

# ASANSÖRDE KONSOL VE BAĞLANTI PARÇALARINDA OLUŞAN GERİLMELER

Özgür Mert, İlhan Yeter, Serdar Tavaslıoğlu

Yeterlift Asansör

[www.yeterlift.com](http://www.yeterlift.com), [serdartavaslioglu@hotmail.com](mailto:serdartavaslioglu@hotmail.com)

## ÖZET

Asansörde frenleme anında ve işletme sürecindeki mukavemet değerleri önem taşır. Birincisi malzemeler bu gerilmelere güvenli değerlerde karşı koyabilmelidir. Bu malzemelerin dayanımı için zorunludur. İkincisi ise malzemelerde oluşan sehimler belirli değerleri aşmamalıdır. Sehimin özellikle fren kavrama mesafesini aşması durumunda asansörde frenler tutmayabilir ki buda en önemli güvenlik sistemini devre dışı bırakır. Konsollar ve bağlantı parçalarında oluşan gerilmeler bu yüzden ray hesapları gibi önemlidir ve hesaplarının bilinçli bir şekilde yapılması gerekir.

## 1. GİRİŞ

Asansörlerde kabin ve karşı ağırlık veya kullanılması durumunda denge ağırlıklarının kılavuzlanması büyük önem arz eder. Özellikle TS EN 81-20 kapsamındaki düşeyle 15<sup>0</sup> den az açı yapan asansörlerde bu konu standardın aşağıdaki maddesinde belirtilmiştir.

*“TS EN 81-20, 5.7.1.1 Kabinin, karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığının her biri, en az iki rijit (esnek olmayan) çelik kılavuz raylarıyla kılavuzlanmış olmalıdır.*

*5.7.1.2 Kılavuz rayları, çekme çelikten yapılmalı veya sürtünme yüzeyleri işlenmiş olmalıdır.”*

Bu kapsamdaki asansörlerde diğer önemli bir konu güvenlik tertibatlarıdır. İçinde insan taşınacak bir asansör muhakkak güvenlik tertibatına haiz olmalıdır ve bu güvenlik tertibatı faal olmadığı sürece asansörün insan taşımaya müsaade edilmez. Asansörde beyan yükü ile beyan hızına uygun kapasitede güvenlik tertibatı kullanılması zorunludur. Asansörün işletmeye alınabilmesi için yapılan testlerde güvenlik tertibatı testi de yapılır, frenlerin uygunsuzluğu durumunda asansörün işletmeye alınmasına müsaade edilmez. Asansörler ile vinç arasındaki ana ayırım noktalarından bir tanesidir.

## 2. UYGULANAN KUVVETLER KARŞISINDA SEHİMİN ÖNEMİ

Asansörlerde güvenlik tertibatının çalışır durumda olması ve gerekli güvenliği sağlayabilmesi için uygun rayların kullanılması zorunludur. Bu rayların uygun olduğunun belirlenmesi içinde ray hesapları yapılır. Bu hesaplar yapılırken aşağıdaki madde de belirtilen özelliklerin dikkate alınması istenir.

*“TS EN 81-20, 5.7.2.1.1 Kılavuz rayları, bunların birleştirmeleri ve bağlantı elemanları, asansörün güvenli çalışmasını sağlamayabilmek için kendi üzerlerine uygulanan yüklere ve kuvvetlere dayanabilmelidir.*

*Kılavuz rayları ile ilgili asansörün güvenli çalışmasının aşağıda verilen unsurları:*

- a) Kabin, karşı ağırlık veya dengeleme ağırlığı- kılavuz, güvence sağlamalıdır,*
- b) Aşağıdakiler nedeniyle olan sehim (sapmalar), bir düzeye kadar sınırlanmış olmalıdır:*
  - 1) Kapılarda kontrolsüz kilit açılması meydana gelmemeli ve*
  - 2) Güvenlik tertibatı çalışması etkilenmiş olmamalı ve*
  - 3) Diğer parçalarla hareketli parçaların çarpışması mümkün olmamalıdır.*

*5.7.2.1.2 Kılavuz patenlerinde ve kılavuz rayların düz doğruluğunda rol oynayan kılavuz rayları ve konsolların sehminin birleşimi, asansörün güvenli çalışmasını sağlayabilmek için dikkate alınmalıdır.”*

### 3. HESAPLAMADA KABUL EDİLEN ANA KURALLAR

Her iki maddeden de anlaşıldığı gibi frenleme esnasında rayların ve konsolların sehiminin toplamının müsaade edilen değerlerin üstüne çıkması istenmez. Ancak bu hesaplamalarda kabul edilen bazı şartlar vardır. Hesaplamaların bir forma sokulabilmesi için aşağıdaki şartlar kabul edilmiştir.

**“TS EN 81-50, 5.10.2.1** Kılavuz rayın farklı eksenlerindeki (Şekil 4) eğilme gerilmesinin hesaplanmasında aşağıda belirtilen kabuller yapılabilir:

— Kılavuz ray, birbirinden (l) mesafesinde bulunan esnek bağlantı noktalarına sahip (mafsalları bulunan) mütemadi bir kiriştir;

— **Eğilme gerilmesine neden olan bileşke kuvvet birbirine komşu iki tespit noktasının ortasına etki eder;**

— Eğilme momentleri kılavuz ray profilinin tarafsız eksenine etki eder.”

**“TS EN 81-20, 5.7.2.3.4** “Normal kullanma” ve “güvenlik tertibatının çalışması” gibi yük durumlarında kabinin beyan yükü – Q; en elverişsiz şekilde kabin alanının dörtte üçü üzerinde eşit olarak dağıtılmış olmalıdır. Bununla birlikte, değişik yük dağılıma şartları müzakereler (Madde 0.4.2) sonrasında kararlaştırılmışsa, ilave hesaplamalar, bu şartları esas alarak yapılmalı ve en kötü durum dikkate alınmalıdır.

**Güvenlik tertibatı frenleme kuvveti, kılavuz rayları üzerinde eşit olarak dağıtılmış olmalıdır.**

**Not— Güvenlik tertibatı, kılavuz raylar üzerinde eş zamanlı olarak çalıştığı kabul edilmiştir.”**

Standarttaki konu ile ilgili ortak maddeler incelendiğinde ray hesapları için yapılan kabullerden konumuz ile ilgili olanları seçersek;

1. **Eğilme gerilmesine neden olan bileşke kuvvet birbirine komşu iki tespit noktasının ortasına etki eder;**
2. **Güvenlik tertibatı frenleme kuvveti, kılavuz rayları üzerinde eşit olarak dağıtılmış olmalıdır.**
3. **Güvenlik tertibatı, kılavuz raylar üzerinde eş zamanlı olarak çalıştığı kabul edilmiştir.”**

### 4. STANDARDIN KABULLERİNDEKİ ALT KABULLER

Ray hesaplarının asgari bir noktada uygulanabilmesi için yapılan bu kabuller genelde doğru kabul edilebilirler, ancak bu şartların gerçekleşebilmesi için iki noktayı belirlemek gerekir. Birincisi rayların tespit edildiği iki nokta, yani konsolların ve bağlantı elemanlarının bu kuvvetler karşısında esnemediğini ve rijid durarak ek bir sehim yaratmadığı, ikincisi ise İlk frenlemenin oluştuğu 0,01 ile 0,1 sn aralığında önce tutacak olan fren tarafı kuvvetine karşı konsolun gerekli dayanımı gösterdiğinin sağlanmış olmasıdır.

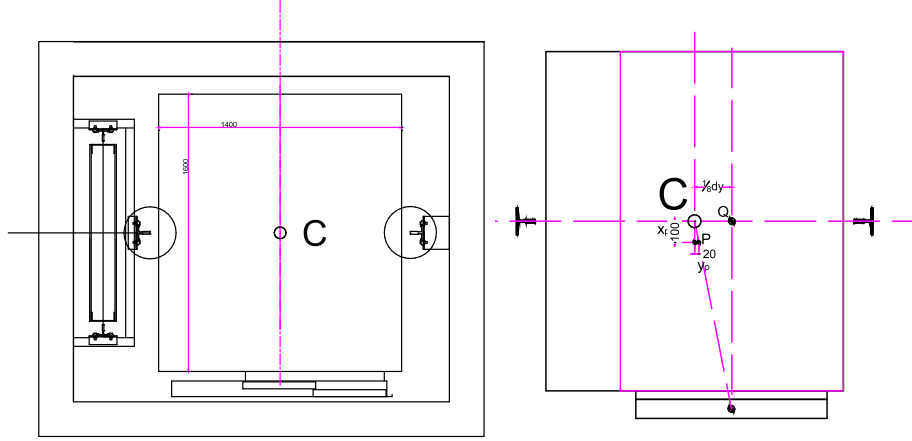
Standart her ne kadar “Güvenlik tertibatı, kılavuz raylar üzerinde eş zamanlı olarak çalıştığı kabul edilmiştir.” dese de gerçekte hiçbir zaman frenler aynı anda tutamazlar. Regülatör halatının olduğu tarafın çekme kuvvetinin ilk oluştuğu taraf olması, mekanik sistemdeki boşluklar, hareketi ileten koldaki boşluklar ve malzemedeki burulmalar, fren kollarındaki ayarlamayı yapan yayların durumları, mekanik frenlerin raydan olan uzaklıklarının farklılıkları gibi bir çok nedenden dolayı bir taraf 0,01 sn ile 0,1 sn arasında değişen zamanlarda diğer taraftan daha önce tutacaktır. Önce tutan taraftaki fren bloğu da diğer tarafa göre daha fazla kuvvete maruz kalacak, fren izi daha uzun olacaktır.

Pratikte fren testlerine katılan bütün arkadaşlarımız bu durumu gözlemleyebilir. Her zaman bir tarafın fren izi 1-2 cm daha önce başlar ve diğer tarafa göre daha uzun bir frenleme izi oluşturur. Öyleyse frenlemenin ilk başladığı anda frenleme tek taraflı oluşmakta, kabin bu tarafa doğru

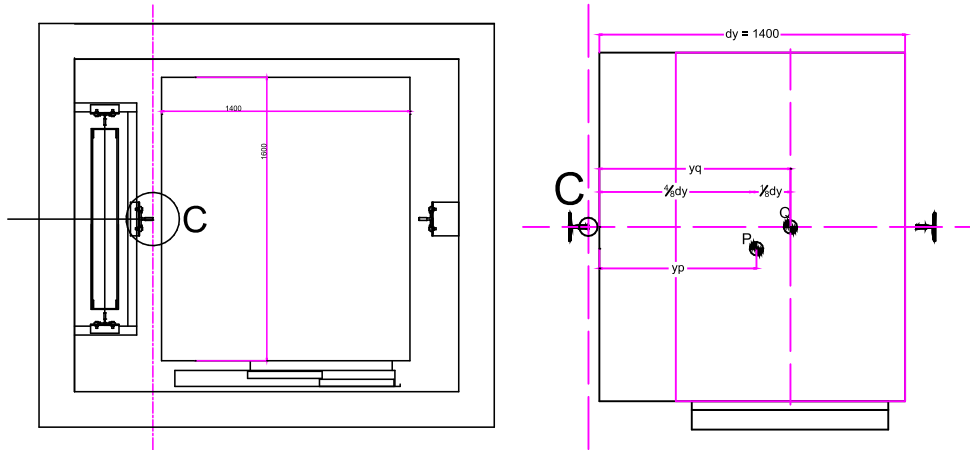
savrulmakta, tek taraflı tutmadan dolayı frenleme kuvvetleri ilk bu yönde oluşmaktadır. 0,01 ile 0,1 sn sonra ise diğer taraftaki frende tutarak, kuvvetleri her iki raya eşit olarak dağıtmaktadır. İşte bu ilk zaman diliminde standardın yaptığı kabullerin doğru olabilmesi için, konsolların oluşan bu kuvvetleri karşılayabilmesi ve rijit yapılarını bozmaması gerekmektedir. Eğer konsol ve dayandığı malzeme (duvar veya ayırma profili) bu kuvvet karşısında fazla esneme gösterir ise, ilk savrulma ile beraber kabin diğer taraftaki frenin rayı kavrama mesafesinden daha fazla savrulurken frenin diğer tarafının tutmamasına sebep olabilir. İlk savrulmanın ardından gelecek olan ikinci savrulmada ise, ikinci taraf tutmadığı için ilk tutan freninde raydan çıkmasına sebep olacaktır. Frenleme esnasında konsol ve bağlantı malzemesinin esnemesi vahim sonuçlara yol açabilir. Özellikle karşı ağırlık konsol bölmelerinin kullanıldığı veya bir kuyuda birden fazla asansörün bulunduğu ve bölmenin profil malzemelerle yapıldığı yerlerde dikkat edilmesi gereken bir konu olarak hesaplamalara dahil edilmelidirler.

## 5. FRENLEME ESNASINDA OLUŞAN ÖN KUVVETLER

Standardın kabul ettiği durumu gözlemlersek, frenleme her iki rayda beraber oluşmaktadır. Bu durumda eksen olarak alınması gereken nokta C noktası olmaktadır. Bu durumda etki eden yanal kuvvetleri hesaplamak için moment kollarını orta noktaya göre almak gerekir. Bu ray hesaplarında frenleme esnasında kabul ettiğimiz hesaplama yöntemidir.

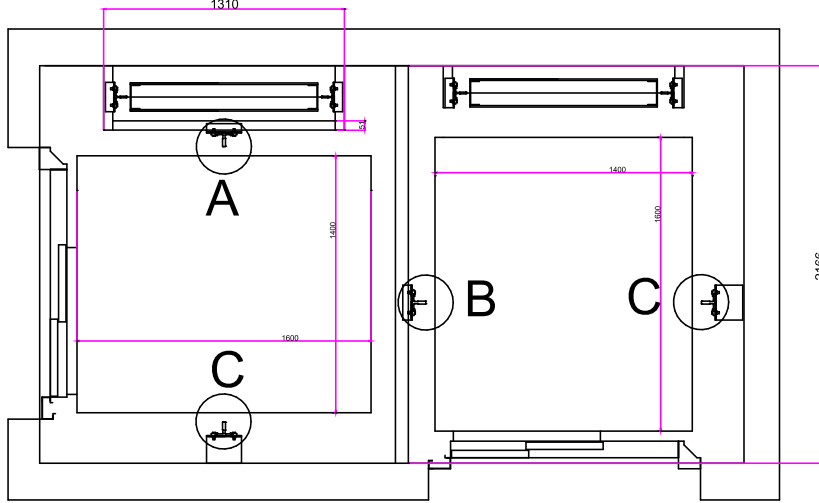


Ancak ilk frenleme anında soldaki frenin önce tuttuğunu kabul edelim. Bu durumda alınması gereken frenleme eksenini sol rayın alını olacaktır. C noktasını bu noktaya taşımak ve moment kollarını buna göre hesap etmek gerekir.



## 6. KUYU UYGULAMASI

Bunu daha iyi anlatabilmek için kuyuda iki adet 1000 kg beyan yüklü 1400\*1600 mm kabin alanlı asansör bulunan bir uygulamada oluşan yanal kuvvetleri ve konsollara etkilerini inceleyelim. Düşey kuvvetlerin ( $F_z$ ), ray tarafından karşılandığını kabul ettiğimiz için konsollara etkisi en alt seviyede olmaktadır, bu yüzden dikkate alınmayacaklardır. Her üç durumda ki konsol ve desteklerini inceleyebilmek için aşağıdaki gibi bir kuyu yerleşimi alınmıştır.



Önce toplam  $P=1100$  kg, kabin  $C= 800$  kg, kapı  $K= 100$  kg,  $Q= 1000$  kg,  $D_x = 1600$  mm  $D_y = 1400$  mm kapının merkezden kaçıklığı  $170$  mm olan,  $900$  mm kapısı olan kabinin ağırlık merkezini bulalım.

$$800 \cdot x = 100 \cdot (902 - x)$$

$$800x = 90200 - 100x$$

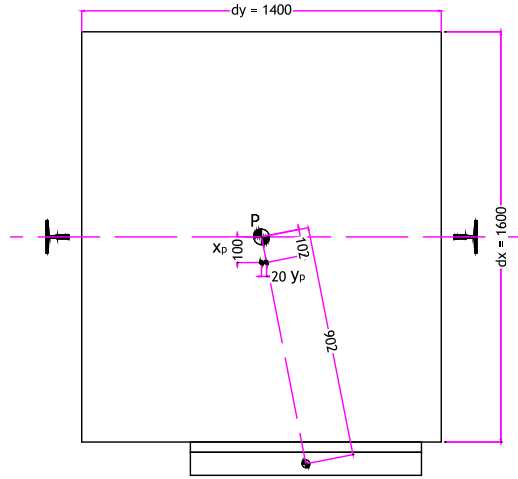
$$900x = 90200$$

$$x_p = 100 \text{ mm}$$

Çizim yardımı ile

$y_p = 20$  mm ağırlık merkezinin yeri bulunur.

Artık kabin toplam ağırlığı kapı süspansiyon dahil  $1200$  kg olarak alınacaktır.



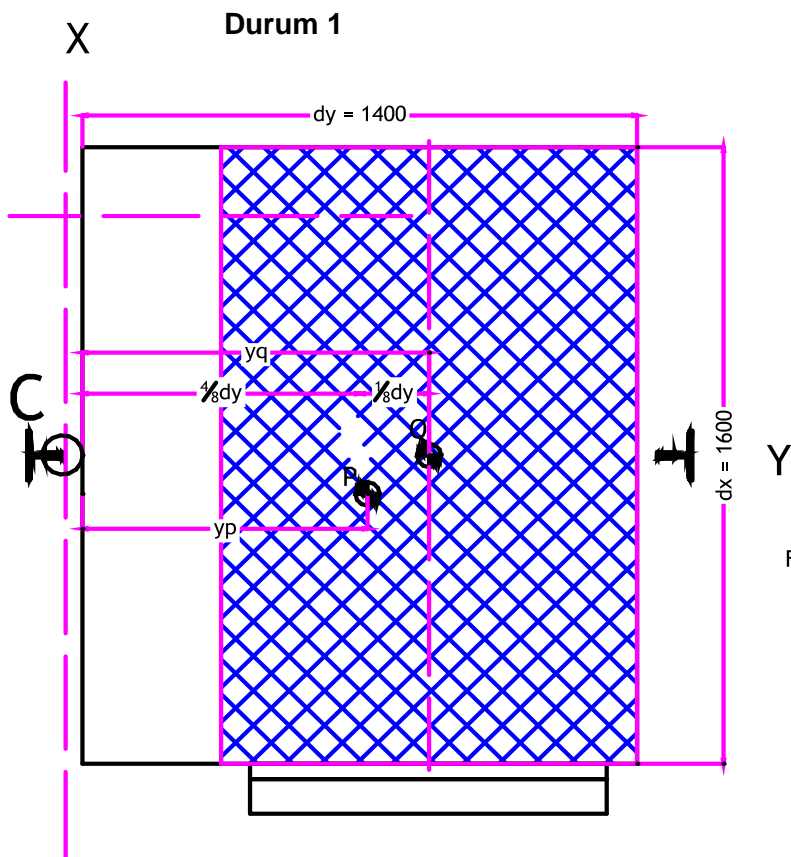
Frenin sol rayda tek taraflı tutması halinde  $F_x$  ve  $F_y$  formüllerimizi her iki durum içinde ayrı ayrı yazabiliriz.

a) Kılavuz rayın Y eksenine ilişkin kılavuz kuvvetlerinden kaynaklanan eğilme gerilmesi:

$$F_x = [k_l \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_q + P \cdot x_p)] / (h \cdot n)$$

b) Kılavuz rayın X eksenine ilişkin kılavuz kuvvetlerinden kaynaklanan eğilme gerilmesi:

$$F_y = [k_l \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_q + P \cdot y_p)] / (h \cdot n / 2)$$



$$F_x = k_1 \cdot g_n (Q \cdot X_q + P \cdot X_p) / h \cdot n$$

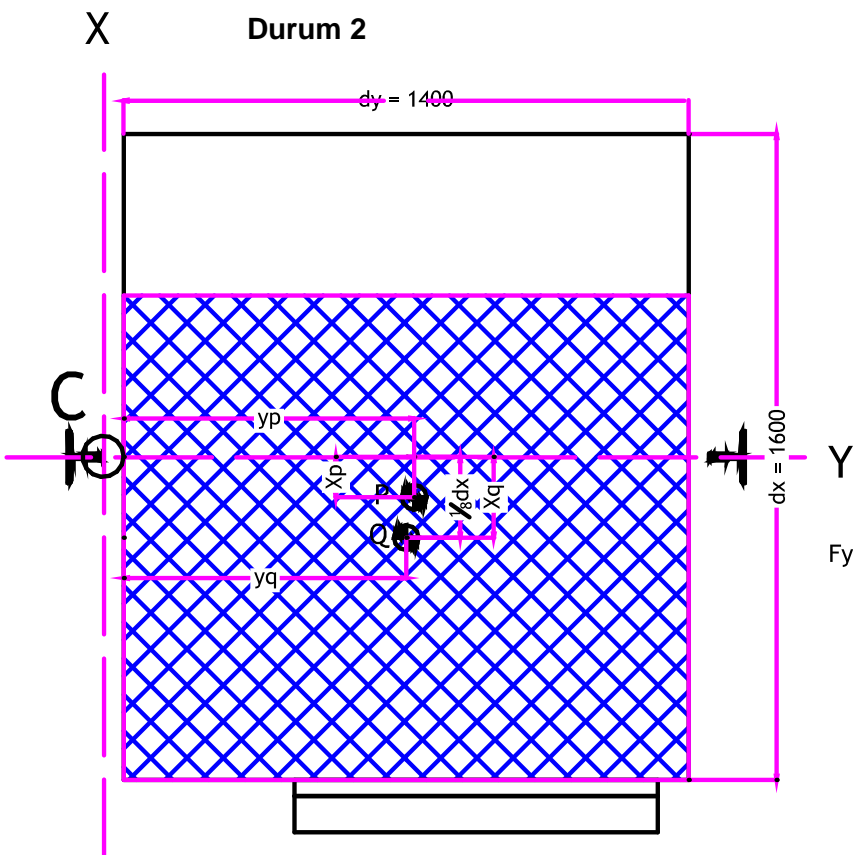
$$F_x = 2 \cdot 9.81 (1000 \cdot 0 + 1200 \cdot 100) / 3300 \cdot 2$$

$$F_x = 356 \text{ N}$$

$$F_y = k_1 \cdot g_n (Q \cdot y_q + P \cdot y_p) / h \cdot n / 2$$

$$F_y = 2 \cdot 9.81 (1000 \cdot 875 + 1200 \cdot 720) / 3300 \cdot 2 / 2$$

$$F_y = 10339 \text{ N}$$



$$F_x = k_1 \cdot g_n (Q \cdot X_q + P \cdot X_p) / h \cdot n$$

$$F_x = 2 \cdot 9.81 (1000 \cdot 200 + 1200 \cdot 100) / 3300 \cdot 2$$

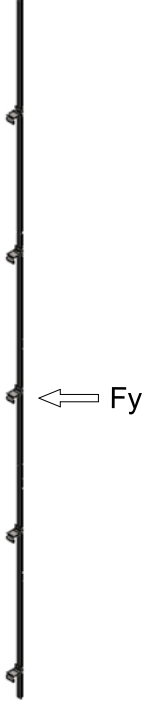
$$F_x = 951 \text{ N}$$

$$F_y = k_1 \cdot g_n (Q \cdot y_q + P \cdot y_p) / h \cdot n / 2$$

$$F_y = 2 \cdot 9.81 (1000 \cdot 700 + 1200 \cdot 720) / 3300 \cdot 2 / 2$$

$$F_y = 9298 \text{ N}$$

Bu hesaplara göre konsolu etkileyecek en büyük  $F_y$  kuvveti birinci durumda oluşmaktadır. Frenlemenin tam konsol karşısında oluşması durumunda konsolda oluşacak durumlar incelenecektir. Konsola yakın bir frenlemenin oluşması durumunda iki ray mesnedi arasındaki mesafe 2L olacağı için rayın bu kuvvete karşı mukavemeti çok az olacaktır.



Bulunan  $F_y$  kuvveti tam mesnede yakın yerde etkili olması durumunda, olayın meydana geldiği mesned bir mukavemet göstermezse, rayın bu kuvvete göstereceği mukavemet diğer iki mesnede dayanarak olacaktır. İki mesnet arası mesafe (2+2) 4.00 mt alınmıştır. Bu durumda rayda oluşan gerilim ve sehimi hesaplırsak;

$$\sigma_{eğme} = M/W = 3F_y L / 16W = 3 * 10339 * 4000 / (16 * 20870)$$

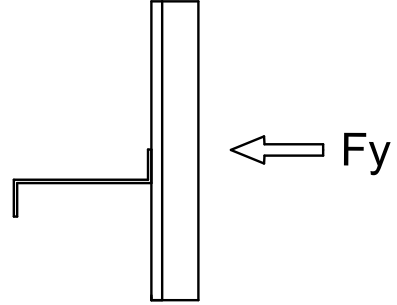
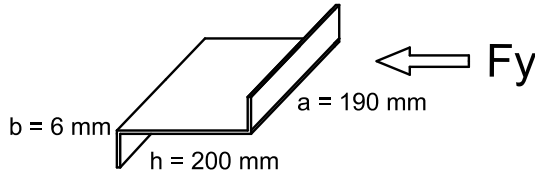
$$\sigma_{eğme} = 371,55 \text{ N/mm}^2 < 205 \text{ N/mm}^2 \text{ olmalı.}$$

$$\delta_y = (0,7 * F_y * L^3) / (48 * E * I_x)$$

$$\delta_y = (0,7 * 10339 * 4000^3) / (48 * 2,1 * 10^5 * 1020000)$$

$$\delta_y = 45,05 \text{ mm} < 5 \text{ mm olmalı.}$$

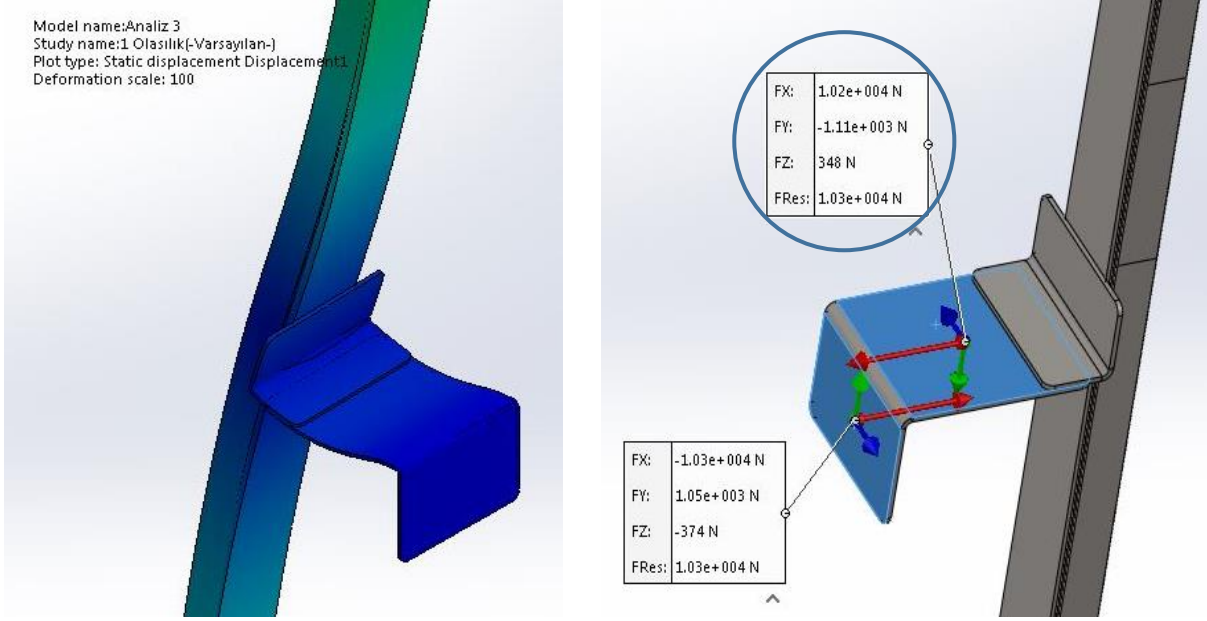
Görüleceği üzere konsolun mukavemet göstermemesi durumunda rayın bu kuvvet ve aralıkta bir direnci söz konusu olmamaktadır. Bu yüzden bu hesaplamalarda rayın mukavemeti göz ardı edilebilir.  $F_y$  kuvvetini mukavemet olarak karşılaması gereken konsolun dayanımı olmalıdır. Eğer konsol bu kuvvet karşısında yeterli mukavemeti sağlayamazsa, büyük sehimler oluşacak ve asansörün güvenliği ile güvenlik aralıklarının tamamı tehlikeye girecektir.



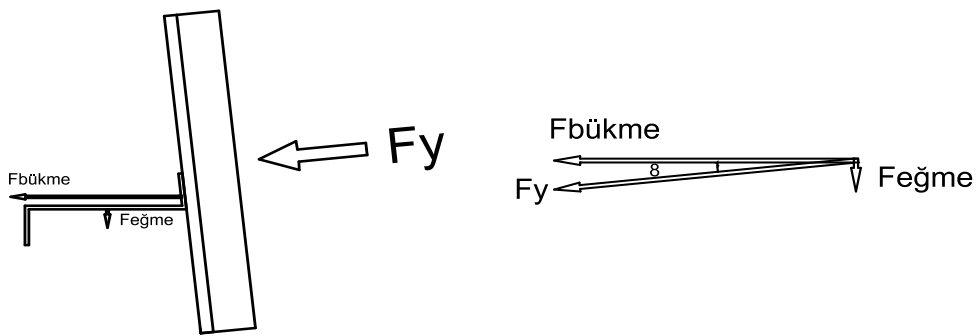
## 7. KONSOLUN KUVVET ALTINDA İNCELENMESİ

Konsol ve ray Solid programında modellenip, mesnetler arasına bağlanan 90\*70\*16 B tipi raya daha önce hesaplanan  $F_y$  ve  $F_x$  kuvvetleri uygulanmıştır. Konsol bir tarafı sabit (Duvar) bir tarafı hareketli bir kiriş olarak kabul edilmiştir.  $F_x$  kuvveti,  $F_y$  kuvvetine göre çok küçük değerlerdedir ancak onun önemine yük asansörü incelemesinde değinilecektir. Şu an  $F_y$  kuvveti üzerinde durulacaktır. Modelleme sonucunda yapılan incelemede kuvvetin sadece bükmeye değil eğmeye de çalıştığı görülmüştür. Aşağıdaki şekilde de görüleceği gibi kuvvet sonucunda rayda bir eğilme oluşmakta bu eğilmede konsolu eğmeye çalışmaktadır. Yapılan ölçümde rayda 6 ile 8 derece arasında bir eğilme olduğu görülmüş, hesaplarda kötü durum olan 8 derece alınmıştır.

Yapılan modellemede kuvvetlerde incelendiğinde bükmeye çalışan kuvvetin onda biri kadar bir eğmeye çalışan kuvvet olduğu görülmektedir. Buda “sin(6)\*F<sub>y</sub>” bileşeninden kaynaklanmaktadır. Modellemede F<sub>y</sub> kuvveti F<sub>x</sub> olarak gösterilmektedir.



Konsola etki eden F<sub>y</sub> kuvvetinde oluşan bu dönme sonucunda kuvvet bileşenlerine ayrılırsa bükme ve eğme kuvvetleri ortaya çıkacaktır. Hesaplarda kötü durum olan 8 derecelik dönme kabul edilmiştir. Alt ve üst konsollardan dolayı daha fazla bir yatmanın olmasının ancak konsolların tahrip olması ile mümkün olabileceği düşünülmüştür. Buda konsol hesaplarının önemini ortaya çıkarmaktadır. Eğme ve bükme kelimeleri standart diline uygun olarak alınmıştır.



$$\sigma_{\text{top}} = \tau_{\text{bükme}} + \sigma_{\text{eğme}}$$

$$\tau_{\text{bükme}} = F_y \cdot \cos 8 / A$$

$$\sigma_{\text{eğme}} = M/W = (3 \cdot F_y \cdot \sin(8) \cdot L) / (16 \cdot W)$$

## 8. BÜKÜMSÜZ KONSOLLAR İÇİN BİR HESAP YAKLAŞIMI

Kenar bükümü olmayan konsollar için aşağıdaki gibi bir genelleme yapılabilir. (Bükümlü malzemelerde mukavemet momentinin hesaplanacağı yukarıdaki formül kullanılmalıdır.)

Cos (8) bire çok yakın olduğu için göz ardı edilebilir.

$$\tau_{\text{bükme}} = F_y/A = F_y/(a*b)$$

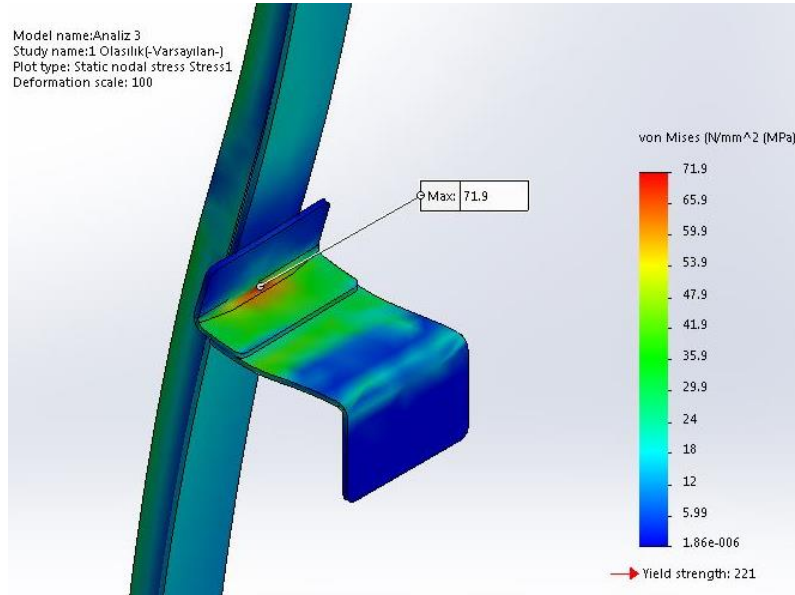
$$\sigma_{\text{eğme}} = M/W = (3*F_y*\text{Sin}8*L)/(16*W)$$

Sin (8) = 0,1391~ 0,14 alınabilir.  $W = a*b^2/6$ ,  $L=h$

$$\sigma_{\text{eğme}} = (3*F_y*0,14*h)/(16*a*b^2/6) = 0,16*(F_y*h)/(a*b^2)$$

$$\sigma_{\text{top}} = F_y/(a*b) + 0,16*(F_y*h)/(a*b^2)$$

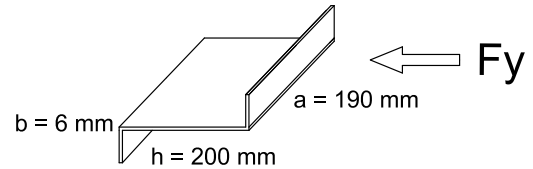
$$\sigma_{\text{top}} = F_y*(b+0,16*h)/(a*b^2)$$



6 mm kalınlıkta 200 mm uzunlukta, 190 mm genişlikteki konsolun Solid ile yapılan hesabı ile formüle göre bulunan değer bir birine çok yakın çıkmaktadır. Duvar konsolunun orta noktasındaki değer, programdan 55 N/mm<sup>2</sup> olarak alınmış, hesaplama yolu ile 57,43 N/mm<sup>2</sup> değer bulunmuştur.

$$\sigma_{\text{top}} = 10339*(6+0,16*200)/(190*36)$$

$$\sigma_{\text{top}} = 57,43 \text{ N/mm}^2$$



Bu yaklaşım kullanılarak çeşitli beyan yükleri ve kabin ölçülerine göre bir tablo hazırlanabilir. Tablo tamamen fikir vermesi için hazırlanmış olup, firmaların kendi uygulamaları için hesaplamalar ayrıca yapılmalıdır. Bu tablo esas alınarak imalat yapılması, kullanılan malzeme ve ölçülerin farklı olması durumunda yanlış sonuçlara sebep olabilir.



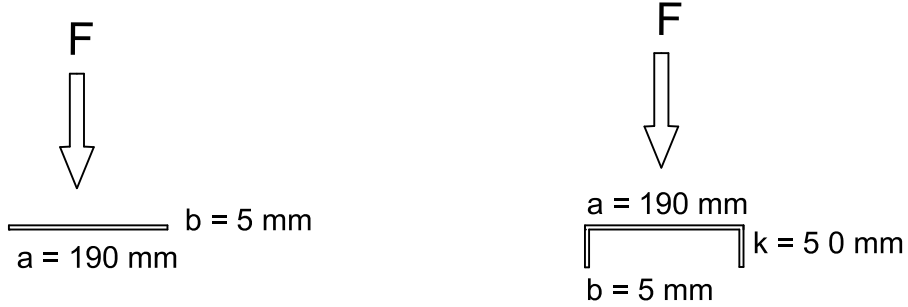
**TABLO 1**

H = 3300 mm, merkezlenmiş kapı, kabinde geniş olan kenarın dy durumu için konsola gelen gerilmeler. $\sigma < 90 \text{ N/mm}^2$ olmalıdır.													
Beyan yükü Q kg		300 kg		450 kg		600 kg		800 kg		1000 kg		1250 kg	
Beyan yükü Q + Kabin ağırlığı P Kg		300	400	450	700	600	800	800	1000	1000	1200	1250	1400
Kabin boyutları dx,dy (büyük ölçü dy dir)		900	1000	1000	1200	1200	1300	1300	1400	1400	1600	1400	2000
Tek taraflı Fy Kuvveti N <sub>i</sub>		2303,88125		4503,71625		5990,09125		8323,7		11653,18		17613,54375	
Konsol boyu = h mm	konsol genişliği = a mm	Konsol et kalınlığı = b mm	Gerilme N/mm <sup>2</sup>	Konsol et kalınlığı = b mm	Gerilme N/mm <sup>2</sup>	Konsol et kalınlığı = b mm	Gerilme N/mm <sup>2</sup>	Konsol et kalınlığı = b mm	Gerilme N/mm <sup>2</sup>	Konsol et kalınlığı = b mm	Gerilme N/mm <sup>2</sup>	Konsol et kalınlığı = b mm	Gerilme N/mm <sup>2</sup>
50	190	2	30,31	2	59,26	3	38,53	3	53,54	4	46,00	4	69,53
50	190	3	14,82	3	28,97	4	23,65	4	32,86	5	31,89	5	48,21
70	190	3	19,13	3	37,40	3	49,74	4	41,62	4	58,27	5	60,07
70	190	4	11,52	4	22,52	4	29,95	5	28,39	5	39,74	6	44,29
100	190	3	25,60	3	50,04	3	66,56	4	54,76	5	51,52	6	56,65
100	190	4	15,16	4	29,63	4	39,41	5	36,80	6	37,48	7	43,51
130	190	3	32,07	3	62,68	4	48,87	4	67,90	5	63,30	6	69,01
130	190	4	18,79	4	36,74	5	32,54	5	45,21	6	45,66	7	52,59
150	190	3	36,38	3	71,11	4	55,17	4	76,67	5	71,15	7	58,65
150	190	4	21,22	4	41,48	5	36,57	5	50,82	6	51,11	8	46,35
200	190	3	47,16	4	53,33	4	70,94	5	64,84	6	64,74	7	73,78
200	190	4	27,28	5	35,08	5	46,66	6	46,24	7	48,82	8	57,94
250	190	3	57,93	4	65,19	5	56,75	6	55,98	7	58,83	8	69,53
250	190	4	33,35	5	42,67	6	40,28	7	42,02	8	46,00	9	56,08

TS 1812 standardı madde 2.6.6.2 çizelge 3 de yatay kirişlerde emniyetli gerilme değerini  $\sigma_{em} < 90 \text{ N/mm}^2$  olarak vermektedir. Genede  $60 \text{ N/mm}^2$  üstündeki değerler çok tercih edilmemelidir. Çünkü bu formüllerde iki ana kabul yapmaktayız.

1. Birinci kabul kayma fren için  $k_1=2$  kabul edilmektedir. Pratikten de bildiğimiz gibi her zaman frenlerimiz bu anlamda bir kayma fren etkisi göstermeyebilmektedir. Frenin beklenen kayma hareketini tam sağlayamama durumunda  $k_1$  değerinin daha yükseleceği açıktır.
2. İkinci kabul noktamız ise gerek konsolların gerekse bölme malzemelerinin birbirleri ile ve duvar bağlantılarını sabit kabul etmemizdir. Mekanik dubel kullanılarak veya cıvata ile yapılan bu bağlantıların bu kadar rijit olmadıkları ve esneme yapabilecekleri açıktır.

Bu yüzden bu kabuller ışığında emniyetli gerilim değerini  $60 \text{ N/mm}^2$  en çok  $70 \text{ N/mm}^2$  olarak alınmasını tavsiye ediyorum. Farklı rijit bağlantıların yapıldığı ve davranışından tam emin olunan frenler için bu değerler daha yükseltilebilir. Gerilimin sınır değerlere yaklaşması veya malzeme kalınlığının 6 mm kalınlığın üstüne çıkılması gereken hallerde, malzemeye büküm vurulması mukavemet momentini çok artırır. Aşağıda kenarlarına 50 mm büküm vurulmuş konsol ile düz konsol arasındaki mukavemet momenti farkı gösterilmiştir. Malzeme kalınlığı yerine bükümler tercih edilmelidir. Kaburga denen uygulama kullanılması durumunda mukavemet momentinin imalatçı firma tarafından ölçülüp verilmesi gerekir. Aşağıda iki malzeme için mukavemet momentleri hesaplanmıştır.



$$W_1 = a \cdot b^2 / 6 = 190 \cdot 5^2 / 6 = 791,66 \text{ mm}^3$$

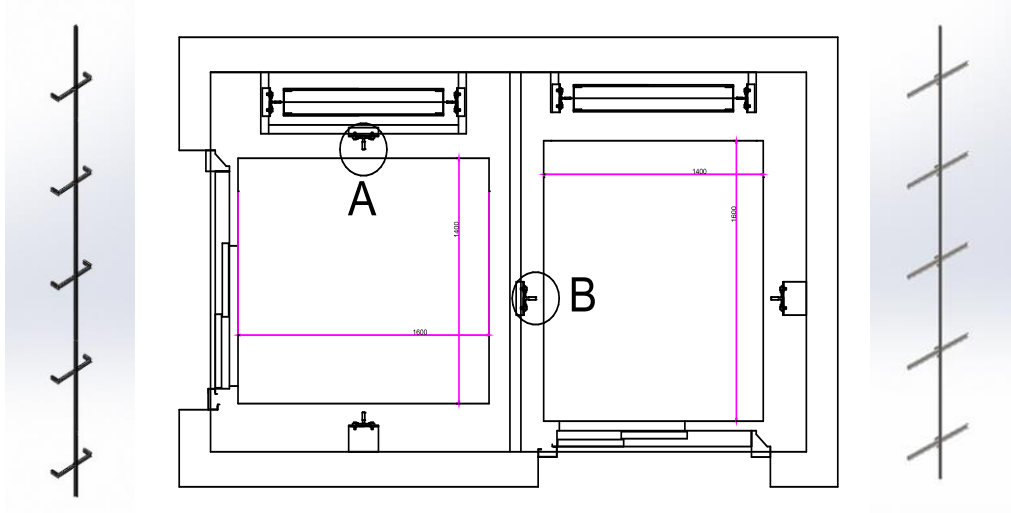
$$W_2 = (a \cdot k^3 - a_1 \cdot k_1^3) / 6k = (190 \cdot 50^3 - 180 \cdot 45^3) / (6 \cdot 50) = 24491,66 \text{ mm}^3$$

$$W_2 / W_1 = 30,937 \text{ katı}$$

Küçük bir büküm malzemenin mukavemetini neredeyse 30 kat artırmaktadır. Malzeme kalınlığının artırılması ile kazanılamayacak bir mukavemet kazanılmaktadır.

## 9. KARŞI AĞIRLIK KAFES VE ARA BÖLME KONSOLLARINA BAKIŞ

Daha önce hesaplama için kullanılan kabin ölçüleri ve hesaplanan  $F_y$  kuvveti, karşı ağırlık kafes konsolu (A noktası) ve bölme konsolu (B noktası) mukavemet değerlerini incelemek için kullanılabilir. Bu asansörlerde konsol bağlantı malzemesi iki ayrı durumda kullanılmıştır. Birinci durumda malzeme dik olarak kullanılmış, ikinci durumda ise yatık kullanılmıştır. Gene frenlemenin konsola yakın yerde olduğu kabul edilmiştir. Gene rayın bu noktada  $F_y$  kuvvetine karşı mukavemetinin çok zayıf olacağı varsayılmış ve göz ardı edilmiştir. Kuvveti doğrudan konsolun karşılaması gerekir. Konsol bağlantı malzemesine çok yakın bağlandığı için (1-2 cm), konsolun kendisinde bir eğilme oluşmamakta, kuvvet doğrudan bağlantı malzemesine etki etmektedir.



Yukarıdaki çizimden de görüleceği gibi A ve B noktalarında kuvvetler konsolların orta noktasına etki etmektedir. Konsol bağlantı malzemesinin duvara bağlanan her iki tarafıda sabit kabul edilmiştir (3/4 yerine 1/2 çarpanı buradan gelmektedir). Burada bağlantı malzemesini eğmeye çalışan kuvvet  $F_y$ , bükmeye çalışan kuvvet  $F_x$  olacaktır, ancak  $F_x$  in küçük bir kuvvet olduğu ve konsol toplam malzeme kesit kalınlığının büyük olduğu için etkisi genel hesaplarda dikkate alınmamıştır. Gerilmeyi bulmak için bağlantı malzemesini eğmeye çalışan momentin mukavemet momentine oranını bulmak gerekecektir. Kötü durum kuvvetin ortada etki etmesi olduğu için bu formül kullanılacaktır.

$$\sigma_{\text{eğme}} = M/W = [((1/2)*F_y)*((1/2)*L)*(1/2)]/(W)$$

$$\sigma_{\text{eğme}} = F_y*L/(8*W)$$

Bu formül her iki bağlantı malzemesi içinde kullanılacaktır.

## 10. KARŞI AĞIRLIK BÖLME KONSOLU GERİLMESİ

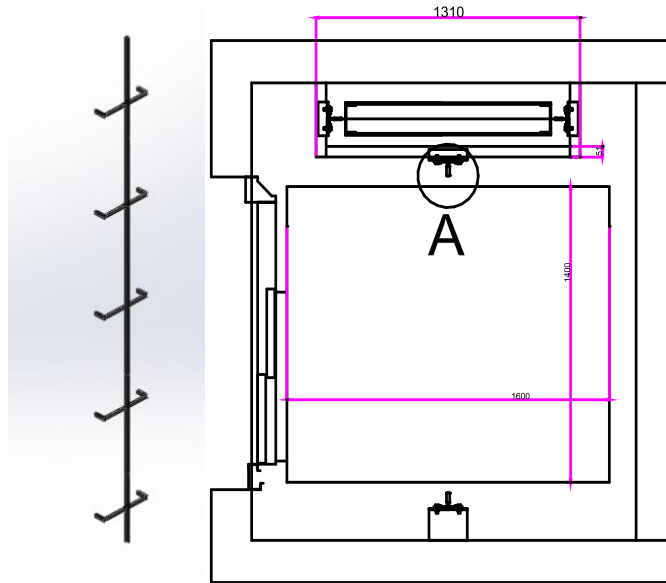
Bölme malzemesinde 80\*50\*5 mm kenarları 15 mm kıvrıma saç malzeme kullanılmıştır.

Eğmeye çalışan kuvvet olarak daha önce hesaplanan  $F_y$  kuvveti alınacaktır.

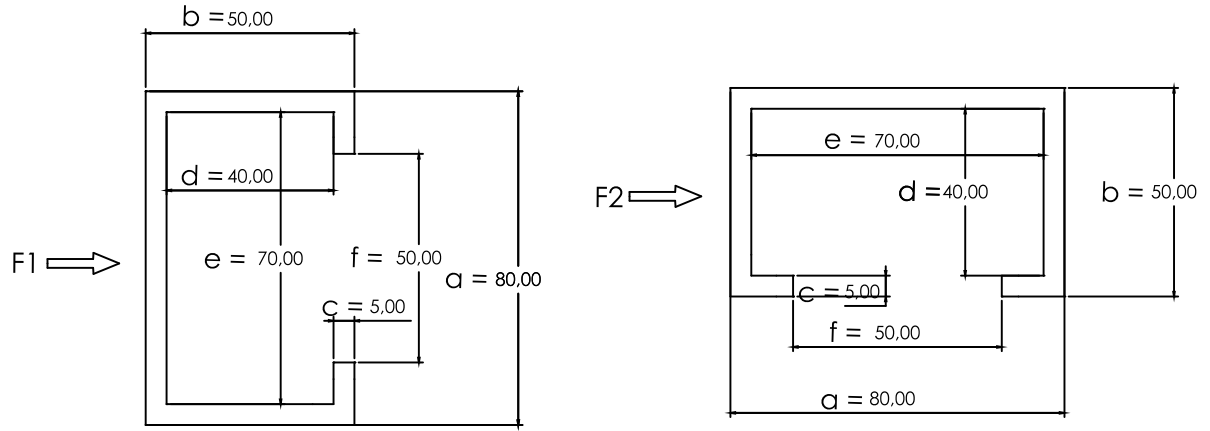
$$M = F_y*L/8$$

$$M = 10339*1310/8$$

$$M = 1693011,25 \text{ Nmm}$$



Malzemenin mukavemet momenti hesaplaması için iki ayrı durum incelenmiştir. Kullanılan malzeme dik ve yatık konumlarda ayrı ayrı hesaplanmıştır. F<sub>1</sub> durumunda malzeme dik kullanılmış ve bunun için W<sub>1</sub>, yatık durum içinde W<sub>2</sub> mukavemet momentleri hesaplanmıştır.



Dik durum için;

$$W_1 = (a \cdot b^3 - e \cdot d^3 - f \cdot c^3) / (6 \cdot b)$$

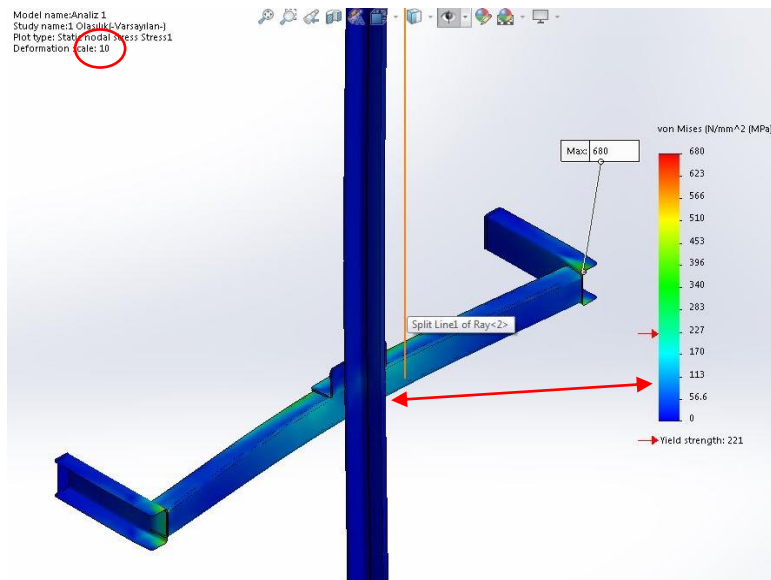
$$W_1 = (80 \cdot 50^3 - 70 \cdot 40^3 - 50 \cdot 5^3) / (6 \cdot 50)$$

$$W_1 = 18379,16 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{\text{eğme}} = M/W = 1693011,25 / 18379,16$$

$$\sigma_{\text{eğme}} = 92,115 \text{ N/mm}^2$$

Solid de yapılan modelleme de bu durum için gerilme 100 N/mm<sup>2</sup> civarında bulunmuştur.



Aynı şartlarda Yatık durum için Gerilme;

$$W_1 = (b \cdot a^3 - d \cdot e^3 - c \cdot f^3) / (6 \cdot a)$$

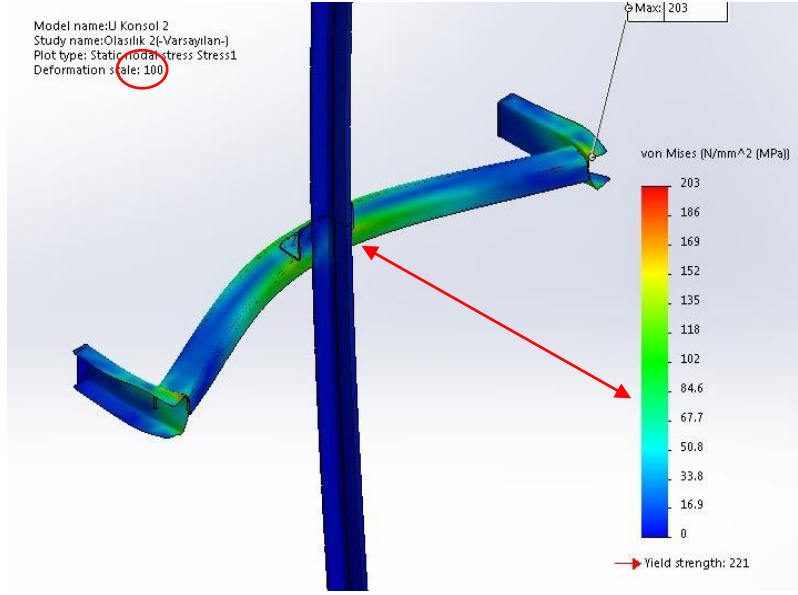
$$W_1 = (50 \cdot 80^3 - 40 \cdot 70^3 - 5 \cdot 50^3) / (6 \cdot 80)$$

$$W_1 = 23447,91 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{\text{eğme}} = M/W = 1693011,25/23447,91$$

$$\sigma_{\text{eğme}} = 72,203 \text{ N/mm}^2$$

Solid deki modellemede de yatık durum için gerilme 70 N/mm<sup>2</sup> civarında çıkmaktadır. Öyleyse elle yapılan hesaplamalar ile program uyum içindedir. Dik durumda kurtarmayan malzeme, yatık durumda mukavemet momenti arttığı için yeterli olmaktadır. Karşı ağırlık bölmeleri için kullanılan malzemeler bu anlamda hesaplanarak kontrol edilmelidirler.



Eğer saç malzeme yerine 80 mm NPU kullanılması durumunda hesaplar aşağıdaki gibi olacaktır.

U	x - x			y - y		
	Jx mm <sup>4</sup>	Wx mm <sup>3</sup>	Ix mm	Jy mm <sup>4</sup>	Wy mm <sup>3</sup>	Iy mm
80	1060000	26500	31	194000	6360	13,3

Dik durum için Gerilme;

$$\sigma_{\text{eğme}} = M/W = 1693011,25/6360$$

$$\sigma_{\text{eğme}} = 256,76 \text{ N/mm}^2$$

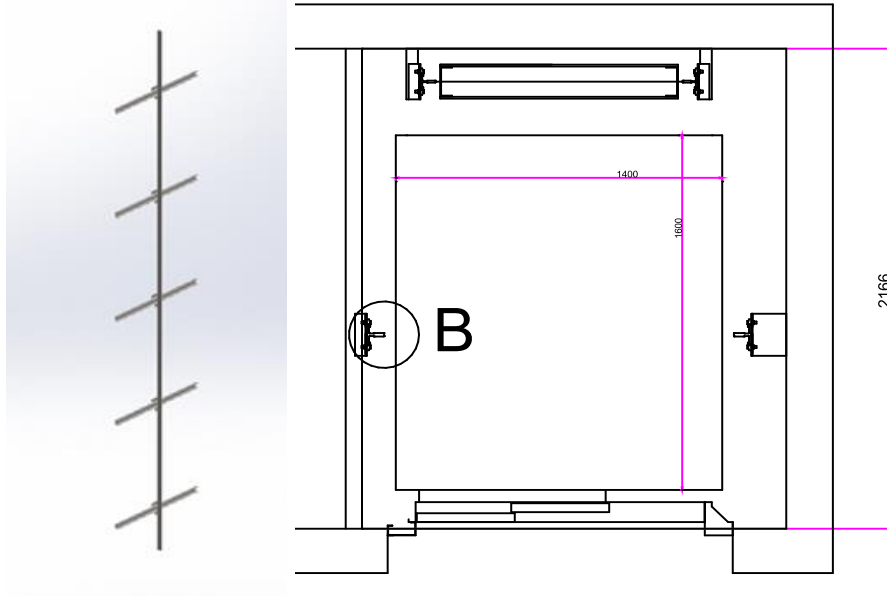
Yatık durum için Gerilme;

$$\sigma_{\text{eğme}} = M/W = 1693011,25/26500$$

$$\sigma_{\text{eğme}} = 61,62 \text{ N/mm}^2$$

NPU malzemenin dik konması durumunda konsolun görev yapmasının neredeyse imkansız olduğu görülmektedir. NPU malzeme yatık durumda yaklaşık 4,5 kat daha mukavim bir malzemedir.

## 11. KUYU BÖLME KONSOLU GERİLMESİ



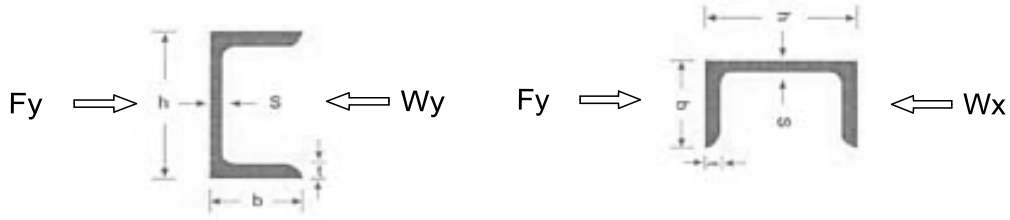
Kuyu bölme konsolu için 140 NPU profil kullanılmıştır. Gene her iki durum içinde hesaplamalar yapılacak ve solid ile karşılaştırılacaktır.

$$\sigma_{eğme} = M/W = ((1/2)*F_y)*((1/2)*L)*(1/2)/(W) = F_y*L/(8*W)$$

$$M = F_y*L/8$$

$$M = 10339*2166/8$$

$$M = 2799284,25 \text{ Nmm}$$



Etki eden kuvvetin yönüne göre malzeme dik kullanıldığı zaman mukavemet momenti olarak  $W_y$ , yatık kullanıldığı zaman ise  $W_x$  değerleri kullanılmalıdır.

Mukavemet ve atalet momentleri her iki yön için tablodan alınacaktır.

U	x - x			y - y		
	Jx mm <sup>4</sup>	Wx mm <sup>3</sup>	Ix mm	Jy mm <sup>4</sup>	Wy mm <sup>3</sup>	Iy mm
140	6050000	86400	54,5	627000	14800	17,5

Malzemenin dik konması durumunda Gerilme;

$$\sigma_{\text{eğme}} = M/W_y = 2799284,25/14800$$

$$\sigma_{\text{eğme}} = 189,14 \text{ N/mm} < 90 \text{ N/mm}^2$$

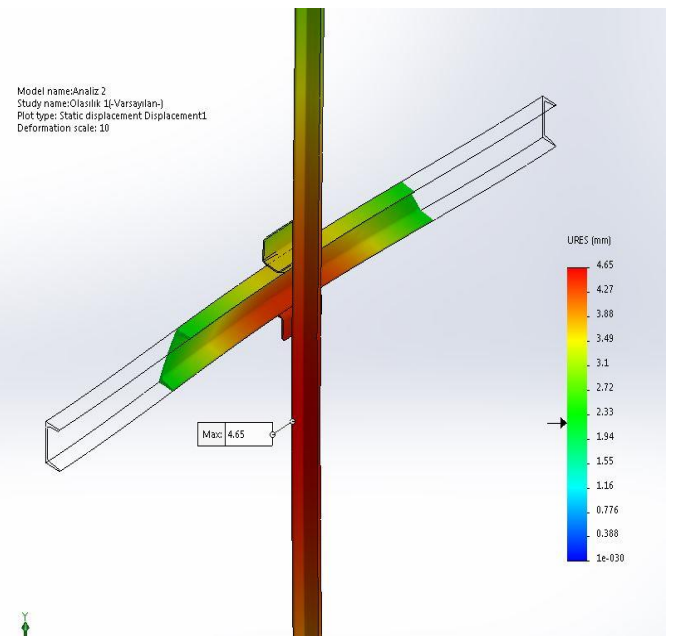
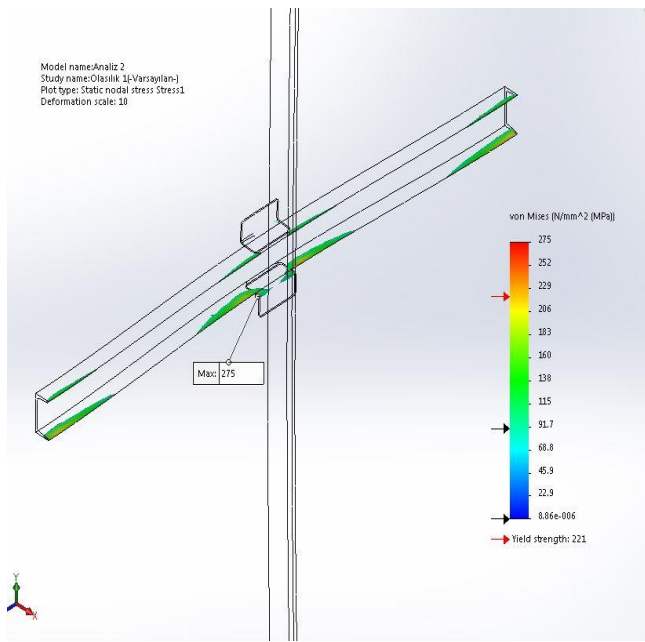
Esneleme;

$$\delta_Y = (0,7 \cdot F_Y \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_Y) < \delta_{\text{em}}$$

$$\delta_Y = (0,7 \cdot 10339 \cdot 2166^3) / (48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 627000)$$

$$\delta_Y = 11,636 \text{ mm} < 5 \text{ mm}$$

Solid de elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir, birbirlerine çok yakın sonuçlar alınmıştır.



Malzemenin yatık kullanılması durumunda Gerilme;

$$\sigma_{\text{eğme}} = M/W_x = 2799284,25/86400$$

$$\sigma_{\text{eğme}} = 32,399 \text{ N/mm}^2$$

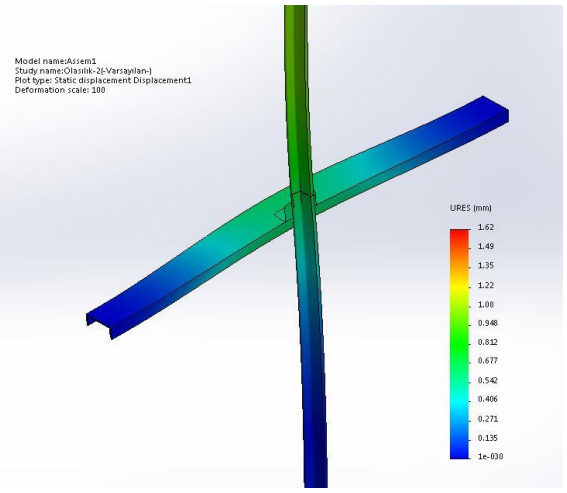
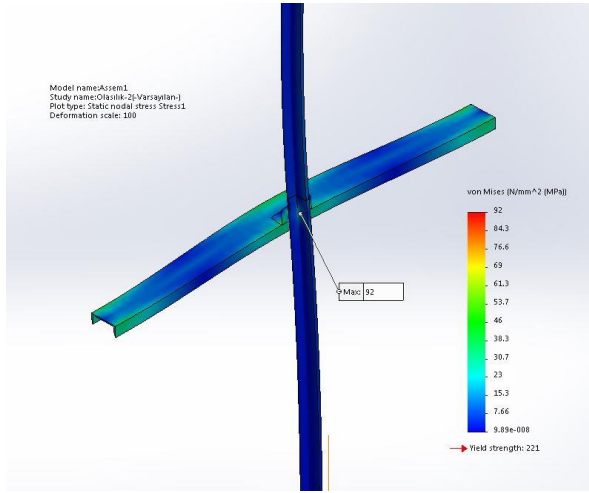
Esneleme ;

$$\delta_Y = (0,7 \cdot F_Y \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I_X) < \delta_{\text{em}}$$

$$\delta_Y = (0,7 \cdot 10339 \cdot 2166^3) / (48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 6050000)$$

$$\delta_Y = 1,2 \text{ mm}$$

Solid de elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir, bu durum içinde birbirlerine çok yakın sonuçlar alınmıştır



Görüldüğü gibi malzemenin dik konması durumunda malzeme bir görüntü vermenin ötesinde bir işe yaramamaktadır. Bölme malzemesinin bölme işini yapması ve gerekli durdurmayı sağlaması mümkün değildir. Bu tür NPU malzemelerin mukavemet momentleri, yatık ve dik durum için neredeyse beş katı bir farklılık oluşturmaktadır. Uygulamalarda bu konu asansörün gerek gerilme, gerekse sehim miktarlarında güvenlik sınırları içinde kalması için çok önemlidir. Aşağıda, daha önce belirtilen sebeplerden dolayı güvenli gerilim değeri  $60 \text{ N/mm}^2$  alınarak bir tablo yapılmış ve yanında malzemelerin mukavemet değerleri verilmiştir. Kullanılan malzeme dik kullanılması durumunda  $W_y$ , yatık kullanılması durumunda  $W_x$  değerinin, tabloda verilen minimum gerilme değerinden yüksek olmasına dikkat edilmelidir.

NOT: Tablo tamamen fikir vermesi için hazırlanmış olup, firmaların kendi uygulamaları için hesaplamalar ayrıca yapılmalıdır. Bu tablo esas alınarak imalat yapılması, kullanılan malzeme ve ölçülerin farklı olması durumunda yanlış sonuçlara sebep olabilir.

## 12. YÜK ASANSÖRLERİNDE YÜKLEMEDE KONSOL GERİLMELERİ

Yük asansörlerinde konsol hesabı ilk başta yaptığımız gibi  $F_y$  kuvveti için yapılmalıdır. Ancak bu asansörlerde yükleme ve boşaltma esnasında oluşan  $F_x$  kuvveti konsollar üzerinde ikincibir hesap şartını gündeme getirmektedir.

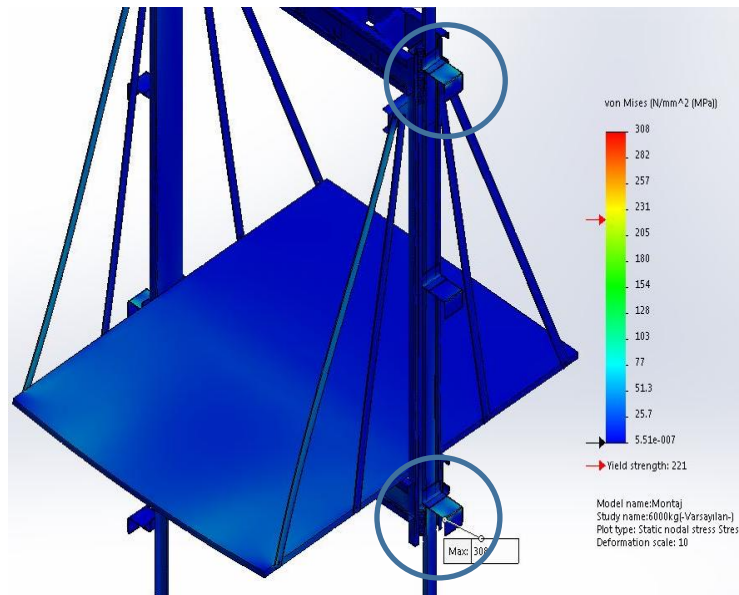
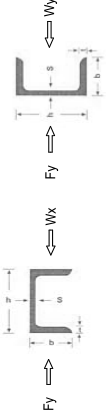


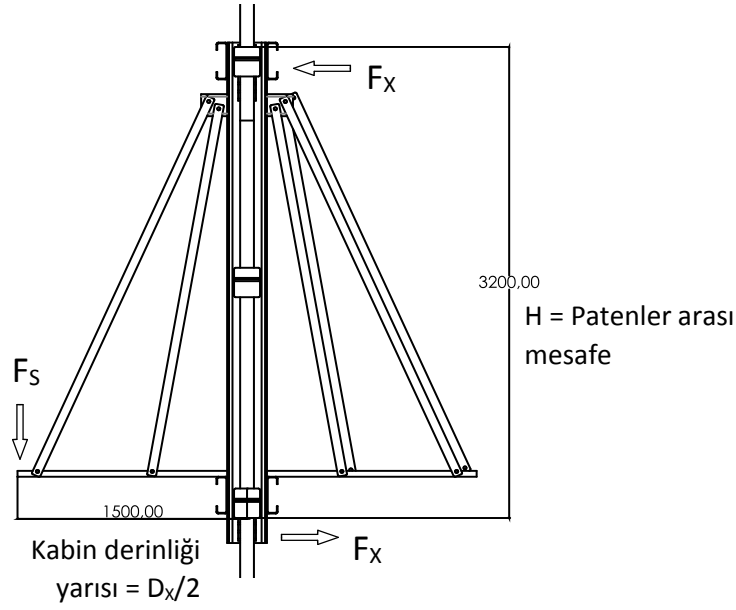


TABLE 2

Beyan yükü Q kg	Ana Eksenler																				
	300	450	600	800	1000	1250	x - x			y - y											
							Jx	Wx	Ix	Jy	Wy	Iy									
Kabin ağırlığı	400	700	800	1000	1200	1400															
Kabin boyutları dx,dy	900/1000	1000/1200	1200/1300	1300/1400	1400/1600	1400/2000															
Tek taraflı Fy Kuvveti N	2303,88	4503,71	5990,09	8323,7	11653,18	17613,54															
Konsol boyu = h mm	En az muk. momenti değeri mm <sup>3</sup>	En az muk. momenti değeri mm <sup>3</sup>	En az muk. momenti değeri mm <sup>3</sup>	En az muk. momenti değeri mm <sup>3</sup>	En az muk. momenti değeri mm <sup>3</sup>	En az muk. momenti değeri mm <sup>3</sup>															
800	3.839,80	7.506,18	9.983,48	13.872,83	19.421,97	29.355,90															
900	4.319,78	8.444,46	11.231,42	15.606,94	21.849,71	33.025,39															
1000	4.799,75	9.382,73	12.479,35	17.341,04	24.277,46	36.694,88															
1100	5.279,73	10.321,00	13.727,29	19.075,15	26.705,20	40.364,36															
1200	5.759,70	11.259,28	14.975,23	20.809,25	29.132,95	44.033,85															
1300	6.239,68	12.197,55	16.223,16	22.543,35	31.560,70	47.703,34															
1400	6.719,65	13.135,82	17.471,10	24.277,46	33.988,44	51.372,83															
1500	7.199,63	14.074,09	18.719,03	26.011,56	36.416,19	55.042,31															
1600	7.679,60	15.012,37	19.966,97	27.745,67	38.843,93	58.711,80															
1700	8.159,58	15.950,64	21.214,90	29.479,77	41.271,68	62.381,29															
1800	8.639,55	16.888,91	22.462,84	31.213,88	43.699,43	66.050,78															
1900	9.119,53	17.827,19	23.710,77	32.947,98	46.127,17	69.720,26															
2000	9.599,50	18.765,46	24.958,71	34.682,08	48.554,92	73.389,75															
2200	10.559,45	20.642,00	27.454,58	38.150,29	53.410,41	80.728,73															
2300	11.039,43	21.580,28	28.702,51	39.884,40	55.838,15	84.398,21															
2400	11.519,40	22.518,55	29.950,45	41.618,50	58.265,90	88.067,70															
2500	11.999,38	23.456,82	31.198,39	43.352,60	60.693,65	91.737,19															
2600	12.479,35	24.395,10	32.446,32	45.086,71	63.121,39	95.406,68															
2700	12.959,33	25.333,37	33.694,26	46.820,81	65.549,14	99.076,16															
2800	13.439,30	26.271,64	34.942,19	48.554,92	67.976,88	102.745,65															
2900	13.919,28	27.209,91	36.190,13	50.289,02	70.404,63	106.415,14															
3000	14.399,25	28.148,19	37.438,06	52.023,13	72.832,38	110.084,63															



Solid de yapılan modellemede yükleme esnasında en büyük gerilmenin konsollarda oluştuğu görülmüştür. Her türlü yük için hesaplamaları yapılan süspansiyon parçalarında tehlikeli gerilmeler oluşmazken, yükleme esnasında  $F_s$  eşik kuvvetinden dolayı konsollarda ayrıca bir gerilme oluşmaktadır. Ray ve kabin hesaplarında eşik kuvveti için gerilmeler hesaplanmakta ve gerekli önlemler alınmaktadır. Ancak bu hesaplar yapılırken konsol hesabı genellikle dikkate alınmaz. Bu yüzden bir müddet sonra özellikle mekanik dubel ile çakılmış konsollarda duvardan çıkmalar, eğilmeler ve kabinde yatmadan dolayı kapı sürtmeleri sıkça görülür.



Normal çalışma yükleme şartında ray yüzeyinde oluşan  $F_x$  kuvveti, eşiğin tam konsol karşısında olma durumunda doğrudan konsolu etkileyen kuvvet olarak konsola etki edecektir.

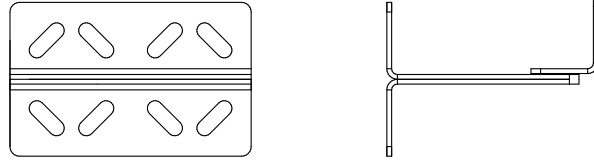
$$F_x = [g_n * P * (x_p - x_s) + F_s * (x_i - x_s)] / (h * n)$$

Bizim modellemimizde merkezden askı olduğu için  $x_s = 0$  dir. Ayrıca Kabin ağırlık merkezinde kaçıklık olmadığı için hesaplanmamıştır. Bu yüzden  $x_p = 0$  alınmıştır, P nin etkisi yoktur. Ancak gerçek uygulamalarda kapı farkından dolayı  $x_p$  değeri oluşursa dikkate alınmalıdır. Sadece eşige etki eden yük dikkate alınmıştır. 6000 kg lık yük 100 mm genişlikte bir alanda eşige uygulanmıştır. Bu durumda  $F_x$  ;

$$F_x = [9,81 * 6000 * 1450] / (3200 * 2)$$

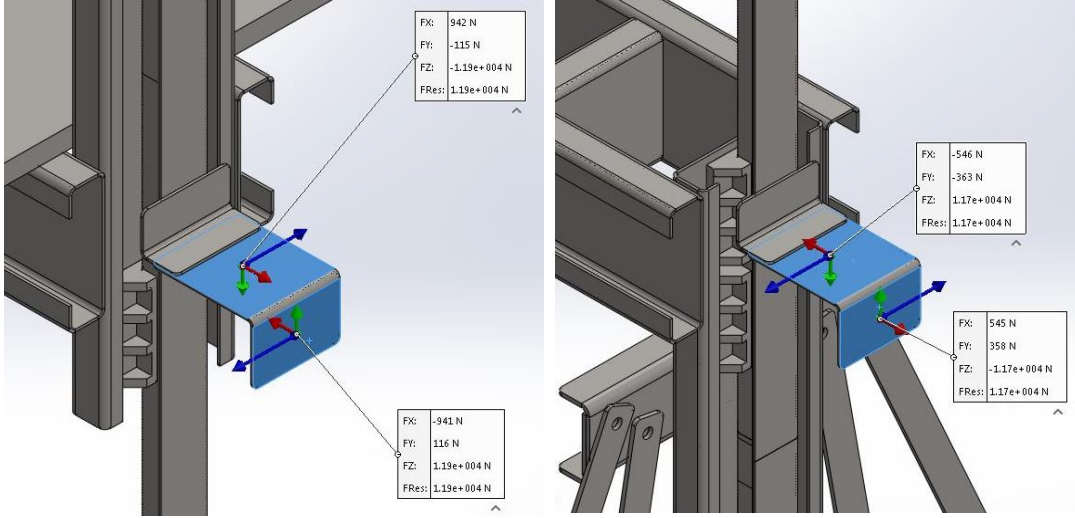
$$F_x = 13335,46 \text{ N}$$

Yük asansörlerinde de ray ve süspansiyon hesapları kadar konsollara gelen yükler de dikkate alınmalıdır. Bu kuvvetler konsol cıvatalarında kesme kuvvetleri, duvar bağlantılarında çekme kuvvetleri olarak etki etmektedir. Bu tür asansörler için özel konsollar kullanmak gerekir. Hiç elinizde yoksa iki konsolu sırt sırta bağlayarak daha kuvvetli bir yapı elde edilebilir. Özellikle forklift yüklemeli asansörlerde kimyasal dubel kullanıp yükün darbeleri etkilerinde konsolların çekme kuvvetlerine dayanabilmesi sağlanmış olmalıdır.



Yük asansörleri için çift katlı konsol örneği

Solid de yaptığımız modellemede buna yakın sonuçlar vermiştir. Programda ortaya çıkan daha küçük kuvvetin askı bağlantılarından kaynaklanan azalmalar olduğu düşünülmüştür ama sonuçta konsola gelen yükler bu seviyelerdedir.



### 13. SONUÇ

Asansörde en az ray ve kabin hesapları kadar Konsol hesaplarında güvenlik için gereklidir. Rayda yapılan sehim hesaplarının doğru olabilmesi için konsolların ve konsol bağlantı elemanlarının yeterli rijitliği sağlaması gerekir. Aksi durumda yapılan ray hesabı tutmayacak, frenleme ve yüklemelerde problemler yaşanacaktır. Bu tür konsol problemlerinin görülmediği zannedilir, ancak bir çok teste frenlemenin problemleri oluşunda suçlu regülatör ve fren tertibatı olarak ilan edildiğinden, konsol esnemeleri hep gözden kaçmıştır. Ama gerçek hayatta buna benzer olaylarda bundan kaçılmamaktadır. Bir çok yaralanmalı, ölümlü kazalarda esas suçlunun konsollar veya bölme profilleri olduğu bilinmelidir. Yapılan onca hesabın içinde konsolların arada koybolmaması dileğiyle. Bu konunun gerekli önemi kazanacağına inanıyoruz.

### KAYNAKLAR

1. **TS EN 81-20 Asansörler** - Yapım Ve Montaj İçin Güvenlik Kuralları - İnsan Ve Yük Taşıma Amaçlı Asansörler - Bölüm 20: İnsan Ve Yük Asansörleri, Ekim 2014
2. **TS EN 81-50 Asansörlerin yapımı ve kurulumu için güvenlik kuralları** - İnceleme Ve Deneyler - Bölüm 50: Asansör Bileşenlerinin Tasarım Kuralları, Hesaplamaları, İncelemeleri Ve Deneyleri, Ekim 2014
3. **TS EN 81-1+A3 Asansörler** - Yapım Ve Montaj İçin Güvenlik Kuralları - Bölüm 1: Elektrikli Asansörler, Mart 2011
4. **TS 1812 Asansörlerin Hesap, Tasarım Ve Yapım Kuralları** (Elektrikle Çalışan İnsan Ve Yük Asansörleri İçin), Aralık 1988
5. **Mukavemet Değerleri**, Kasım 2009 M. GÜVEN KUTAY
6. **Asansör Uygulamaları**, Kasım 2005 SERDAR TAVASLIOĞLU