



T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI

Cephe Akademi Mesleki Gelişim Eğitimi



ALÜMİNYUM

Fiziksel, kimyasal ve mekanik davranış olarak değerlendirildiğinde alüminyum da çelik, bronz, bakır, çinko, kurşun veya titanyum gibi metal sınıfında değerli bir maddedir. Alüminyumu metal olarak değerli yapan özelliklerin başında hafifliği, mukavemeti, geri dönüşüm özelliği, korozyon dayanımı, dayanıklılığı, sünekliği, şekilverilebilirliği ve elektrik-ısı iletkenliği gelir.

Diğer ticari metaller gibi ergitilebilir, dökülebilir, makinada işlenebilir ve ayrıca kolaylıkla dövülebilir.. Endüstrinin pek çok kolunda milyonlarca farklı ürünün yapımında kullanılmakta olup dünya ekonomisi içinde çok önemli bir yeri vardır. Alüminyumdan üretilmiş yapısal bileşenler uzay ve havacılık sanayisi için vazgeçilmezdir.

Hafiflik ve yüksek dayanım özellikleri gerektiren taşımacılık ve inşaat sanayiinde geniş kullanım alanı bulur. Alüminyum kolay soğuyup ısıyı emen bir metal olması nedeniyle özellikle soğutma sanayinde, bakırdan daha ucuz olması ve daha kolay işlenmesi nedeniyle de daha bir çok sektörde yaygın kullanılan bir metaldir.

Alüminyum Malzeme Teknik Mekanik-Statik Özellikleri

Taşıyıcı alüminyum	
Alaşımı: 6063	Isıl işlem: T6
Mekanik özellikleri	
Gerilme mukavemeti: 22 kg/mm ²	Yorulma mukavemeti: 8.5 kg/mm ²
Akma mukavemeti: 18 kg/mm ²	Elastisite modülü E: 7000 kg/mm ²
Kesme mukavemeti: 16.5 kg/mm ²	Genleşme katsayısı (20°C - 200°C): 24x10 ⁻⁶ K

ÇİZELGE 4 Alüminyum ekstrüzyon alaşımlarının mekanik özellikleri

Alaşım ve ısıtıl işlem	Gerilme Dayanımı (MPa)	Akma Sınırı (MPa)	50 mm'deki uzama (%)	Kesme Dayanımı (MPa)	Elastisite Modülü (GPa)
6005-T5	305	270	12	200	69
6005A-T5	305	270	12	200	69
6061-T1	150	90	20	100	69
6061-T4	240	145	22	165	69
6061-T6	310	275	12	205	69
6063-T4	170	90	22	105	69
6063-T5	185	145	12	115	69
6063-T6	240	215	12	150	69
7004-T5	400	340	15	220	72
7005-T53	395	350	15	225	72
7116-T5	360	315	14	200	70
7029-T5	430	380	15	270	70
7129-T5	430	380	14	270	70

6060				
Temper	Akma Mukavemeti (Mpa) min-max	Çekme Mukavemeti (Mpa) min-max	Uzama (%50) min-max	Sertlik(Brinel) min-max
T	50	100	26	25
T8	90	150	26	45
T651	65 -90	130 -160	20	45 -50
	185	220	13	75
	195 -215	245	12	75 -85

6061				
Temper	Akma Mukavemeti (Mpa) min-max	Çekme Mukavemeti (Mpa) min-max	Uzama (%50) min-max	Sertlik(Brinel) min-max
0	55	125	26	40 -30
T4	110 -140	180 -235	16 -21	65
T6	240 -275	260 -310	8 -12	90 -95

6063				
Temper	Akma Mukavemeti (Mpa) min-max	Çekme Mukavemeti (Mpa) min-max	Uzama (%50) min-max	Sertlik(Brinel) min-max
0	50	100	26	25
T1	90	150	24	45
T4	90	160	21	50
T5	110 -175	150 -215	12	60
T6	170 -210	205 -245	12	75
T8	240	260	9	80

Kimyasal Bileşimi								
Fe	Si	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Ti	Diğer
0,10-0,30	0,30-0,6	0,10	0,10	0,35-0,6	0,15	0,05	0,10	0,05

Mekanik Özellikler				
Temper	Akma Mukavemeti (MPa)	Çekme Mukavemeti (MPa)	Uzama (%50)	Sertlik (brinel)
-	min-max	min-max	min-max	min-max
0	50	100	26	25
T1	90	150	24	45
T4	90	160	21	50
T5	110-175	150-215	12	60
T6	170-210	205-245	12	75
T8	240	260	9	80

Uygulama Alanları	Karakteristik Özellikleri:	Ürün Şekilleri:
- Mimari uygulamalar	- Korozyon dayanımı yüksek	- Folyo
- Pencere	- Kaynak kabiliyeti çok iyi	- Tel
- Kapı	- Yorulma dayanımı yüksek	- Çubuk
- Perde duvarları	- T4 ısıtım işlem formunda iyi soğuk	- Boru
- İç bağlantı elemanları	şekillenebilir özelliği kazanır	- Profil Çeşitleri
- Bina iskelet sistemleri	- Çok katlı parçalar için uygun	
- Lambalar		
- Merdivenler		
- Merdiven korkulukları		
- Soğutucu bölümler		
- Elektronik bölümler		
- Elektronik modüller		
- Elektromotor gövdeleri		
- Radyotör uygulamaları		
- Esnek montaj sistemleri		
- Özel makine ekipmanları		
- Kamyon var treyler döşemeleri		
- Pnöromatik montaj uygulamaları		
- Sulama boruları		
- Mobilya ve ofis ekipmanları		
- Eşanjör uygulamaları		

Kimyasal Bileşimi									
Fe	Si	Cr	Mn	Mg	Zn	Cu	Ti	Diğer	Al
0,5	0,6-1,0	0,1	0,2-0,8	0,8-1,2	0,25	0,6-1,1	0,1	0,15	Kalan

Mekanik Özellikler				
Temper	Akma Mukavemeti (MPa)	Çekme Mukavemeti (MPa)	Uzama (%50)	Sertlik (brinel)
-	min-max	min-max	min-max	min-max
0	103-228	55-124	26	30
T4	110-140	180-230	24	65
T6	240-270	260-310	20	95

Uygulama Alanları	Karakteristik Özellikleri:	Ürün Şekilleri:
- Savunma Sanayi	- Yüksek sertlik iyi iyileştirilebilirlik	- Levha
- Uçak Sanayi	-Korozyon dayanımı yüksek	- Çubuk Boru
- Demiryolu vagonlarında ağır yapılar	- İyi kaynak yapılabilir.	- Lama
- Kamyon korkulukları		- Tel
- Gemi inşaat sektörü		- Profil çeşitleri
- Köprüler		
- Askeri köprüler		
- Boru		
- Taşımacılık		
- Kazan imalatı		
- Motorbotları		
- Uzay uygulamaları		
- Helikopter pervane kaplaması		
- Perçin		
- Pilon		
- Kule		

Kimyasal Bileşimi

Fe	Si	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Zi	Diğer
0,35	0,2-0,6	0,1	0,1	0,45-0,9	0,1	0,1	0,15	0,15

Mekanik Özellikler

Temper	Akma Mukavemeti (MPa) min-max	Çekme Mukavemeti (MPa) min-max	Uzama (%50) min-max	Sertlik (brinel) min-max
0	50	100	26	25
T1	90	150	24	45
T4	90	160	21	50
T5	110-175	150-215	12	60
T6	170-210	205-245	12	75
T8	240	260	9	80

Uygulama Alanları

- Mimari uygulamalar
- Pencere
- Kapı
- Perde duvarları
- İç bağlantı elemanları
- Bina iskelet sistemleri

Karakteristik Özellikleri:

- Korozyon dayanımı yüksek
- Kaynak kabiliyeti çok iyi
- Yorulma dayanımı yüksek
- T4 ısıtım işlem formunda iyi
- Soğuk şekillenebilir özelliği kazanır
- Çok karışık parçalar için uygun

Ürün Şekilleri:

- Folyo
- Tel
- Çubuk
- Boru
- Profil Çeşitleri

- Lambalar
- Merdivenler
- Merdiven korkulukları
- Soğutucu bölümler
- Elektronik bölümler
- Elektronik modüller
- Elektromotor gövdeleri
- Radyotör uygulamaları
- Esnek montaj sistemleri
- Özel makine ekipmanları
- Kamyon var treyler döşemeleri
- Pnömatik montaj uygulamaları
- Sulama boruları
- Mobilya ve ofis ekipmanları
- Eşanjör uygulamaları

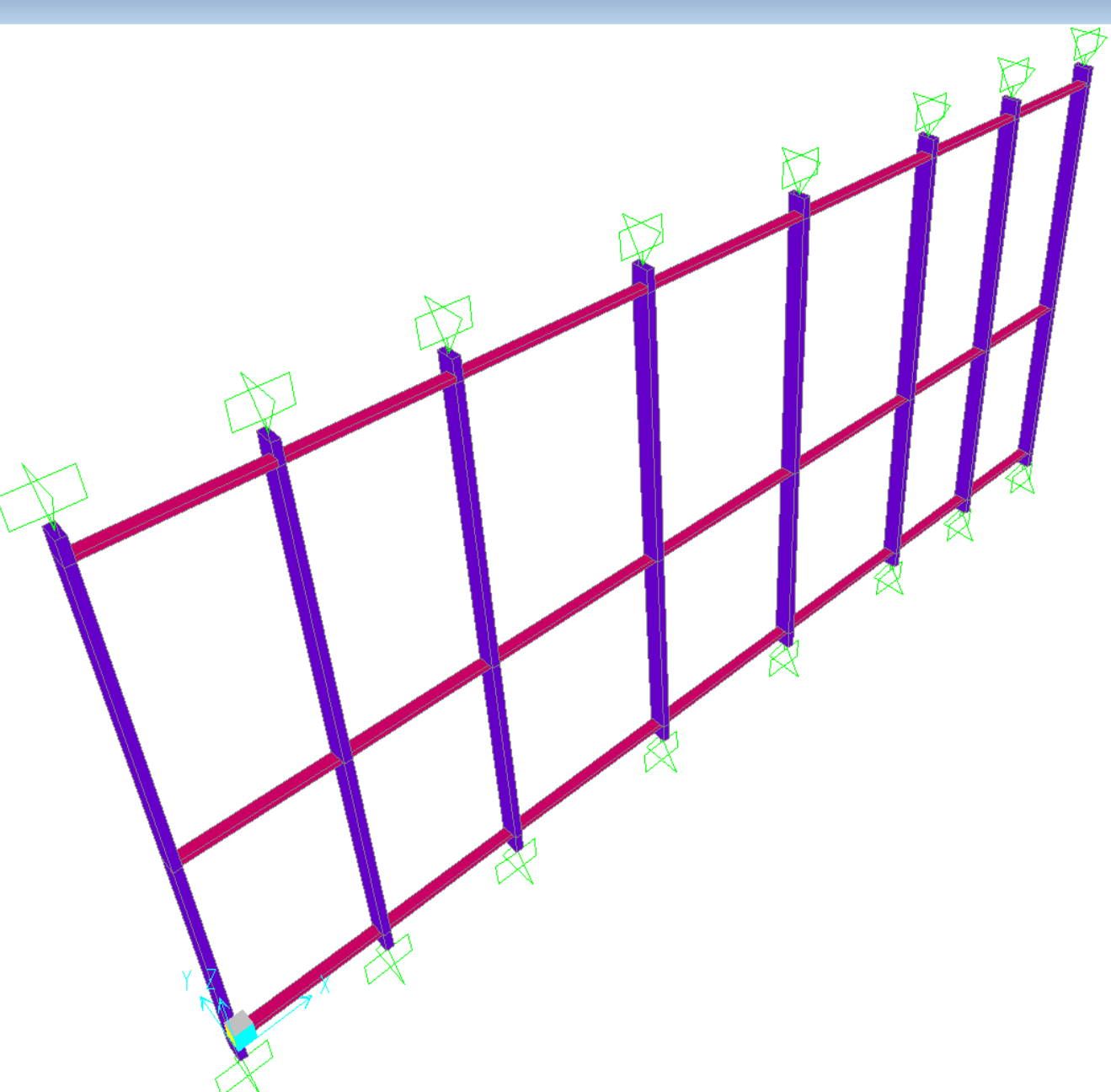
Çelik Malzeme Türleri ve Mekanik Özellikleri

GENEL YAPI ÇELİKLERİ MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Malz. No.	DIN (Eski)	DIN (Yeni)	SAE/AISI	ÇEKME DAYANIMI (Mpa)		AKMA SINIRI (≥ Mpa)					KOPMA UZAMASI (şekillendirme yönü-dik doğrultu) (≥ %)		
				< 3 mm	≥3 mm	≤16 mm	≥16 mm	≥40 mm	≥63 mm	≥80 mm	≤3 mm	≤40 mm	≤63 mm
					≤100 mm		≤40 mm	≤63 mm	≤80 mm	≤100 mm	≥40 mm	≥63 mm	≥100 mm
1.0035	St 33	S185	-	310 - 540	290 - 510	185	175	-	-	-	16	-	-
1.0037	St 37-2	S235JR	-	360 - 510	340 - 470	235	225				26	25	24
1.0036	USt 37-2	S235JRG1	A570Gr.33,36	360 - 510	340 - 470	235	225	215	215	195	26	25	24
1.0038	RSt 37-2	S235JRG2	A570Gr.36	360 - 510	340 - 470	235	225	215	215	215	26	25	24
1.0116	St 37-3	S235J2G3	A284Gr.D	360 - 510	340 - 470	235	225	215	215	215	26	25	24
1.0044	St 44-2	S275JR	A570Gr.40	430 - 580	410 - 560	275	265	255	245	235	22	21	20
1.0144	St 44-3	S275J0	A573Gr.70	430 - 580	410 - 560	275	265	255	245	235	22	21	20
1.0570	St 52-3	S355J0	-	510 - 680	490 - 630	355	345	335	325	315	22	21	20
1.0050	St 50-2	E295	A570Gr.50	490 - 660	470 - 610	295	285	275	265	255	20	19	18
1.0060	St 60-2	E335	-	590 - 770	570 - 710	335	325	315	305	295	16	15	14
1.0070	St 70-2	E360	-	690 - 900	670 - 830	360	355	345	335	325	11	10	9

Aluminyum Taşıyıcı Sistemlerde Statik Hesap

- Sistem Tasarımı
- Taşıyıcı Sistemin Belirlenmesi(Taşıyıcı Sistem Türleri)
- Hesap Modelinin Oluşturulması
- Malzeme-Kesit-Yük ve Yükleme Durumları
- Projelendirmede Uyulması Gereken Standartlar ve Kurallar
- TS-498; TS-EN 1991-1-3:Nisan-2007 “Kar” TS-EN 1991-1-4: Aralık-2007"Rüzgar“ standartlarının projelendirmede kullanılması
- Örnek Proje Üzerinden Statik Tasarımın Detaylı Anlatımı



Alüminyum Malzeme(6063-T6): $\delta_{em}=900 \text{ kg/cm}^2$

Birim Hacim Ağırlığı: $\chi= 2.700 \text{ kg/m}^3$

Akma Sınır Değeri: $\delta_{y,em}=150 \text{ N/mm}^2$

Kopma Sınır Değeri: $\delta_{u,em}=225 \text{ N/mm}^2$

Elastisite Modülü: $\mu=70.000 \text{ N/mm}^2$

**H: Yapı (konstrüksiyon)
yüksekliği**

Rüzgar
Yükleri;

H (m)

artırılmış yük değeri

$q_w = 50 \text{ kg/m}^2$ 0~8 = $50 \times 1.2 \Rightarrow 60 \text{ kg/m}^2$

$q_w = 80 \text{ kg/m}^2$ 8~20 = $80 \times 1.2 \Rightarrow 96 \text{ kg/m}^2$

$q_w = 110 \text{ kg/m}^2$ 20~100 = $110 \times 1.2 \Rightarrow 132 \text{ kg/m}^2$

hesap yapılan yapı $H_{max} = 22.50 \text{ m}$ olduğundan;

1- YÜK DEĞERLERİ
 $q_r \text{ max} = 96 \text{ kg/m}^2$

a) Rüzgar Yüğü: Maksimum $q_r = 96 \text{ kg/m}^2$

b) Cam+kaplama Yüğü: $Q_{cam+kaplama} = 50 \text{ kg/m}^2$

Yatay ve Düşey Taşıyıcı Profillerden Oluşan Bir Alüminyum-Cam Giydirme Cephe Şematik Görünüşü(Hesap Modeli)

GC1 CEPHESİ ALUMİNYUM PROFİL ANALİZİ Hesap yapılan kısımda; alüminyum düşey profiller, döşeme üstünden 330 cm yükselerek; bir üst katın döşemesi altından 105 cm sarkacak şekilde, çelik kutu profillerden oluşturulmuş kompozit panel kaplama taşıyıcı karkasına mesnetlenmektedir. Alüminyum düşey profiller; yatayda 925/950/1256.7x3/950/925 mm arayla yerleştirilmiş, cephe düzleminde düşeyde de(z-doğrultusu) alt uçtan; 125/1325/1725 mm arayla yatay alüminyum profillerle birbirlerine bağlanmıştır. Bu hesap raporu tarif edilen bu alüminyum cephe sisteminin statik tahkik sonuçlarını içermektedir.

Buna göre:

$$Q_{\text{sabit}} = 50 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow 50 \cdot (1.725 + 1.325) / 2 = 76 \text{ kg/m (ara yatay profil)}$$

$$Q_{\text{sabit}} = 50 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow 50 \cdot (0.125 + 1.325) / 2 = 37 \text{ kg/m (alt yatay profil)}$$

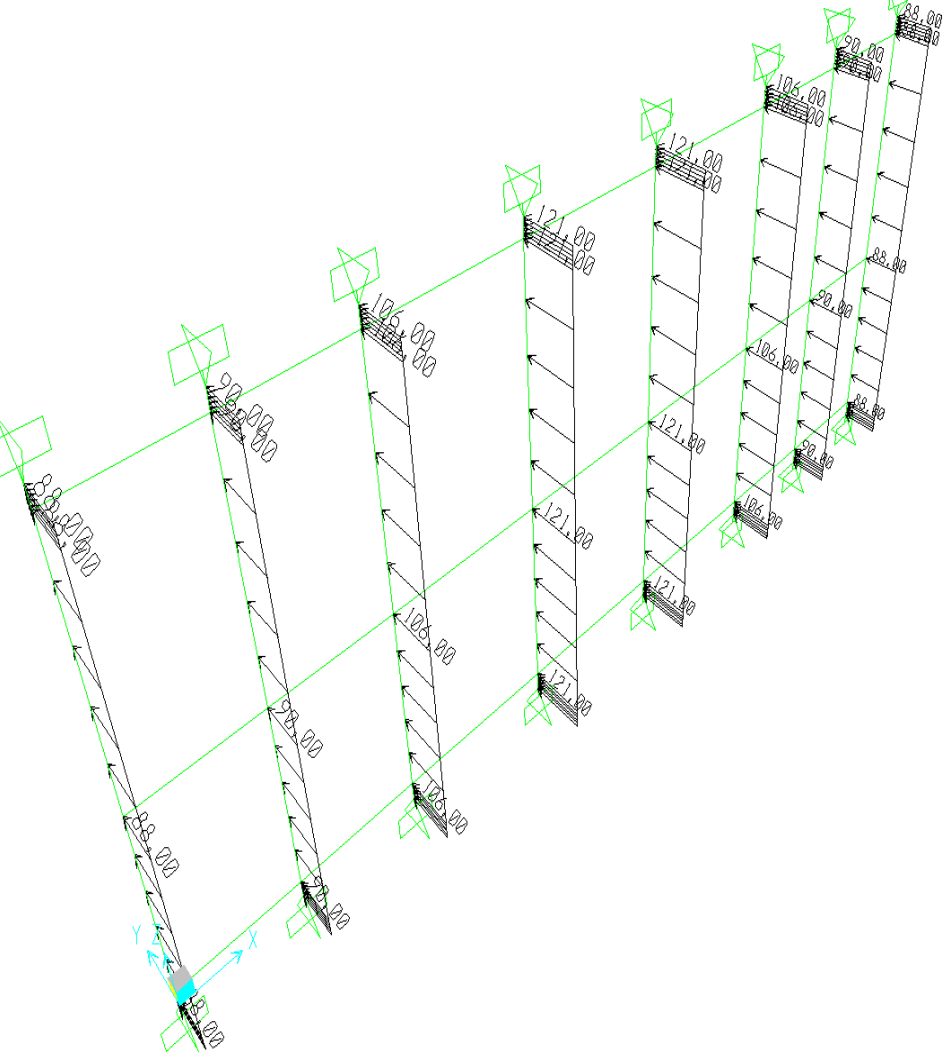
$$Q_{\text{sabit}} = 50 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow 50 \cdot (0.125 + 1.725) / 2 = 47 \text{ kg/m (üst yatay profil)}$$

$$Q_{\text{rüzgar}} = 96 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow 96 \cdot 0.925 = 88 \text{ kg/m (sol-sağ kenar düşey profil)}$$

$$Q_{\text{rüzgar}} = 96 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow 96 \cdot (0.925 + 0.95) / 2 = 90 \text{ kg/m (sol-sağ kenardan 2. düşey profil)}$$

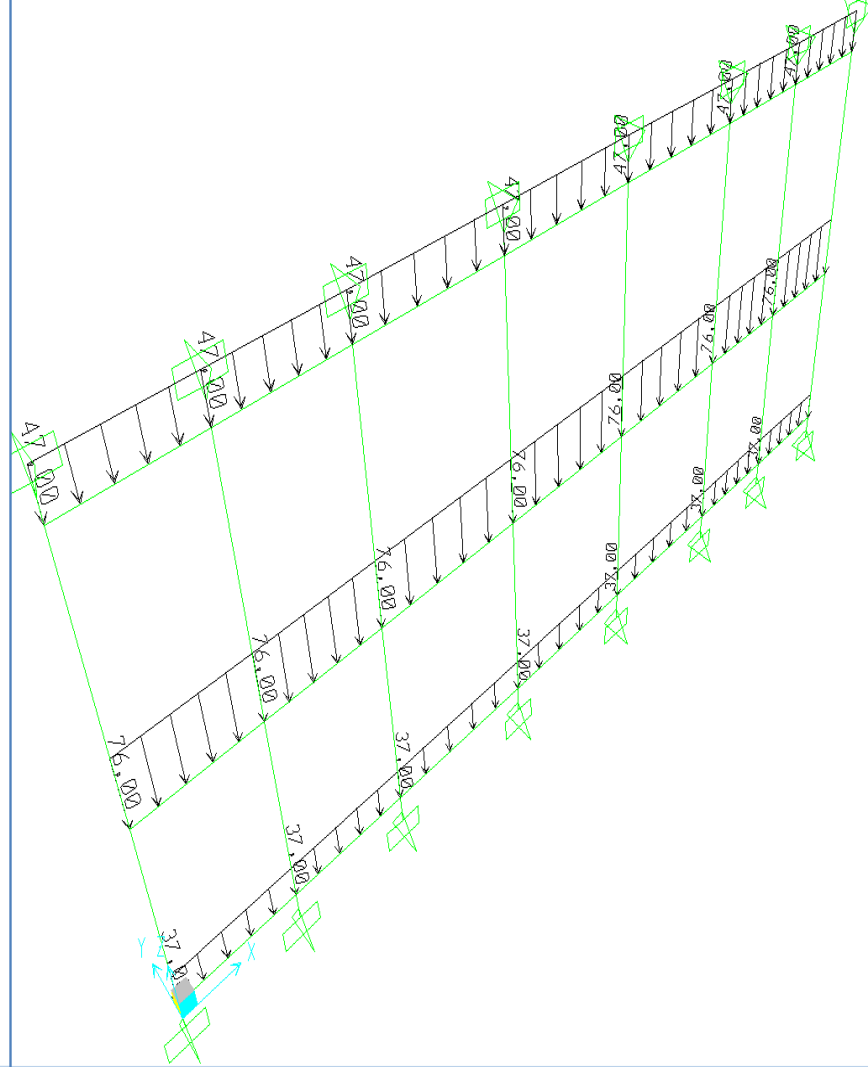
$$Q_{\text{rüzgar}} = 96 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow 96 \cdot (0.95 + 1.26) / 2 = 106 \text{ kg/m (sol-sağ kenardan 3. düşey profil)}$$

$$Q_{\text{rüzgar}} = 96 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow 96 \cdot (1.26) / 2 = 121 \text{ kg/m (sol-sağ kenardan 3. düşey profil)}$$



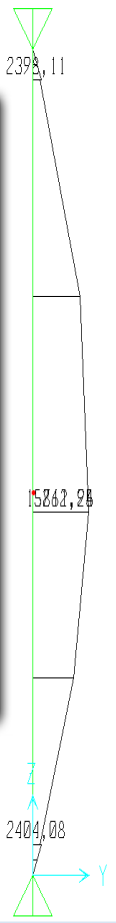
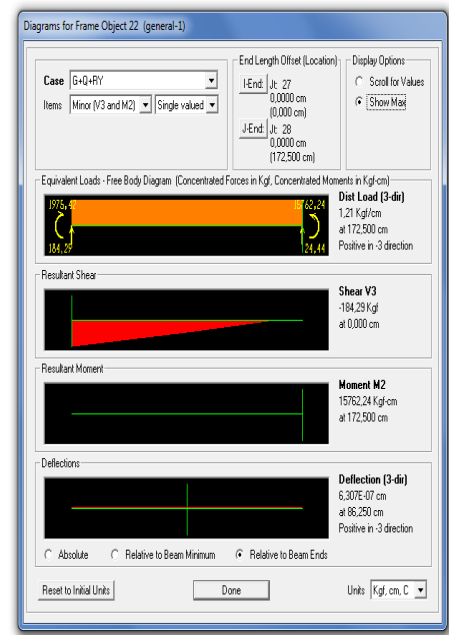
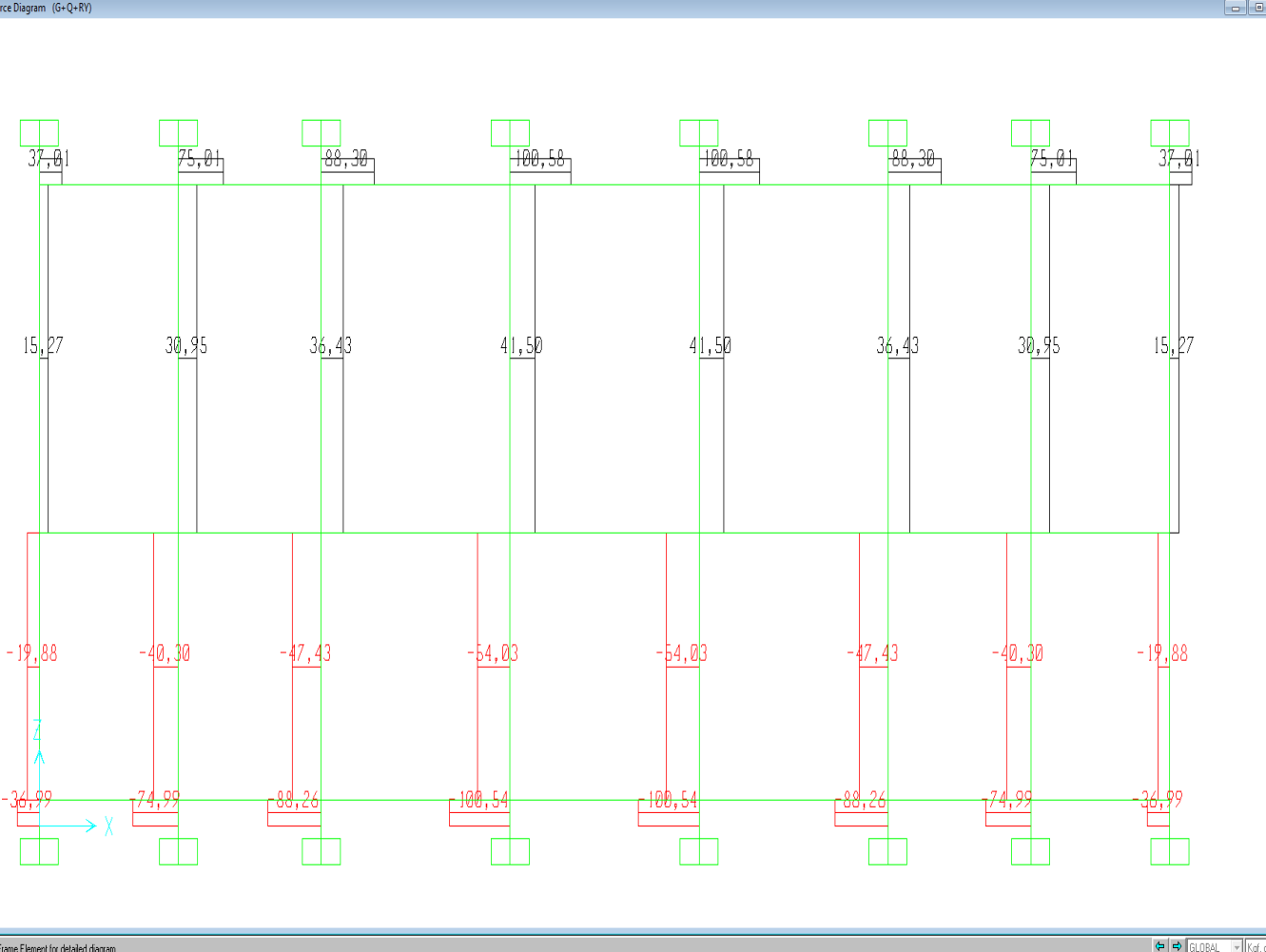
GLOBAL Kgf. m

Cephe Rüzgar Yükleme Görünüşü



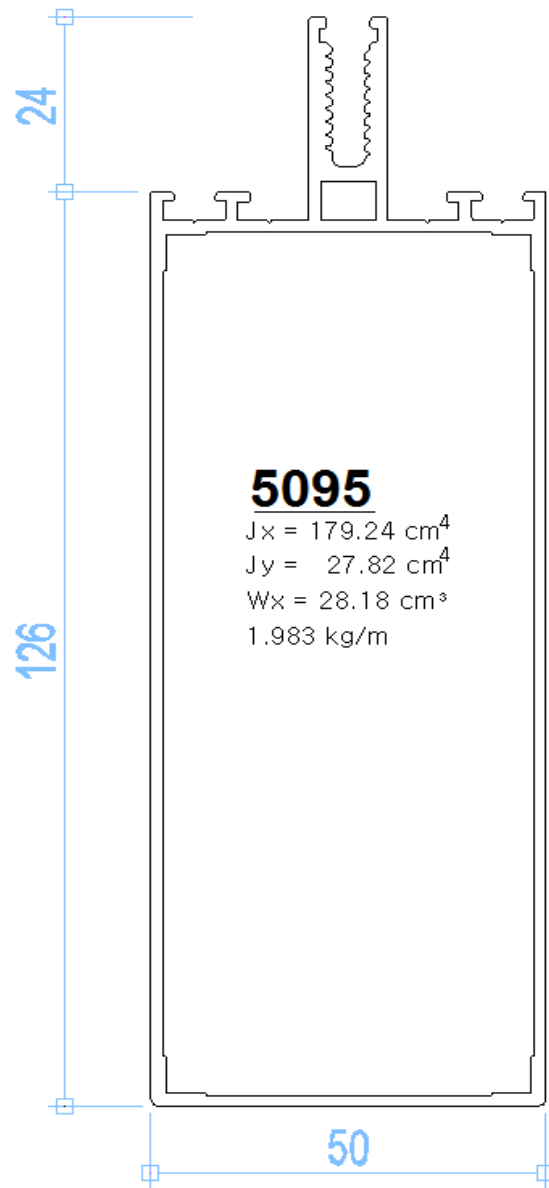
GLOBAL Kgf. m

Cephe Cam-Kaplama Yükleme Görünüşü



Düsey Profillerde Aksel Yük Değerleri

Düsey Profillerde Maksimum Eğilme Momenti Değeri



Düşey Profil İçin:

$$M_{max} = 15762.24 \text{ kgcm}$$

$$N_{max} = 100.54 \text{ kg}$$

Kullanılan Düşey Alüminyum Profil: **126 mm**

$$I_{x-x} = 179.24 \text{ cm}^4$$

$$I_{y-y} = 27.82 \text{ cm}^4$$

$$W_{x-x} = 28.18 \text{ cm}^3$$

$$A_c = 7.315 \text{ cm}^2$$

Gerilme: $\delta_{max} = M_{max}/W_x + N_{max}/A_c = < \delta_{y,em} = 900 \text{ kg/cm}^2$ olmalıdır!

$$\delta_{max} = \frac{15762.24}{28.18} + \frac{100.54}{7.315} = 573.084 \text{ kg/cm}^2 < \delta_{y,em} = 900 \text{ kg/cm}^2$$

$\delta_{max} = 573.084 \text{ kg/cm}^2 < \delta_{y,em} = 900 \text{ kg/cm}^2$ gerilme sınırın altında, **kesit yeterli.!**

Sehim Tahkiki:

Sehim Sınır Değeri: L/200

$$f_{sehim} = \frac{5}{384} \frac{q l^4}{EI} = \frac{5}{384} \times \frac{121 \times 330^4}{0.70 \times 10^8 \times 179.24}$$

$$f_{sehim} = 1.48 \text{ cm} < L/200 \text{ olmalı...!!!}$$

$$f_{sehim} = 1.48 \text{ cm} < L/200 = 330/200 = 1.65 \text{ cm} \text{ **sehim uygun...!!!**}$$

$$f_{sehim} = 1.48 \text{ cm} = 14.8 \text{ mm} < 15 \text{ mm} \text{ **sehim sınır değerinin altında...!!!**}$$

Kullanılan Profil Kesiti(Düşey)

