

YÜK HESAPLAMALARI ve İLGİLİ TEKNİK BİLGİLER

Binaların cephelerinin örtülmesinde çeşitli cephe kaplama malzemeleri yanında giydirme cephe sistemleri de kullanılmaktadır.

Sistemlerde kullanılan taşıyıcı alüminyum profillerin dinamik rüzgar yükleri ile cam ağırlıklarını taşıyabilme yeterliliğine sahip olmaları zorunludur. Bu yeterliliğin tahkik edilebilmesi için öncelikle sistemdeki taşıyıcı elemanları etkileyen yüklerin tesbiti ve bu yükler altında elemanlarda oluşan tesirlerin hesaplanması gerekmektedir. Profillerde oluşan max. yükler ve kritik sehimler tesbit edildiğinde kullanılacak profillerin minimum atalet momentleri (Imin) hesaplanır ve atalet momenti, gerekli olan minimum atalet momentinden büyük olan profillerin seçimi yapılır.

Giydirme cephe projelendirmesinde tahkiki yapılması gerekli görülen yüklemeler ve hesaplamalar şu şekildedir;

1. Rüzgar Yükleme
2. Düşey Cam Yükleme
3. Deprem Yükleme
4. Kar Yükleme

1. RÜZGAR YÜKLEMESİ

Cephe sistemleri rüzgar yüklerine maruz kalırlar. Rüzgar, cam yüzeyi aracılığı ile taşıyıcı kayıtlar üzerine belirli bir kuvvet iletir. Mesnetlenmiş olan taşıyıcı profil bu kuvvet etkisinde sehim yapar. Taşıyıcı profillerin sahip oldukları atalet momenti (Ix) arttıkça oluşan sehim de azalır. Bu sehimlerin kabul gören sehim şartlarını (şartnamelere yada ülkelerin standartlarına göre değişebilir) aşmaması için profillerin sahip olmaları gereken minimum atalet momenti (Imin) hesaplanması profil seçiminde uygun bir yol olacaktır.

RÜZGAR YÜKÜ (W) TAYİNİ;

Yapının etkilenen yüzeyinin birim alanına tesir eden rüzgar yükü $W = c \times q \times \sin \alpha$ olarak hesaplanır. Burada;

- q = Rüzgar Yükleme
 α = Rüzgar Yönünün Yapıya Açısı
c = Rüzgar Yüğü Katsayısı

Tahkik edilecek yapının yüksekliği, geometrisi ve bulunduğu bölge şartları rüzgar yükü değerini etkiler. Rüzgar yükünün (W) hesaplanmasına ilişkin veriler TS-498 dikkate alınarak aşağıda verilmiştir. Ancak şartnamelerde farklı rüzgar yüklerinin tahkiki de istenebilir.

TABLO 1 - RÜZGAR YÜKÜNÜN (W) HESAPLANMASINA İLİŞKİN VERİLER

Zeminden Yükseklik m	*Rüzgar Hızı km/h	*Rüzgar Yüklemesi (q) kN/m ²	Rüzgar Yüğü (W) kN/m ² **(Genel Yapılarda) 1.2 x q	Rüzgar Yüğü (W) kN/m ² **(Kule Tipi Yapılarda) 1.6 x q
0 - 8	100.8	0.5	0.6	0.8
9 - 20	129.6	0.8	0.96	1.28
21 - 100	151.2	1.1	1.32	1.76
> 100	165.6	1.3	1.56	2.08

Şartnemelerde farklı bir rüzgar hızı için tahkik yapılması istendiğinde rüzgar yüklemesi aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$* \text{ Rüzgar Yükleme (q) kN/m}^2 = \left(\frac{\text{Rüzgar Hızı km/h}}{3.6} \right)^2 / 1600 = (\text{Rüzgar Hızı m/sn})^2 / 1600$$

** Rüzgar yüğü katsayısı (c);

Genel Yapılarda (Binanın boyu / Bina eni < 5 ise) c = 1.20 alınmalıdır

Kule Tipi Yapılarda (Binanın boyu / Bina eni > 5 ise) c = 1.60 alınmalıdır

İZİN VERİLEN MAKSİMUM SEHİMİN TAYİNİ

Taşıyıcı profillerin, üzerlerinde bulunan camlar da dikkate alınarak maruz kalabilecekleri maksimum sehimlerin tayininde öncelikle ilgili şartname ve ülke standartları dikkate alınmalıdır. Mart 2005 TS EN 13830 standardı madde 4.1 uyarınca "Giydirme cephelerin taşıyıcı elemanlarının ön yüzlerinde meydana gelen en büyük sehim L/200 veya 15mm'den hangisi küçükse o değeri aşmamalıdır. Bu sehim EN 13116 ya uygun olarak giydirme cephe taşıyıcı elemanlarının binanın taşıyıcı sistemine mesnetlendiği veya ankrajlandığı noktalar arasında (L) ölçülür."

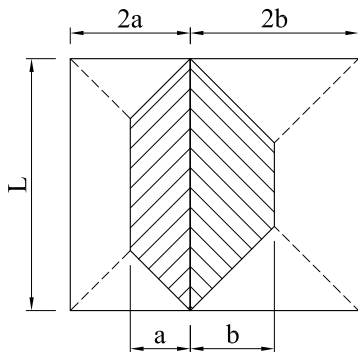
MİNİMUM ATALET MOMENTİ (I_{min}) HESABI

Mesnetleme durumu da göz önünde tutularak tek ve çift açıklıklarda I_{min} hesaplama formülleri bu başlıkta verilmiştir. Formül kullanmak yerine tablo yardımı ile I_{min} hesaplanmak için sayfa 200 - 201'e bakınız. Hesaplanan I_{min} değerleri ile profil seçmek için kataloğun B.PROFİLLER bölümünden faydalanmalıdır. Aşağıdaki tablo tüm taşıyıcı profillerin özelliklerinin özetini içerir.

(TABLO 2) TAŞIYICI PROFİLLERİN ÖZELLİKLERİ

Profil Numarası	Ağırlık (Kg/m)	I _x Değeri (cm ⁴)	I _y Değeri (cm ⁴)	Profil Numarası	Ağırlık (Kg/m)	I _x Değeri (cm ⁴)	I _y Değeri (cm ⁴)
26121-18	1.393	28.64	13.91	26133-20	2.336	128.42	28.56
26122-18	1.800	31.25	31.25	26134-20	2.607	214.96	34.33
26123-16	1.538	60.97	17.91	26143-30	4.162	600.89	59.25
26123-20	1.783	67.09	20.73	26142-30	5.238	762.91	69.71
26124-16	1.753	111.57	22.60	26111-16	1.238	21.64	13.16
26124-20	2.054	123.76	26.50	26111-20	1.389	23.72	14.91
26125-16	1.969	182.16	27.29	26112-16	1.524	64.02	19.35
26125-20	2.275	203.41	32.26	26112-20	1.747	71.24	22.52
26125-30	3.027	255.25	44.82	26113-16	1.741	115.93	24.04
26141-30	5.216	723.34	70.75	26113-20	2.018	130.03	28.28
26131-20	1.794	30.10	17.04	26114-16	1.958	187.76	28.72
26132-20	2.065	67.97	22.80	26114-20	2.289	211.98	34.04

TRAPEZ YÜK ESASINA GÖRE I_{min} HESABI



$$I_{min} = (I_a + I_b)$$

$$I_a = \frac{W \times a \times L^4}{1920 \times 10^4 \times E \times f} \left[5 - 4 \times \left(\frac{a}{L} \right)^2 \right]^2$$

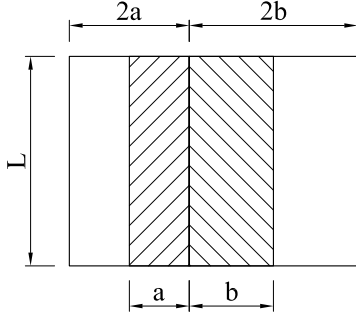
$$I_b = \frac{W \times b \times L^4}{1920 \times 10^4 \times E \times f} \left[5 - 4 \times \left(\frac{b}{L} \right)^2 \right]^2$$

- f =(cm) İzin Verilen max. Sehım
W =(kN/m²) Rüzgar Yüğü
a =(cm) Aks Aralığı / 2
b =(cm) Aks Aralığı / 2
E =(kN/cm²) Elastisite Modülü
I =(cm⁴) Atalet Momenti
L1 =(cm) Max. Cam Kenarı Boyu
L =(cm) Mesnet Mesafesi

(L mesnetler arasındaki mesafedir, düşey taşıyıcı boyu olarak algılanmamalıdır)

Esas olarak camın her noktasına eşit rüzgar yükü geldiği varsayılır ise çerçevenin 4 tarafında paylaşılacak rüzgar yükü trapez yük esasına göre bulunur. Ancak yatay kayıtlara etki edecek olan rüzgar yükünün düşey kayıtlara aktarılacağından dolayı cephe sistemlerinde yayılı yük esasını kullanmak yanıltıcı olmayacaktır.

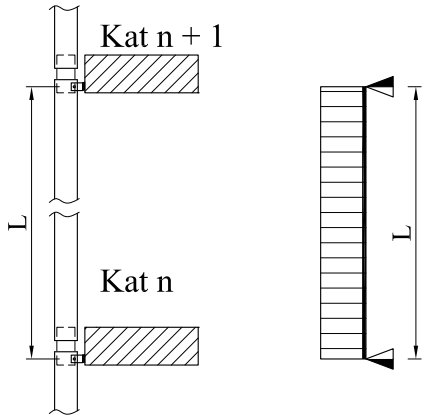
YAYILI YÜK ESASINA GÖRE İmin HESABI



- f =(cm) Şehim
 W =(kN/m²) Rüzgar Yüğü
 a =(cm) Aks Aralığı / 2
 b =(cm) Aks Aralığı / 2
 L =(cm) Mesnet Mesafesi
 E =(kN/cm²) Elastisite Modülü
 I =(cm⁴) Atalet Momenti

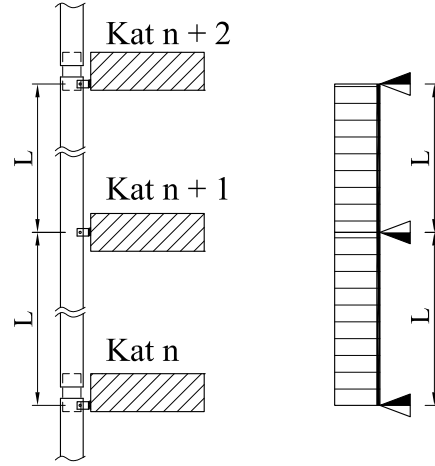
$$E_{\text{alüminyum}} = 7000 \text{ kN/cm}^2 = 700000 \text{ Kg/cm}^2$$

YAYILI YÜKTE TEK AÇIKLIK İÇİN



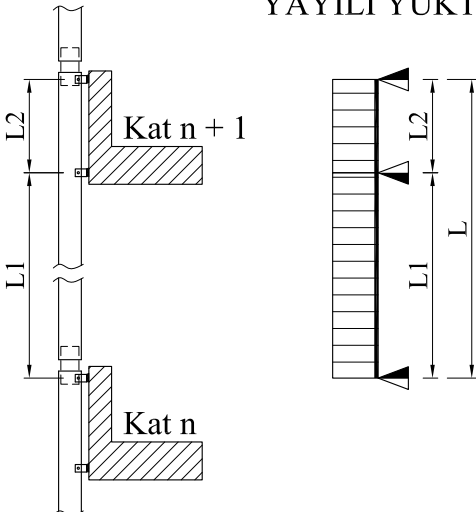
$$I_{\text{min}} = \frac{5 \times W \times (a+b) \times L^4}{384 \times 10^4 \times E \times f}$$

YAYILI YÜKTE EŞİT ÇİFT AÇIKLIK İÇİN



$$I_{\text{min}} = \frac{5 \times W \times (a+b) \times L^4}{922 \times 10^4 \times E \times f}$$

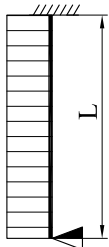
YAYILI YÜKTE EŞİT OLMAYAN ÇİFT AÇIKLIK İÇİN



$$\frac{L_2}{L_1} \geq 0.2 \quad I_{\text{min}} = \frac{W \times (a+b) \times L_1^2}{384 \times 10^4 \times E \times f} \times (9 \times L \times L_1 - 3L^2 - 4L_1^2)$$

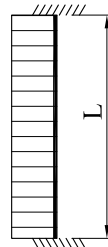
$$\frac{L_2}{L_1} < 0.2 \quad \text{Tek mesnedi ankastre formülüne göre hesaplanacaktır.}$$

TEK MESNEDİ ANKASTRE



$$I_{\text{min}} = \frac{W \times (a+b) \times L^4}{185 \times 10^4 \times E \times f}$$

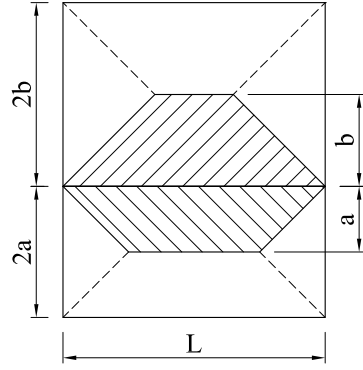
İKİ MESNEDİ ANKASTRE



$$I_{\text{min}} = \frac{W \times (a+b) \times L^4}{384 \times 10^4 \times E \times f}$$

(TABLO 3) TRAPEZ YÜK ESASINA GÖRE MİNİMUM ATALET MOMENTİ HESAPLAMA TABLOSU

$\frac{a,b}{L}$	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
100	0.7	1.0	1.1	1.2										
110	0.9	1.3	1.6	1.7										
120	1.2	1.7	2.1	2.4										
130	1.6	2.2	2.8	3.2	2.5									
140	2.0	2.8	3.6	4.1	3.4	4.6								
150	2.4	3.5	4.5	5.2	5.7	6.0								
160	3.0	4.3	5.5	6.5	7.2	7.7	7.8							
170	3.6	5.2	6.7	7.9	8.9	9.6	9.9							
180	4.3	6.2	8.0	9.6	10.8	11.7	12.3	12.5						
190	5.0	7.4	9.5	11.4	13.0	14.2	15.0	15.5						
200	5.9	8.6	11.2	13.4	15.4	17.0	18.1	18.8	19.0					
210	6.8	10.0	13.0	15.7	18.1	20.0	21.5	22.6	23.1					
220	7.8	11.5	15.0	18.2	21.0	23.4	25.3	26.7	27.6	27.9				
230	8.9	13.2	17.2	21.0	24.3	27.2	29.5	31.4	32.6	33.2				
240	10.2	15.0	19.7	24.0	27.8	31.3	34.2	36.5	38.1	39.2	39.5			
250	11.5	17.0	22.3	27.2	31.7	35.7	39.2	42.0	44.2	45.7	46.4			
260	13.0	19.2	25.2	30.8	36.0	40.6	44.7	48.1	50.8	52.8	54.0	54.4		
270	14.5	21.5	28.3	34.6	40.5	45.9	50.6	54.7	58.0	60.6	62.3	63.2		
280	16.2	24.1	31.6	38.8	45.5	51.6	57.1	61.9	65.9	69.0	71.3	72.7	73.2	
290	18.0	26.8	35.2	43.2	50.8	57.7	64.0	69.6	74.3	78.2	81.1	83.1	84.1	
300	19.9	29.7	39.0	48.0	56.5	64.3	71.5	77.9	83.4	88.0	91.7	94.3	95.9	96.4
310	22.8	33.8	44.6	54.9	64.7	73.8	82.1	89.6	96.3	101.9	106.5	109.9	112.3	113.5
320	25.8	38.5	50.7	62.5	73.7	84.2	93.9	102.7	110.5	117.3	122.9	127.4	130.6	132.5
330	29.2	43.5	57.5	70.9	83.6	95.7	106.8	117.1	126.3	134.3	141.1	146.7	150.9	153.7
340	33.0	49.1	64.8	80.0	94.5	108.3	121.1	132.9	143.6	153.0	161.2	168.0	173.3	177.2
350	37.0	55.2	72.9	90.0	106.5	122.1	136.7	150.2	162.6	173.6	183.3	191.5	198.1	203.1
360	41.5	61.8	81.7	101.0	119.5	137.1	153.7	169.2	183.4	196.2	207.5	217.2	225.3	231.7
370	46.3	69.0	91.2	112.8	133.6	153.5	172.3	189.8	206.0	220.8	233.9	245.4	255.1	263.0
380	51.5	76.8	101.6	125.7	149.0	171.3	192.4	212.3	230.7	247.6	262.8	276.1	287.7	297.2
390	57.1	85.3	112.8	139.7	165.7	190.6	214.3	236.7	257.5	276.7	294.1	309.6	323.1	334.5
400	63.2	94.4	125.0	154.8	183.7	211.5	238.0	263.0	286.5	308.2	328.1	345.9	361.6	375.1
450	101.4	151.5	200.8	249.3	296.5	342.3	386.5	428.8	469.1	507.2	542.8	575.7	605.9	633.2
500	154.6	231.2	306.9	381.3	454.4	525.7	594.9	661.9	726.2	787.8	846.3	901.5	953.2	1001.2
550	226.5	338.8	450.1	559.9	667.9	773.9	877.3	978.0	1075.5	1169.6	1260.0	1346.3	1428.2	1505.6
600	320.9	480.2	638.3	794.7	948.9	1100.6	1249.4	1394.8	1536.5	1674.1	1807.1	1935.3	2058.3	2175.7
650	442.1	661.8	880.1	1096.4	1310.1	1520.9	1728.2	1931.6	2130.6	2324.7	2513.5	2696.5	2873.3	3045.5
700	594.7	890.6	1184.8	1476.6	1765.5	2051.0	2332.4	2609.3	2881.0	3147.0	3406.9	3660.0	3905.9	4144.0
750	783.8	1174.1	1562.3	1947.9	2330.2	2708.4	3082.1	3450.4	3812.9	4168.8	4517.5	4858.5	5191.2	5514.9
800	1014.9	1520.4	2023.6	2523.8	3020.3	3512.1	3998.7	4479.3	4953.2	5419.6	5877.8	6327.1	6766.9	7196.5



TABLONUN DÜZENLENMESİNDE ESAS ALINAN KABULLER

$f \leq L/200$ max 15mm
E Alüminyum: 7000 kN/cm² (700000kg/cm²)
Rüzgar Yüğü: $W_0 = 1 \text{ kN/m}^2$ (100kg/m²)

AÇIKLAMA

Seçilen bir W_1 rüzgar yükü L mesnet açıklığı ile 2a ve 2b eksen aralıklarında düşey taşıyıcı seçiminde gerekli olan minimum atalet momenti (Imin) bulunmak istendiğinde;

$I_{min} = (I_a + I_b) \times f_w$ olarak hesaplanmalıdır.

I_a ve I_b tabloda a, b / L matrisinde bulunan değerlerdir. Bu matrisde;

I_a bulunurken a ve L değerleri için, I_b bulunurken de b ve L değerleri için matris okunur.

f_w rüzgar yükü düzeltme faktörüdür ve

$$f_w = \frac{W_1}{W_0} \text{ alınır.}$$

Örnekleme: $W = 1.5 \text{ kN/m}^2$ (150kg/m²) ise;

$$\frac{W_1}{W_0} = \frac{1.5 (150)}{1 (100)} = 1.5 \text{ alınmalı.}$$

Bina yüksekliklerine göre rüzgar yükünün ve düzeltme faktörünün alacağı değerler aşağıdadır;

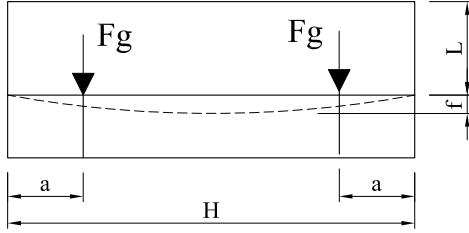
Zeminden Yükseklik	0 - 8	9 - 20	21 - 100	>100
$f_w = W_1 / W_0$	0.6 / 1	0.96 / 1	1.32 / 1	1.56 / 1

(TABLO 4) YAYILI YÜK ESASINA GÖRE MİNİMUM ATALET MOMENTİ HESAPLAMA TABLOSU

 H. STATİK HESAPLAMALAR STATIC CALCULATIONS 201																
L	a,b	TABLONUN DÜZENLENMESİNDE ESAS ALINAN KABULLER $f \leq L/200$ max 15mm E Alüminyum: 7000 kN/cm ² (700000kg/cm ²) Rüzgar Yüğü: $W_0 = 1 \text{ kN/m}^2$ (100kg/m ²)														
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	
100	0.7	1.1	1.5	1.9	2.2	2.6	3.0	3.3	3.7	4.1	4.5	4.8	5.2	5.6		
110	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.4	5.9	6.4	6.9	7.4		
120	1.3	1.9	2.6	3.2	3.9	4.5	5.1	5.8	6.4	7.1	7.7	8.4	9.0	9.6		
130	1.6	2.5	3.3	4.1	4.9	5.7	6.5	7.4	8.2	9.0	9.8	10.6	11.4	12.3		
140	2.0	3.1	4.1	5.1	6.1	7.1	8.2	9.2	10.2	11.2	12.3	13.3	14.3	15.3		
150	2.5	3.8	5.0	6.3	7.5	8.8	10.0	11.3	12.6	13.8	15.1	16.3	17.6	18.8		
160	3.0	4.6	6.1	7.6	9.1	10.7	12.2	13.7	15.2	16.8	18.3	19.8	21.3	22.9		
170	3.7	5.5	7.3	9.1	11.0	12.8	14.6	16.4	18.3	20.1	21.9	23.8	25.6	27.4		
180	4.3	6.5	8.7	10.8	13.0	15.2	17.4	19.5	21.7	23.9	26.0	28.2	30.4	32.5		
190	5.1	7.7	10.2	12.8	15.3	17.9	20.4	23.0	25.5	28.1	30.6	33.2	35.7	38.3		
200	6.0	8.9	11.9	14.9	17.9	20.8	23.8	26.8	29.8	32.7	35.7	38.7	41.7	44.6		
210	6.9	10.3	13.8	17.2	20.7	24.1	27.6	31.0	34.5	37.9	41.3	44.8	48.2	51.7		
220	7.9	11.9	15.8	19.8	23.8	27.7	31.7	35.7	39.6	43.6	47.5	51.5	55.5	59.4		
230	9.1	13.6	18.1	22.6	27.2	31.7	36.2	40.7	45.3	49.8	54.3	58.8	63.4	67.9		
240	10.3	15.4	20.6	25.7	30.9	36.0	41.1	46.3	51.4	56.6	61.7	66.9	72.0	77.1		
250	11.6	17.4	23.3	29.1	34.9	40.7	46.5	52.3	58.1	63.9	69.8	75.6	81.4	87.2		
260	13.1	19.6	26.2	32.7	39.2	45.8	52.3	58.8	65.4	71.9	78.5	85.0	91.5	98.1		
270	14.6	22.0	29.3	36.6	43.9	51.3	58.6	65.9	73.2	80.5	87.9	95.2	102.5	109.8		
280	16.3	24.5	32.7	40.8	49.0	57.2	65.3	73.5	81.7	89.8	98.0	106.2	114.3	122.5		
290	18.1	27.2	36.3	45.4	54.4	63.5	72.6	81.7	90.7	99.8	108.9	118.0	127.0	136.1		
300	20.1	30.1	40.2	50.2	60.3	70.3	80.4	90.4	100.4	110.5	120.5	130.6	140.6	150.7		
310	22.9	34.4	45.8	57.3	68.7	80.2	91.6	103.1	114.5	126.0	137.4	148.9	160.3	171.8		
320	26.0	39.0	52.0	65.0	78.0	91.0	104.0	117.0	130.0	143.0	156.0	169.0	182.0	195.0		
330	29.4	44.1	58.8	73.5	88.2	102.9	117.7	132.4	147.1	161.8	176.5	191.2	205.9	220.6		
340	33.1	49.7	66.3	82.9	99.4	116.0	132.6	149.1	165.7	182.3	198.9	215.4	232.0	248.6		
350	37.2	55.8	74.4	93.0	111.7	130.3	148.9	167.5	186.1	204.7	223.3	241.9	260.5	279.1		
360	41.7	62.5	83.3	104.1	125.0	145.8	166.6	187.5	208.3	229.1	249.9	270.8	291.6	312.4		
370	46.5	69.7	93.0	116.2	139.4	162.7	185.9	209.2	232.4	255.7	278.9	302.1	325.4	348.6		
380	51.7	77.6	103.4	129.3	155.1	181.0	206.9	232.7	258.6	284.4	310.3	336.1	362.0	387.9		
390	57.4	86.1	114.8	143.4	172.1	200.8	229.5	258.2	286.9	315.6	344.3	373.0	401.6	430.3		
400	63.5	95.2	127.0	158.7	190.5	222.2	254.0	285.7	317.5	349.2	381.0	412.7	444.4	476.2		
450	101.7	152.6	203.4	254.3	305.1	356.0	406.8	457.7	508.5	559.4	610.2	661.1	711.9	762.8		
500	155.0	232.5	310.0	387.5	465.0	542.5	620.0	697.5	775.0	852.6	930.1	1007.6	1085.1	1162.6		
550	227.0	340.4	453.9	567.4	680.9	794.3	907.8	1021.3	1134.8	1248.2	1361.7	1475.2	1588.7	1702.1		
600	321.4	482.1	642.9	803.6	964.3	1125.0	1285.7	1446.4	1607.1	1767.9	1928.6	2089.3	2250.0	2410.7		
650	442.7	664.1	885.4	1106.8	1328.2	1549.5	1770.9	1992.3	2213.6	2435.0	2656.3	2877.7	3099.1	3320.4		
700	595.5	893.2	1191.0	1488.7	1786.5	2084.2	2381.9	2679.7	2977.4	3275.2	3572.9	3870.7	4168.4	4466.1		
750	784.7	1177.1	1569.5	1961.8	2354.2	2746.6	3139.0	3531.3	3923.7	4316.1	4708.4	5100.8	5493.2	5885.5		
800	1015.9	1523.8	2031.7	2539.7	3047.6	3555.6	4063.5	4571.4	5079.4	5587.3	6095.2	6603.2	7111.1	7619.0		
Açıklama Seçilen bir W_1 rüzgar yükü L mesnet açıklığı ile 2a ve 2b eksen aralıklarında düşey taşıyıcı seçiminde gerekli olan minimum atalet momenti (I_{min}) bulunmak istendiğinde; $I_{min} = (I_a + I_b) \times f_w$ olarak hesaplanmalıdır. I_a ve I_b tabloda a, b / L matrisinde bulunan değerlerdir. Bu matrisi; I_a bulunurken a ve L değerleri için, I_b bulunurken de b ve L değerleri için matris okunur. $f_w = \frac{W}{W_1}$ alınır. Örnek: $W = 1.5 \text{ kN/m}^2$ (150 kg/m^2) ise; $f_w = \frac{W}{W_1} = \frac{1.5 (150)}{1 (100)} = 1.5$ alınmalı. Bina yüksekliklerine göre rüzgar yükünün ve düzeltme faktörünün alacağı değerler aşağıdadır;																
Zeminden Yükseklik		0 - 8			9 - 20			21 - 100			>100					
$f_w = W_1 / W_0$		0.6 / 1			0.96 / 1			1.32 / 1			1.56 / 1					

2. DÜŞEY CAM YÜKLEMESİ

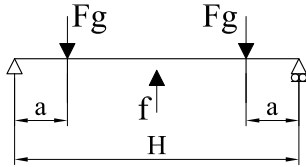
Giydirme cephelerde camların özağırlıklarından dolayı yatay kayıtlar üzerinde de statik tetkikler yapılması gereklidir. Camlar yatay kayıtların üzerine iki noktadan takozlarla oturtulur. Bu durumda yatay kayıtlar üzerinde düşey cam yükleri (F_g) oluşur. Kritik sehîm değeri formûlde yerine koyularak öngörülen kritik sehîm değeri için yatay kaydın sahip olması gereken min atalet momenti (I_y) hesaplanır.



$$F_g = \frac{H \times L}{2} \times Q_g \times d$$

$$1\text{kN} = 1000\text{N} \approx 100\text{kg}$$

- F_g = (Kg) Cam takozlarından birinin camın ağırlığı ile uyguladığı düşey kuvvet
 H = (cm) Yatay kayıt uzunluğu
 L = (cm) Cam yüksekliği
 Q_g = (Kg/cm³) Camın yoğunluğu
 d = (cm) Cam kalınlığı



$$I_y = \frac{F_g \times a}{24 \times E \times f} \times (3 \times H^2 - 4 \times a^2)$$

$$E_{\text{alüminyum}} = 700000 \text{ Kg/cm}^2$$

- I_y = (cm⁴) Yatay taşıyıcı için gerekli atalet momenti
 a = (cm) Yatay kaydın kenarı ile cam takozunun merkezi arasındaki mesafe
 E = (Kg/cm²) Alüminyumun elastisite modülü
 f = (cm) Yatay kayıta izin verilen (güvenli) sehîm (EN-13830; $f \leq L/500$, max 3mm)

Bu formûlde değeri yerine konduğunda bulunan değeri, izin verilen en düşük I_y değeri.

I_y 'nin bilinmesi ve L , h , a 'dan herhangi 2si için değeri verilmesi durumunda bulunacak L , h yada a değeri izin verilen en yüksek değeri.

Düşey cam yüklemesi hesabında cam takozlarını kenarlara yaklaştırmak pozitif etki yapmaktadır. Ancak takozlar arası mesafenin maksimum genişliğine cam takozlama kuralları dikkate alınarak ve cam üreticisi ile görüşerek karar verilmelidir.

(Tablo 5-A) DÜŞEY CAM YÜKÜ TAŞIYAN YATAY KAYIT İÇİN GEREKLİ MIN. ATALET MOMENTİ HESAPLAMA TABLOSU

(Tablo 5-A) DÜŞÜY CAM YUKU İTAŞIYAN YATAY KAYI İÇİN GEREKLİ MIN. ATALET MOMENTİ HESAPLAMA TABLOSU

TABLODAKI KABULLER

f ≤ L/500, max 3mm (EN 13830)
E Alüminyum: 7000 kN/cm²
12mm cam kalınlığı (6-12-6)
a: 15cm (Cam Takoz Mesafesi)
Camın Yoğunluğu: 2700 Kg/m³

AÇIKLAMALAR

I_y min. = I_y x Fk

I_y = Gerekli Atalet Momenti
(Tablo 1-A)

Fk = Cam Kalınlığı Düzeltme
Faktörü (Tablo 1-B)

(Tablo 5-B)

Cam Kalınlığı Düzeltme
Faktörü Tablosu (Fk)

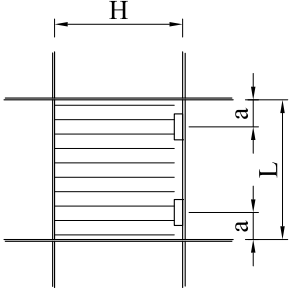
Cam Kalınlığı	Fk
6	0.50
8	0.67
10	0.80
12	1.00
14	1.16
16	1.33
18	1.50
20	1.67
22	1.83
24	2.00

H \ L

	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210
100	0.7	1.0	1.3	1.7	2.1	2.6	3.1	3.6	4.2	4.8	5.9	7.0	8.4	9.8	11.5	13.3
110	0.8	1.1	1.5	1.9	2.3	2.8	3.4	4.0	4.6	5.3	6.4	7.7	9.2	10.8	12.6	14.6
120	0.9	1.2	1.6	2.0	2.5	3.1	3.7	4.3	5.0	5.8	7.0	8.4	10.0	11.8	13.8	16.0
130	0.9	1.3	1.7	2.2	2.7	3.3	4.0	4.7	5.4	6.3	7.6	9.1	10.9	12.8	14.9	17.3
140	1.0	1.4	1.9	2.4	2.9	3.6	4.3	5.0	5.9	6.7	8.2	9.8	11.7	13.8	16.1	18.6
150	1.1	1.5	2.0	2.5	3.2	3.8	4.6	5.4	6.3	7.2	8.8	10.5	12.5	14.8	17.2	20.0
160	1.1	1.6	2.1	2.7	3.4	4.1	4.9	5.8	6.7	7.7	9.4	11.3	13.4	15.7	18.4	21.3
170	1.2	1.7	2.2	2.9	3.6	4.4	5.2	6.1	7.1	8.2	10.0	12.0	14.2	16.7	19.5	22.6
180	1.3	1.8	2.4	3.0	3.8	4.6	5.5	6.5	7.5	8.7	10.5	12.7	15.0	17.7	20.7	23.9
190	1.4	1.9	2.5	3.2	4.0	4.9	5.8	6.8	8.0	9.2	11.1	13.4	15.9	18.7	21.8	25.3
200	1.4	2.0	2.6	3.4	4.2	5.1	6.1	7.2	8.4	9.6	11.7	14.1	16.7	19.7	23.0	26.6
210	1.5	2.1	2.8	3.6	4.4	5.4	6.4	7.6	8.8	10.1	12.3	14.8	17.6	20.7	24.1	27.9
220	1.6	2.2	2.9	3.7	4.6	5.6	6.7	7.9	9.2	10.6	12.9	15.5	18.4	21.6	25.3	29.3
230	1.6	2.3	3.0	3.9	4.8	5.9	7.0	8.3	9.6	11.1	13.5	16.2	19.2	22.6	26.4	30.6
240	1.7	2.4	3.2	4.1	5.1	6.1	7.3	8.6	10.0	11.6	14.1	16.9	20.1	23.6	27.6	31.9
250	1.8	2.5	3.3	4.2	5.3	6.4	7.6	9.0	10.5	12.0	14.6	17.6	20.9	24.6	28.7	33.3
260	1.9	2.6	3.4	4.4	5.5	6.7	8.0	9.4	10.9	12.5	15.2	18.3	21.7	25.6	29.9	34.6
270	1.9	2.7	3.6	4.6	5.7	6.9	8.3	9.7	11.3	13.0	15.8	19.0	22.6	26.6	31.0	35.9
280	2.0	2.8	3.7	4.7	5.9	7.2	8.6	10.1	11.7	13.5	16.4	19.7	23.4	27.5	32.2	37.3
290	2.1	2.9	3.8	4.9	6.1	7.4	8.9	10.4	12.1	14.0	17.0	20.4	24.2	28.5	33.3	38.6
300	2.1	3.0	4.0	5.1	6.3	7.7	9.2	10.8	12.6	14.4	17.6	21.1	25.1	29.5	34.5	39.9
310	2.2	3.1	4.1	5.2	6.5	7.9	9.5	11.2	13.0	14.9	18.2	21.8	25.9	30.5	35.6	41.2
320	2.3	3.2	4.2	5.4	6.7	8.2	9.8	11.5	13.4	15.4	18.7	22.5	26.7	31.5	36.8	42.6
330	2.4	3.3	4.4	5.6	6.9	8.4	10.1	11.9	13.8	15.9	19.3	23.2	27.6	32.5	37.9	43.9
340	2.4	3.4	4.5	5.8	7.2	8.7	10.4	12.2	14.2	16.4	19.9	23.9	28.4	33.5	39.0	45.2
350	2.5	3.5	4.6	5.9	7.4	9.0	10.7	12.6	14.7	16.9	20.5	24.6	29.3	34.4	40.2	46.6
360	2.6	3.6	4.8	6.1	7.6	9.2	11.0	13.0	15.1	17.3	21.1	25.3	30.1	35.4	41.3	47.9
370	2.6	3.7	4.9	6.3	7.8	9.5	11.3	13.3	15.5	17.8	21.7	26.0	30.9	36.4	42.5	49.2
380	2.7	3.8	5.0	6.4	8.0	9.7	11.6	13.7	15.9	18.3	22.2	26.7	31.8	37.4	43.6	50.6
390	2.8	3.9	5.2	6.6	8.2	10.0	11.9	14.0	16.3	18.8	22.8	27.4	32.6	38.4	44.8	51.9
400	2.9	4.0	5.3	6.8	8.4	10.2	12.2	14.4	16.7	19.3	23.4	28.1	33.4	39.4	45.9	53.2
410	2.9	4.1	5.4	6.9	8.6	10.5	12.5	14.8	17.2	19.7	24.0	28.8	34.3	40.3	47.1	54.5
420	3.0	4.2	5.6	7.1	8.8	10.8	12.8	15.1	17.6	20.2	24.6	29.5	35.1	41.3	48.2	55.9
430	3.1	4.3	5.7	7.3	9.0	11.0	13.2	15.5	18.0	20.7	25.2	30.2	35.9	42.3	49.4	57.2
440	3.2	4.4	5.8	7.4	9.3	11.3	13.5	15.8	18.4	21.2	25.8	30.9	36.8	43.3	50.5	58.5
450	3.2	4.5	6.0	7.6	9.5	11.5	13.8	16.2	18.8	21.7	26.3	31.6	37.6	44.3	51.7	59.9
460	3.3	4.6	6.1	7.8	9.7	11.8	14.1	16.6	19.3	22.2	26.9	32.3	38.4	45.3	52.8	61.2
470	3.4	4.7	6.2	8.0	9.9	12.0	14.4	16.9	19.7	22.6	27.5	33.1	39.3	46.2	54.0	62.5
480	3.4	4.8	6.4	8.1	10.1	12.3	14.7	17.3	20.1	23.1	28.1	33.8	40.1	47.2	55.1	63.9
490	3.5	4.9	6.5	8.3	10.3	12.5	15.0	17.6	20.5	23.6	28.7	34.5	41.0	48.2	56.3	65.2
500	3.6	5.0	6.6	8.5	10.5	12.8	15.3	18.0	20.9	24.1	29.3	35.2	41.8	49.2	57.4	66.5
510	3.7	5.1	6.7	8.6	10.7	13.1	15.6	18.4	21.4	24.6	29.9	35.9	42.6	50.2	58.6	67.9
520	3.7	5.2	6.9	8.8	10.9	13.3	15.9	18.7	21.8	25.0	30.4	36.6	43.5	51.2	59.7	69.2
530	3.8	5.3	7.0	9.0	11.2	13.6	16.2	19.1	22.2	25.5	31.0	37.3	44.3	52.1	60.9	70.5
540	3.9	5.4	7.1	9.1	11.4	13.8	16.5	19.4	22.6	26.0	31.6	38.0	45.1	53.1	62.0	71.8
550	3.9	5.5	7.3	9.3	11.6	14.1	16.8	19.8	23.0	26.5	32.2	38.7	46.0	54.1	63.2	73.2
600	4.3	6.0	7.9	10.2	12.6	15.4	18.4	21.6	25.1	28.9	35.1	42.2	50.1	59.0	68.9	79.8

H. STATİK HESAPLAMALAR
STATIC CALCULATIONS

203



TABLODAKİ KABULLER

f ≤ L/500, max 3mm (EN 13830)

E Alüminyum: 7000 kN/cm²

12mm cam kalınlığı (6-12-6)

a: 15cm (Cam Takoz Mesafesi)

Camın Yoğunluğu: 2700 Kg/m³

AÇIKLAMALAR

I_y min. = I_y x F_kI_y = Gerekli Atalet Momenti
(Tablo 1-A)F_k = Cam Kalınlığı Düzeltme
Faktörü (Tablo 1-B)

(Tablo 5-B)

Cam Kalınlığı Düzeltme
Faktörü Tablosu (F_k)

Cam Kalınlığı	F _k
6	0.50
8	0.67
10	0.80
12	1.00
14	1.16
16	1.33
18	1.50
20	1.67
22	1.83
24	2.00

DEPREM YÜKLEMESİ

Dünyanın oluşumundan beri, sismik yönden aktif bulunan bölgelerde depremlerin ardışıklı olarak olduğu ve sonucundan da milyonlarca insanın ve barınakların yok olduğu bilinmektedir. Deprem Bölgeleri Haritası'na göre, yurdumuzun %92'sinin deprem bölgeleri içerisinde olduğu, nüfusumuzun %95'inin deprem tehlikesi altında yaşadığı ve ayrıca büyük sanayi merkezlerinin %98'i ve barajlarımızın %93'ünün deprem bölgesinde bulunduğu gerçektir.

Duran veya sabit bir hızla hareket eden her cisim hızını değiştirecek herhangi bir dış kuvvete karşı, tesir eden kuvvete aksi yönde ağırlığından dolayı bir direnme gösterir. Buna atalet kuvveti denir. Depremde yapılarda zeminin hareket etmesi ve buna karşı yapının ağırlığı ile bu kuvvete dayanması atalet kuvveti oluşmasına örnektir.

Bu oluşan atalet kuvveti aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$V_t = A(T) \times W$$

$$A(T) = A_0 \times I \times S(T)$$

V_t = Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü

A_0 = Etkin Yer İvmesi Katsayısı

$A(T)$ = Spektral İvme Katsayısı

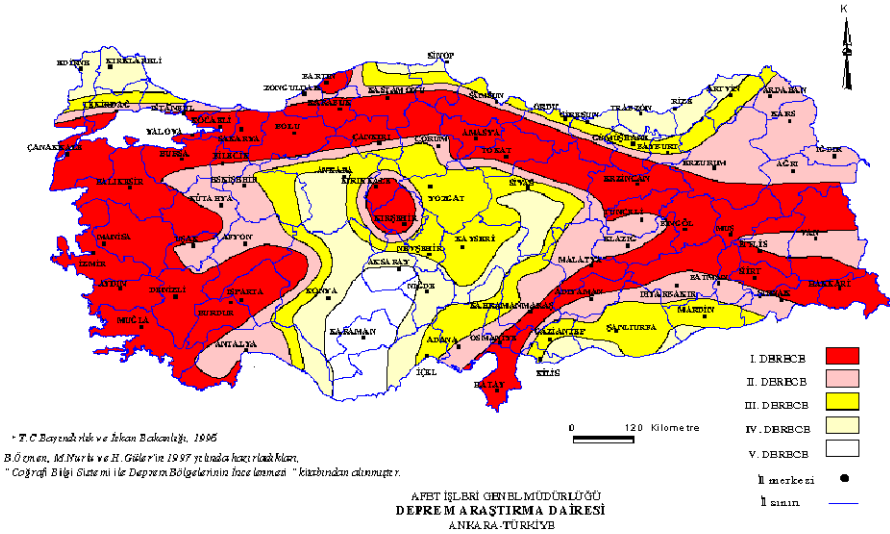
I = Yapı Önem Katsayısı

W = Toplam Yapı Ağırlığı

$S(T)$ = Spektrum Katsayısı

A_0
(Etkin Yer İvmesi Katsayısı)

Deprem Bölgesi	A_0
1. Derece	0.40
2. Derece	0.30
3. Derece	0.20
4. Derece	0.10



Türkiye Deprem Haritası

$S(T)$ (Spektrum Katsayısı)

01.01.1998 Tarihinde yürürlüğe giren deprem yönetmeliğinin 6.11.1 maddesine göre;

Binalarda balkon, parapet, baca, vb konsol olarak binanın taşıyıcı sistemine bağlı, ancak bağımsız çalışan yapısal çıkıntılara ve cephe, ara bölme panoları, vb yapısal olmayan tüm mimari elemanlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri, $S(T) = 1.0$ alınır.

BİNA ÖNEM KATSAYISI (I) DEĞERİNİN BELİRLENMESİ

Bina önem katsayısı (I)= 1.5 alınması gereken 1. derece önemli yapılar;

Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar

1. Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler,dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları).
2. Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar.

Bina önem katsayısı (I)= 1.4 alınması gereken 2. derece önemli yapılar;

İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar

1. Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb.
2. Müzeler.

Bina önem katsayısı (I)= 1.2 alınması gereken 3. derece önemli yapılar;

İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar

1. Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.

Bina önem katsayısı (I)= 1.0 alınması gereken 4. derece önemli yapılar;

Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar

1. Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb

Örnek:

Kocaeli ilinde bulunan hastaneye alüminyum dış cephe kaplaması yapılacaktır. 1 dikme boyu 3.20metre 2 dikme arasındaki aks aralığı 1 metredir. Bu veriler ışığında Toplam eşdeğer deprem yükünü hesaplayalım.

$$V_t = A(T) \times W$$

Alüminyum dikmeye gelen düşey yükler;

$$\begin{array}{r} \text{Cam...: } 40\text{kg/m}^2 \\ + \text{ Alüm.: } 10\text{kg/m}^2 \\ \hline 50\text{kg/m}^2 \end{array}$$

$$W = 50 \times 3.20 \times 1.00$$

$$W = 160\text{Kg}$$

$$\text{Kocaeli 1. Dep. Böl.} \implies A_0 = 0.40$$

$$\text{Hastane} \implies I = 1.5$$

$$A(T) = A_0 \times I \times S(T)$$

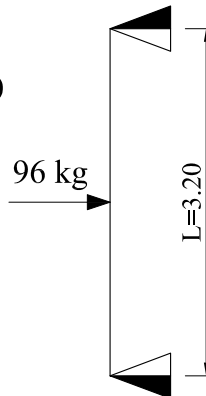
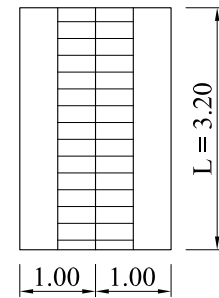
$$A(T) = 0.40 \times 1.5 \times 1.0$$

$$A(T) = 0.6$$

$$V_t = A(T) \times W$$

$$V_t = 0.6 \times 160$$

$$V_t = 96\text{Kg}$$



Hesaplanan deprem yükü, yatay veya düşey doğrultuda, en elverişsiz iç kuvvetleri verecek yönde ilgili elemanın ucuna etki ettirilecektir.

KAR YÜKLEMESİ

Kar yükü hesap değeri $P_k = m \times P_{k0}$

Burada m (azaltma değeri) kar kaymasının engellenmediği ve yatayla α açısı kadar eğim yapan çatılar için aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$0 \leq m \leq 1$ olmak şartıyla
aşağıda verilmiştir.

$$m = 1 - \frac{\alpha - 30^\circ}{40^\circ} \times P_k$$

formülü ile hesaplanan m değerleri tablosu

α	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
0° - 30°	1.0									
30°	1.00	0.97	0.95	0.92	0.90	0.87	0.85	0.82	0.80	0.77
40°	0.75	0.72	0.70	0.67	0.65	0.62	0.60	0.57	0.55	0.52
50°	0.50	0.47	0.45	0.42	0.40	0.37	0.35	0.32	0.30	0.27
60°	0.25	0.22	0.20	0.17	0.15	0.12	0.10	0.07	0.05	0.02
70° - 90°	0									

Kar yükü (P_{k0}) hareketli yük sınıfına girer ve coğrafi ve meteorolojik şartlara bağlı olarak değişkenlik gösterir.

Sayfa 207'de bulunan il ve ilçelere göre zatî kar yükü bölgeleri tablosu ve haritası yardımı ile bulunan Bölge Numaraları (I, II, III yada IV) ve yapı yerinin denizden yükseklik bilgileri aşağıdaki tablo matrikste yerine koyularak Zatî karyükü (P_{k0} kN/m²) değeri bulunur.

Yapı yerinin denizden yükseliği	BÖLGELER			
m	I	II	III	IV
≤ 200	0.75	0.75	0.75	0.75
300	0.75	0.75	0.75	0.80
400	0.75	0.75	0.75	0.80
500	0.75	0.75	0.75	0.85
600	0.75	0.75	0.80	0.90
700	0.75	0.75	0.85	0.95
800	0.80	0.85	1.25	1.40
900	0.80	0.95	1.30	1.50
1000	0.80	1.05	1.35	1.60
> 1000	1000 m'ye tekabül eden değerler, 1500 m'ye kadar %10, 1500 m'den yukarı yüksekliklerde %15 artırılır.			

İL ve İLÇELERE GÖRE ZATİ KAR YÜKÜ BÖLGELERİ

İL / İLÇE	BÖLGE NO	İL / İLÇE	BÖLGE NO	İL / İLÇE	BÖLGE NO
ADANA	I - III	ANTALYA	I	İZMİR	I
ADAPAZARI	III	Alanya	I	KONYA	I - II
ANKARA	II	Kaş	I	RİZE	III-IV
Altındağ	I	BALIKESİR	I	SAMSUN	III
Çankaya	II	BOLU	III - IV	TEKİRDAĞ	II - III
Elmadağ	IV	BURSA	III - IV	TRABZON	III - IV
Etimesgut	I	DENİZLİ	II	TUNCELİ	IV
Polatlı	II	İSTANBUL	II	YALOVA	II

Ayrıntılı tabloya TS-498 (1997)'den ulaşılabilir.



KAR YÜKÜ ve RÜZGAR YÜKÜNÜN AYNI ANDA DÜŞÜNÜLMESİ DURUMUNDA

45° ye kadar eğimli yüzeylerde karyükü (Pk) ve rüzgar yükünün (W) aynı anda etkilemesi halinde hesap kolaylığı olarak ve yeterli yaklaşımla;

$$P_k + \frac{W}{2} \quad \text{veya} \quad W + \frac{P_k}{2}$$

dır. Burada en gayri müsait durum dikkate alınır.

45° den fazla eğimli yüzeylerde ise, aynı anda etkiyen kar ve rüzgarın etkisinden yukarıdaki formüllere göre hesaplanabilmesi için, kar birikintileri meydana gelen tipteki eğimli yüzeyler (mesela çatı tipi değişik olan fabrika çatılarında v.b.) veya yoğun kar yağışlı bölgeler olması gereklidir.

NOT: Statik hesap sayfalarında yer alan kriterlerin seçiminde uygulama yapılan ülkelerin kanun ve şartnamelerinin esas alınması gerekir. Gençler Alüminyum, burada yer alan bilgilerin kullanımından ve hesaplamalardan doğabilecek hiçbir sorumluluk kabul etmez.