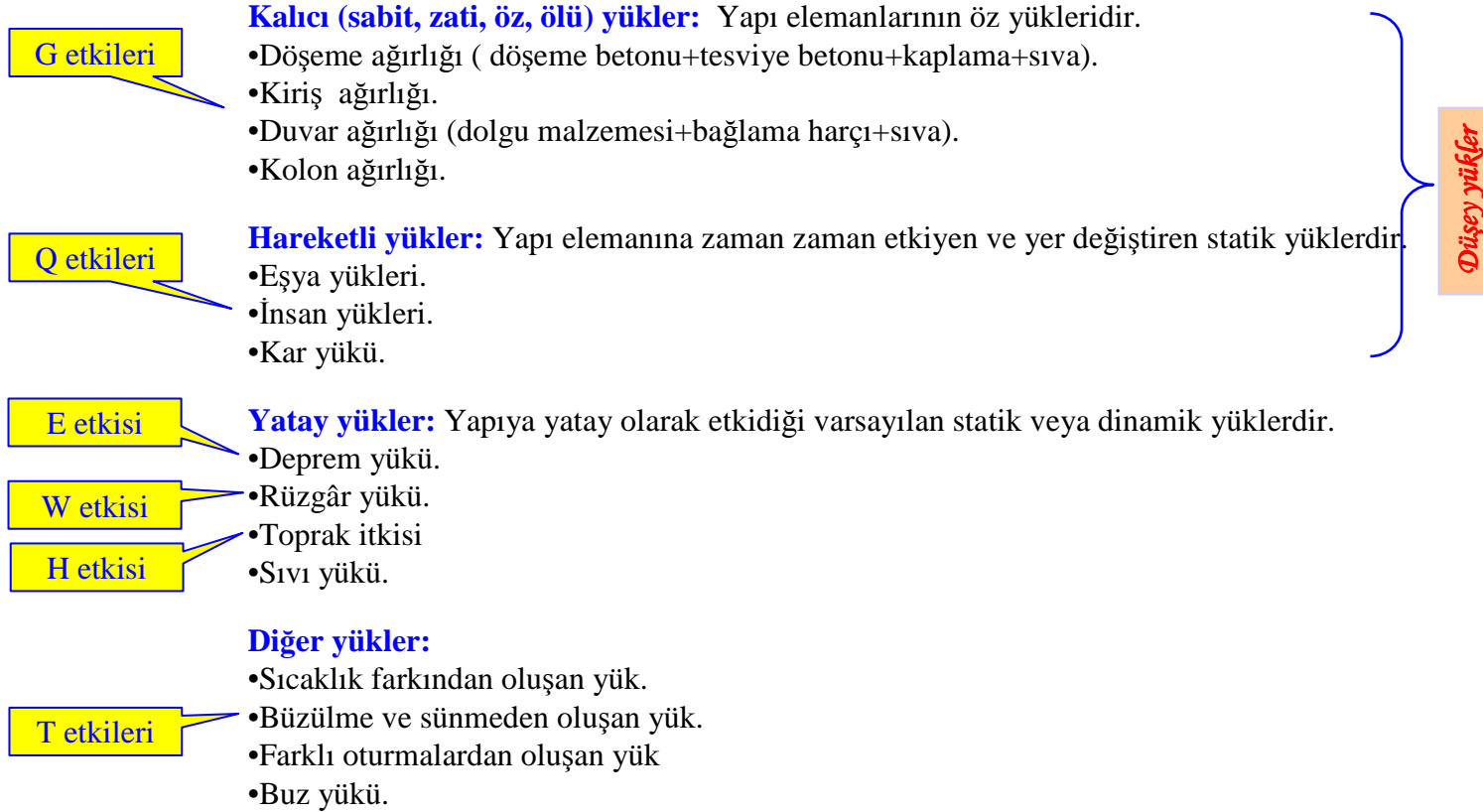


Yapılara Etkiyen Karakteristik Yükler



Karakteristik yükler yönetmelikler ile belirlenmiřtir:

TS498-1997 , TS ISO 9194-1997 : Kalıcı yükler, hareketli yükler, kar, buz ve rzgr yükleri.

Deprem Yönetmelięi-1997: Deprem yükleri.

Sabit yükler

TS ISO 9194-1997 Ek A ve Ek B tablolarında inşaatlarda kullanılan malzemelerin *karakteristik* yoğunlukları verilmiştir. Bu tablolar yardımıyla döşeme, kiriş, duvar gibi elemanların *karakteristik* sabit yükü belirlenir. Sabit yük **g** ile gösterilir.

TS ISO 9194-1997 Ek A dan bazı yoğunluklar:

	yoğunluk (kg/m ³)	tasarım yükü (kN/m ³)
Betonarme betonu	2500	25.0
Tesviye betonu	2200	22.0
Sıva (kireçli çimento harcı)	2000	20.0
Mermer	2700	27.0
Meşe ağacı	690	6.9
Kayın ağacı	680	6.8
Isı yalıtımlı gazbeton	600	6.0
Dolu tuğla duvar ¹	1900	19.0
Boşluklu tuğla duvar ¹	1450	14.5
Gazbeton dolgu duvar ¹	700	7.0
Gazbeton taşıyıcı duvar ¹	1300	13.0
Granit taş duvar ¹	2800	28.0

¹ Harç dahil, sıva ve kaplama hariç.

Yönetmelikte
verilen değer

Projede alınacak
değer

Hareketli yükler

İnsan yükü, eşya ağırlıklar, kar yükü, depolanmış malzeme gibi yüklerdir. TS498-1997 Çizelge 7 de konut odaları, balkon, merdiven, kütüphane ve birçok farklı amaçla kullanılan döşemelerde alınması gereken *karakteristik* hareketli yükler tanımlanmıştır. Döşeme *karakteristik* hareketli yükü bu çizelgeden alınır. Hareketli yük **q** ile gösterilir.

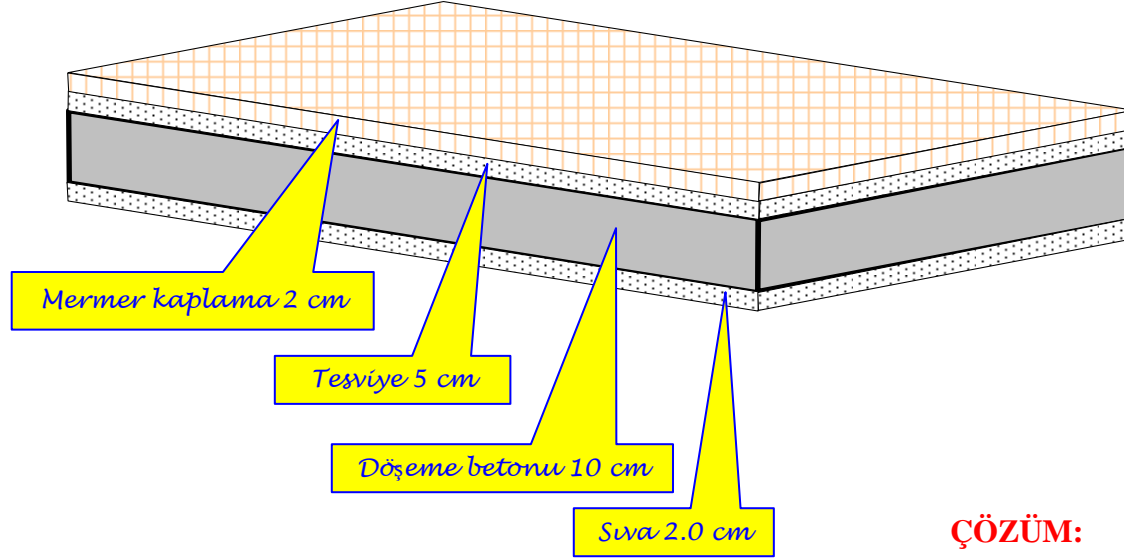
TS 498-1997 den bazı hareketli yükler:

	kN /m ²
Çatı döşemesinde	1.5
Konut odalarında	2.0
Konut koridorlarında	2.0
Konut merdivenlerinde	3.5
Sınıflar, anfiler, poliklinik odalarında	3.5
Konut merdivenleri sahanlıklarında	3.5
Konut balkonlarında	5.0
Tiyatro ve sinemalarda	5.0
Kütüphane, arşiv döşemelerinde	5.0
Hastane, okul, büro merdivenlerinde	5.0
Büro, hastane, okul, sinema koridorlarında	5.0
Garajlarda(en fazla 2.5 t olan araçlar için)	5.0
Tribünlerde(ayakta)	7.5

Yönetmelikte verilen ve
Projede alınacak değer

Örnek: Döşeme yükü analizi

Bir konutun salon döşemesinin katmanları verilmiştir. Döşemenin karakteristik sabit ve hareketli yüklerini belirleyiniz.



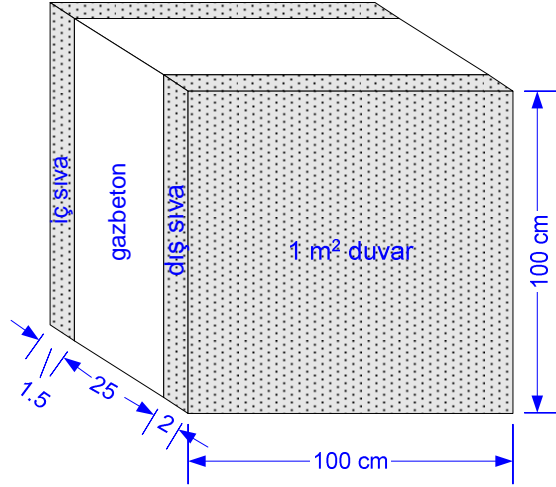
ÇÖZÜM:

Döşeme	$0.10 \cdot 25$	$= 2.50 \text{ kN/m}^2$
Tesviye	$0.05 \cdot 22$	$= 1.10 \text{ ''}$
Kaplama	$0.02 \cdot 27$	$= 0.54 \text{ ''}$
Sıva	$0.02 \cdot 20$	$= 0.40 \text{ ''}$

sabit yük $g = 4.54 \text{ ''}$

hareketli yük $q = 2.00 \text{ ''}$

Örnek: Duvar yükü analizi



Betonarme bir yapının dış dolgu duvarları 25 cm gazbeton ile örülecektir. Dış sıva 2 cm, iç sıva 1.5 cm olacaktır. Sıva olarak kireçli çimento harcı kullanılacaktır. Duvarın 1 m² lik alanının ağırlığını bulunuz.

ÇÖZÜM:

Gaz beton duvar	$0.25 \cdot 7$	$= 1.75 \text{ kN/m}^2$
Dış sıva	$0.02 \cdot 20$	$= 0.40 \text{ "}$
İç sıva	$0.015 \cdot 20$	$= 0.30 \text{ "}$

1 m ² duvar için		$g = 2.45 \text{ kN/m}^2$

Duvarlar oturdukları kirişe (nadiren döşemeye) çizgisel yük olarak etkiler. Yapıdaki duvar yükseklikleri farklı olur. Bu nedenle, önce 1 m² lik duvarın g ağırlığı belirlenir. Duvar yüksekliği ile g çarpılır, kiriş çizgisel yükü kN/m cinsinden bulunur.

Örnek: kiriş yükü analizi

Kesiti 25/50 cmxcm olan ve yukarıda analizi yapılan 2.6 m yüksekliğindeki duvarı taşıyan kirişin yükünü bulunuz.

ÇÖZÜM:

Kiriş bir çubuk (çizgisel) elemandır. Kendi ağırlığının ve üzerindeki duvarın oluşturacağı yük de çizgiseldir, birimi kN/m dir. Kirişin kendi sıvası dikkate alınmaz:

$$\begin{aligned} \text{Kiriş öz yükü} &= 0.25 \cdot 0.50 \cdot 25 = 3.10 \text{ kN/m} \\ \text{Duvar} &= 2.45 \cdot 2.6 = 6.37 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\text{-----}$$
$$g = 9.47 \text{ kN/m}$$

Kar yükü

Detaylı bilgi için bakınız: <http://mmf.ogu.edu.tr/atopcu>

Kar yoğunluğu için tek değer vermek mümkün değildir, çok değişkendir: Normal kar yoğunluğu 100 -300 kg/m³ arasındadır. Sulu yağın kar 400-500 kg/m³ yoğunluğa varabilir. Buz 900-970 kg/m³ yoğunluğu ile sudan daha hafiftir ve suda yüzer. Eriyerek su halini aldığıında 1000 kg/m³ olduğu düşünülürse iyi bir karşılaştırma yapılabilir.



Yeni yağmış,
sulu olmayan
yumuşak kar:
100 kg/m³



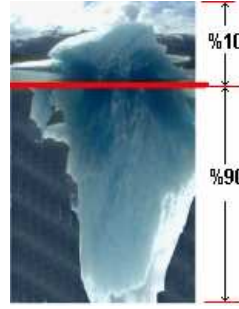
Yeni yağmış sulu
yumuşak kar:
400-500 kg/m³



Beklemiş sıkı kar:
300 kg/m³



Buz: 900-970 kg/m³.
Buz sudan hafiftir, bu
nedenle Eisberg suda
yüzer, ancak en çok
%10 u su üstünde
görülür. En az %90 ı
su altındadır.



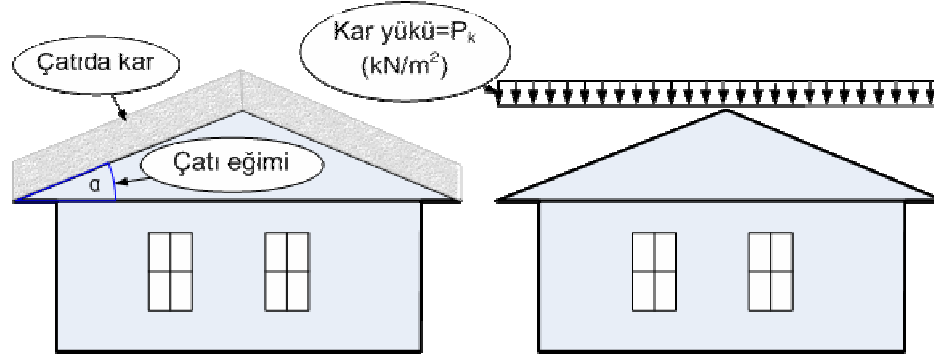
Su: 1000 kg/m³



Büyük alanları kapatan pazaryeri;
hangar, spor, sergi, kongre salonu,
süpermarket gibi yapıların çatıları kar
yükünü karşı duyarlıdır. Kar kalınlığının
15-20 cm yi aşması durumunda
mutlaka temizlenmelidir.



Kar, yapının çatı döşemesine etkileyen hareketli yük tipidir. Yapının yapılacağı yere, yerin deniz seviyesinden yüksekliğine ve çatı eğimine bağlıdır. **TS 498-1997** madde 7 ve 8 e göre hesaplanır. Türkiye dört kar bölgesine ayrılmıştır. Yapının inşa edileceği il veya ilçenin kar yükü bölge numarası yönetmeliğin 14-18 sayfalarındaki çizelgeden alınır. Eğimli çatıdaki karın yükü çatı döşemesine etkileyen düzgün yayılı yüke dönüştürülür. Birimi kN/m^2 dir.



Örnek: kar yükü analizi

Eskişehir (merkez)'in denizden yüksekliği yaklaşık 800 m, Kars (merkez)'in, denizden yüksekliği yaklaşık 1800 m dir. Bu şehirlerde çatı eğimi 33^0 olan birer yapı yapılacaktır. Çatı döşemelerinde alınacak kar yükünü belirleyiniz.

ÇÖZÜM:

Şehir	Kar bölgesi	Denizden yükseklik (m)	α	m	P_{k0} (kN/m ²)	Çatı döşemesi kar yükü $P_k = m P_{k0}$ (kN/m ²)
Eskişehir (merkez)	II	~800	33^0	0.925	0.85	0.79
Kars (merkez)	IV	~ 1800	33^0	0.925	$1.6 \cdot 1.15 \approx 1.85$	1.71

Kar yükünün tetiklediği göçmeler:

Transvaal/Moskova yüzme havuzu çatısı (5000 m²):

Açılışı: Ekim 2002
Yıkılışı: 14 Şubat 2004
Can kaybı: 28
Yaralı: 110
Çatı: Betonarme+cam

Göçme nedeni: Proje hatası. Yıkılma anında aşırı kar yükü ve sıcaklık farkı (içerde 25⁰ C, dışarda -20⁰ C) etkisindeydi. Kar yükü göçmeyi tetikledi, proje hatasını açığa çıkardı.



Çökmeden önce



15.02.2004 günü

**Bad Reichenhall/Almanya buz pateni spor salonu
(48 mX75 m=3600 m²):**

Açılışı: 1972

Yıkılışı: 02.01.2006

Can kaybı: 15

Yaralı: 34

Çatı: Ahşap kirişli düz

Göçme nedeni: Resmi rapor henüz açıklanmamıştır.
Ön bilgilere göre: Ahşap düz çatının kirişleri yanlış tutkal ile yapılandırılmıştı. Geçen 34 yıl içinde tutkal özelliğini yitirmiş, kiriş ek yerleri en az 5 noktada zayıflamıştı. 02.01.2006 günü çatıda yaklaşık 30-40 cm sulu kar vardı, toplam kar yükü 1800 kN idi. Bu yük göçmeyi tetikledi.



Çökmeden önce



02.01.2006 günü

**Chorzow/Polonya sergi salonu çatısı
(100x150=15 000 m²)**

Açılışı: 2000

Yıkılışı: 28.01.2006

Can kaybı: en az 65

Yaralı: 161

Çatı: Kafes giriş düz çatı

Göçme nedeni: Resmi rapor henüz açıklanmamıştır.
Ön bilgilere göre: Çökmeden önce, 2002 yılında çatıdan somun civata gibi parçalar düşüyordu. Acil onarım gördü.
Çelik çatı biriken kar yüküne dayanamadı, aniden çöktü.
Kar yüksekliği 50 cm civarındaydı.



Çökmeden kısa süre önce



28.01.2006 günü

Basmanny kapalı pazaryeri çatısı (2000 m²) Moskova

Açılışı: 1974, yıkılışı: 23.02.2006, can kaybı: en az 63, Yaralı: 31, yapı: Çelik kafes

Çökme nedeni: Etkimi ihmal edilen çetin çelik kafes kirişlerinin korozyon sonucu zayıfladığı ve aşırı kar yüküne dayanmadığı bildirilmektedir. Kış boyunca biniken yaklaşık 47 cm lik kar hiç temizlenmemiştir. Üzerine 5-8 cm lik daha sulu kar yağması çökmeyle belkilendi.



**10.03.2005, Süpermarket,
Ebensee/Avusturya**

<http://juke.at/ressources/data/images/spat1103054.jpg>



23.12.2004, İndiana/ABD



Eskişehir Kılıçoğlu Anadolu Lisesi spor salonu çatısı (28.80x43.68=1258 m²):

Açılışı: 2003, Yıkılışı: 25.01.2006, Can kaybı: Yok, Yaralı: Yok, Çatı: Çelik uzay kafes (Mero sistem taklidi)

Çökme nedeni: 25.01.2006 günü yaklaşık 35-40 cm kar vardı. Biriken kar çökmeyi tetikledi. Okulların tatil olması faciayı önledi. Salon kullanılmaya başladığından beri çatı açılıyor, gökyüzü görülüyor, akıtıyor, çit-çit sesler geliyor, onarılıyor fakat olay tekrarlanıyordu (salonu kullananların ifadesi). Projesinde ölçü ve analiz hataları vardı. Hesaplar ile inşa edilen bağdaşmıyordu. Uygulama son derece gelişigüzel yapılmıştı. Mesnet levhaları kolonlara ankre edilmemiş ve mesnet küreleri levha üstüne levha -yetmemiş- bir levha daha eklenerek kolon dışında işreti kaynatılmıştı. Kısa parça borular uç uca özensiz kaynatılarak borular oluşturulmuştu. Somunlarda pim yerine nokta kaynak kullanılmış, bazılarında kaynak dahi yapılmamıştı. Cıvatalar kopmuş, ya cıvata ya da küre dişleri sıyrılmış, borular kaynak yerinden kopmuş ve burkulmuşlardı. Çatıdaki hasarlar göçme anından çok daha önce, kullanıma açıldığı gün, belki de montaj sırasında, başlamıştı.



Dişleri sıyrılmış cıvata



Tam sıkılmamış cıvata ve dişleri sıyrılmış küre



Kopmuş cıvata



Kopmuş cıvata



Özensiz kaynaklı boru kaynak yerinden kopmuş



Çok kısa boru parçaları uç uca kaynatılmış



Yerden toplanmış somunlar



Pim yok, nokta kaynağı veya kaynaklı



Mesnet levhası ankrajsız, küre levha dışında



Levha üstüne levha, üstüne levha, küre kolon dışında



Rüzgar yükü

Çok yüksek olmayan, normal yapılar için statik olduğu kabul edilen ve yapıya yatay etkileyen yükür. **TS 498-1997** madde 11.2.3 ve 11.3 e göre hesaplanır. Rüzgarın esiş yönünde çarptığı yapı yüzeylerinde basınç arka yüzeylerde emme kuvveti oluşur. Rüzgar kuvvetinin birimi kN/m^2 dir. w basınç kuvveti yapının geometrisine, rüzgarın hızına bağlıdır. Rüzgar hızı yapı yüksekliğince belli bir yüksekliğe kadar artar. Bu nedenle cepheye etkileyen kuvvet de yapı yüksekliğince artar.

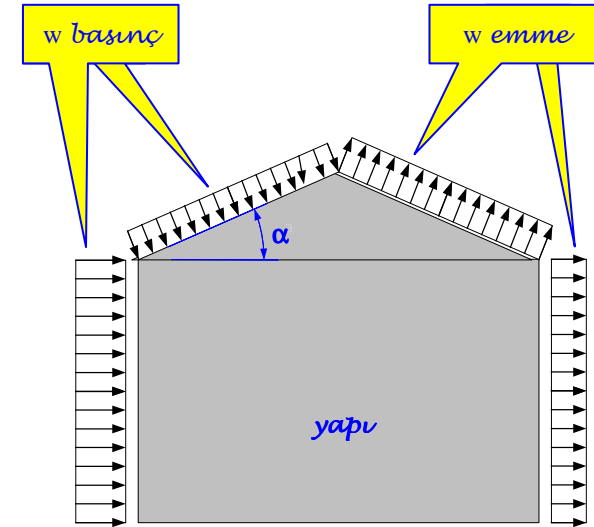
$$w = c_p q$$
$$q = \frac{V^2}{1600}$$

q : yüzeye yayılı rüzgar basıncı (kN/m^2)
 c_p : yapı yüzeyinin konumuna bağlı katsayı
 V : rüzgar hızı (m/s)
 w : eşdeğer statik basınç veya emme (kN/m^2)

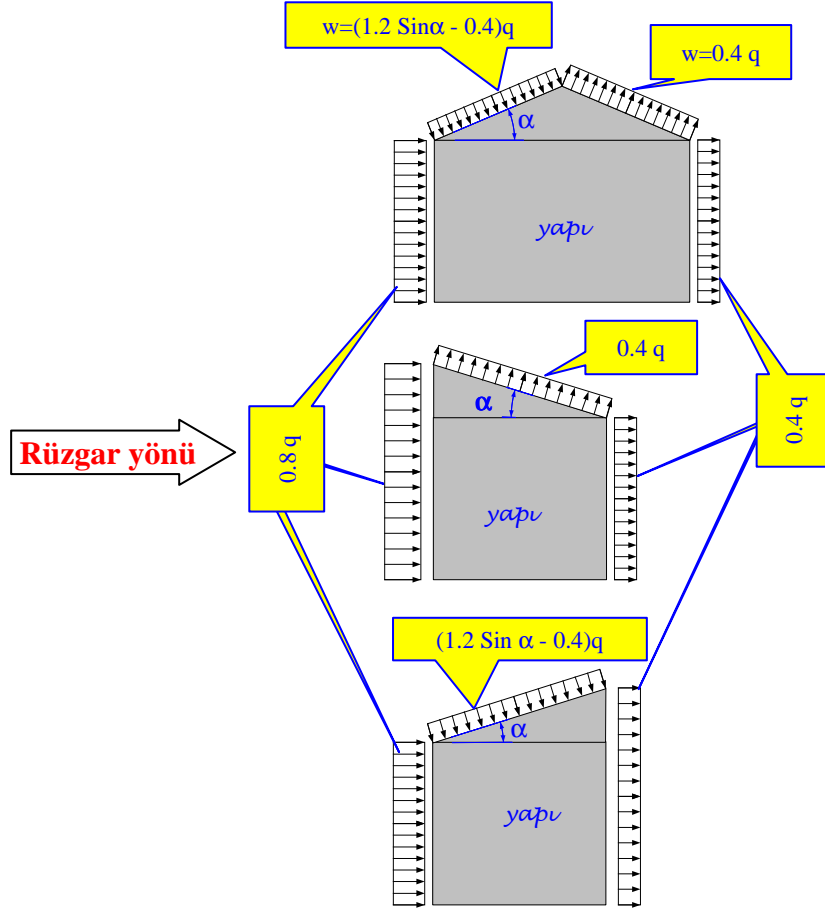
TS 498-1997, Çizelge 5 den q değeri, **Çizelge 6** dan da C_p katsayısı alınır. **Çizelge 5** tüm Türkiye için geçerlidir. Rüzgar hızının yüksek olduğu bölgelerdeki önemli yüksek yapılarda rüzgar hızı meteoroloji Bölge müdürlüklerinden öğrenilerek **Çizelge 5** yardımıyla yapı yüksekliğince q değerinin değişiminin belirlenmesi yararlıdır.

TS 498-1997, Çizelge 5 (tüm Türkiye için)

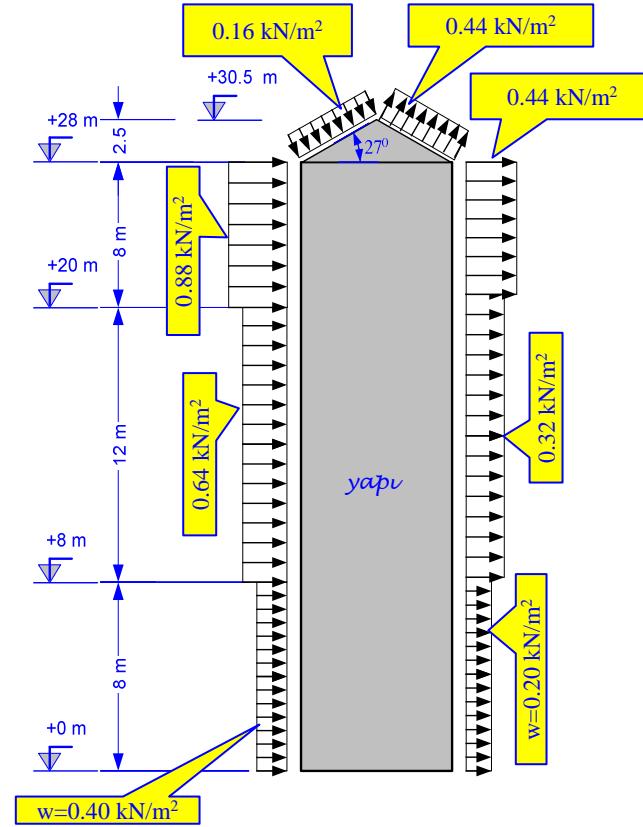
Yapı yüksekliğince gerilmenin sabit alındığı yükseklik bölgesi m	V Rüzgar hızı m/s	q (Basınç-emme) kN/m ²
0-8	28	0.5
8-20	36	0.8
20-100	42	1.1
100 ve yukarısı	46	1.3



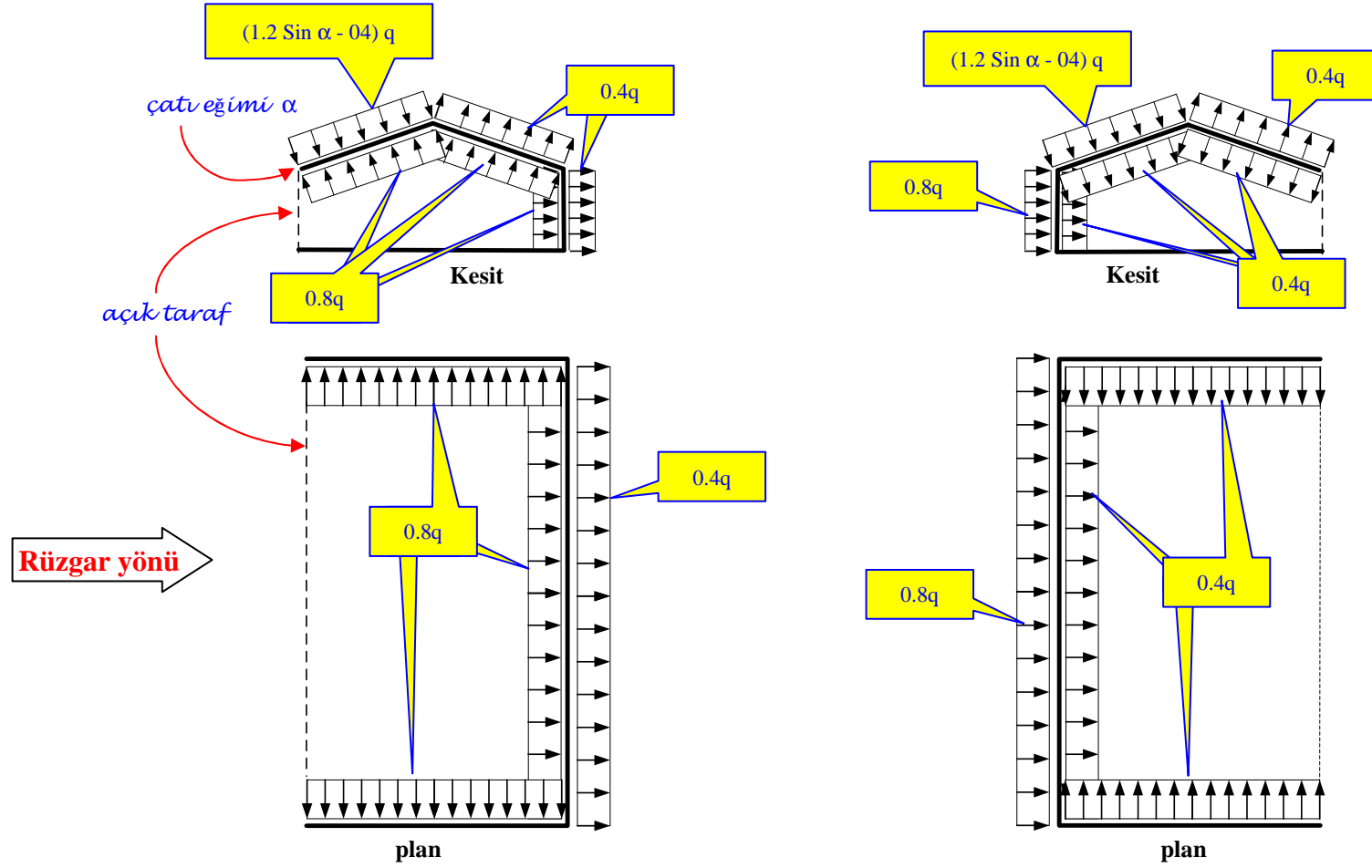
Örnekler: Rüzgar yükü hesabı



Dört tarafı kapalı yapılar (kN/m^2)

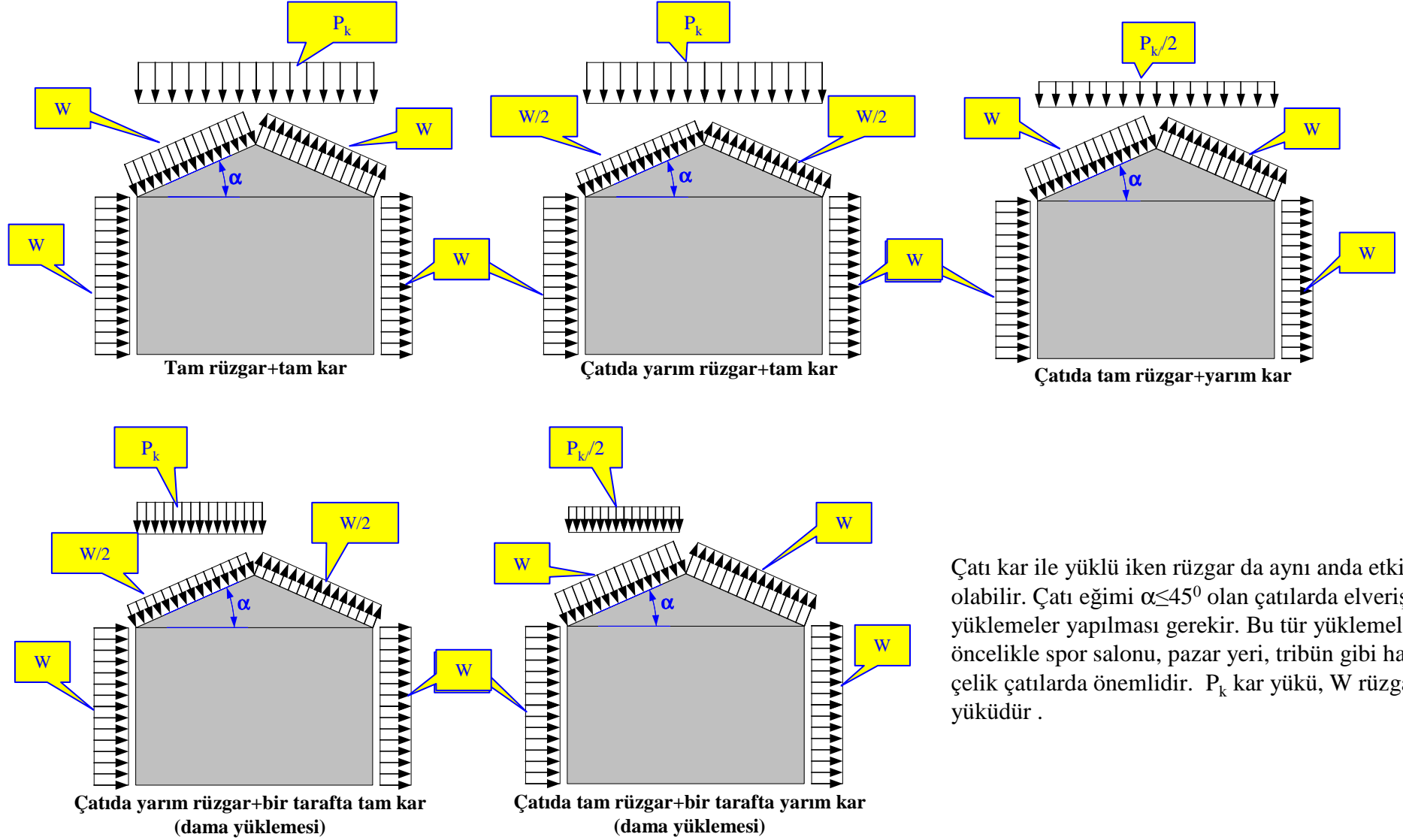


Dört tarafı kapalı yüksek yapı



Bir tarafı açık veya açılabilen hangar tipi yapı (kN/m²)

Kar yükü ve rüzgar yükünün aynı anda etkimesi



Çatı kar ile yüklü iken rüzgar da aynı anda etkin olabilir. Çatı eğimi $\alpha \leq 45^\circ$ olan çatılarda elverişsiz yüklemeler yapılması gerekir. Bu tür yüklemeler öncelikle spor salonu, pazar yeri, tribün gibi hafif çelik çatılarda önemlidir. P_k kar yükü, W rüzgar yüküdür .