2. teleskop silindirinin burkulma durumu incelenecektir. Burada taşınacak bom ağırlığı 2,3 ve

4. teleskop bomlarının ağırlıkları toplamıdır. Bu durumda;

$$F_3 = 4240 + 93,49 + 144,5 + 165,44 = 4643,43 \text{ kg.}$$

$$K = F_{dik} \cdot S = 4643,43 \cdot 2,5 = 11608,575 \text{ kg.}$$

$$11608,575 = (3,14)^2 \cdot 2100000 \cdot j / (257,1)^2$$

$$j = 37,06 \text{ cm}^4$$

$$37,06 = 3,14 \cdot d^4 / 64$$

$$d = 52,4 \text{ mm}$$

d = 56 mm.

D = 90 mm.

olarak seçildi

4 no.'lu durum için

$F_4 = 5,58 \text{ ton}$

1. teleskop silindirinin burkulma durumu incelenecektir. Burada taşınacak bom ağırlığı 1,2,3 ve

4. teleskop bomlarının ağırlıkları toplamıdır. Bu durumda;

$$F_3 = 5580 + 93,49 + 144,5 + 165,44 + 234,5 = 6217,93 \text{ kg.}$$

$$K = F_{dik} \cdot S = 6217,93 \cdot 2,5 = 15544,83 \text{ kg.}$$

$$15544,83 = (3,14)^2 \cdot 2100000 \cdot j / (257,1)^2$$

$$j = 49,6 \text{ cm}^4$$

$$49,6 = 3,14 \cdot d^4 / 64$$

$$d = 56,4 \text{ mm}$$

d = 70 mm.

D = 100 mm.

olarak seçildi.

Kırma Silindiri Burkulma Kontrolü

$$L = l = \text{Açık boy} : 2023 \text{ mm.}$$

$$F_k = 80443 \text{ daN}$$

Rot çapı = 140 mm. (Daha önceden belirlenmişti.)

$$J = 1885,7 \text{ cm}^4$$

$$F_{dik} \cdot S = K$$

Değerleri yerine koyduğumuz takdirde ;

$$K = 591285 \text{ daN}$$

$$F_{dik} = K/S$$

$$F_{dik} = 236514 \text{ daN} > 80443 \text{ daN}$$

EMNİYETLİDİR.

Lift Silindiri Burkulma Kontrolü

$L = l =$ Açık boy : 2037 mm.

$F_k = 56525$ daN

Rot çapı = 110 mm. (Daha önceden belirlenmişti.)

$J = 718,7$ cm⁴

$F_{dik.S} = K$

Değerleri yerine koyduğumuz takdirde ;

$K = 225348$ daN

$F_{dik} = K/S$

$F_{dik} = 90139$ daN > 56525 daN

EMNİYETLİDİR.

4.5 Pompa Seçimi ve İlgili Değerlerin Bulunması

Yukarıda belirlediğimiz çap değerlerine göre alanlar bellidir. Silindirlerin açılma ve kapanma zamanlarını belirleyip hız değerlerini buluruz ve buradan debiyi belirleyebiliriz. Son olarak çalışma basıncını da bildiğimize göre pompa için gerekli gücü hesaplayabiliriz.

Lift silindirinin açma işlemini 15 sn. civarlarında bitirdiğini kabul edelim.

$Q = V \cdot A$ $V = \text{Strok} / t_{açma}$ formüllerinden yararlanarak ;

$V = 54,3$ mm/sn.

$Q = 84$ lt/dak. olarak bulunur.

Bu değere yakın bir standart pompa olarak 87,3lt/dak. debili ve 90cm³/dev kapasiteli pompa seçilebilir. Debi değeri belli olduğuna göre silindirlerle ilgili tüm değerleri belirleyelim.

LİFT SİLİNDİRİ

(180X110X815)

$t_{açma} = 14,8$ sn.

$t_{toplama} = 9,3$ sn.

$V_{açma} = 55$ mm/sn.

$V_{toplama} = 87,8$ mm/sn.

KIRMA SİLİNDİRİ

(220X140X824)

$t_{açma} = 22,3$ sn.

$t_{toplama} = 13,3$ sn.

$V_{açma} = 38,14$ mm/sn.

$V_{toplama} = 64,1$ mm/sn.

1.TELESKOP SİLİNDİRİ

(100X70X1800)

$t_{açma} = 10$ sn.

$t_{toplama} = 5,14$ sn.

$V_{açma} = 184,6$ mm/sn.

$V_{toplama} = 362$ mm/sn.

2.TELESKOP SİLİNDİRİ

(90X56X1800)

$t_{açma} = 8,17$ sn.

$t_{toplama} = 5$ sn.

$V_{açma} = 227,9$ mm/sn.

$V_{toplama} = 371,9$ mm/sn.

3.TELESKOP SİLİNDİRİ

(80X50X1800)

$t_{açma} = 6,4$ sn.

$t_{toplama} = 4$ sn.

$V_{açma} = 288,5$ mm/sn.

$V_{toplama} = 473,4$ mm/sn.

4. TELESKOP SİLİNDİRİ

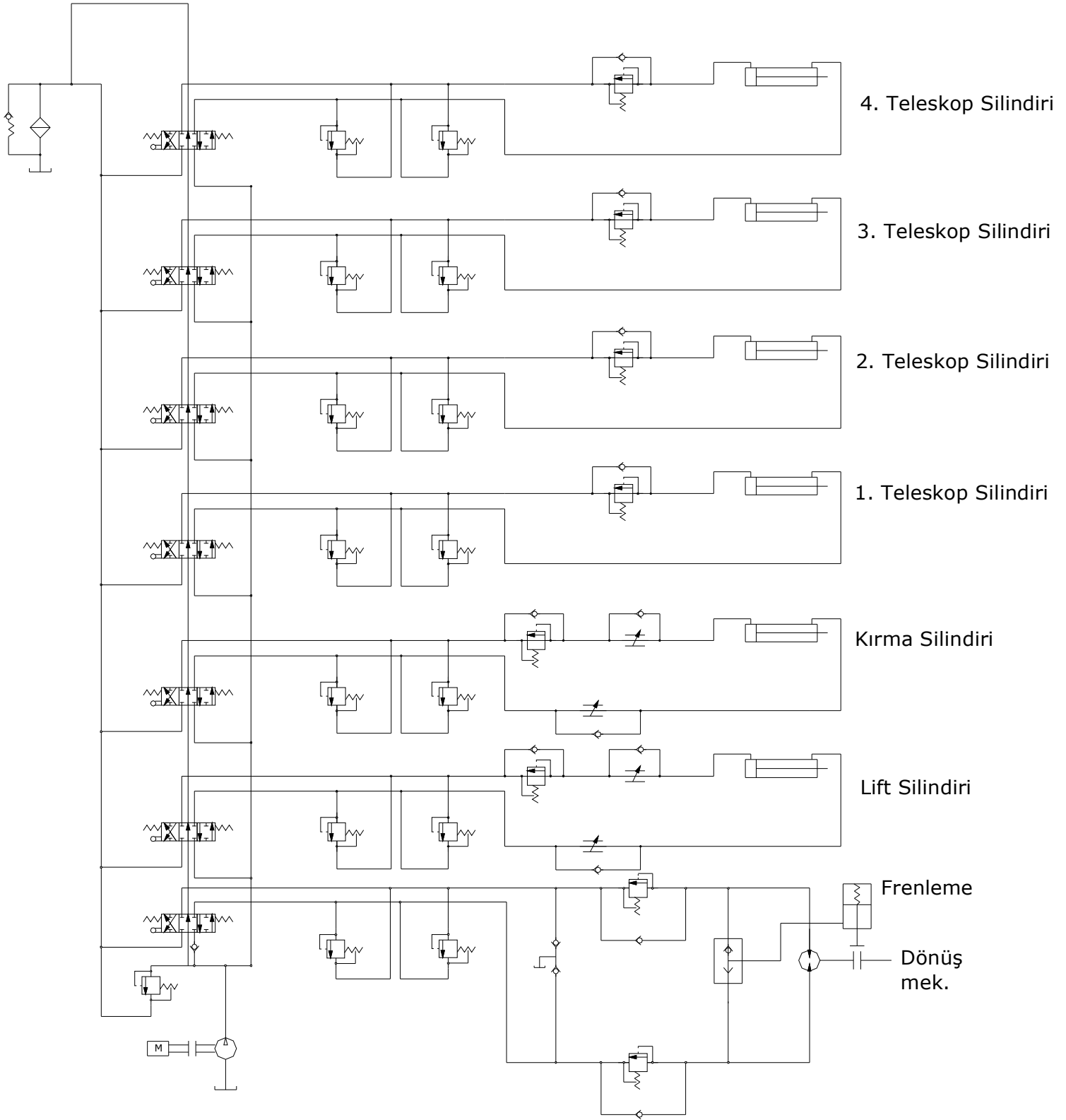
(80X50X1800)

$t_{açma} = 6,4$ sn.

$t_{toplama} = 4$ sn.

$V_{açma} = 288,5$ mm/sn.

$V_{toplama} = 473,4$ mm/sn.



Şekil 4.4 – Kreyin Hidrolik Devre Şeması

Teleskopların toplam açma zamanı = 31 sn.

Teleskopların toplam kapama zamanı = 18,14 sn.

Basınç kayıplarını da dikkate alarak 222 bar. çalışma basıncını oluşturmak için, 250 bar'lık bir basınçla dengeleyebildiğimizi kabul edersek :

Pompa için gerekli güç = $(Q \times P) / 600 = 36,375 \text{ kW}$. olarak bulunur.

Katalogdan 37 kW. gücünde bir pompa seçilebilir.

5. GÖVDE KESİTİNİN MUKAVEMET HESABI

5.1 Gövde Kesitinin Mukavemet Hesabı ve Güç Kontrolü

Vincimizin merkezi diye tabir ettiğimiz gövde kısmının mukavemetinin emniyet kontrolü yapılmalıdır. Bunun için gövde kesitinin maruz olduğu gerilme çeşitlerini öncelikle belirlememiz gerekmektedir. Buna göre gövde kesitinde aşağıdaki üç tip gerilme çeşidi meydana gelmektedir :

- 1) **Basma**
- 2) **Eğilme**
- 3) **Burulma**

Burada özellikle eğilme ve burulma gerilmeleri belirleyici olacağından bu değerlerin daha yüksek olduğu durumu göz önüne almamız gerekir. Bu durumda en açık pozisyonadaki duruma göre emniyet kontrolü yapılacaktır.

5.1.1 Basma Gerilmesi :

Gövde kesiti : $d_{dış} = 420 \text{ mm}$. ; $d_{iç} = 330 \text{ mm}$.

$$\sigma_b = Ft/A$$

$$Ft = 1,25 \cdot (2880) + 1,1 \cdot (234,5 + 165,44 + 144,5 + 93,49 + 263,5 + 600 + 300)$$

$$Ft = 5580,3 \text{ daN}$$

$$A = \pi/4(d_{dış}^2 - d_{iç}^2) = 530 \text{ cm}^2 \quad \sigma_b = 5580,3 / 530 = 10,5 \text{ daN/cm}^2$$

5.1.2 Eğilme Gerilmesi :

$$Me_D = F.L + G_1.L_1 + G_2.L_2 + G_3.L_3 \dots$$

$$Me_D = 4456334 \text{ daNcm.}$$

$$W_X = (\pi / (32 \cdot d_{diş})).(d_{diş}^4 - d_{iç}^4) = 4501,5 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_e = Me_D / W_X \quad \sigma_e = 4456334 / 4501 = 990 \text{ daN/cm}^2$$

5.1.3 Burulma Gerilmesi :

$$\tau_b = Md_D / W_p$$

$$Md_D = M_s + M_i$$

$$M_s = f_1 \cdot (d_1/2) + f_2 \cdot (d_2/2)$$

$$f_1 = f_2 = F_n \cdot \mu$$

$$M_e = F_n \cdot h$$

$$\mu = 0,05 \text{ (Bronz yatak)}$$

$$h \text{ (Yataklar arası mesafe)} = 265 \text{ mm.} = 26,5 \text{ cm.}$$

$$F_n = M_e / h = 4456334 / 26,5$$

$$F_n = 168163,5 \text{ daN}$$

$$f_1 = f_2 = 168263,5 \cdot 0,05 = 8408 \text{ daN}$$

$$d_1 = 32 \text{ cm.}$$

$$d_2 = 23 \text{ cm.}$$

$$M_s = 231225 \text{ daNcm.}$$

$$M_i = I \cdot \varepsilon$$

$$I = (F/g) \cdot L^2 + (G_1/g) \cdot L_1^2 + (G_2/g) \cdot L_2^2 + \dots$$

$$I = 383066 \text{ [kg.m}^2\text{]}$$

$$\varepsilon = \omega / t$$

$$t = 5 \text{ sn.}$$

$$\omega = (\pi \cdot n) / 30$$

$$n = 5 \text{ dev/dak.}$$

$$\omega = 0,52 \text{ rad/sn.}$$

$$\varepsilon = 0,104 \text{ rad.}$$

$$M_i = 383066 \cdot 0,104 \cdot 10 = 401146 \text{ daNcm.} \quad Md_D = 401146 + 231225 = 632370,8 \text{ daNcm.}$$

$$W_p = 2 \cdot W_X = 4501,5 \cdot 2 = 9003 \text{ cm}^3$$

$$\tau_b = 632370,8 / 9003 = 70,24 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{top}^2 = (\sigma_b^2 + \sigma_e^2) + (3 \cdot \tau_b)^2 \quad ; \quad \sigma_{top} = 1008 \text{ daN/cm}^2 < 2400 \text{ daN/cm}^2 \quad \textbf{EMNİYETLİDİR}$$

5.1.4 Güç Kontrolü:

Yukarıda hesaplanan M_s ve I değerlerinden faydalanarak dairesel hareket için gerekli motor gücünün kontrolü yapılabilir.

Buna göre ;

$$n = 970 \text{ dev/dak.}$$

$$i_t = 970 / 5 = 194 \text{ (Toplam çevrim oranı)}$$

$$\omega = (\pi \cdot n) / 30 = 101,6 \text{ rad/sn.}$$

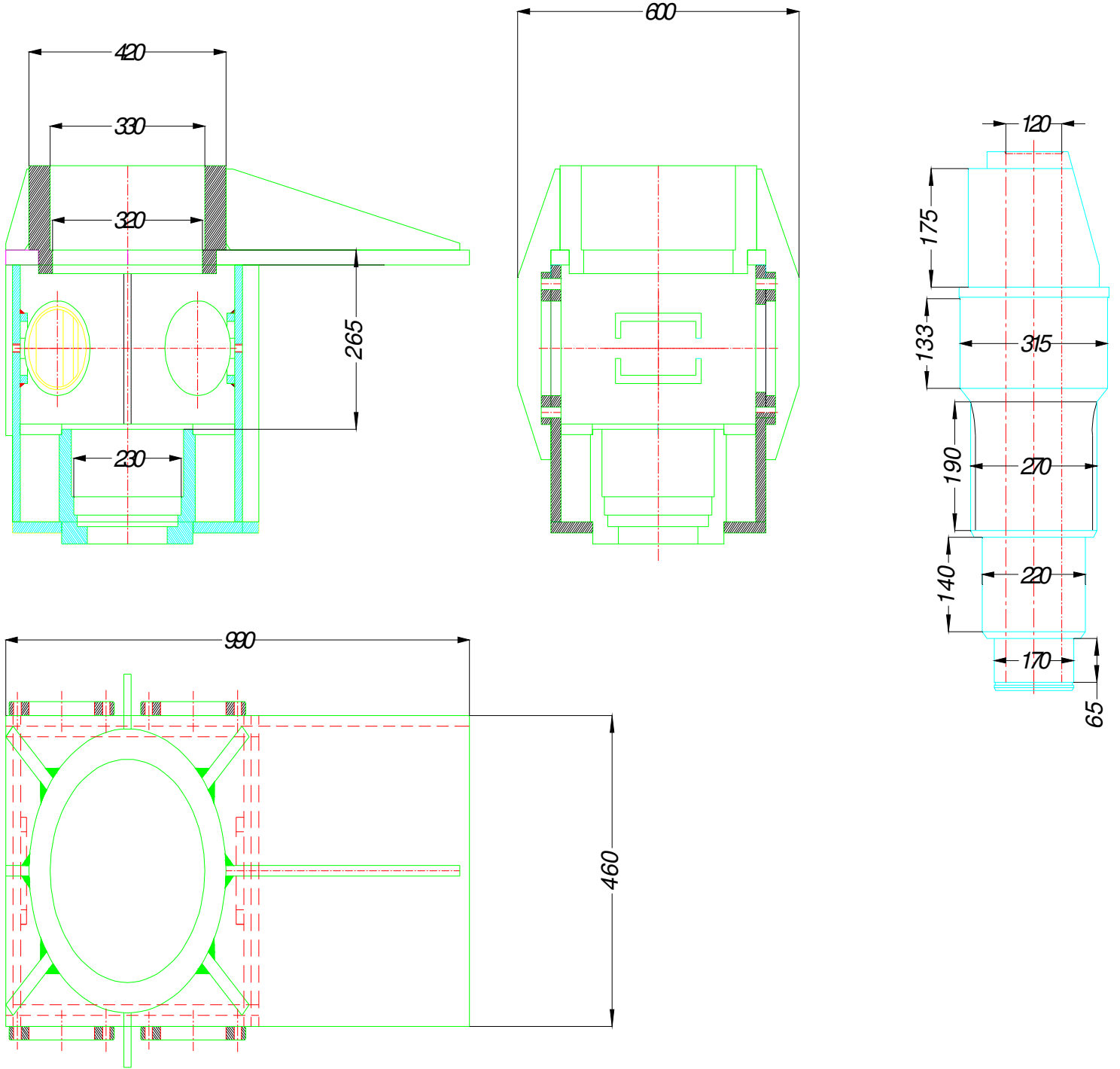
$$\varepsilon = 20,3 \text{ rad/sn}^2$$

$$\text{Statik direnç momenti} = M_s / i_t \cdot \eta_t$$

$$\eta_t = \eta_v \cdot \eta_m$$

$$\eta_v = 84 \text{ (lt/dak.)} / 87,3 \text{ (lt/dak.)} = 0,96$$

$$M_t = 1,59 \cdot V_g \cdot \Delta P / 100 = 1,59 \cdot 90 \cdot 222 / 100 = 317,6 \text{ Nm}$$



Şekil 5.1 – Gövde Kesiti ve Dikme Dişlisinin Boyutlandırılması

Statik direnç momenti = 119,188 Nm.

Dönme Hareketi İçin İvmelenme Momenti = $I \cdot \varepsilon / (i_t)^2 \cdot \eta_t$

Dönme Hareketi İçin İvmelenme Momenti = 206,77 Nm.

Toplam Döndürme Direnç Momenti = 119,188 + 206,77 = 325,96 Nm.

$\eta_m = Mg/Mt = 317,6 / 325,96 = 0,97$

$\eta_t = 0,97 \cdot 0,96 = 0,94$

Bulduğumuz verim değerini, formüllerde tekrar yerine koyduğumuz takdirde ;

Toplam Döndürme Direnç Momenti = 346,77 Nm.

Döndürme için gerekli güç değeri = $(346,77 \cdot 101,6) / 1000 = 35,22 \text{ kW}$.

Bu durumda yukarıda seçilmiş olan **37 kW** gücündeki içten yanmalı motorumuz, tam yük altında döndürme için gerekli gücü karşılayabilmektedir.

6 ELEMANLAR ÜZERİNDEKİ ÇEŞİTLİ MUKAVEMET KONTROLÜ

6.1 Teleskop Silindirlerinin Geri Hareketi İçin Min. Kuvvet Hesabı :

Teleskop bomlarının statik konumdan hareketlenebilmeleri için bom yataklarının temas yüzeylerindeki yatak sürtünme kuvvetlerini yenmeleri gerekmektedir. Bomlar içinde kullanılan yataklar kestamid malzemesinden yapılmış olup, bunlar için kullanılacak sürtünme katsayısı değeri (polikim) katalogunda 0,15 olarak verilmiştir. Silindir in geri çekme hareketindeki yağ temas yüzey alanı, ileri itme hareketinden daha düşük olacağından, buradan hesaplanacak basınç değeri hareket için gerekli minimum basınç değerini verecektir.

Yataklar arası mesafe : 700 mm. = 70 cm.

$\mu = 0,15$

1 no.'lu durum için (tam açık durum)

$F_1 = 2,88 \text{ ton}$

Yük-arka yatak mesafesi : 255cm.

4.teleskop bomu-arka yatak mesafesi : 130cm.

$M_{arka} = 93,49 \cdot 130 + 255 \cdot 2880 = 746553,7 \text{ daNcm}$.

$M_{ön} = 93,49 \cdot (130-70) + 2880 \cdot (255-70) = 538409,4 \text{ daNcm}$.

$F_{y1} = M_{arka} / 70 = 10665 \text{ daN}$

$F_{y2} = M_{ön} / 70 = 7691,5 \text{ daN}$

$F_s = (10665 + 7691,5) \cdot 0,15 = 2753,5 \text{ daN} = F_k$

$A_{ara} = \pi/4 \cdot (8^2 - 5^2) = 30,63 \text{ cm}^2$

$P_4 = F_k / A_{ara} = 89,9 \text{ bar}$.

2 no.'lu durum için (tam açık durum)

$F_2 = 3,42 \text{ ton}$

Yük-arka yatak mesafesi : 265cm. 4.teleskop bomu-arka yatak mesafesi : 140cm.

3.teleskop bomu-arka yatak mesafesi : 130cm.

$$M_{\text{arka}} = 93,49 \cdot 140 + 144,5 \cdot 130 + 265 \cdot 3420 = 938173,6 \text{ daNcm.}$$

$$M_{\text{ön}} = 93,49 \cdot (140-70) + 3420 \cdot (265-70) + 144,5 \cdot (130 - 70) = 682114,3 \text{ daNcm.}$$

$$F_{y1} = M_{\text{arka}} / 70 = 13402,48 \text{ daN} \quad F_{y2} = M_{\text{ön}} / 70 = 9744,5 \text{ daN}$$

$$F_s = (13402,48 + 9744,5) \cdot 0,15 = 3472 \text{ daN} = F_k$$

$$A_{\text{ara}} = \pi/4 \cdot (8^2 - 5^2) = 30,63 \text{ cm}^2$$

$$P_3 = F_k / A_{\text{ara}} = 113 \text{ bar.}$$

3 no.'lu durum için (tam açık durum)

$F_3 = 4,24 \text{ ton}$

Yük-arka yatak mesafesi : 273cm. 4.teleskop bomu-arka yatak mesafesi : 148cm.

3.teleskop bomu-arka yatak mesafesi :138cm.; 2.teleskop bomu-arka yatak mesafesi :130cm.

$$M_{\text{arka}} = 93,49 \cdot 148 + 144,5 \cdot 138 + 165,44 \cdot 130 + 273 \cdot 2880 = 1212804,72 \text{ daNcm.}$$

$$M_{\text{ön}} = 93,49 \cdot (148-70) + 4240 \cdot (273-70) + 144,5 \cdot (138-70) + 165,44 \cdot (130-70) = 887764,62 \text{ daNcm.}$$

$$F_{y1} = M_{\text{arka}} / 70 = 17325,8 \text{ daN} \quad F_{y2} = M_{\text{ön}} / 70 = 12682,4 \text{ daN}$$

$$F_s = (17325,8 + 12682,4) \cdot 0,15 = 4501 \text{ daN} = F_k$$

$$A_{\text{ara}} = \pi/4 \cdot (9^2 - 5,6^2) = 38,9 \text{ cm}^2$$

$$P_2 = F_k / A_{\text{ara}} = 115 \text{ bar.}$$

4 no.'lu durum için (tam açık durum)

$F_4 = 5,58 \text{ ton}$

Yük-arka yatak mesafesi : 281cm. 4.teleskop bomu-arka yatak mesafesi : 156cm.

3.teleskop bomu-arka yatak mesafesi :146cm.; 2.teleskop bomu-arka yatak mesafesi :138cm.

1.teleskop bomu-arka yatak mesafesi :130cm

$$M_{\text{arka}} = 93,49 \cdot 156 + 144,5 \cdot 146 + 165,44 \cdot 138 + 234,5 \cdot 130 + 273 \cdot 5580 = 1656977 \text{ daNcm.}$$

$$M_{\text{ön}} = 93,49 \cdot (148-70) + 5580 \cdot (273-70) + 144,5 \cdot (146-70) + 165,44 \cdot (138-70) + 234,5 \cdot (130-70) = 1221722 \text{ daNcm.}$$

$$F_{y1} = M_{\text{arka}} / 70 = 23671 \text{ daN} \quad F_{y2} = M_{\text{ön}} / 70 = 17453 \text{ daN}$$

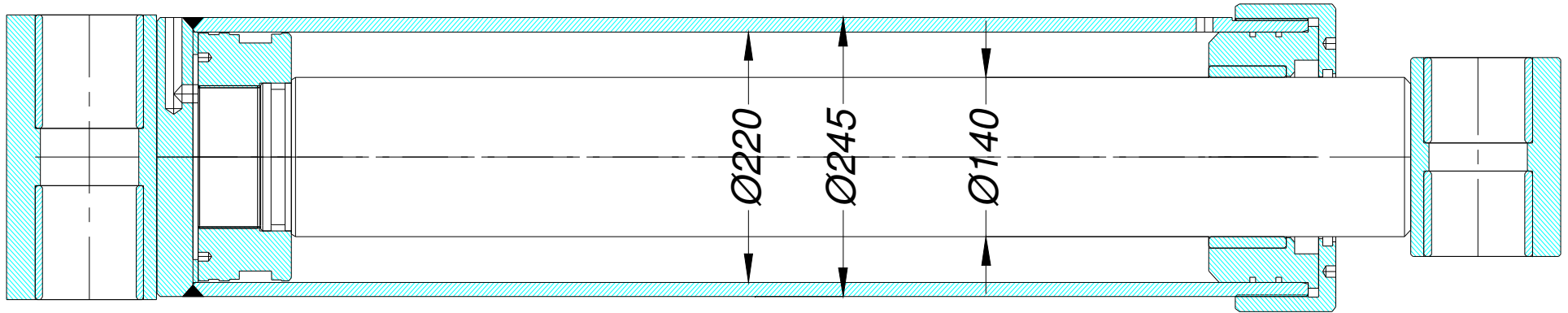
$$F_s = (23671 + 17453) \cdot 0,15 = 6168,6 \text{ daN} = F_k$$

$$A_{\text{ara}} = \pi/4 \cdot (10^2 - 7^2) = 40,05 \text{ cm}^2$$

$$P_1 = F_k / A_{\text{ara}} = 154 \text{ bar.}$$

En yüksek çekme kuvveti değeri 4 no.'lu durumda olduğundan dolayı burada yapacağımız yatak dayanımı kontrolü diğer yatakların da emniyetli olduğunu sağlayacaktır.

Yatak kesit boyutları = 15x45



Şekil 6.1 – Bir Kırma Silindirin Kesit Görünüşü

Kestamid akma sınırı : 900 daN/cm²

Hareket halindeki sürtünen yatak sayısı 2 olduğuna göre ;

$$F_s / A < \sigma_{ak} \quad 6168,6 / (2 \times 1,5 \times 4,5) = 480,3 < 900 \text{ (daN/cm}^2\text{)} \quad \text{EMNİYETLİDİR}$$

6.2 Silindir Borularının Et Kalınlığı Kontrolü

Silindir borularının et kalınlığı kontrolü yapılırken kullanılacak parametreler :

da : Boru dış çapı (mm.)

di : Boru iç çapı (mm.)

P : Sistem Basıncı (222 Bar olarak belirlenmişti.)

sv : Hesaplanan et kalınlığı (mm.)

s : Boru et kalınlığı (mm.)

K : St52 için 240 N/mm²

c : Korozyon payı (1 mm.)

4. TELESKOP SİLİNDİRİ

$$da = 95 \text{ mm.} \quad di = 80 \text{ mm.} \quad da/di = 1,19 < 1,7$$

$$sv = (di \cdot P) / 20 \cdot K = 80 \cdot 222 / 20 \cdot 240 \quad sv = 3,7 \text{ mm.}$$

$$s = 1,11 \cdot (sv + c) = 1,11 \cdot (3,7 + 1) = 5,22 \text{ mm.}$$

$$s = (95 - 80) / 2 = 7,5 \text{ mm.} \quad 7,5 \text{ mm.} > 5,22 \text{ mm.} \quad \text{UYGUNDUR.}$$

3. TELESKOP SİLİNDİRİ

4. Teleskop silindir borusuyla değerler aynı olduğundan uygundur.

2. TELESKOP SİLİNDİRİ

$$da = 105 \text{ mm.} \quad di = 90 \text{ mm.} \quad da/di = 1,17 < 1,7$$

$$sv = (di \cdot P) / 20 \cdot K = 90 \cdot 222 / 20 \cdot 240 \quad sv = 4,16 \text{ mm.}$$

$$s = 1,11 \cdot (sv + c) = 1,11 \cdot (4,6 + 1) = 5,7 \text{ mm.}$$

$$s = (105 - 90) / 2 = 7,5 \text{ mm.} \quad 7,5 \text{ mm.} > 5,7 \text{ mm.} \quad \text{UYGUNDUR.}$$

1. TELESKOP SİLİNDİRİ

2. Teleskop silindir borusuyla değerler aynı olduğundan uygundur.

KIRMA SİLİNDİRİ

$$\begin{aligned}d_a &= 245 \text{ mm.} & d_i &= 220 \text{ mm.} & d_a/d_i &= 1,11 < 1,7 \\sv &= (d_i \cdot P) / 20 \cdot K = 220 \cdot 222 / 20 \cdot 240 & & & sv &= 10,175 \text{ mm.} \\s &= 1,11 \cdot (sv + c) = 1,11 \cdot (10,175 + 1) = 12,4 \text{ mm.} \\s &= (245 - 220) / 2 = 12,5 \text{ mm.} & & & 12,5 \text{ mm.} &> 12,4 \text{ mm.} & \text{ UYGUNDUR.}\end{aligned}$$

LİFT SİLİNDİRİ

$$\begin{aligned}d_a &= 205 \text{ mm.} & d_i &= 180 \text{ mm.} & d_a/d_i &= 1,14 < 1,7 \\sv &= (d_i \cdot P) / 20 \cdot K = 180 \cdot 222 / 20 \cdot 240 & & & sv &= 8,3 \text{ mm.} \\s &= 1,11 \cdot (sv + c) = 1,11 \cdot (10,175 + 1) = 10,35 \text{ mm.} \\s &= (205 - 180) / 2 = 12,5 \text{ mm.} & & & 12,5 \text{ mm.} &> 10,4 \text{ mm.} & \text{ UYGUNDUR.}\end{aligned}$$

6.3 Pim Bağlantılarının Emniyet Kontrolü

Hidrolik kreynimizin dikme, ana ve kırma bomları arasındaki silindir ve bom bağlantıları, pimler kullanılarak sağlanmıştır. Bu durumda pim emniyetinin kontrolü yapılmalıdır. Burada pim malzemesi olarak ıslah edilmiş SAE 4140 kullanılmıştır. SAE 4140 için teknik değerler :
 $\sigma_{ak} = 650 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_R = 900 \text{ N/mm}^2$ olarak verilmiştir.
Hesaplarda pimler kesmeye zorlanacağından dolayı kesme emniyet gerilmesi olarak
 $\tau_k = \sigma_R \cdot 0,5 = 900 \cdot 0,5 = 450 \text{ N/mm}^2$ olarak alınabilir.
Toplam 6 adet pimli bağlantı vardır ve bu bağlantılar her iki taraftan da yapılmıştır.

1 no.'lu ana bom – dikme bomu bağlantı pimi :

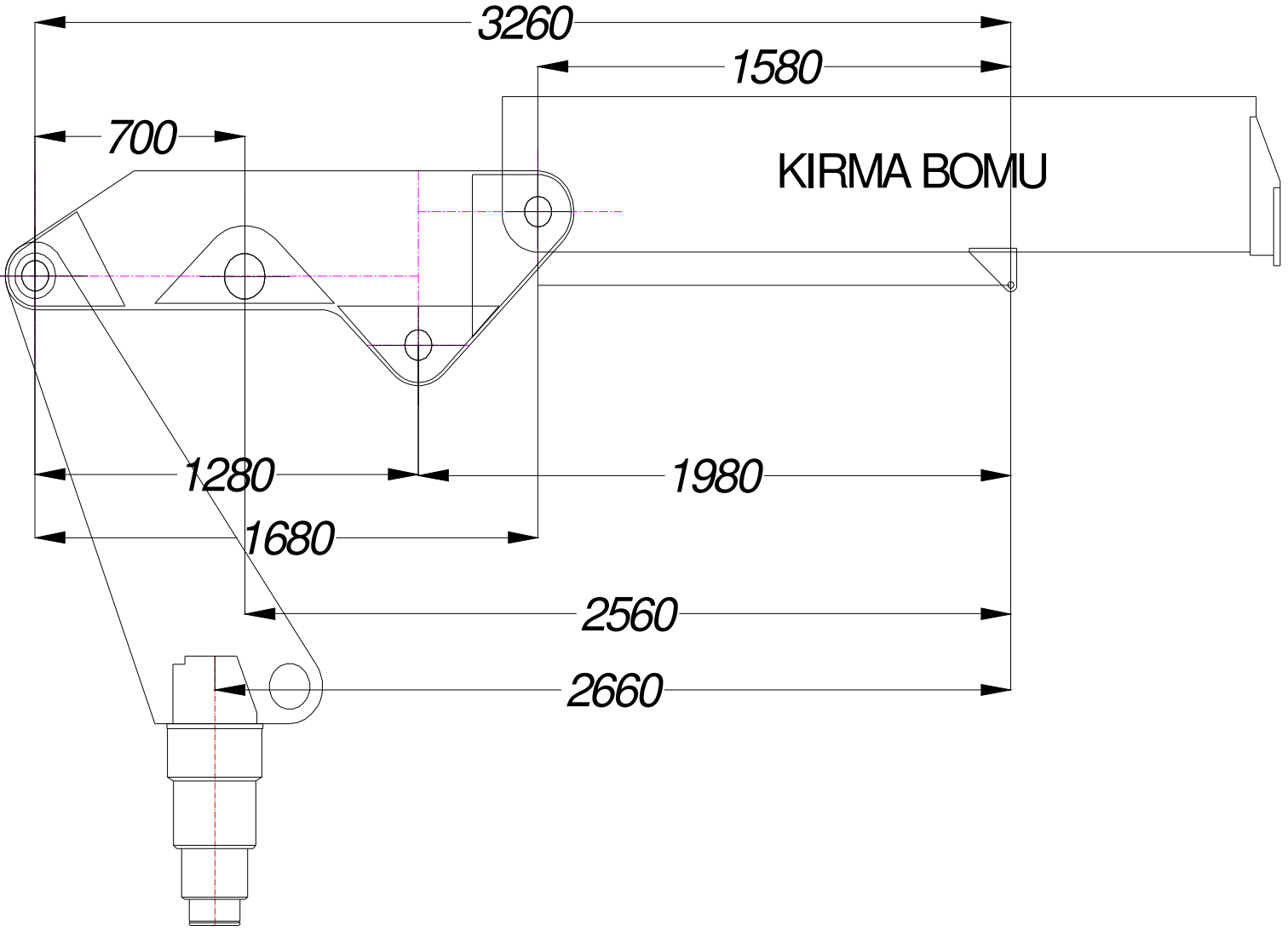
$$\begin{aligned}d_{pim} &= 90 \text{ mm.} = 9 \text{ cm.} \\ \tau_{em} &= 4500 \text{ daN/cm}^2 & F_k &= 56492 \text{ daN.} & A_{pim} &= \pi \cdot 9^2 / 4 = 63,6 \text{ cm}^2 \\ \tau_k &= F_k / 2A_{pim} = 56492 \text{ daN} / (2 \cdot 63,6) \text{ cm}^2 = 444 \text{ daN/cm}^2 & & & \tau_{em} &> \tau_k ; \text{ EMNİYETLİDİR.}\end{aligned}$$

2 no'lu dikme-lift silindiri bağlantı pimi :

$$\begin{aligned}d_{pim} &= 90 \text{ mm.} = 9 \text{ cm.} \\ \tau_{em} &= 4500 \text{ daN/cm}^2 & F_k &= 56492 \text{ daN.} & A_{pim} &= \pi \cdot 9^2 / 4 = 63,6 \text{ cm}^2 \\ \tau_k &= F_k / 2A_{pim} = 56492 \text{ daN} / (2 \cdot 63,6) \text{ cm}^2 = 444 \text{ daN/cm}^2 & & & \tau_{em} &> \tau_k ; \text{ EMNİYETLİDİR}\end{aligned}$$

3 no.'lu lift silindiri rotu bağlantı pimi :

$$\begin{aligned}d_{pim} &= 90 \text{ mm.} = 13,5 \text{ cm.} \\ \tau_{em} &= 4500 \text{ daN/cm}^2 & F_k &= 56492 \text{ daN.} & A_{pim} &= \pi \cdot 13,5^2 / 4 = 143 \text{ cm}^2 \\ \tau_k &= F_k / 2A_{pim} = 56492 \text{ daN} / (2 \cdot 143) \text{ cm}^2 = 197,3 \text{ daN/cm}^2 & & & \tau_{em} &> \tau_k ; \text{ EMNİYETLİDİR}\end{aligned}$$



Şekil 6.2 – Kırma Bom, Ana Bom, Dikme Bom Toplu Olarak Görünüşleri ve

Pim Bağlantıları

4 no.'lu ana bom – kırma silindiri arka bağlantı pimi : $d_{pim} = 90\text{mm.} = 9\text{cm.}$

$$\tau_{em} = 4500 \text{ daN/cm}^2$$

$$F_k = 80443 \text{ daN.}$$

$$A_{pim} = \pi \cdot 9^2 / 4 = 63,6\text{cm}^2$$

$$\tau_k = F_k / 2A_{pim} = 80443 \text{ daN} / (2 \cdot 63,6)\text{cm}^2 = 632 \text{ daN/cm}^2 \quad \tau_{em} > \tau_k ; \text{ EMNİYETLİDİR}$$

5 no.'lu kırma silindir rotu bağlantı pimi :

$$d_{pim} = 90\text{mm.} = 9\text{cm.}$$

$$\tau_{em} = 4500 \text{ daN/cm}^2$$

$$F_k = 80443 \text{ daN.}$$

$$A_{pim} = \pi \cdot 9^2 / 4 = 63,6\text{cm}^2$$

$$\tau_k = F_k / 2A_{pim} = 80443 \text{ daN} / (2 \cdot 63,6)\text{cm}^2 = 632 \text{ daN/cm}^2 \quad \tau_{em} > \tau_k ; \text{ EMNİYETLİDİR}$$

6 no.'lu kırma bom – ana bom bağlantı pimi :

$$d_{pim} = 90\text{mm.} = 9\text{cm.}$$

$$\tau_{em} = 4500 \text{ daN/cm}^2$$

$$F_k = 56492 \text{ daN.}$$

$$A_{pim} = \pi \cdot 9^2 / 4 = 63,6\text{cm}^2$$

$$\tau_k = F_k / 2A_{pim} = 56492 \text{ daN} / (2 \cdot 63,6)\text{cm}^2 = 444 \text{ daN/cm}^2 \quad \tau_{em} > \tau_k ; \text{ EMNİYETLİDİR}$$

7 . DEVRİLME HESABI

Vinçlerde devrilme hesabı 2 esas durum göz önünde bulundurularak yapılır :

- 1) Bomların yana doğru açılması
- 2) Bomların arkaya doğru açılması

Bomların öne doğru açılması durumu, tam yatay pozisyonda kamyonun kupa kısmına çarpacağından yapılamaz. Ancak düşey pozisyonda öne açabilmek söz konusu olabilir ama burada da bomların öne doğru açılma açıları sınırlıdır. Bu yüzden genelde firmalar devrilmeye ilgili olarak, vinci kullanacak kişilerin yükleri önden kaldırmaması hakkında uyarır.

7.1 Kamyonla İlgili Teknik Bilgiler

Devrilme hesabının yapılabilmesi için kullanacağımız kamyonun teknik özelliklerini bilmemiz gerekmektedir. Buradan alınacak değerler hesaplamalarda kuvvet, moment kolu değerlerini bulmamıza yarayacaktır.

FORD CARGO 2114 (TEKNİK BİLGİLER)

Motor hacmi : 6224 cc.	Ön uzunluk : 1350 mm.
Max. güç : 128-2600 PS	Dingil açıklığı : 4000 + 1250 mm.
Max. tork : 385/1500 Nm.	Toplam uzunluk : 8260 mm.
Boş Ağırlık : 4700kg.	Ön aks açıklığı : 2075 mm.
Yük kapasitesi : 16300 kg.	Arka aks açıklığı : 1812 mm.
Toplam yüklü ağırlık : 21000 kg.	Arka uzunluk : 1660 mm.
Ön aks : 5000 kg.	Tüm yükseklik : 2740 mm.
Arka aks : 16000 kg.	Tüm genişlik : 2484 mm

7.2 Bomlarına Yana Doğru Açılması Durumu

Bomların yana açılma durumuyla ilgili olarak en kritik durum şekildeki serbest cisim diyagramında belirtilmiştir. Buradaki koordinatlar hesaba katılarak öncelikle mesnetleri keserek geçen eksenin doğru denklemi bulunur. Buradan bomlarımızın açık haliyle oluşan dik doğru denklemi oluşturulur. Birbirini dik kesen iki doğrunun kesim noktasına göre, uzaklıklar belirlenerek yük ve ağırlıkların momentleri hesaplanır. Tüm hesapladığımız momentlerin toplamı eğer pozitif çıkarsa, o zaman hidrolik vincimiz devrilmeye karşı emniyetli demektir

Buna göre ;

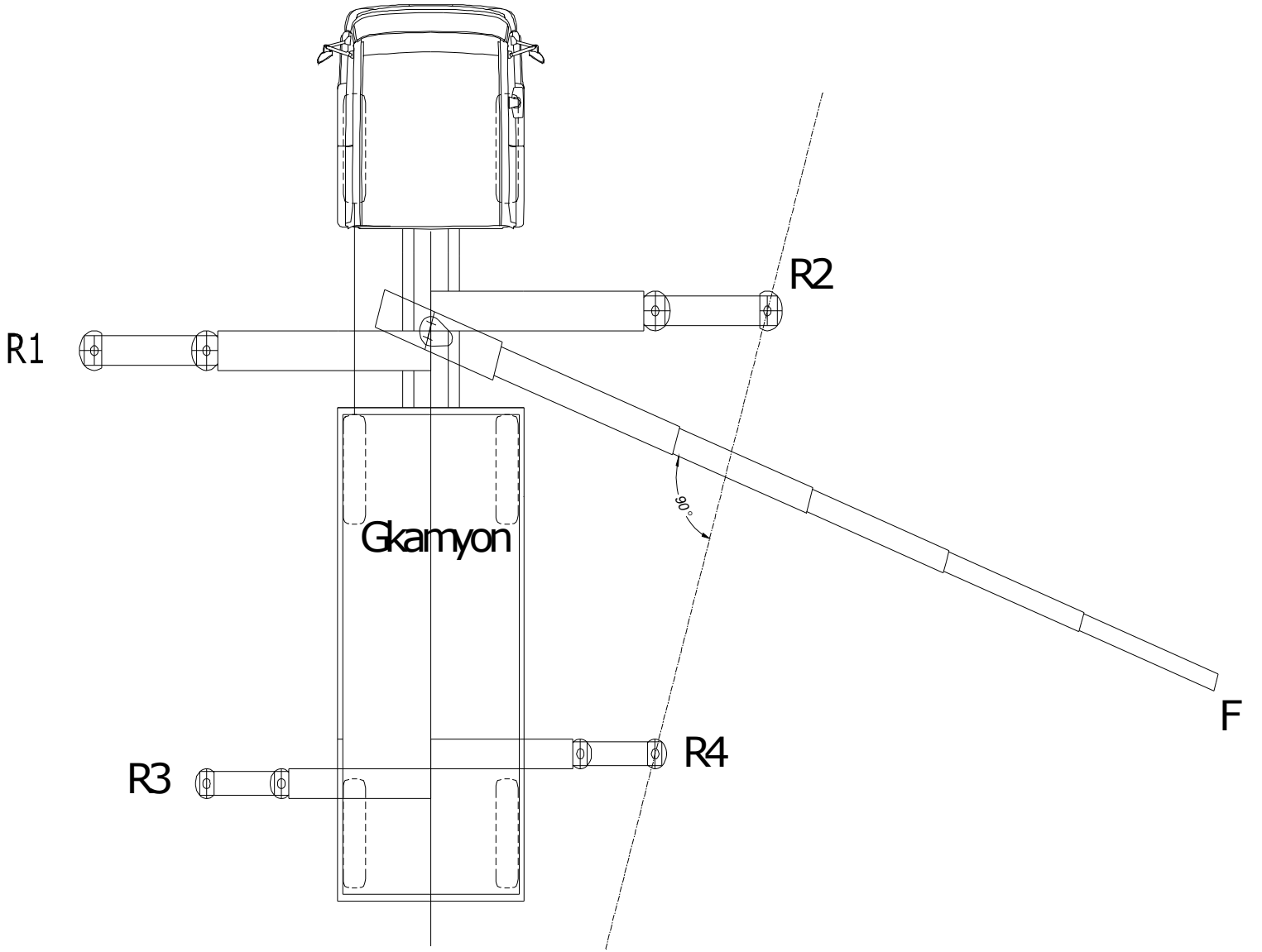
Mesnet 1 (0, 4500) Mesnet 2 (4460, 3000) ise iki noktası bilinen doğru denklemi formülünden :

$(y_1 - y_2)/(x_1 - x_2) = (y - y_1)/(x - x_1)$ yararlanarak eğim hesaplanır. Buna göre yukarıdaki değerleri formülde yerine koyup daha sonra çıkan denklemdeki x'in katsayısını çektığımız takdirde eğim değerini bulmuş oluruz. $m = -0,34$ olarak bulunur. Kendisini kesen dik doğrunun eğimi için ;

$-1 = m_1 \cdot m_2$ formülünden faydalanarak mesnetlerden geçen doğrunun eğimi bulunur.

Buna göre eksen eğimi 2,97 olur. $y = mx + n$ lineer doğru denkleminde bulduğumuz değerleri yerine koyarsak;

$n = 4500$ Kesişme noktasının koordinatları (1360 , 4043) olarak bulunur



Şekil 7.1 – Bomların Yana Açılma Durumu

Buradan merkezle kesişme noktası arasındaki mesafe $(ICHI) = (1360^2 + 4043^2)^{1/2}$

$ICHI = 4265$ mm. olur. Bu mesafe bizim devrilme momenti için referans noktamız olacağından $((ICHI - \text{Mesafe}) \times \text{Yük})$ değerleri toplamı bize momenti verecektir. Eğer pozitif bir değer çıkarsa devrilmeye karşı emniyetli, negatif bir değer çıkarsa devrilmeye karşı emniyetsizdir. Kamyonun ağırlık merkezinin kesişme noktası ile arasındaki mesafe $4113,5$ mm.'dir.

$$M_H = 4700 \cdot 4113,5 + 234,5 \cdot (4265,2 - 4140) + 2880 \cdot (4262,5 - 11050) + \dots$$

$$M_H = 419753 \text{ daNcm.} > 0$$

Devrilmeye karşı EMNİYETLİDİR.

7.3 Bomların Arkaya Doğru Açılma Durumu

Bu sefer referans eksenimiz arka mesnetlerin açıldığı doğrultudaki eksendir. Merkez ile arka mesnet eksenini arasındaki mesafe 4460 mm.'dir. Kamyonun ağırlık merkezinin arka mesnet eksenini ile arasındaki mesafe 3860 mm.'dir.

$$M_H = 4700 \cdot 3860 + 234,5 \cdot (4460 - 4140) + 2880 \cdot (4460 - 11050) + \dots$$

$$M_H = 391786,58 \text{ daNcm.} > 0$$

Devrilmeye karşı EMNİYETLİDİR

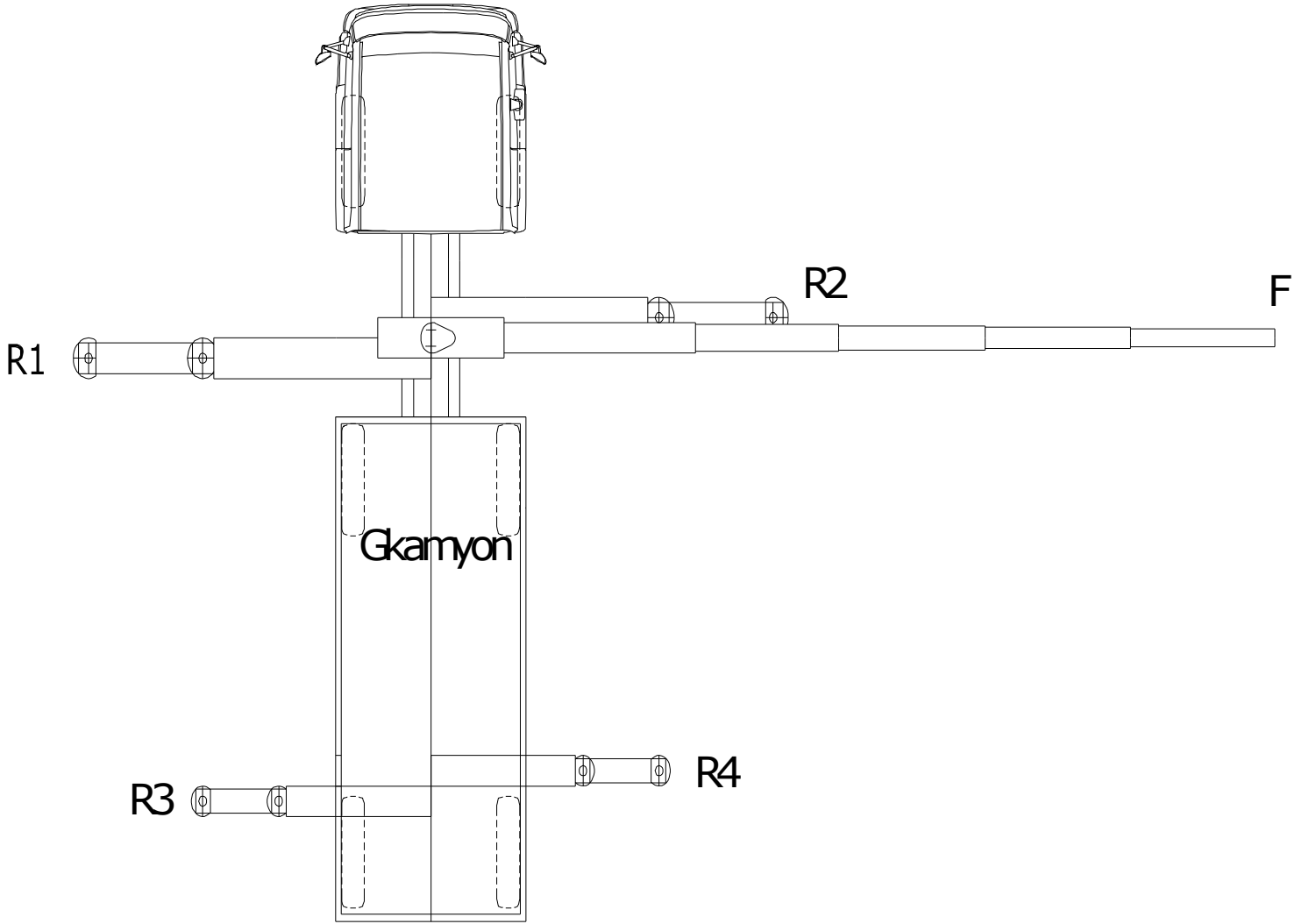
7.4 Mesnet Reaksiyon Kuvvetleri

Mesnetler hidrolik vincimizi statik denge konumunda devrilmeden tutabilen aparatlardır. Devrilme momentinden dolayı mesnet silindirlerinde reaksiyon kuvvetleri oluşacaktır. Bu reaksiyon kuvvetlerinin maksimum değerleri veren konumlarında yapılacak hesaplar, mesnet silindiri seçimimizde referans olarak kullanılacaktır. Buna göre iki ayrı durum için mesnet reaksiyon kuvvetlerini incelememiz gerekmektedir :

A) **BOMLARIN 1 VE 2 NO.'LU MESNETLERE PARALEL EN AÇIK KONUMU :**

Bu pozisyondayken sistem 1 ve 2 no.'lu mesnetlerin ortasından dönmeye çalışacaktır. Mesnet noktalarında dönme momenti 0 olmalıdır. Bu durumla ilgili serbest cisim diyagramı şekilde verilmiştir.

Buna göre :



Şekil 7.2 – Bomların Yana Doğru Açılması Durumunda Mesnet Reaksiyonları

$$M_{\text{bom}} = G_{\text{dikme}} \cdot L_{\text{dikme}} + G_{\text{ana}} \cdot L_{\text{ana}} + G_{\text{kırma}} \cdot L_{\text{kırma}} + G_1 \cdot L_1 + G_2 \cdot L_2 \dots$$

$$M_{\text{bom}} = 1291547,88 \text{ daNcm.}$$

$$M_{G_{\text{kamyon}}} = G_{\text{kamyon}} \cdot L_{\text{kamyon}} = 2115000 \text{ daNcm.}$$

$$M_F = F \cdot L = 4478400 \text{ daNcm.}$$

$$M_{R1} = 1,1 \cdot (2115000 + 1291547,8) + 1,25 (4478400) = 9345202,58 \text{ daNcm.}$$

$$R_2 = M_{R1} / [R_1 R_2] = 9345202,58 / 900 = 10383,5 \text{ daN} = F_k$$

$$F_k = P \cdot A \quad A = 10383,5 / 240 = 43,26 \text{ cm}^2 \quad D > 75 \text{ mm.}'\text{lik silindir seçimi yapılabilir.}$$

B) BOMLARIN GERİYE DOĞRU 3 VE 4 NO.'LU MESNETLERİN ORTASINDAN GEÇEREK AÇILMA DURUMU :

Bomların bu pozisyonunda 3 ve 4 no.'lu arka basma mesnet silindirleri hesaplanabilir. 1 ve 2 no.'lu mesnetlerin orta noktasından geçen eksene göre moment dengesi kontrol edilecektir. Bu durumla ilgili serbest cisim diyagramı şekilde verilmiştir.

Buna göre :

$$M_{\text{bom}} = G_{\text{dikme}} \cdot L_{\text{dikme}} + G_{\text{ana}} \cdot L_{\text{ana}} + G_{\text{kırma}} \cdot L_{\text{kırma}} + G_1 \cdot L_1 + G_2 \cdot L_2 \dots$$

$$M_{\text{bom}} = 588989 \text{ daNcm.}$$

$$M_{G_{\text{kamyon}}} = G_{\text{kamyon}} \cdot L_{\text{kamyon}} = 282000 \text{ daNcm.}$$

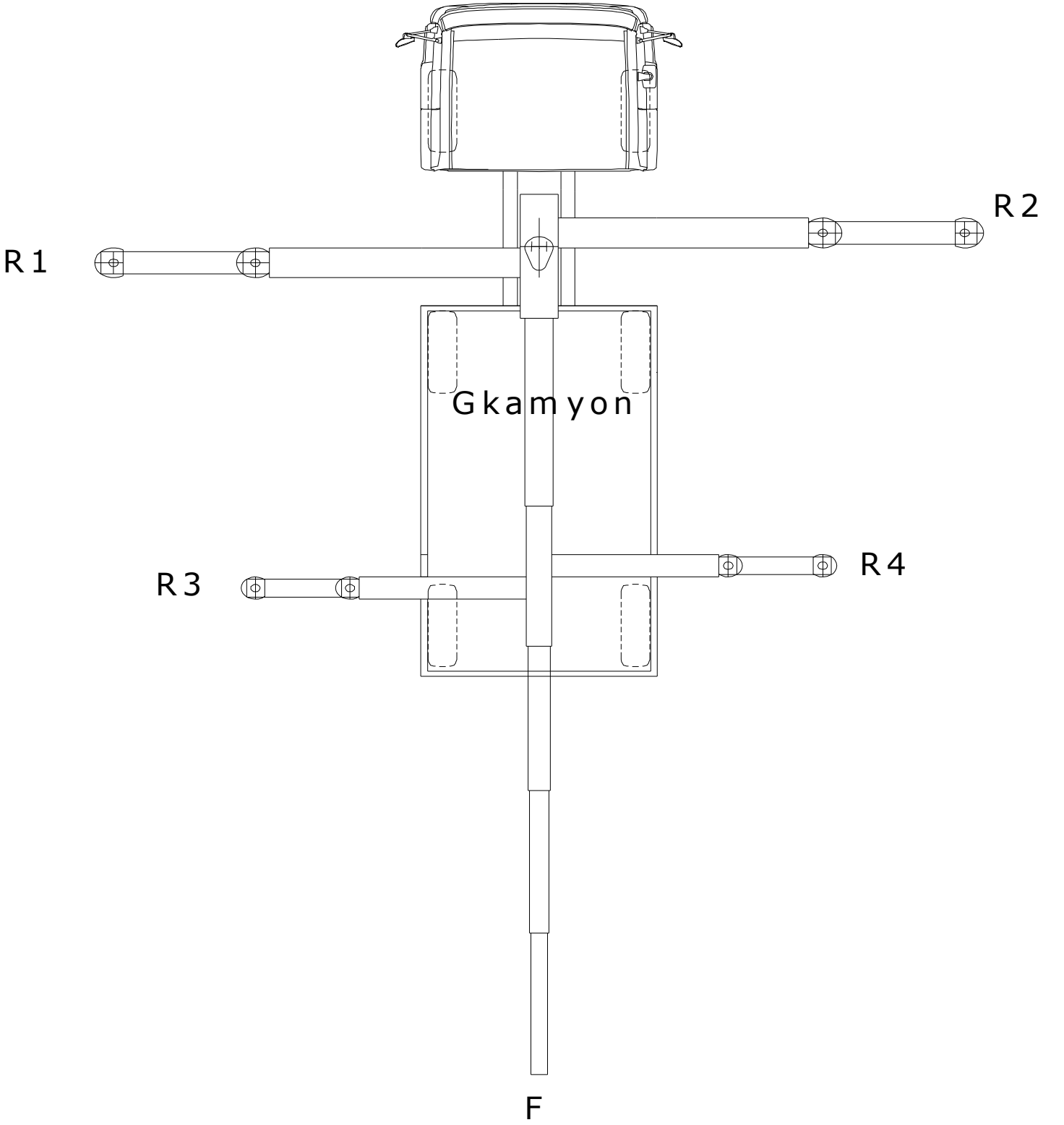
$$M_F = F \cdot L = 3355200 \text{ daNcm.}$$

$$M_{R1} = 1,1 \cdot (588989 + 282000) + 1,25 (3355200) = 5112089 \text{ daNcm.}$$

$$R_2 = M_{R1} / [R_1 R_2] = 5112089 / 446 = 11462 \text{ daN} = 2 \cdot F_k$$

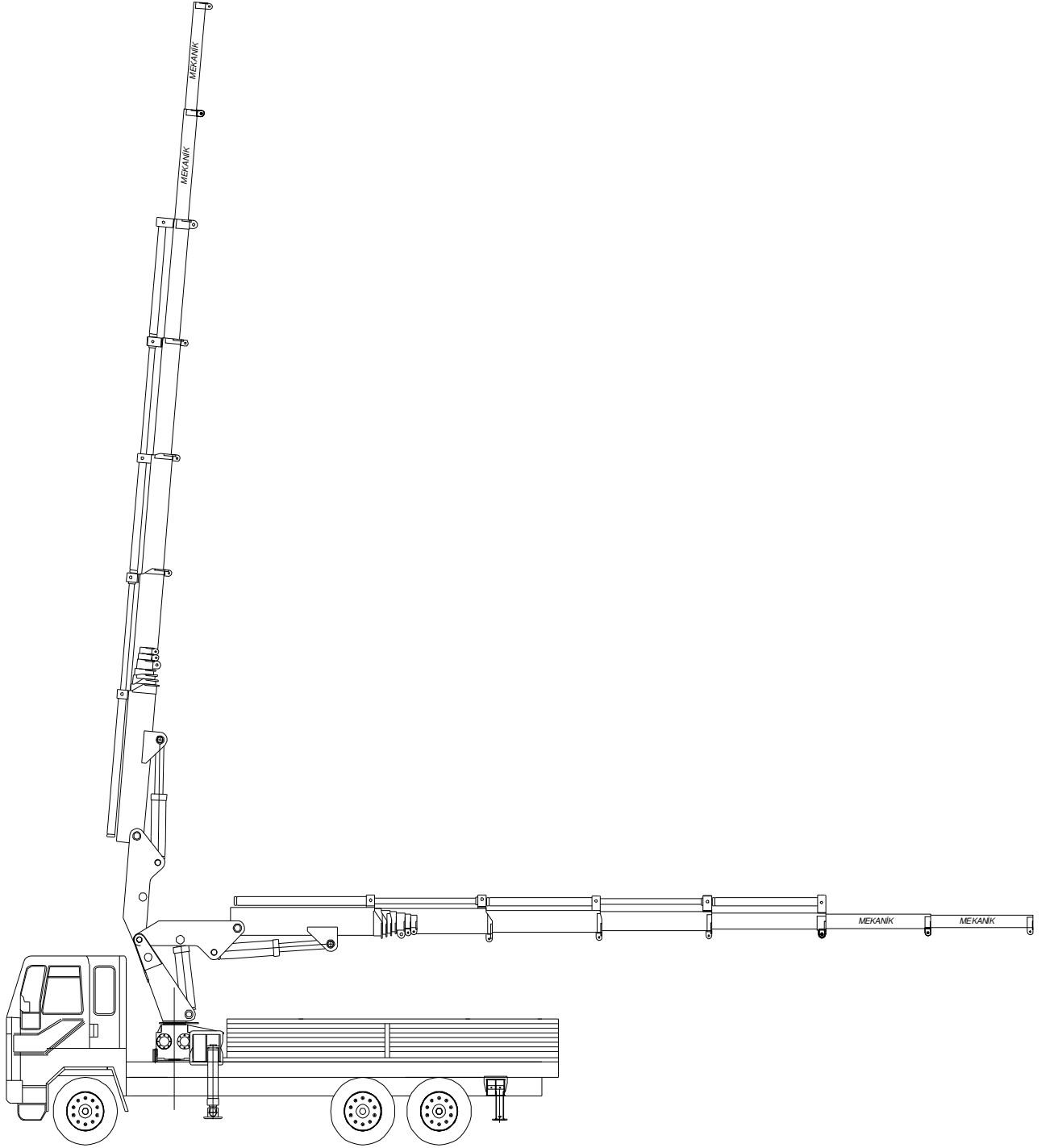
$$F_k = P \cdot A \quad A = 11462 / 2 \cdot 240 = 24 \text{ cm}^2 \quad D > 55 \text{ mm.}'\text{lik silindir seçimi yapılabilir.}$$

Mesnet silindirleri çap değerleri genelde birbirine yakın değerler çıktıklarından silindirler eşit çap seçilerek sisteme stabilite kazandırılabilir.

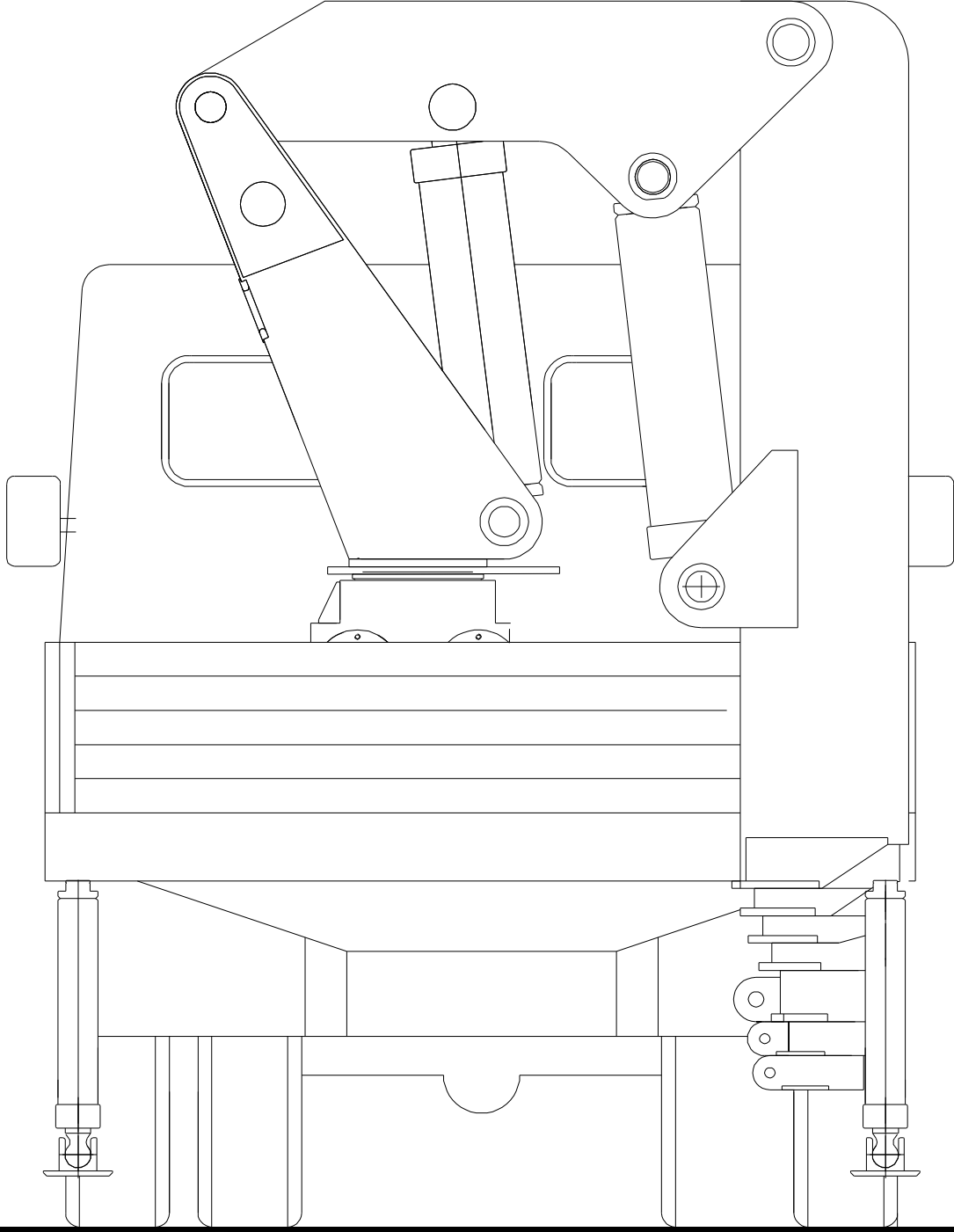


Şekil 7.3 – Bomların Arkaya Doğru Açılması Durumunda Mesnet Reaksiyonları

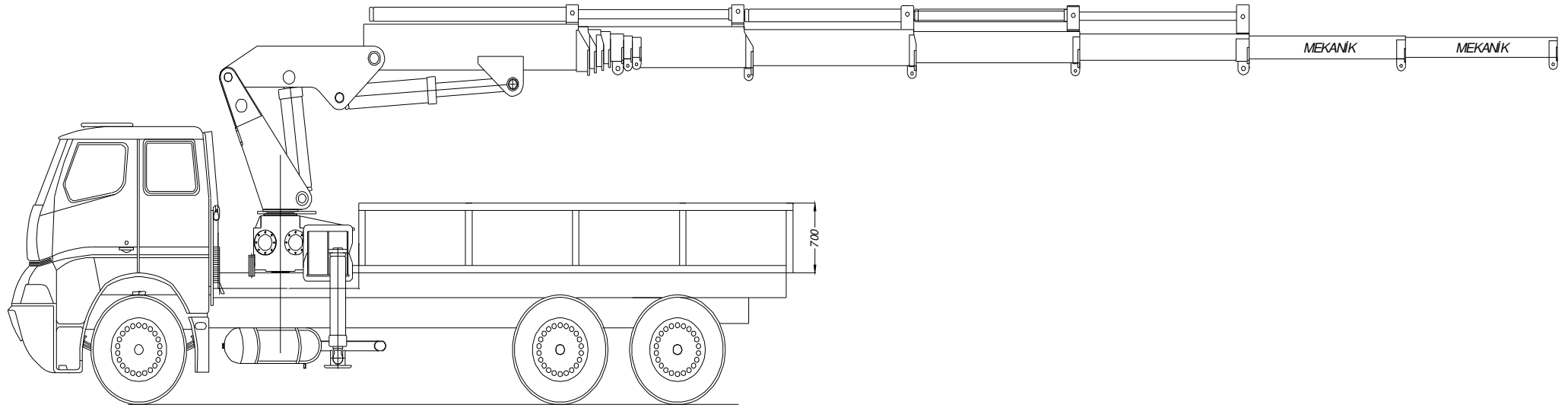
8 . TASARIMLA İLGİLİ TEKNİK RESİMLER



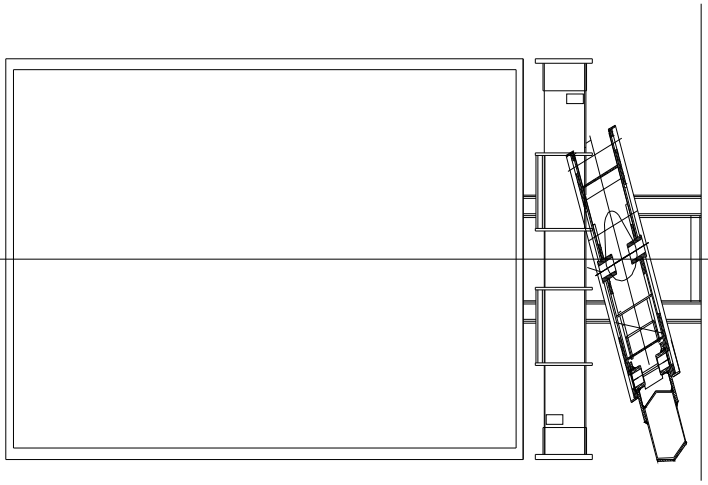
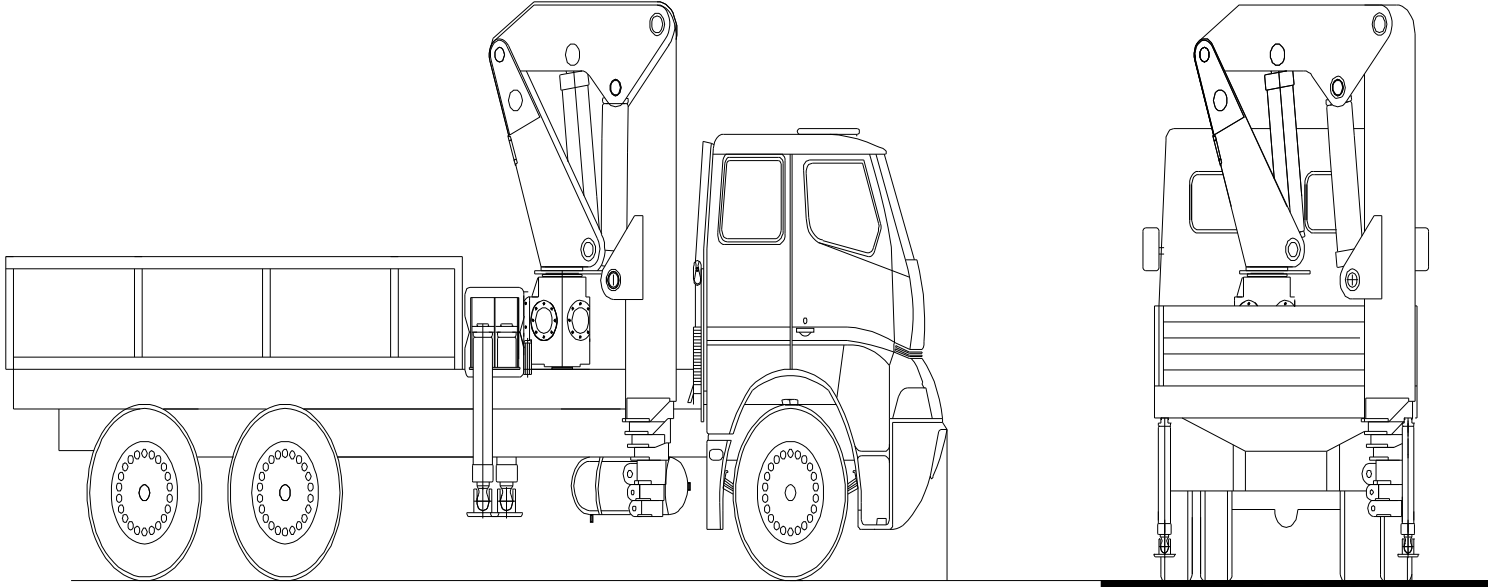
Şekil 8.1 – Kreyinin Dik ve Yatay Pozisyonlarda Bomlar Açık Görünüüü



Şekil 8.2 – Kreyinin Katlanmış Arkadan Görüntüsü



Şekil 8.3 – Kreyinin Yandan Bomlar Açık Görüntüsü



Şekil 8.4 Kreynin Kathı Olarak 3 Farklı Açıdan Toplu Görünüşü

9. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tezin birinci bölümünde vinçler üzerine 2000 yılında hazırlanan ve ülkemizde imalatçılar tarafından yeni kullanmaya başlanmış olan FEM standartlarının son versiyonuna uygun tasarım ve hesaplamalar tanıtılmaktadır. İkinci bölümde ise GO firmasının piyasadan gelen siparişler üzerine yeni geliştirdiği GO45 tip mobil krenin ilgili standarda uygun olacak şekilde tasarımı ve hesaplamaları yapılmaktadır. Böylelikle yeni standardın firmalar tarafından doğru yorumlanabilmesi için bir örnek oluşturmaya çalışılmıştır. Endüstrideki çalışmalardan elde ettiğim deneyimler çerçevesinde birçok parametrenin firma ve kişilerin yeteneklerine paralel olarak teknik çalışmalardan gelen değerlerden farklı olduğu tarafımdan gözlemlenmiştir. (Verim, dış etkenler, malzeme yapısı, emniyet katsayıları, sistem içi emniyeti vb...) Bu kren tasarımında konuya ilişkin deneyimlerimden yararlanarak belirli parametreleri endüstri koşullarına göre verilmiştir.

Hidrolik kreyin tasarımı aslında çok geniş bir konudur. Bu alanda halen günümüzde gelişmeler devam etmektedir. Günümüzde daha ağır kaldıran vinçler için çember dişli sistem kullanılmaktadır. Bu sistemle 150 tonmetrelik moment değerlerine ulaşılabilir. Tabii ki çember dişlinin çevrim oranını sağlayabilmek için redüktör kullanmak ve tasarımı da değiştirmek gerekir. Bu yüzden de daha pahalı bir konstrüksiyon söz konusudur. Sonuç olarak daha basit yükleri kaldırma konusunda kremayerli sistemler ucuz ve uygun gözükseler de, daha ağır yüklerde çember dişli sistem kullanılması kaçınılmazdır.

Palfinger dediğimiz vinç modelleri yine daha fazla yük taşıyabilen modellerdendir. Bunun dışında çift lift silindirli, veya birden fazla kırmalı kreyinler de günümüzde sıkça kullanılmaktadır. Amaç daha çok kapasiteyi kaldırabilmektir. Fakat bazı sınırlamalar da söz konusudur. Mesela, üstte de bahsettiğim Palfinger modelinde lift silindirinin yatay pozisyonda daha dik kalmasından dolayı moment kolu mesafesi uzadığından daha yüksek yükler taşınabilir. Ama aynı zamanda mobil bir vincin üzerinde bu tip bir kreyinin katlanamama problemi söz konusudur. Bu yüzden daha çok gemi vinçlerinde kullanılırlar. Bunun dışında yük kapasitesi yüksek tasarlanacak vinçlerde St52 çeliği bom malzemesi kullanılmamaktadır. Bunun yerine akma mukavemeti daha yüksek olan Weldox 700 ($\sigma_{ak} = 7000 \text{ daN/cm}^2$) ve Weldox 960 denilen İsveç çeliği malzemesi kullanılmaktadır.

Tez içinde bahsettiğim konulardan bir tanesi de sabit basınç altında taşınabilecek kuvvetlerin bulunması kısmıdır. Burada emniyet valfinin belirli bir değeri geçtikten sonra açılmasından dolayı aslında kreynimiz kapalı pozisyonlarda kaldırabileceğinin çok daha fazlasını kaldırmamaktadır. Bunun üzerinde bazı sistemler geliştirilmekte ve böylece verim arttırılmaya çalışılmaktadır. Kapalı pozisyonlardaki emniyet valfi basınç değerleri daha düşük olacağından bu değeri geçtiğinde de emniyet valfini açabilen yeni elektronik sistemler geliştirilmeye çalışılmaktadır.

Son olarak yapılan tasarımda adım adım gidilirken yapılmış olan gerçek yük taşıma denemeleri tasarıma ışık tutmuştur. Bu şekilde bazı teorik hesaplamalar içinde pek hesaplanamayan kayıp değerler bulunarak, belirli pratik yükseltme katsayıları elde edilerek yapılmış olan işlemler bir daha düzenlenmiştir. Tasarım tamamlandıktan sonra girişte belirtildiği gibi statik ve dinamik testler sırasıyla normal taşınacak kütlenin 1,4 ve 1,2 katı fazlasında yapılmıştır.

KAYNAKLAR

Doç. Dr. Paşa Yayla (Ekim 2000) Cisimlerin Mukavemeti

F.E.M (Federation Europeenne De La Manutention) Çeviren : Prof. Faruk Suner (1976)
Kaldırma ve İletme Makinaları Vinçler ve Ağır Kaldırma Araçları Vinçler İçin Hesaplama Kuralları

G.O, Hidrokontrol Parça Katalogları, Polikim Kataloğu, Ford Cargo Kataloğu

Michael J. Pinches, John G. Ashby (1994) M.E.B, Ankara, Endüstriyel Okullar İçin Güç Hidroliği

Prof. Dr. Osman Yazıcıoğlu, Dr. Cengiz Güngör, Rıdvan Yazıcıoğlu (Aralık 2006) Makine Elemanları

Prof. Dr.-Müh. İsmail Cürgül (1995) KOÜ. Mühendislik Fakültesi Öğretim Üyesi Transport Tekniği Cilt I

Rules For The Design of Hoisting Appliances FEM Section 1 Booklet 1-9 2001 3rd Edition Revised

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 19.11.1983

Doğum yeri İstanbul

Lise 1994-2001 Beşiktaş Atatürk Anadolu Lisesi

Lisans 2001-2005 Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fak.
Makina Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2005-2008 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Makina Müh. Anabilim Dalı, Konstrüksyon Programı