

HİDROLİK ASANSÖRLER

Hidrolik asansörler modern bir icat olmayıp prensip olarak çok eskidir. Sıvı olarak ilk önceleri su, daha sonra yağ kullanılmıştır. Önceleri sadece fabrikalarda ve depolarda kısa irtifalı yük asansörü olarak tercih edilen hidrolik asansörler 1950 yıllarından itibaren yaygın olarak insan asansörü olarak da kullanılmaya başlamıştır.

Hidrolik asansörler sahip oldukları avantajlar nedeniyle bazı binalarda ve tesislerde kullanım imkanı bulmuşlardır.

1. Düşük malzeme maliyetleri ve bakım ücretleri
2. Binalarda daha etkin kullanılabilir alan yaratır
3. Çatı dizaynında serbestlik ve teras katına ulaşma imkanı
4. Makina dairesi yerinin serbest seçimi
5. Binaya gelen yükün tabana iletilmesi ile statik hesapların da kolaylık
6. Yüksek taşıma kapasitesi ihtiyaçlarını rahatlıkla karşılayabilme
7. Aşağı inişte masrafsız çalışma
8. Sessiz çalışma
9. Hassas kat ayarı ($\pm 3\text{mm}$) ve otomatik seviyeleme
10. Olası arızalarda (enerji kesilmesi, bir faz gitmesi, sigorta atması) asansör otomatik olarak kata ulaşması
11. Darbesiz kalkış ve duruş; Kademesiz hız ayarı

Bütün bu sayılanların yanı sıra hidrolik prensiplerinin uygulandığı bu tip asansörlerin sahip olduğu bazı dezavantajlar da vardır:

1. Kullanılan yağın özellikleri sıcaklık ile değiştiğinden performans değişiklikleri
2. Yeraltındaki sistemlerin yağ kaçaqları çevredeki su kaynaklarının kirletebilir
3. Gerekli motor gücü aynı hızda ve aynı kapasitedeki konvansiyonel tip asansörlere oranla 2,5 ila 3 kat fazladır. Motor sadece yukarı yönde çalışmasına rağmen enerji tüketimi en az iki kat fazladır.
4. Montajda ve bakımda bilinmeyen maliyetler ve firmaların bakım kontratlarında yeraltı sistemlerinin değişmesini hariç tutması ek masraflar getirmektedir.

Yaygın olarak kullanılmaya başlanan hidrolik asansörlerin uygulama alanları şunlardır:

1. İki, üç ve dört duraklı işyeri binaları.
2. İki, üç, dört ve beş duraklı apartmanlar.
3. Küçük hastaneler, klinikler ve tıbbi binalar, 3 kata kadar.
4. Düşük seyahat mesafeli, 500kg - 5600kg arasında malzeme taşıma kapasiteli endüstriyel binalar.
5. Hükümet binaları 4 kata kadar.
6. Büyük binaların garaj asansörleri.
7. Çarşılardaki insan ve servis asansörleri.
8. Yürüyen merdivenlere ek olarak özürlü asansörleri.
9. Sahne asansörleri.

Yapıları gereği veya mevcut bulunan bina içi trafik yoğunluğu nedeniyle hidrolik asansörlerin uygulamasının uygun olmadığı yerler şunlardır:

1. Çok büyük mağazalar.
2. Dört katın üzerindeki hastaneler.
3. Kuyu dibi deliği açılmasının büyük risk olduğu yapılar.
4. Elektrik gücünün pahalı olduğu yerler veya elektrik gücünün sınırlı olduğu yerler.

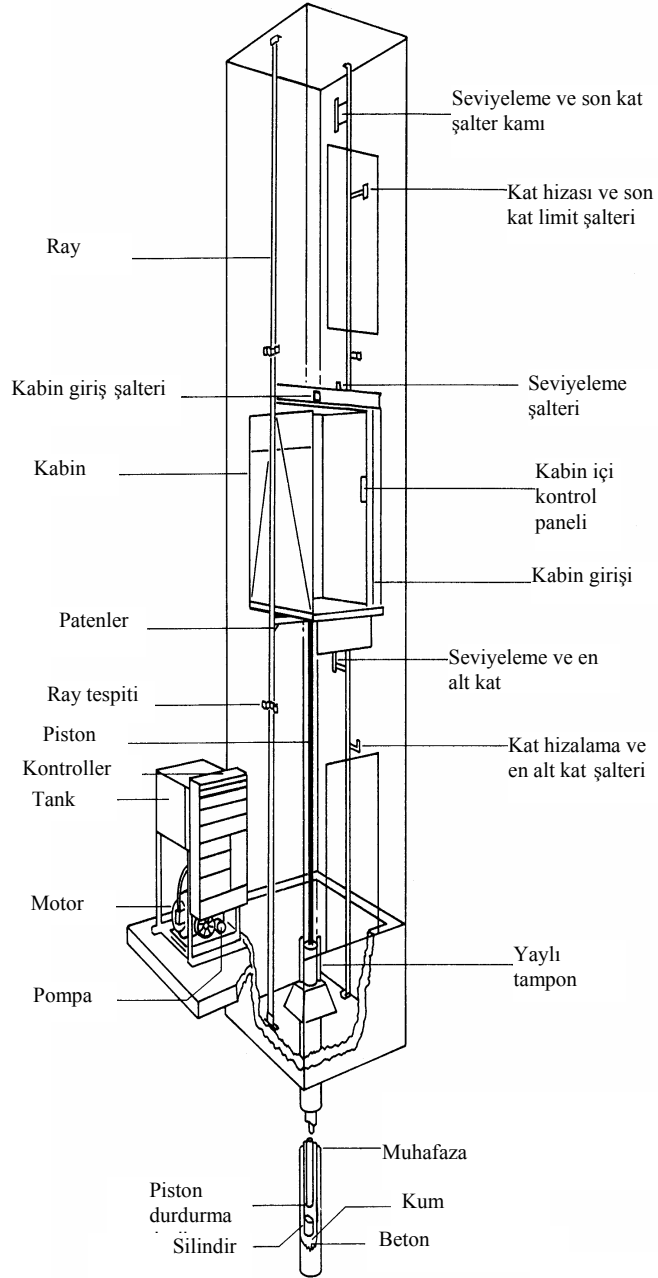
1. HİDROLİK ASANSÖRLERİN SINIFLANDIRILMASI

Hidrolik asansörler kaldırma kapasitesine, tesis edilecekleri binaların yüksekliğine ve bina fonksiyonuna göre dizayn edilirler. En uygun hidrolik asansörün seçimi için kabinin tahrik edilme yöntemine göre iki temel sistem değerlendirilir.

1.1. Direkt Tahrikli Sistemler

Direkt tahrikli hidrolik asansörlerde silindir direkt olarak kabin süspansiyonuna bağlanmışır ve silindirin çıkış-iniş hızı kabin hızına eşittir. Direkt tahrikli hidrolik asansöre ait temel elemanlar Şekil 95'de gösterilmiştir. İndirekt tahrikli hidrolik asansörlerde benzer elemanlar kullanılmaktadır. Silindirler 1 kademeli, 2 kademeli, 3 kademeli olabilir. Direkt tahrikli sistemlerin özellikleri ise şunlardır:

1. Yükten kaynaklanan kuvvetler direkt olarak kuyu tabanına iletilirler.
2. Merkezden direkt tahrikte kuyu kesitinden maksimum kullanım sağlanır.
3. Merkezden tahrikte raylar kuyu merkezindedir.
4. Paraşüt tertibatına gerek yoktur, patlak boru emniyet valfi kullanılır.
5. Merkezden tahrikte kuyu dibinde su sızdırmaz bir silindir çukuru gereklidir.
6. Yandan direkt tahrikte kuyu dibi derinliği silindirin kademe sayısına göre değişir.



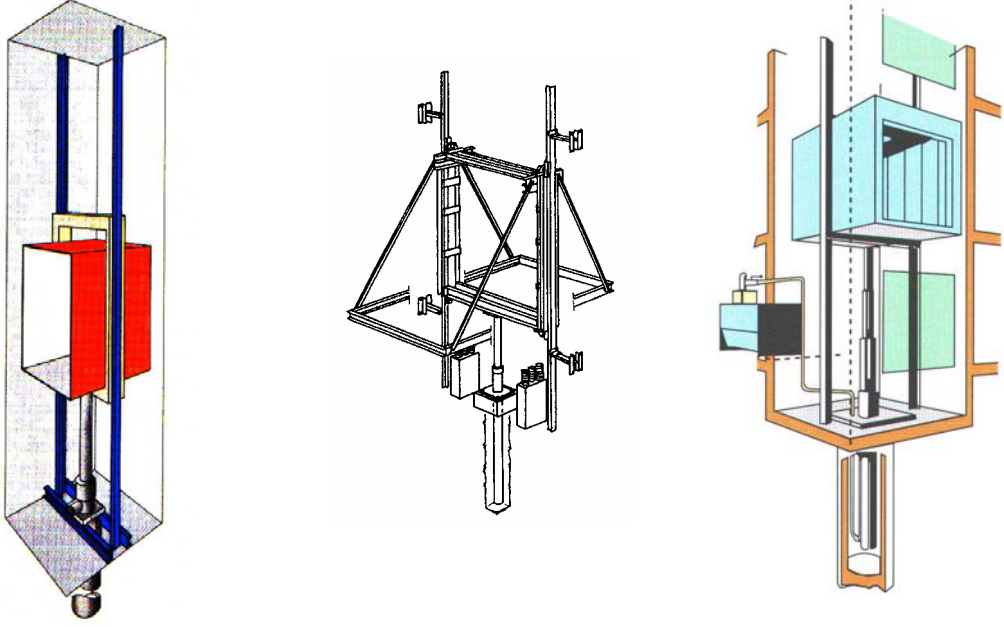
Şekil 95. Direkt tahrikli hidrolik asansör elemanları

Direkt tahrikli sistemler iki ana gruba ayrılmıştır: (i) Merkezden tahrikli (ii)Yandan tahrikli.

- Merkezden direkt tahrikli
- Yandan direkt tahrikli
 - Tek pistonlu
 - İki pistonlu

a) Merkezden Direkt Tahrikli Hidrolik Asansör

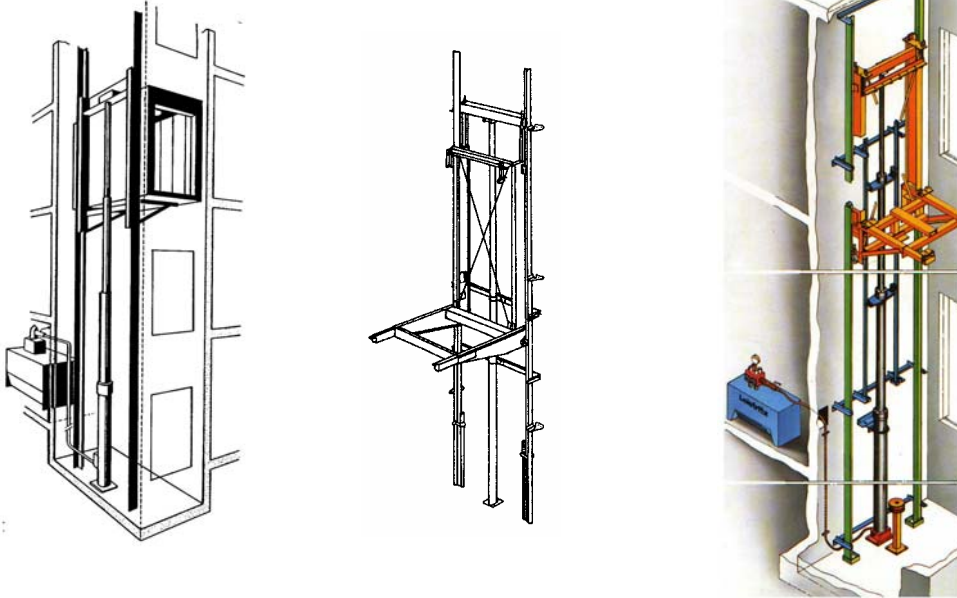
Bu sistem genellikle özel dizaynlar istendiğinde kullanılır. Paraşüt sistemi gerekli değildir ve çok kademeli bir piston sayesinde uzun bir seyahat mesafesi elde edilebilir. Bu sistemin dezavantajı, silindiri yerleştirmek için bir delik açmanın gerekliliğidir (Şekil 96).



Şekil 96. Merkezden direkt tahrikli hidrolik asansör

b) Yandan Direkt Tek Pistonlu Hidrolik Asansör

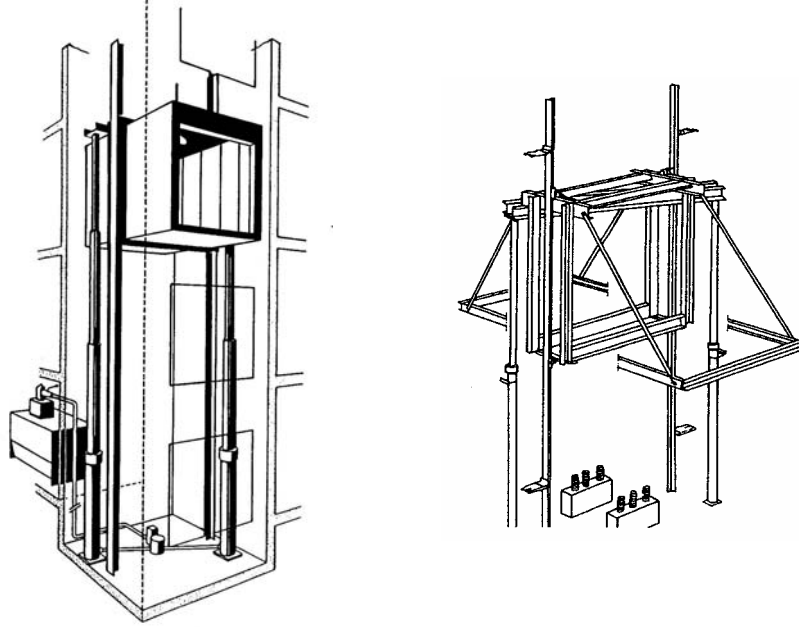
Bu sistemde süspansiyon ile piston arasında direkt bağlantı vardır. Genellikle seyahat mesafesi kısa olan montajlarda kullanılır. Ancak kademeli teleskopik piston kullanılarak seyahat mesafesi uzun olan yerlerde de kullanılabilir. Asansörde paraşüt sistemine gerek yoktur (Şekil 97).



Şekil 97. Yandan direkt tek pistonlu hidrolik asansör

c) Yandan Direkt İki Pistonlu Hidrolik Asansör

Bu sistem, kısa seyahat mesafesi, geniş yük asansörleri için kullanılır. Silindirler Şekil 98'de görüldüğü gibi diyagonal, veya proje dizaynının seçimine göre, tersi şekilde monte edilebilir. Ray patenleri genellikle kama tipi olup, özel bir malzemeden yapılmıştır.



Şekil 98. Yandan direkt 2 pistonlu hidrolik asansör

1.2. İndirekt Tahrikli Sistemler

İndirekt tahrikli hidrolik asansörlerde 1:2 palanga sistemiyle çalışma sonucu seyir mesafesi silindir strokunun iki katıdır. Kabin hızı da silindir çıkış-iniş hızının iki katıdır. Yüksek seyir mesafelerinde ve hızlarda indirekt tahrikli sistemler tercih edilir. Silindir kabin süspansiyonuna yandan indirekt olarak bağlanır. Kabini tahrik etmek için 1 veya 2 silindir kullanılabilir. İndirekt tahrik sistemlerin özellikleri:

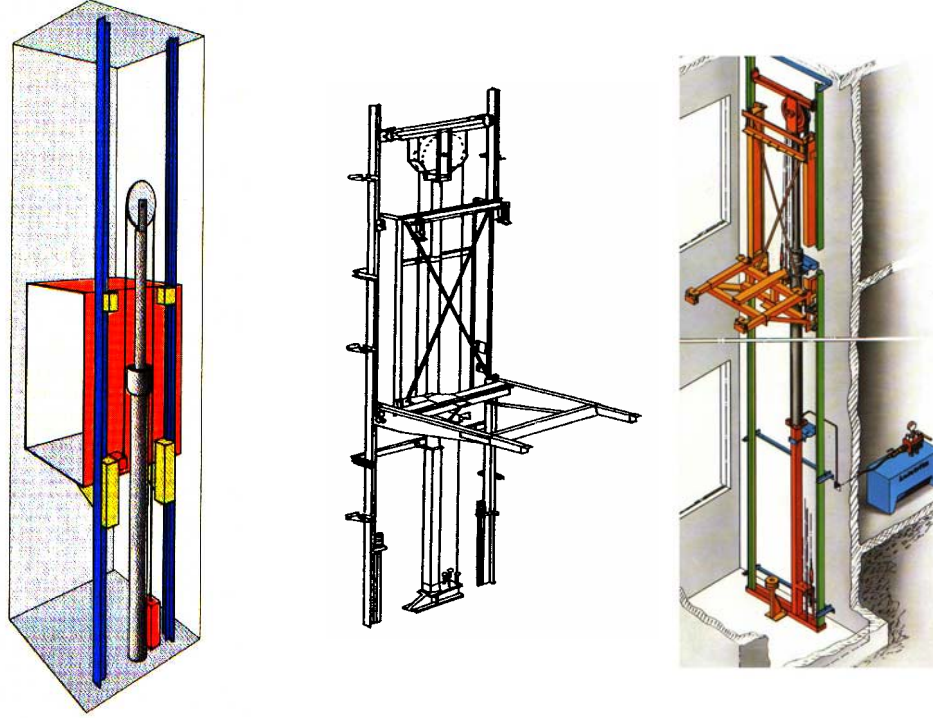
1. Kuvvetler direkt olarak kuyu tabanına iletilir.
2. Kuyu alanı yana montaj yapılan silindir nedeni ile azalır.
3. Yüksek irtifalarda bile silindir için ilave bir kuyu çukuruna gerek yoktur.
4. Paraşüt tertibatı gereklidir.

İndirekt hidrolik asansörler üç tarzda binalarda kullanılmaktadır :

- Tek Pistonlu
- İki Pistonlu
- Karşı Ağırlıktan Tahrikli

a) Yandan İndirekt Tek Pistonlu Hidrolik Asansör

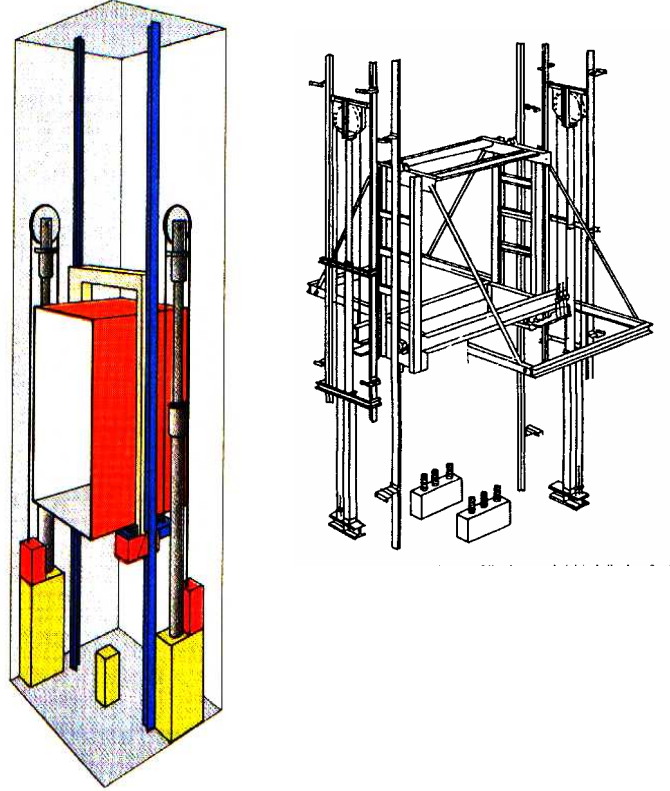
Hidrolik asansör uygulamalarında en sık kullanılan ve tercih edilen çeşittir. Bu asansörde halatlar ile seyir mesafesi iki katına çıkarılmaktadır. Ancak halat kopmasına karşı tedbir olarak paraşüt düzeni kullanılmalıdır. Kabin ankastre mesnetli bir çelik konstrüksiyona yerleştirilmekte ve pistonun ittiği makaradan geçen halatlar, kabin alt noktasından etkimektedir (Şekil 99).



Şekil 99. Yandan indirekt tek pistonlu hidrolik asansör

b) Yandan İndirekt İki Pistonlu Hidrolik Asansör

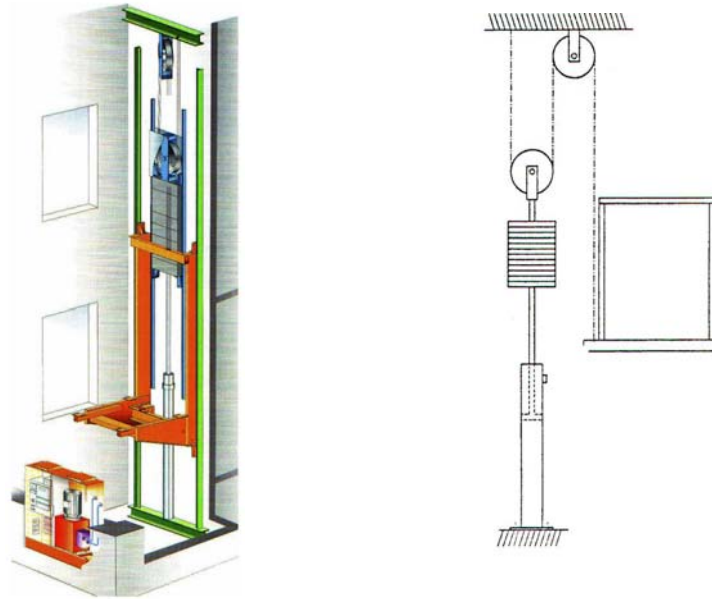
Yandan indirekt iki pistonlu hidrolik asansörler, uzun seyahat mesafeli yük asansörleri için kullanılır. Şekil 100'de görülen hidrolik asansörde hız ve taşınacak yük fonksiyonlarına göre hesaplanmış bir paraşüt sistemi bu sistemde zorunludur. Her iki yana yerleştirilen silindirlerin senkron olarak çalıştırılması ve hassas kat seviyelemesi önemli problemlerdir.



Şekil 100. Yandan indirekt iki pistonlu hidrolik asansör

c) Karşı Ağırlıktan Tahrikli İndirekt hidrolik Asansör

Karşı ağırlıktan tahrikli indirekt hidrolik asansörlerde, çift tesirli hidrolik piston kullanılmaktadır. Kabinin hareketi, karşı ağırlığa bağlı piston tarafından sağlanmaktadır. Çalışma hızı 1 m/s, kaldırma yüksekliği 20 m'ye ulaşmaktadır. Bu sistemle daha küçük piston çapı ve düşük volumetrik akışa sahip pompa kullanma imkanı doğmuştur (Şekil 101).

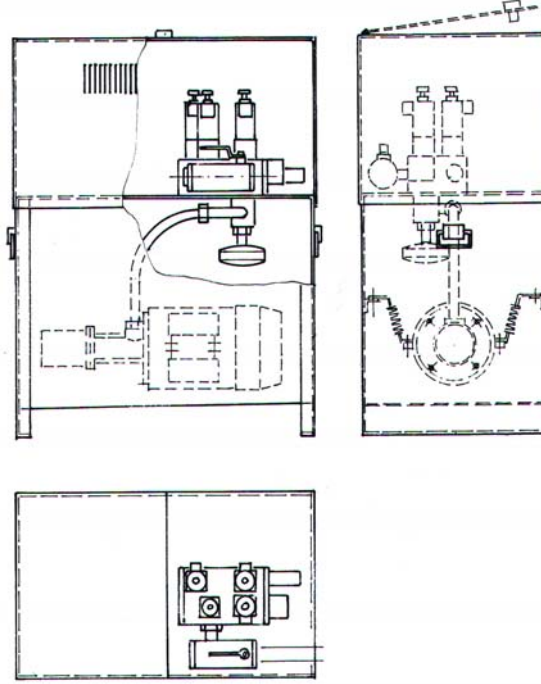


Şekil 101. Karşı ağırlıktan tahrikli indirekt hidrolik asansör

2. HİDROLİK ASANSÖRLERİN ELEMANLARI

2.1. Güç Üniteleri

Hidrolik asansörlerde kabinlerin istenen hızlarda ve kapasitelerde çalışmasında etkin olan eleman güç üniteleridir. Kapalı bir tank içinde bulunan hidrolik yağı bir dalgıç motor ve ona bağlı çelik filitreli pompa ile dağıtım ve kontrol valflerinden geçtikten sonra silindirlere ileten ve bir kısım ölçme cihazlarının bulunduğu birimdir. Güç ünitesinde ayrıca titreşim absorberleri ve bir el pompası da bulunabilir. Tank genellikle zeminden belli bir yükseklikte bulunur (Şekil 102).



Şekil 102. Hidrolik güç ünitesi

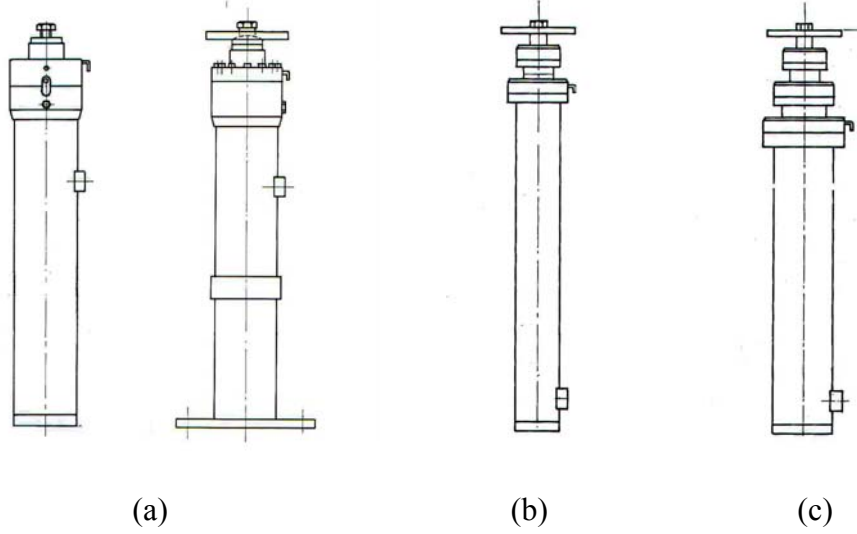
2.2. Hidrolik Silindirler

Hidrolik asansörlerde kabin doğrudan veya halat donanımıyla, pompa tarafından enerji kazandırılmış hidrolik yağın silindirlere etkimesiyle hareket ettirilir. Genellikle kullanılan silindirler tek tesirli, özel durumlarda ise çift tesirli olarak seçilir.

Senkron teleskopik silindir tek etkili, özel dizaynı sayesinde üniform taşıma hızlarında çalışan, kademelerin uzatma ve geri çekme hızları birbirine eşit olan silindir tipidir. İki ve üç kademeli olarak üretilen senkron teleskopik silindirin muhtelif ebadı bulunmaktadır. Yer sorunun bulunduğu hidrolik kaldırma sistemlerinde bu tip silindirler sıkça kullanılmaktadır. Hidrolik asansörlerde görülen silindirler Şekil 103'de gösterilmiştir.

Uzatma kademesi uzunluğu asıl stroktan az olmalıdır. Senkron teleskopik silindirler belirli seyir mesafelerine kadar indirekt sistemlere (2:1) kıyasla daha ucuza mal olmaktadır. İkinci ve üçüncü kademeler için bağlantı flanşı kullanılması,

burkulma mukavemetinin artmasına ve dolayısı ile silindirlerde daha küçük çaplı pistonların kullanılmasına olanak sağlamıştır.



Şekil 103. Silindir çeşitleri

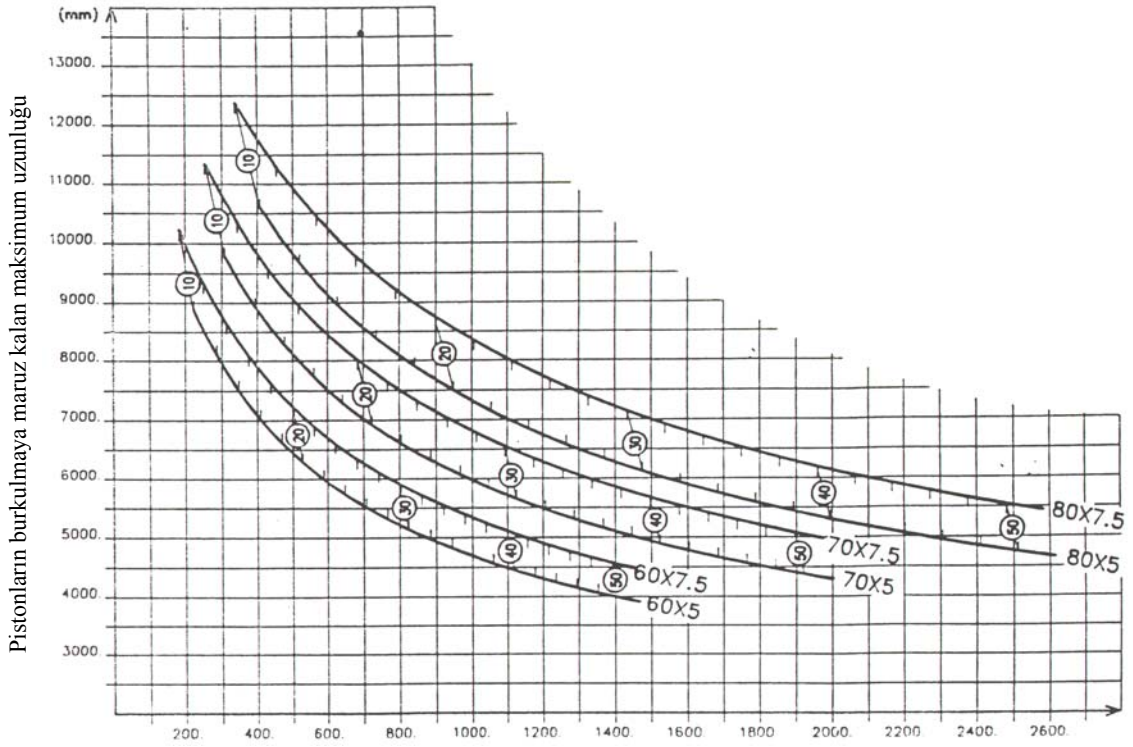
Hidrolik silindirlerin haznesi ve pistonları St 52 çeliğinden imal edilir ve 45 Bar statik çalışma basıncına dayanmaktadır. Hidrolik silindirler dış çapı, cidar kalınlığı ve İmalatçılar 50 mm'den 230 mm'ye kadar çapa sahip olan silindirler üretmektedir. Hidrolik silindirlere ait temel boyutlar Tablo 111'de gösterilmiştir.

Tablo 111. Hidrolik silindir boyutları [mm]

Piston dış çapı	Silindir dış çapı	Cidar kalınlığı
50	88,9	3,6
60	101,6	3,6
70	114,3	4
80	114,3	4
90	133	4,5
100	139,7	4,5
110	152,4	5
120	159	5
130	177,8	5,6
150	193,7	5,9
180	244,5	8
200	267	8
230	298,5	10

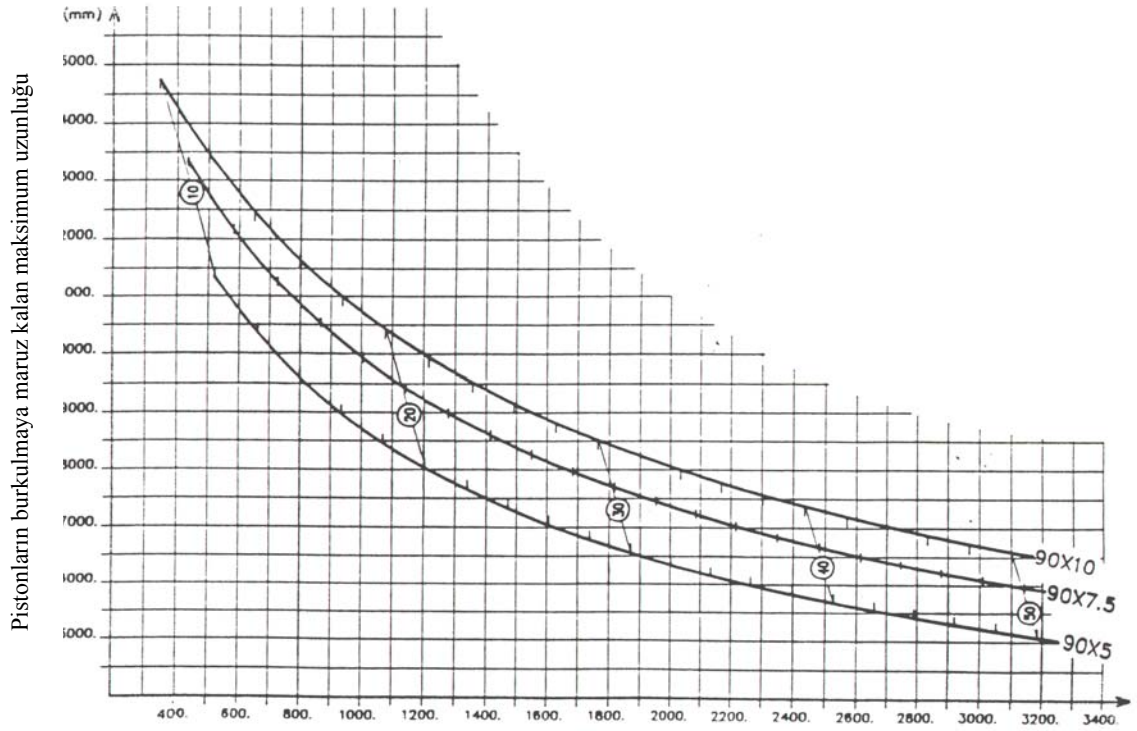
Hidrolik silindirlerin pistonları üzerindeki direkt veya indirekt yükten dolayı burkulmaya çalışacaktır. Piston çaplarına göre pistonların burkulma mukavemet grafikleri Çizelge 7 ile Çizelge 13'de verilmiştir. Grafikler hazırlanırken Eulero'a göre emniyet katsayısı 3 alınmış ve eğriler piston kütlesi dahil edilmiştir. Eğrilere yakın çıkan burkulma dirençleri için emniyet katsayısının yeniden kontrol edilmesi ve boş kabinle basıncın 10 Bar'dan büyük olup olmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir.

Çizelge 7. Piston çapı 60 - 70 - 80 mm için burkulma mukavemeti



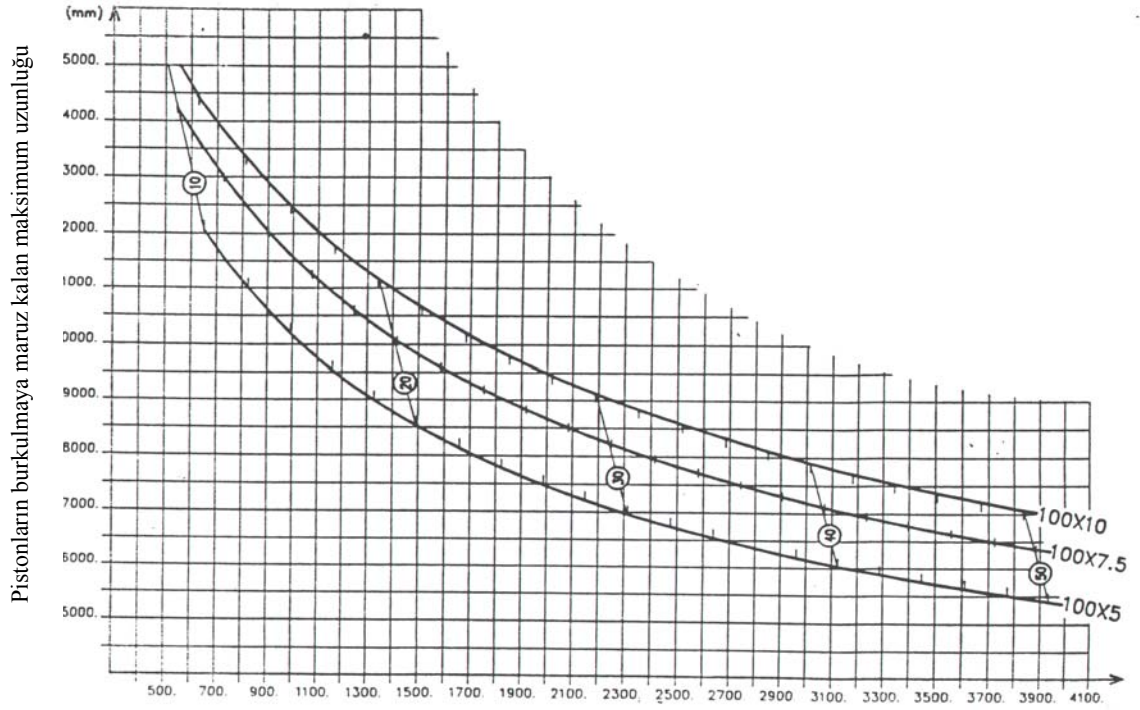
Piston üzerindeki toplam gerçek yük [kg]

Çizelge 8. Piston çapı 90 mm için burkulma mukavemeti



Piston üzerindeki toplam gerçek yük [kg]

Çizelge 9. Piston çapı 100 mm için burkulma mukavemeti



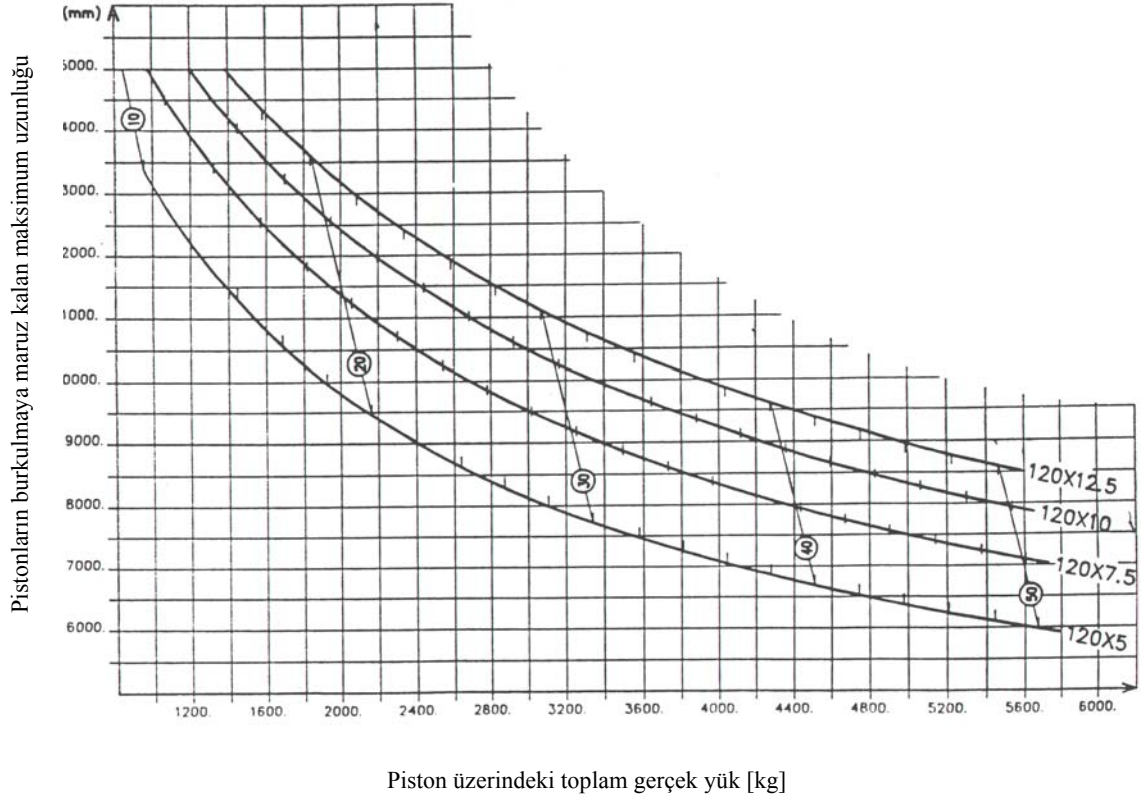
Piston üzerindeki toplam gerçek yük [kg]

Çizelge 10. Piston çapı 110 mm için burkulma mukavemeti

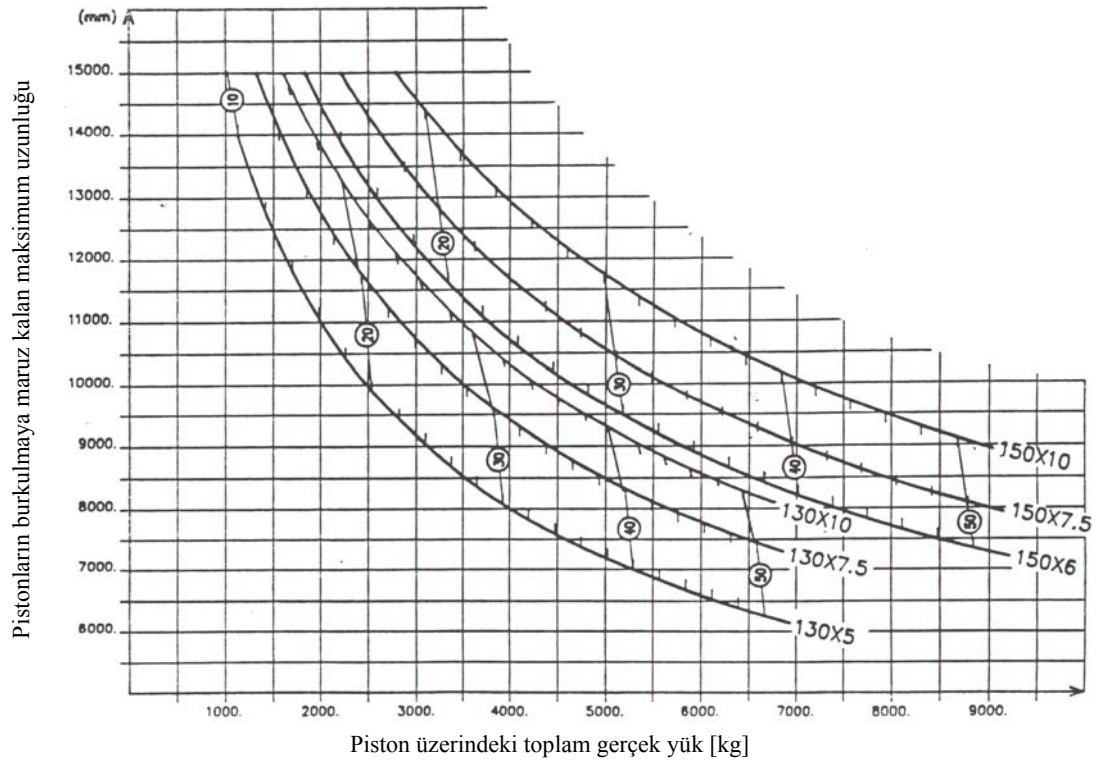


Piston üzerindeki toplam gerçek yük [kg]

Çizelge 11. Piston çapı 120 mm için burkulma mukavemeti



Çizelge 12. Piston çapı 130 - 150 mm için burkulma mukavemeti



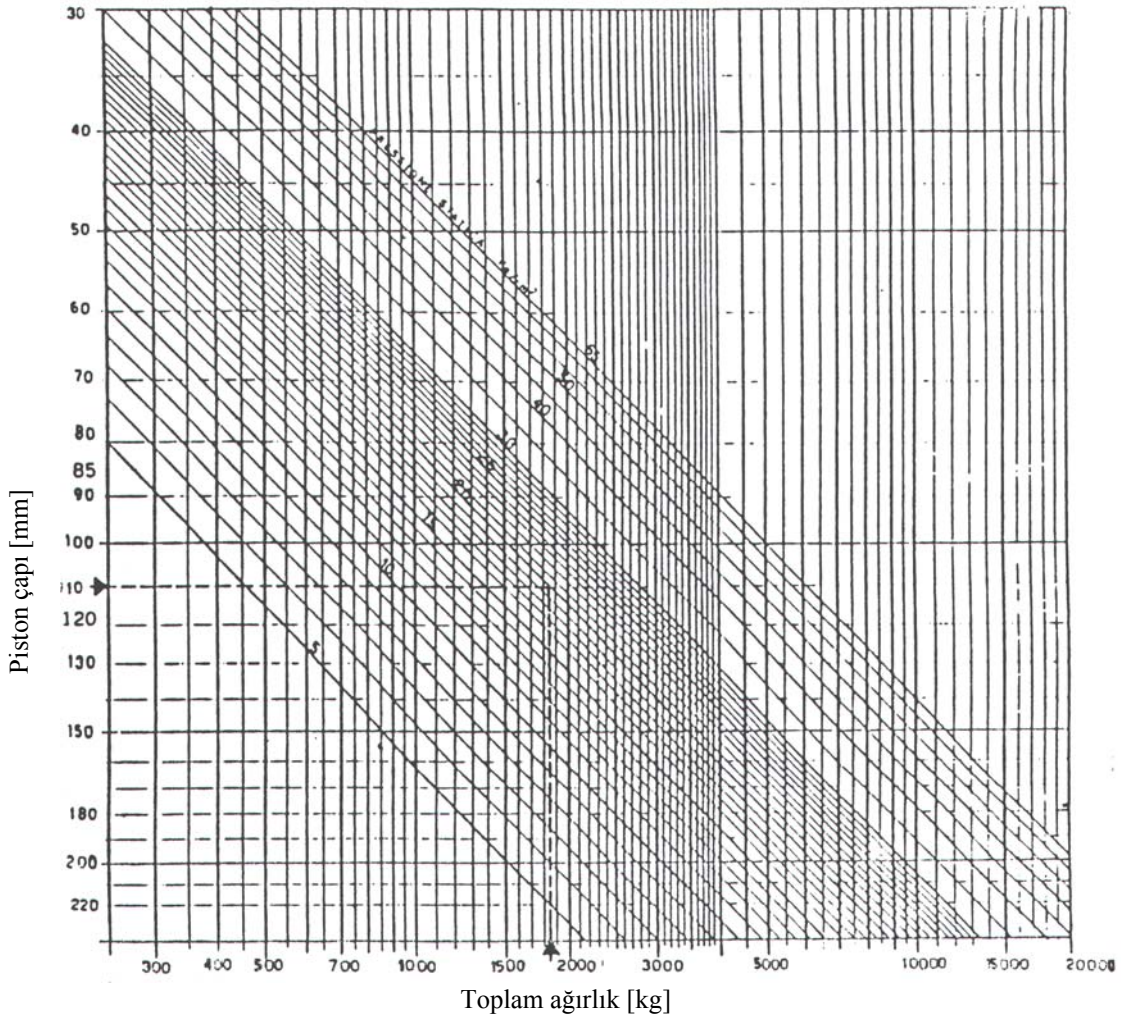
Piston çapını taşıma kapasitesi ve statik basınç yardımıyla seçmek mümkündür. Çizelge 13'de statik basınç eğrileri görülmektedir. Hidrolik asansör sistemi 1:2 halat aktarma donanımlı olduğu halde toplam ağırlık,

$$\text{Toplam ağırlık} = 2 \times \left(\text{Faydalı yük} + \text{Kabin} \right) + \text{Halat ve Kasnak ağırlığı} + \text{Rod ağırlığı}$$

Direkt etkili hidrolik sistemde toplam ağırlık,

$$\text{Toplam ağırlık} = \left(\text{Faydalı yük} + \text{Kabin} \right) + \text{Rod ağırlığı}$$

Çizelge 13. Pistonların statik basınç değerleri



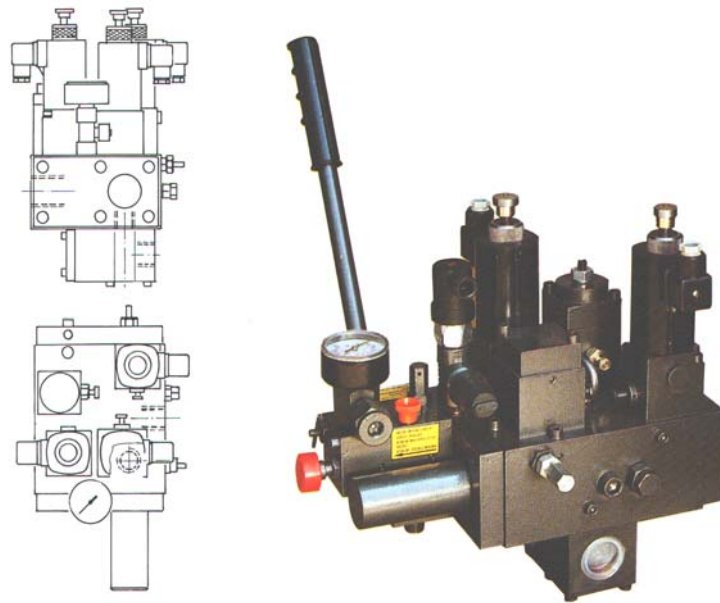
Grafikten bulunan statik basınç değerine, kılavuz raylarda ve rod sürtünmesi ile valf ve borulardaki basınç kayıpları dikkate alınarak 5 kg/cm^2 değeri eklenerek dinamik basınç elde edilebilir.

Teleskopik silindirlerin çalışmasında başlangıçta tek yönlü valfler normal işlem sırasında kapalı durumdadırlar. Kaldırma sırasında, pompa tarafından boşaltılmış olan yağ, hidrolik asansör kontrol valfinden ve silindir basınç bağlantısından geçmek sureti ile, en geniş piston kesitine sahip pistonu gönderilir. Bu işlem sayesinde tij ile gömlek arasında yükselen yağ seviyesi ile sürme sağlanmaktadır. Bu bölümde sıkışan yağ, delik düzeni sayesinde daha küçük kesitli pistonu geçmektedir. İkinci kademeye dolan yağ seviyesi fark hacmine ulaştığında üçüncü kademeye geçiş sağlanmakta ve bu kademenin de hareketi gerçekleşmektedir. Belirtilen fark hacmi bir sonraki pistonun hacmine eşittir. Bu nedenle hareket esnasında üniform bir geçiş gözlenir ve toplam strok sırasında kaldırma ve indirme hızları birbirine eşit olur.

İşlem sırasında pompa yalnızca en büyük kesite sahip piston ile bağlantılıdır. Diğer kademeler ise kapalı bir sistem oluşturmaktadır. Kademelerin altına yerleştirilen tek yönlü valfler, ayrı ayrı ikinci ve üçüncü kademelerin herhangi bir zamanda eşit strok konumlarına sahip olmalarını sağlar. Rehber pistondaki tek yönlü valfin konumu aşağı yönde hareket esnasında tijin silindirin dibine vurması ile valfi açabileceği en alçak konum olmalıdır. Bu durumda eski hale dönülene kadar yağ valfe doğru akacaktır.

2.3. Valfler

Hidrolik güç ünitesi üzerinde bulunan valfler aşağı ve yukarı yönlerde asansörün bütün hareketlerini kontrol etmektedirler (Şekil 104). Boru kapatma valfi silindirden tanka dönen yağın akışını aşağı yönde hızın çok fazla olması veya boruda kaçak olması durumunda durdurmaktadır. Valf basınç farkı ile çalıştığı için elektrik bağlantılarına ihtiyaç duymamaktadır.



Şekil 104. Hidrolik güç ünitesi valfleri

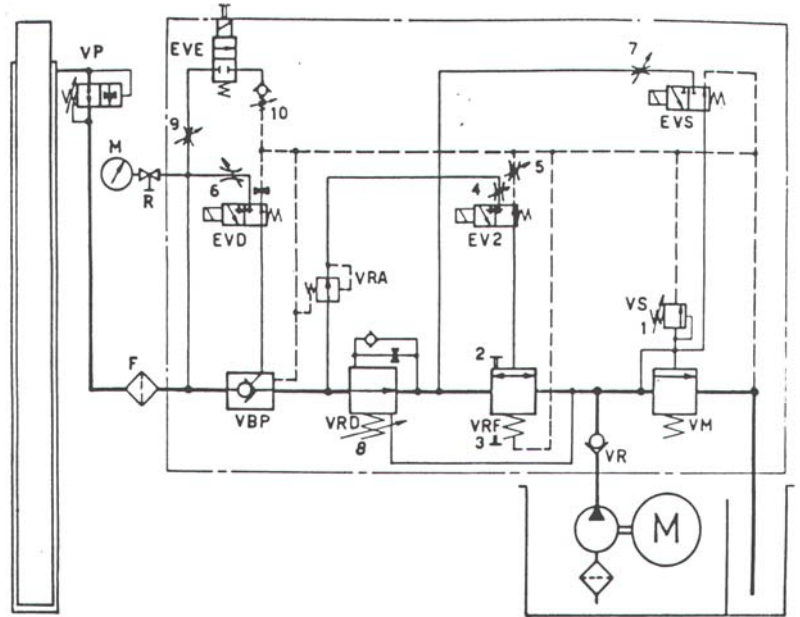
Valf grubunun ayar prensipleri ve ayar sırası:

- Tank içerisine konulacak olan yağ mutlaka firmanın tavsiye ettiği yağ olmalıdır.
- Tank temizliğine son derece dikkat edilerek; yağ, tank dolum çizgisine dikkat edilerek konulur.
- Pistonun üzerindeki hava tahliye vidası gevşetilir ve yağ, el pompası veya yavaş hızda silindire basılır. Motora elektrik verildiğinde yüksek ses çıkarsa, motor dönüş yönü ters demektir. Derhal fazlardan biri değiştirilerek motor doğru yönde döndürülür.
- Yağ silindir içerisine dolarken boru ve silindir içersindeki hava, hava tahliye vidası üzerinden dışarı atılır. Bir müddet sonra tahliye vidasından köpüklü bir yağ akışı daha sonra temiz yağ akışı başlar ve tahliye vidası sıkılır. Asansör üst kata ve üst limit hizasına kadar gönderilir. Bu arada tank içerisindeki yağın daima motor üzerinde kaldığı gözlenir; yağ ilave edilir. Üst limit noktasına kadar alınır ve yağın tankın maksimum yağ çizgisini geçmediği kontrol edilir.

Fabrikalarda her tanktaki valf grubundaki statik basınç, yukarı ve aşağı hız, hızlanma ve yavaşlama, seviye hızları hesaplanan değerler üzerinden ayarlanmıştır. Ancak son ayarlar montajda yapılır. Çünkü kabin ağırlığı gibi bazı değerler farklı olabilir. Bütün ayarlar yağ sıcaklığının 25⁰ C ile 35⁰ C olduğu aralıkta yapılmaktadır.

Hidrolik asansörlerde kullanılan valfleri çalıştırılmasında kullanılan ve 180 ila 500 lt/dak debiye sahip bir hidrolik güç ünitesinde kullanılan valf devresi Şekil 105'de görülmektedir.

- EVD iniş selenoidi
EVE acil durum iniş selenoidi
EVS çıkış selenoidi
EVZ akış kontrol selenoidi
F filitre
M manometre
R kapama valfi
VBP blokaj valfi
VM maksimum basınç valfi
VP emniyet valfi
VR çel valf
VRA basınç düşürme valfi
VRD dengeleme valfi
VRF akış kontrol valfi
VS emniyet valfi



Şekil 105. Hidrolik asansör valf devresi

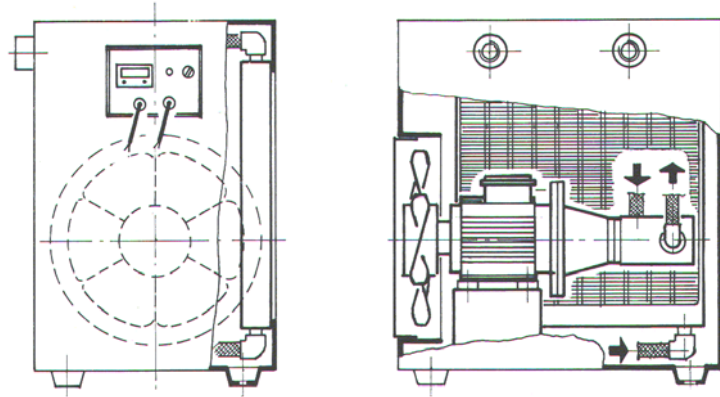
Kabin üst kata alınır ve anma yükü ile yüklenir. Valf grubundaki manometrenin kolu çevrilerek, kaç bar olduğu okunur ve kaydedilir Kabin en alt kata alınır, susturucu üzerindeki kol çevrilerek tanktaki yağın, silindire gitmesine engel olunur. Daha önce kaydedilmiş olan basınç değeri 1.4 sayısı ile çarpılır, bu değer Maksimum basınçtır.

Kabin en alt katta ve susturucu üzerindeki kol kapalı iken, yavaş hızda, yukarı istikamette asansöre yol verilir. Kol kapalı olduğu için kabin hareket etmez, yağ by-pass yaparak tanka geri döner. Bu anda manometreden basınç değeri okunur. Bu değer yukarıda hesabı verilmiş olan maksimum basınç değerine eşit olmalıdır. Sapma bulunuyorsa maksimum basınç ayarlanır. Basınç ayar vidasının kontra somunu sıkılır, manometrenin kolu çevrilerek kapatılır.

Yüksek hızda asansör yukarı ve aşağı yollanarak, belirtilen hızda çalıştığı kontrol edilir. Önceden istenen hızlarda farklı iseler, ilgili ayar vidalarından hızları ayarlanır. Kata yanaşma hızı, (seviyeleme hızı) markada belirtilen hıza göre ayarlanır. Yumuşak duruş için bu madde çok önemlidir.

2.4. Isı Değiştiriciler

Hidrolik asansör sistemlerinde kullanılan ısı değiştiricileri yoğun trafiğe sahip binalarda kullanılan yağın aşırı ısınmasını önlemek amacı ile kullanılmaktadır (Şekil 106). Kompakt dizaynı ve az gürültüye sahip olması ısı değiştiricilerinin makina dairesine monte edilmelerine olanak sağlamaktadır. Asansörün kullanılmadığı hallerde yağ sıcaklığının istenen sıcaklığının altına düşmesi söz konusu ise rezistanslı ısıtıcılar yağın istenen sıcaklığa yükseltilmesi amacı ile kullanılmaktadır. Belirtilen yağ ısıtıcıları termostatik prensip ile çalışmaktadırlar.

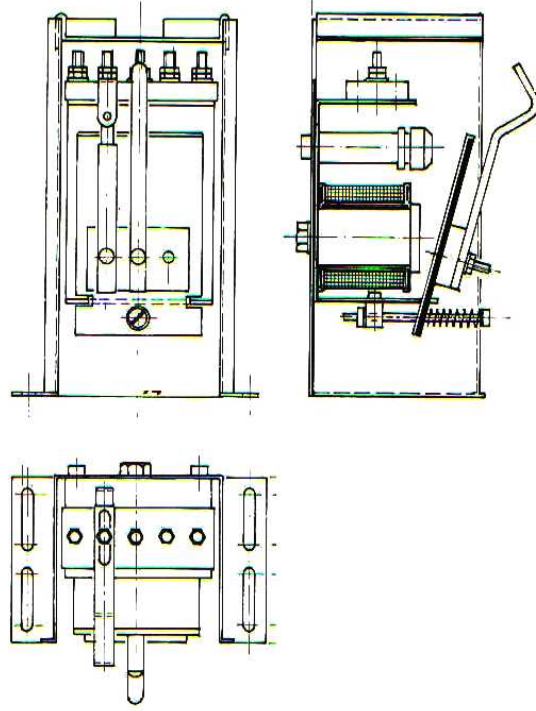


Şekil 106. Isı değiştirici ünitesi

2.5. Seviyeleme Cihazı

Hidrolik asansörde kullanılan ve Şekil 107'de görülen seviyeleme cihazının iki görevi bulunmaktadır.

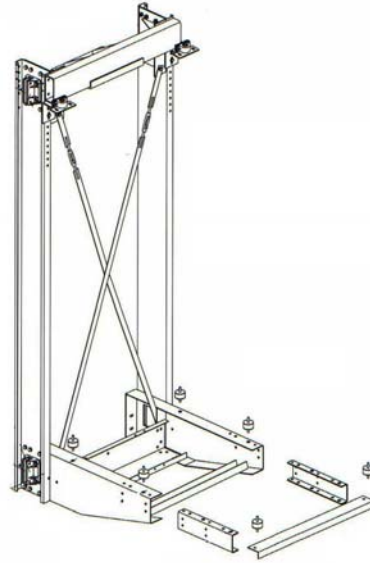
- Seviyeleme çubuğu temas tablasına değmesi sonucunda kat hizasında iyi bir tolerans ile durabilmektedir.
- Asansörün mevcut kat konumundan aşağıya kayması halinde seviyeleme çubuğu tablanın alçak kısmı ile temas eder. Bu temas pompaya çalışma sinyali olarak aktarılır ve asansör tekrar yukarı çıkarak yeniden kat seviyesine yükselir.



Şekil 107. Seviyeleme cihazı

2.6. Kabin Konsolu

İndirekt tahrikli hidrolik asansörlerde kabin, bir çelik konstrüksiyon üzerine yerleştirilir ve palanga donanımından gelen halatlar bu konstrüksiyona uygun şekilde bağlanır. Ankastre konsol Şekil 108'de görülmektedir.

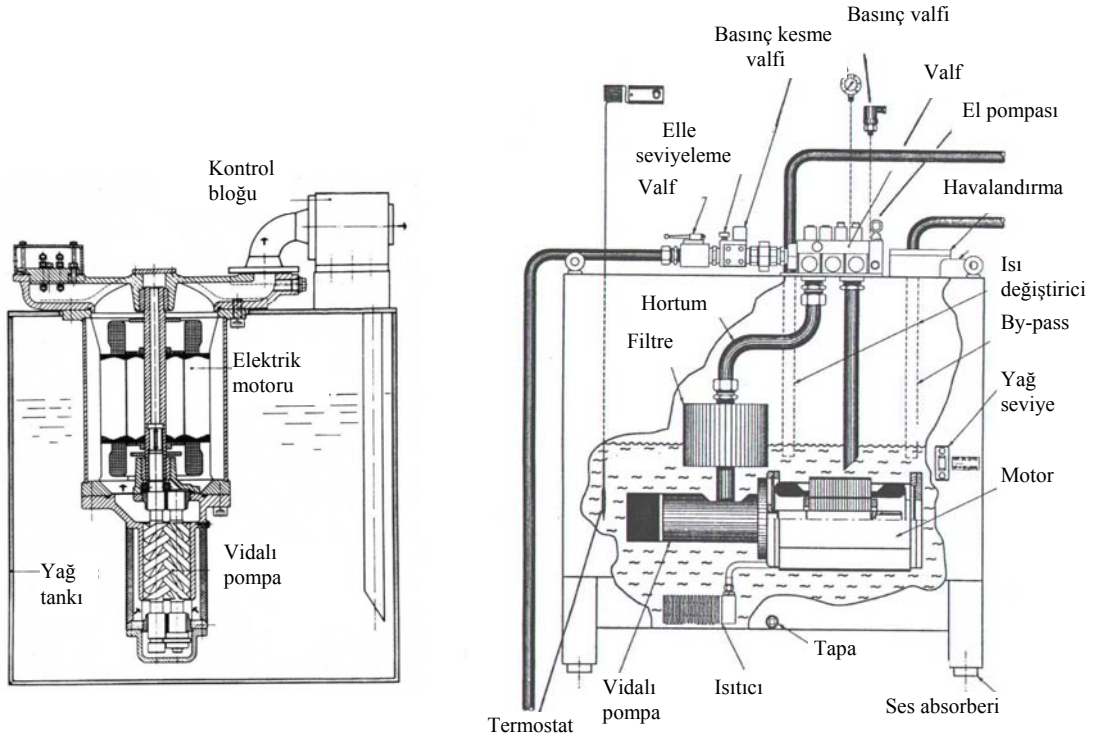


Şekil 108. Hidrolik asansör için kabin konsolu

3. HİDROLİK ASANSÖR ÇALIŞMA PRENSİBİ

Asansörü yukarı hareket ettirmek için hidrolik akışkan tanktan silindire gitmeye zorlayan elektrikli pompa kullanılır. Asansörün aşağı hareketi ise sadece süspansiyon, kabin, piston ve kabin içerisindeki yükün ağırlığı ile hidrolik yağın silindirden tanka akması, geri dönmesi ile sağlanır. Kullanılan pompaların özelliklerinin en önemlisi yukarı yöndeki kabin hızını (boş kabinde veya dolu kabinde) sabit tutmaktır. Bu tip pompalara volumetrik pompa denir. Pompayı tahrik için alternatif akım sincap kafesli asenkron motor kullanılır. Bu, asansörün sabit çalışma hızına çabuk ulaşmasını ve muhafaza etmesini sağlar. Silindire uygulanan kuvvet kabin ağırlığı, taşıma kapasitesi ve piston ağırlığıdır. Çift silindir kullanılması halinde ise kabin ağırlığı ile taşıma kapasitesinin yarısı ve piston ağırlığıdır. Hızlanma ve yavaşlama aşağıda belirlenen şekilde sağlanmaktadır:

Motora gerilim verilip pompa dönmeye başladığı zaman, önce basılan bütün yağ bir valf üzerinden tanka geri döner. Bu valfa by-pass valfi adı verilmektedir. By-pass valfi derece kapanarak yağın tanka geri akışını azaltır ve böylece silindire akışı başlatır. Bu yolla, asansör kabini yukarı istikamette yavaş-titreşimsiz hareket eder ve, by-pass valfi tamamen kapandığında, kabin yukarı yöne tam hızına ulaşır. Yatay ve dikey konumdaki hidrolik güç üniteleri ve elemanları Şekil 109'da gösterilmiştir.



Şekil 109. Hidrolik güç üniteleri ve elemanları

Yavaşlama sırasında, asansör kata yaklaştığında, pompa çalışmaya devam eder fakat hidrolik yağ, by-pass valf inden derece açılması ile tanka doğru yönlendirilir, böylece silindire azalan miktarda akışkan gelmesine izin verir ve asansör kabini titreşimsiz-yavaşlar. Bu yavaşlama, kat seviyesine 5 cm kalana kadar devam eder. Kabin 5cm'yi seviyeleme hızı adı verilen en düşük hız ile hareket eder. Kat seviyesinde,

by-pass valfi hidrolik yağının tamamını tanka geri gönderir ve pompa motoru durur ve dolaysı ile kabin de durur. Yumuşak bir duruş için seviyelme hızı takriben 5cm'e ayarlanarak elde edilebilir. Çeşitli firmaların bu konuda özel tedbir ve imatları bulunmaktadır.

Valflerin her birinin ayrı bir vazifesi vardır. Bazı valflerin çekirdekleri sadece yaylar ile çalışırken bazı valf çekirdekleri üzerinde yaylardan başka bobinler de mevcuttur. Kumanda değişiklikleri bu bobinler vasıtası ile yapılmaktadır. Aşağı yönde motor çalışmaz. Bobinli valflerin kontrolü ile kabin ağırlığının meydana getirdiği basınç, silindir içersindeki hidrolik yağının yavaş yavaş tanka geri dönmeye başlamasıyla, kabini titreşimsiz bir şekilde harekete geçirir. Valfin tam açılması kabini normal hızına eriştirir. Kat seviyesine yaklaşıldığında ilgili valf silindirden tanka giden hidrolik yağın derece derece azaltır. Böylece sadmesiz bir yavaşlama ile kat seviyesine 5 cm. Kala kabin yavaşlar ve 5 cm'yi seviyelme hızı ile tamamlar. Kat seviyesinde valf tamamen kapanır ve asansör durur. Şehir şebekesi kesildiği zaman revisto kutularındaki güç kaynağı ile ilgili iniş valfi çeker ve kabin bir alt kata rahatça iner. Ayrıca kabinin valf grubu üzerindeki bir buton vasıtası ile aşağıya veya el pompası ile yukarıya hareketi sağlanabilmektedir.

4. HİDROLİK ASANSÖR ÜNİTESİ SEÇİMİ

Hidrolik asansörlerin hidrolik ünitesinin seçiminde taşıma kapasitesi, seyir mesafesi gibi bazı faktörlerin göz önüne alınması gereklidir.

Taşıma Kapasitesi

Kullanılan hidrolik asansörlerin tahrik yöntemine göre kapasiteleri 5 sınıfta incelenir.

1. Merkezden direkt tahrikli sistemlerde taşıma kapasitesi 20.000 kg'a kadar çalışabilir.
2. Yandan direkt tek tahrikli sistemlerde taşıma kapasitesi 2.000 kg'a kadardır.
3. Yandan direkt çift silindirli sistemlerde taşıma kapasitesi 10.000 kg'a kadardır.
4. Yandan indirekt tek silindirli sistemlerde taşıma kapasitesi 2.000 kg'a kadardır
5. Yandan indirekt çift silindirli sistemlerde taşıma kapasitesi 8.000 kg'a kadardır.

Maliyet

Bilhassa yüksek seyir mesafelerinde indirekt sistemler, direkt sistemlere oranla daha ekonomiktir. Çünkü bu mesafelerde direkt olarak ancak iki veya üç kademeli silindirler kullanılabilir. Teleskopik silindirlerin maliyeti ise yüksektir. Kısa mesafelerde indirekt sistemin maliyeti teleskopik silindire göre daha ekonomiktir. Fakat kuyu dibine yeteri mesafe var ise yandan direkt tek kademeli silindirler ekonomik duruma geçerler. Çünkü bu durumda piston maliyetleri birbirine yakındır. Fakat direkt sistemde yük indirekte göre yarı yarıya olduğu için gerekli motor ve dolaysı ile maliyet düşer. Ayrıca indirekt sistemdeki gibi halat-makara sistemi ve paraşüt-fren sistemi yoktur. Bu sistemlerin maliyeti ve işçilik de göz önüne alındığında uygun mesafelerde bu sistemin avantajını ortaya çıkartır.

Seyir Mesafesi

Hidrolik asansörün tesis edileceği binanın yüksekliği ve katlararası mesafesi hidrolik asansörün tipinin ve silindir adediyle çapının belirlenmesinde etkindir. Ayrıca 35 metre gibi mesafelerde sadece indirekt sistemler kullanılabilir.

Seyir Hızı

İndirekt sistemlerde kabin hızı silindir hızının iki katı olduğu için yüksek hızlarda indirekt sistemler daha avantajlıdır. Maliyete etki eder. Örneğin direkt sistemde 0.62 m/s kabin hızı için piston hızının 0.62 m/s olması gereklidir. İndirekt sistemde ise silindir hızı 0.31 m/s'dir. Dolayısı ile bu sistemde gerekli hidrolik pompa, motor gücü tank tipi daha düşüktür.

Kuyu Kullanım Alanı

Kuyu alanında maksimum istifade etmemiz gereken durumlarda merkezden hidrolik sistemler en uygundur. Yandan tesirli sistemlerde ve bilhassa çift silindir kullanılması durumunda kuyu alanından yararlanma azalır.

Kuyu Dibi Mesafesi

Merkezden direkt tahrikli hidrolik asansörler için kuyu dibine çukur kazılması durumunda özel tedbirler alınması ve yeterli mesafe bırakılması gerekir. İndirekt veya yandan direkt tahrikli sistemlerde kuyu dibi mesafesi halatlı asansörlerdeki değerler kadar alınabilir.

Kabine Giriş Pozisyonları

Hidrolik asansörün direkt veya indirekt olarak tahrik edilmesine uygun kabin giriş pozisyonları değişiklik gösterir.

1. Merkezden direkt sistemlerde dört taraftan giriş sağlanabilir (rayların diyagonal olması halinde)
2. Yandan tahrik tek silindirli sistemlerde giriş üç taraftan olabilir.
3. Yandan tahrikli çift silindirli sistemlerde giriş iki taraftan olabilir.
4. İndirekt tahrik sisteminde ankastre konsol haricinde her üç taraftan olabilir.

5. ÖRNEK HESAPLAR

3 katlı bir binada 4 kişilik kabinli ve 0.63 m/s hızla çalışacak indirekt tahrikli bir hidrolik asansör dizaynı için gerekli olan bilgiler Tablo 112'de toplu halde gösterilmiştir.

Tablo 112. Hidrolik Asansöre Ait Bilgiler

Kabin anma yükü kütlesi	$G_y = 320$ kg
Kabin ve süspansiyon kütlesi	$G_k = 530$ kg
Kabin hızı	$v_K = 0.63$ m/s
Tahrik tipi	Hidrolik/İndirekt
Tahrik yeri	Yandan
Tahrik oranı (Kabin hızı/Silindir hızı)	2:1
Silindir adedi	1
Silindir dış çapı	$D = 114.3$ mm
Silindir cidar kalınlığı	$E = 5$ mm
Silindir hızı	$v_p = 0.31$ m/s
Rod stroku	$L = 4500$ mm
Rod ölçüsü (Çap x Cidar kalınlığı)	80 x 5 mm
Halat kütlesi	$G_h = 25$ kg
Kabin seyahat mesafesi	$L_c = 8500$ mm
Kabin alt ekstra mesafesi	$E_{alt} = 450$ mm
Kabin yukarı ekstra mesafesi	$E_{üst} = 50$ mm
Kasnak ve süspansiyonunun ağırlığı	$P_{kas} = 80$ kg
Kasnak eksenine ile silindir üstü mesafesi	$L_1 = 271$ mm
Makara çapı	$D = \phi 400$ mm
Halat çapı ve sayısı	$\phi 10 \times 4$

a) Hidrolik silindir seçimi

$$P_3 = G_k + G_h = 530 + 25 = 555 \text{ daN}$$

İndirekt tesirli silindirli 2:1 için $C_m = 2$ alınarak, silindir üzerindeki toplam yük,

$$T = \frac{[(G_y + P_3) \cdot C_m + P_{kas}] \cdot g}{10} = \frac{((320 + 555) \cdot 2 + 80) \cdot 9.81}{10} = 1795.23 \text{ daN}$$

Toplam silindir stroku,

$$L_p = \frac{L_c + E_{alt} + E_{üst}}{C_m} = \frac{(850 + 45 + 5)}{2} = 450 \text{ cm}$$

Silindir bükülme uzunluğu,

$$L_o = L_p + L_1 = 450 + 27.1 = 477.1 \text{ cm}$$

b) Grafikleri Kullanarak Silindir Seçimi:

Silindir karakteristiklerinin çabuk seçimi için kritik yüklerle ilgili Şekil 6.12'de verilen grafik kullanılabilir. Grafikler ülkelere göre değişen Euler denge emniyet faktörüne bağlı olarak hesaplanırlar. Şekil 110'daki grafik kullanılarak, $T = 1795.23$ daN ve $L_0 = 477.1$ cm için $\varnothing 80 \times 5$ ram seçilir. Bu silindir için alınan basınç değerleri

$$\begin{aligned} \text{Maksimum statik basınç} & : 36.80 \text{ bar} \\ \text{Minimum statik basınç} & : 24.20 \text{ bar} \end{aligned}$$

Basınçları aşağıdaki ifadeler kullanılarak da hesaplanabilir.

Tablo 113 kullanılarak $\varnothing 80 \times 5$ silindirin birim mesafesine düşen kütle $q = 9.25$ kg/m alındığında, silindirin kütlesi, Q_r

$$Q_r = q \cdot L_p = 9.25 \cdot 4.5 = 41.625 \text{ kg}$$

Tablo 113'den $\varnothing 80 \times 5$ silindirin alanı $A=50.27$ cm² alındığında, kabin boşken statik basınç,

$$P_v = \frac{[P_3 \cdot C_m + Q_r \cdot P_{kas}]}{A} \cdot \frac{g}{10} = \frac{[555 \cdot 2 + 41.625 \cdot 80]}{50.27} \cdot \frac{9.81}{10} = 24.03 \text{ bar}$$

Tam yükte statik basınç, P_{st}

$$P_{st} = \frac{[(Q + P_3) \cdot C_m + Q_r + P_{kas}]}{A} \cdot \frac{g_n}{10} = \frac{[(320 + 555) \cdot 2 + 41.625 + 80]}{50.27} \cdot \frac{9.91}{10} = 36.52$$

Grafik yöntem ve hesap yöntemi birbirlerine çok yakın sonuçlar vermektedir. Maksimum çalışma basıncı = 45 bar

$$P_{st} = 36.80 \text{ bar ve } P_{st} = 36.52 \text{ bar} < 45 \text{ bar} \quad \text{UYGUNDUR}$$

$$P_v > 10 \text{ bar olmalıdır. } P_v = 24.20 \text{ bar ve } P_v = 24.03 \text{ bar} > 10 \text{ bar} \quad \text{UYGUNDUR}$$

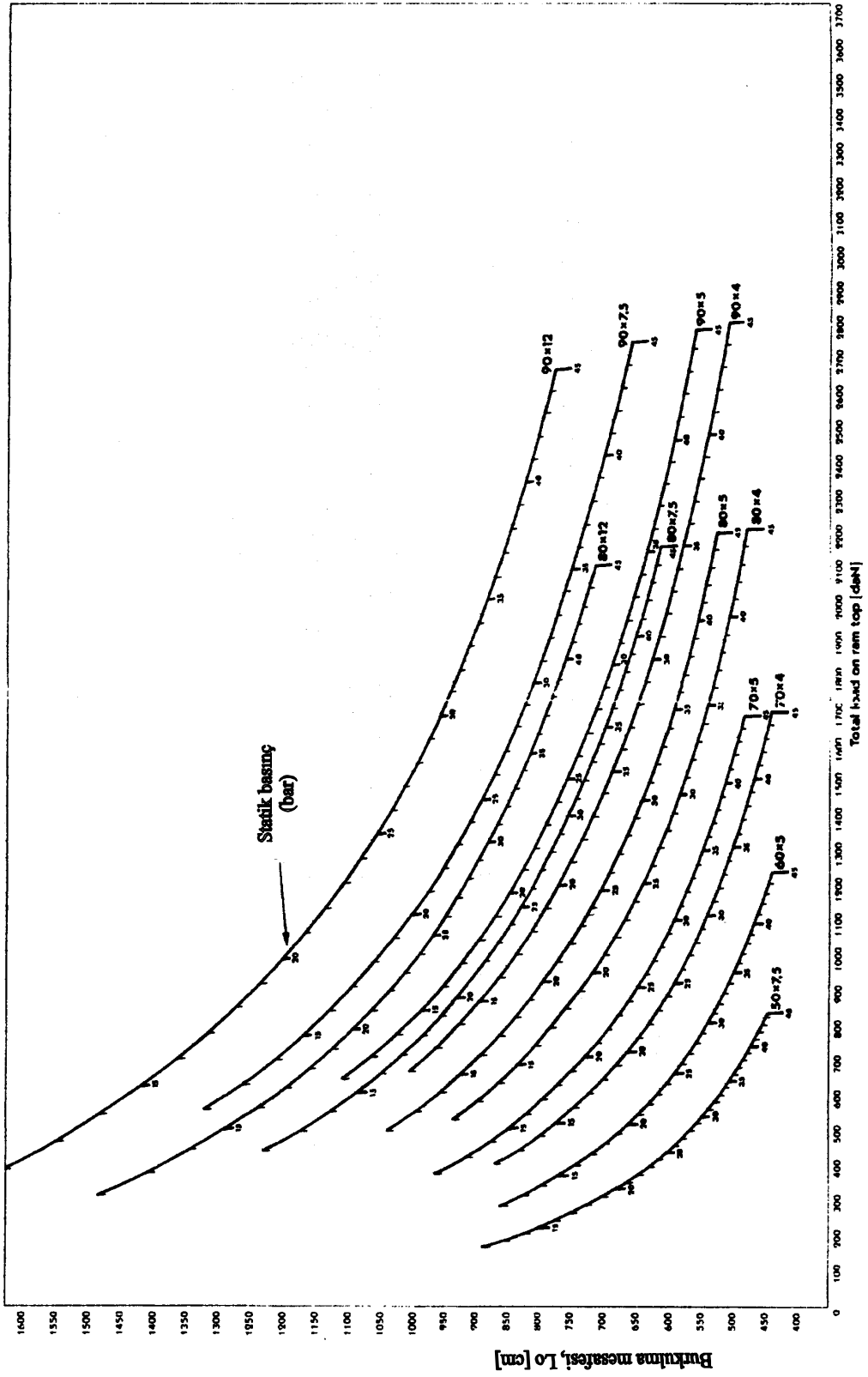
c) Emniyet Faktörünün Kontrolü

İlk hesap için emniyet faktörü g_E , EN 81.2'ye göre $2 \cdot 1.4 = 2.8$ alınarak, silindir üzerindeki maksimum yük,

$$T_{max} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{g_E \cdot L_0^2} - \frac{0.64 \cdot P_r \cdot g}{10} = \frac{\pi^2 \cdot 2.1 \times 10^6 \cdot 83.20}{2.8 \cdot 477.1^2} - \frac{0.64 \cdot 41.625 \cdot 9.81}{10} = 7595.23$$

Silindirin atalet momenti $J= 83.20$ cm⁴ (Tablo 113'den $\varnothing 80 \times 5$ için) bulunur. Gerçek emniyet faktörü ise,

$$g_E = \frac{T_{max}}{T} = \frac{7549.58}{1795.23} = 4.20 > 2.8 \quad \text{UYGUNDUR}$$



Ram üzerindeki toplam yük, T [daN]

Şekil 110. Dış çapı $\varnothing 50 - 90$ mm olan ramlar için kritik yük grafiği

d) Yağ Hacimleri

Tablo 113'den $\varnothing 80 \times 5$ için

birim metre strok için dolaşan yağ $Q_c = 5.0 \text{ dm}^3/\text{m}$

birim metre stroku dolduran yağ hacmi $Q_r = 3.8 \text{ dm}^3/\text{m}$

alındığında

Silindir stroku için yağ $= 2 \cdot Q_c \cdot L_p = 2 \cdot 5.0 \cdot 4.5 = 45 \text{ dm}^3$ (litre)

Doldurma için yağ $= 2 \cdot Q_r \cdot L_p = 2 \cdot 3.8 \cdot 4.5 = 34.2 \text{ dm}^3$ (litre)

bulunur.

Tablo 113. Silindir genel ölçüleri

RAM TİPİ	RAM									SİLİNDİR		YAĞ HACMİ		
	d	d ₁	s	A	F	J	I	q	P _s	D	e	Q _c	Q _r	
	[mm]	[mm]	[mm]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ⁴]	[cm]	[kg/m]	[kg]	[mm]	[mm]	[dm ³ /m]	[dm ³ /m]	
Tip 1008	50x7,5	50	35	7,5	19,63	10,01	23,31	1,52	7,85		88,9	3,6	2,0	3,3
	60x5	60	50	5	28,27	8,63	32,93	1,95	6,77		101,6	3,6	2,8	4,2
	70x4	70	62	4	38,48	8,29	45,32	2,33	6,51		108,0	4	3,8	4
	70x5		60	3		10,21	54,24	2,30	8,01					
	70x7,5		55	7,5		14,72	72,94	2,22	11,56					
	80x4	80	72	4	50,27	9,55	69,14	2,69	7,50		114,3	4	5	3,8
	80x5		70	5		11,78	83,20	2,65	9,25					
	80x7,5		65	7,5		17,08	113,43	2,57	13,41					
	80x12		56	12		25,63	153,78	2,44	20,12					
Tip 1000 , 1001 , 1006 , 1010	60x5	60	50	4	28,27	8,63	32,93	1,95	6,77	7	101,6	3,6	2,8	4,2
	70x4	70	62	5	38,48	8,29	45,32	2,33	6,51	9	114,3	4	3,8	5,0
	70x5		60	7,5		10,21	54,24	2,30	8,01					
	70x7,5		55	12		14,72	72,94	2,22	11,56					
	80x4	80	72	5	50,27	9,55	69,14	2,69	7,50	12	114,3	4	5,0	3,8
	80x5		70	4		11,78	83,20	2,65	9,25					
	80x7,5		65	5		17,08	113,43	2,57	13,41					
	80x12		56	7,5		25,63	152,78	2,44	20,12					
	90x4	90	82	4	63,68	10,80	100,12	3,04	8,48	16	133	4,5	6,4	5,7
	90x5		80	5		13,35	121,00	3,01	10,48					
	90x7,5		75	7,5		19,43	166,74	2,92	15,25					
	90x12		66	12		29,40	228,92	2,79	23,08					
	100x4	110	98	4	78,54	12,06	139,21	3,39	9,47	20	139,7	4,5	7,9	5,6
	100x5		90	5		14,92	168,81	3,36	11,71					
	100x7,5		85	7,5		21,79	234,63	3,26	17,11					
	100x12,5		76	12		33,17	327,10	3,14	26,04					
	110x5	110	100	5	95,03	16,49	227,81	3,71	12,94	25	159	5	9,5	7,9
	110x7,5		95	7,5		24,15	318,86	3,63	18,96					
	110x12		86	12		36,94	450,17	3,49	28,98					
	120x5	120	110	5	113,10	18,06	299,18	4,07	14,18	32	159	5	11,3	6,1
	120x7,5		105	7,5		26,50	421,21	3,98	20,80					
	120x12		96	12		40,71	600,95	3,84	31,96					
	130x5		120	5		19,63	384,10	4,42	15,40					
130x7,5	130	115	7,5	138,73	28,86	543,44	4,33	22,65	41	177,8	5,6	13,3	8,5	
130x12		106	12		44,48	782,26	4,19	34,98						
150x6	150	138	6	176,71	27,14	704,77	5,09	21,30	55	193,7	5,9	17,7	8,3	
150x10		130	10		43,98	1083,06	4,96	34,58						
180x10	180	160	10	254,47	53,40	1936,00	6,02	41,92	100	244,5	8,0	25,4	14,1	
200x10	200	180	10	314,16	59,69	2700,98	6,72	44,50	110	273,0	10,0	31,4	18,9	
238x14	238	210	14	444,88	98,52	6203,33	7,93	77,34	150	323,9	12,5	44,5	25,7	
290x15	290	260	15	660,52	129,59	12286,81	9,73	101,70	250	406,4	12,5	66,1	48,2	
350x20	350	310	20	962,11	207,34	28328,52	11,68	162,59	400	457,2	14	96,2	48,5	
400x20	400	360	20	1256,64	238,76	43215,74	13,45	187,27	500	508,0	16	125,7	52,3	

e) Güç Ünitesinin Seçimi

Aşağıdaki karakteristikler göz önüne alınarak uygun tank ve motor seçilir

$Q = 320$ kg	$P_{st} = 36.52$ bar	$v_K = 0.62$ m/s kabin hızı
$P_3 = 555$ kg	$P_v = 24.03$ bar	$v_P = 0.31$ m/s ram hızı
$P_{kas} = 80$ kg	$T = 1795.23$ daN	$L_P = 4500$ mm
Güç kaynağı = Trifaze / 50 Hz		
Yağ girişi = üstten		

Tablo 114 kullanılarak, silindir çapı 80 mm ve silindir hızı 0.31 m/s için pompa kapasitesi 100 lt/dak. bulunur. Aynı tablodan maksimum statik basınç = 36.52 bar için 9.5 kW motor gücü bulunur. Sonuç olarak,

Tank 3100 tip
Piston T1008 tip

seçilir.

f) Kabin Düşme Hesabı

Eğer asansörde kat seviyeleme hassasiyeti isteniyorsa, basınç artışından oluşan yağ hacim değişimi hesaplanmak zorundadır. Burada silindirdeki ve borulardaki yağ hacimlerini; yağın ortalama miktarda hava ile karıştığı ve karışık boru sistemi (çelik boru ve hortum) göz önüne alınarak hesap yapılmıştır.

Basınç artışından dolayı silindirin düşüşü:

$$a = \frac{V_o \cdot \beta \cdot \Delta p \cdot 1000}{A} \text{ [cm]}$$

Sıkıştırma kübik katsayısı $\beta = 0.00009$

Basınç değişimi Δp ,

$$\Delta p = P_{st} - P_v = 36.52 - 24.03 = 12.49 \text{ s bar}$$

Silindir içindeki yağ hacmi V_c , Tablo 115'den $\varnothing 80$ silindir çapı ve 4.5 m toplam strok için enterpolasyon ile

$$V_c = 39.95 \text{ dm}^3$$

Boru hattı içindeki yağ hacmi V_t , Tablo 116'dan 7 m uzunluğunda $\varnothing 35$ çelik boru ve 5 m uzunluğunda 1"1/4 hortum için

$$V_c = 4.9 + 4 = 8.9 \text{ dm}^3$$

Toplam yağ hacmi:

$$V_o = V_c + V_t = 39.95 + (4.9 + 4) = 48.85 \text{ dm}^3$$

İndirekt (2:1) montajda basınç düşümü

$$a = \frac{V_o \cdot \beta \cdot \Delta p \cdot 1000}{A} = \frac{48.85 \cdot 0.00009 \cdot 12.49 \cdot 1000}{50.27} = 1.09 \text{ cm}$$

Kabin düşüşü = $1.09 \cdot 2 = 2.18$ cm olacaktır.

Tablo 114. Silindir çapına ve hızına göre pompa ve motor seçimi

	NOMİNAL POMPA KAPASİTESİ [lt/dak]																				
	25	30	35	43	55	75	100	125	150	180	210	250	300	360	430	500	600	720			
RAM ÇAPI [mm]	30	0,20	0,26	0,30	0,36	0,45	0,61	0,85	1,00	1,20	1,50	1,70	2,00								
	60	0,14	0,17	0,20	0,25	0,30	0,42	0,60	0,70	0,85	1,00	1,20	1,40	1,70	2,00						
	70	0,10	0,13	0,15	0,18	0,22	0,31	0,42	0,52	0,61	0,73	0,90	1,00	1,30	1,50	1,80	2,00				
	80	0,08	0,10	0,11	0,14	0,17	0,25	0,31	0,40	0,47	0,58	0,67	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	2,00			
	90	0,06	0,08	0,09	0,10	0,13	0,18	0,26	0,31	0,37	0,44	0,52	0,60	0,75	0,90	1,10	1,30	1,50	1,90		
	100	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,15	0,20	0,26	0,31	0,37	0,43	0,52	0,62	0,73	0,90	1,00	1,20	1,50		
	110		0,05	0,06	0,07	0,09	0,12	0,17	0,20	0,25	0,31	0,36	0,43	0,51	0,62	0,75	0,85	1,00	1,20		
	120			0,05	0,06	0,08	0,10	0,15	0,18	0,20	0,25	0,31	0,36	0,43	0,52	0,62	0,73	0,90	1,00		
	130				0,05	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,26	0,31	0,37	0,45	0,52	0,62	0,75	0,90		
	150					0,05	0,06	0,09	0,10	0,13	0,15	0,20	0,23	0,27	0,31	0,40	0,47	0,56	0,70		
	180						0,06	0,07	0,08	0,10	0,13	0,16	0,20	0,24	0,28	0,31	0,39	0,47			
	200							0,06	0,07	0,08	0,10	0,13	0,15	0,18	0,22	0,26	0,31	0,38			
	238								0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,13	0,16	0,18	0,22	0,27			
	MAKSİMUM STATİK BASINÇ [bar]	20	2,2 / 3	2,2 / 3	2,2 / 3	2,9 / 4	4,7 / 6,5	5,6 / 8	7,7 / 10,5	9,5 / 13	11 / 15	14,7 / 20	18,4 / 25	22 / 30	29,4 / 40	36,8 / 50	44,1 / 60	51,5 / 70	56,8 / 80	60	720
		21																			
		22																			
		23																			
		24																			
		25																			
		26																			
27																					
28																					
29																					
30																					
31																					
32																					
33																					
34																					
35																					
36																					
37																					
38																					
39																					
40																					
41																					
42																					
43																					
44																					
45																					
46																					
47																					
48																					
49																					
50																					
51																					
52																					
53																					
54																					
55																					
56																					
57																					
58																					
59																					
60																					

Tablo 115. Silindir içindeki yağ hacmi V_c

ØS	Toplam Ram Stroku [m]																
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
50	15,7	21,0	26,2	31,5	36,7	41,9	47,2	52,4	57,7	62,9	68,2	73,4	78,6	83,9	89,1	94,4	
60	21,0	28,0	35,0	42,0	49,0	56,0	63,0	70,0	77,0	84,0	91,0	98,0	105,0	112,0	119,0	126,0	
70	26,6	35,5	44,4	53,2	62,1	71,0	79,9	88,7	97,6	106,5	115,4	124,2	133,1	142,0	150,9	159,7	
80	26,6	35,5	44,4	53,2	62,1	71,0	79,9	88,7	97,6	106,5	115,4	124,2	133,1	142,0	150,9	159,7	
90	36,2	48,3	60,4	72,5	84,5	96,6	108,7	120,8	132,8	144,9	157,0	169,1	181,1	193,2	205,3	217,4	
100	40,2	53,7	67,1	80,5	93,9	107,3	120,7	134,2	147,6	161,0	174,4	187,8	201,2	214,7	228,1	241,5	
110	52,3	69,7	87,2	104,6	122,1	139,5	156,9	174,4	191,8	209,2	226,7	244,1	261,5	279,0	296,4	313,9	
120	52,3	69,7	87,2	104,6	122,1	139,5	156,9	174,4	191,8	209,2	226,7	244,1	261,5	279,0	296,4	313,9	
130	65,4	87,2	109,0	130,8	152,6	174,4	196,2	218,0	239,8	261,6	283,4	305,2	327,0	348,8	370,6	392,4	
150	78,0	103,9	129,9	155,9	181,9	207,9	233,9	259,9	285,9	311,8	337,8	363,8	389,8	415,8	441,8	467,8	
180	123,0	164,0	205,0	246,0	287,1	328,1	369,1	410,1	451,1	492,1	533,1	574,1	615,1	656,1	697,1	738,1	
200	150,8	201,1	251,4	301,6	351,9	402,2	452,3	502,7	553,0	603,3	653,5	703,8	754,1	804,4	854,6	904,9	
238	210,3	280,7	350,8	421,0	491,2	561,3	631,5	701,7	771,9	842,0	912,2	982,4	1052,3	1122,7	1192,9	1263,0	

Tablo 116. Boru içindeki yağ hacmi V_t

Boru tipi	ØD	Boru uzunluğu [m]																
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Çelik boru	35	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9	5,7	6,4	7,1	7,8	8,5	9,2	9,9	10,6	11,3	12,0	12,7	
	42	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,1	9,2	10,2	11,2	12,2	13,2	14,3	15,3	16,3	17,3	18,3	
Hortum	1"	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,1											
	1"1/4	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4											
	1"1/2	3,4	4,6	5,7	6,8	8,0	9,1											
	2"	6,1	8,1	10,1	12,2	14,2	16,2											

Tablo 117. Ram hacmi V_s

ØS	A _s	Toplam Ram Stroku [m]																
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
50	19,63	5,9	7,9	9,8	11,8	13,7	15,7	17,7	19,6	21,6	23,6	25,5	27,5	29,5	31,4	33,4	35,3	
60	28,27	8,5	11,3	14,1	17,0	19,8	22,6	25,4	28,3	31,1	33,9	36,8	39,6	42,4	45,2	48,1	50,9	
70	38,48	11,5	15,4	19,8	23,1	26,9	30,8	34,6	38,5	42,3	46,2	50,0	53,9	57,7	61,6	65,4	69,3	
80	50,27	15,1	20,1	25,1	30,2	35,2	40,2	45,2	50,3	55,3	60,3	65,3	70,4	75,4	80,4	85,5	90,5	
90	63,68	19,1	25,4	31,8	38,2	44,5	50,9	57,3	63,6	70,0	76,3	82,7	89,1	95,4	101,8	108,1	114,5	
100	78,54	23,6	31,4	39,3	47,1	55,0	62,8	70,7	78,5	86,4	94,2	102,1	110,0	117,8	125,7	133,5	141,4	
110	95,03	28,5	38,0	47,5	57,0	66,5	76,0	85,5	95,0	104,5	114,0	123,5	133,0	142,5	152,1	161,6	171,1	
120	113,10	33,9	45,2	56,5	67,9	79,2	90,5	101,8	113,1	124,4	135,7	147,0	158,3	169,6	181,0	192,3	203,6	
130	139,73	39,8	53,1	66,4	79,6	92,9	106,2	119,5	132,7	146,0	159,3	172,6	185,8	199,1	212,4	225,6	238,9	
150	176,71	53,0	70,7	88,4	106,0	123,7	141,4	159,0	176,7	194,4	212,1	229,7	247,4	265,1	282,7	300,4	318,1	
180	254,47	76,3	101,8	127,2	152,7	178,1	203,6	229,0	254,5	279,9	305,4	330,8	356,3	381,7	407,2	432,6	458,0	
200	314,16	94,8	125,7	157,1	188,5	219,9	251,3	262,7	314,2	345,6	377,0	408,4	439,8	471,2	502,7	534,1	565,5	
238	444,88	133,5	178,0	222,4	266,9	311,4	355,9	400,4	444,9	489,4	533,9	578,3	622,8	667,3	711,8	756,3	800,8	

g) Termal Balans Hesabı

Asansörün maksimum seyahat sayısı (termal balans şartlarında) aşağıdaki karakteristikler yardımı ile bulunur.

Kabin seyahati, H = 8.5 m

Kabin, süspansiyon ve aksesuarları ağırlığı, P = 635 kg

Kabinin taşıyacağı yük, Q = 320 kg

Güç ünitesi GMV3100En – Tank tip 1

İndirekt (2:1) Ø80 - toplam strok = 4.5 m

Çelik boru Ø35 – 7 m

Fleksibl hortum 1" ¼ -5 m

Isı değişim katsayıları Tablo 118 - 120 kullanılarak bulunur.

Tablo 118'den Güç ünitesine (Tip 1) için	$A_1 = 16$
Tablo 119'dan ram stroku ve silindir çapına (Ø80 ve 2.5 m strok)	$A_2 = 24.03$
Tablo 120'den 7 m Ø35 çelik boru için	$A_3 = 12$
Tablo 120'den 5 m hortum için bulunur.	$A_4 = 2.6$

Maksimum seyahat sayısı:

$$n = \frac{(A_1 + A_2 + A_3 + A_4) \cdot 23025}{(P + Q) \cdot H} = \frac{(16 + 24.03 + 12 + 2.6) \cdot 23025}{(635 + 320) \cdot 8.5} = 154 \text{ adet/saat}$$

Tablo 118. Güç ünitesi tipine göre ısı değişim katsayısı A_1

Güç Ünitesi	A_1
Tip 1 (500x730)	16
Tip 2 (500x850)	24
Tip 3 (625x1000)	38
Tip 4 (700x1250)	52

Tablo 119. Tek silindir için ısı değişim katsayısı A_2

Ram Tipi	Toplam Ram Stroku [m]													
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
50	12,2	16,2	20,3	24,3	28,4	32,4	36,5	40,5	44,6	48,6	52,7	56,7	60,8	64,8
60	14,4	19,2	24,0	28,8	33,6	38,4	43,2	48,0	52,8	57,6	62,4	67,2	72,0	76,8
70	16,2	21,6	27,0	32,4	37,8	43,2	48,6	54,0	59,4	64,8	70,2	75,6	81,0	86,4
80	16,2	21,6	27,0	32,4	37,8	43,2	48,6	54,0	59,4	64,8	70,2	75,6	81,0	86,4
90	18,9	25,2	31,5	37,8	44,1	50,4	56,7	63,0	69,3	75,6	81,9	88,2	94,5	100,8
100	19,8	26,4	33,0	39,6	46,2	52,8	59,4	66,0	72,6	79,2	85,8	92,4	99,0	105,6
110	22,5	30,0	37,5	45,0	52,5	60,0	67,5	75,0	82,5	90,0	97,5	105,0	112,5	120,0
120	22,5	30,0	37,5	45,0	52,5	60,0	67,5	75,0	82,5	90,0	97,5	105,0	112,5	120,0
130	25,2	33,6	42,0	50,4	58,8	67,2	75,6	84,0	92,4	100,8	109,8	117,6	126,0	134,4
150	27,5	36,6	45,8	54,9	64,1	73,2	82,4	91,5	100,7	109,8	119,0	128,1	137,3	146,4
180	34,7	46,2	57,8	69,3	80,9	92,4	104,0	115,5	127,1	138,6	150,2	161,7	173,3	184,8
200	49,0	65,4	81,7	98,0	114,4	130,7	147,1	163,4	179,7	196,1	212,4	228,8	245,1	261,4
238	45,9	61,2	76,5	91,8	107,1	122,4	137,7	153,0	168,3	183,6	198,9	214,8	229,3	244,8

Tablo 120. Boru hatları için ısı değişim katsayısı $A_3 - A_4$

	Boru hattı uzunluğu [m]																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ø35	1,7	3,3	5,0	6,6	8,3	9,9	12,0	13,0	15,0	17,0	18,0	20,0	21,0	23,0	25,0	26,0	28,0	30,0	31,0	33,0
Ø42	2,0	3,9	5,9	7,8	9,8	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	21,0	23,0	25,0	27,0	29,0	31,0	33,0	35,0	37,0	39,0
Hortum	0,5	1,0	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6	4,2	4,7	5,2	5,7	6,2	6,8	7,3	7,8	8,3	8,8	9,4	9,9	10,5

h) Sürtünmeli Tahrik Tertibatında Askı Halatı Sürtünmesi

Sarım açısı $\alpha = 180^\circ$ olmakta ve ters palanga durumu bulunduğu halatlara gelen kuvvetler $T_1 = T_2$ ' dir. Halat ile kasnak arasındaki sürtünme hesaplanırken,

$$C_1 = 1.10 \text{ (0.62 m/s hızı için)}$$
$$C_2 = 1 \text{ (Yarım daire yiv için)}$$

Yarım daire yivin sürtünme katsayısı,

$$\mu_{gr} = \frac{4 \cdot \mu}{\pi} = \frac{4 \cdot 0.09}{\pi} = 0.11459$$

alınarak, tahrik kabiliyetinin yeterli olup olmadığı kontrol edilirse,

$$\frac{T_1}{T_2} \cdot C_1 \cdot C_2 \leq e^{\mu_{gr} \cdot \alpha}$$

$$1 \cdot 1.1 \cdot 1 \leq e^{0.11 \cdot \pi}$$

$$0.095 < 0.3599$$

UYGUNDUR

i) Kasnak Milinin Mukavemet Kontrolü

4 adet $\varnothing 10$ halatın üzerinde çalıştığı kasnağın mukavemet kontrolü eğilme gerilmesine göre yapılmaktadır.

$$T_1 = T_2 = G_1 + G_y + G_h + P_{rh}$$

$$T_{rod} = 2 \cdot T_1 = 2 \cdot (530 + 320 + 23 + 80) = 1910 \text{ daN}$$

Kasnak mili çapı $d = \varnothing 50$ mm ve uzunluğu $L = 160$ mm olduğuna göre eğilme momenti

$$M_e = \frac{T_{rod} \cdot L}{4} = \frac{1910 \cdot 16}{4} = 7640 \text{ daNcm}$$

Mukavemet momenti ise,

$$W_e = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{\pi \cdot 5^3}{32} = 12.27 \text{ cm}^3$$

Eğilme gerilmesi ise

$$\sigma_e = \frac{M_e}{W_e} = \frac{7640}{12.27} = 622.6 \text{ daN/cm}^2$$

dir.

Seçilen malzeme için $\sigma_{em} = 875 \text{ daN/cm}^2$ alındığına göre emniyetlidir.

Örnek Hesap 2 :

Karakteristik değerler :

Taşımacak yük	G_y : 1500 kg
Kabin ağırlığı	G_k : 1175 kg
Taşıyıcı halat ağırlığı	G_h : 50 kg
Kılavuz ray ağırlığı	G_r : 400 kg
Sarkan elektrik kablosu ağırlığı	G_e : 25 kg
Çelik halat çapı	d_h : Ø12 mm
Çelik halat adedi	n : 6
Çelik halatın kopma yükü	S : 5200 kg
Çelik halat tipi	: 6 x 19 Seale
Tahrik kasnağı çapı	D_t : 520 mm
Tahrik kasnağı mili çapı	d_t : 55 mm
Tahrik kasnağı mil boyu	l_t : 200 mm
Tahrik tipi	: hidrolik motor ve pompa sistemi
Süspansiyon	: 1:2 indirekt sistem
Kabin hızı	v : 0.40 m/s
Kılavuz ray çeşidi	: T.125x82x16
Kılavuz ray adedi	n_r : 2
Kılavuz rayların tespit şekli	: tabana oturan
Piston çapı	: Ø 130x6x3350 mm
Hortum	: 1,5 "
Boru kapama valfi	: KL 10 11/2" 1,5"
Çalışma basıncı	: 172 bar
Patlama basıncı	: 688 bar
İç çap	: 38.1 mm
Dış çap	: 57.1 mm
Pompa	: 170 lt/dak
Motor	: 16 kW
Kontrol valfi	: EW 100 11/2" Blain
Ana valf	: Ø 11/2"
El pompası	: H11 Blain
Kullanılan yağ	: 360 lt Shell Tellus 46
Asansör makina dairesinin yeri	: Aşağıda

a) Motor gücü hesabı

Halatlara gelen kuvvet (P)

$$P = \frac{G_k + G_y + G_h}{2} = \frac{1175 + 1500 + 50}{2} = 1362.5 \text{ daN}$$

$$N = \frac{P \cdot v}{102 \cdot \eta} = \frac{1362.5 \cdot 0.4}{0.35 \cdot 102} = 15.3 \text{ kW} < 16 \text{ kW}$$

UYGUNDUR

Burada

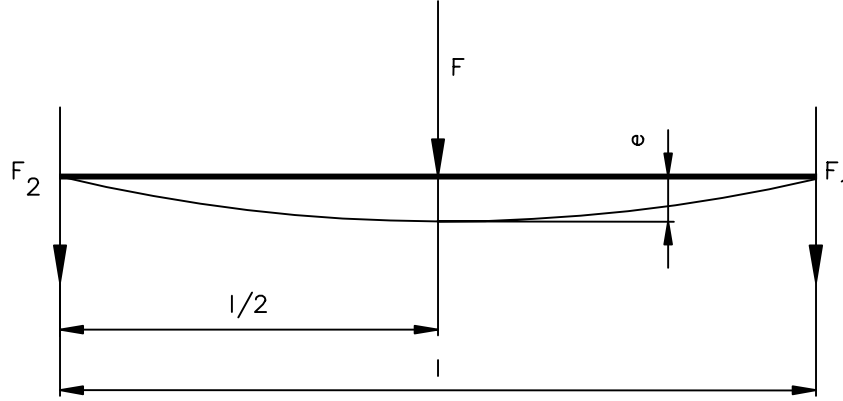
v : kabin hızı (m/s)

η : sistemin verimi

b) Kabin İskeleti ve döşemesindeki gerilmeler

Kabin iskeletinde ve kabin döşemesinin altındaki taşıyıcı kısmın yapısında haddelenmiş NPU80 ve L.50x50x5 çelik kullanılmıştır. Kabin iskeletinde kullanılan malzemede oluşan gerilmeler TS 1812 Çizelge-3'de verilen değerler esas alınarak hesap edilmiştir.

Kabin en üst katta iken, en büyük statik yük altında kabin iskeleti alt kirişlerinin eğilmesi sonucu ortaya çıkan sehim, destekler arası açıklığın 1/500 değerinden büyük olmamalıdır. Sırt sırta 2 adet NPU120 kullanılmış ve kuvvette aynı oranda (yarıya) düşürülmüştür (Şekil 111).



Şekil 111. Kirişin yükleme durumu

2 adet NPU120 kirişe gelen kesme kuvvetleri

$$F_1 = F_2 = \frac{G_y + G_k}{2} = \frac{1500 + 1175}{2} = 1337.5 \text{ daN}$$

$$F = \frac{F_1}{2} = \frac{1337.5}{2} = 668.75 \text{ daN}$$

NPU120 için

$$J = 3.64 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W = 60700 \text{ mm}^3$$

$$E = 2.16 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$$

Sehim hesabı

$$e = \frac{F \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J} = \frac{668.75 \cdot 9.81 \cdot 1100^3}{48 \cdot 2.16 \times 10^5 \cdot 3.64 \times 10^6} = 0.23 \text{ mm}$$

emniyetli sehim değeri : $1.1 / 1000 = 1.1 \text{ mm}$ alındığında

UYGUNDUR

Kabin alt kirişinin çarpmadan doğan gerilmesi:

Kabin altında tek tampon kullanılmıştır. Kabinin tampona çarptığı an kabin çarpma kirişinde meydana gelecek gerilmeler, tamponun kiriş ortasına çarptığı ve kirişin her iki ucuna gelecek yük, kabin yükü ile kabin ve halat ağırlıkları toplamının yarısı kabul edilerek hesaplanmıştır.

$$\sigma = \frac{L \cdot (G_y + G_k + G_h)}{2 \cdot 2 \cdot W} \cdot 9.81 = \frac{1000 \cdot (1500 + 1175 + 50)}{2 \cdot 2 \cdot 60700} \cdot 9.81 = 110 \text{ N/mm}^2$$

180 N/mm² emniyet değeri alındığında (TS 1812 Çizelge-3) UYGUNDUR

Kabin iskeleti ve Yan Kirişlerin Boyut Kontrolü:

L.60x60x6 malzemesinden kirişlerde oluşan eğilme ve çekme gerilmelerinin kontrolü yapılır.

$$\sigma_T = \frac{G_y + G_k + G_h}{2 \cdot A} + \frac{M \cdot L}{2 \cdot n \cdot H \cdot w_o}$$

Burada,

- M : moment (Nm)
- L : kirişin serbest uzunluğu (mm)
- H : alt ve üst kılavuz parçalar arasındaki uzaklık (mm)
- w_o : yan kirişin mukavemet momenti (mm³)
- A : yan kirişin net kesit alanı (mm²)
- n : toplam kiriş adedi
- b : kabin genişliği (m)

Yükleme durumuna göre moment (M)

$$M = \frac{G_y \cdot b}{8} \cdot 9.81 = \frac{1500 \cdot 1.15}{8} \cdot 9.81 = 8460 \text{ Nm}$$

toplam gerilme:

$$\sigma_T = \left(\frac{1500 + 1175 + 50}{2 \cdot 691} \cdot 9.81 + \frac{8460 \cdot 2200}{2 \cdot 4 \cdot 2600 \cdot 5290} \right) = 19 \text{ N/mm}^2$$

130 N/mm² emniyet değeri alındığında (TS 1812 Çizelge-3) UYGUNDUR

Narinlik

Dikine kirişin narinlik derecesi $\frac{L}{R} \leq 120$ olmalıdır.

- L₀ : kirişin serbest uzunluğu (m)
- R : kirişin en küçük eylemsizlik yarıçapı (L.60x60x6)

Ankastre mesnetlenmiş kirişin burkulma mesafesi :

$$L = \frac{L_o}{2} = 1.1 \text{ m}$$

$$\frac{1.1}{0.0117} = 94.01 < 120$$

UYGUNDUR

Eylemsizlik Atalet Momenti

$$I = \frac{M \cdot L^3}{457.2 \cdot E \cdot H} = \frac{8460 \cdot 1000 \cdot 1100^3}{457.2 \cdot 2.16 \times 10^5 \cdot 2200} = 51828 \text{ mm}^4$$

Burada,

L : üst kirişin serbest uzunluğu (mm)

H : alt ve üst kılavuz parçalar arasındaki uzaklık (mm)

c) Köşebent ve putrel arası bağlantı cıvataları

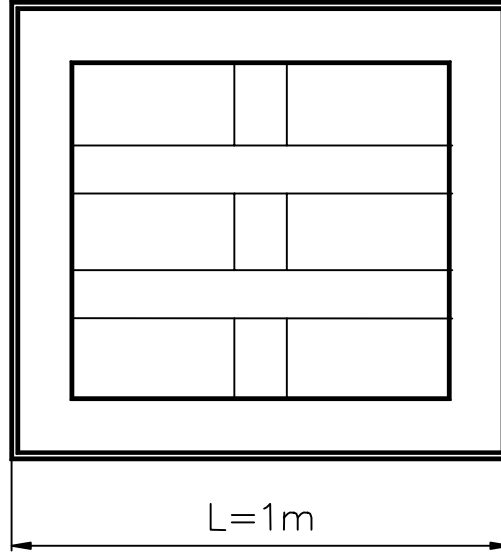
12 adet M12 cıvata kullanılmıştır. Kesme gerilmesine göre kontrolleri yapılmıştır. M12 cıvatanın kesit alanı : $F = 74.2 \text{ mm}^2$

$$\tau = \frac{G_y + G_k}{12 \cdot F} \cdot 9.81 = \frac{1500 + 1175}{12 \cdot 74.2} \cdot 9.81 = 29.5 \text{ N/mm}^2$$

50 N/mm² emniyet değeri olarak alındığında cıvatalar emniyetlidir.

d) Kabin döşemesinin gerilme hesabı

Duraklarda yapılan yükleme ve boşaltma nedeniyle insan ve yük asansörlerinin girişlerindeki döşeme iskeletini meydana getiren kirişlerin gerilmesi, insan asansörleri ve eşit yayılı yük taşıyan yük asansörlerinde, kabin yükünün 1/4 oranı girişteki durak kapısına paralel, kabin girişindeki ilk kirişin ortasına gelecek şekilde mukavemet hesapları yapılmıştır (Şekil 112).



Şekil 112. Kabin iskeleti

L.100.100.10

L : kabin taban kafesinin girişe en yakın kiriş uzunluğu (m)

P : girişe gelen yük

$$P = \frac{G_y}{4} = \frac{1500}{4} = 375 \text{ daN}$$

Eğilme gerilmesi:

$$\sigma = \frac{P \cdot L/2}{2 \cdot W} \cdot 9.81$$

$$\sigma = \frac{375 \cdot 1/2}{2 \cdot 24.8} \cdot 9.81 = 37 \text{ N/mm}^2$$

50 N/m² emniyet değeri olarak alındığında civatalar emniyetlidir.

e) Askı halatı hesabı

1/1 askı sistemli Ø12 mm çapındaki halatın hesabında emniyet katsayısı kontrolü yapılacaktır. Dinamik zorlanma sonucu oluşan halatlardaki toplam kuvvet:

$$G_T = (G_y + G_k + G_H) \cdot \left(1 + \frac{b}{g}\right) = (1500 + 1175 + 50) \cdot \left(1 + \frac{0.1}{9.81}\right) = 2803.8 \text{ daN}$$

emniyet katsayısı

$$\eta = \frac{S \cdot n}{G_T} = \frac{7500 \cdot 6}{2803.8} = 15.9$$

emniyet katsayısı 12 olarak (TS 1812 Çizelge-2) verildiğine göre UYGUNDUR

f) Kabin süspansiyonu altındaki konsol kiriş sisteminin kontrolü

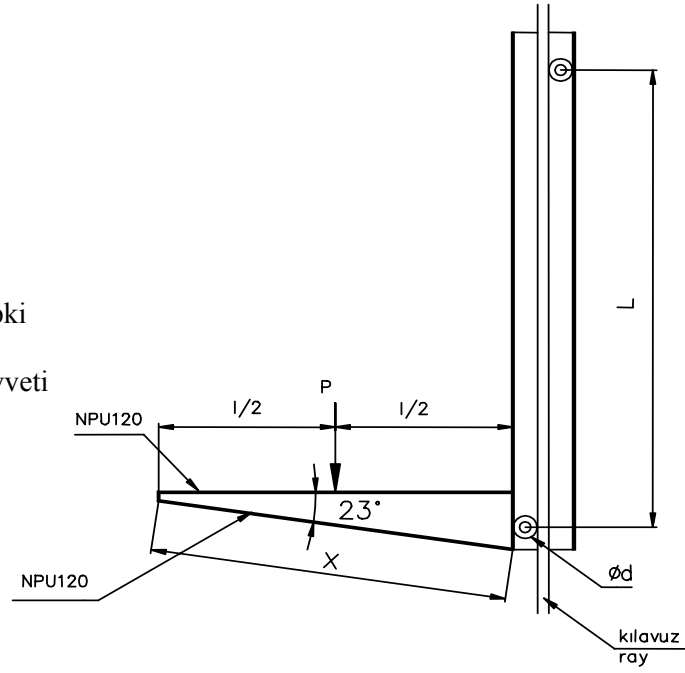
Kabin süspansiyonun altında bulunan konsol kirişin eğilme ve kesme gerilmesine göre kontrol hesapları yapılmalıdır (Şekil 113). P yükünü konsolun ucuna taşıdığımızda değeri P / 2 olacaktır. P yükü süspansiyon tabanındaki 3 adet kiriş tarafından taşındığından,

$$P = \frac{G_y + G_k}{3} = \frac{1500 + 1175}{3} = 891.6 \text{ daN}$$

$$P_{x1} = \frac{P}{2} \cdot \sin \alpha = \frac{891.6}{2} \cdot \sin 23 = 173.8 \text{ daN}$$

$$P_{x2} = \frac{P}{2} \cdot \cos \alpha = \frac{891.6}{2} \cdot \cos 23 = 410.1 \text{ daN}$$

$L = 3.5 \text{ m}$
 $l = 1.3 \text{ m}$
 $\varnothing d = 35 \text{ mm}$
 $\alpha = 23^\circ$
 $x = 1.41 \text{ m}$
 P_{x1} : 2. kiriş üzerindeki tepki kuvveti
 P_{x2} : 2. kirişe dik tepki kuvveti



Şekil 113. Kabin taşıyıcı konsol kirişi

1.ci kirişe gelen eğilme momenti :

$$M_{e1} = \left(\frac{P}{2} - P_{x1} \cdot \sin \alpha \right) \cdot l \cdot 9.81 = \left(\frac{891.6}{2} - 173.8 \cdot \sin 23 \right) \cdot 1.3 \cdot 9.81 = 4788.3 \text{ Nm}$$

2.ci kirişe gelen eğilme momenti :

$$M_{e2} = \frac{P}{2} \cdot X \cdot 9.81 = \frac{891.6}{2} \cdot 1.41 \cdot 9.81 = 6166.6 \text{ Nm}$$

En büyük gerilmenin olduğu 2.ci kirişin eğilme mukavemeti :

$$\sigma = \frac{M_{e2}}{W} = \frac{6166.6 \cdot 1000}{60700} = 101.6 \text{ N/mm}^2$$

130 N/mm² emniyet değeri alındığında (TS 1812 Çizelge-3) UYGUNDUR

Ray üzerindeki tekerlek milinin kontrolü

Kabine kılavuzluk eden tekerlek milinin kesme gerilmesine göre kontrolü yapılır. Tekerleğe gelen yük :

$$P = \frac{G_y + G_k}{2} = \frac{1500 + 1175}{2} = 1337.5 \text{ daN}$$

Moment ise,

$$M_d = \frac{P \cdot l}{2} = \frac{1337.5 \cdot 1.3}{2} = 869.3 \text{ daNm}$$

$$F_d = \frac{M_d}{L} = \frac{869.3}{3.5} = 248.3 \text{ daN}$$

$$\tau = \frac{F_d \cdot 9.81}{A_m} = \frac{248.3 \cdot 9.81}{\frac{\pi \cdot 35^2}{4}} = 2.53 \text{ N/mm}^2$$

30 N/mm² emniyet değeri alındığında (TS 1812 Çizelge-3) UYGUNDUR

g) Tampon taşıyıcıları üzerindeki çarpma kuvveti

Kabinin ve karşı ağırlığın yaylı tampona çarpması sonucunda tampon çarpma kirişinde meydana gelen geri tepme ve çarpma kuvvetidir.

$$R = (G_y + G_k + G_h) \cdot \left(1 + \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot s}\right) = (1500 + 1175 + 50) \cdot \left(1 + \frac{0.4^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.175}\right) = 2852$$

Burada,

- R : kirişteki çarpma kuvveti
- v : çarpmada kabul edilen kabin hızı (m/s)
- s : tampon stroku (m)

Tampon çarpma kirişi 2 adet sırt sırta konulmuş NPU120 kirişlerden oluşmaktadır.

Tampon taşıyıcısının eğilme momenti kontrolü

$$W_e = \frac{R \cdot L}{2 \cdot 2 \cdot \sigma_{em}} \geq W_{NPU120}$$

$$W_e = \frac{2852 \cdot 9.81 \cdot 1100}{2 \cdot 2 \cdot 180} = 42744 \text{ mm}^3$$

NPU120 için $W = 60700 \text{ mm}^3$ değeri bulunur. Bu durumda tampon kirişi bu eğilme değerine göre emniyetlidir.

h) Kılavuz rayların eklenmesi ve hesap kuralları

Elektrikli insan asansörlerinde kabin ve karşı ağırlık kılavuz rayları T formunda ve ikişer adettir. Kılavuzlara gelen kuvvet frenleme anında raya etkiyen kuvvet olarak hesaplanır.

Frenleme ivmesi (b)

$$b = \frac{v^2}{2 \cdot 1} = \frac{0.4^2}{2 \cdot 0.015} = 5.3 \text{ m/s}^2$$

Tek kılavuz raya gelen kuvvet :

$$P = \frac{1}{n} \cdot \left(G_y + G_k + G_h + (G_y + G_k) \cdot \frac{b}{g} \right)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \left(1500 + 1175 + 50 + (1500 + 1175) \cdot \frac{5.3}{9.81} \right) = 1815 \text{ daN}$$

Burada,

- v : frenlemenin başladığı andaki kabin hızı (m/s)
l : kabinin durma mesafesi (ani durmada 1.5 mm olarak alınmıştır)
n : kılavuz ray adedi

Tabana oturan kılavuz rayların hesabı

Burkulma gerilmesi etkin olan kılavuz rayların mukavemet kontrolü yapılır.
Dikine girişin narinlik derecesi :

$$\lambda = \frac{L}{R} = \frac{2}{0.0257} = 78$$

$\lambda = 78$ değeri için $\omega = 1.52$ değeri TS 1812 Çizelge-2 den alınır.

Ani frenlemeli güvenlik tertibatında, kılavuz raylarda oluşan burkulma gerilmesi

$$\sigma_b = \frac{a \cdot (G_y + G_k)}{S} \cdot \omega = \frac{10 \cdot (1500 + 1175) \cdot 9.81}{2290} \cdot 1.52 = 174 \text{ N/mm}^2$$

Burada,

- L : kılavuz rayın uzunluğu
R : kılavuz rayın atalet momenti (T.125x82x16)
S : kılavuz ray kesit alanı
a : paraşüt düzenine bağlı katsayı

St37 çeliğinden kılavuz rayın burkulma emniyet değeri $\lambda=78 < \lambda_{ep}=105$ olduğundan, $\sigma_{bem} = 310 - 1.14 \cdot 78 = 220 \text{ N/mm}^2$ alınır ve emniyet sınırları içindedir.

Bağlama pabucunun çekme mukavemeti

Kesmeye çalışan etkin alan :

$$A = (b_2 - d_1) \cdot s = (70 - 13) \cdot 10 = 570 \text{ mm}^2$$

Çekme gerilmesi :

$$\sigma_\varphi = \frac{P}{A} = \frac{1815 \cdot 9.81}{570} = 31.2 \text{ N/mm}^2$$

St37 çeliği için çekme emniyet gerilmesi $\sigma_{\varphi em} = 370 \text{ N/mm}^2$ alındığında emniyetlidir.

Ek ve Askı cıvatalarının kontrolü

Eklemeler için 4 adet M12 cıvata kullanılmıştır. Cıvatalar kesme mukavemetine göre kontrol edilir.

$$\tau = \frac{P}{n \cdot A} = \frac{1815 \cdot 9.81}{4 \cdot 72.4} = 61.5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{em} = 140 \text{ N/mm}^2 \text{ kesme emniyet değeri alındığında UYGUNDUR}$$

Kılavuz Raylardaki gerilme ve sehim

Kılavuz raylarda yatay sehim 6 mm değerini aşmamalıdır.

$$e = \frac{(G_y + G_k + G_h) \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot J} = \frac{(1500 + 1175 + 50) \cdot 9.81 \cdot 1000^3}{48 \cdot 2.16 \times 10^5 \cdot 1.511 \times 10^6} = 1.7 \text{ mm}$$

i) Tamponlar

4 adet yaylı tampon, kabin altına gelecek şekilde kuyu tabanına yerleştirilmiştir. Yaylı tamponlar, kabin ve yük toplamında yay kapanmadan yaylanacak; 2 katı statik yükte tamamen kapanacak şekilde dizayn edilmiştir. Tablo 121'de kabin hızına bağlı tampon strokları verilmiştir.

Tablo 121. Tampon strokları

Kabin hızı (m/s)	Tampon stroku (mm)
0.50 kadar	38
0.51 - 0.75	63
0.76 - 1.00	100
1.01 - 1.25	135

Tamponlara gelen kuvvet (F):

$$F = (G_y + G_k) = (1500 + 1175) = 2675 \text{ daN}$$

Sarımlar arasında izin verilen minimum aralık:

$$s = (1 \text{ mm}) + x \cdot d^2 \cdot i_t = 1 + 0.018 \cdot 14^2 \cdot 5.5 = 20.4 \text{ mm}$$

Burada,

D_m : ortalama sargı dairesi çapı (126 mm)

d : tel çapı (14 mm)

i_f : yaylanan sargı adedi (3.5)

i_t : toplam sargı adedi (5.5)

G : kayma modülü (83000 N/mm)

x : 0.018 1/mm

L_o : yayın serbest boyu (230 mm)

Blokaj uzunluğu

$$L_b = d \cdot i_t = 14 \cdot 5.5 = 77 \text{ mm}$$

Çalışma sırasındaki emniyet uzunluğu:

$$L_n = L_b + s = 77 + 20.4 = 97.4 \text{ mm}$$

İzin verilen maksimum yaydaki kısalma:

$$f = L_o - L_n = 230 - 97.4 = 132.6 \text{ mm}$$

Yayın kısalması ($n = 4$ yaylı tampon sayısı):

$$f_y = \frac{8 \cdot D_m^3 \cdot i_f \cdot F}{G \cdot d^4 \cdot n} = \frac{8 \cdot 126^3 \cdot 3.5 \cdot 2675 \cdot 9.81}{83000 \cdot 14^4 \cdot 4} = 115.2 \text{ mm}$$

Yaydaki kısalma 132.6 mm daha kısa olduğundan yaylanma olacaktır.

2 katı statik yük altında:

$$f_y = \frac{8 \cdot D_m^3 \cdot i_f \cdot 2 \cdot F}{G \cdot d^4 \cdot n} = \frac{8 \cdot 126^3 \cdot 3.5 \cdot 2 \cdot 2675 \cdot 9.81}{83000 \cdot 14^4 \cdot 4} = 230.4 \text{ mm}$$

Bu yükleme durumunda yay tamamen kapanacaktır.

j) Halat makarası hesabı

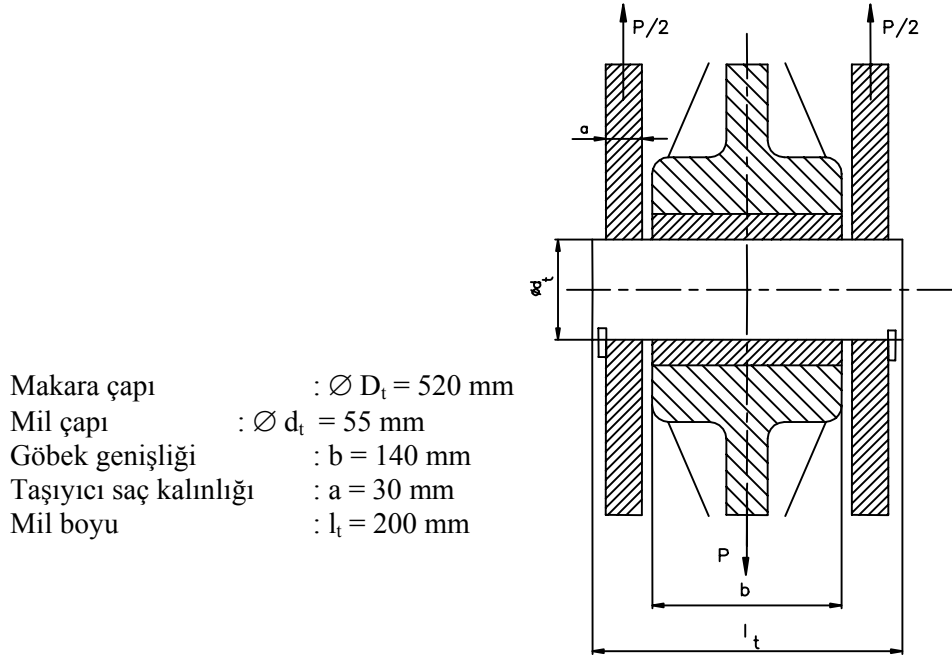
Asansör tesisinde kullanılan makara ve kasnak çapları, halat çapının en az 40; halattaki tellerin en az 400 katı olmalıdır. Halat çapı $\varnothing 12$ mm olduğuna göre;

$$D \geq 40 \cdot d = 40 \cdot 12 = 480 \text{ mm}$$

Seçilen kasnak 520 mm olduğuna göre UYGUNDUR.

Halat makarası milinin kontrolü

Ç.60 malzemesinden yapılan halat makarası eğilme gerilmesine göre mukavemet kontrolü yapılır (Şekil 114).



Şekil 114. Halat makarası

Makaraya etkiyen kuvvet (P):

$$P = 2 \cdot (G_{Y_h} + G_k + G_h) \\ = 2 \cdot (1500 + 1175 + 50) \cdot 9.81 = 53465 \text{ N}$$

Eğilme momenti (M_e):

$$M_e = \frac{P \cdot l_t}{8} = \frac{53465 \cdot 140}{8} = 935637.5 \text{ Nmm}$$

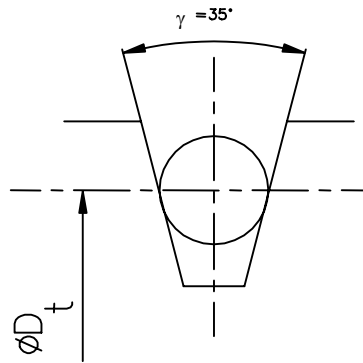
Eğilme gerilmesi:

$$\sigma_e = \frac{M_e}{W_e} = \frac{935637.5 \cdot 32}{\pi \cdot 55^3} = 57.3 \text{ N/mm}^2$$

Ç.60 malzemesi için eğilme emniyet gerilmesi 90 N/mm² olduğuna göre emniyetlidir.

Halat makarası üzerindeki basınç kontrolü

Kamalı yivli olan halat makarasında halattan dolayı hasil olan yüzey basıncı kontrol edilir (Şekil 115). Kama yiv açısı γ , 35° alınarak hesaplarda kullanılmıştır.



Şekil 115. Halat makarası yivi

Yüzey basıncı emniyet değeri:

$$p_{em} = \frac{1.25 + 4 \cdot v}{1 + v} = \frac{1.25 + 4 \cdot 0.8}{1 + 0.8} = 2.47 \text{ N/mm}^2$$

Tek halata gelen çekme kuvveti (S_{max}):

$$S_{max} = \frac{1}{n} \cdot (G_y + G_k + G_h) \cdot \left(1 + \frac{b}{g}\right) \\ S_{max} = \frac{1}{6} \cdot (1500 + 1175 + 50) \cdot \left(1 + \frac{0.1}{9.81}\right) = 458.8 \text{ daN}$$

Halat ile yiv arasındaki maksimum basınç (p):

$$p = \frac{S_{max}}{D_t \cdot d_h} \cdot \frac{1}{\sin \gamma / 2} = \frac{458.8 \cdot 9.81}{520 \cdot 12} \cdot \frac{1}{\sin 35 / 2} = 2.39 \text{ N/mm}^2$$

Makara milinin kesme kuvvetine göre kontrolü

$$\tau = \frac{P/2}{\frac{\pi \cdot d_t^2}{4}} = \frac{53465/2}{\frac{\pi \cdot 55^2}{4}} = 11.25 \text{ N/mm}^2$$

30 N/mm² emniyet değeri alındığında (TS 1812 Çizelge-3) UYGUNDUR

k) Halat - kabin bağlantı hesapları

6 adet halat kabine tijler ile bağlanmıştır. Tij ucundaki diş dibi kesiti esas alınarak Ç.60 çeliğinden yapılan tijler çekme gerilmesine göre kontrol edilir.

Tek tije gelen çekme kuvveti (P_{tij}):

$$P_{tij} = (G_y + G_k) \cdot \frac{1}{n} = (1500 + 1175) \cdot 9.81 \cdot \frac{1}{6} = 4374 \text{ N}$$

Dinamik zorlanmada ise tij çekme kuvveti (P_d):

$$P_d = P_{tij} \cdot \left(1 + \frac{b}{g}\right) = 4374 \cdot \left(1 + \frac{0.1}{9.81}\right) = 4418 \text{ N}$$

Maksimum çekme gerilmesi :

$$\sigma_{\phi} = \frac{P_d}{A} = \frac{4418}{204} = 21.6 \text{ N/mm}^2$$

320 N/mm² emniyet değeri alındığında bağlantı UYGUNDUR.

Tije ait teknik bilgiler:

- A : tij diş dibi kesiti (204 mm²)
- d₂ : diş ortalama çapı (24.701 mm)
- d₁ : diş dibi çapı (22.402 mm)
- t₁ : diş yüksekliği (1.299 mm)
- z : diş sayısı (7 adet)
- σ_{çem} : 60 N/mm²
- τ_{em} : 70 N/mm²
- σ_{ak} : 320 N/mm²

Tij somun dişlilerinin ezilme kontrolü

$$p = \frac{P_d}{\pi \cdot z \cdot d_2 \cdot t_1} = \frac{4418}{\pi \cdot 7 \cdot 24.701 \cdot 1.299} = 6.26 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{em} = 0.25 \cdot \sigma_{ak} = 0.25 \cdot 320 = 80 \text{ N/mm}^2$$

Bağlantılar ezilmeye göre 80 / 6.26 = 12.8 kat emniyetlidir.