

# KALIP PROJELERİNDE GÖZÖNÜNE ALINMASI GEREKEN YÜKLER

**Prof. Dr. Melike Altan Prof. Dr. Metin Aydoğın**  
İTÜ İNŞ. FAK. YAPI ANA BİLİM DALI ÜYELERİ

## 1- Giriş

Bir yapıda kalıp kısa kullanım süreli yardımcı bir konstrüksiyon olmakla birlikte diğer yapı elemanları gibi üzerlerine etki eden tüm yükleri güvenle taşıyabilecek şekilde boyutlandırılmalıdır.

Kalıp yüzeyleri kalıp taşıyıcıları, kalıp dikmeleri ve diğer yardımcı kalıp elemanları kendi ağırlıkları ile birlikte taze betondan oluşan yatay ve düşey yükleri, rüzgar kuvvetlerini ve betonlama sırasında oluşan ilave hareketli yükleri güvenle taşımaktadır. Ayrıca sehim şartı da kontrol edilmelidir ki bu şart çoğu kez kalıp elemanlarının boyutlandırılmasında en önemli kriterdir.

Yatay ve yataya yakın eğimdeki kalıplarda kalıp ağırlığı ile birlikte taze beton ağırlığı ve betonlama sırasında oluşan ilave yükler, düşey ve düşeye yakın eğimdeki kalıplarda ise taze beton basınçları gözönüne alınmalıdır.

Ülkemizde TS500'ün beşinci bölümünde kalıp ve iskele hakkında bazı kayıtlar mevcutsa da kalıplara etki eden yüklerle ait tam bir kayıt bulunmamaktadır. Kalıp sistemlerinin kullanımının yaygınlaşması genellikle ithal edilerek kullanılan bu sistemlere benzer sistemlerin ülkemizde de üretimine geçilmesini hızlandırmıştır. Bu nedenle kalıp ile ilgili bir standardın ivedilikle hazırlanması gerekmektedir. Bir standart hazırlanıncaya kadar kalıp hesaplarında gözönüne alınması gereken yükler hakkında bir fikir vermek ve ithal edilen kalıp elemanlarının uygunluğunu kontrol etmek amacıyla ithal edilen kalıp sistemlerinin imal edildiği ülkelerde geçerli kalıp yükleri aşağıda açıklanmıştır.

## 2- Kalıp Yükleri

### 2.1. Düşey Yükler

#### 2.1.1. Sabit Yükler: $g$

Kalıp ağırlıkları kullanılan elemanlara ait kataloglardan alınmalıdır.  $\gamma_c$  beton birim hacim ağırlığı betondan dolayı  $1 \text{ kN/m}^3$  alınmalıdır.

#### 2.1.2. Hareketli Yükler: $q$

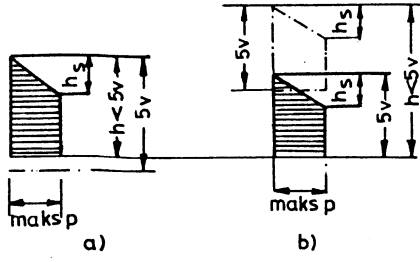
$\text{DIN 3321 } 1.5 \text{ kN / m}^2 \leq q \leq 5.0 \text{ kN / m}^2$  olmak üzere taze beton ağırlığının % 20'si olarak alınmalıdır.

### 2.2. Yatay Yükler

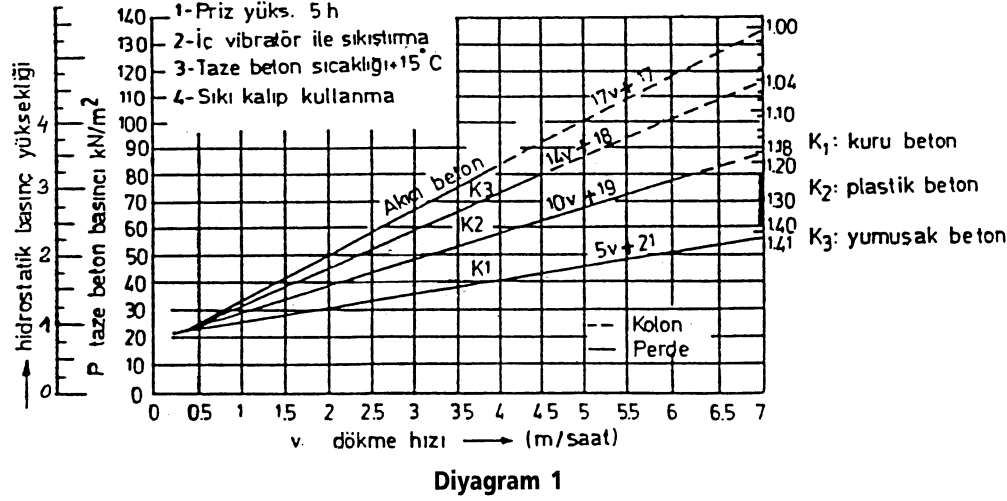
#### 2.2.1. Düşey Kalıp Yüzeylerine Etki Eden Taze Beton Basınçları

DIN 18218 ve İngiliz Normu BS-Report 108'e göre düşey veya düşeye yakın kalıp yüzeylerine etki eden taze beton basınçları karşılaştırmalı olarak açıklanmıştır. Taze beton basınçları betonlama hızının, betonlama yüksekliğinin, betonunun kıvamının, taze beton ısısının, vibrasyonun, katkı maddesinin, beton birim hacim ağırlığının, beton kesitinin fonksiyonudur.

DIN 18218'e göre kalıp yüksekliğince taze basınç dağılımı Şekil 1 de gösterilmiştir. Diyagram 1'de betonlama hızına göre maksimum taze beton basıncı ve hidrostatik basınç yüksekliği hesaplanabilir.



Şekil 1. DIN 18218 e Göre Taze Beton Basınç Dağılımı



$$\text{taze beton basıncı } P_{\text{maks}} = \gamma_c \cdot C_2 \cdot K_T (0.48 + 0.74) \text{ kN/m}^2$$

$$\text{betonlama hızı } V = ((2.08 \cdot p) / (\gamma_c \cdot C_2 \cdot K_T)) - 1.54 \text{ m/h}$$

$\gamma_c$  = beton birim hacim ağırlığı

$$= 0.065 \cdot T_v + 1 \quad T_v = \text{saat olarak priz gecikmesi}$$

$$= (145 - 3 \cdot T) / 100 \quad K_T = \text{ısı katsayısı} \quad T = \text{taze beton ısısı}$$

çeçerlilik bölgesi:

2/K3 kıvamında betonlarda

$$C \leq T \leq 30^\circ \text{ C}$$

$$> 1.0 \text{ için } K_T \geq 1.0$$

atki maddesi kullanılması ve taze beton ısısının + 15° C den daha fazla olması halinde beton basıncı azaltılmamalıdır).

$$P_{\text{maks}} \leq 80 \text{ kN/m}^2 \quad \text{perdelerde} \quad -P_{\text{maks}} \leq 100 \text{ kN/m}^2 \quad \text{kolonlarda}$$

$$\text{taze beton basıncı: maks. } p = \gamma_c \cdot (C_1 \sqrt{V} + C_2 \cdot K_T \sqrt{H - C_1 \sqrt{V}}) \text{ kN/m}^2$$

$$\text{ya maks. } p = \gamma_c \cdot H \quad H = \text{perde yüksekliği (küçük olan değer kullanılacaktır.)}$$

$$\text{betonlama hızı : } V_{\text{müs.}} = ((2 (P/\gamma_c) - C_2^2 \cdot K_T^2 - C_2 \cdot K_T \sqrt{C_2^2 \cdot K_T^2 + 4(H - p/\gamma_c)}) / 2 \cdot C_1)^2 \text{ m/h}$$

Kesit katsayısı  $C_1 = 1.0$  perde

1.5 kolon

beton yüzeyin her iki kenarı 2. m den küçük ise kolon olarak kabul edilecektir.

Katkı maddesi katsayısı:

$C_2 = 0.30$  normal betonlarda

0.45 katkı maddeli betonlarda

Isı katsayısı:  $K_r = (36 / (T + 16))^2$

Geçerlilik bölgesi:

- beton kıvamından bağımsız

$5^\circ \text{C} \leq T \leq 30^\circ \text{C}$

- +  $15^\circ \text{C}$ 'den fazla beton ısılarında ve katkı maddesi kullanılması halinde kısıtlama yok

- $P_{maks} \leq 90 \text{ kN/m}^2$  perdelerde

- $P_{mak} \leq 166 \text{ kN/m}^2$  kolonlarda

- H betonlama yüksekliğine bağlı

### 2.2.3 Rüzgar basıncı

DIN 1055 B1 4'e göre rüzgar yükü  $w = c^* q$  olarak hesaplanmaktadır.

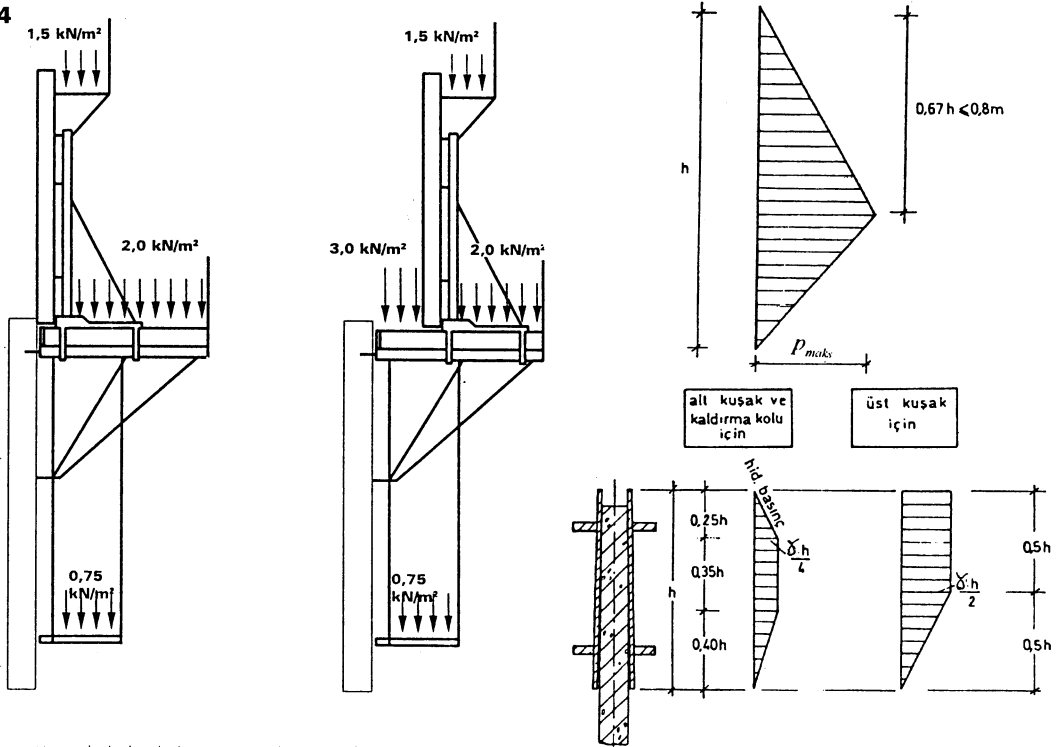
Formülde  $c = 1.2$  olup kalıbın zeminden yüksekliğine bağlı olarak hesaplanan  $q$  rüzgar basınçları Tablo 1. de verilmiştir.

**Tablo - 1**

| zeminden itibaren yükseklik<br>m | v<br>m / s | q<br>kN / m <sup>2</sup> | w<br>kN / m <sup>2</sup> |
|----------------------------------|------------|--------------------------|--------------------------|
| 0-8 m                            | 28.3       | 0.5                      | 0.60                     |
| 8-20 m                           | 35.8       | 0.8                      | 0.96                     |
| 20 -100 m                        | 42.0       | 1.1                      | 1.32                     |
| 100 m den yüksek                 | 45.6       | 1.3                      | 1.56                     |

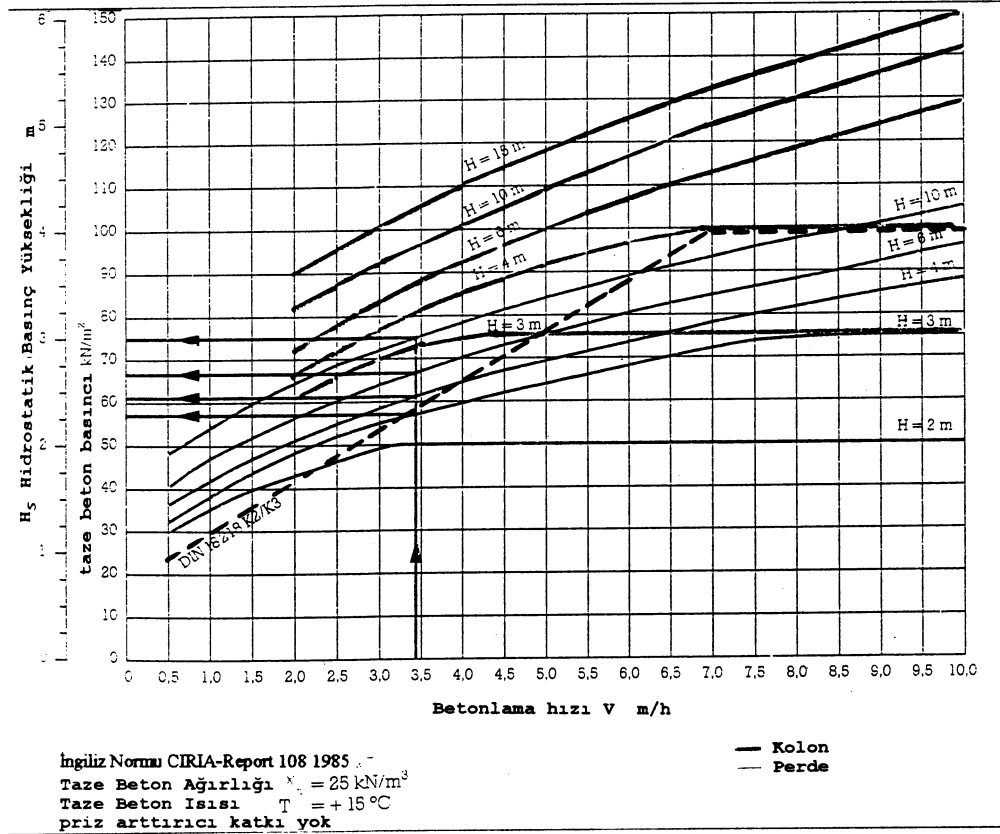
Şekil 2 de tırmanan kalıplarda gözönüne alınması gereken hareketli yükler kalıbın her iki konumu için gösterilmiştir.

**Şekil 2, 3, 4**



Kayar kalıplarda betonlama hızı çok düşük olup taze beton basınçlarına etkisi azdır. Bu nedenle Fransız ve Belçika Kayar Kalıp İnşaatçıları'nın önerisi olan ve Şekil 3 de gösterilen diyagram veya deneye dayanılarak önerilen ve Şekil 4 de gösterilen diyagram kullanılabilir.

CIRIA Report 108 e göre taze beton basınç dağılımı Diyagram 2'de verilmiştir.



**Diyagram 2**

### 3. DIN 4421 e göre müsaade edilen kalıp dikmesi yükleri

**3.1.** Genel olarak boyu ayarlanabilir (teleskopik) çelik kalıp dikmelerinin taşıyabileceği yükler kN olarak:

Normal kalıp dikmelerinde (N grubu dikme) :  $N = (30/l) \cdot (\text{maks. } l/l)$

Yük taşıyan kalıp dikmelerinde (G Grubu dikme) :  $N = (45/l) \cdot (\text{maks. } l/l)$  olarak hesaplanır.

Formüllerde  $l$  = kullanılan dikme yüksekliği, maks.  $l$  = dikmenin kullanılabileceği maksimum yüksekliktir. dikmelerin yalnız basınç çalışması durumunda formüllerle bulunan değerler 1.5 katı artırılabilir.

**3.2.** Dikmelerin taşıyabileceği maksimum yük deney sonucu bulunmuş ise müsaade edilen dikme yükü maksimum yükün üçte biri alınabilir.

### Örnek

= 5.5 m yüksekliğinde 30 cm. genişliğinde ve 10 m. uzunluğunda betonarme bir perde betonlanmak istenmektedir. antiye beton kapasitesi 9 m³ olup 1.0 m x 0.50 m. boyutlarında modüler kalıp elemanları kullanılması durumunda gerekli karkaj çubuğu çapının ve uzama miktarının hesabı istenmektedir.

İN 18218 e göre

betonlama hızı  $v = 9 / (0.3 \cdot 10) = 3 \text{ m/h}$

$= 15^\circ\text{C}$ ,  $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$ , beton plastik kıvamda olduğuna göre

Maks p  $= 25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (0.48 \cdot 3 + 0.74) = 54.5 \text{ kN/m}^2$

CIRIA-Report'a göre;

$$C_1 = 1, C_2 = 0.30, KT = (36 / (15 + 16))^2 = 1.346$$

$$\text{maks.p} = 25 (25 \sqrt{3.0} + 0.3 * 1.349 * \sqrt{5.5 - \sqrt{3.0}}) = 62.94 \text{ kN / m}^2$$

olup Cria-Report perde yüksekliğinin fazla olduğu durumlarda daha fazla değer vermektedir.

Modüler kalıp elemanlarının birleşim bölgelerinden geçirilen ankraj çubuklarından alt ankraj çubuğu mak.p basıncı ile zorlanmaktadır. 1 ankraj çubuğu 0.50 m<sup>2</sup> alandan yük almaktadır. Bir ankraj çubuğunun aldığı çekme kuvveti

$$Z = 54.5 * 0.50 \cong 27.3 \text{ kN}$$

olmaktadır. Bu durumda 16 mm çapında ankraj çubuğu kullanılabilir. Ankraj çubuğunun taşıyabileceği maksimum kuvvet

$$Z_{\text{maks.}} = (\pi * 16^2 / 4) * 140 = 28147 \text{ N} \cong 28.1 \text{ kN}$$

olup seçilen ankarj çubuğu uygundur. Ankraj çubuğu 90 cm. uzunluğunda ise uzama miktarı:

$$\Delta l ((27.3 * 10^3) / \pi * 1.6^2) (90 / (2.1 * 10^6)) = 0.58 \text{ cm olur.}$$

Modüler kalıp elemanın boyutları büyüdükçe ankraj çubuğu çapı artmaktadır.

#### KAYNAKLAR

1- DIN 18218

2- DIN 4421

3- Altan, M. "Betonarme Elemanlarda Kalıp" İ.T.Ü. Yayını, Sayı 1500, 1992

4- Altan, M., Aydoğan, M. "Düşey Perde Yüzeylerine Etki Eden Taze Beton Basıncı Hakkında", İMO Tek. Dergi, Nisan 1992, s- 529-537

5- TUBİTAK İNTAK/TKOİ 525 Sayılı "Çok Katlı Toplu Konut Yapılarında Kalıp Sistemlerinin Rasyonalizasyonu ve Optimizasyonu" isimli araştırma projesi

