

INS 405

Temel Mühendisliği

Eksantrik Yüklü Temeller

Doç. Dr. İnan KESKİN

inaneskin@karabuk.edu.tr, inaneskin@gmail.com

www.inaneskin.com

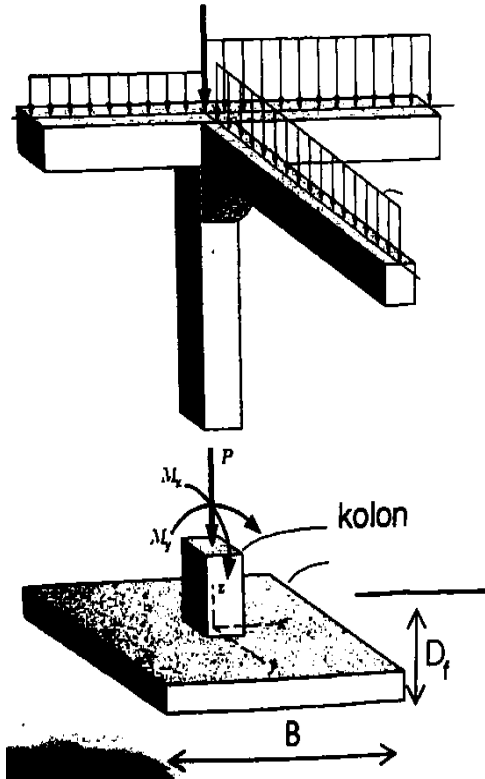
TEMELLER

Hafta	Konular
-------	---------

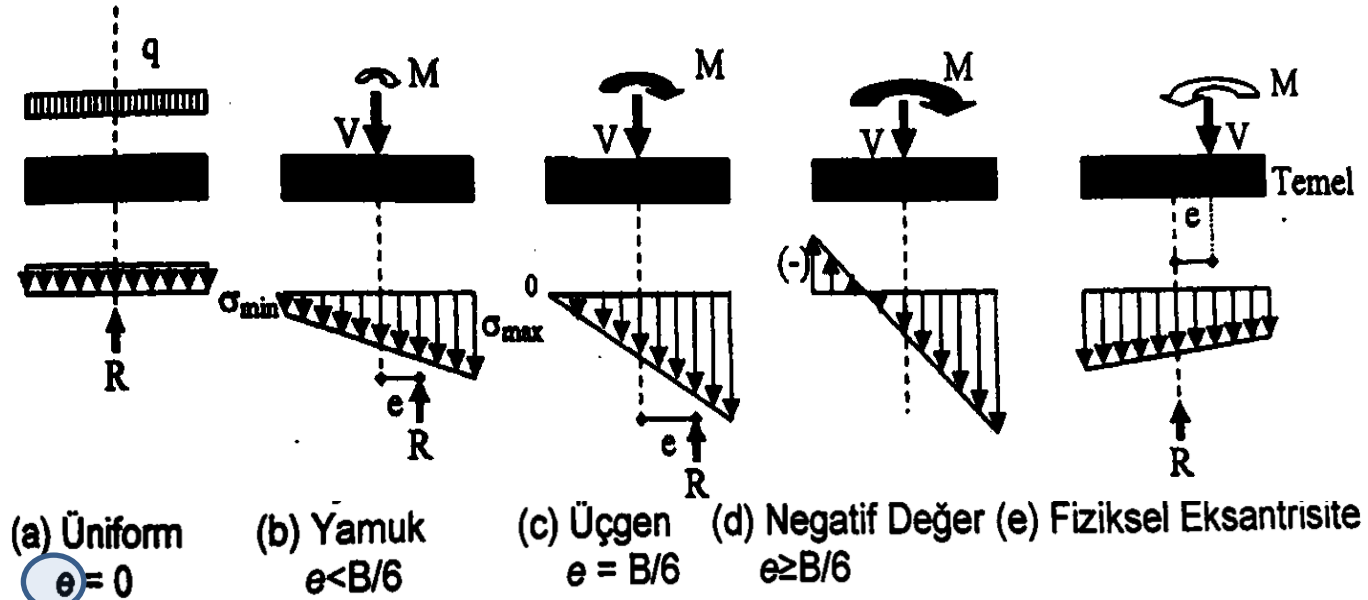
1	Ders Amacı-İçeriği, Zemin İnceleme Yöntemleri
2	Arazi Deneyleri
3	Yüzeysel Temeller; Kare/Dikdörtgen Temeller, Daire ve Halka Temeller, Birleşik Temel, Sürekli Temel, Şerit Temel
4	Yüzeysel Temellerde Taşıma Gücü; Taşıma Gücü Teorileri
5	Yüzeysel Temellerde Taşıma Gücü; Arazi Deneyleri ile Taşıma Gücü Hesaplamaları
6	Eksantrik Yüklü Temeller
7	Derin Temeller; Kazıklar
8	Kazıkların Taşıma Gücü; Problem Çözümü
9	Derin Temeller; Ayak ve Keson Temeller
10	Temellerin Oturması; Oturmanın Tanımı, Mekanizması
11	Temellerin Oturması; Problem Çözümleri
12	Temel Zemini İyileştirmeleri
13	Temel Çukuru Güvenliği; Destekli Kazıların Tasarımı
14	Ankarajlar

EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLER

Şekilde gösterildiği gibi bir temel kolonlardan eksenel olmayan yüklerde alır. Genel kurala uyararak kare temel seçildiğinde statik ve dinamik/sismik yüklemelerden doğan taban basınçları istenildiği gibi uniform olmayacaktır. **Moment yönünde taban basınçları daha büyük değeri (σ_{max}), ters tarafta ise en küçük değeri değeri (σ_{min}) taşıyacaktır.**



Temel altındaki basınç dağılımları

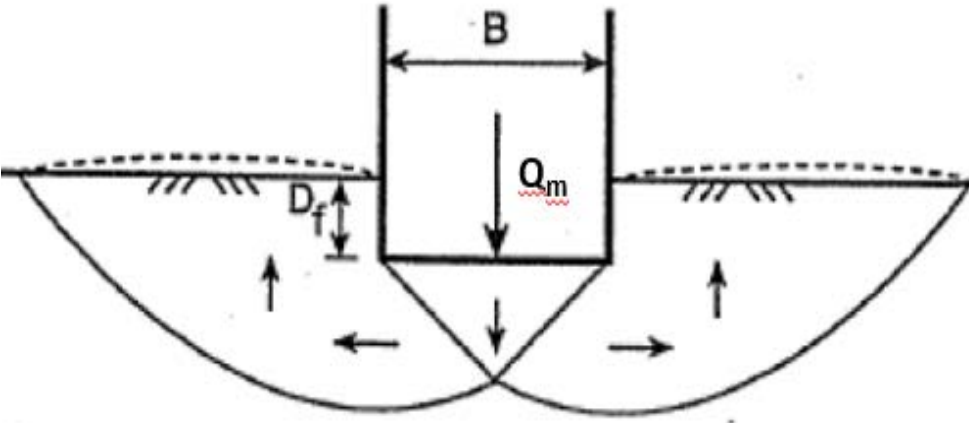


Eksantrisite ilerleyen bölümlerde tanımlanacak

Eksantriklik veya moment yükü yalnızca L yönünde ise eşitliklerde B yerine L kullanılır. Sürekli temelerde P ve M yerine sırasıyla P/b ve M/b alan yerine ise genişlik kullanılır.

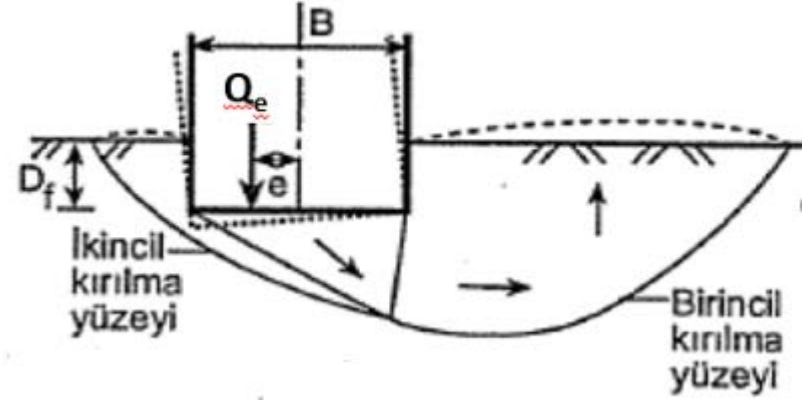
EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLER

Eksantrik yüklü temel, aynı koşullarda, merkezi yüklü temele göre daha az yük taşır. Merkezi yüklü temelin (şerit) her iki yanında kırılma yüzeyleri meydana gelirken, eksantrik yüklü temelin sadece bir tarafında (eksantrikliğin yer aldığı tarafta veya karşı tarafta) kırılma yüzeyi meydana gelir.

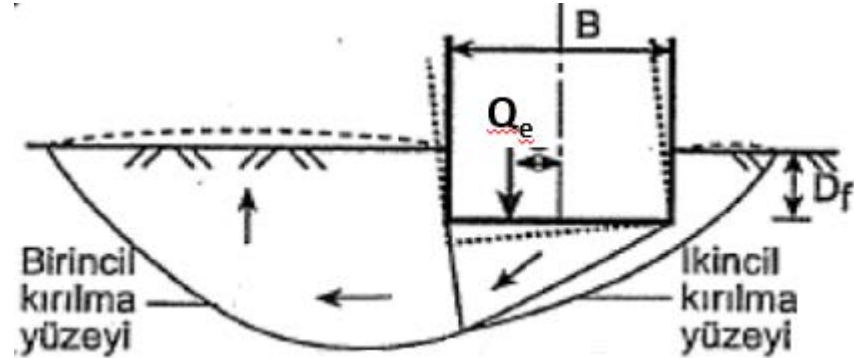


Merkezi yüklü temelerde kayma yüzeyi temelin her iki yanında görülürken eksantrik yük alan temellerin yalnız bir tarafında **eksantrisitenin olduğu yerin karşı tarafında** oluşur.

Temel daima eksantrite tarafına doğru döner.



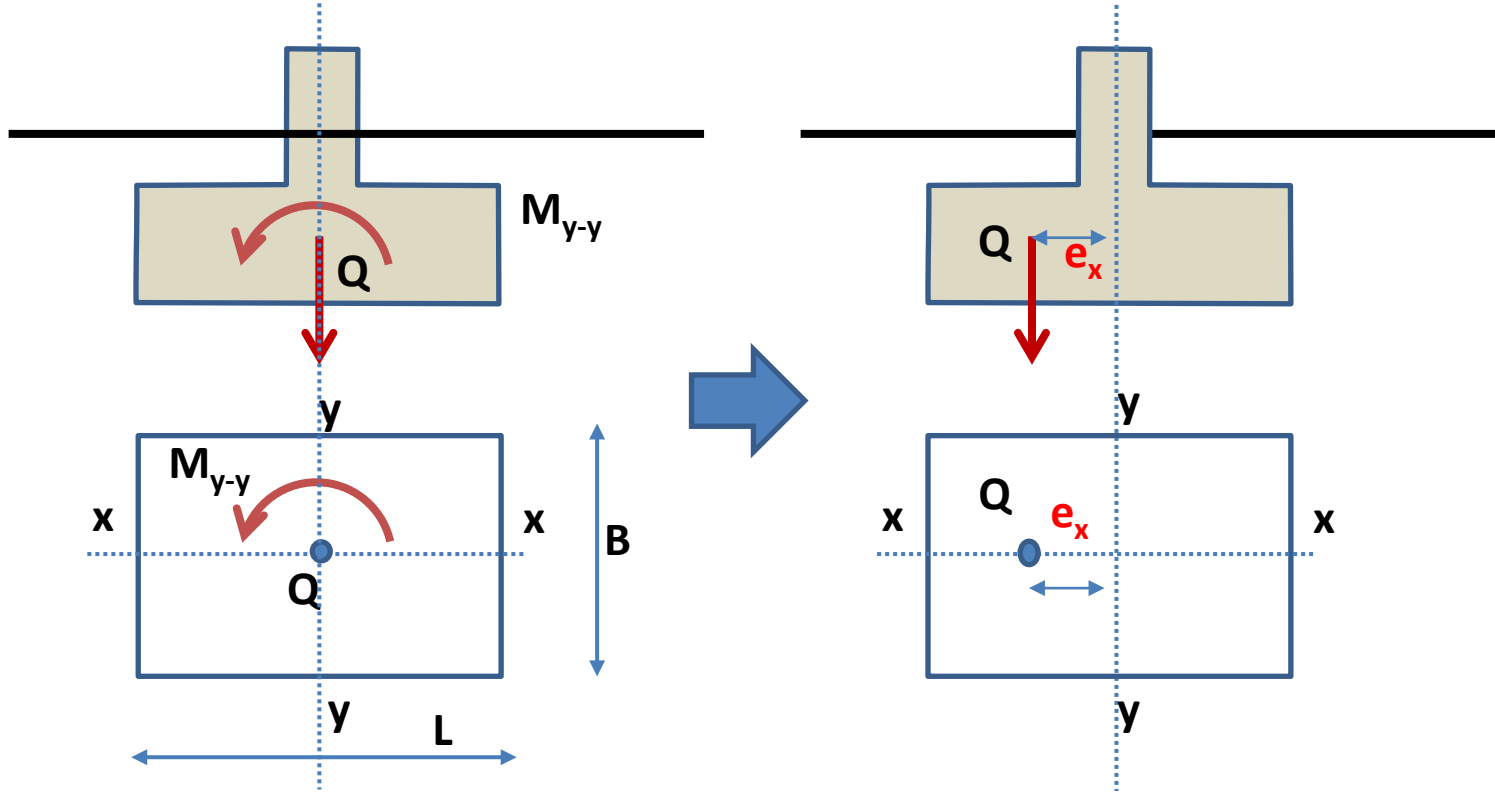
veya



$Q_e < Q_m$ (eksantrik yüklü temelin sınır yükü < merkezi yüklü aynı temelin sınır yükü)

EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLER

Hem merkezi normal kuvvet, hem de eğilme momenti etkisindeki temel, eksantrik olarak etkiyen tek bir yükle yüklenmiş duruma dönüştürülebilir.



Eksantrite (e), tabana etkiyen kuvvetlerin bileşkesi R' nin etkiye noktası ile temelin ağırlık merkezi arasındaki uzaklık olarak tanımlanır.

$$e = \frac{\text{Moment}}{\text{Yük}} \Rightarrow \text{Uzunluk yönündeki eksantrite; } e_x = \frac{M_{y-y}}{Q} = \frac{\Delta M_{y-y}}{\Sigma Q}$$

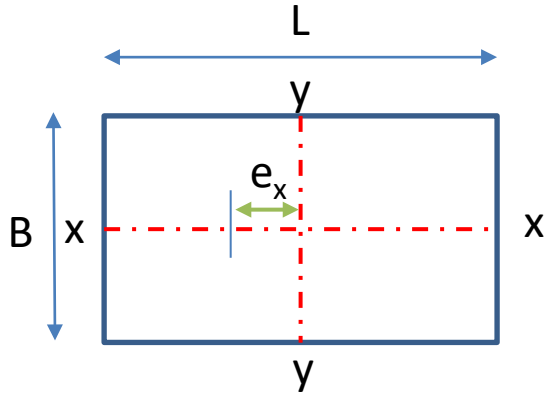
ΔM_{y-y} = ilgili eksene göre momentlerin toplamı

ΣQ = temel tabanına gelen tüm düşey yüklerin toplamı

EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLER

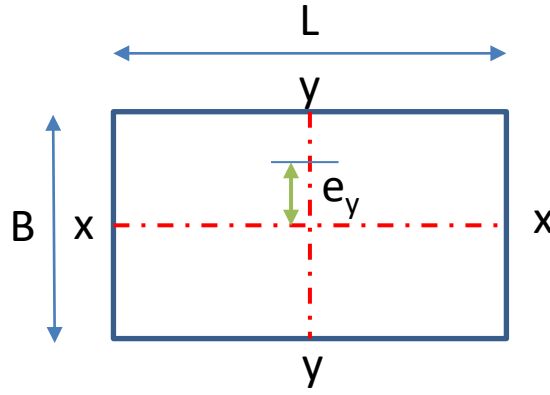
Temelerde çeşitli eksantriteler

(a) Bir doğrultuda eksantrik yüklü diktörtgen alan ($e_x \neq 0$)



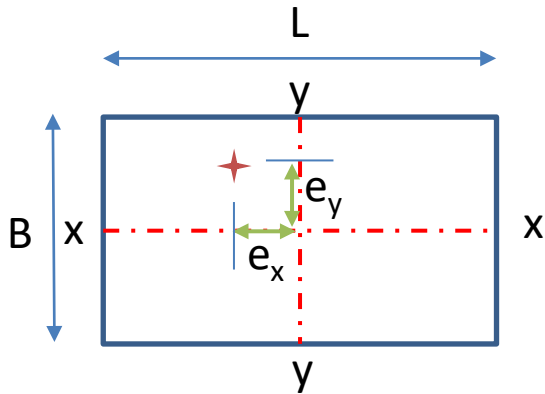
Uzunlu yönünde; $e_x = M_{y-y} / \Sigma N$

(b) Bir doğrultuda eksantrik yüklü diktörtgen alan ($e_y \neq 0$)



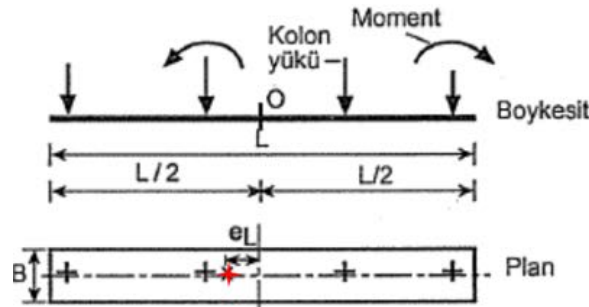
Genişlik yönünde; $e_y = M_{x-x} / \Sigma N$

(d) iki doğrultuda eksantrik yüklü diktörtgen alan ($e_x \neq 0, e_y \neq 0$)



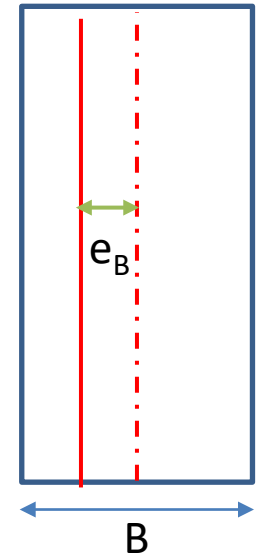
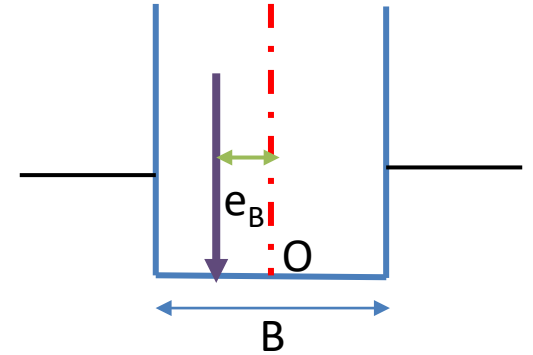
$e_x = M_{y-y} / \Sigma N, e_y = M_{x-x} / \Sigma N$

(e) Kolon altı şerit temelde eksantrisite ($e_L \neq 0$)



$e_L = \Delta M_O / \Sigma N$

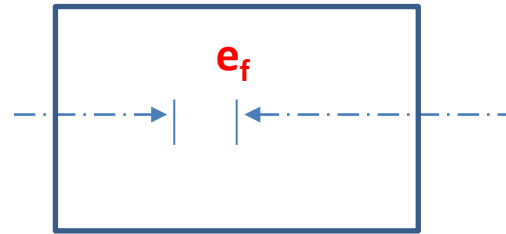
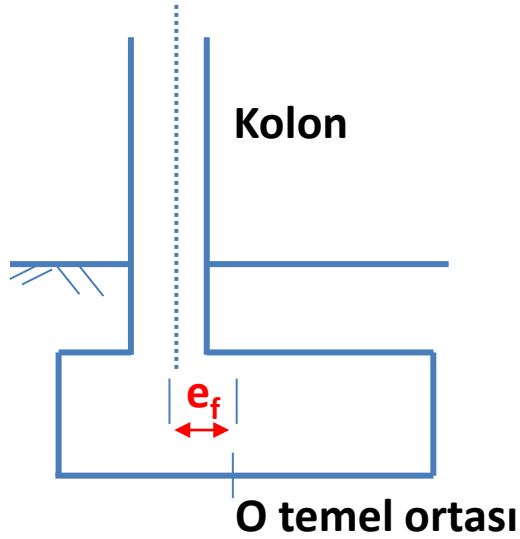
(c) Enine eksantrik yüklü duvar şerit temel ($e_B \neq 0$) (enkesit)



Plan

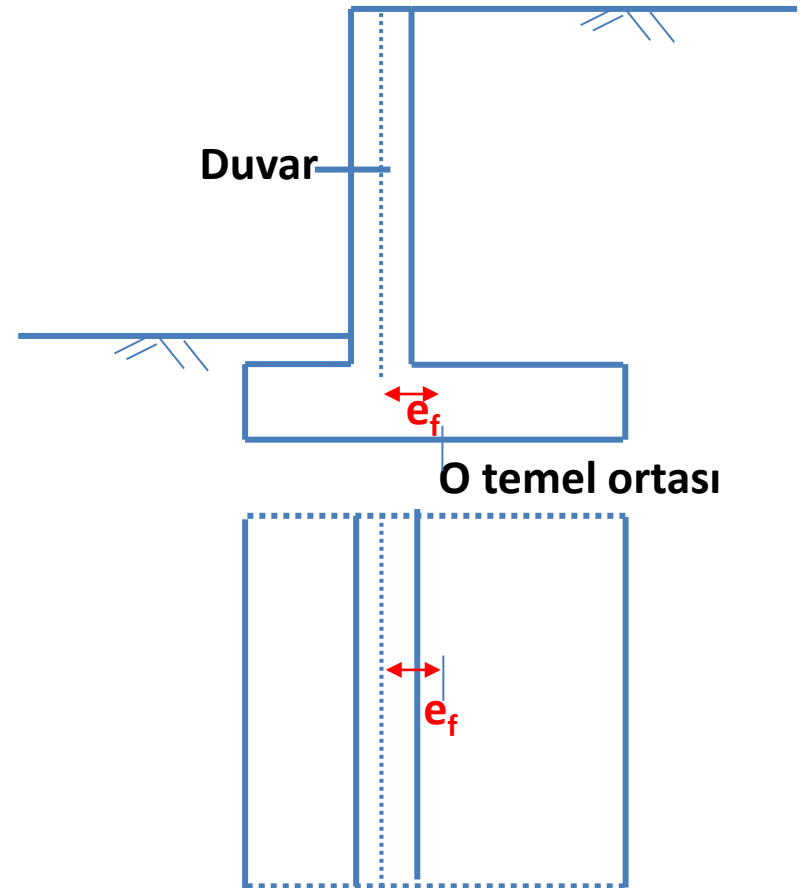
EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLER

Temelerde fiziksel eksantrisite (e_f) de olabilir. Fiziksel eksantrisite, temel ortası ile temel veya duvar ortası arasındaki mesafedir. Normalde temeller simetrik olarak düzenlenmektedir. Ancak bazen temel basıncı dağılışını düzeltmek vb. amaçlarla temeller simetrik olarak düzenlenebilmektedir. Böyle temellere asimetrik temel denmektedir.



Düşey kesitler

Planlar



EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

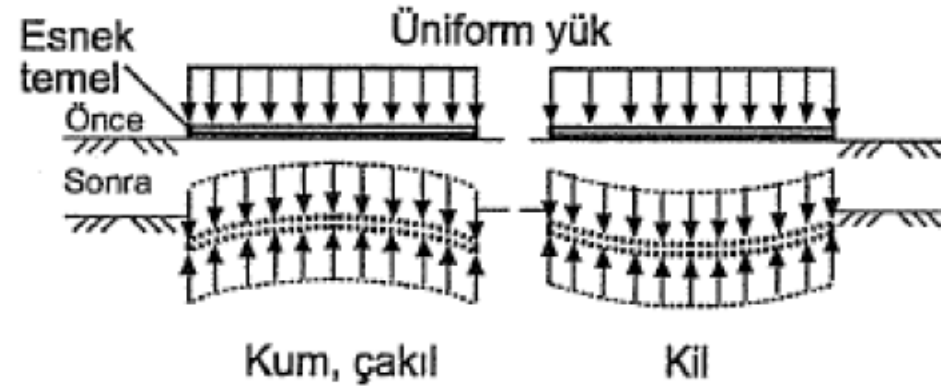
Eksantrik yüklü temellerin taşıma gücünü belirlemek için birkaç yöntem vardır.

*Temeller, eğilmeye karşı dirençleri açısından daha kolay eğilebilen ince temel (**esnek**) ve eğilmeye karşı görece büyük dirençli, kalın (**rijit**) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.*

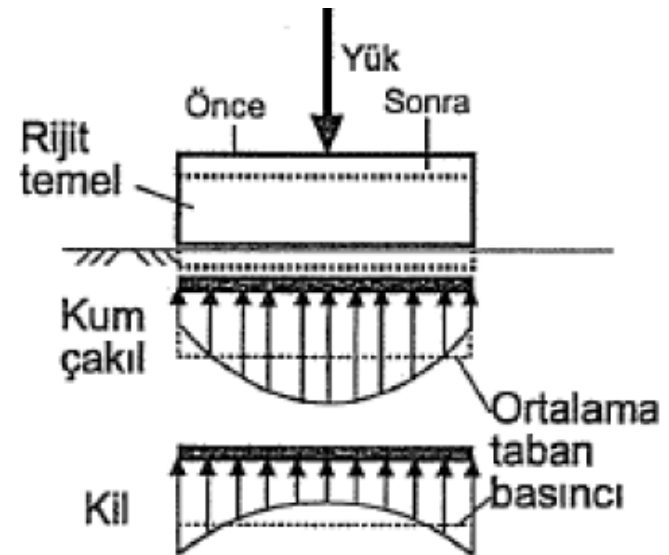
Esnek temel eğilirken, rijit temel eğilmez, tabanı düzlem kalır. Pratikte ince radyeler esnek temel, betonarme tekil temeller vb. rijit temel kabul edilirler.

Esnek ve rijit temellerin yükleme altındaki oturma, deformasyon ve taban basınç dağılışı farklıdır. Bu davranışlar, kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminlerde ayrıca farklılıklar gösterir.

Esnek Temel



Rijit Temel



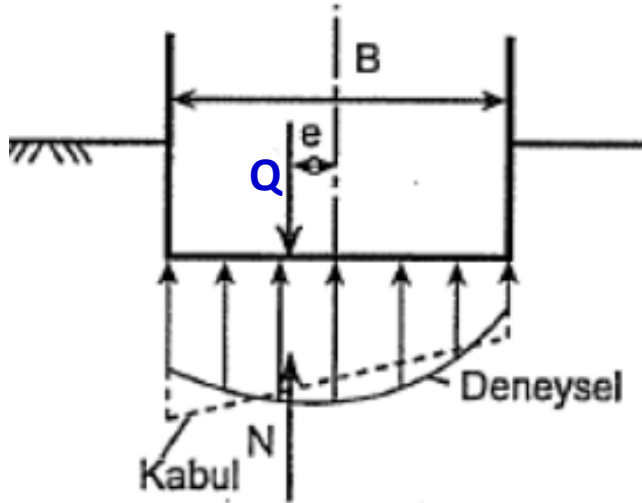
EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Geleneksel yöntem

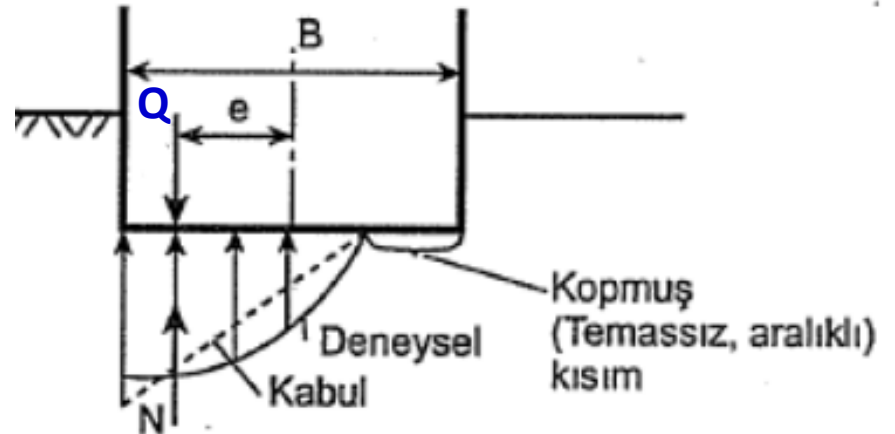
Merkezi yüklü rijit temelerde, taban basınçlarının eğrisel dağılışı yerine, basitlik sağladığı için, **üniform taban basınç dağılışı** kullanılır.

$$q_{ort} = \frac{\text{Toplam Yük}}{\text{Alan}} = \frac{P + Wf}{A} = q_t$$

İri taneli zeminlere (kum çakıl) oturan eksantrik yüklü rijit temelerde, taban basınç dağılışı özelliklerini korumakta, **ancak dağılışın ağırlık merkezi, eksantrik olarak etkiyen yükün altına doğru kaymaktadır.**



Küçük eksantrisite durumu



Büyük eksantrisite durumu

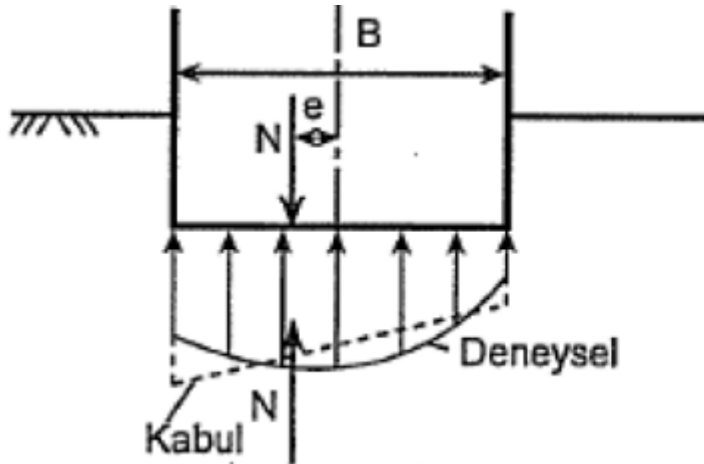
EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Geleneksel yöntem

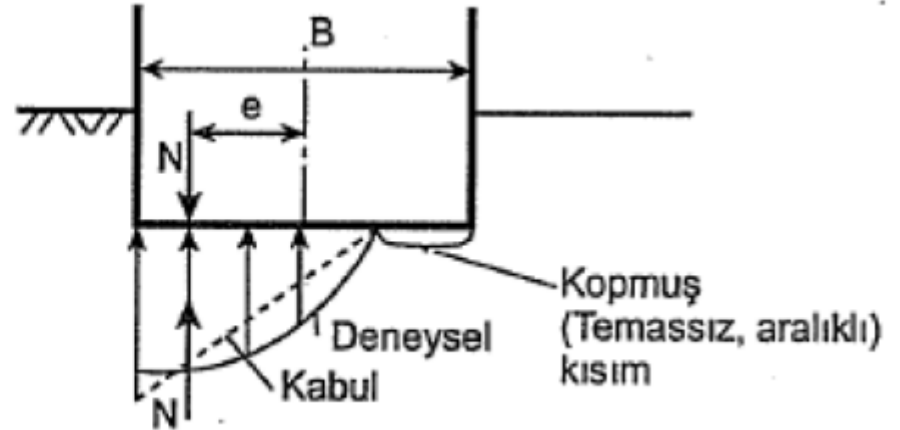
Geleneksel yöntemde; eksantrik yüklü rijit bir temel altındaki basınç dağılışılarını belirlemek için şu kabuller yapılmaktadır;

- ✓ Taban basıncının dağılışı biçimi doğrusal (lineer) dir.
- ✓ Dağılışı bileşkesi, eksantrik olarak etkiyen yüke eşittir ($\Sigma Y=0$).
- ✓ Dağılışı bileşkesi ile eksantrik yük, aynı düşey doğrultudadır ($\Sigma M=0$).
- ✓ Zemin ile temel arasında çekme gerilmesi oluşamaz. Çekme gerilmesi meydana gelen alanda, temel ile zemin teması kaybolur.

Geleneksel yöntemin bu kabullerinin geçerliliği, deneysel çalışmalarla gösterilmiştir.



Küçük eksantrisite durumu

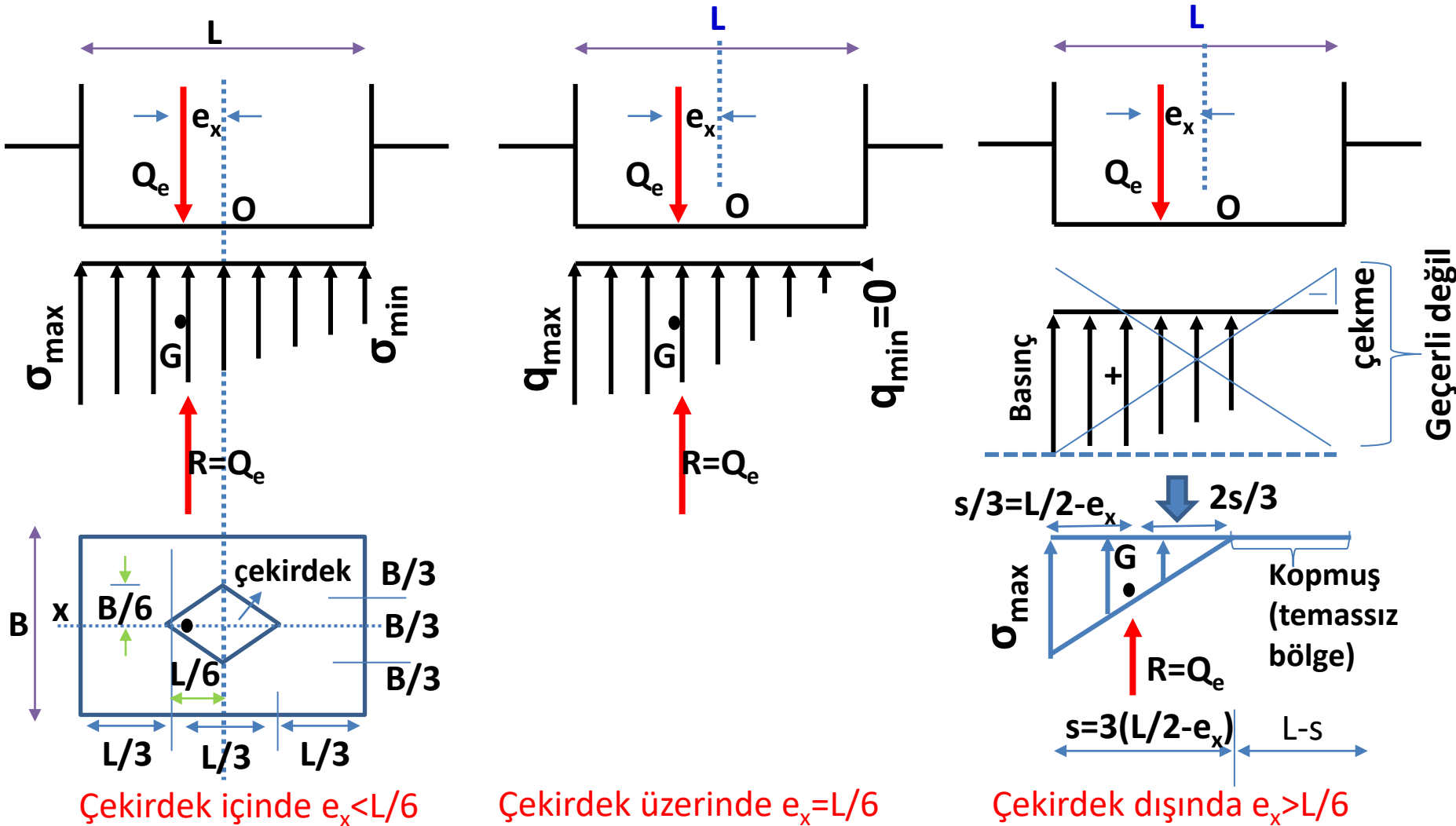


Büyük eksantrisite durumu

EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Geleneksel yöntem

Bir yönde eksantrikliğe maruz bir dikdörtgen temelde, taban basınç dağılışıları

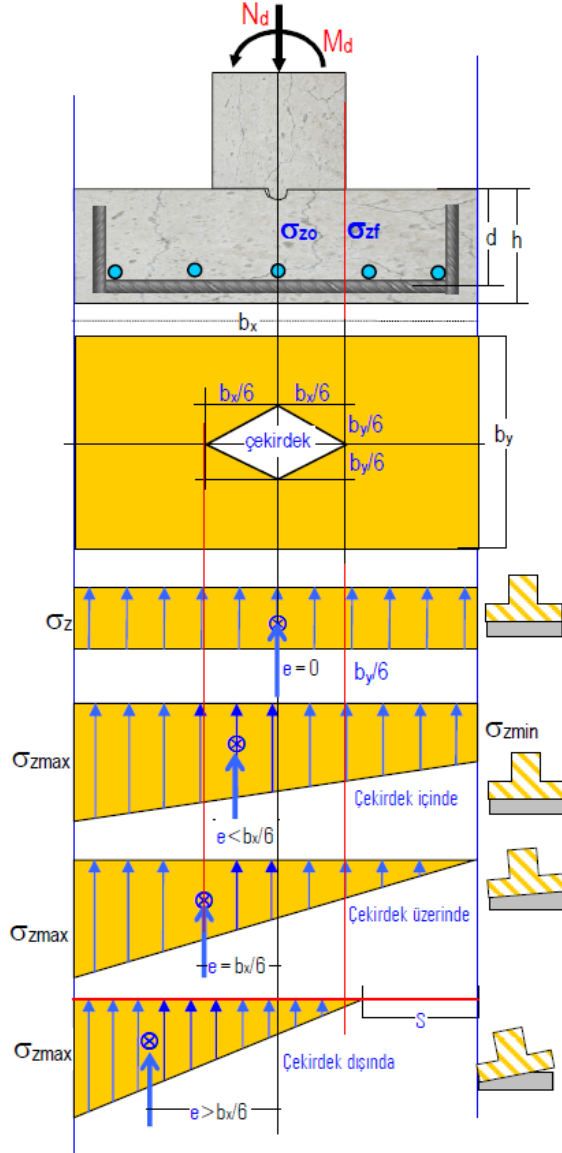


Bir eksantrik yüklü bir dikdörtgen alan altında taban basınç dağılışıları

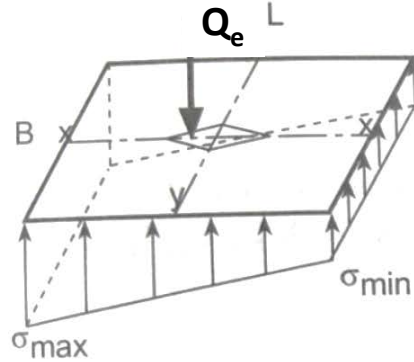
EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Geleneksel yöntem

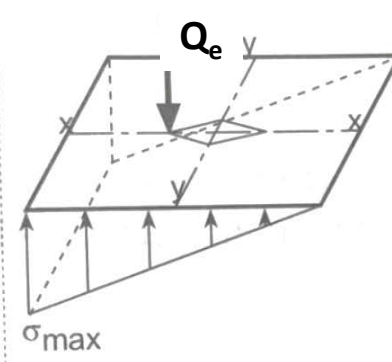
Bir yönde eksantrikliğe maruz bir dikdörtgen temelde, taban basınç dağılışıları



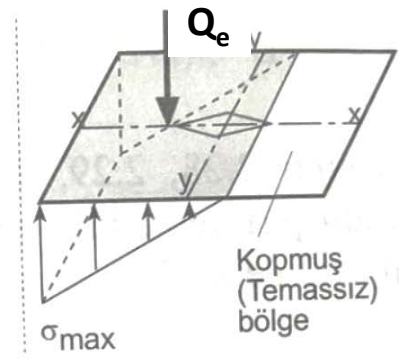
Bir eksantrik yüklü bir dikdörtgen alan altında taban basınç dağılışılarının **üç boyutlu görüntüsü**



Çekirdek içinde $e_x < L/6$



Çekirdek üzerinde $e_x = L/6$



Çekirdek dışında $e_x > L/6$



!!! Eksantriklik veya moment yükü yalnızca L yönünde ise eşitliklerde B yerine L kullanılır. Sürekli temelerde P ve M yerine sırasıyla P/b ve M/b alan yerine ise genişlik kullanılır.

EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Geleneksel yöntem

Bir yöndetemelde, taban basınç dağılışıları

Yük Çekirdek İçinde $e < B/6$

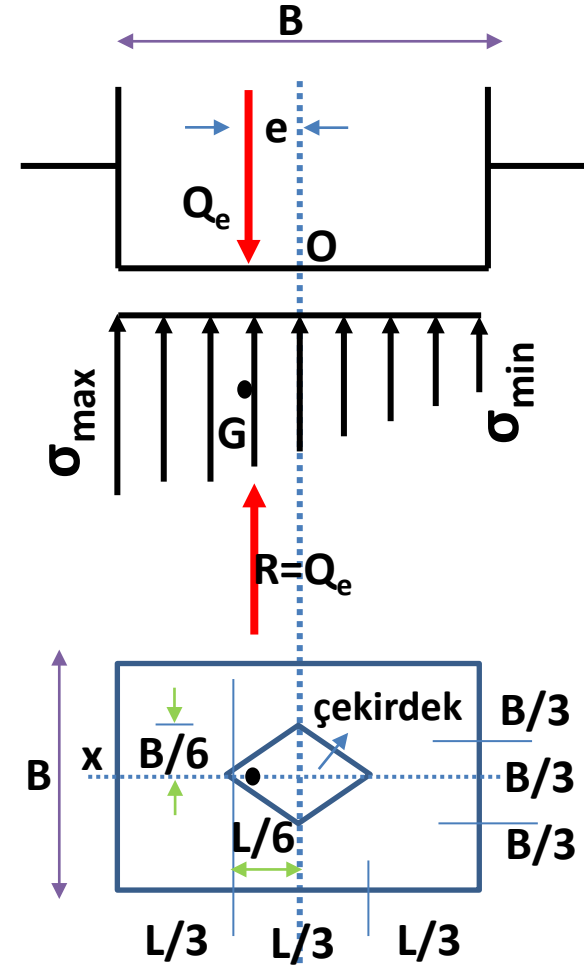
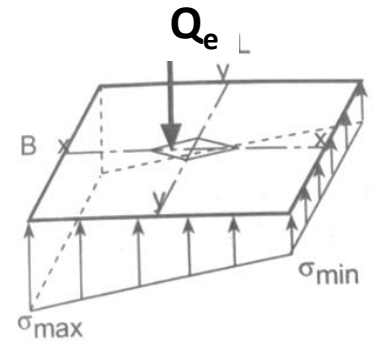
Bu durumda taban basıncı yamuk şekilli

$$q_{max} = \left(\frac{Q}{BL} + \frac{6M}{LB^2} \right) \quad q_{min} = \left(\frac{Q}{BL} - \frac{6M}{LB^2} \right)$$

Q= toplam düşey yük; **M**= Temele Gelen Moment

$e = \frac{M}{Q}$ ile eşitlikler düzenlenirse;

$$q_{max} = \frac{Q}{BL} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) \quad q_{min} = \frac{Q}{BL} \left(1 - \frac{6e}{B} \right)$$



Çekirdek içinde $e_x < B/6$

EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Geleneksel yöntem

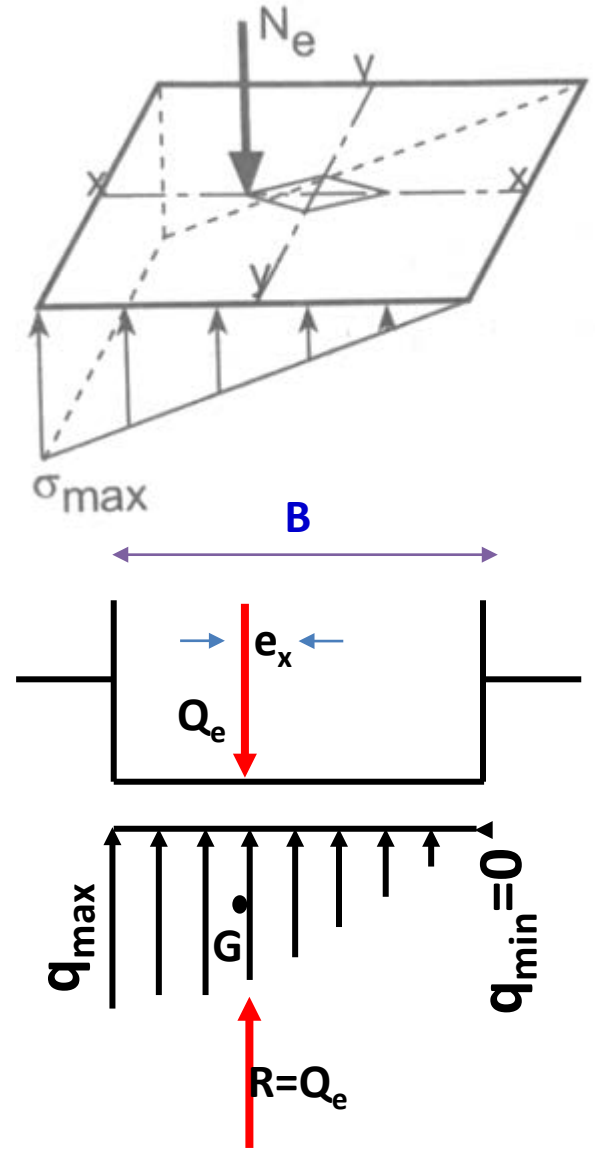
Bir yöndetemelde, taban basınç dağılışı

Yük Çekirdek Üzerinde $e=B/6$

Yük çekirdek sınırı üzerindeyken, basınç dağılışı üçgen biçimlidir.

$Q_{min}=0$ olur.

$$\sum Y = 0, \frac{\sigma_{max}LB}{2} = Q_e \rightarrow \sigma_x = \frac{2Q}{BL}$$



EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Geleneksel yöntem

Bir yöndetemelde, taban basınç dağılışı

Yük Çekirdek Dışında $e > B/6$

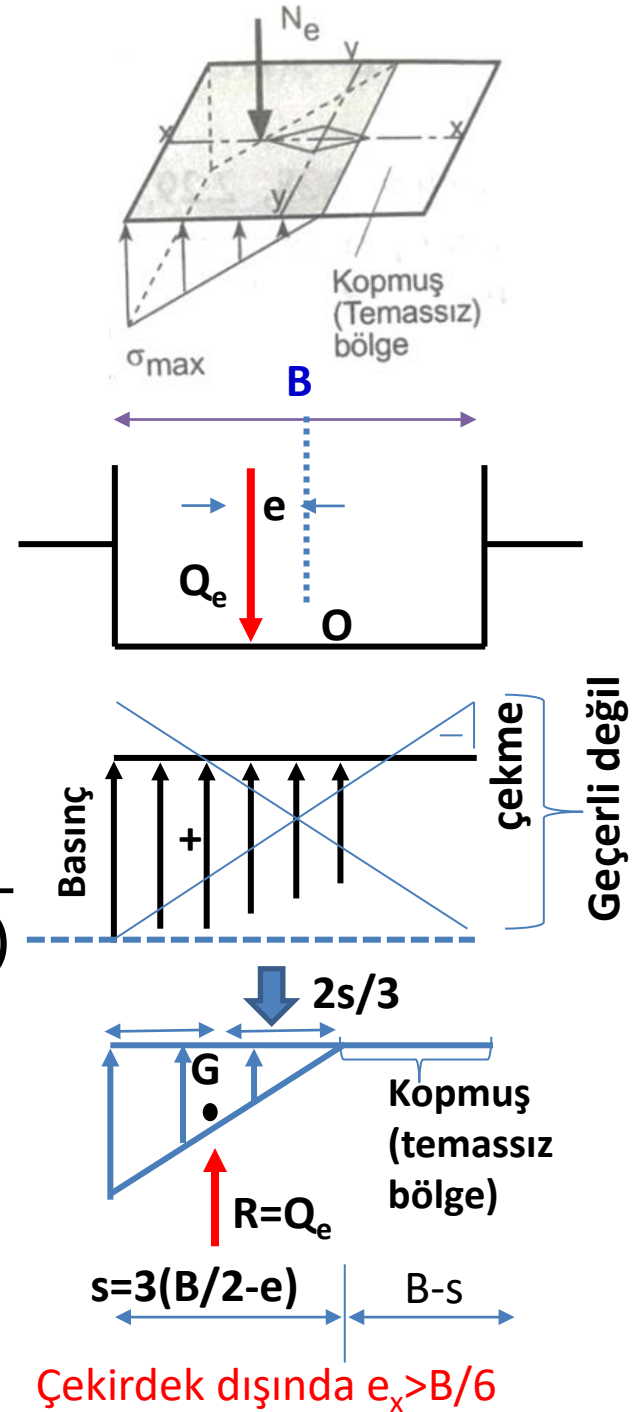
Q_{min} =negatif değer alır ve ortamda gerilme oluşması anlamı çıkar.

Zemin gerilme alamayacağından temel atabanı ve zemin arasında ayrılmalar oluşur.

$$q_{max} = \frac{2Q}{sB} = \frac{2Q}{3\left(\frac{B}{2} - e\right)L} = \frac{4Q}{3L(B - 2e)}$$

Temel-zemin temasının kaybolduğu (gerilme olmayan) kısmının uzunluğu;

$$B - s = B - 3\left(\frac{B}{2} - e\right)$$

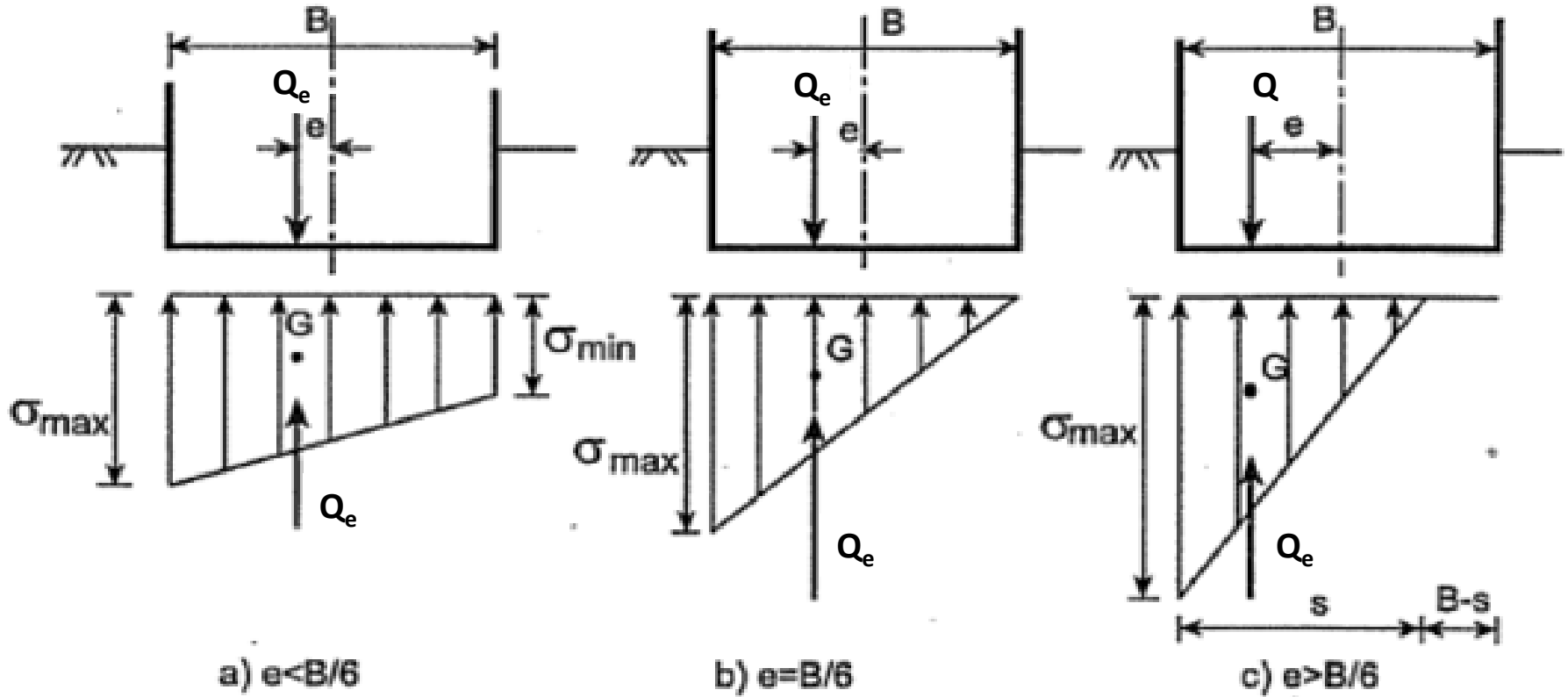


EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Geleneksel yöntem

Enine eksantrik yüklü **duvar altı şerit temelde** taban basıncı dağılışı

Bu bağıntılar; eksantritenin genişlik üzerinde etkili olduğu, **duvar altı şerit temelin** birim uzunluğu için ($L=1$) aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.



$$q_{max, min} = \frac{Q}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right)$$

$$q_{max, min} = \frac{2Q}{B}$$

$$q_{max} = \frac{2Q}{s} = \frac{2Q}{3\left(\frac{B}{2} - e\right)} = \frac{4Q}{3(B - 2e)}$$

EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Geleneksel yöntem

Enine eksantrik yüklü duvar altı şerit temelde taban basıncı dağılışı

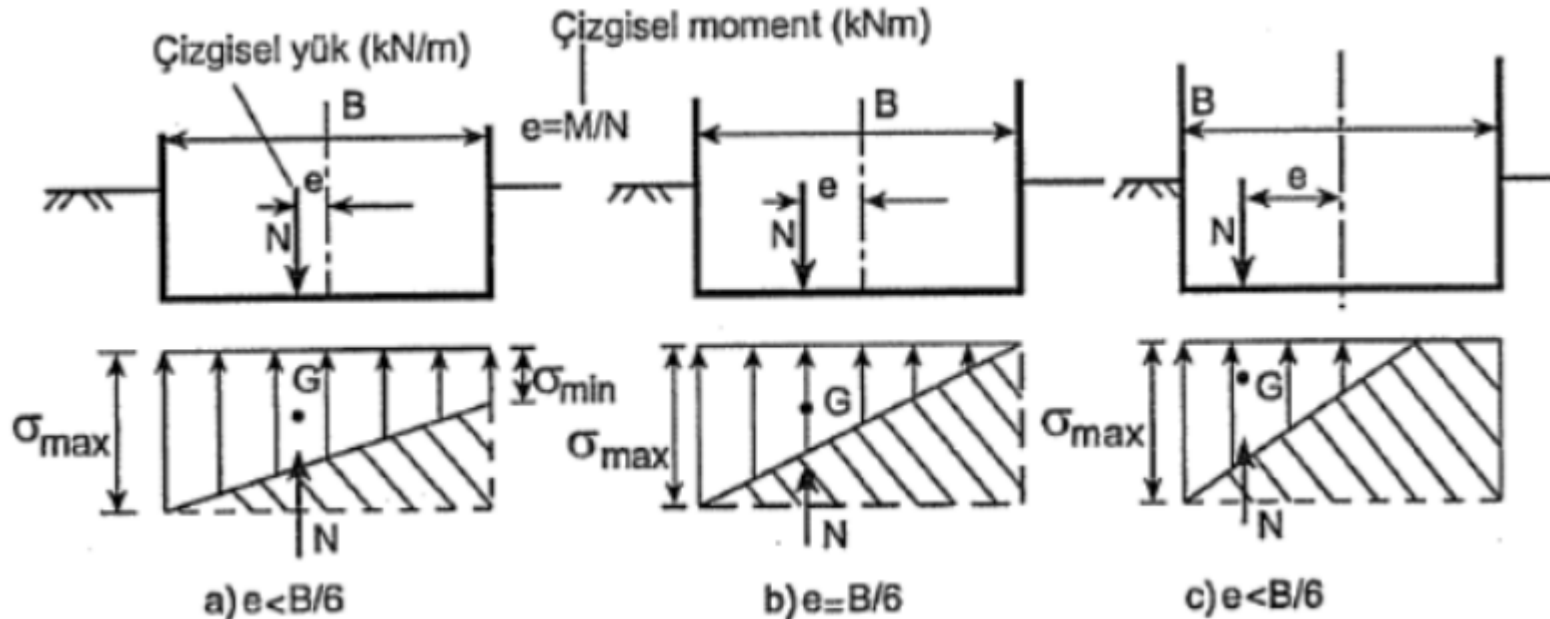
Eksantritenin genişlik (**B**) üzerinde olduğu bir duvar altı şerit temeli, merkezi yüklü aynı temele göre *şekildeki taralı alanlar kadar daha az yük taşır*.

Eksantrik yüklü bir temelin taşıyabileceği yük emin taşıma gücü aşılmamalıdır.

$$\sigma_{max} < q_{min}$$

Duvaraltı şerit eksantrik yüklü temelin güvenli yükü

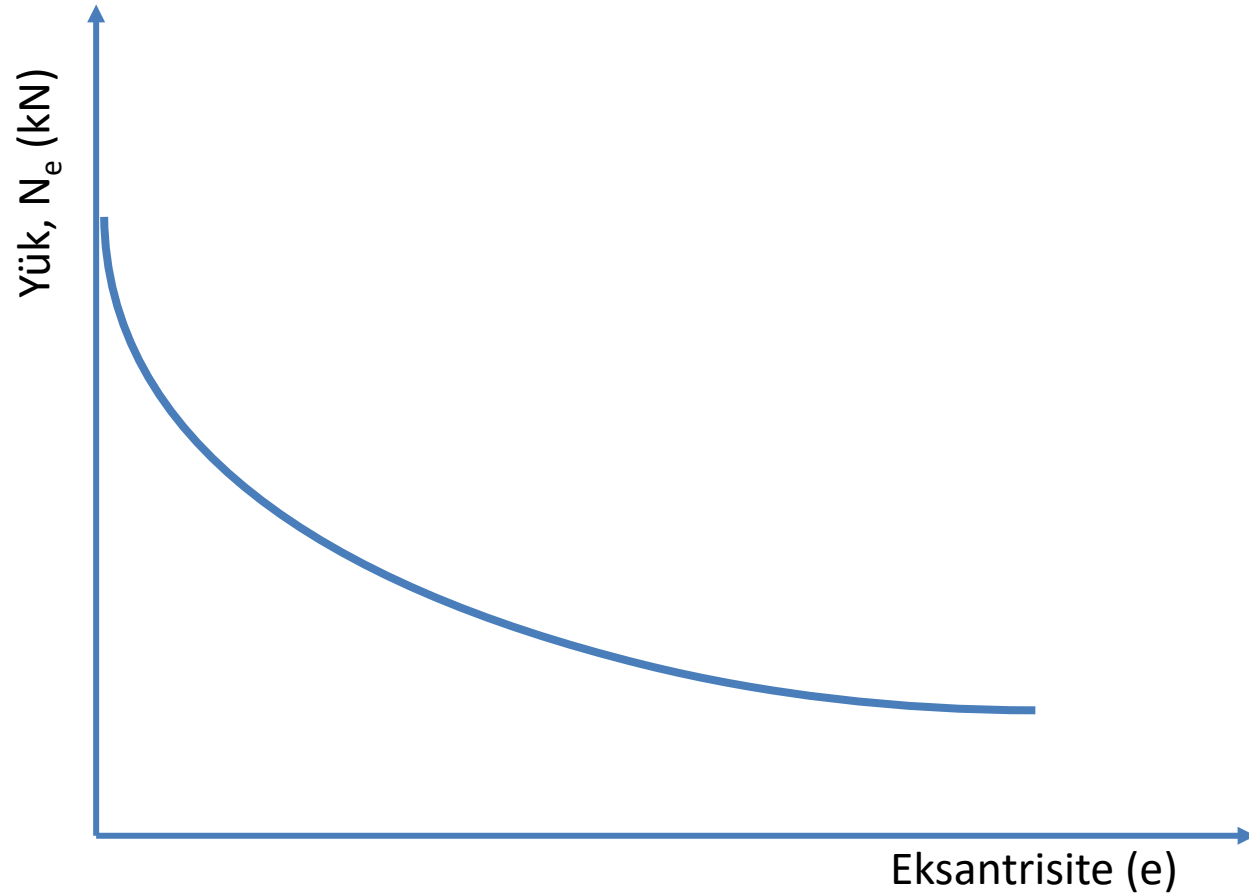
$$\sigma_{max} = f(Ne, B, L, e) \leq q_{emin} \rightarrow Ne$$



EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Geleneksel yöntem

Genel olarak eksantrisite arttıkça, sınır yük (veya güvenli yük) azalır.

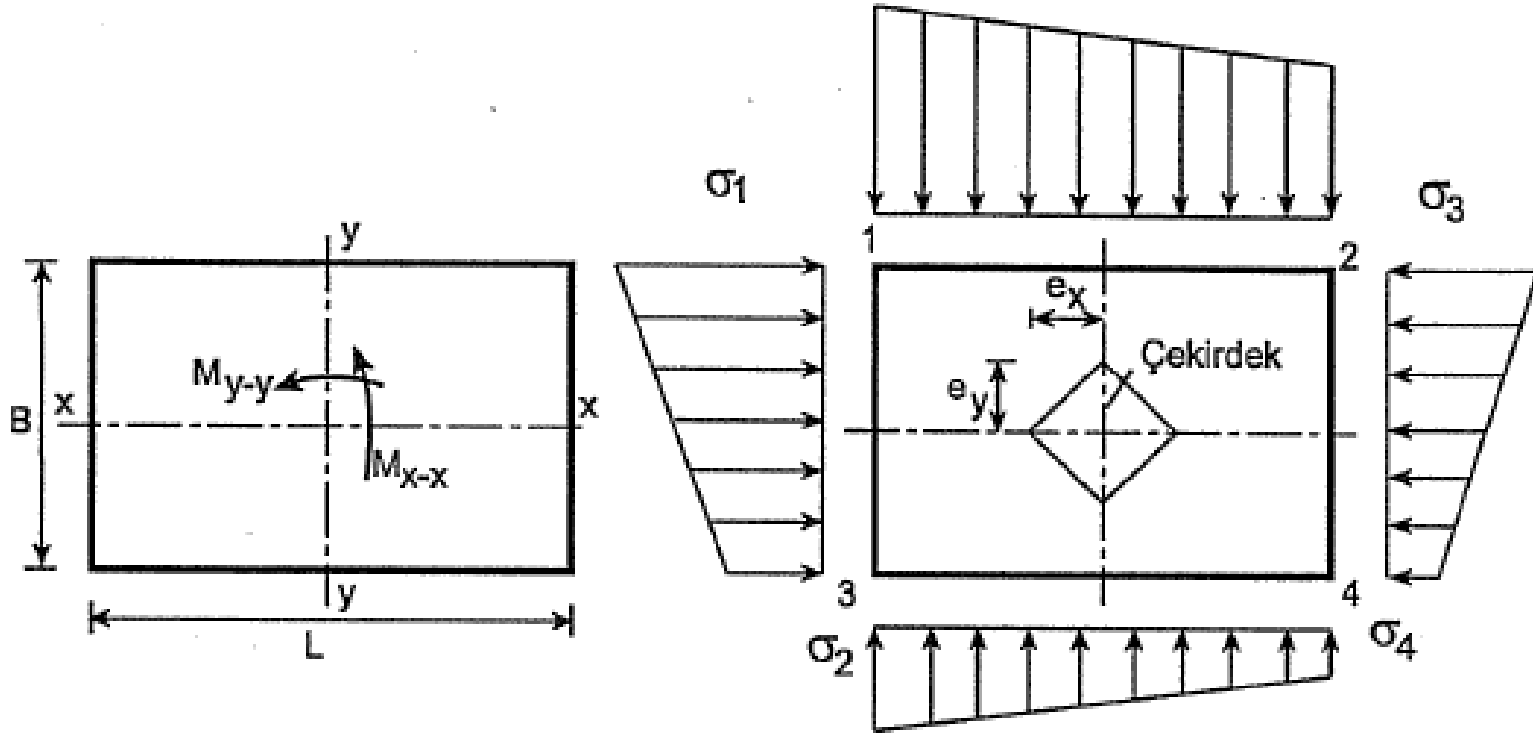


EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Geleneksel yöntem

Çift Yönlü Eksantrik Temeller

İki yönde eksantrikliğe maruz bir dikdörtgen taban alanlı rijit bir temelde; **eksantritenin çekirdek içinde** kalması durumunda gerilmeler aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.



$$\sigma_{1,2,3,4} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{x-x}}{W_{x-x}} \pm \frac{M_{y-y}}{W_{y-y}} = \frac{N}{BL} \pm \frac{Ne_y}{LB^2/6} \pm \frac{Ne_x}{BL^2/6} = \frac{N}{BL} \left(1 \pm \frac{6e_y}{B} \pm \frac{6e_x}{L} \right)$$

EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Geleneksel yöntem

Çift Yönlü Eksantrik Temeller

İki yönde eksantrikliğe maruz bir dikdörtgen taban alanlı rijit bir temelde; eksantritenin çekirdek dışında olması durumunda taban basınç dağılışında kopma meydana gelir.

Bileşke eksantrikliğin çekirdek dışında kalıp kalmadığı, şekil ölçekli çizilerek, noktanın yeri kontrol edilir.

Ayrıca bu kontrol analitik olarak yapılabilir. Dahası, en küçük gerilmenin negatif çıkıp çıkmadığı hesapla anlaşılır.

Geleneksel yöntem göre, *eksantrik yüklü bir temelin taşıyabileceği yük*; Taban basınç dağılışının maksimum değeri ($\sigma_{\max}$), zeminin emin taşıma gücünü (q_{emin}) veya başka bir deyişle, merkezi yüklü aynı koşullardaki temelin emin taşıma gücünü aşmayacak şekilde hesaplanmalıdır.

$$\sigma_{\max} \leq q_{\text{emin}}$$

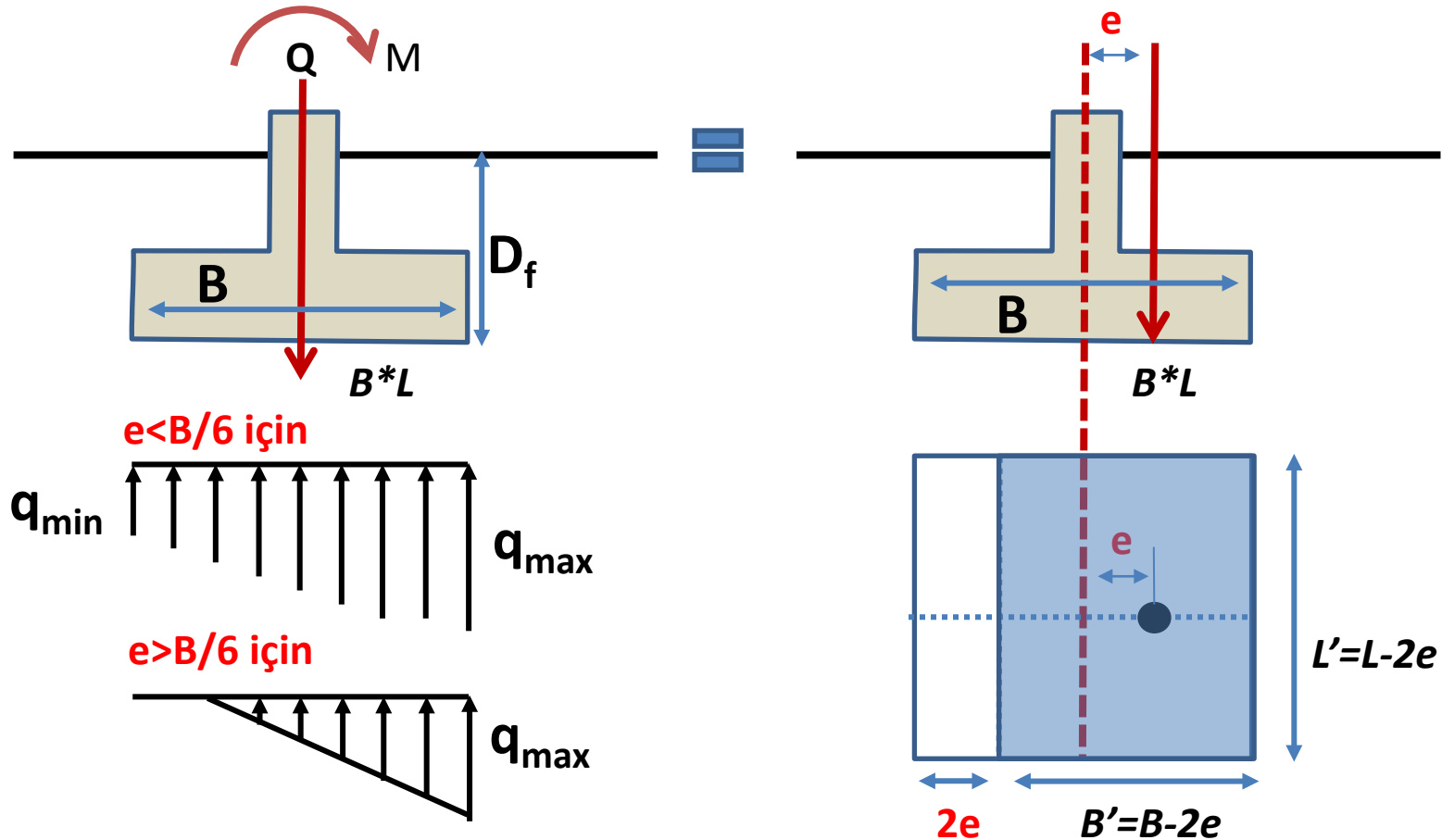
$$\frac{6e_B}{B} + \frac{6e_L}{L} < 1$$

Temelin tüm tabanı boyunca bileşke yükün çekirdek içinde kalması için gereken koşul

EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Azaltılmış Genişlik (Boyut) Yöntemi, (Mayerhof Yöntemi)

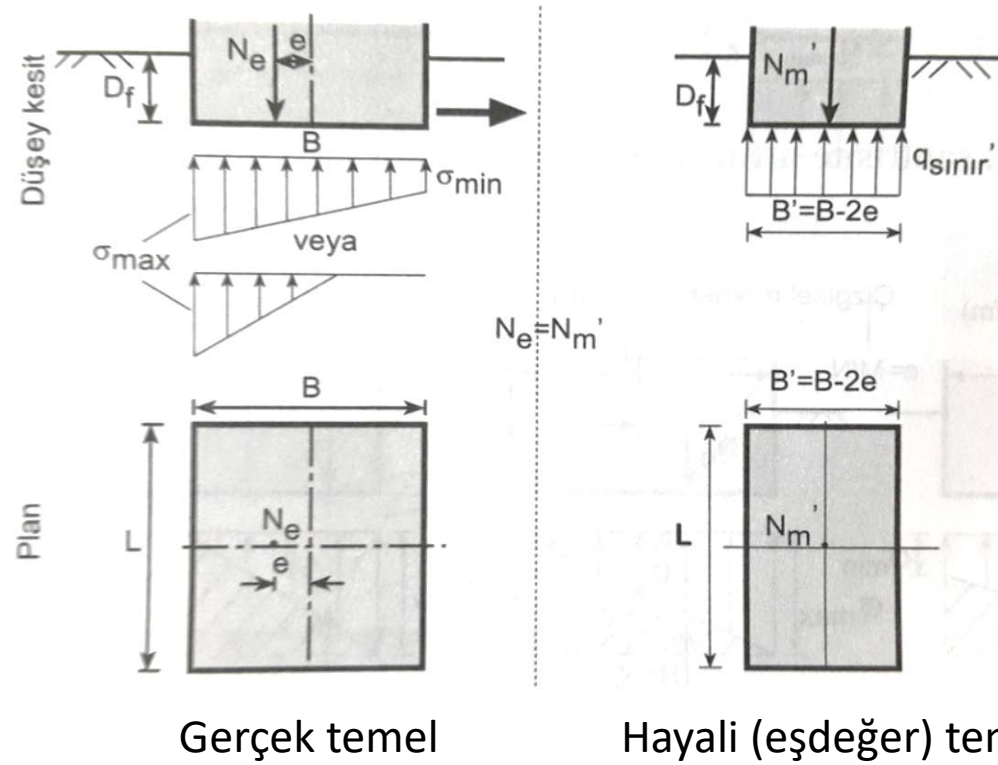
Meyerhof (1953), eksantrik yüklü bir temelin taşıyabileceği yükün, eksantritenin üzerinde yer aldığı boyutunun **$2e$ kadar azaltılması** ile elde edilen azaltılmış boyutlu temelin, merkezi yüklü olarak taşıyabileceği yüke eşit olduğunu ortaya atmıştır.



EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Azaltılmış Genişlik (Boyut) Yöntemi, (Mayerhof Yöntemi)

Azaltılmış boyut yöntemi temelin basınç dağılımı ile ilgilenmeyip yüklerle ilgilenmektedir. Bu yöntem azaltılmış boyutlu temelin taban basınç dağılımını uniform (merkezi yüklü) kabul etmekte olup, Eksantrik yüklü olanın taban basınç dağılımı ilgilenmemektedir.



$$q'_{sınır} = k_1 c' N_c + P_o N'_q + k_2 \gamma' B' N_\gamma$$

$$N'_m = Q'_{emin} = q_{emin} B' N_\gamma$$

$N_e = BL$ boyutlu temelin eksantrik olarak taşıyabileceği yük

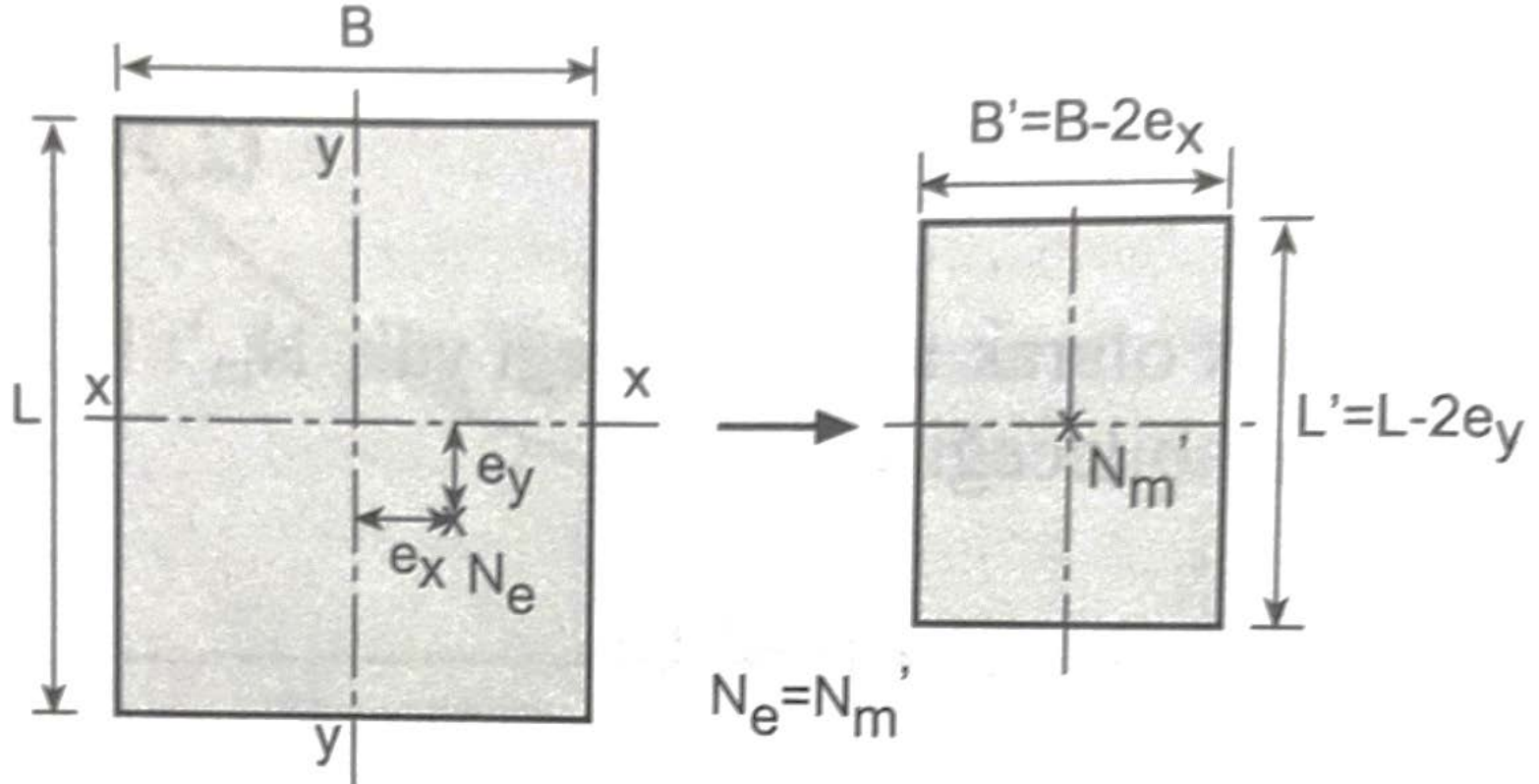
$N_m = B'L$ boyutlu temelin merkezi olarak taşıyabileceği yük

EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Azaltılmış Genişlik (Boyut) Yöntemi, (Mayerhof Yöntemi)

Kenarlardaki azaltmalar sonucu, yeni durumda kısa kenar, önceki durumdaki eski kısa kenar olmayabilir. Yeni durumdaki bağıntılar aşağıdaki gibi özetlenmektedir.

$$q'_{sınır} = f(\dots B' \text{ veya } L') \rightarrow k_1, k_2 = f(B', L') \rightarrow N_{m'} = Q'_{emin} = q'_{emin} B' L'$$



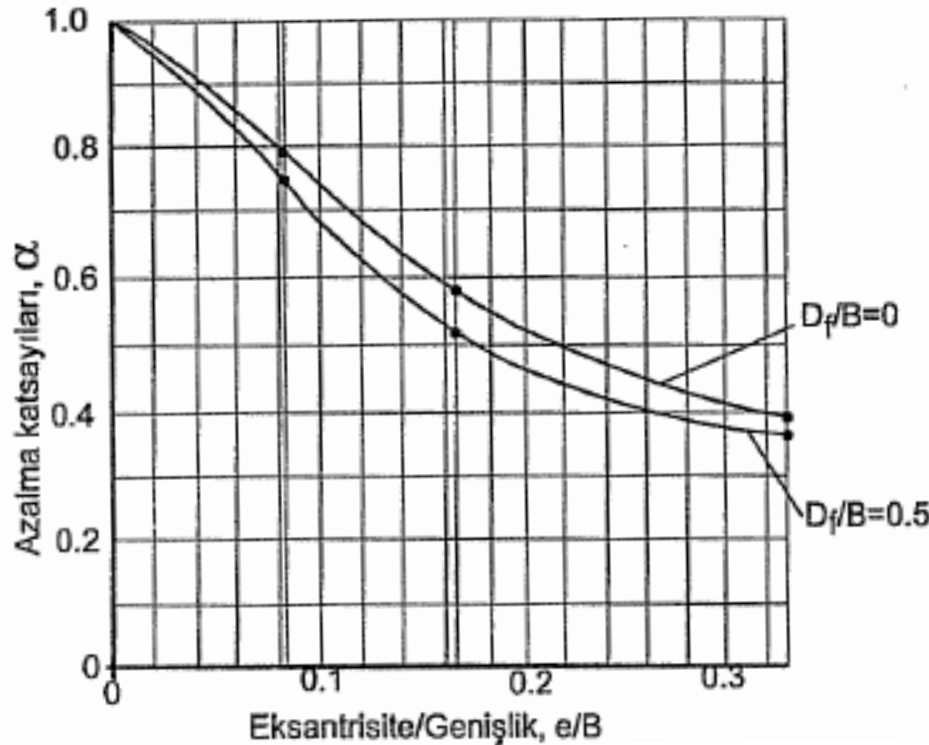
İki yönde eksantrik yüklü temel (azaltılmış eşitlik yöntemi)

EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Azaltma Katsayıları Yöntemi

Bu yöntemde, eksantrik yüklü bir temelin taşıyabileceği yükü (N_e) belirlemek için; Aynı temelin merkezi yüklenmesi durumunda bulunacak yük (N_m), bir azaltma katsayısı (α) ile çarpılır.

$$N_e = \alpha * N_m$$



Azaltma katsayıları Uzuner 1975

		e/B		
D_f/B	0	1/12	1/6	1/3
0	1	0.79	0.57	0.39
0.5	1	0.74	0.52	0.36

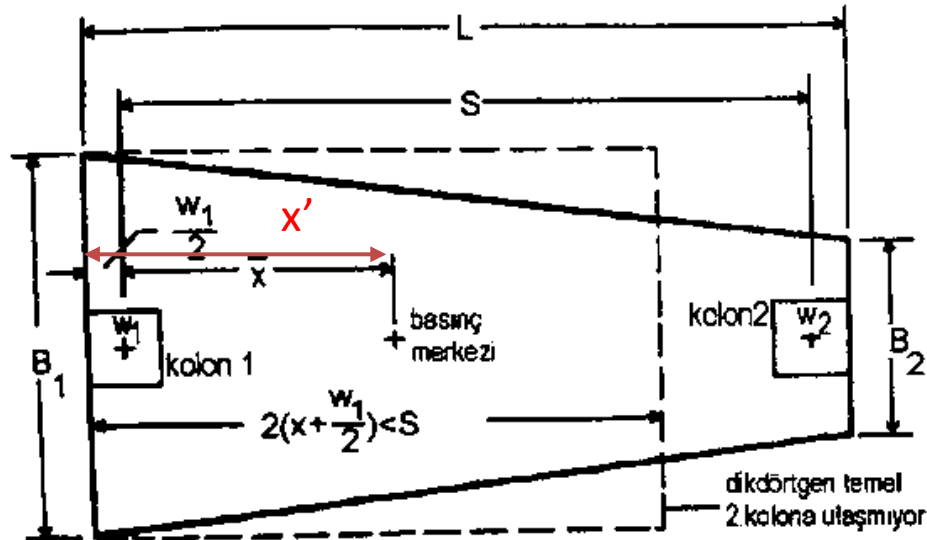
BİRLEŞİK TEMEL BOYUTLANDIRMA

Aynı temel iki yada üç kolon yükünü taşıyorsa bu temele birleşik temel denir.

Kolon yüklerinden biri dengesiz derecede yüksek ise temeli büyütmenin yanı sıra aynı yatay eksene başka kolon yerleştirmek yoluyla taban basınçlarının Üniform'a yönetilmesi sağlanır.

Yamuk yada trapez biçimli temel komşu iki parsel sınırında ağır yük taşıyan kolon bulunması durumunda taban basıncını üniform olması için kullanılır.

B_2 'nin 0 olması üçgen $B_1=B_2$ koşu dikdörtgen temel gerektirir.



Alan ve basınç mekezinin B_1 den uzunluğu x'

$$\sum M_1 = 0$$
$$\bar{x} = \frac{P_2 S + M_1 + M_2}{P_1 + P_2}$$

uzun kenardan basınç merkezine uzaklık:

$$x' = \bar{x} + \frac{W_1}{2}$$

$$x' = \frac{L}{3} \left(\frac{2B_2 + B_1}{B_2 + B_1} \right)$$

$$A = \frac{1}{2} (B_1 + B_2) L$$

Yamuk için

$$\frac{L}{3} < x' < \frac{L}{2}$$

EKSANTRİK YÜKLÜ TEMELLER

