TBDY - 16.8 YÜZEYSEL TEMELLER

Yüzeysel temellerin boyutlandırılmasında aşağıdaki kurallara uyulacaktır. Burada verilen tasarım ilkeleri tekil, sürekli (şerit) ve radye (plak) temelleri kapsamaktadır.

16.8.1.1 - Yüzeysel temellerin taşıma gücü ve yatayda kaymaya karşı gelen tasarım dayanımları hesaplanarak, statik ve depremi içeren yükleme durumlarındaki tasarım etkilerini karşıladığı gösterilecektir.

16.8.1.2 – Depremde aşırı boşluk suyu basıncı artışı meydana gelebilecek zeminlerde, toplam gerilme analizlerinde drenajsız kayma dayanımı üzerinde olası etkiler, efektif gerilme analizlerinde ise boşluk suyu basıncı dikkate alınmalıdır.

16.8.2. - Yüzeysel Temeller İçin Dayanım Katsayıları

Yük katsayıları ile çarpılmış tüm yükler için tasarım dayanımı R_t , Tablo 16.2'de verilen *dayanım katsayısı* γ_R değerleri kullanılarak hesaplanacaktır. *Dayanım katsayısı*'nın değerleri temel türüne ve hesaplanan dayanım bileşenine göre belirlenmiştir.

Tablo 16.2. Yüzeysel Temeller İçin Dayanım Katsayıları

Dayanımın Türü	Dayanım Katsayısı Simgesi	Dayanım Katsayısı Değeri
Temel Taşıma Gücü	γ_{Rv}	1.4
Sürtünme Direnci	γ_{Rh}	1.1
Pasif Direnç	γ_{Rp}	1.4

16.8.3. Yüzeysel Temellerin Taşıma Gücü

16.8.3.1 – Statik ve deprem etkisini içeren yükleme durumlarının her birinde **Denk.(16.6)**'daki eşitsizlik sağlanacaktır:

$$q_o \leq q_t \qquad \textbf{(16.6)}$$

Burada q_o, temel seviyesinde etkiyen düşey yük, kesme ve moment etkilerinin oluşturduğu temel taban basıncıdır. q_t ise tasarım dayanımı R_t'nin temel taşıma gücüne ilişkin karşılığıdır ve **Denk. (16.7)** ile tanımlanır:

$$q_t = \frac{q_k}{\gamma_{Rv}} \qquad \textbf{(16.7)}$$

YÜZEYSEL TEMELLERİN BOYUTLANDIRILMASI

Boyutlandırmada, aşağıda Tabloda verilen her bir yük kombinasyonundan elde edilen düşey yük (N), kesme (H) ve moment (M) etkileri için, X ve Y doğrultularında ayrı ayrı boyut kontrolü yapılıp, elde edilen boyutlardan en büyük olanı temel boyutu olarak seçilmelidir.

Tablo 1.1 Yük kombinasyonları

$1.4G + 1.6Q$	
$G + Q + E_d^{(x)} + 0.3E_d^{(y)} + 0.3E_d^{(z)}$	$0.9G + E_d^{(x)} + 0.3E_d^{(y)} - 0.3E_d^{(z)}$
$G + Q + E_d^{(x)} - 0.3E_d^{(y)} + 0.3E_d^{(z)}$	$0.9G + E_d^{(x)} - 0.3E_d^{(y)} - 0.3E_d^{(z)}$
$G + Q - E_d^{(x)} + 0.3E_d^{(y)} + 0.3E_d^{(z)}$	$0.9G - E_d^{(x)} + 0.3E_d^{(y)} - 0.3E_d^{(z)}$
$G + Q - E_d^{(x)} - 0.3E_d^{(y)} + 0.3E_d^{(z)}$	$0.9G - E_d^{(x)} - 0.3E_d^{(y)} - 0.3E_d^{(z)}$
$G + Q + E_d^{(y)} + 0.3E_d^{(x)} + 0.3E_d^{(z)}$	$0.9G + E_d^{(y)} + 0.3E_d^{(x)} - 0.3E_d^{(z)}$
$G + Q + E_d^{(y)} - 0.3E_d^{(x)} + 0.3E_d^{(z)}$	$0.9G + E_d^{(y)} - 0.3E_d^{(x)} - 0.3E_d^{(z)}$
$G + Q - E_d^{(y)} + 0.3E_d^{(x)} + 0.3E_d^{(z)}$	$0.9G - E_d^{(y)} + 0.3E_d^{(x)} - 0.3E_d^{(z)}$
$G + Q - E_d^{(y)} - 0.3E_d^{(x)} + 0.3E_d^{(z)}$	$0.9G - E_d^{(y)} - 0.3E_d^{(x)} - 0.3E_d^{(z)}$

$$E_d^{(z)} = 2/3S_{DS}G$$

$E_d^{(z)}$: (Z) doğrultusundaki depremin etkisi altında tasarıma esas deprem etkisi,

S_{DS}: Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı

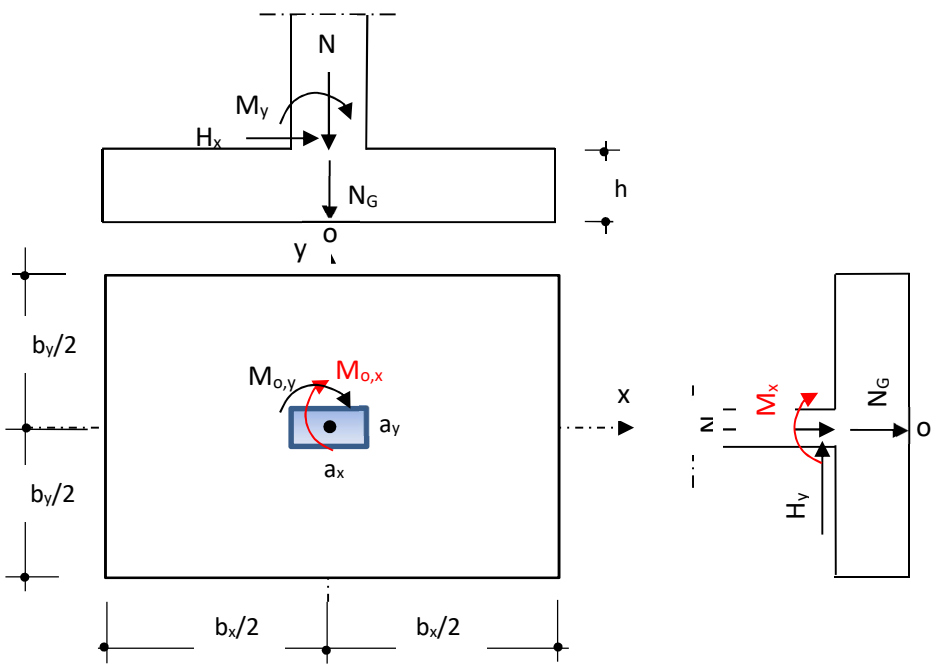
G: Sabit yük etkisi

$E_d^{(x)}$: (X) doğrultusundaki depremin etkisi altında tasarıma esas deprem etkisi

$E_d^{(y)}$: (Y) doğrultusundaki depremin etkisi altında tasarıma esas deprem etkisi

(Temel boyutu seçiminde, en yüksek boyutu vereceğini düşündüğünüz bir yükleme durumu için temel boyutlarının bulunması, diğer yüklemeler için seçtiğiniz boyutun uygunluğunun kontrol edilmesi önerilir.)

SİMETRİK ANKASTRE KOLON TEMELİ



a) Boyutlandırna

Temel önboyutlandırılmasında her iki doğrultudaki aksların çözüm sonuçlarından faydalanılarak, iki doğrultudaki(kolon tabanındaki) eğilme momentleri de dikkate alınarak her bir yükleme ($1.4G + 1.6Q$ ve depremli durum) için q_{net} bulunur.

$q_{t,net} = q_t - \gamma_{beton} * h_{temel}$

Bu bağıntıda h_{temel}: TS500'e göre çatlama kesme dayanımı kontrolünü sağlayan temel yüksekliğini göstermektedir.TS500'e göre:

- Temel yüksekliği ≥0.25m, Temel yüksekliği ≥konsol boyu/4,
  (konsol boyu=(temel boyutu-kolon genişliği)/2)
- En küçük temel boyutu ≥0.70m, En küçük temel alanı ≥1m^2
- Beton örtüsü kalınlığı≥50mm alınmalıdır.
- $q_{o(1,2,3,4)} = \frac{N}{b_x b_y} \pm \frac{M_{ox}}{\frac{b_x b_y^2}{6}} \pm \frac{M_{oy}}{\frac{b_y b_x^2}{6}} \leq q_{t,net}$ bağıntısından $b_x\ ve\ b_y$ bulunur. Seçilen $b_x\ ve\ b_y$ boyutları herbir yükleme grubu için sağlanmalıdır. Bu bağıntıda $M_{ox} = M_x + H_y.h$ ve $M_{oy} = M_y + H_x.h$ sırasıyla, temel taban orta noktasındaki bileşke eğilme momentidir.
- $N_G = \gamma_{beton} b_x b_y h_{temel}$ (Temelin kendi ağırlığı)

Temel tabanı gerilmeleri kontrolünde,

$q_{o(1,2,3,4)} = \frac{N+N_G}{b_x b_y} \pm \frac{M_{ox}}{\frac{b_x b_y^2}{6}} \pm \frac{M_{oy}}{\frac{b_y b_x^2}{6}}$ bağıntısı ile bulunan gerilme değerleri $e_x = \frac{M_{oy}}{N+N_G} \leq e_{kritik} = b_x/6$, $e_y = \frac{M_{ox}}{N+N_G} \leq e_{kritik} = b_y/6$ olduğundan dış merkezlik çekirdek içerisinde kalmaktadır.

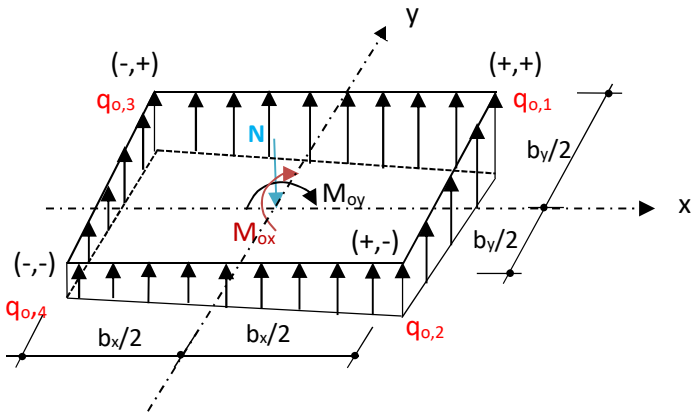
$\max q_o \leq q_t$ ve $\min q_o > 0$ olmalıdır.

b) Temel Boyutlarının Kontrolü

Temel tabanında meydana gelen basınçların kontrolünde, TBDY'e göre Tablo 1.1'de görülen statik ve deprem etkisini içeren yükleme durumlarının her birinde($q_o \leq q_t$) koşulu sağlanacaktır. Buna göre, temel seviyesinde etkiyen düşey yük, kesme ve moment etkilerinin oluşturduğu temel taban basınçlarının q_o, temelin temel taşıma gücü q_t değerinden küçük olması gerekmektedir. Temel boyutlarının kontrolünde temelin kendi ağırlığı ($N_G = \gamma_{beton} b_x b_y h_{temel}$) dikkate alınır.

$q_{o(1,2,3,4)} = \frac{N+N_G}{b_x b_y} \pm \frac{M_{o,x}}{\frac{b_x b_y^2}{6}} \pm \frac{M_{o,y}}{\frac{b_y b_x^2}{6}}$ bağıntısı ile bulunan taban basınçları için;

$\max q_o \leq q_t$ ve $\min q_o > 0$ olmalıdır.



Hesap kolaylığı (Basitleştirme) ile boyutlandırma işleminde:

1) h_{temel} seçilir.
2) $q_{t,net}$ hesaplanır.
3) Muhtemel max. gerilmeyi veren ($1.4G + 1.6Q \;\; ve \; G + Q + E_d^{(x)} + 0.3E_d^{(y)} + 0.3E_d^{(z)}$) yükleme durumlarından b_x ve b_y belirlenir (temel köşe noktalarındaki maximum gerilmeler yaklaşık aynı olmalıdır).
4) Herbir yükleme için gerilme kontrolü yapılır.
5) Herhangi bir yükleme için gerilme kontrolünün sağlanmaması durumunda temel boyutları değiştirilerek işlemler tekrarlanır.

c) Temel Kesit Tesirleri Hesabı (Ayrıntılı hesap yapılan temelde)

Tablo 1.1'de yer alan herbir yükleme için ayrı ayrı kritik kesitlerdeki (temele bağlanan kolon yüzündeki) hesap kesme ve eğilme momentleri bulunur. Bu aşamada temelin kendi ağırlığı N_G dikkate alınmayacaktır. Bir başka ifade ile, boyutlandırmada temel uç noktalarında max gerilmeyi veya temel boyutunu max veren yükleme durumu için kritik kesitlerdeki (temele bağlanan kolon yüzündeki) kesme ve eğilme etkileri bulunur.

1) Dış merkezliğin bulunması

$e_x = \frac{M_{oy}}{N} \leq e_{kritik} = b_x/6$, $e_y = \frac{M_{ox}}{N} \leq e_{kritik} = b_y/6$ olduğundan dış merkezlik çekirdek içerisinde kalmaktadır.

2) Taban basınç gerilmelerinin bulunması

$q_{o,1,2,3,4} = \frac{N}{b_x b_y} \pm \frac{M_{ox}}{\frac{b_x b_y^2}{6}} \pm \frac{M_{oy}}{\frac{b_y b_x^2}{6}}$ *bağıntısından* $q_{o,1}$, $q_{o,2}$, $q_{o,3}$, $q_{o,4}$ *bulunur.*

3) Kolon yüzünde kesme ve eğilme kesit tesirlerinin bulunması

Kesme ve eğilme etkilerinin hesabı için bağıntıda (±,±) bölgelerdeki durumlar için en kritik toplam kesme kuvveti ve eğilme momenti(temel kendi ağırlığı dikkate alınmadan) elde

edilebilir.($1.4G + 1.6Q$ ve depremli durumdaki en büyük kesit tesirleri hesaplanarak hesap kesme ve eğilme momentleri bulunur)

$q_{o(1,2,3,4)} = \frac{N}{b_x b_y} \pm \frac{M_{ox}}{\frac{b_x b_y^3}{12}} y \pm \frac{M_{oy}}{\frac{b_y b_x^3}{12}} x$ bağıntısından gerilme değerleri bulunur.

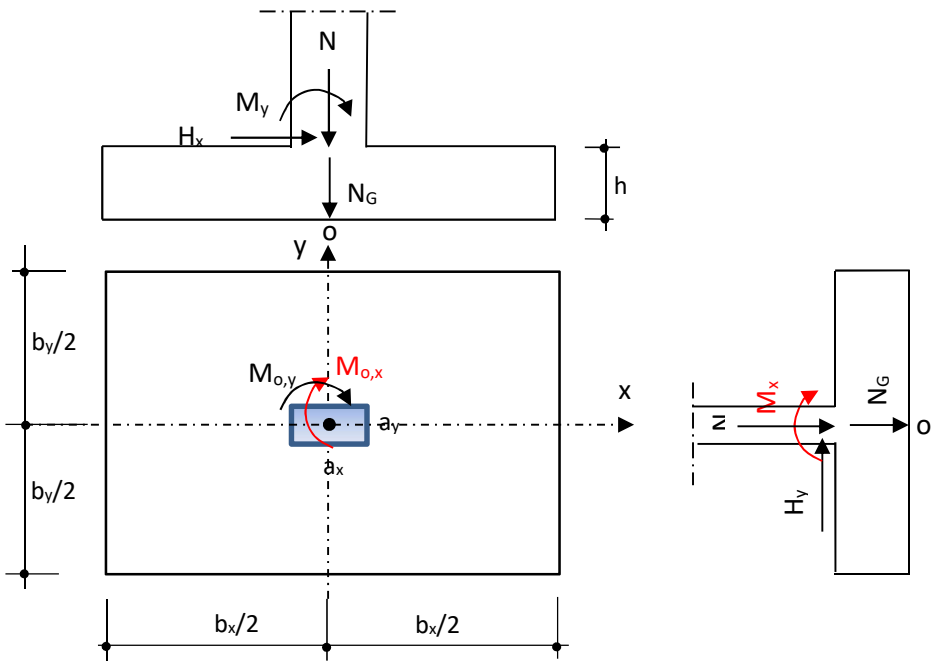
--- --

Örnek

Malzeme C25/S420 $N = 1200$ kN, $M_x = 275$ kNm , $M_y = 80$ kNm, $H_x = 20$ kN, $H_y = 50$ kN

Temel tabanı orta noktasındaki bileşke eğilme momentleri;

$M_{o,x} = M_x + H_y h = 300$ kNm, $M_{o,y} = M_y + H_x h = 90$ kNm



a) Temel Boyutlarının Kontrolü

Temelin kendi ağırlığı ($N_G = \gamma_{beton} b_x b_y h_{temel} = 25.3.2.0{,}5 = 75$kN)

$e_{o,x} = \frac{M_{o,y}}{N+N_G} = \frac{90}{1200+75} = 0{,}071\text{m} < b_x/6 = 3/6 = 0{,}5\text{m}$,

$e_{o,y} = \frac{M_{o,x}}{N+N_G} = \frac{300}{1200+75} = 0{,}24\text{m} < b_y/6 = 2/6 = 0{,}33\text{m}$,

olduğundan dış merkezlik çekirdek içerisinde kalmaktadır.

$$q_{o,1} = \frac{1200+75}{3.2} + \frac{300}{\frac{3.2^2}{6}} + \frac{90}{\frac{2.3^2}{6}} = 392{,}5\text{kN/m}^2$$

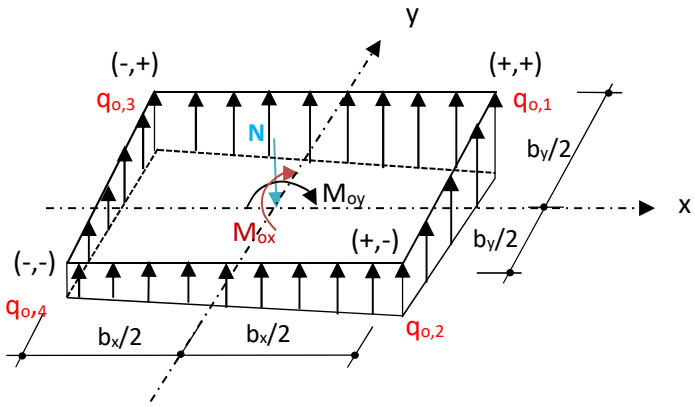
$$q_{o2} = \frac{1200+}{3.2} - \frac{300}{\frac{3.2^2}{6}} + \frac{90}{\frac{2.3^2}{6}} = 92{,}5\text{kN/m}^2$$

$$q_{o3} = \frac{1200+75}{3.2} + \frac{300}{\frac{3.2^2}{6}} - \frac{90}{\frac{2.3^2}{6}} = 332{,}5\text{kN/m}^2$$

$$q_{o,4} = \frac{12}{3.2} - \frac{300}{\frac{3.2^2}{6}} - \frac{90}{\frac{2.3^2}{6}} = 32{,}5\text{kN/m}^2$$

$\max q_o = 392{,}5 kN/m^2 < q_t = 420 kN/m^2,$

$\min q_o = 32{,}5 kN/m^2 > 0$



b) Temelin Hesap Kesit Tesirleri

Verilen yük birleşimi için kritik kesitlerdeki (temele bağlanan kolon yüzündeki) hesap kesme ve eğilme momentleri bulunur. Bu aşamada temelin kendi ağırlığı N_G dikkate alınmayacaktır.

Hesap Aşamaları:

1) Dış Merkezliğin Bulunması

$$e_{o,x} = \frac{M_{o,y}}{N} = \frac{90}{1200} = 0{,}075m < b_x/6 = 3/6 = 0{,}5m\ ,$$

$$e_{o,y} = \frac{M_{o,x}}{N} = \frac{300}{1200} = 0{,}25m < b_y/6 = 2/6 = 0{,}33m\ ,$$

olduğundan dış merkezlik çekirdek içerisinde kalmaktadır.

1) Taban Basınç Gerilmelerinin Bulunması

$$q_{o,1} = \frac{1200}{3.2} + \frac{300}{\frac{3.2^2}{6}} + \frac{90}{\frac{2.3^2}{6}} = 380 kN/m^2$$

$$q_{o,2} = \frac{1200}{3.2} - \frac{300}{\frac{3.2^2}{6}} + \frac{90}{\frac{2.3^2}{6}} = 80 kN/m^2$$

$$q_{o,3} = \frac{1200}{3.2} + \frac{300}{\frac{3.2^2}{6}} - \frac{90}{\frac{2.3^2}{6}} = 320 kN/m^2$$

$$q_{o,4} = \frac{1200}{3.2} - \frac{300}{\frac{3.2^2}{6}} - \frac{90}{\frac{2.3^2}{6}} = 20 kN/m^2$$

3) Hesap Kesme Kuvveti ve Eğilme Momentlerinin Bulunması

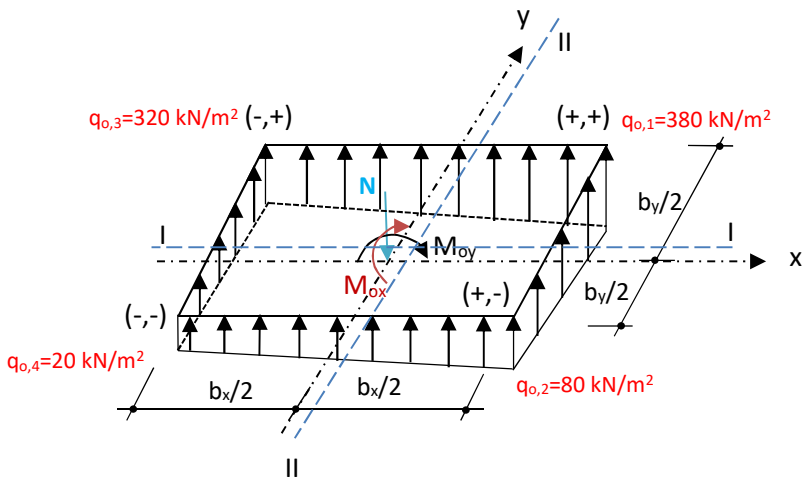
Kolon yüzündeki en kritik toplam kesme kuvveti ve eğilme momentleri hesaplanır.

(+) ve (–) , koordinat sisteminde x ve y'nin işaretlerini göstermektedir.

q_o gerilme bağıntısı bir yüzey denklemini ifade etmektedir.

$$q_o = \frac{N}{b_x b_y} + \frac{M_{ox}}{I_x} y + \frac{M_{oy}}{I_y} x$$

$$q_o = \frac{1200}{3.2} + \frac{300}{\frac{3.2^3}{12}}y + \frac{90}{\frac{2.3^3}{12}}x = (200 + 150y + 20x)$$



Kolon yüzündeki toplam kesme kuvvetleri

$$V_x = \int_x \int_y q_o \, dy \, dx,$$

$$V_y = \int_y \int_x q_o \, dx \, dy,$$

Kolon yüzündeki toplam eğilme momentleri

$$M_x = \int_x \int_y q_o \left(y - \frac{a_y}{2}\right) dy \, dx,$$

$$M_y = \int_y \int_x q_o \left(x - \frac{a_x}{2}\right) dx \, dy,$$

I-I Kesiti (Kolon yüzünden geçen kesit)

$$V_x = \int_{x=-1,5}^{1,5} \int_{y=0,2}^{1} q_o \, dy \, dx,$$

$$V_x = \int_{x=-1,5}^{1,5} \int_{y=0,2}^{1} \left(\frac{1200}{3.2} + \frac{300}{\frac{3.2^3}{12}}y + \frac{90}{\frac{2.3^3}{12}}x\right) dy \, dx,$$

$$V_x = \int_{x=-1,5}^{1,5} \int_{y=0,2}^{1} (200 + 150y + 20x) \, dydx,$$

$$V_x = \int_{x=-1,5}^{1,5} (200y + 150\frac{y^2}{2} + 20xy\Big|_{y=0,2}^{1} dx,$$

$$V_x = \int_{x=-1,5}^{1,5} (232 + 16x) \, dx,$$

$$V_x = (232x + 16\frac{x^2}{2}\Big|_{x=-1,5}^{1,5} = 696\text{kN}$$

$$M_x = \int_{x=-1,5}^{1,5} \int_{y=0,2}^{1} q_o \left(y - \frac{a_y}{2}\right) dy \, dx,$$

$$M_x = \int_{x=-1,5}^{1,5} \int_{y=0,2}^{1} \left(\frac{1200}{3.2} + \frac{300}{\frac{3.2^3}{12}}y + \frac{90}{\frac{2.3^3}{12}}x\right) (y - 0,2) \, dydx,$$

$$M_x = \int_{x=-1,5}^{1,5} \int_{y=0,2}^{1} (200 + 150y + 20x)(y - 0,2) dydx,$$

$$M_x = \int_{x=-1,5}^{1,5} (150\frac{y^3}{3} + 170\frac{x^2}{2} + 20\frac{y^2}{2}x - 4xy - 40y\Big|_{y=0,2}^{1} dx,$$

$$M_x = \int_{x=-1,5}^{1,5} (99,2 + 6,4x)\, dx,$$

$$M_x = (99,2x + 6,4\frac{x^2}{2}\Big|_{x=-1,5}^{1,5} = 297,6 \text{ kNm}$$

II-II Kesiti (Kolon yüzünden geçen kesit)

$$V_y = \int_{y=-1}^{1} \int_{x=0,25}^{1,5} q_o\, dx\, dy,$$

$$V_y = \int_{y=-1}^{1} \int_{x=0,25}^{1,5} \left(\frac{1200}{3.2} + \frac{300}{\frac{3.2^3}{12}} y + \frac{90}{\frac{2.3^3}{12}} x\right)\, dx\, dy,$$

$$V_y = \int_{y=-1}^{1} \int_{x=0,25}^{1,5} (200 + 150y + 20x)\, dxdy,$$

$$V_y = \int_{y=-1}^{1} (200x + 150yx + 10x^2|_{x=0,25}^{1,5}\, dy,$$

$$V_y = \int_{y=-1}^{1} (271,875 + 187,5y)\, dy,$$

$$V_y = (271,875y + 187,5\frac{y^2}{2}\Big|_{y=-1}^{1} = 543,75\text{kN}$$

$$M_y = \int_{y=-1}^{1} \int_{x=0,25}^{1,5} q_o \left(x - \frac{a_x}{2}\right) dx\, dy,$$

$$M_y = \int_{y=-1}^{1} \int_{x=0,25}^{1,5} \left(\frac{1200}{3.2} + \frac{300}{\frac{3.2^3}{12}} y + \frac{90}{\frac{2.3^3}{12}} x\right) (x - 0,25)\, dx\, dy,$$

$$M_y = \int_{y=-1}^{1} \int_{x=0,25}^{1,5} (200 + 150y + 20x)(x - 0,25)\, dx\, dy,$$

$$M_y = \int_{y=-1}^{1} (20\frac{x^3}{3} + 195\frac{x^2}{2} + 150\frac{x^2}{2} y - 37,5yx - 50x\Big|_{x=0,25}^{1,5}\, dy,$$

$$M_y = \int_{y=-1}^{1} (173,125 + 117,18y)\, dy,$$

$$M_y = (173,125y + 117,18\frac{y^2}{2}\Big|_{y=-1}^{1} = 346,35\text{kNm}$$

Sonuç Kesit Tesirleri

I-I kesiti $V_x = 696\text{kN}$, $M_x = 297,6$ kNm

II-II kesiti $V_y = 543,75\text{kN}$, $M_y = 346,35$ kNm

--- --

d) Zımbalama Hesabı (Ayrıntılı hesap yapılan temelde))

Zımbalama hesabı Tablo 1'de verilen her bir yük kombinasyonu için TS 500'e göre yapılacaktır.

$e_x = 0.4\frac{M_y}{N}$, $e_y = 0.4\frac{M_x}{N}$ bağıntıda M_x ve M_y değerleri kolon alt ucundaki moment değerleridir. Eğilme etkisini yansıtan katsayı aşağıdaki gibi bulunur.

$$\gamma = \frac{1}{1+1.5\frac{e_x+e_y}{\sqrt{b_x b_y}}} \leq 1.0$$

$V_{pr} \geq V_{pd}$ olmalıdır. V_{pr} zımbalama mukavemetini, V_{pd} zımbalamaya neden olan kuvveti ifade etmektedir.

Zımbalama hesabında ortalama gerilme alınarak yaklaşık hesap yapılabilir.

$$q_{o,ort} = \frac{q_{o,1}+q_{o,2}+q_{o,3}+q_{o,4}}{4}$$

$$V_{pd} = N - F_a \ , \qquad F_a = q_{ort}(a_x + d)(a_y + d)$$

F_a zımbalama çevresi içinde kalan taban basınç gerilmelerinin toplamı, U_p zımbalama çevresini, b_x ve b_y temel boyutlarını, a_x ve a_y kolon boyutlarını, d_{ort} her bir yön için temel etkili yükseklikleri ortalamasını ($d_{ort} = \frac{d_1+d_2}{2}$) ifade etmektedir.

$$U_p = 2(a_x + d_{ort}) + 2(a_y + d_{ort})$$

$$V_{pr} = \gamma f_{ctd} U_p d_{ort}$$

Seçilen h_{temel} için $V_{pr} \geq V_{pd}$ koşulu sağlanıyorsa, verilen ön boyutlar TS500'e göre zımbalama bakımından güvenlidir. Sağlamıyorsa temel boyutu tasarımı yeniden yapılarak hesaplar tekrarlanmalıdır.

e) Betonarme Kesit Hesabı (Ayrıntılı hesap yapılan temelde)

Tablo 1'de verilen her bir yük kombinasyonundan bulunan en büyük eğilme momentlerine göre donatı hesabı yapılmalıdır.

$maxM_x$ ve $maxM_y$ karşılaştırılır, büyük momente karşılık gelen donatı alta konur.

$$maxM_y = ..kNm \ , b_y = ..m, \quad d = h_{temel} - d'$$

$$k_m = \frac{maxM_y}{b_y d^2} = \qquad k_z = \qquad A_s = \cdots \ldots . mm^2$$

$minA_s = 0.002. b_y d = \cdots \ldots . mm^2$ bulunur. Bulunan büyük donatı alanına göre donatı seçilir. Donatılar arası mesafe $s \leq 25cm$ olmalıdır.

Benzer *işlem diğer yöndeki eğilme momneti için de yapılacaktır.*

$$maxM_x = ..kNm \ , b_x = ..m, \quad d = h_{temel} - \emptyset_{temel\ donatısı} - d'$$

$$k_m = \frac{maxM_x}{b_x d^2} = \qquad k_z = \qquad A_s = \cdots \ldots . mm^2$$

$minA_s = 0.002. b_x d = \cdots \ldots . mm^2$ bulunur. Bulunan büyük donatı alanına göre donatı seçilir. Donatılar arası mesafe $s \leq 25cm$ olmalıdır.

f) Kesme Güvenliği Tahkiki (Ayrıntılı hesap yapılan temelde)

$V_{cr,x} = 0.65 f_{ctd} b_x d \geq maxV_x$ olmalı,

$V_{cr,y} = 0.65 f_{ctd} b_y d \geq max V_y$ olmalı, herhangi birini sağlamıyorsa temel yüksekliği artırılmalıdır.

16.8.4. Yüzeysel Temellerin Yatayda Kayması

16.8.4.1 – *Yatayda kayma* ile ilgili olarak statik ve depremi içeren yükleme durumlarının her birinde **Denk.(16.9)**'daki eşitsizlik sağlanacaktır:

$$V_{th} \leq R_{th} + 0.3 R_{pt} \qquad \textbf{(16.9)}$$

Burada V_{th} temel tabanında etkiyen *tasarım yatay kuvveti*'ni, R_{th} *tasarım sürtünme direnci*'ni, R_{pt} ise *tasarım pasif direnci*'ni göstermektedir.

16.8.4.2 – *Tasarım sürtünme direnci* R_{th} drenajlı durumda **Denk.(16.10)** ile hesaplanabilir:

$$R_{th} = \frac{P_{tv} tan\delta}{\gamma_{Rh}} \qquad \textbf{(16.10)}$$

Burada, P_{tv} temel tabanına etkiyen tasarım düşey basınç kuvvetini, δ ise temel tabanı ile zemin arasındaki sürtünme açısını göstermektedir.

16.8.4.3 – Sürtünme katsayısı tan δ , saha deneyleri ile aksi belirlenmedikçe, **Tablo 16.3**'te verilen değerlerden daha büyük alınmayacaktır.

Tablo 16.3. Yüzeysel Temeller ile Zemin Arasındaki Sürtünme Katsayısı

Sürtünme Ara Yüzeyi	tan δ
Yerinde Dökme Beton – Sıkıştırılmış Temel Taban Zemini	0.6
Önüretimli Beton – Sıkıştırılmış Temel Taban Zemini	0.4
Yerinde Dökme Beton – Beton	0.5
Beton – Taban Kayası	0.5

16.8.4.4 – *Tasarım sürtünme direnci* R_{th} kohezyonlu zeminlerde (drenajsız durumda) **Denk.(16.11)** ile hesaplanabilir.

$$R_{th} = \frac{A_c c_u}{\gamma_{Rh}} \qquad \textbf{(16.11)}$$

Burada, *A*c temel altında basınç gerilmelerinin oluştuğu toplam alanı ifade etmektedir.

16.8.4.5 – *Tasarım pasif direnci R*pt, *karakteristik pasif direnç R*pk 'nın *dayanım katsayısı*'na bölünmesi ile hesaplanacaktır:

$$R_{pt} = \frac{R_{pk}}{\gamma_{Rp}} \qquad \textbf{(16.12)}$$

Temelin Yatayda Kayması Tahkiki (Ayrıntılı hesap yapılan temelde)

Yatayda kayma ile ilgili olarak statik ve depremi içeren yükleme durumlarının (Tablo 1) her birinde **Denk.(16.9)**'daki eşitsizlik sağlanacaktır:

$$V_{th} \leq R_{th} + 0.3 R_{pt} \qquad \textbf{(16.9)}$$

Burada V_{th} temel tabanında etkiyen *tasarım yatay kuvveti*'ni, R_{th} *tasarım sürtünme direnci*'ni, R_{pt} ise *tasarım pasif direnci*'ni göstermektedir. (R_{pt} değeri ihmal edilebilir, bu durumda sadece R_{th} bulunmalıdır.)

Tasarım sürtünme direnci R_{th} drenajlı durumda hesaplanır.

$$R_{th} = \frac{P_{tv} tan\delta}{\gamma_{Rh}} \quad \textbf{(16.10)}$$

P_{tv} temel tabanına etkiyen tasarım düşey basınç kuvvetini göstermektedir. tan δ =0.6 (Yerinde Dökme Beton – Sıkıştırılmış Temel Taban Zemini) alınır. Sürtünme direnci hesabında $\gamma_{Rh} = 1.1$ alınır. (TBDY 2018, **Tablo 16.2**)

Denk.(16.9) eşitsizliği kontrolü Tablo 1'deki herbir yükleme için yapılacaktır. **Denk.(16.9)**'daki V_{th} hangi yüklemeden geliyorsa, **Denk.(16.10)**'daki R_{th} aynı yüklemeden bulunmalıdır.

16.8.5.Temel Bağ Kirişi Boyutlandırılması

16.8.5.1 – Betonarme ve çelik binalarda tekil temelleri veya kazık başlıklarını her iki doğrultuda, sürekli temelleri ise kolon veya perde hizalarında birbirlerine bağlayan bağ kirişleri düzenlenecektir. Tablo 16.1'e göre yerel zemin sınıfı ZA olan temel zeminlerinde bağ kirişleri yapılmayabilir.

16.8.5.2 – Bağ kirişleri, temel kazısına uygun olarak, temel altından kolon tabanına kadar olan yükseklikteki herhangi bir seviyede yapılabilir.

16.8.5.3 – Bağ kirişinin kesit tasarımında gözönüne alınacak eksenel kuvvet $\boldsymbol{N_b}$ Denk.(16.13) ile verilmiştir.

$$\boldsymbol{N_b = 0.10 S_{DS} N_k} \quad \textbf{(16.13)}$$

Burada $\boldsymbol{N_k}$ bağ kirişinin bağlandığı kolon veya perdedeki en büyük eksenel kuvveti, $\boldsymbol{S_{DS}}$ ise kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısını göstermektedir.

16.8.5.4 – Kesit hesabında bağ kirişlerinin hem basınç, hem de çekme kuvvetlerine çalışacağı gözönünde tutulacaktır. Zemin ya da taban betonu tarafından sarılan bağ kirişlerinin basınca çalışması durumunda, burkulma etkisi gözönüne alınmayabilir. Çekme durumunda ise, çekme kuvvetinin sadece donatı tarafından taşındığı varsayılacaktır. Bağ kirişlerinin minimum boyutu 300 mm × 300 mm, donatı oranı en az % 0.5, etriye çapı 8 mm ve etriye aralığı 200 mm olacaktır.

16.8.5.5 – Bağ kirişleri yerine betonarme döşemeler de kullanılabilir. Bu durumda, döşeme kalınlığı 150 mm'den az olmayacaktır. Döşemenin ve içine konulan donatının, Denk.(16.13) ile verilen eksenel yüklere eşit yükleri güvenli biçimde aktarabildiği hesapla gösterilecektir.

Ayrıntılı Hesap Yapılmayan Diğer Kolon Temellerinde Boyutlandırma ve Zımbalama Tahkiki

(Program kullanılmadan hesap yapıldığından aşağıdaki basitleştirme ile temel boyutu seçimi ve zımbalama tahkiki yapılabilir. TBDY 2018'e göre "*Bina taşıyıcı sistemleri daima üç boyutlu olarak modellenecektir*" koşulu bulunmaktadır)

Temellerin Boyutlandırması

Temel önboyutlandırılmasında her iki doğrultudaki tüm aksların çözümü yapılmadığından

$1.4G + 1.6Q$ yüklemesi için $q_{o,net}$ bulunur. $q_{t,net} = q_t - \gamma_{beton} * h_{temel}$

Bu bağıntıda h_{temel}: TS500'e göre zımbalama dayanımı kontrolünü sağlayan temel yüksekliğini göstermektedir.TS500'e göre:

- Temel yüksekliği ≥0.25m, Temel yüksekliği ≥konsol boyu/4,
  (konsol boyu=(temel boyutu-kolon genişliği)/2)
- En küçük temel boyutu ≥0.70m, En küçük temel alanı ≥1m^2
- Beton örtüsü kalınlığı≥50mm alınmalıdır.

$q_{t,net} = \frac{N}{b_x b_y}$ bağıntısından b_x ve b_y bulunur.

Hesap kolaylığı *(Basitleştirme) ile boyutlandırma işleminde:*

1) h_{temel} seçilir
2) $q_{t,net}$ hesaplanır.
3) $1.4G + 1.6Q$ yükleme durumu için b_x ve b_y belirlenir.
4) Herbir yükleme için gerilme kontrolü yapılır.

Temellerde TS500'e Göre Zımbalama Tahkiki ve Temel Yüksekliğinin Kontrolü

Hesap kolaylığı için düşey yüklerin eğilme etkisi ihmal edilecektir (Eğilme etkisi ihmal edildiğinden γ=1 alınabilir). Zımbalama tahkikinde $1.4G + 1.6Q$ (statik) yükleme kombinasyonu dikkate alınabilir.

$V_{pr} \geq V_{pd}$ olmalıdır. V_{pr} zımbalama mukavemetini, V_{pd} zımbalamaya neden olan kuvveti ifade etmektedir.

$V_{pr} \geq V_{pd}$ olmalıdır. V_{pr} zımbalama mukavemetini, V_{pd} zımbalamaya neden olan kuvveti ifade etmektedir.

Zımbalama hesabında ortalama gerilme alınarak yaklaşık hesap yapılabilir. $q_{o,ort} = \frac{N}{b_x b_y}$

$$V_{pd} = N - F_a \ , \qquad F_a = q_{ort}(a_x + d)(a_y + d)$$

F_a zımbalama çevresi içinde kalan taban basınç gerilmelerinin toplamı, U_p zımbalama çevresini, b_x ve b_y temel boyutlarını, a_x ve a_y kolon boyutlarını, d_{ort} her bir yön için temel etkili yükseklikleri ortalamasını ($d_{ort} = \frac{d_1+d_2}{2}$) ifade etmektedir.

$$U_p = 2(a_x + d_{ort}) + 2\left(a_y + d_{ort}\right), V_{pr} = \gamma f_{ctd} U_p d_{ort}$$

Seçilen h_{temel} için $V_{pr} \geq V_{pd}$ koşulu sağlanıyorsa, verilen ön boyutlar TS500'e göre zımbalama bakımından güvenlidir.