**RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ**
**Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi**
**İnşaat Mühendisliği Bölümü**

# INS313 YAPI STATİĞİ-I

**Dr. Öğr. Üyesi Zeliha TONYALI**

# "3H-YAPILARA ETKİYEN YÜKLER"

## 1.9. Yapılara Etkiyen Yükler

I. Yapıda şekil değiştirme ve iç kuvvet meydana getiren sebeplerin tümü yük olarak tanımlanır.
II. Bu yüklerin başlıcaları; dış yükler, sıcaklık değişimleri, mesnet çökmeleri vb.
III. Bu yükler çeşitli şekilde sınıflandırılabilir Yapılara etkiyen yükler ilgili yük yönetmeliklerinde verilmiştir.

## 1.9. Yapılara Etkiyen Yükler

Ülkemizdeki yük yönetmeliklerinin bazıları şunlardır:

I. Binalar için TS498, Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında göz önüne alınacak yükler hakkında yönetmelik
II. Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik
III. Yol köprülerine ait teknik şartname
IV. Çelik demiryolu köprüleri için hesap tasarımları

Yükler çok değişik dorumlara göre sınıflandırılabilir.

## 9. Yapılara Etkiyen Yükler

Yükler çok değişik dorumlara göre sınıflandırılabilir.

### 1. Etkime durumlarına göre yükler

#### 1. Sabit yük (Zati yük, Ölü Yük)

▪Sistemi oluşturan elemanların kendi ağırlıklarından oluşan yüktür. Bu yükler sistem boyutlandırıldıktan sonra tam olarak hesaplanabilir. Bunlar yapı üzerinde hareket etmeyen, yapının kendi ağırlığı, kar vb. yüklerdir. Yayılı yük için "**g**", tekil yükler için "**G**" ile gösterilir.

▪Büyük açıklıklı köprüler gibi çok büyük sistemlerde kendi ağırlığından meydana gelen yükler hareketli yüklerden oldukça fazladır. Bu tür sistemlerde hafif malzemeler kullanılmalı ve kullanılacak malzeme yükü azaltacak biçimde seçilmelidir.

# 9. Yapılara Etkiyen Yükler

## 1. Etkime durumlarına göre yükler

### 1.9.1.2. Hareketli yük

▪Bunlar yapı üzerinde hareket eden insan, vasıta vb. yüklerdir. Binalarda değişik tip kullanma amaçları için hareketli yük genellikle yük yönetmeliklerinden alınır.

▪Köprülerde hareketli yük, trenlerin ve kamyonların öngörülen ağırlıklarını ve taşıyabilecekleri yükleri içerir.

▪Standart köprü yükleri karayolu köprüleri için karayoluna ait teknik şartnamede, demiryolu köprüleri için çelik demiryolu köprülerine ait hesap esaslarında verilmiştir. Bu yükler

▪Yayılı yük için "**q**", tekil yükler için "**Q**" ile gösterilir.

**9. Yapılara Etkiyen Yükler**

**1. Etkime durumlarına göre yükler**

### 1.9.1.3. Rüzgar, deprem, aerodinamik kuvvetler

▪Bunlar sistemin atalet kuvvetleri nedeni ile çoğunlukla kısa ve periyodik değişimli yükler olduğundan **dinamik** olarak hesaplanmalıdır. Yalnız burada sistemlerin dinamik davranışı göz önüne alınmayacaktır. Zaten bu tip kuvvetlerin yapılara statik olarak uygulandığı da varsayılabilir. Ancak yüksek, narin ve özel sistemlerde dinamik hesaplar uygulanır.

▪Asma köprüler gibi özel yapılarda aerodinamik yükler **aerodinamik teori** ve **rüzgar tünellerindeki deneyler** sonucu hesaplanır.

# 9. Yapılara Etkiyen Yükler

## 1. Etkime durumlarına göre yükler

### 1.9.1.4. Gaz, sıvı ve toprak basınçları

- Gaz ve sıvı tankları genellikle belirli bir kapasite için projelendirilir. Vakum ve reaktör kapları çok büyük dayanımlara sahip olmalı ve **uygulanacak basınçlar çok iyi belirlenmelidir**.

- İstinat duvarlarına ve tünellere etkiyen **zemin kuvvetleri çok belirgin değildir.** Çünkü pasif ve aktif durumlar arasındaki değişim zemin yapı etkileşimine bağlıdır.

# 9. Yapılara Etkiyen Yükler

## 1. Etkime durumlarına göre yükler

### 1.9.1.5. Sıcaklık değişmesi, rötre, sünme, mesnet şartlarının değişmesi ve öngerme kuvveti

Sisteme yüklenen bu yükler sistemin eleman boyutlarının değişmesine neden olur. Bu boyut değişmeleri mesnet şartları ile önlenirse iç kuvvetler doğar. Bu durumda mesnetlerin beklenilen hareketleri, en büyük sıcaklık değişimi, rötre tesiri vs. gibi etkiler yük yönetmeliklerinde verilir.

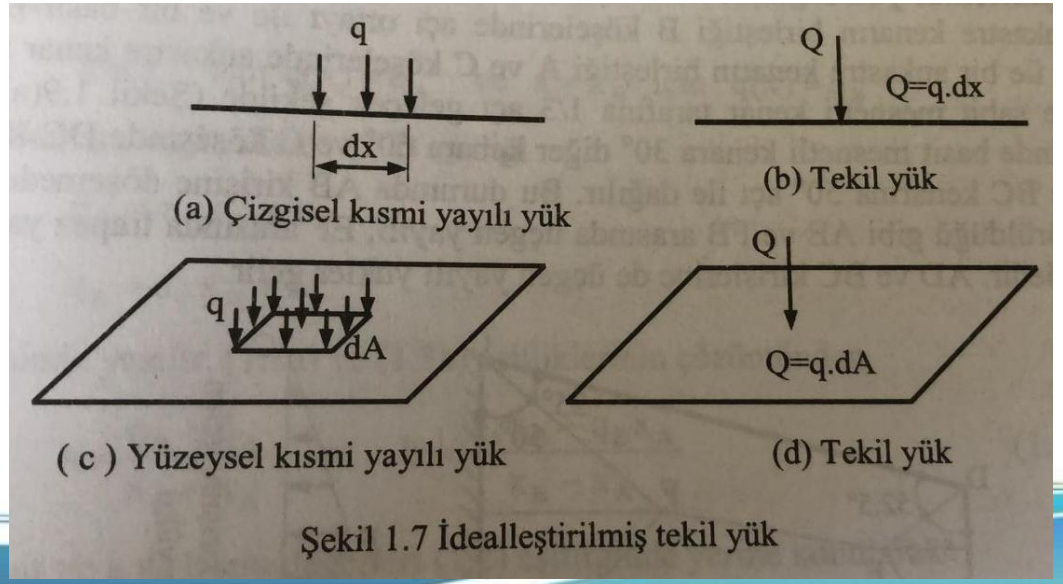
Bu yüklerin hepsinin yapıya aynı anda etkimesi durumlarının olup olmadığı göz önünde tutularak uygun şekilde birleştirilir. Meydana gelebilecek **en büyük tesirleri verecek durumlar** ve **yükler** araştırılır.

## 9. Yapılara Etkiyen Yükler

## 2. Etkime biçimlerine göre yükler

### 1. Tekil (Noktasal) Yük

Sisteme bir noktada etkiyen yüklere tekil yük denir. Fakat uygulamada böyle bir yük bulunmamaktadır. Bu yükler Sonsuz küçük bir uzunluğa veya alana etkiyen yüklerdir. Dolayısıyla bu yükler bir noktaya etkiyen ve yayılı yükün bileşkesine eşit tekil yük göz önüne alınarak yapılabilir. **Mesnet tepkileri** ve **tekerlek yükleri** bu tür yüklerdendir. Birimi "**kN**", "**N**", "**kg**" ,"**ton**" vs. dir.




Şekil 1.7 İdealleştirilmiş tekil yük

# 9. Yapılara Etkiyen Yükler

## 2. Etkime biçimlerine göre yükler

### 2. Yayılı Yükler

Belirli bir alana ve uzunluğa etkiyen yüklere yayılı yük denir. Belirli bir uzunluğa etkiyen yüklere çizgisel yayılı yük, belirli bir alana etkiyen yüke yüzeysel yayılı yük denir. Birimi "**kN/m**", "**N/m**", "**kg/m**" ,"**ton/cm**" vs. dir.

Yayılı yükler uygulama biçimlerine göre

- Düzenli yayılı yükler
- Düzensiz yayılı yükler

olarak sınıflandırılabilir.

**8. Yapılara Etkiyen Yükler**

**2. Etkime biçimlerine göre yükler**

**2. Yayılı Yükler**

**1. Düzenli yayılı yükler**

Şiddetinin değişimi sabit olan veya bir fonksiyon yardımıyla belirtilebilen yüklere düzenli yayılı yük denir.

I. Düzgün yayılı yük (Uniform yayılı yük)
II. Trapez yayılı yük
III. Üçgen Yayılı yük
IV. İkinci derece parabol yayılı yük

**9. Yapılara Etkiyen Yükler**

**2. Etkime biçimlerine göre yükler**

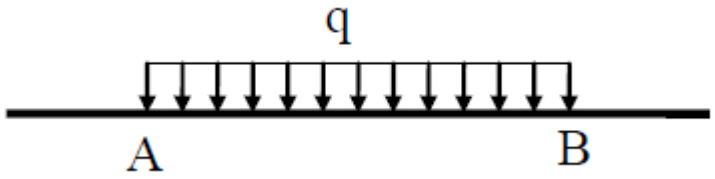
**2. Yayılı Yükler**

**1. Düzenli yayılı yükler**

## I. Düzgün yayılı Yük

Yayıldığı uzunluk boyunca şiddeti değişmeyen yüklere **düzgün yayılı yük** denir.

Bu yükler, kesitleri sabit elemanların kendi ağırlıklarından, yükseklikleri elemanın uzunluğu boyunca sabit duvarların ağırlıklarından vs. meydana gelir.



**9. Yapılara Etkiyen Yükler**

**2. Etkime biçimlerine göre yükler**

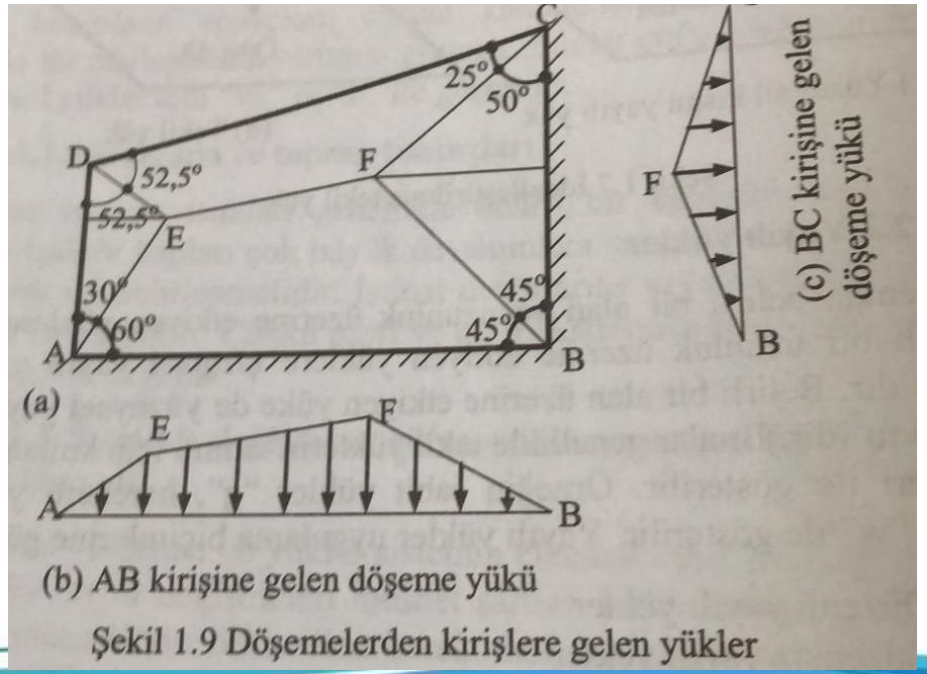
**2. Yayılı Yükler**

**1. Düzenli yayılı yükler**

**II. Trapez yayılı yük**

Belirli bir uzunluk üzerinde şiddeti doğrusal olarak değişen yüklere **trapez yayılı yük** denir.

Bu yükler, değişken boyutlu elemanların kendi ağırlıklarından, döşemelerden kirişe aktarılan yüklerden , istinat duvarlarındaki toprak itkilerinden vs. meydana gelir.




Şekil 1.9 Döşemelerden kirişlere gelen yükler

**1.9. Yapılara Etkiyen Yükler**

**2. Etkime biçimlerine göre yükler**

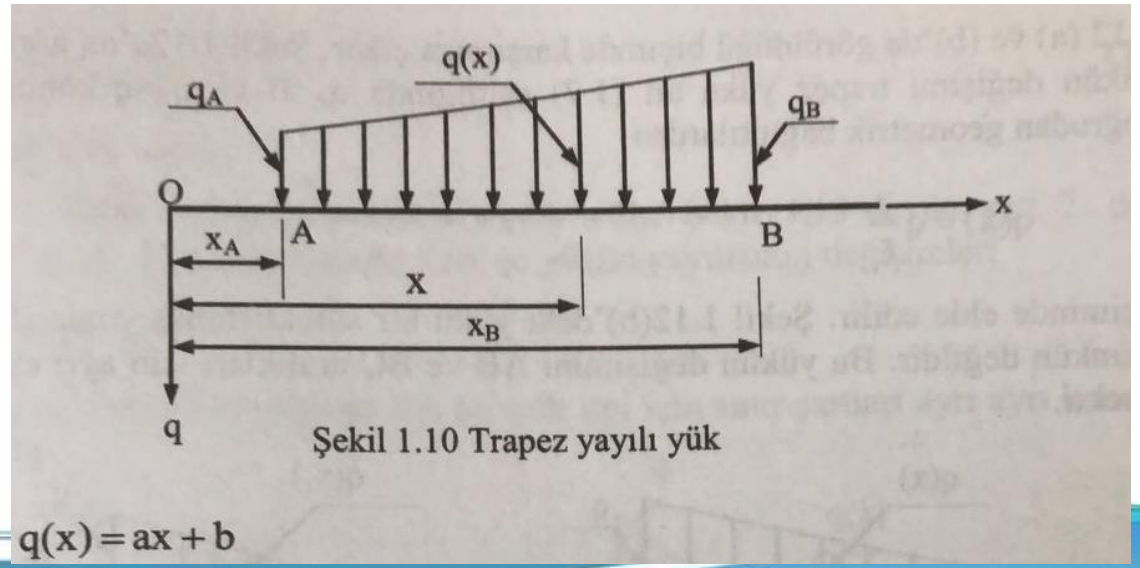
**2. Yayılı Yükler**

**1. Düzenli yayılı yükler**

**II. Trapez yayılı yük**

Şekilde A ve B noktalarında şiddetleri bilinen bir trapez yükün değişimi $q(x) = ax + b$ ....(1)

Bağıntısı ile elde edilir. Burada a ve b sabitleri sınır şartlarından belirlenir.




Şekil 1.10 Trapez yayılı yük

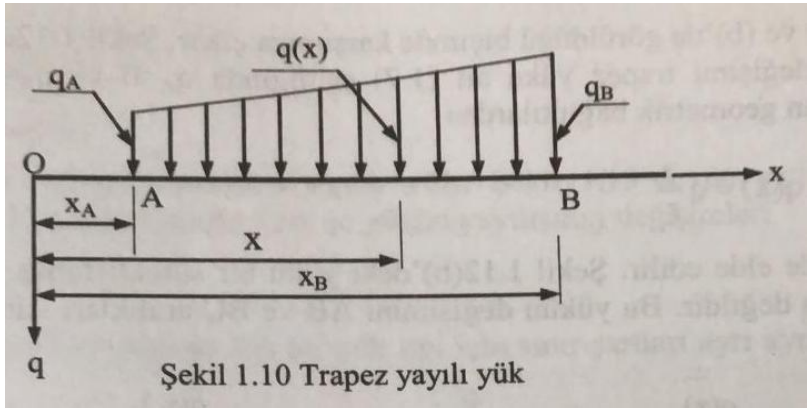
## 1.9. Yapılara Etkiyen Yükler

### 2. Etkime biçimlerine göre yükler

### 2. Yayılı Yükler

### 1. Düzenli yayılı yükler

### II. Trapez yayılı yük



Şekil 1.10 Trapez yayılı yük

Bu sınır şartları $x = x_A$ için $q(x) = q_A$

$x = x_B$ için $q(x) = q_B$

dir. Bunlara bağlı olarak $q(x) = ax + b$ bağıntısı

$$q(x) = ax_A + b$$

$$q(x) = ax_B + b \quad ....(2)$$

şeklinde yazılır. (2) bağıntılarının çözümünden;

$$a = \frac{q_B - q_A}{x_B - x_A} \quad , \quad b = \frac{q_A\ x_B - q_B\ x_A}{x_B - x_A} \quad ....(3)$$ sabitleri elde edilir.

Elde edilen bu sabitler (1) bağıntısında yerine konulur.

## 1.9. Yapılara Etkiyen Yükler

## 2. Etkime biçimlerine göre yükler

## 2. Yayılı Yükler

### 1. Düzenli yayılı yükler

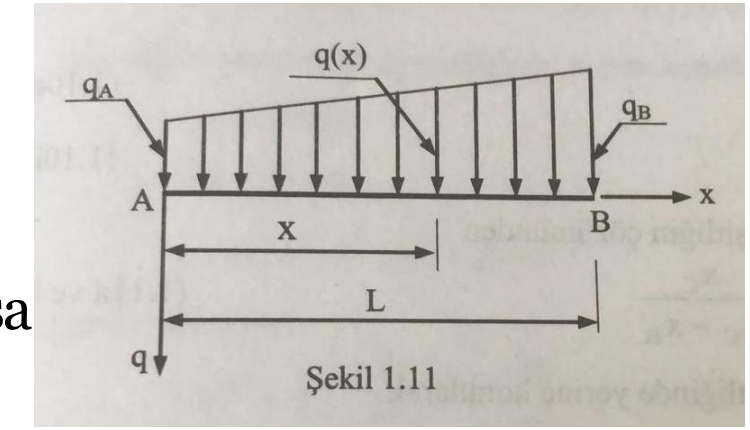
### II. Trapez yayılı yük

Eğer aşağıdaki şekildeki gibi koordinat eksen takımı yükün başlangıç noktası olan A seçilirse ve yayılı yükün olduğu uzunlukta L ile gösterilirse;

$$q(x) = ax + b \quad ....(1)$$

$$q(x) = \frac{q_B - q_A}{x_B - x_A} x + \frac{q_A\ x_B - q_B\ x_A}{x_B - x_A}$$

$x_A = 0$ , $x_B = L$ sınır şartlari yerine konulursa



Şekil 1.11

$$q(x) = \frac{q_B - q_A}{L} x + q_A \quad .....(4)$$ elde edilir.

**9. Yapılara Etkiyen Yükler**

**2. Etkime biçimlerine göre yükler**

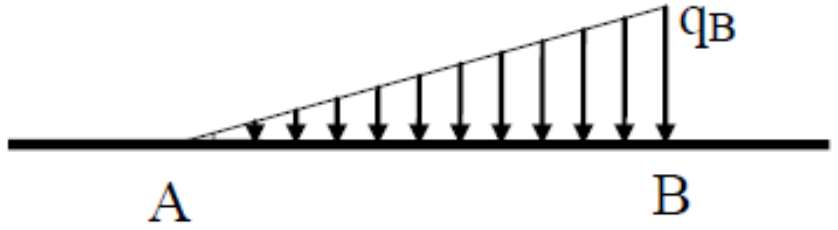
**2. Yayılı Yükler**

**1. Düzenli yayılı yükler**

### III.Üçgen yayılı yük

Belirli bir uzunluk üzerinde üçgen biçimindeki yayılı yüklere **üçgen yayılı yük** denir. Başka bir deyişle bir noktadaki şiddeti sıfır olan özel bir yamuk yayılı yüktür

Bu yüklere döşemeden gelen yüklerde hidrostatik basınçta ve zemin etkilerinde karsılasılır.



**1.9. Yapılara Etkiyen Yükler**

**2. Etkime biçimlerine göre yükler**

**2. Yayılı Yükler**

**1. Düzenli yayılı yükler**

### III.Üçgen yayılı yük

Üçgen yayılı yükün değişimi trapez yüke ait **(4)** bağıntısında

$$q_A = 0 \quad , \; q_B = q$$

yerine konularak veya doğrudan geometrik bağıntılardan

$$q(x) = q\frac{x}{L} \quad .....(5)$$

elde edilir.

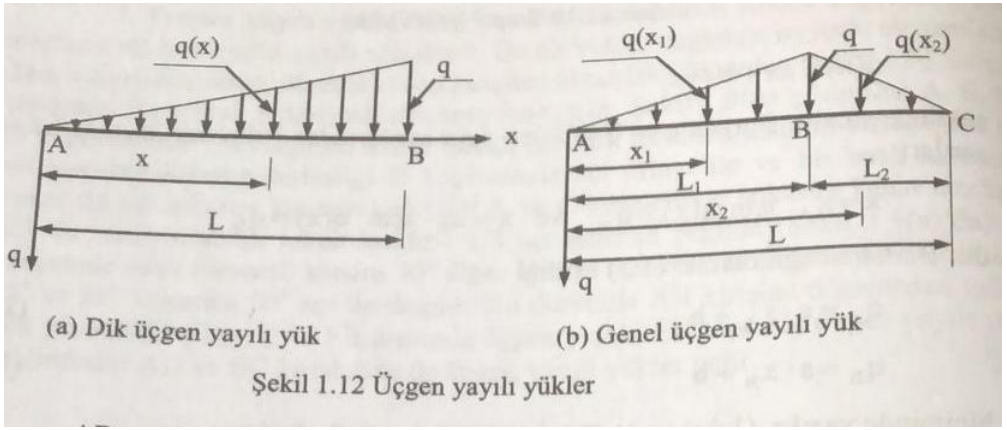
**1.9. Yapılara Etkiyen Yükler**

**2. Etkime biçimlerine göre yükler**

**2. Yayılı Yükler**

**1. Düzenli yayılı yükler**

**III.Üçgen yayılı yük**



Şekil 1.12 Üçgen yayılı yükler

AB aralığında $0 < x_1 < L_1$ için $q(x_1) = q\dfrac{x_1}{L_1}$ ....(6)

BC aralığında bağıntısında $L_1 < x_2 < L$ için trapez yayılı yük için yazılmış (1)

$x = x_B$ için $q(x) = q$

$x = x_C$ için $q(x) = 0$

Sınır şartları yazılır ve yerine konulursa $q = ax_A + b$ elde edilir.

$0 = ax_C + b$ ....(7)

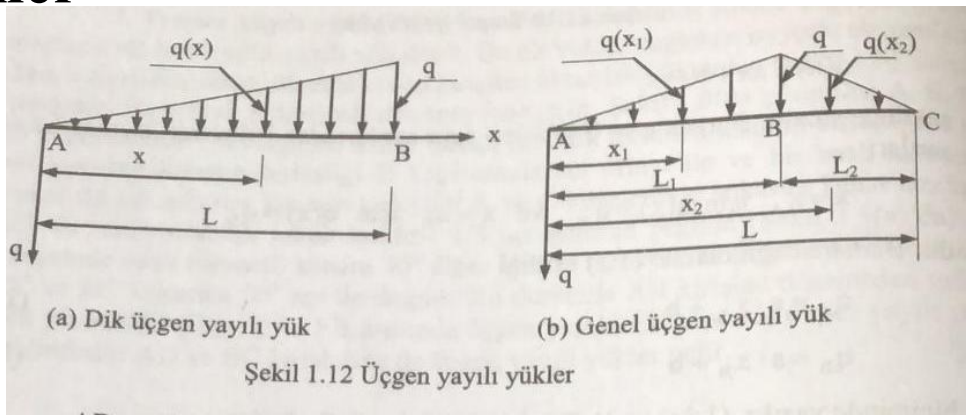
**1.9. Yapılara Etkiyen Yükler**

**2. Etkime biçimlerine göre yükler**

**2. Yayılı Yükler**

**1. Düzenli yayılı yükler**

## III.Üçgen yayılı yük



Şekil 1.12 Üçgen yayılı yükler

(7) Bağıntısının çözümüyle
a ve b sabitleri aşağıdaki gibi elde edilir.

$$a = -\frac{q}{x_C - x_B} \quad , \quad b = q\frac{x_C}{x_C - x_B} \quad ....(8)$$

Elde edilen bu sabitler (1) bağıntısında yerine konursa;

$$q(x_2) = q\frac{x_C - x_2}{x_C - x_B} \quad ....(9)$$

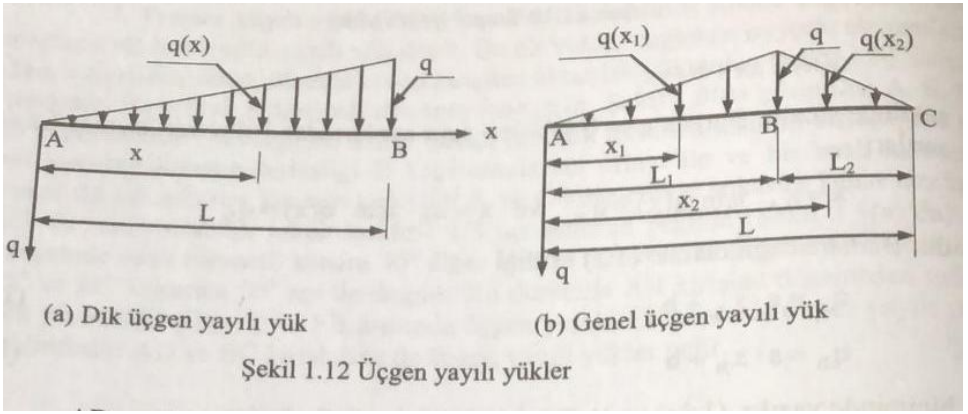
## 1.9. Yapılara Etkiyen Yükler

## 2. Etkime biçimlerine göre yükler

## 2 Yayılı Yükler

### 1. Düzenli yayılı yükler

### III.Üçgen yayılı yük




(a) Dik üçgen yayılı yük (b) Genel üçgen yayılı yük

Şekil 1.12 Üçgen yayılı yükler

Elde edilen bu sabitler (1) bağıntısında yerine konursa;

$$q(x_2) = q\frac{x_C - x_2}{x_C - x_B} \quad ....(9)$$

(9) eşitliğinde $x_C = L$ , $x_C - x_B = L_2$ konulursa

$$q(x_2) = q\frac{L - x_2}{L_2} \quad ....(10)$$

olarak elde edilir.

**1.9. Yapılara Etkiyen Yükler**

**2. Etkime biçimlerine göre yükler**

**2. Yayılı Yükler**

**1. Düzenli yayılı yükler**

### IV. İkinci derece parabol yayılı yük

Aşağıdaki şekilde üç ayrı 2. derece parabol yayılı yük gösterilmiştir. H yükün yayılışının değişimleri

$$q(x)=ax^2+bx+c \quad ....(11)$$

Genel 2. derece eşitliğinde her bir yük tipi için sınır şartları ayrı ayrı konularak el edilir.

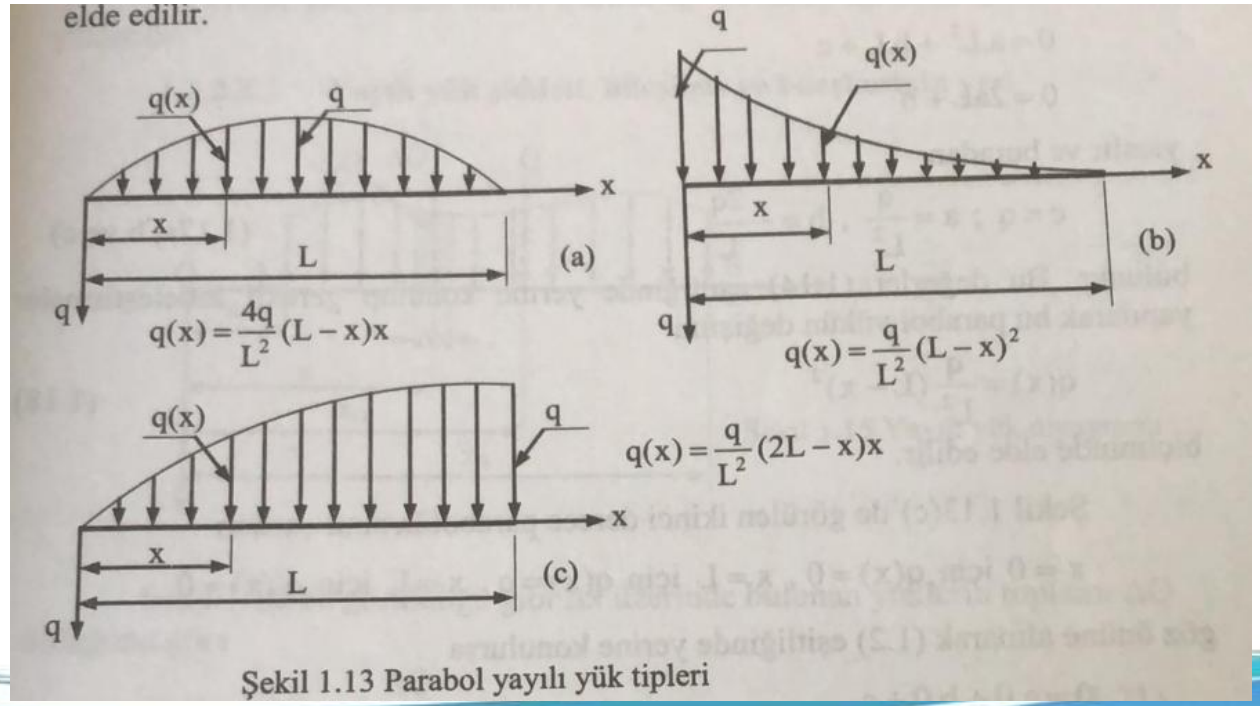
## 1.9. Yapılara Etkiyen Yükler

2. Etkime biçimlerine göre yükler

2. Yayılı Yükler

1. Düzenli yayılı yükler

**IV. İkinci derece parabol yayılı yük** $q(x)=ax^2+bx+c$ ....(11)



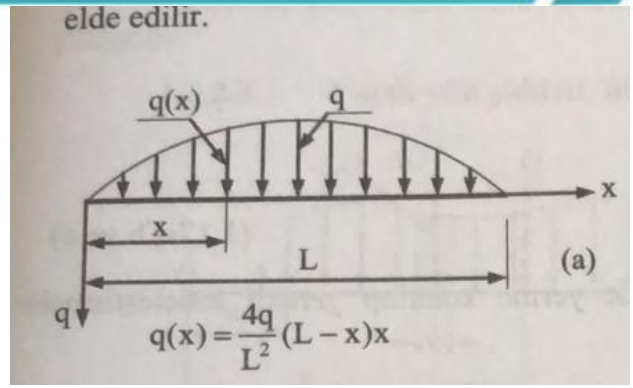

Şekil 1.13 Parabol yayılı yük tipleri

**9. Yapılara Etkiyen Yükler**

**2. Etkime biçimlerine göre yükler**

**2. Yayılı Yükler**

**1. Düzenli yayılı yükler**




**IV. İkinci derece parabol yayılı yük** $q(x)=ax^2+bx+c$ ....(11)

Şekilde görülen 2. dereceden parabolün sınır şartları;

$x=0$ için $q(x)=0$ , $x=L$ için $q(x)=0$ , $x=\frac{L}{2}$ için $q(x)=q$

göz önüne alınarak (11) bağıntısında yerine konulursa;

$$\left.\begin{aligned} 0 &= a*0+b*0+c \\ 0 &= a*L^2+b*L+c \\ q &= a*(L/2)^2+b*(L/2)+c \end{aligned}\right\} \rightarrow c=0\ ,\ a=-\frac{4q}{L^2}\ ,\ b=\frac{4q}{L} \quad ...(12)$$

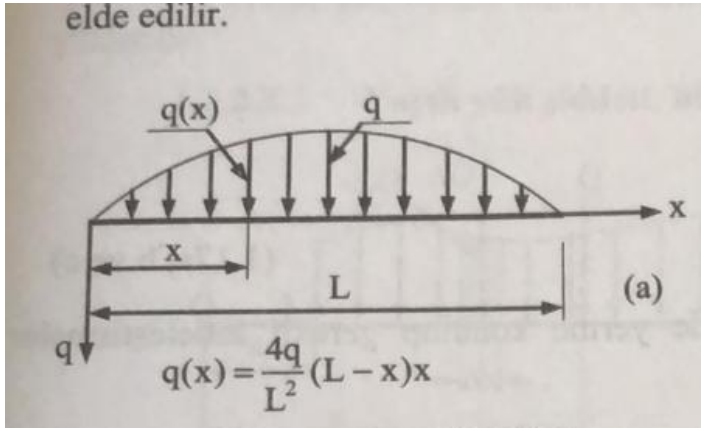
sabitleri elde edilir.

**9. Yapılara Etkiyen Yükler**

**2. Etkime biçimlerine göre yükler**

**2. Yayılı Yükler**

**1. Düzenli yayılı yükler**




**IV. İkinci derece parabol yayılı yük** $q(x)=ax^2+bx+c$ ....(11)

Elde edilen bu sabitler $c=0$ , $a=-\frac{4q}{L^2}$ , $b=\frac{4q}{L}$ (11) bağıntısında yerine konulur ve gerekli sadeleştirmeler yapılarak bu parabol yükün değişimi;

$$q(x)=\frac{4q}{L^2}(L-x)\ x \quad ....(13)$$

olarak elde edilir.

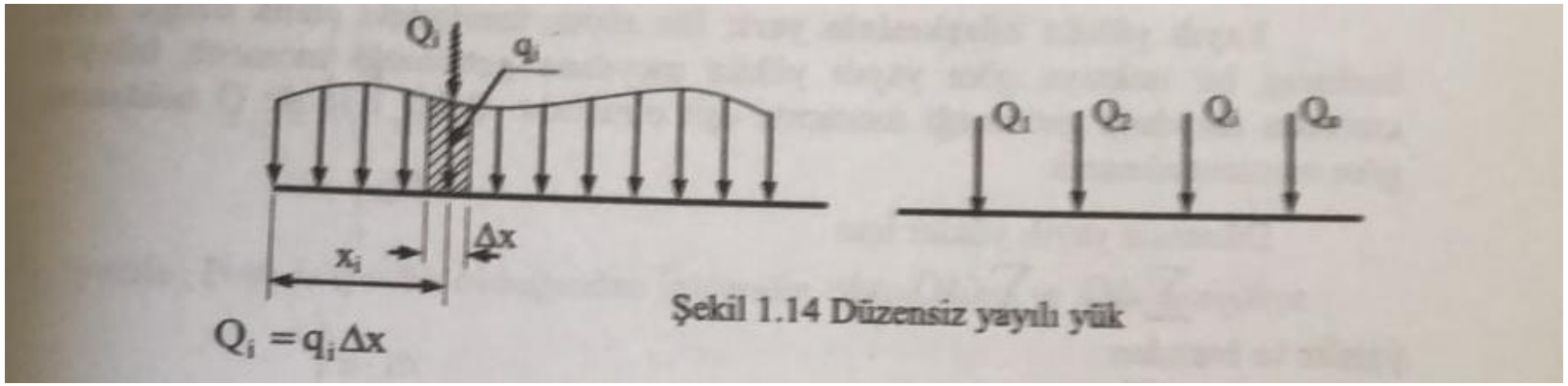
**1.9. Yapılara Etkiyen Yükler**

**1.9.2. Etkime biçimlerine göre yükler**

**1.9.2.2. Yayılı Yükler**

**1.9.2.2.2. Düzensiz yayılı yükler**

Belirli bir analitik fonksiyonla ifade edilemeyen yüke düzensiz yayılı yük denir. Hesaplarda bu yükler Δx uzunluğunda çok sayıda yük dilimlerine ayrılarak



Şekil 1.14 Düzensiz yayılı yük

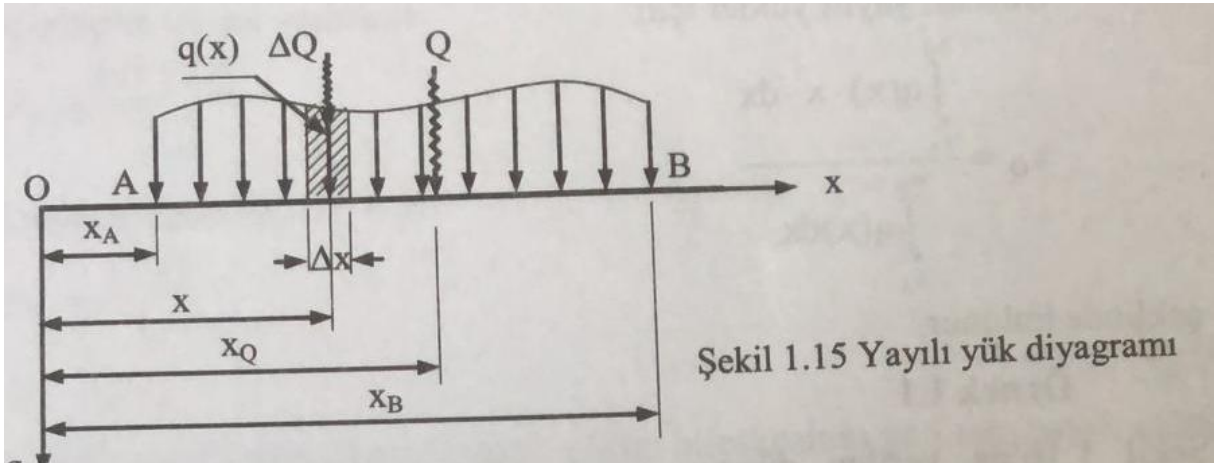
tekil yükü olarak göz önüne alınır. Burada qi, Δx uzunluğundaki yükün ortalama şiddetidir.

## 1.9. Yapılara Etkiyen Yükler

## 1.9.2. Etkime biçimlerine göre yükler

## 1.9.2.2. Yayılı Yükler

### 1.9.2.2.3. Yayılı yükün şiddeti, bileşkesi ve bileşkesinin yeri




Şekil 1.15 Yayılı yük diyagramı

Şekilde görüldüğü gibi $\Delta x$ üzerinde bulunan yüklerin toplamı $\Delta Q$ olduğuna göre

$$q(x)=\mathrm{Lim}_{\Delta x\to 0}\frac{\Delta Q}{\Delta x} \quad ....(14)$$

değerine bu yayılı yükün o kesitteki şiddeti denir. Başka bir deyişle **yükün birim uzunluk veya birim alan üzerindeki değerine** yükün şiddeti denir.

**1.9. Yapılara Etkiyen Yükler**
**1.9.2. Etkime biçimlerine göre yükler**
**1.9.2.2. Yayılı Yükler**
**1.9.2.2.3. Yayılı yükün şiddeti, bileşkesi ve bileşkesinin yeri**

## ❑ Yayılı yükün bileşkesi

Belirli bir uzunluk üzerindeki yayılı yük diyagramının alanının, o uzunluk üzerindeki yayılı yükün bileşkesini verir. Bu durumda bileşke ;

Düzensiz yayılı yük için $$Q = \sum_{i=1} q(x_i)\Delta_x \quad ....(15)$$

Düzenli yayılı yük için $$Q = \int_{x_A}^{x_B} q(x_i)\mathrm{d}_x \quad ....(16)$$

biçiminde elde edilir. Burada Q yükün bileşkesidir.

**1.9. Yapılara Etkiyen Yükler**

**1.9.2. Etkime biçimlerine göre yükler**

**1.9.2.2. Yayılı Yükler**

## 1.9.2.2.3. Yayılı yükün şiddeti, bileşkesi ve bileşkesinin yeri

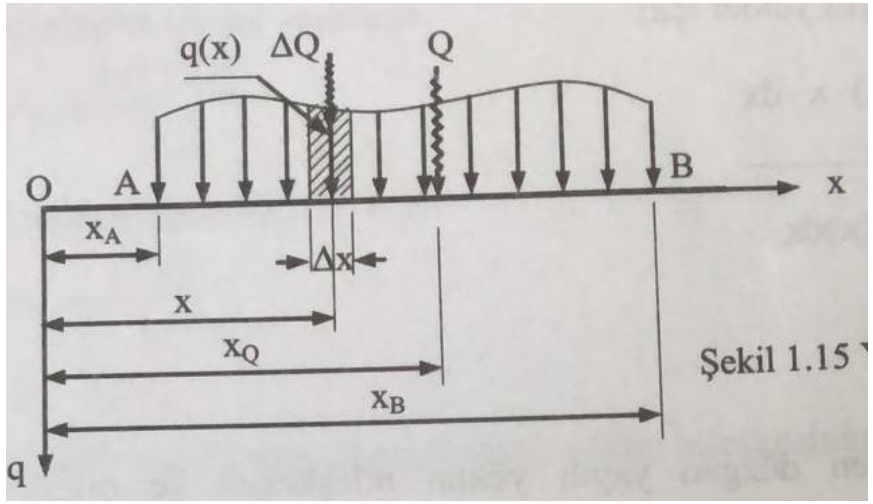
### ❑ Yayılı yükün bileşkesinin yeri

Bir cismin üzerindeki statik denge için, herhangi bir noktaya göre yayılı yükün meydana getireceği moment, bileşke kuvvetin meydana getireceği momente eşit olmalıdır.

Düzensiz yayılı yük için;

$$x_Q * \sum \Delta Q_i = \sum (\Delta Q_i * x) \quad ....(16)$$

$$x_Q = \frac{\sum (\Delta Q_i * x)}{\sum \Delta Q_i} \quad ....(17)$$



Şekil 1.15

bileşkenin O noktasına olan uzaklığını verir.

**1.9. Yapılara Etkiyen Yükler**

**1.9.2. Etkime biçimlerine göre yükler**

**1.9.2.2. Yayılı Yükler**

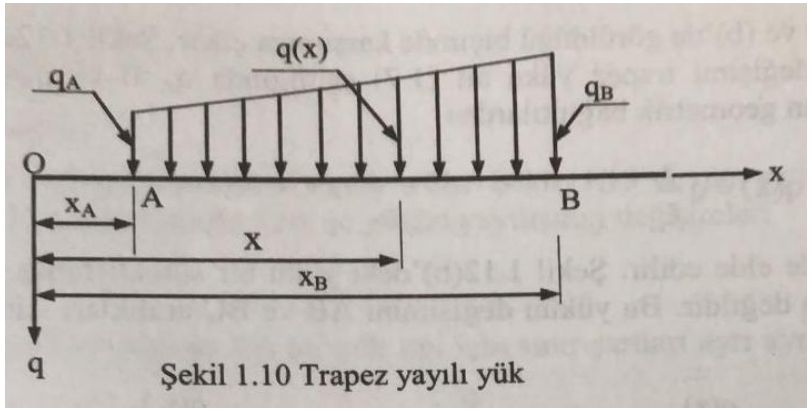
**1.9.2.2.3. Yayılı yükün şiddeti, bileşkesi ve bileşkesinin yeri**

## ❑ Yayılı yükün bileşkesinin yeri

Bir cismin üzerindeki statik denge için, herhangi bir noktaya göre yayılı yükün meydana getireceği moment, bileşke kuvvetin meydana getireceği momente eşit olmalıdır.

Düzenli yayılı yük için;

$$x_Q = \frac{\int_{x_A}^{x_B} q(x) * x * d_x}{\int_{x_A}^{x_B} q(x) d_x} \quad ....(18)$$



Şekil 1.10 Trapez yayılı yük

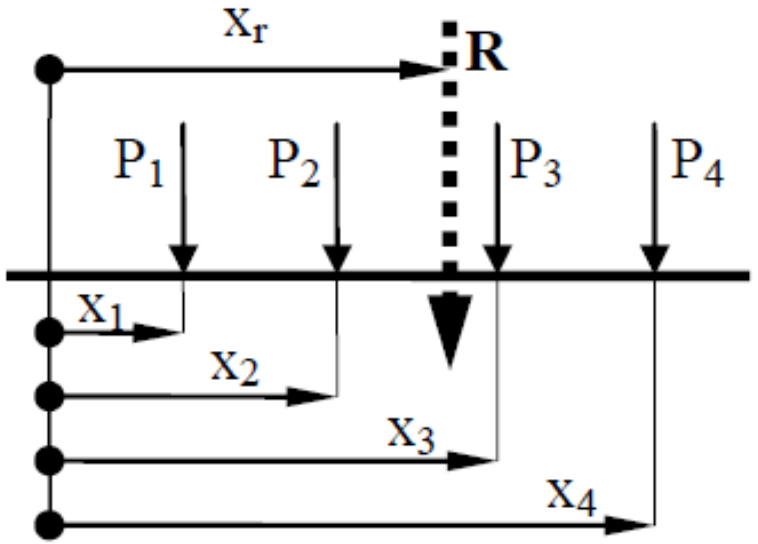
bileşkenin O noktasına olan uzaklığını verir.

# 1.9. Yapılara Etkiyen Yükler

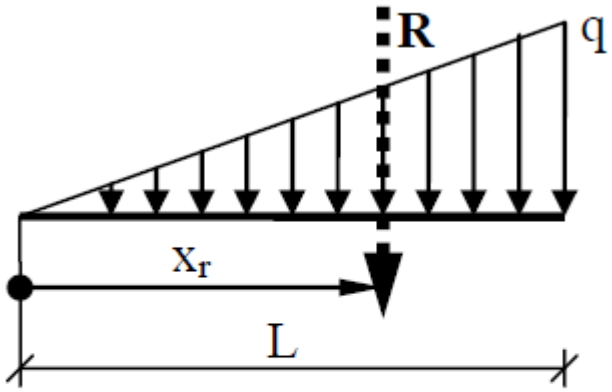
## 1.9.2. Etkime biçimlerine göre yükler

## 1.9.2.2. Yayılı Yükler

### 1.9.2.2.3. Yayılı yükün şiddeti, bileşkesi ve bileşkesinin yeri




$$R = \sum_{i=1}^{n} P_i \qquad x_r = \frac{\sum P_i x_i}{\sum P_i}$$



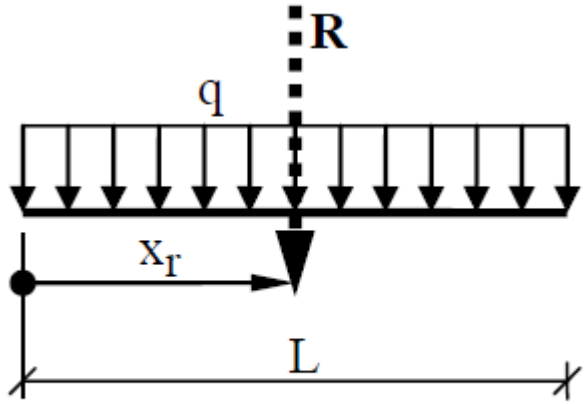

$$R = \frac{qL}{2} \qquad x_r = \frac{2}{3}L$$

# 1.9. Yapılara Etkiyen Yükler

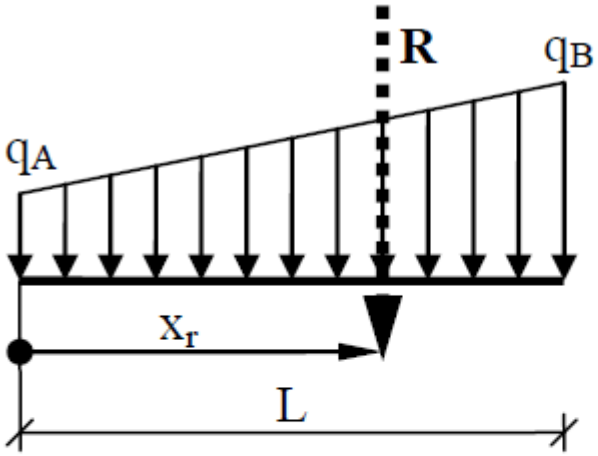
## 1.9.2. Etkime biçimlerine göre yükler

## 1.9.2.2. Yayılı Yükler

### 1.9.2.2.3. Yayılı yükün şiddeti, bileşkesi ve bileşkesinin yeri




$$R = qL \qquad x_r = L/2$$



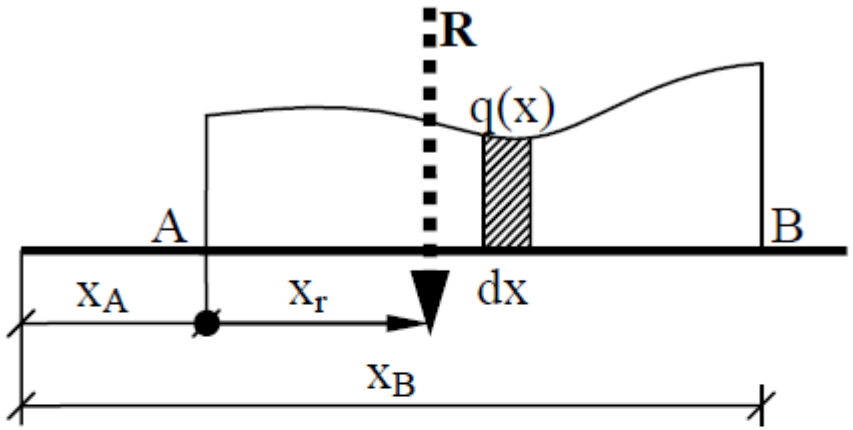

$$R = \frac{L(q_A + q_B)}{2} \qquad x_r = \frac{L}{3}\frac{(q_A + 2q_B)}{q_A + q_B}$$

# 1.9. Yapılara Etkiyen Yükler

## 1.9.2. Etkime biçimlerine göre yükler

## 1.9.2.2. Yayılı Yükler

### 1.9.2.2.3. Yayılı yükün şiddeti, bileşkesi ve bileşkesinin yeri



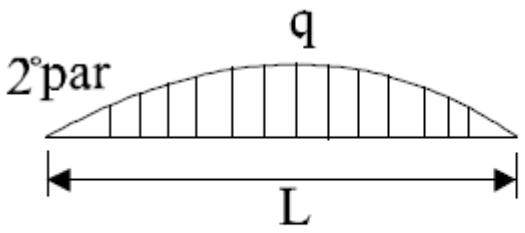

$$R = \int_{x=x_a}^{x=x_b} q(x)dx \qquad x_r = \frac{\int_{x=x_a}^{x=x_b} q(x)xdx}{\int_{x=x_a}^{x=x_b} q(x)dx}$$

## 1.9. Yapılara Etkiyen Yükler

## 1.9.2. Etkime biçimlerine göre yükler

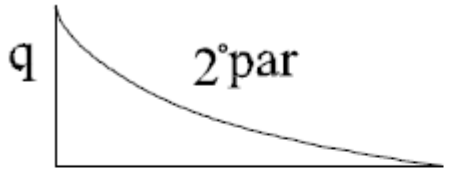
## 1.9.2.2. Yayılı Yükler

### 1.9.2.2.3. Yayılı yükün şiddeti, bileşkesi ve bileşkesinin yeri

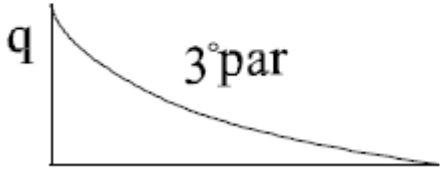



$$R=\frac{2}{3}qL$$

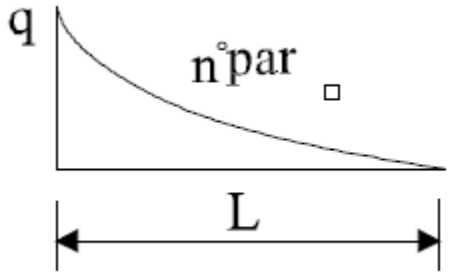
$$x_R=\frac{1}{2}L$$




$$R=\frac{1}{3}qL\ ,\ x_R=\frac{1}{4}L$$




$$R=\frac{1}{4}qL\ ,\ x_R=\frac{1}{5}L$$




$$R=\frac{1}{n+1}qL\ ,\ x_R=\frac{1}{n+2}L$$

**1.9. Yapılara Etkiyen Yükler**
**1.9.2. Etkime biçimlerine göre yükler**
**1.9.2.2. Yayılı Yükler**
**1.9.2.2.4. Yayılı yüklerin dönüşümleri**

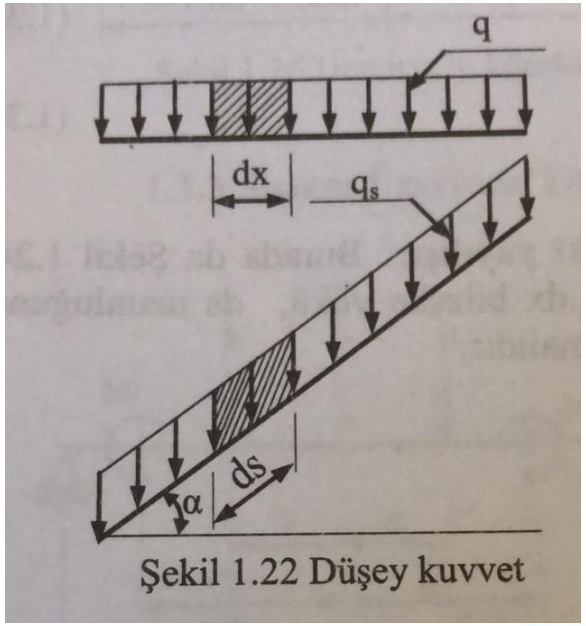
Yatay veya düşey düzlemlere dik olarak etkiyen yüklerin, aynı bileşke kuvvetini verecek şekilde aynı doğrultuda eğik veya eğri elemanlar üzerine yayılması durumunda yüklerin şiddetleri aşağıdaki şekilde bulunur:

## 1.9. Yapılara Etkiyen Yükler
## 1.9.2. Etkime biçimlerine göre yükler
## 1.9.2.2. Yayılı Yükler
### 1.9.2.2.4. Yayılı yüklerin dönüşümleri

- **Düşey Kuvvet**

Yatay düzlemde dx uzunluğundaki eleman üzerindeki yükün bileşkesinin, eğik düzlemde ds uzunluğundaki eleman üzerindeki yükün bileşkesine eşit olması gerektiğinden;

$$q * d_x = q_s * d_s \quad ....(19)$$



Şekil 1.22 Düşey kuvvet

q yükün yatay düzlem üzerindeki şiddeti
$q_S$ yükün eğri düzlem üzerindeki şiddeti

$$q_s = q * \frac{d_x}{d_s} \quad ....(20) \quad , \quad \frac{d_x}{d_s} = \cos\alpha$$

$$\left.\begin{aligned} q_s &= q * \cos\alpha \\ q &= q_s / \cos\alpha \end{aligned}\right\} ....(21)$$

**1.9. Yapılara Etkiyen Yükler**

**1.9.2. Etkime biçimlerine göre yükler**

**1.9.2.2. Yayılı Yükler**

## 1.9.2.2.4. Yayılı yüklerin dönüşümleri

### ❑ Yatay Kuvvet

Düşey düzlemde dy uzunluğundaki eleman üzerindeki yükün bileşkesinin, eğik düzlemde ds uzunluğundaki eleman üzerindeki yükün bileşkesine eşit olması gerektiğinden;

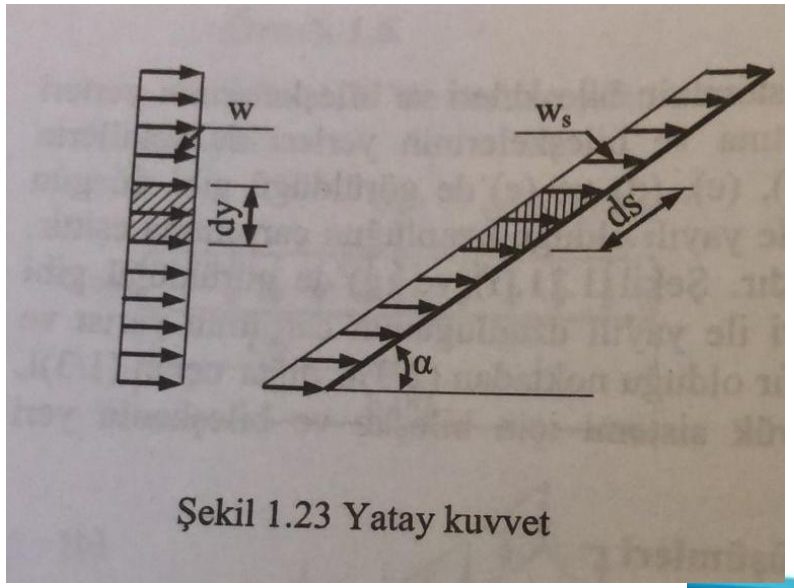
$$w * d_y = w_s * d_s \quad ....(22)$$

w yükün yatay düzlem üzerindeki şiddeti

$w_S$ yükün eğri düzlem üzerindeki şiddeti

$$w_s = w * \frac{d_y}{d_s} \quad ....(23) \quad , \quad \frac{d_y}{d_s} = \sin\alpha$$

$$\left.\begin{aligned} w_s &= w * \sin\alpha \\ w &= w_s / \sin\alpha \end{aligned}\right\} ....(24)$$




Şekil 1.23 Yatay kuvvet

## 1.9. Yapılara Etkiyen Yükler

## 1.9.2. Etkime biçimlerine göre yükler

## 1.9.2.2. Yayılı Yükler

### 1.9.2.2.4. Yayılı yüklerin dönüşümleri

- **Düşey yükün eğri yüzey üzerindeki yayılışı**

Şekilde görüldüğü gibi yatayda dx uzunluğundaki q*dx bileşke yükü, ds uzunluğundaki eğri kısım üzerindeki qs*ds bileşkesine eşit olmalıdır.

$$q*d_x = q_s*d_s \quad ....(25) \qquad \rightarrow \qquad q_s = q*\frac{d_x}{d_s} \quad ....(26)$$

$$\frac{d_x}{d_s} = \cos\alpha_x$$

Eğrinin o kesitindeki teğetinin yatayla yapmış olduğu açının kosinüsüdür.

$$\left.\begin{aligned} q_s &= q*\cos\alpha_x \\ q &= q_s / \cos\alpha_x \end{aligned}\right\} ....(27)$$




Şekil 1.24 Yatay yükün eğri üzerindeki yayılışı

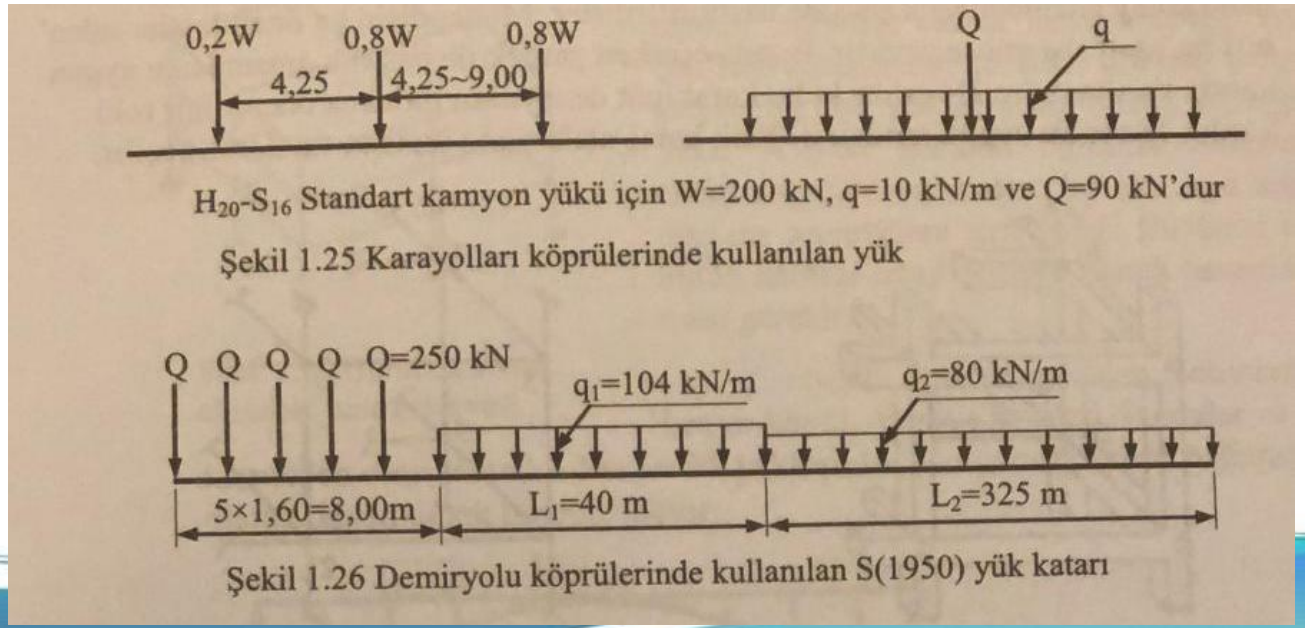
## 1.9. Yapılara Etkiyen Yükler

## 1.9.2. Etkime biçimlerine göre yükler

### 1.9.2.3. Katar Yükleri

Şiddetleri ve aralarındaki uzaklıklar sabit kalarak hareket eden yükler grubuna katar yükleri denir bu tür yükler daha çok karayolu taşıtları ve demiryolu araçları ile kren yükleridir.

Şekilde karayollarında ve demiryollarında kullanılan yük katarlarından örnek verilmiştir.




$H_{20}$-$S_{16}$ Standart kamyon yükü için W=200 kN, q=10 kN/m ve Q=90 kN'dur

Şekil 1.25 Karayolları köprülerinde kullanılan yük




Şekil 1.26 Demiryolu köprülerinde kullanılan S(1950) yük katarı

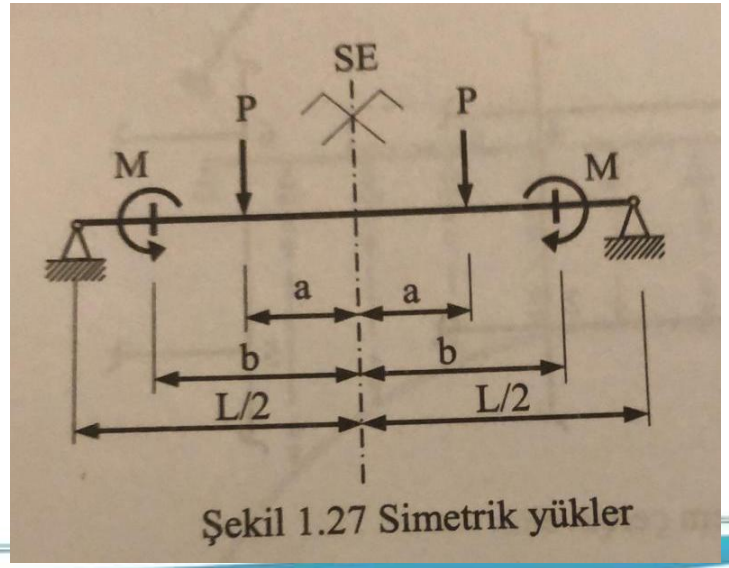
**9. Yapılara Etkiyen Yükler**

**3. Sistem üzerinde yerleşme biçimlerine göre yükler**

- ❑ Simetrik Yükler
- ❑ Antisimetrik Yükler

## 1.9.3.1. Simetrik yükler

Şekilde görüldüğü gibi, simetrik bir sistemde simetri ekseninin her iki tarafındaki kuvvetler aynı yönde ve birbirine eşit ve/veya **momentler ters yönde** (aynı yönde şekil değiştirir) ve birbirine eşit ve simetri ekseninden eşit uzaklıkta ise bu tür yüklere simetrik yükler denir.




Şekil 1.27 Simetrik yükler

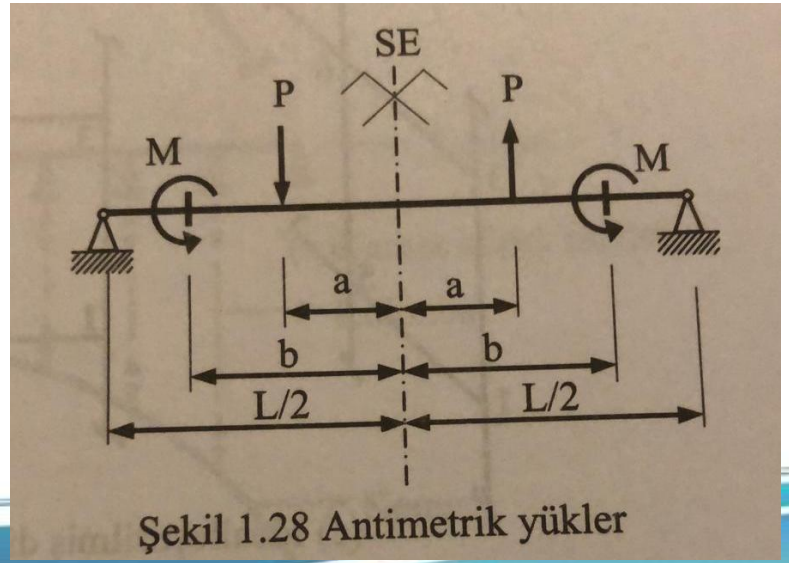
**9. Yapılara Etkiyen Yükler**

**3. Sistem üzerinde yerleşme biçimlerine göre yükler**

- ❑ Simetrik Yükler
- ❑ Antisimetrik Yükler

## 1.9.3.2. Antisimetrik yükler

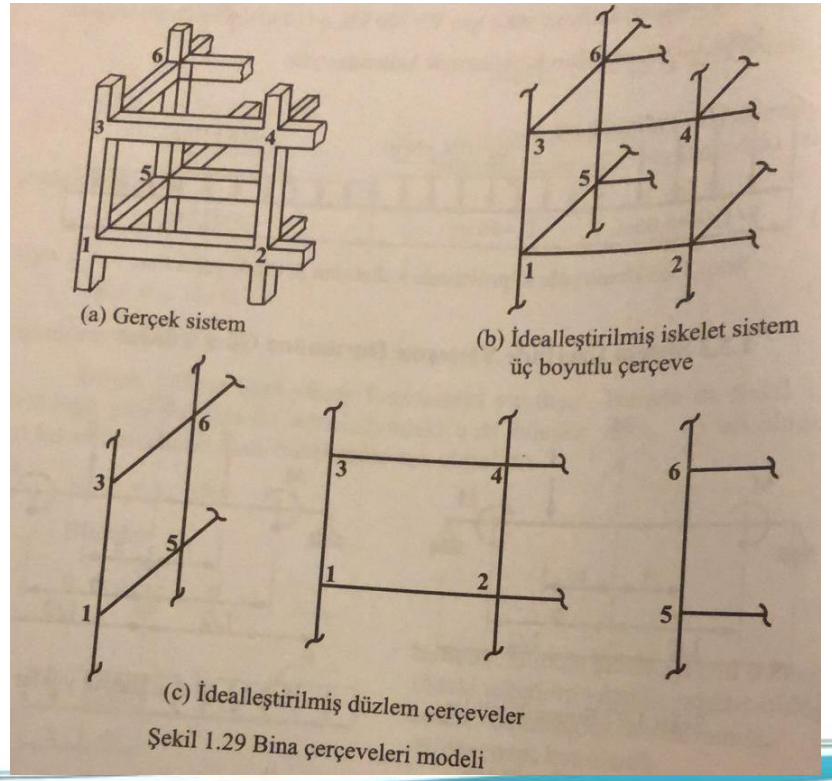
Şekilde görüldüğü gibi, simetrik bir sistemde simetri ekseninin her iki tarafındaki kuvvetler ters yönde ve birbirine eşit ve/veya **momentler aynı yönde** (ters yönde şekil değiştirir) ve birbirine eşit ve simetri ekseninden eşit uzaklıkta ise bu tür yüklere **antisimetrik yükler** denir.




Şekil 1.28 Antimetrik yükler

## 1.10. Yapı Statiğinde İdealleştirme

Gerçek sistemler genellikle çok karmaşıktır. Bu yüzden bunlar çoğunlukla **daha kolay çözülebilecek şe**kilde basitleştirilirler. Mühendisin en önemli işlerinden biri de bu basit sistemi seçmektir. Bunu yaparken de gerçek ile basitlik arasında en uygun karara varmalıdır.

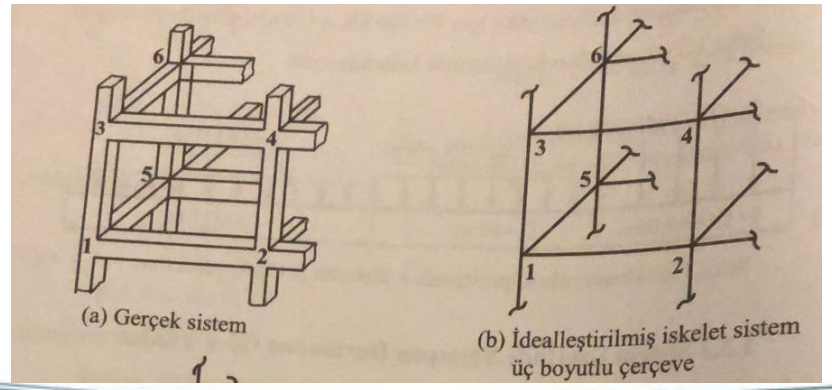


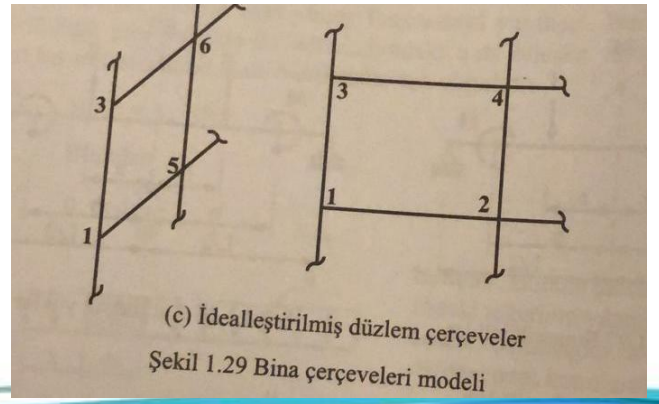

Şekil 1.29 Bina çerçeveleri modeli

# 10. Yapı Statiğinde İdealleştirme

## 1. Sistemin geometrisi ve birbirine etkisi

Sistemler genellikle üç boyutlu elemanların birleşiminde meydana gelir. Hesaplarda çoğu zaman enine boyutları göz ardı edilerek **kafes, kolon, kiriş** gibi **çubuk elemanların birleşiminden** meydana gelen sistemler olarak göz önüne alınır. Bu durumda sistem üç boyutlu iskelet sistem olarak ortaya çıkar. Üç boyutlu hesaplamalarda **uzay çerçeve sistemleri** göz önüne alınır. Uzay çerçevelerin hesabı da oldukça karmaşık ve zordur.




Şekil 1.29 Bina çerçeveleri modeli

## 10. Yapı Statiğinde İdealleştirme

### 1. Sistemin geometrisi ve birbirine etkisi

Bu yüzden bu uzay çerçevelerde daha kolay hesaplanabilecek düzlem çerçevelere dönüştürülür. Bu varsayıma göre her bir düzlem çerçeve diğer çerçevelerin etkisi göz önüne alınmadan bağımsız olarak hesaplanabilir. Ancak her sistemi bu tür tekil düzlem çerçevelere ayırmak gerçekçi olmaz.

Örneğin şekilde görülen burulma momenti etkisindeki bir sistem **bu etki için tekil düzlem çerçevelere ayrılamaz**. Bunların bir bütün halinde uzay çerçeve olarak hesaplanması gerekir.

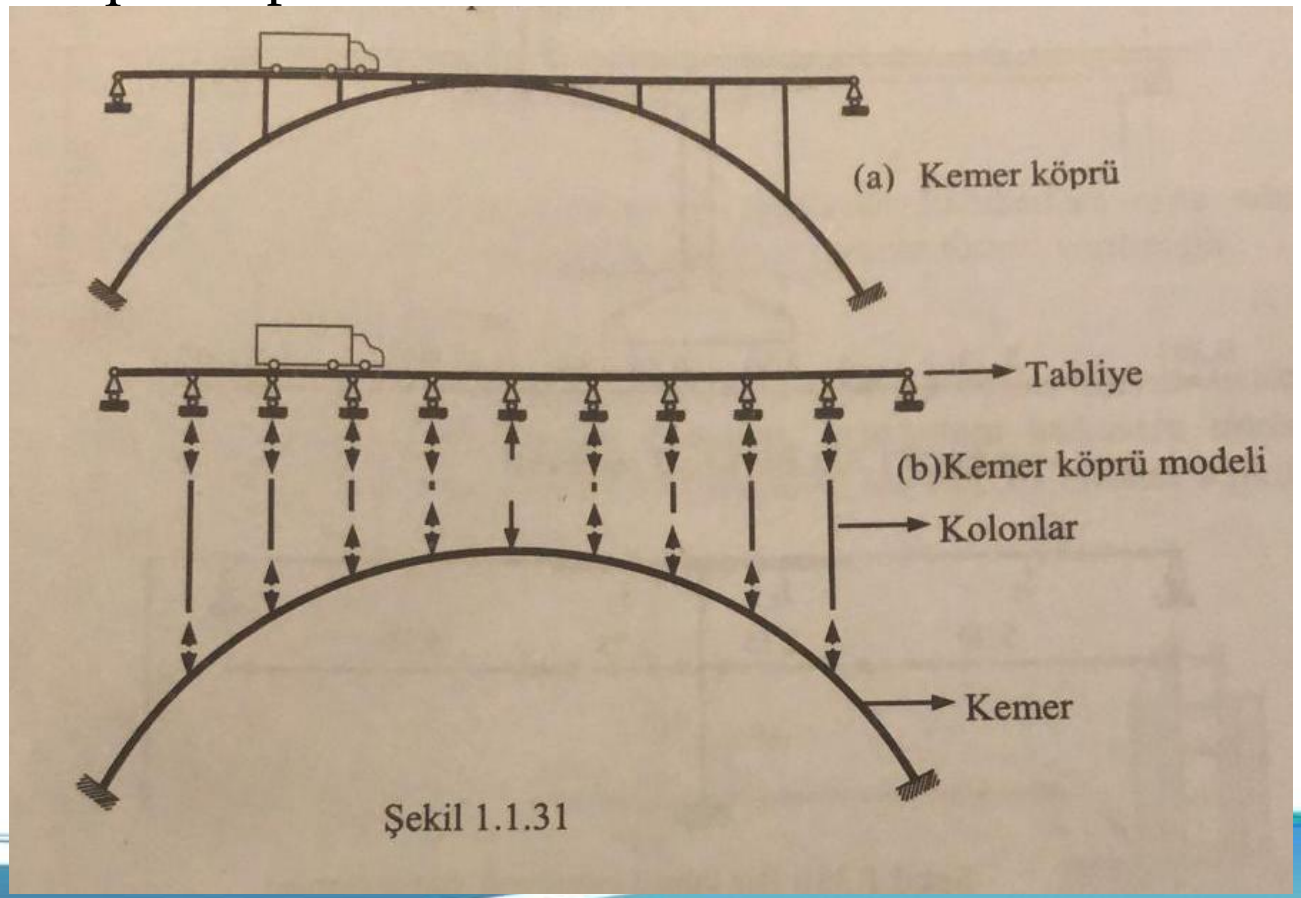


Şekil 1.30 Burulma etkisi altındaki bina çerçevesi

## 10. Yapı Statiğinde İdealleştirme

### 1. Sistemin geometrisi ve birbirine etkisi

Aşağıdaki şekilde **betonarme kemer köprü**, tabliye kirişleri, kolonlar ve kemerden oluşmaktadır. Bunlar birbirinden bağımsız olarak düşünülüp hesaplanabilir.

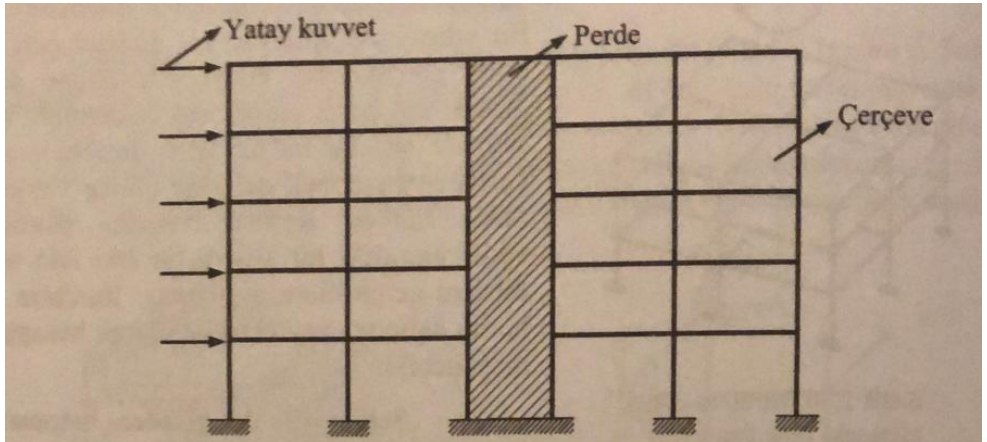



Şekil 1.1.31

## 10. Yapı Statiğinde İdealleştirme

### 1. Sistemin geometrisi ve birbirine etkisi

Aşağıdaki şekilde yatay kuvvetlere maruz yüksek binalarda **perde duvarlar** vardır. Bunlar genellikle merdiven ve asansör boşluğunun çevresinde ve yapının rijitlik merkezini bozmayacak şekilde tercihen **simetrik olarak yapının uygun yerlerine** yerleştirilir. Bu tür perdeler hesaplarda çoğunlukla **yatay kuvvetler için** kiriş olarak göz önüne alınır. Bu varsayım perde ve çerçevelerin yatay yük alabilme rijitliklerine ve yüklerin etkime durumlarına bağlıdır.

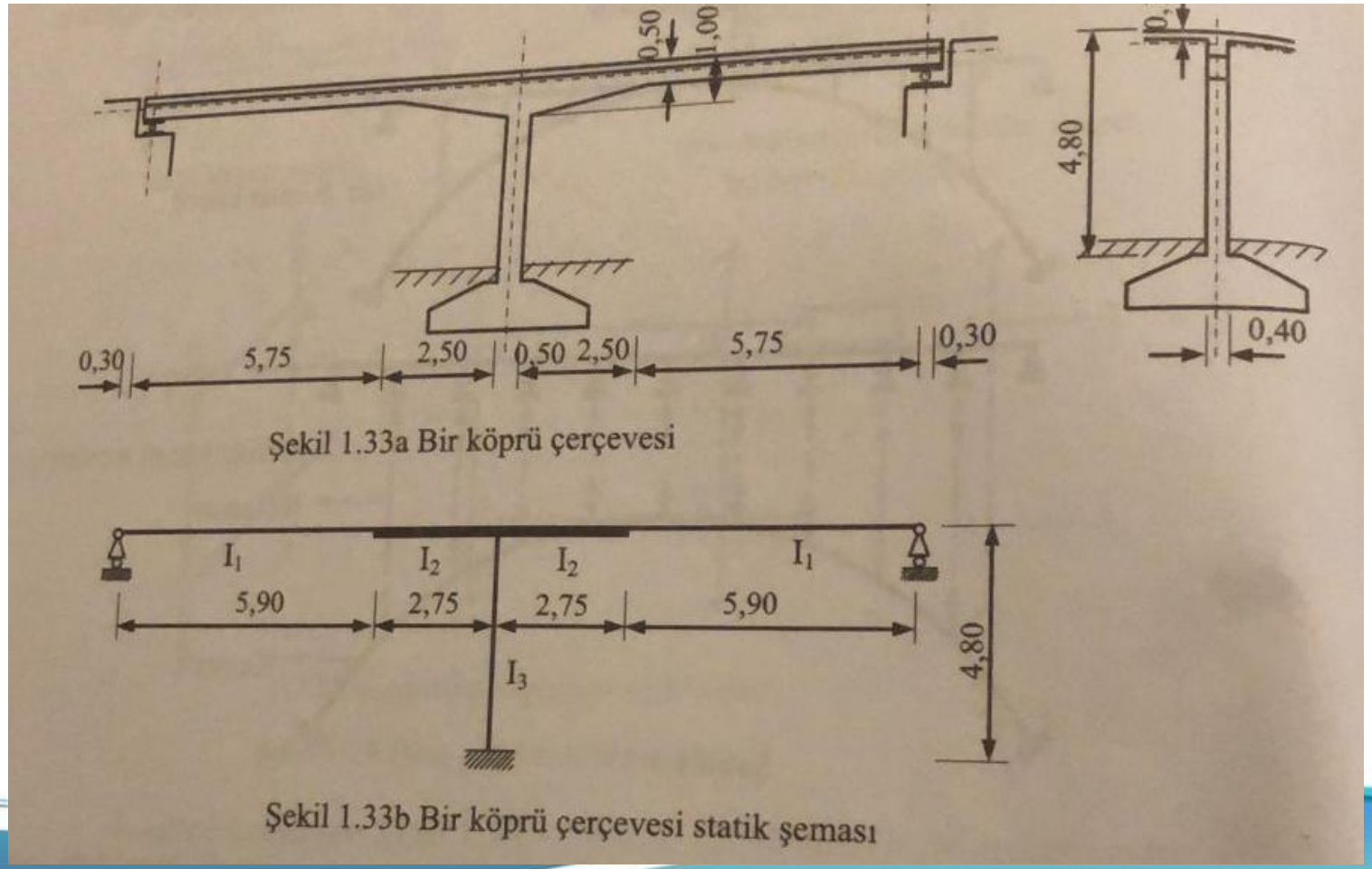



Şekil 1.32 Perdeli bina çerçevesi

# 10. Yapı Statiğinde İdealleştirme

## 1. Sistemin geometrisi ve birbirine etkisi

Aşağıdaki şekilde iki açıklı köprü çerçevesi statik açıdan aşağıdaki gibi idealleştirilebilir.




Şekil 1.33a Bir köprü çerçevesi

Şekil 1.33b Bir köprü çerçevesi statik şeması

## ÖNERİLEN KAYNAKLAR


1. **Ekiz, İ. Yapı Statiği I, Seç yayın Dağıtım, İstanbul, 1995.**

2. **KTU Yapı Statiği I ders notları**

3. **K. Girgin, M.G. Aksoylu, Y. Durgun, K. Darılmaz, Yapı Statiği, İzostatik Sistemler, Çözümlü Problemler, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2011**

4. Karadoğan F, Pala S, Yüksel E, Durgun Y, Yapı Mühendisliğine Giriş, Yapısal Çözümleme, 2011, No. 1, Vol. 1, İstanbul: Birsen Yayınevi

5. Çakiroglu, A., Çetmeli, E. Yapı statiği I, Beta Basım Yayım Dağıtım A.S., İstanbul, 1990.