



SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

Hazırlayanlar

Yiğit TOKSÖZ (1711014112)
Berat SESİGÜR (1711014095)
Mehmet Kaan YAŞAR (1711014047)
Aziz Emre TAPTI (1711014038)

KONU

Transport Tekniği Köprülü Kren Projesi

KÖPRÜLÜ KRENLER

Gezer köprü deyimıyla de adlandırılan köprülü kren yarı-ağır ve ağır endüstrisiyle ilgili bütün atölye, mağaza, makine park ve salonlarında kullanılan bir kaldırma makinesidir.

Makinenin kancası atölye içindeki her noktaya erişebilir ve dolayısıyla teknil makinelere hizmet edebilir.

Bir köprülü kren tarafından gerçekleştirilmesi gereken hareketleri daha şimdiden belirtebiliriz. Bu hareketler şunlardır.

- 1- Oz eksenli boyunca dikey hareket, yani kaldırma ve indirme hareketleri;
- 2- Oy eksenli boyunca yatay hareket, yani köprünin öteleme hareketi;
- 3- Ox eksenli boyunca yatay hareket, yani arabanın köprü üzerinde yaptığı öteleme hareketi.

Bu duruma göre, bir köprülü krende aşağıdaki mekanizmaların öngörülmesi gerekir:

- 1- Tamburlu bir kaldırma mekanizması
- 2- Arabanın köprü üzerinde yürümesini sağlayan bir araba öteleme veya yürütme mekanizması;
- 3- Bir köprü öteleme veya yürütme mekanizması

Bu mekanizmaların kumandası genellikle elektrik motorları tarafından gerçekleştirilir. Sadece, güçleri zayıf olan yada seyrek şekilde kullanılan köprülü krenler elle kumanda edilir.

Bir köprülü kren:

- 1- Taşınacak kütlelerin maksimal değeri, yani kaldırma kabiliyeti
- 2- Köprü açıklığı, yani köprü uzunluğu ile karakterize edilir.

Köprüli krenin asıl karakteristikleri bunlardır. Ama bunların yanı sıra aşağıdaki özelliklerin de dikkate alınması gerekir:

1- Kaldırma hızı;

2- Köprü öteleme hızı;

3- Arabanın köprü üzerindeki ötelenme hızı;

4- En yüksek konumunda, kanca altında kalan serbest yükseklik, yani kaldırma yüksekliği;

S- Köprü kurs uzunluğu, yani köprü gezinme mesafesi

Bir köprüli krene ait esas hesapların yapılabilmesi için bütün bu karakteristiklerin bilinmesine lüzum vardır.

Gift Kirizli Vincin Teknik Özellikleri;

• Kaldırma kapasitesi: $Q=20$ ton

• Kaldırma yüksekliği: $h=10$ m

• Köprü açıklığı: $L=13$ m

• Kaldırma hızı: $V_{kaldırma}=L$ m/dk

• Araba yürütme hızı: $V_{araba}=20$ m/dk

• Köprü yürütme hızı: $V_{köprü}=40$ m/dk

Vincin teknik özellikleri: Gandroğlu makina vinci kataloğundan seçilmiştir

1. KALDIRMA MEKANİZMASI HESABI:

1.1. Palanga Tipi ve Kanca Seçimi

$Q = 20 \text{ ton} < 30 \text{ ton}$ olduğundan, bu durumda taşıyıcı halat sayısı

$Z = 4$ olan ikiz makaralı palanga sistemi seçilir.

Palanga redüksiyonu $ip = \text{Taşıyıcı halat sayısı} / \text{Tambura sarılan halat sayısı}$
 $= 4 / 2 = 2$ $ip = 2$ olduğundan iki makaralı palanga seçildi.

1.1.1. Kanca Hesabı

$Q = 20 \text{ ton}$ ve vinç tahrik sınıfı $2m$;

$$a = 0,06 \times \sqrt{Q(\text{kg})} (\text{cm}) \Rightarrow 0,06 \times \sqrt{20000} = 84,852 \text{ cm}$$

$$a = 85 \text{ cm}$$

$$a_1 = 2a \Rightarrow 2 \times 85 = 170 \text{ mm}$$

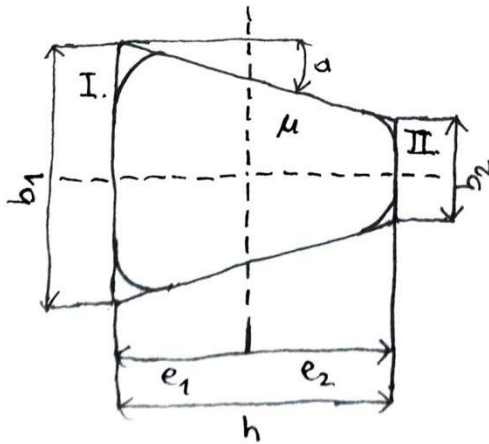
$$a_1 = 170 \text{ mm}$$

DIN 15401'e göre 20 nolu kancayı seçeriz.

$$b_1 = 140 \text{ mm}$$

$$b_2 = 118 \text{ mm}$$

$$h_1 = e_1 + e_2 = 180 \text{ mm}$$



Kesit alanı $\rightarrow F$

$$F = \frac{b_1 + b_2}{2} \times h \Rightarrow \frac{140 + 118}{2} \times 180 = 23220 \text{ mm}^2$$

$$F = 23220 \text{ mm}^2$$

Kesitin atalet momenti $\rightarrow I$

$$I = \frac{h^3}{36} \times \frac{b_1^2 + 4 \times b_1 \times b_2 + b_2^2}{b_1 + b_2} \Rightarrow \frac{180^3}{36} \times \frac{140^2 + 4 \times 140 \times 118 + 118^2}{140 + 118} = 62542046,51 \text{ mm}^4$$

$$I = 62542046 \text{ mm}^4$$

Ağırlık merkezinden uzaklık $\rightarrow e_1, e_2$

$$e_1 = \frac{h}{3} \times \frac{b_1 + 2 \times b_2}{b_1 + b_2} \Rightarrow \frac{180}{3} \times \frac{140 + 2 \times 118}{140 + 118} = 87,44 \text{ mm}$$

$$e_1 = 87,44 \text{ mm}$$

$$e_2 = \frac{h}{3} \times \frac{b_2 + 2 \times b_1}{b_1 + b_2} \Rightarrow \frac{180}{3} \times \frac{118 + 2 \times 140}{140 + 118} = 92,55 \text{ mm}$$

$$e_2 = 92,55 \text{ mm}$$

Mukavemet momentleri $\rightarrow W_1, W_2$

$$W_1 = \frac{I}{e_1} \Rightarrow \frac{62542046}{87,44} = 715256,70 \text{ mm}^3$$

$$W_1 = 715256 \text{ mm}^3$$

$$W_2 = \frac{I}{e_2} \Rightarrow \frac{62542046}{92,55} = 675764,95 \text{ mm}^3$$

$$W_2 = 675764 \text{ mm}^3$$

I. bölgenin mukavemet kontrolü

$$\sigma_1 = \frac{M_e}{W_1} + \frac{Q}{A} \quad M_e = \left(\frac{a_1}{2} \times e_1 \right) \times Q \Rightarrow \left(\frac{170}{2} \times 87,44 \right) \times 20000 = 3448800 \text{ daNmm}$$

$$M_e = 3448800 \text{ daNmm}$$

$$A = \frac{b_1 + b_2}{2} \times h \Rightarrow \frac{140 + 118}{2} \times 180 = 23220 \text{ mm}^2$$

$$A = 23220 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_1 = \frac{M_e}{W_1} + \frac{Q}{A} \Rightarrow \frac{3448800}{715256} + \frac{20000}{23220} = 5,68 \text{ daN/mm}^2 = 568 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_1 = 5,68 \text{ daN/mm} = 568 \text{ daN/cm}^2$$

II. Bölgenin mukavemet hesabı:

$$\sigma_n = \frac{Q}{A} - \frac{M_e}{W_2} \Rightarrow \frac{20000}{23220} - \frac{3448800}{675764} = -4,24 \text{ daN/mm}^2 = 424 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_n = -4,24 \text{ daN/mm}^2 = 424 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{\sigma} = \sigma_1 = 568 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{em} = 600-700 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{\sigma} = \sigma_n = 424 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{em} = 600-700 \text{ daN/cm}^2$$

olduğundan kanca bu yük altında emniyetlidir.

Kanca seçimi; Cahit KURBANOĞLU'nun Transport Tekniği kitabından yapılmıştır. (sayfa 96-108)

Kanca mukavemet hesapları; Cahit KURBANOĞLU'nun Transport Tekniği kitabından yapılmıştır. (sayfa 97-104)

1.1.2. Vida Hesabı

Malzemesi; C22 çeligi için $\sigma_{em} = 300-600 \text{ daN/cm}^2$

12 nolu kanca için $R_d = 72 \times 8$ vidası seçildi.

Ölçüler:

$$d_d = 30 \text{ mm}$$

$$d_i = 90 - 10 = 80 \text{ mm}$$

$$d_n = 10 \text{ mm}$$

Vidada meydana gelen çekme gerilmesi;

$$\sigma_{\sigma} = \frac{Q}{\frac{\pi \times d_i^2}{4}} < \sigma_{em} \Rightarrow \frac{20000}{\frac{\pi \times 80^2}{4}} = 397,88 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{\sigma} = 398 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{em} = 300-600 \text{ daN/cm}^2$$

olduğundan emniyetlidir.

Vida hesabı; Cahit Kurbanoğlu'nun Makina Elemanları kitabından yapılmıştır. (sayfa 89-107)

1.1.3. Kanca Somun Hesabı

Kanca malzemesi C35-C45 için $P_{em} = 200 - 300 \text{ daN/cm}^2$

$P \rightarrow$ somun yüzey basıncı

$Z \rightarrow$ somundaki diş sayısı

$M = Z \times h = 76 \rightarrow$ Vida boyu

$Z = M/h \Rightarrow 76/8 = 9,5 \cong 9$ diş

$$P = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \times Z \times (d_s^2 - d_i^2)} \leq P_{em} \Rightarrow \frac{20000}{\frac{\pi}{4} \times 9 \times (9^2 - 8^2)} = 166,44 \text{ daN/cm}^2$$

$$P = 166 \text{ daN/cm}^2 \leq P_{em} = 200 - 300 \text{ daN/cm}^2$$

olduğundan emniyetlidir.

Kanca somunu standardı; Cahit KURBANOĞLU'nun Transport Tekniği kitabından yapılmıştır. (Sayfa 103)

1.1.6. Kanca Travers Hesabı

Kanca traversleri DIN 15612 de standartlaştırılmış olup boyutları;

$$b_1 = 180 \text{ mm} = 18 \text{ cm}$$

$$b_2 = 34 \text{ mm} = 3,4 \text{ cm}$$

$$c = 12 \text{ mm} = 1,2 \text{ cm}$$

$$d_s = 60 \text{ mm} = 6 \text{ cm}$$

$$h_1 = 78 \text{ mm} = 7,8 \text{ cm}$$

$$L = b_1 + 2 \times \frac{b_2 - c}{2} \Rightarrow 180 + 2 \times \frac{34 - 12}{2} = 202 \text{ mm}$$

$$L = 202 \text{ mm}$$

Egilme momenti;

$$M_e = \frac{Q \times L}{4} \Rightarrow \frac{20000 \times 20,2}{4} = 101000 \text{ daNcm}$$

$$M_e = 101000 \text{ daNcm}$$

Mukavemet momenti;

$$W = \frac{(b_1 - d_s)}{6} \times h^2 \Rightarrow \frac{(18-6)}{6} \times 7,8^2 = 121,68 \text{ cm}^3$$

$$W = 121,68 \text{ cm}^3$$

Egilme gerilmesi;

$$\sigma_e = \frac{M_e}{W} \Rightarrow \frac{101000}{121,68} = 830,05 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_e = 830 \text{ daN/cm}^2$$

C 35 malzemesi için $\sigma_{em} = 800-1200 \text{ daN/cm}^2$

$$\sigma_e = 830 \text{ daN/cm}^2 \leq \sigma_{em} = 800-1200 \text{ daN/cm}^2$$

oldugundan emniyetlidir.

Yüzey Basıncı;

$$P = \frac{Q}{2 \times d_s \times (b_4 - c)} < P_{em} \Rightarrow \frac{20000}{2 \times 6 \times (3,4-1)} = 694,44 \text{ daN/cm}^2$$

$$P = 694 \text{ daN/cm}^2 < P_{em} = 800-300 \text{ daN/cm}^2$$

oldugundan emniyetlidir.

Travers mukavemet hesapları; Cahit KURBANÖĞLU'nun

Transport Tekniği kitabından yapılmıştır. (sayfa 116-117)

1.1. S. Karca Bilyeli Yatağın Seçilmesi

$$Q = C_0 / S_0$$

$C_0 \rightarrow$ statik yük

$S_0 \rightarrow$ Emniyet katsayısı

2m grubu için; $S_0 = 1$

$$C_0 = Q \times S_0 \Rightarrow 20000 \times 1 = 20000 \text{ daN (statik yük)}$$

İç çapı 100mm olan $C_0 = 20000$ daN'lık yükü taşıyan aksenal sabit bilyalı yatak SKF kataloğundan seçilir. (S1S20 nolu yatak seçilir)

Yatak hesabı; Cahit KURBANOĞLU'nun Transport Tekniği kitabından yapılmıştır.

1.2. Halat Hesabı:

$$d \geq k \times \sqrt{T} \text{ (mm)}$$

$d \rightarrow$ halat çapı (mm)

$k \rightarrow$ vinç tahrik sistemi grubu ve halat ipine bağlı katsayı

$T \rightarrow$ bir halata gelen max. yük (daN)

$G_p \rightarrow$ Karca bloğu ağırlığı = 170 kg

$Z \rightarrow$ halat sayısı = 4

2m grubu ve DIN 6SS tipi halat için; $k = 0,3$

$$T = \frac{Q + G_p}{4} \Rightarrow \frac{20000 + 170}{4} = 5042,5 \text{ daN}$$

$$T = 5042,5 \text{ daN}$$

$$d \geq k \times \sqrt{T} \Rightarrow 0,3 \times \sqrt{5042,5} = 21,30 \text{ mm}$$

$$d \geq 21,30 \text{ mm}$$

olduğuna göre $d = 22$ mm seçilir.

Teorik kopma yüküne göre halat hesabı;

$S_T \rightarrow$ teorik emniyet katsayısı

$\omega \rightarrow$ metalik dolgu faktörü

$$S_T = k^2 \times \sigma_k \times \frac{\pi}{4} \times \omega \Rightarrow$$

$$\omega = \frac{A_{\text{metalik}}}{A_{\text{teorik}}} \Rightarrow \frac{165}{\frac{\pi \times 22^2}{4}} = 0,43$$

$$S_T = 0,3^2 \times 160 \times \frac{\pi}{4} \times 0,43 = 4,86$$

$$\omega = 0,43$$

$$S_T = 4,86 < 6-8$$

$$\sigma_k = 160 \text{ daN/mm}^2$$

olduğundan halat, teorik kopma emniyet katsayısı bakımından uygundur.

Halat hesabı; Cahit KURBANOG̈LU'nun Transport Tekniği kitabından yapılmıştır. (sayfa 26,27,32,33,34). Halat kapı ve A met değerleri yine aynı kitaptan yapılmıştır.

1.3. Tambur Hesabı:

$$D_T \geq H_1 \times H_2 \times d \text{ (mm)}$$

$D_T \rightarrow$ tambur çapı

$d \rightarrow$ halat çapı

$H_1 \rightarrow$ Vinek tahrik sınıfı ve halat tipine bağlı katsayı

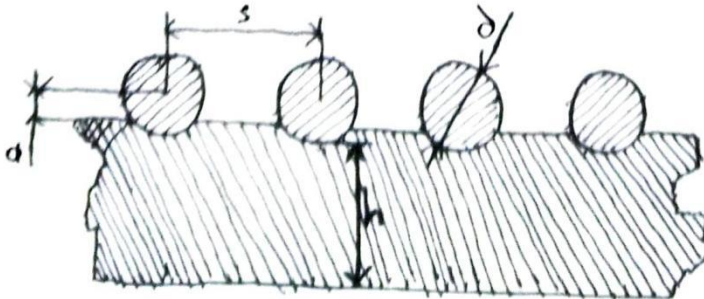
$H_2 \rightarrow$ halat dayanımına bağlı katsayı, tambur ve dengeleme makaraları için dayanımına bağlı olmadan,

$$H_2 = 1$$

$$H_1 = 18$$

$$D_T \geq 18 \times 1 \times 22 = 396 \text{ mm}$$

$$D_T = 396 \text{ mm}$$



Tambur hesapları; Cahit KURBANOG̈LU'nun Transport Tekniği kitabından yapılmıştır. (sayfa 78)

tel halat çapı (mm)	10	13	16	19	22	27	33	40	44
s	12	15	18	22	25	31	37	45	49
r	5,5	7	9	10,5	12	15	18	22	24
a	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6

Tambur yiv boyutları

Tamburdaki basınç gerilmesi;

$$\sigma_{bt} = 0,5 \times \frac{T}{h \times s} \Rightarrow 0,5 \times \frac{5042,5}{1,5 \times 1,8} = 933,80 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{bt} = 933 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{bem} = 1000 \text{ daN/cm}^2 \text{ old}$$

oldüğünden emniyetlidir.

Tamburdaki eğilme gerilmesi;

$$\sigma_{eT} = 0,36 \times T \times \sqrt{\frac{1}{D_T \times h^3}} \Rightarrow 0,36 \times 5042,5 \times \sqrt{\frac{1}{40 \times 1,5^3}} = 416,63 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{eT} = 416,6 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{eem} = 500 \text{ daN/cm}^2$$

oldüğünden emniyetlidir.

Tamburun bir tarafına ait yük boyu hesabı (L_g);

$$L_g = Z \times S$$

$Z \rightarrow$ tamburun bir tarafına ait sarım sayısı

$h \rightarrow$ kaldırma yüksekliği ($h=7\text{m}$)

$L \rightarrow$ tamburun bir tarafına sarılan halat boyu ($L=7\text{m}$)

$n \rightarrow$ tambura sarılan halat sayısı ($n=2$)

$$Z = \frac{n \times L}{\pi \times D_T} + 2 \Rightarrow \frac{2 \times 7}{\pi \times 0,4} + 2 = 13,14$$

$$Z = 14 \text{ sarım}$$

$$L_g = 14 \times 18 = 252 \text{ mm}$$

1.4 Halat Makarası Hesap ve Seçimi

$$D_H \geq H_1 \times H_2 \times d$$

$H_1 \rightarrow$ tahrik sistemi katsayı grubuna bağlı

$H_2 \rightarrow$ halat donanımına bağlı katsayı

$d \rightarrow$ halat çapı

$$H_1 = 20$$

$w_1 = 1 \rightarrow$ 1 tambur için

$w_2 = 2 \times 2 \rightarrow$ 2 makaranın aynı yönde eğilmesi

$w_3 = 0 \rightarrow$ dengeleme makarası için

$$w_{\pm} = w_1 + w_2 + w_3 \Rightarrow 1 + 4 + 0 = 5$$

$$w_{\pm} = 5 \leq 5 \text{ olduğuna için} \rightarrow H_2 = 1$$

$$D_H \geq 20 \times 1 \times 22 = 440 \text{ mm}$$

$$D_H = 440 \text{ mm}$$

Halat makarası hesabı; Cahit KURBANOG̃LU'nun Transport Tekniği kitabından yapılmıştır. Aynı kitaptan halat makara çapı alınmıştır. (sayfa 75,73)

1.5 Dengeleme Makarası Hesap ve Seçimi

$$D_d \geq H_1 \times H_2 \times d$$

$$H_1 = 14$$

$$H_2 = 1$$

$$D_d \geq 14 \times 1 \times 22 = 308 \text{ mm}$$

$$D_d = 308 \text{ mm}$$

Dengeleme makarası çapı; Cahit KURBANOG̃LU'nun Transport Tekniği kitabından yapılmıştır. (sayfa 72)

1.6 Kaldırma Motoru Hesap Seçimi

$$P = \frac{Q(\text{daN}) \times V(\text{m/dk})}{6120 \times h_{\text{verim}}} \quad h_{\text{verim}} = 0,95 (\text{rulmanlı yataklarda})$$

$$P = \frac{20000 \times 4}{6120 \times 0,95} = 13,76 \text{ kW}$$

Emtaş motor kataloğundan 15 kW (1500 d/dk) lık 160-LL motoru seçilir.

1.7 Kaldırma Redüktörü Seçimi

$$n_{\text{tambur}} = \frac{V_s}{\pi \times D_r} = \frac{i_p \times v_1}{\pi \times D_r} \Rightarrow \frac{2 \times 4}{\pi \times 0,4} = 6,37 \text{ dev/dk}$$

$$i_{\text{toplam}} = \frac{n_m}{n_{\text{tambur}}} \Rightarrow \frac{1457}{6,37} = 228,73 \text{ motor ile tambur arası redüksiyon oranı}$$

Tahvil oranı 80 kabul edilip Yılmaz redüktör kataloğundan NT 27S redüktörü seçilir.

Tambur dişlileri;

$$i_{\text{toplam}} = i_{\text{red}} \times i_{\text{tambur}} \Rightarrow 228,73 = 80 \times i_{\text{tambur}}$$

$$i_{\text{tambur}} = 2,86$$

$Z_1 = 13$ kabul edilirse

$$\frac{Z_2}{Z_1} = i_{\text{tambur}} \Rightarrow \frac{Z_2}{13} = 2,86$$

$$Z_2 = 54 \text{ diş}$$

$$M_b = 955 \times \frac{P}{N_m} \Rightarrow 955 \times \frac{13}{1457} = 8,52$$

$$M_b = 8,52 \text{ daNm}$$

$$M_{b_d} = i_{\text{toplam}} \times k_o \times M_b \times \eta \Rightarrow 228,73 \times 1 \times 8,52 \times 0,93 = 1812,36 \text{ daNm}$$

$$M_{b_d} = 1812 \text{ daNm} = 1812000 \text{ daNm}$$

malzeme C1040

$$k_f = 3$$

$$k_d = 1,2$$

$$\varphi_d = 0,8$$

$$\sigma_{em} = 32 \text{ daN/mm}^2$$

$$m = \sqrt[3]{\frac{2 \times M_{bc} \times k_f \times k_d}{\varphi_d \times Z^2 \times \sigma_{em}}} \Rightarrow \sqrt[3]{\frac{2 \times 1812000 \times 3 \times 1,2}{0,8 \times 19^2 \times 32}} = 11,22 \text{ cm}$$

$m = 12$ seçilir.

1.8. Kaldırma Mekanizması Fren Hesabı:

Motorun nominal momenti $\rightarrow M_n$

$$M_n = 97450 \times \frac{P}{N_m} \text{ (daNcm)}$$

$$M_n = 97450 \times \frac{13}{1457} = 863,49 \text{ daNcm} \quad M_n = 863 \text{ daNcm}$$

Motor tarafından oluşturulan moment 863 daNcm olduğuna göre

Fren seçimi

Enac elektromanyetik fren ve kavrama sistemleri kataloğundan 13 kW 1500 dev/dk'lık motora $M_f = 10 \text{ kgm}$ 'lik fren seçilir.

2. ARABA YÜRÜTME MEKANİZMASI HESABI:

2.1. Tekerlek ve Ray Hesabı

Yük [Mp]	Ağırlık [Go]	Tekerler arası [m]	Ray açıklığı [m]	Profil [DIN 1026]
3,2	1,9	1,6	1,5	160
5,0	2,2	1,7	1,6	180
8,0	3,5	1,9	1,7	200
12,5	4,0	2,0	1,8	240
20,0	6,0	2,2	2,0	260
32,0	8,0	2,4	2,2	300
50,0	10,0	2,6	2,6	320/350

Araba ağırlıkları

Max tekerlek yükü;

$$P_{max} = \frac{Q + G_a}{4} \text{ (daN)} \Rightarrow \frac{20000 + 6000}{4} = 6500 \text{ daN}$$

$$P_{max} = 6500 \text{ daN}$$

$$D = \frac{P_{max}}{P_{em} \times c_2 \times c_3 \times b_f} \quad \begin{array}{l} \text{tekerlek malzemesi için CLS;} \\ P_{em} = 0,56 \text{ N/mm}^2 \\ b_f = 45 \end{array}$$

$$D = \frac{6500}{0,56 \times 1,14 \times 0,8 \times 45} = 282 \text{ mm} \quad \begin{array}{l} c_2 = 1,14 \\ c_3 = 0,8 \end{array}$$

$$D = 280 \text{ mm}$$

D = 280 mm çaplı çıkıntılı dar tekerlek seçildi.

$$d_1 = D = 280 \text{ mm}$$

$$d_2 = 310 \text{ mm}$$

$$b_1 = 65 \text{ mm}$$

$$b_2 = 110 \text{ mm}$$

Tekerleğin emniyet kontrolü (Yüzey basıncına göre)

$$P_{\min} = \frac{G_a}{4} \Rightarrow \frac{6500}{4} = 1625 \text{ daN (minimum tekerlek yükü)}$$

Ortalama tekerlek yükü;

$$P_{\text{mit I, II}} = \frac{P_{\min} + 2 \times P_{\max}}{3} \Rightarrow \frac{1625 + 2 \times 6500}{3} = 4875 \text{ daN}$$

$$P_{\text{mit I, II}} = 4875 \text{ daN}$$

Emniyetli yüzey basıncı;

tekerlek malzemesi CLS için

$$P_{em} = 0,56 \text{ daN/mm}^2$$

$D = 280 \text{ mm}$ için tekerlek çapı ve $v_{ort} = 20 \text{ m/dk}$ yürütme hızı için

$$c_1 = 1$$

$$c_2 = 1,14$$

$$b_f = k - 2r_f \Rightarrow 55 - 2 \times 5 = 45 \text{ mm}$$

$$b_f = 45 \text{ mm}$$

$$\frac{P_{\text{mit I, II}}}{b_f \times D} \leq P_{em} \times c_1 \times c_2 \Rightarrow \frac{4875}{45 \times 280} \leq 0,56 \times 1 \times 1,14$$

$$0,39 \text{ daN/mm}^2 \leq 0,64 \text{ daN/mm}^2$$

olduğundan emniyetlidir.

İkinci kontrol;

$$P_{\max \text{ III}} = \frac{1,4 \times Q + G_a}{4} \text{ (daN)} \Rightarrow \frac{1,4 \times 20000 + 6000}{4} = 8500 \text{ daN}$$

$$P_{\max \text{ III}} = 8500 \text{ daN}$$

$$P_{\min \text{ III}} = \frac{P_{\min} + 2 \times P_{\max \text{ III}}}{3} \Rightarrow \frac{1625 + 2 \times 8500}{3} = 6208,33 \text{ daN}$$

$$P_{\min \text{ III}} = 6208 \text{ daN}$$

$$\frac{P_{min-III}}{b_f \times d} \leq P_{em} \times 1,4 \Rightarrow \frac{6208}{45 \times 280} \leq 0,56 \times 1,4$$

$$0,69 \text{ daN/mm}^2 \leq 0,78 \text{ daN/mm}^2$$

oldüğünden emniyetlidir.

Ray tekerlek hesabı; Cahit KURBANOĞLU'nun Transport Tekniği kitabından alınmıştır.

Seçilen bu tekerleğe göre dikdörtgen kesitli ASS seçilir.

$$K = 55 \text{ mm}$$

$$r_1 = 5 \text{ mm}$$

$$r_2 = 3 \text{ mm}$$

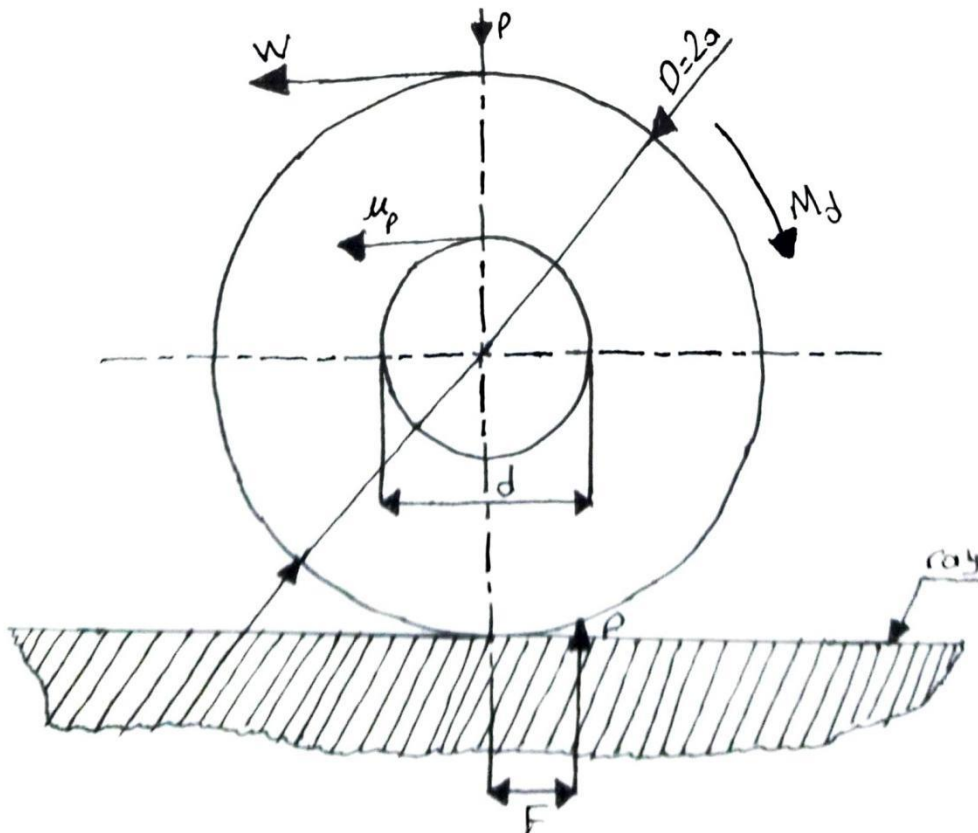
$$b_1 = 150 \text{ mm}$$

$$b_2 = 31 \text{ mm}$$

$$h_1 = 66 \text{ mm}$$

2.2. Araba Yürütme Motoru

a) Yürütme direnci hesabı;



$$W_R = X \times \frac{P}{R} \left[\left(f + M \times \frac{d}{2} \right) + 0,08 \times R \right]$$

$$R = \frac{D}{2} \Rightarrow \frac{280}{2} = 140 \text{ mm}$$

$$D = 140 \text{ mm}$$

$$W_R = 1,2 \times \frac{26000}{140} \left[\left(0,05 + 0,08 \times \frac{55}{2} \right) + 0,08 \times 140 \right]$$

$$f = 0,05$$

$$M = 0,08 \text{ (kaymalı yataklardır için)}$$

$$W_R = 595 \text{ daN}$$

$$P = Q + G_a \Rightarrow 20000 + 6000$$

$$P = 26000 \text{ daN}$$

$$d = 55 \text{ mm}$$

b) Yürütme momenti direnci; (M_1)

$$M_1 = W_R \times \frac{R}{i} = W_R \times R \times \frac{n_t}{n_m} \text{ (daNcm)}$$

$$n_m = 1000 \text{ dev/dk}$$

$$M_1 = 595 \times 14 \times \frac{22,74}{1000} = 189,43 \text{ daNcm}$$

$$n_{\text{tekerlek}} = \frac{V_2}{\pi \times d} \Rightarrow \frac{20}{\pi \times 0,28} = 22,74 \text{ dev/dk}$$

$$M_1 = 189 \text{ daNcm}$$

c) Doğrusal hareketin ivme momenti (M_2);

$$M_2 = m \times b \times \frac{R}{i} = m \times b \times R \times \frac{n_t}{n_m}$$

$m \rightarrow$ doğrusal hareketi yapan kütle

$$M_2 = 2650 \times 0,13 \times 14 \times \frac{22,74}{1000} = 109,68 \text{ daNcm}$$

$$m = \frac{Q + G_a}{g} \Rightarrow \frac{20000 + 6000}{9,81} = 2650,36 \text{ daN/m}$$

$$M_2 = 109,68 \text{ daNcm}$$

$$m = 2650 \text{ daNs}^2/\text{m}$$

$$b = \frac{V_2}{60} \times \frac{1}{t_a} \Rightarrow \frac{20}{60} \times \frac{1}{2,5} = 0,13 \text{ m/s}^2$$

$$b = 0,13 \text{ m/s}^2$$

d) Dönen kütlelerin ivmeleme momenti;

$$M_3 = \frac{1}{5} \times (M_1 + M_2) \Rightarrow \frac{1}{5} \times (189 + 109,68) = 59,74 \text{ daNcm}$$

$$M_3 = 60 \text{ daNcm}$$

e) Motor ve redüktör hesabı;

$$N_k = \frac{M_k \times n_m}{97450 \times \eta_{top}}$$

$$\eta_{top} = 0,85$$

$$M_k = M_1 + M_2 + M_3 \Rightarrow 189 + 109,68 + 60 = 358,68 \text{ daNcm}$$

$$N_k = \frac{358,68 \times 1000}{97450 \times 0,85} = 4,33 \text{ kW} \quad M_k = 358,68 \text{ daNcm}$$

$$N_k = 4,33 \text{ kW}$$

Buradaki N_k değerine Vdf motor elektrik motorları kataloğundan 4,5 kW 1000 dev/dk 'lık 160 M6/4A motoru seçilir.

Toplam redüksiyon;

$$i_{top} = \frac{n_m}{n_z} \Rightarrow \frac{1000}{2274} = 43,98$$

$$i_{top} = 44$$

Bu devir sayısına uygun delik Yılmaz redüktör kataloğundan EV12S-132M seçeriz.

Bu bölümdeki yürütme direnci; Cahit KURBANOĞLU 'nun Transport Tekniği Kitabından alınmıştır.

2.4. Yürütme Mekanizması Fren Hesabı

Motorun nominal momenti $\rightarrow M_n$

$$M_n = 97450 \times \frac{P}{n} \Rightarrow 97450 \times \frac{4,5}{1000} = 438,53 \text{ daNcm}$$

$$M_n = 440 \text{ daNcm}$$

Enerc elektromanyetik fren ve kavrama sistemleri kataloğundan 4 kW 1000 dev/dk 'lık $M_f = 5 \text{ kgm}$ olan manyetik fren seçilmiştir.

3. KÖPRÜ KİRİŞ HESABI

3.1. Ana Kiriş Hesabı

3.1.1. Ana kiriş boyut hesabı

Vina projemiz için kutu kirişler tercih edilmiştir. Çünkü bu kirişler daha mukavemetlidir ve işçiliği daha ucuzdur.

$$I_{x0} = \frac{P_y}{4 \times 10^8} \times \frac{I}{f} \times \frac{L-r}{L} \times [3 \times L^2 - (L-r)^2] \text{ (cmh)} \quad P_y = Q + G_p \Rightarrow 20000 + 210$$

$$P_y = 20210 \text{ daN}$$

$$I_{x0} = \frac{20210}{4 \times 10^8} \times 2250 \times \frac{1300-240}{1300} \times [3 \times 1300^2 - (1300-240)^2] \frac{I}{f} \rightarrow \text{sehim oranı} = 2250$$

$$I_{x0} = 365807 \text{ cm}^4$$

$$L = 1300 \text{ cm} \rightarrow \text{köprü açıklığı}$$

$$r = 240 \text{ cm} \rightarrow \text{tekerlek aralığı}$$

K03 kirişi seçilir.

Kiriş boyutları:

$B = 49 \text{ cm}$	$s_2 = 0,8 \text{ cm}$	$J_x = 615912 \text{ cm}^4$	$q_{\text{kiriş}} = 220,2 \text{ kg/m}$	$q_2 = 55 \text{ cm}$
$h = 99 \text{ cm}$	$R_y = 4 \text{ cm}$	$J_y = 96864 \text{ cm}^4$	$q'_{\text{platform}} = 40 \text{ kg/m}$	$r_2 = 24 \text{ cm}$
$e = 41,8 \text{ cm}$	$H = 101 \text{ cm}$	$W_x = 7762 \text{ cm}^3$	$v_1 = 19,1 \text{ cm}$	
$s_1 = 1 \text{ cm}$	$F_m = 4220 \text{ cm}^2$	$W_y = 3763 \text{ cm}^3$	$v_2 = 23,1 \text{ cm}$	

Bu değerlerden görüldüğü gibi

$$I_{x0} = 365807 \text{ cm}^4 < J_x = 615912 \text{ cm}^4$$

olduğundan K03 kirişi emniyetlidir.

Bu kiriş değerleri; Güven KUTAY'ın. Krenlerde Çelik Konstrüksiyonlar kitabından alınmıştır.

3.1.2. Ana Kiriş Gerilme Hesapları

Vincin kendi ağırlığından ileri gelen gerilmeler:

$M_1 \rightarrow$ Ana kirişin kendi ağırlığından ileri gelen moment (kgcm)

$$M_1 = \frac{(q_a + q') \times L^2}{8} \text{ (daNcm)} \Rightarrow \frac{(2,202 + 0,4) \times 1300^2}{8} = 569672,5 \text{ daNcm}$$

$$M_1 = 569672 \text{ daNcm}$$

$M_2 \rightarrow$ Araba ağırlığından ileri gelen max. moment (kgcm)

$$M_2 = \frac{G_a}{32 \times L} \times (2 \times L - r)^2 \text{ (daNcm)} \Rightarrow \frac{6000}{32 \times 1300} \times (2 \times 1300 - 240)^2 = 803307,69 \text{ daNcm}$$

$$M_2 = 803307 \text{ daNcm}$$

Öz ağırlık gerilmeleri;

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_x} \Rightarrow \frac{569672}{7762} = 70,82 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_1 = 70,82 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{M_2}{W_x} \Rightarrow \frac{803307}{7762} = 103,49 \text{ daN/cm}^2$$

Kaldırma yükünden gelen gerilme;

Max moment:

$$M_3 = \frac{P_y}{32 \times L} \times (2 \times L - r)^2 \text{ (daNcm)} \Rightarrow \frac{20210}{32 \times 1300} \times (2 \times 1300 - 240)^2$$

$$M_3 = 2705808 \text{ daNcm}$$

Kaldırma yükü gerilmesi;

$$\sigma_3 = \frac{M_3}{W_x} \Rightarrow \frac{2705808}{7762} = 348,6 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_3 = 348,6 \text{ daN/cm}^2$$

Yatay kuvvetlerden gelen gerilme;

Max moment:

$$M_u = 0,3 \times \frac{L}{4} \times \left[(q_a + q') \times L + \frac{G_a}{2} \right] \text{ (daNcm)}$$

$$M_u = 0,3 \times \frac{1300}{4} \times \left[(2,202 + 0,4) \times 1300 + \frac{6000}{2} \right] = 622303,5 \text{ daNcm}$$

$$M_u = 622303 \text{ daNcm}$$

Gerilme;

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W_y} \Rightarrow \frac{622303}{3763} = 165,37 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_u = 165,37 \text{ daN/cm}^2$$

Kasılma momenti (Kiriş boyuna aynı) (M_s);

$$M_s = 0,05 \times r \times (G_a + P_y) \text{ daNcm} \Rightarrow 0,05 \times 240 \times (6000 + 20210)$$

$$M_s = 314520 \text{ daNcm}$$

Gerilme;

$$\sigma_s = \frac{M_s}{W_y} \Rightarrow \frac{314520}{3763} = 83,58 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_s = 83,58 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{\max} = M \times (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5) \text{ (daN/cm}^2)$$

2 cm vine kiriş grubu için $M=1$

$$\sigma_{\max} = 1 \times (70,82 + 103,43 + 348,6 + 165,37 + 83,58) = 771,86 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{\max} = 771,86 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{\min} = \sigma_1 + \sigma_2 \text{ (daN/cm}^2) \Rightarrow 70,82 + 103,43 = 174,31 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{\min} = 174,31 \text{ daN/cm}^2$$

$$X = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}} \Rightarrow \frac{174,31}{771,86} = 0,226$$

$$X = 0,226$$

Ana kirişteki kayma gerilmesinin hesabı;

$$T_{\max} = \frac{(\Psi \times P_y + M \times G_a) \times v_{y1}}{4 \times S_2 \times F_m} + \frac{\Psi \times P_y + M \times G_a}{4 \times S_2 \times h} \text{ (daN/cm}^2\text{)}$$

$$T_{\max} = \frac{(1,18 \times 20210 + 6000) \times 19,1}{4 \times 0,8 \times 4220} + \frac{1,18 \times 20210 + 1 \times 6000}{4 \times 0,8 \times 99} = 136,44 \text{ daN/cm}^2$$

$$T_{\max} = 136,44 \text{ daN/cm}^2$$

Mukayese gerilmesi;

$$\sigma_V = \sqrt{\sigma_{\max}^2 + 3 \times T_{\max}^2} \Rightarrow \sqrt{771,86^2 + 3 \times 136^2} = 807 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_V = 807 \text{ daN/cm}^2$$

Sürekli dinamik emniyetli çekme gerilmesi;

$$\text{emn} \sigma_{Dz}(x) = \frac{5}{3} \times \frac{\text{emn} \sigma_{Dz}(-1)}{1 - \left(1 - \frac{5}{3} \times \frac{\text{emn} \sigma_{Dz}(-1)}{0,75 \times \sigma_B}\right) \times X}$$

$F_e = 37$ için $\sigma_B = 3700 \text{ daN/cm}^2$ kopma mukavemeti

Vinç kiriş grubu 2m ve K4 çentik hali için

$$\text{emn} \sigma_{Dz}(x) = \frac{5}{3} \times \frac{764}{1 - \left(1 - \frac{5}{3} \times \frac{764}{0,75 \times 3700}\right) \times 0,2} = 1427 \text{ daN/cm}^2$$

$\text{emn} \sigma_{Dz} = 1600 \text{ daN/cm}^2$ ve $F_e = 37$ malzemesi seçilir.

Ana kiriş gerilme hesapları kontrolü;

Statik kontrol $\sigma_v \leq \text{emn} \sigma_{02}$ olmalıdır.

$$807 \text{ daN/cm}^2 \leq 1600 \text{ daN/cm}^2$$

olduğundan emniyetlidir.

Dinamik kontrol $\sigma_v \leq \text{emn} \sigma_{02}(x)$ olmalıdır.

$$807 \text{ daN/cm}^2 \leq ~~1427~~ \text{ daN/cm}^2$$

olduğundan emniyetlidir.

Kiriş moment ve gerilme hesapları; Güven KUTAY'ın Krenlerde Çelik Konstrüksiyonlar kitabından alınmıştır.

3.2. Baş Kiriş Hesabı

3.2.1. Baş Kiriş Boyut Tespiti

$$h = 99 \text{ cm} \quad b = 63 \text{ cm} \quad k = h - s = 99 - 5 = 94 \text{ cm} \quad L = 880,8 \text{ cm}$$

$$e = 61,4 \text{ cm} \quad s_2 = 0,8 \text{ cm} \quad k = 94 \text{ cm} \quad L' = 454 \text{ cm}$$

$$s_1 = 1 \text{ cm} \quad H = 101 \text{ cm}$$

Baş kiriş boyutları üzerinde ray bulunmadığı göz önüne alınarak K09 kirişinden alınmıştır.

Nötr eksenler; r_1, r_2, u_1, u_2

$$r_1 = r_2 = \frac{(h + s_1)}{2} \Rightarrow \frac{99 + 1}{2} = 50 \text{ cm}$$

$$r_1 = r_2 = 50 \text{ cm}$$

$$u_1 = u_2 = \frac{(e + s_2)}{2} \Rightarrow \frac{61,4 + 0,8}{2} = 21,1 \text{ cm}$$

$$u_1 = u_2 = 21,1 \text{ cm}$$

$$J_x = \frac{h^3 \times s_2}{6} + \frac{B \times s_1}{6} \times (s_1^2 + 6 \times r_1^2 + 6 \times r_2^2)$$

x-x eksenine atalet momenti $\rightarrow J_x$

$$J_x = \frac{99^3 \times 0,8}{6} + \frac{49 \times 1}{6} \times (1^2 + 6 \times 50^2 + 6 \times 50^2) = 337381,37 \text{ cm}^4$$

$$J_x = 337381 \text{ cm}^4$$

x-x eksenine göre mukavemet momenti $\rightarrow W_x$

$$W_x = \frac{J_x}{r_2 + 0,5 \times s_1} (\text{cm}^3) \Rightarrow \frac{337381}{50 + 0,5 \times 1} = 6680,81 \text{ cm}^3$$

$$W_x = 6680 \text{ cm}^3$$

y-y eksenine göre atalet momenti $\rightarrow J_y$

$$J_y = \frac{B^3 \times s_1}{6} + \frac{h \times s_2}{6} \times \left(\frac{s_2^2}{2} + 6 \times v_1^2 + 6 \times v_2^2 \right)$$

$$J_y = \frac{49^3 \times 1}{6} + \frac{99 \times 0,8}{6} \times (0,8^2 + 6 \times 21,1^2 + 6 \times 21,1^2) = 90137,88 \text{ cm}^4$$

$$J_y = 90137 \text{ cm}^4$$

y-y eksenine göre mukavemet momenti $\rightarrow W_y$

$$W_y = \frac{J_y}{v_2 + 0,5 \times s_2 + 3} (\text{cm}^3) \Rightarrow \frac{90137}{21,1 + 0,5 \times 0,8 + 3} = 3679,06 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 3679 \text{ cm}^3$$

Kayma gerilmesi için gerekli alan değerleri $\rightarrow F_0, F_m$

$$F_m = (v_1 + v_2) \times (r_1 + r_2) \Rightarrow (19,1 + 23,1) \times (55 + 45) = 4220$$

$$F_m = 4220$$

$$F_0 = s_2 \times h \Rightarrow 0,8 \times 99 = 79,2$$

$$F_0 = 79,2$$

Baş kirişin birim boy ağırlığı $\rightarrow q_b \text{ (kg/m)}$

$$q_b = 1,57 \times (s_2 \times h + s_1 \times b) + 0,785 \times (0,003 \times e \times t)$$

$$q_b = 1,57 \times (0,8 \times 39 + 1 \times 43) + 0,785 \times (0,003 \times 61,6 \times 94) = 201,02 \text{ kg/m}$$

$$q_b = 201,02 \text{ kg/m}$$

3.2.2. Baş Kiriş Boyut Hesabı

Ana kiriş ağırlığı: $Q_1 = (q_a + q') \times L \Rightarrow (220,2 + 40) \times 13 = 3382,6 \text{ daN}$

Max moment: $M_1 = \left(\frac{Q_1}{2}\right) \times 65 \Rightarrow \left(\frac{3382}{2}\right) \times 65 = 109934,5 \text{ daNcm}$

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_x} \Rightarrow \frac{109934}{6680} = 16,45 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_1 = 16 \text{ daN/cm}^2$$

Baş kirişin kendi ağırlığından ileri gelen gerilme:

Max moment: $M_2 = \frac{(q_b \times L^2)}{8} \Rightarrow \frac{201,02 \times 880,8^2}{8} = 19696131,6 \text{ daNcm}$

$$M_2 = 19696131 \text{ daNcm}$$

$$\sigma_2 = \frac{M_2}{W_x} \Rightarrow \frac{19696131}{6680} = 2918,28 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_2 = 2918 \text{ daN/cm}^2$$

Araba ağırlığından ileri gelen gerilme:

Araba ağırlığından baş kirişe gelen yük $\rightarrow A \text{ (daN)}$

$$A = (G_a + G_p) \times \frac{L-e}{L} \Rightarrow (6000 + 210) \times \frac{1300 - 41,4}{1300} = 6012,24 \text{ daN}$$

$$A = 6012,24 \text{ daN}$$

Max moment: $M_3 = \frac{A}{2} \times 65 \Rightarrow \frac{6012,24}{2} \times 65 = 195397,65 \text{ daNcm}$

$$M_3 = 195397 \text{ daNcm}$$

Gerilme: $\sigma_3 = \frac{M_3}{W_x} \Rightarrow \frac{195397}{6680} = 29,25 \text{ daN/cm}^2$

$$\sigma_3 = 29 \text{ daN/cm}^2$$

Kaldırma yükünden ileri gelen gerilme;

Kaldırma yükünden baş kırıte gelen yük $\rightarrow A$ (kg)

$$A = Q \times \frac{L-e}{L} \Rightarrow 20000 \times \frac{1300-41,4}{1300} = 19363,08 \text{ daN}$$

$$A = 19363 \text{ daN}$$

$$\text{Max moment: } M_u = \frac{A}{2} \times 65 \Rightarrow \frac{19363}{2} \times 65 = 629300 \text{ daN}$$

$$M_u = 629300 \text{ daN}$$

$$\text{Gerilme: } \sigma_u = \frac{M_u}{W_x} \Rightarrow \frac{629300}{6680} = 94,21 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_u = 94 \text{ daN/cm}^2$$

Yatay yüklerden ileri gelen gerilme;

Atalet kuvvetlerinden ileri gelen yatay yüklerin mlydana getirdiği gerilmeler çok küçük olduğu için düşey yüklerin (1/10)'u yatay kuvvet olarak alınır.

$$Q_y = \frac{1}{10} \times \left(Q_1 + \frac{G_a}{2} + \frac{G_p}{2} + q_b \times \frac{L}{2} + \frac{Q}{2} \right)$$

$$Q_y = \frac{1}{10} \times \left(3382 + \frac{6000}{2} + \frac{210}{2} + 201,02 \times \frac{8,88}{2} + \frac{20000}{2} \right) = 17379,53 \text{ daN}$$

$$Q_y = 17379 \text{ daN}$$

$$\text{Max moment: } M_s = Q_y \times 65 \Rightarrow 1129669,37 \text{ daNcm}$$

$$M_s = 1129669 \text{ daNcm}$$

$$\text{Gerilme: } \frac{M_s}{W_y} \Rightarrow \frac{1129669}{3679} = 307,06 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_s = 307 \text{ daN/cm}^2$$

$$\text{Max gerilmeler: } M=1 \quad \Psi=1,15$$

$$\sigma_{\max} = M \times (\sigma_1 + \sigma_2 + \Psi \times \sigma_3 + \sigma_u + \sigma_s) \Rightarrow 1 \times (16 + 2918 + 1,15 \times 29 + 94 + 307)$$

$$\sigma_{\max} = 3368 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{\min} = \sigma_1 + \sigma_2 \Rightarrow 16 + 2918 = 2934 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{\min} = 2934 \text{ daN/cm}^2$$

$$X = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}} \Rightarrow \frac{2934}{3368} = 0,87$$

$$X = 0,87$$

Fe37 malzemesi için $\text{em}\sigma_z = 1600 \text{ daN/cm}^2$

$X = -1$ kabul edilmesi halinde kiriş daha emniyetli olur.

4. KÖPRÜ YÜRÜTME MEKANİZMASI HESABI

4.1. Tekerlek ve Ray Hesabı

$$e = 150$$

$$l = 300 \text{ cm} \rightarrow \text{köprü açıklığı}$$

$$Q = 20000 \text{ daN} \rightarrow \text{kaldırma yükü}$$

$$G_p = 210 \text{ daN} \rightarrow \text{kaldırma bloğu ağırlığı}$$

$$G_a = 6000 \text{ daN} \rightarrow \text{araba ağırlığı}$$

$$G_k = \text{Ana kiriş ağırlığı} + \text{baş kiriş ağırlığı}$$

$$G_k = 2 \times (q_a + q') \times L + 2 \times q_b \times L_b \Rightarrow 2 \times (220,2 \times 40) \times 3 + 2 \times 201,02 \times 8,8$$

$$G_k = 56385,95 \text{ daN}$$

$$\sum M_a = 0 \text{ yüklü durum için}$$

$$(Q + G_p + G_e) \times e + G_k \times \frac{L}{2} - R_B \times L = 0$$

$$(20 + 0,21 + 4) \times 1,5 + 56,385 \times \frac{3}{2} - R_B \times 3 = 0$$

$$R_B = 40,298 \text{ Mp} = 40297 \text{ daN}$$

$$R_A + R_B = Q + G_p + G_a + G_k$$

$$R_A + 40,298 = 20 + 0,21 + 6 + 56,385$$

$$R_A = 42,297 \text{ Mp} = 42297 \text{ daN}$$

4.1.1. Tekerlek Seçimi

$P_{max} = 6,41$ ton için $D = 315$ mm çaplı dar tekerlek seçildi. Tekerlek aks çapı 60mm alındı ve bu tekerlek için A45 rayı seçildi. A45 rayı için gerekli boyutlar;

$k = 45$ mm, $r_1 = 4$ alındı. Buna göre $b = k - 2 \times r_1 \Rightarrow 94 - 2 \times 4 = 88$ mm olur.

Tekerlek malzemesi D.G. 60 için emniyetli yüzey basıncı $P_L = 0,56$ daN/mm² alındı.

$D = 315$ mm ve $V_{köprü} = 40$ m/dk için; $c_1 = 0,35$ alındı. Vinç tahrik sınıfı 2m için; $c_2 = 1$ alındı.

$$\frac{P_{mit}}{37 \times D} \leq P_L \times c_1 \times c_2 \Rightarrow \frac{4600}{37 \times 315} \leq 0,56 \times 0,35 \times 1$$

$0,39 \leq 0,53$ olduğundan emniyetlidir.

4.2. Köprü Yürütme Motoru Hesabı

a) Yürütme direnci hesabı:

$$W = x \times \frac{P}{R} \times \left(f \times \mu \times \frac{d}{2} + 0,003 \times R \right) \text{ daN} \quad x=2 \rightarrow \text{rulmanlı yataklar için}$$

$$f = 0,05 \text{ cm} \rightarrow$$

$$W = 2 \times \frac{82595,95}{157,5} \times \left(0,05 \times 0,002 \times \frac{60}{2} + 0,003 \times 157,5 \right) \quad \mu = 0,002 \rightarrow \text{rulmanlı yataklarda}$$

$$R = \frac{D}{2} \Rightarrow \frac{315}{2} = 157,5 \text{ mm}$$

$$W = 6958,90$$

$$R = 157,5 \text{ mm}$$

b) Yürütme direnci momenti $\rightarrow M_1$

$$d = 60 \text{ mm} \rightarrow \text{aks çapı}$$

$$M_1 = W \times R \times \frac{n_f}{n_m} \quad n_f = \frac{V_{köprü}}{\pi \times D} \Rightarrow \frac{40}{\pi \times 0,315}$$

$$P = Q + G_p + G_e + G_k \Rightarrow 20000 + 210 + 6000 + 56385,35$$

$$M_1 = 6958 \times 157,5 \times \frac{40,42}{1000} \quad n_f = 40,42$$

$$P = 82595,95 \text{ daN}$$

$$M_1 = 3156,360 \text{ daNcm} \quad n_m = 1000 \text{ dev/dk (kabul)}$$

c) Yürütme direnci hesabı $\rightarrow M_2$

$$M_2 = m \times b \times R \times \frac{n_t}{n_m} \quad m = \frac{P}{f} \Rightarrow \frac{82595,95}{9,81} = 8419,57 \text{ daNs}^2/\text{m}$$

$$M_2 = 8419,57 \times 3,8 \times 15,775 \times \frac{40,62}{1000} \quad m = 8419,57 \text{ daNs}^2/\text{m}$$

$$b = \frac{V}{60} \times t_a \Rightarrow \frac{40}{60} \times 5,7 = 3,8 \text{ m/s}^2$$

$$M_2 = 20366,033 \text{ daNcm}$$

$$b = 3,8 \text{ m/s}^2$$

d) Dönen kütlelerin ivmeleşme momentleri $\rightarrow M_3$

$$M_3 = \%20 \times (M_1 + M_2) \Rightarrow \%20 \times (3156,36 + 20366,033) = 4704,49 \text{ daNcm}$$

$$M_3 = 4704 \text{ daNcm}$$

e) Motora gerekli ilk hareket gücü ve motor seçimi

$$N_k = M_k \times \frac{n_m}{97450 \times \eta_t} \quad M_k = M_1 + M_2 + M_3 \Rightarrow 3156,36 + 20366,033 + 4704$$

$$M_k = 28226,94 \text{ daNcm}$$

$$N_k = 28226 \times \frac{1000}{97450 \times 0,8} \quad \eta_t = 0,8$$

$$N_k = 362 \text{ daNcm}$$

$$\frac{362}{2} = 181$$

Buna uygun motor Megamotor kataloğundan 200kW 1000dev/dk

315L motoru seçilir.

4.3. Köprü Yürütme Redüktör Seçimi

$$\text{Toplam redüksiyon} : i_{top} = \frac{n_m}{n_t} \Rightarrow \frac{1000}{40,62} = 24,74$$

Tek tek direk redüktörden döndürülür.

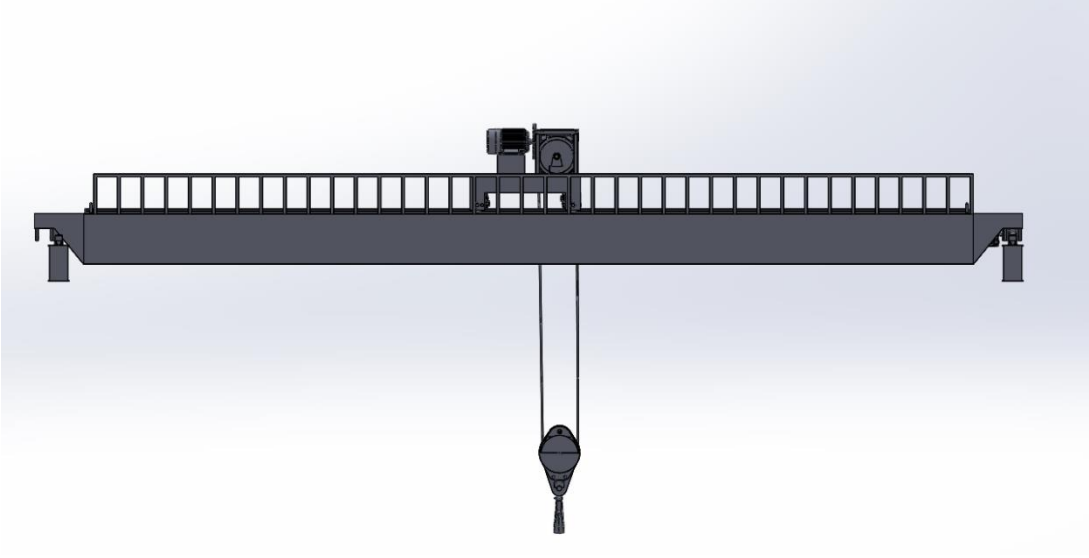
4.4. Köprü Yürütme Mekanizması Hesabı

$$M_n = 97450 \times \frac{3}{n_m} \Rightarrow 97450 \times \frac{3}{1000} = 292,35$$

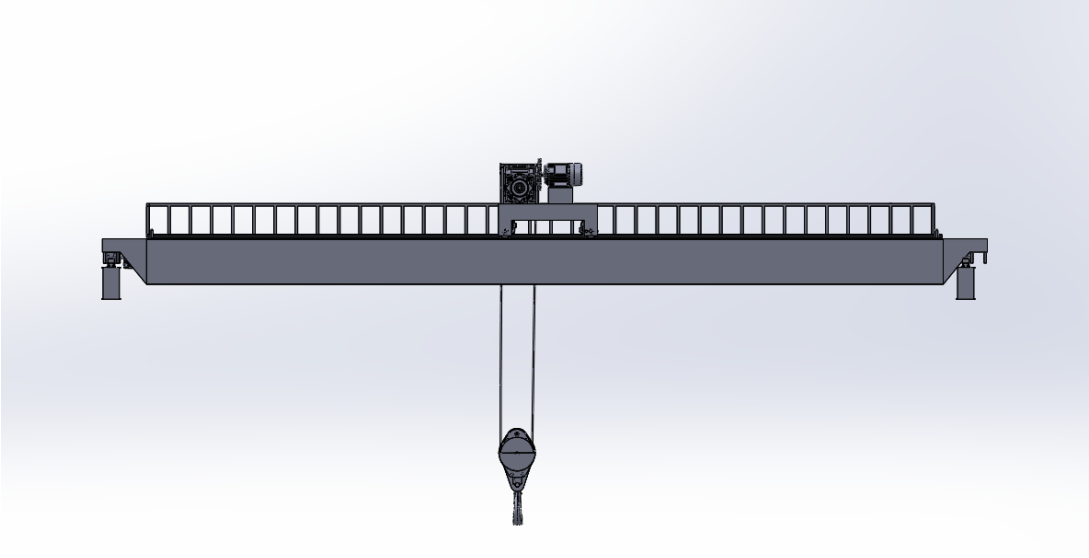
$$M_n = 292,35 \text{ daNcm}$$

K9 \rightarrow Kaplani seçilir.

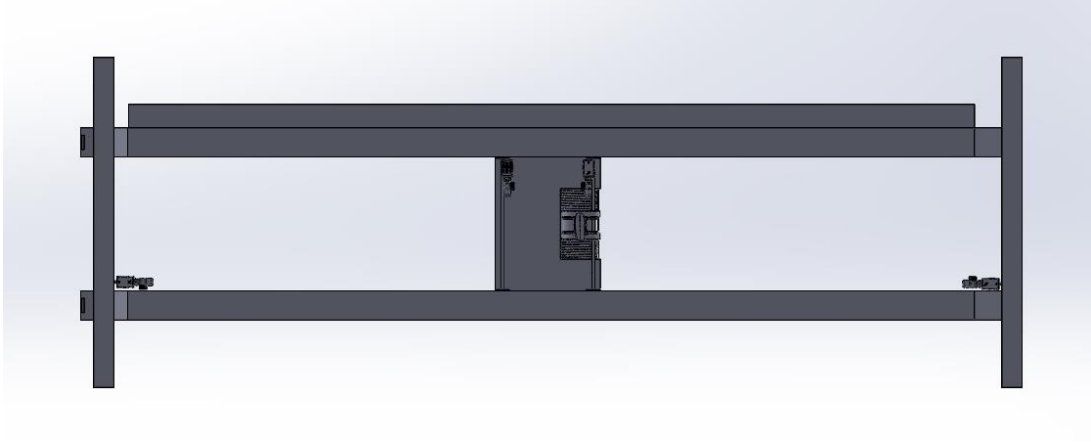
ÇİZİMLER



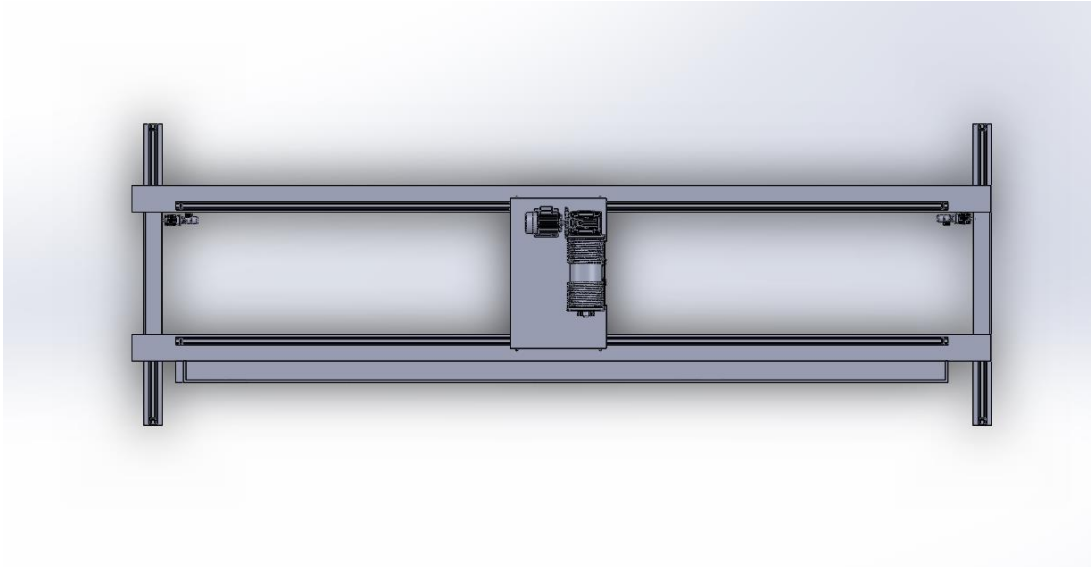
(Önden Görünüş)



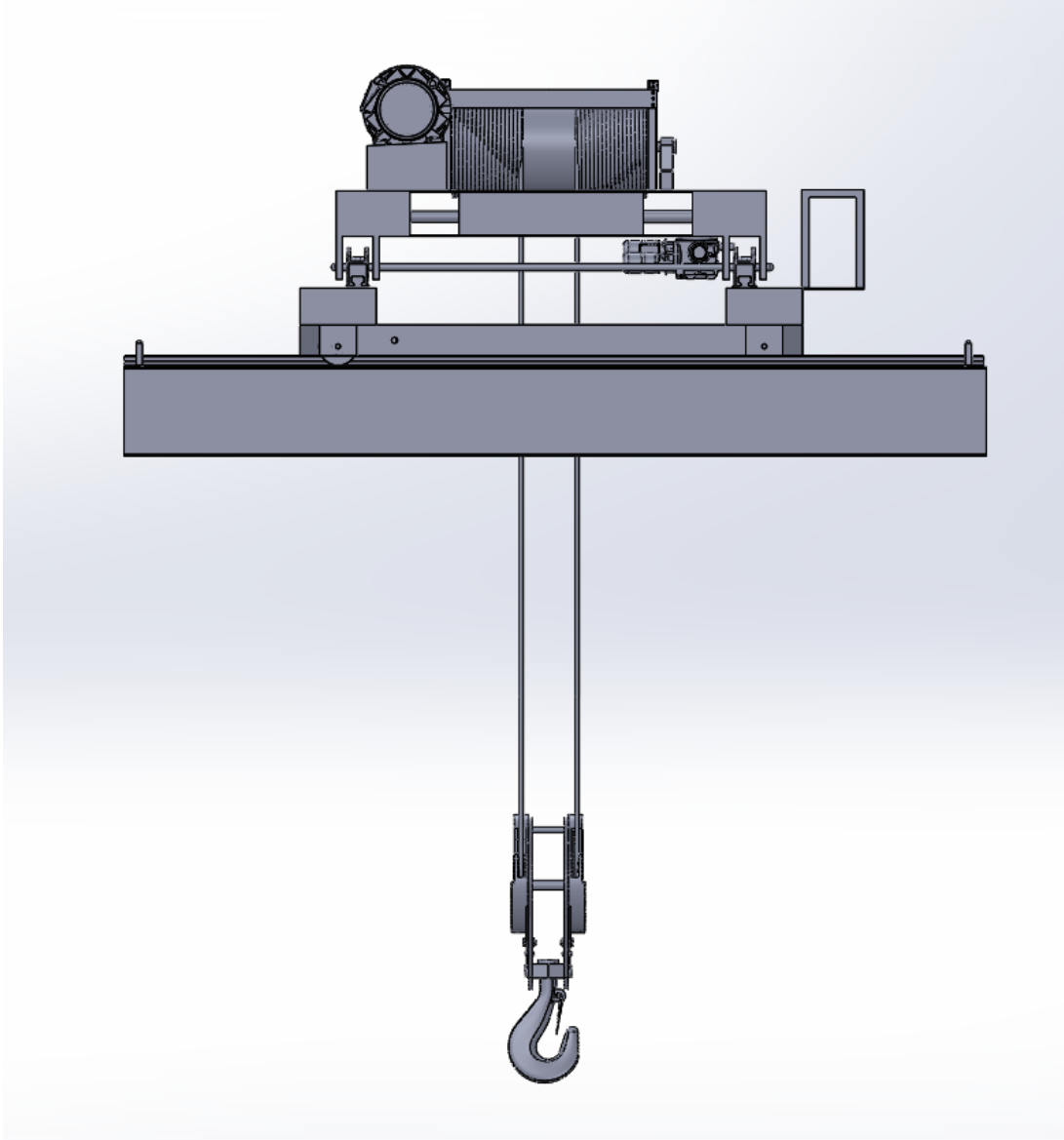
(Arkadan Görünüş)



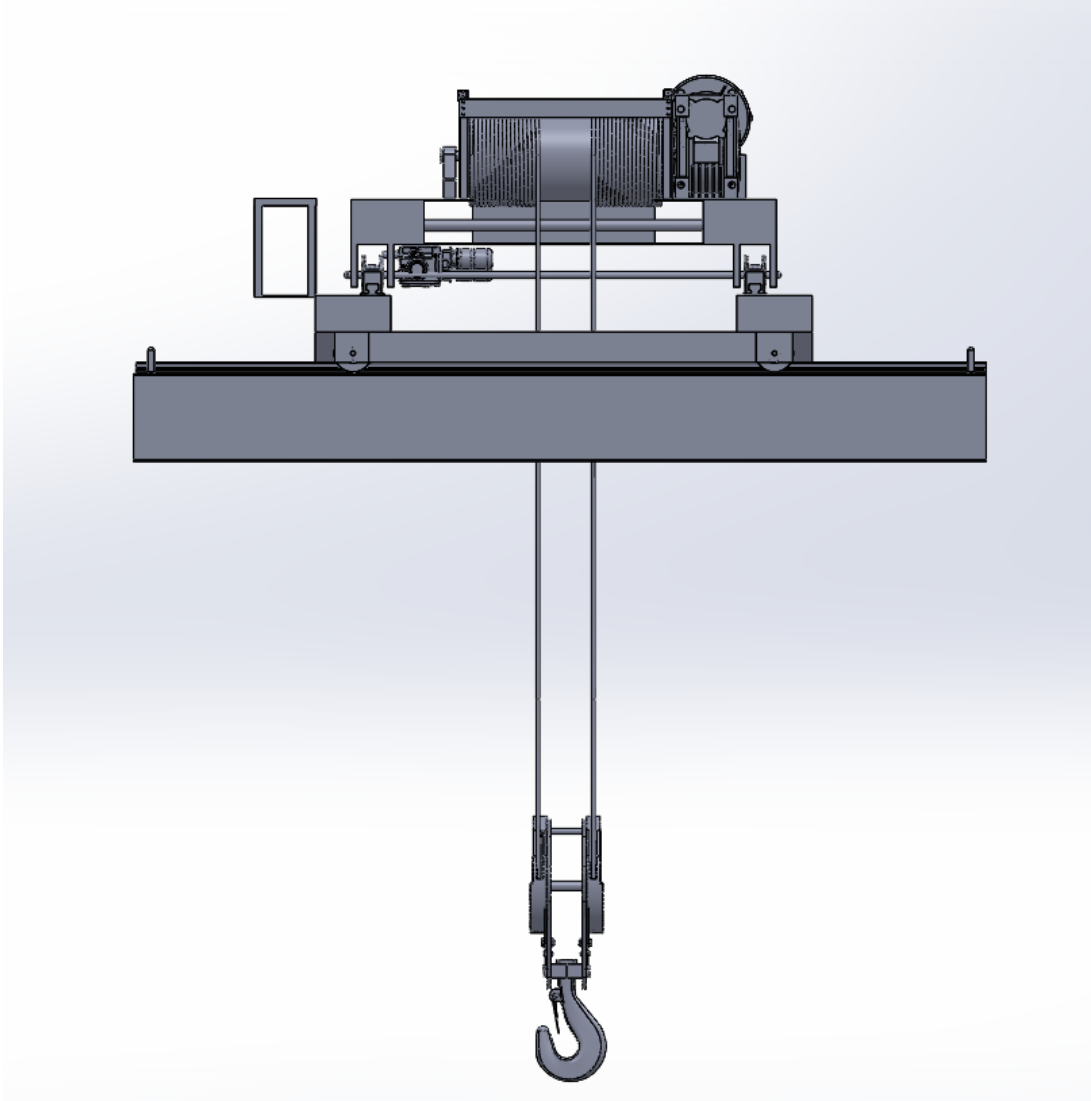
(Altan Görünüş)



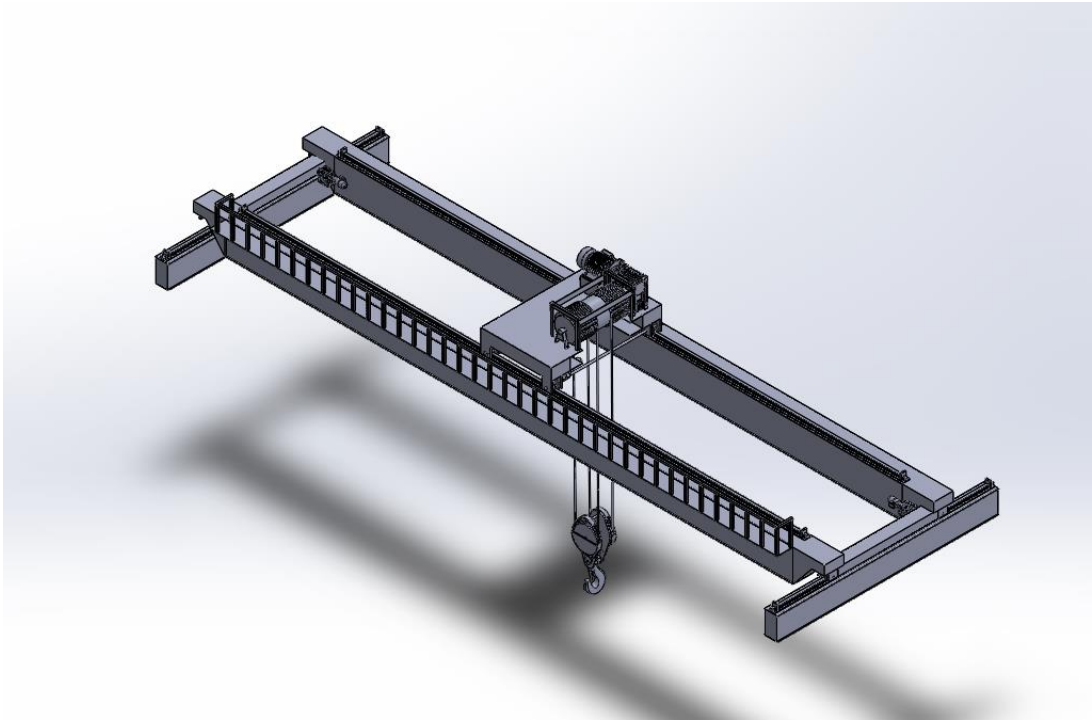
(Üstten Görünüş)



(Sağ Yandan Görünüş)



(Sol Yandan Görünüş)



(Perspektif)