**T.C.**

**VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ**

**VAN MESLEK YÜKSEKOKULU**

**İNŞAAT BÖLÜMÜ**

**İNŞAAT TEKNOLOJİSİ PROGRAMI**

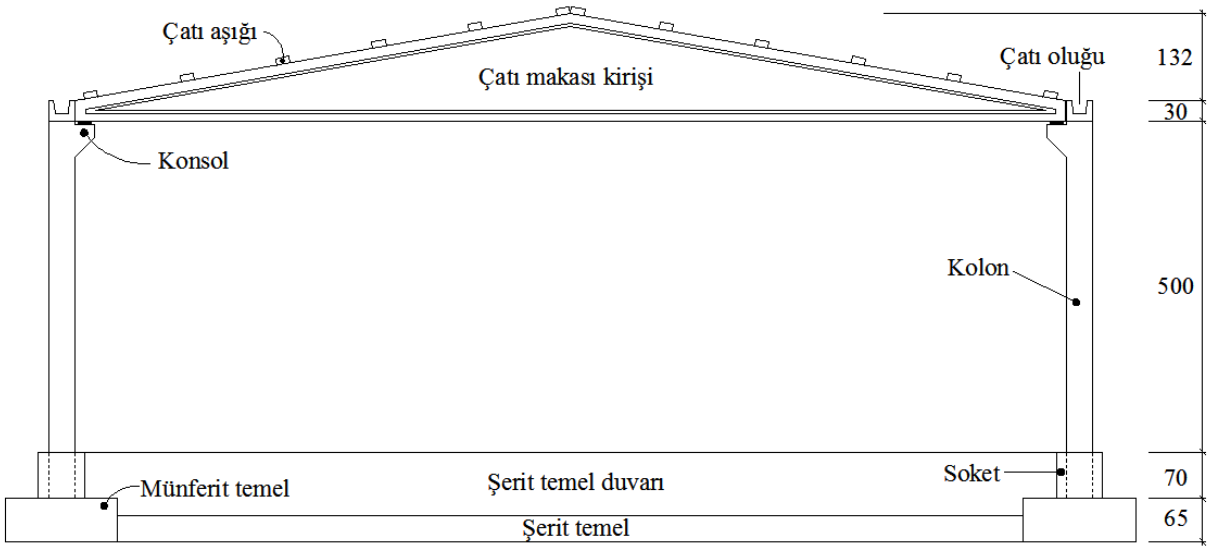
# BETONARME PREFABRİK YAPI TASARIMI

## (KAFES TİPİ KANATLI HAYVAN BARINAĞI)

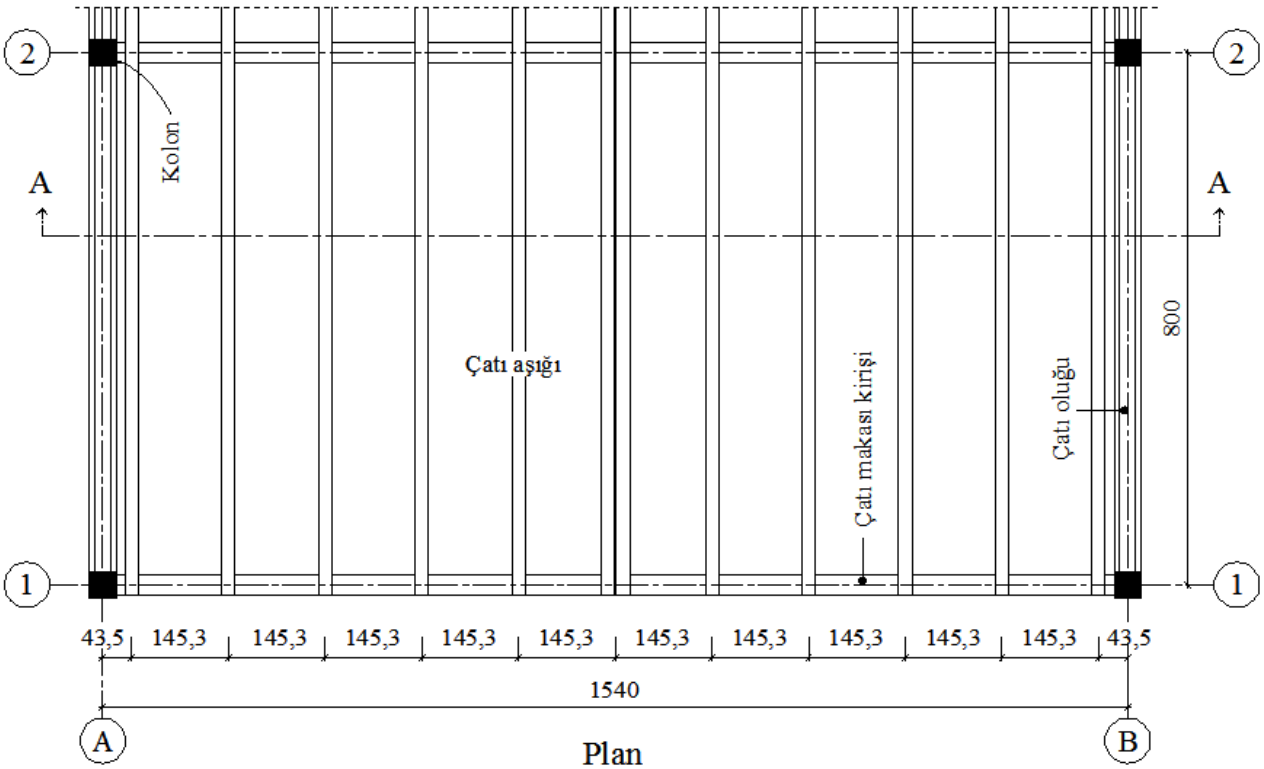
**Öğr. Gör. Selçuk USTA**

**Van-Mart 2020**

# Proje Bilgileri




A-A Kesiti




Plan

| Barınak genişliği | Barınak uzunluğu | Çerçeve sayısı | Çerçeve aralığı mesafesi | Malzeme sınıfı |
|---|---|---|---|---|
| 15,80 m | 88,40 m | 12 | 8,00 m | C20/S420 |
| Barınak yeri | Barınak yeri rakımı | Net barınak yüksekliği | Zemin emniyet gerilmesi | Çatı eğimi |
| Van | 1727 m | 5,00 m | 15 Ton/m$^2$ | 10$^o$ |
| $F_{cd}$=1400 Ton/m$^2$ | $F_{yd}$=36500 Ton/m$^2$ | $F_{ctd}$=110 Ton/m$^2$ | | |

## 1. Çatı Yükü Analizi

### 1.1. Kar Yükü

Kar yükü ($q_k$), yağış şiddetine göre değişkenlik gösterdiği için hareketli yük sınıfına girmektedir. Kar yükü TS 498 standardında yer alan aşağıdaki eşitlikler kullanılarak belirlenmiştir.

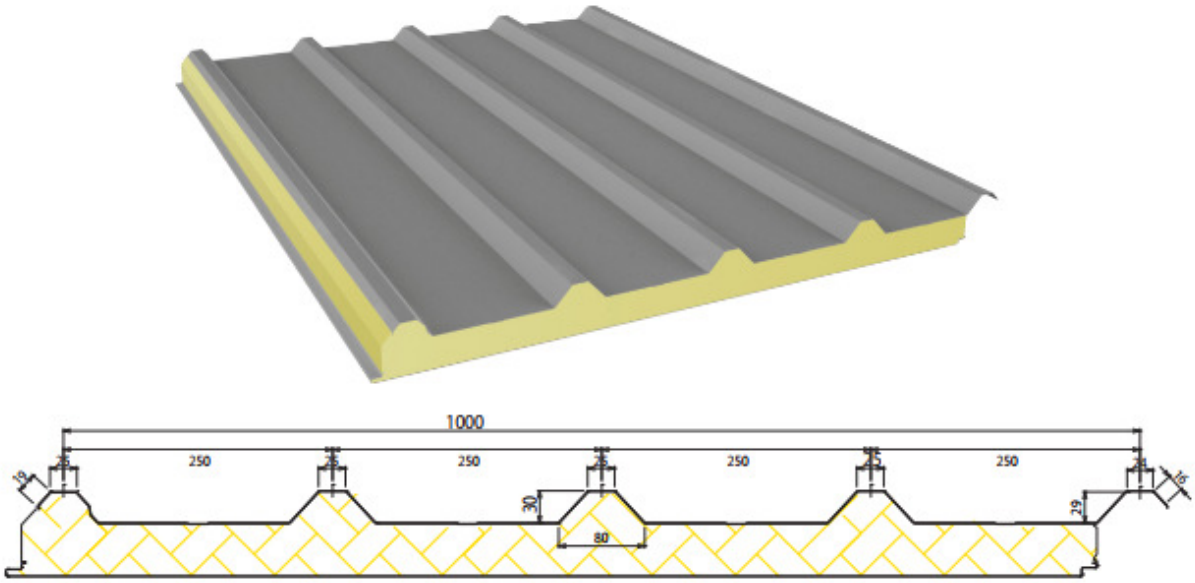
$P_k = m.P_{k0}$ $\quad m = 1 - \frac{\propto - 30^o}{40^o}$

- Çatı eğimi $\propto = 10^o$ olarak dikkate alınmış ve TS 498'den $\propto = 0\text{-}30^o$ aralığı için m=1 alınmıştır.
- Van ilinin rakımı 1727 m olarak dikkate alınmış ve TS 498'den zati kar yükü $P_{k0}$=184 kg/m$^2$ alınmıştır.

$P_k = m.P_{k0}$ $\quad P_k$=1.184 kg/m$^2$ $\quad P_k$=184 kg/m$^2$ $\quad$ **$q_k$=184 kg/m$^2$ (Ç.D.)**

### 1.2. Çatı Kaplama Malzemesi Yükü

Çatı kaplama malzemesi olarak her iki yüzeyi de metal levha ile kaplı yalıtımlı sandviç panel (Şekil 1) kullanılmıştır. Kaplama yükü ($g_k$) zati yük sınıfında olup hesaplamalarda **$g_k$=42 kg/m$^2$ (Ç.D.)** olarak alınmıştır.




**Şekil 1.** Çatı kaplama malzemesi

### 1.3. Rüzgar Yükü

Rüzgar yükü (W) hareketli yük sınıfında değerlendirilerek, TS 498'e göre aşağıdaki eşitlikler ile belirlenmiştir.

$W_1 = c.q \quad W_1 = 1{,}2.\sin \propto .q \quad W = 1{,}25.W_1$

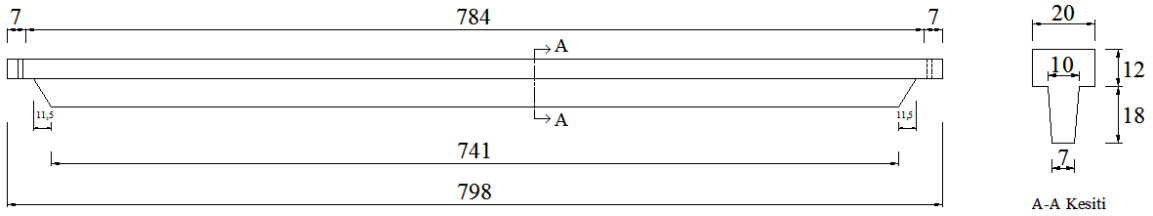
- Rüzgar yönüne göre $\propto$ açısı yapan eğimli yüzeyler için emme katsayısı (c) TS 498'den c=1,2.sin $\propto$ olarak alınmıştır.
- Çatının zeminden yüksekliğine bağlı olarak emme yükü (q) TS 498'den q=50 kg/m$^2$ alınmıştır.
- TS 498'e göre aşıklara etki eden rüzgar yükleri %25 oranında artırılmıştır.

$W_1$=1,2.sin $\propto$.q $\quad W_1$=1,2. sin 10.50 kg/m$^2$ $\quad$ **$W_1$=13 kg/m$^2$ (Ç.D.)**

W=1,25.$W_1$ $\quad$ W=1,25.13 $\quad$ W=16,25 kg/m$^2$ $\quad$ **(Ç.D.)**

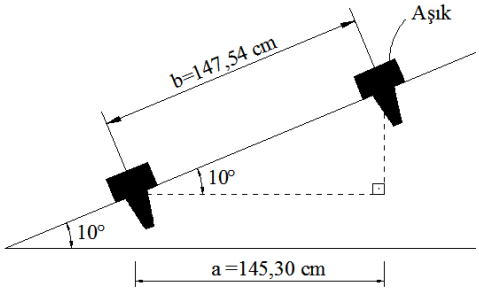
## 2. Aşık Hesabı

Aşıklar T kesitli kirişler şeklinde planlanarak çatı makaslarına mesnetlenmişlerdir (Şekil 2). Projede çatı makasları arasındaki mesafe 8 m olarak düzenlenmiştir. Dolayısıyla aşık uzunlukları da 8 m olarak dikkate alınmıştır. Aşıkların her iki ucunda genleşme-büzülme olayını kontrol altında tutabilmek amacıyla 1 cm boşluk bırakılmıştır. Aşıklar makaslara ankraj çubukları ile bağlanırlar. Ankraj deliklerinin uç taraflarında bulunan 7 cm uzunluğundaki aşık kısımlarının yük taşımadığı kabul edilmektedir. Çatı aşığı hesap açıklığı olarak, her iki uçta bulunan ankraj delikleri arasındaki 784 cm uzunluğa sahip net mesafe dikkate alınmıştır.




**Şekil 2.** Çatı aşığı

Çatı eğimi dikkate alınarak aşıklar arasındaki yatay ve eğik mesafeler belirlenmiştir (Şekil 3). Çatı düzlemine dik (Ç.D.) olarak etki eden kar yükü, çatı kaplaması yükü ve rüzgar yükü yatay düzleme dik (Y.D.) hale getirilerek aşıklara etki ettirilir. Hesaplamalarda kar, çatı kaplaması ve rüzgar yüklerinin yatay düzleme dik doğrultuda etki eden $q_{ky}$, $g_{ky}$ ve $W_y$ bileşenleri dikkate alınmıştır (Şekil 4).

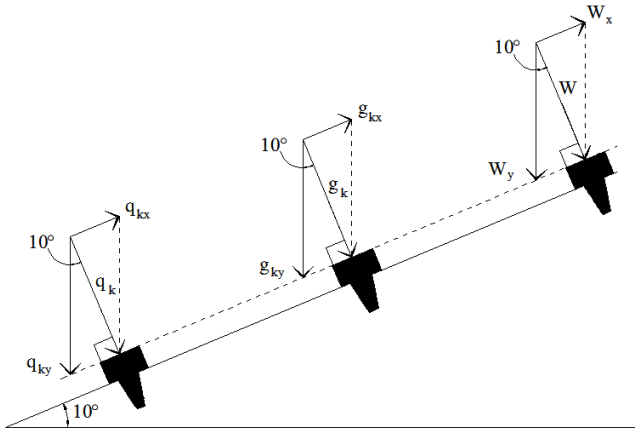



$$\cos\alpha = \frac{a}{b}$$

$$\cos 10 = \frac{145{,}30}{b}$$

$$b = 147{,}54 \text{ cm}$$

**Şekil 3.** Çatı aşıkları arasındaki yatay ve eğik mesafelerin belirlenmesi




$$\cos\alpha = \frac{q_k}{q_{ky}} \quad \cos 10 = \frac{184 \text{ kg/m}^2}{q_{ky}}$$

$$\mathbf{q_{ky} = 186{,}84\ kg/m^2 (Y.D.)}$$

$$\cos\alpha = \frac{g_k}{g_{ky}} \quad \cos 10 = \frac{42 \text{ kg/m}^2}{g_{ky}}$$

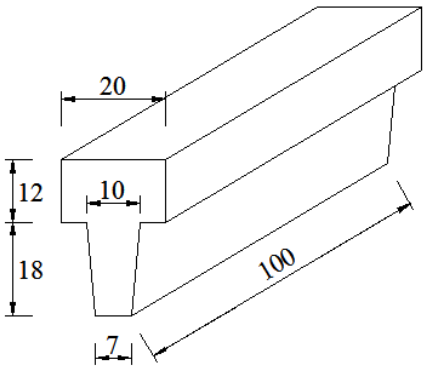
$$\mathbf{g_{ky} = 42{,}65\ kg/m^2 (Y.D.)}$$

$$\cos\alpha = \frac{W}{W_y} \quad \cos 10 = \frac{16{,}25 \text{ kg/m}^2}{W_y}$$

$$\mathbf{W_y = 16{,}50\ kg/m^2 (Y.D.)}$$

**Şekil 4.** Kar, çatı kaplaması ve rüzgar yüklerinin bileşenlerine ayrılması

Betonarme malzemenin birim hacim ağırlığı 2500 kg/m$^3$ olarak dikkate alınıp 1 m uzunluk için çatı aşığının zati ağırlığı belirlenmiştir. Bu doğrultuda aşığın dikdörtgen biçimli başlık bölümü ile ve yamuk biçimli gövde bölümünün ayrı ayrı kesit alanları hesaplanarak 1 m uzunluk için çatı aşığının hacmi belirlenmiştir. Son olarak aşağıda verilen birim hacim ağırlık formülü ile aşığın zati ağırlığı ($g_A$) tespit edilmiştir (Şekil 5).




$$\gamma = \frac{W}{V} \qquad W = \gamma . V \qquad V = A . L \qquad L = 1\ m$$

$$W_{Başlık} = (0{,}20.0{,}12).1.2500 = 60\ k\square/m$$

$$W_{Gövde} = \left[\frac{(0{,}10 + 0{,}07).0{,}18}{2}\right].1.2500 = 38{,}25\ k\square/m$$

$$\square_A = 60 + 38{,}25 \qquad \mathbf{g_A = 98{,}25\ kg/m\ (Y.D.)}$$

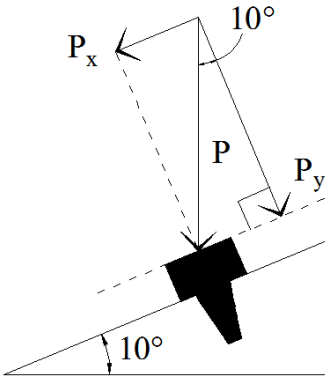
**Şekil 5.** Çatı aşığı zati ağırlığının belirlenmesi

Çatı aşığına etki eden <u>kar ve rüzgar yükleri hareketli yük, çatı kaplaması yükü ile aşık zati ağırlığı ise sabit yük</u> olarak dikkate alınmıştır. Çatı aşığının 1 m uzunluğuna etki eden sabit ve hareketli yükler toplamı ile toplam yük değeri tespit edilmiştir. Aşığa etki ettirilmek üzere toplam yük değeri bileşenlerine ayrılmıştır (Şekil 6).

$\square=(\square_{ky}.a)+\square_A$ $\qquad$ $\square=(42{,}65.1{,}453)+98{,}25$ $\qquad$ **$\square$=160,22 k$\square$/m**

$q=(q_{ky}.a)+(W_y.a)$ $\qquad$ $q=(186{,}84.1{,}453)+(16{,}50.1{,}453)$ $\qquad$ **q=295,45 k$\square$/m**

$P=1{,}4.\square+1{,}6.q$ $\qquad$ $P=(1{,}4.160{,}22)+(1{,}6.295{,}45)$ $\qquad$ **p= 697,03 k$\square$/m (Y.D.)**




$$\cos \propto = \frac{P_y}{P} \qquad \cos 10 = \frac{P_y}{697{,}03}$$

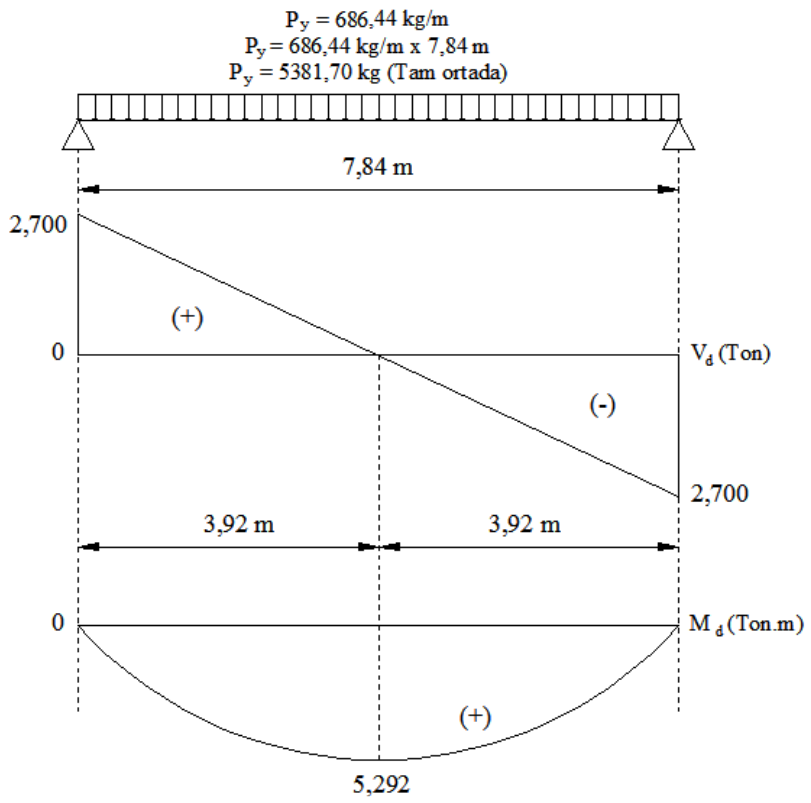
$$\mathbf{p_y = 686{,}44\ kg/m\ \ (Ç.D.)}$$

$$\sin \propto = \frac{P_x}{P} \qquad \sin 10 = \frac{P_x}{697{,}03}$$

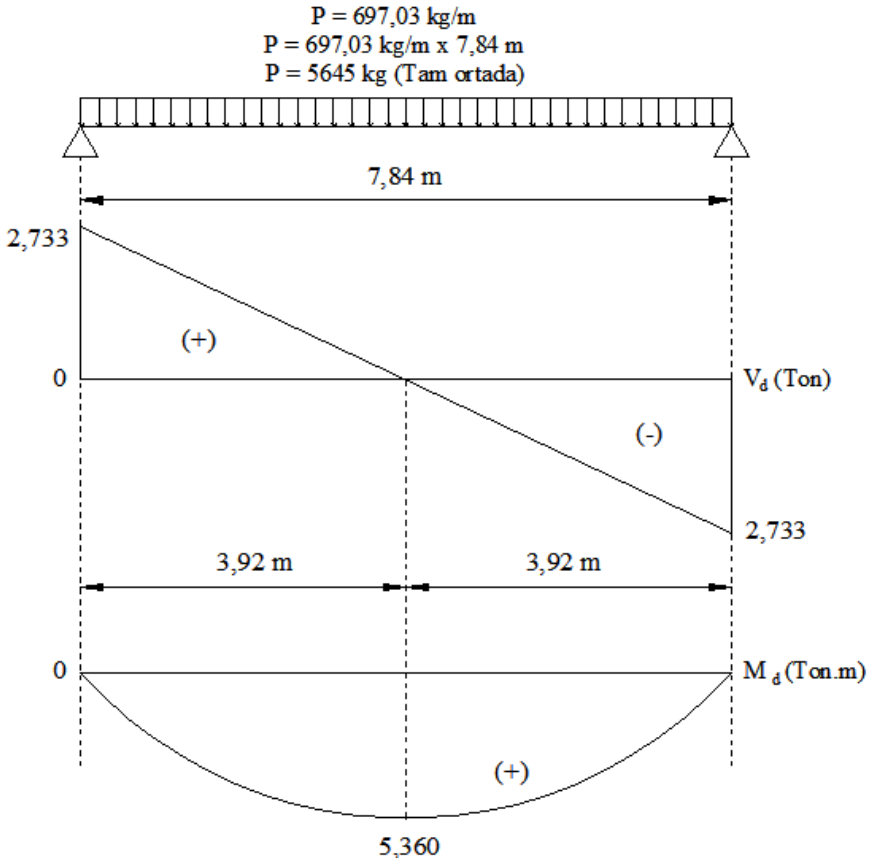
**$P_x$=121,04 k$\square$/m (Ç.D.)**

**Şekil 6.** Çatı aşığına etki eden toplam yükün bileşenlerine ayrılması

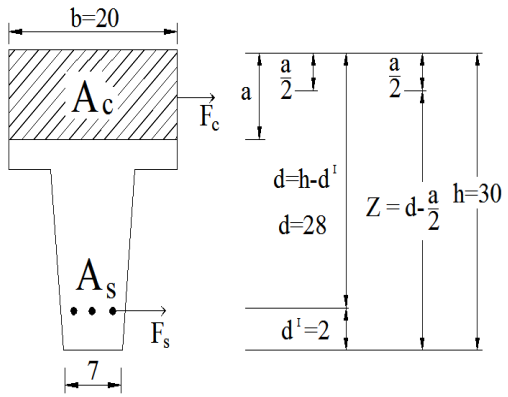
Çatı aşığı, yükleri çatı düzlemine dik doğrultuda taşıdığından dolayı ya da $P_y > P_x$ olduğundan dolayı, çatı aşığının $P_y$ bileşeni etkisi altında statik çözümü yapılarak kesme ($V_d$) ve momet ($M_d$) diyagramları çizilmiştir. Çatı aşıklarının donatı hesaplamalarında şekil 7'de verilen kesit tesirleri diyagramları kullanılmıştır. Aşıklardan çatı makaslarına iletilecek yük değerlerinin belirlenmesinde ise yatay düzleme dik doğrultuda etki eden toplam yük değeri etkisi altında yapılan statik çözüme göre oluşturularak şekil 8'de verilen kesit tesirleri diyagramları kullanılmıştır. Projesi hazırlanan kanatlı hayvan barınağında ilk ve son çatı makası dışında kalan her bir çatı makasına karşılıklı olarak her iki yönden altışar olmak üzere toplamda 12 aşık mesnetlenmiştir. Aşıklar taşıdıkları toplam yükleri tekil yük cinsinden yatay düzleme dik olacak şekilde çatı makaslarına aktarmaktadırlar.




**Şekil 7.** Çatı aşığının Py yükü etkisi altında çizilen kesit tesirleri diyagramları




**Şekil 8.** Çatı aşığının toplam yük (P) etkisi altında çizilen kesit tesirleri diyagramları




$F_c=F_{\square}$ $\quad 0{,}85.f_{cd}.b.a=A_{\square}.f_{yd}$

$M_c=M_{\square}=M_d$ $\quad F_c.Z=F_{\square}Z=M_d$

$0{,}85.f_{cd}.b.a.(d-\frac{a}{2})=A_{\square}f_{yd}.(d-\frac{a}{2})=M_d$

$0{,}85.f_{cd}.b.a.(d-\frac{a}{2})=M_d$

$0{,}85.14000.0{,}20.a.(0{,}28-\frac{a}{2})=5{,}292$ $\quad a=0{,}095$ m

$A_{\square}f_{yd}.(d-\frac{a}{2})=M_d$ $\quad A_{\square}=36500.(0{,}28-\frac{0{,}095}{2})=5{,}292$

$A_{\square}=0{,}000624\ m^2=6{,}24\ cm^2=624\ mm^2$ **Seçilen donatı 628 mm² 2Ø20**

**Kayma donatısı (Etriye) hesabı**

$V_{cr}=0{,}65.F_{ctd}.bw.d$ $\quad V_{cr}=0{,}65.110.0{,}085.0{,}28$ $\quad V_{cr}=1{,}7$ Ton

$V_r=0{,}25.F_{cd}.bw.d$ $\quad V_{cr}=0{,}25.1400.0{,}085.0{,}28$ $\quad V_r=8{,}33$ Ton

$V_d=2{,}51$ Ton (Ke□me diya□ramında me□netten d=0,28 m uzaklıktaki ke□me kuvvetidir)

$V_{cr}< V_d < V_r$ olduğundan dolayı etriye he□apla bulunur.

$\frac{A_{\square w}}{\square}=\frac{V_w}{F_{ywd}.d}$ etriye Ø8 olduğundan $A_{\square w}=n.A_0$ $\quad A_{\square w}=2.\frac{\pi.0{,}8^2}{4}$ $\quad A_{\square w}=0{,}0001\ m^2$ olur.

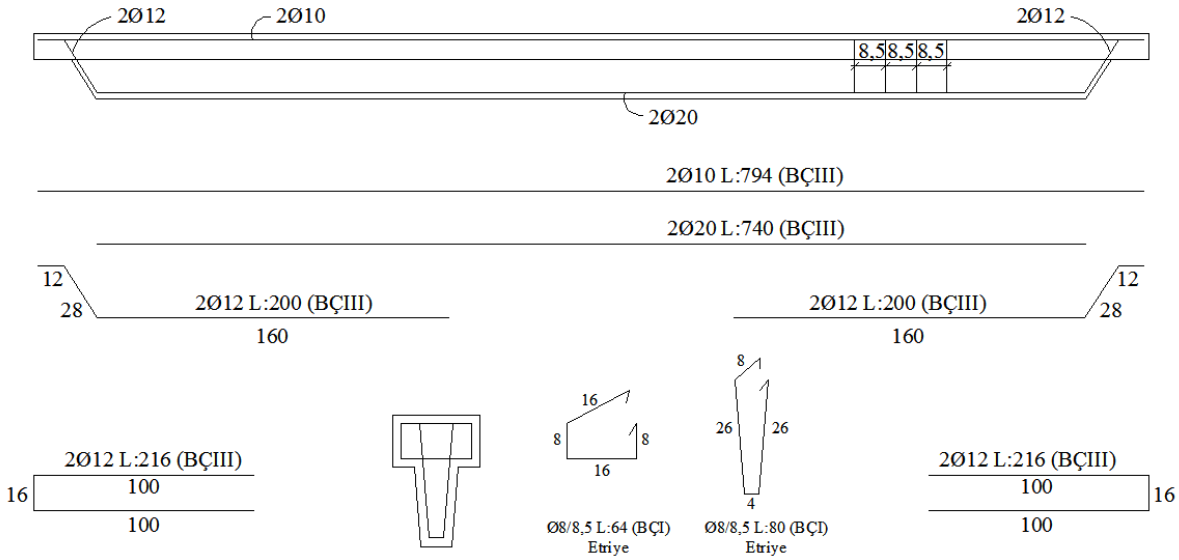
$V_d=V_c+V_w$ $\quad V_c=0{,}80.V_{cr}$ $\quad V_d=V_c+V_w$ $\quad 2{,}51=0{,}80.1{,}7+V_w$ $\quad V_w=1{,}15$ Ton

$\square=\frac{A_{\square w}.F_{ywd}.d}{V_w}$ $\quad \square=\frac{0{,}0001.19100.0{,}28}{1{,}15}$ $\quad \square=0{,}47$ m

$\square\leq\frac{d}{2}$ (1.şart) $\quad \square\leq\frac{0{,}28}{2}$ $\quad \square\leq 0{,}14$ m $\quad \square\leq 0{,}30$ m (2.şart) $\quad \square\leq bw$ (3.şart)

$\square=0{,}47$ m hiçbir şartı □ağlanmadığından dolayı $\square=bw=0{,}085$ m alınır.

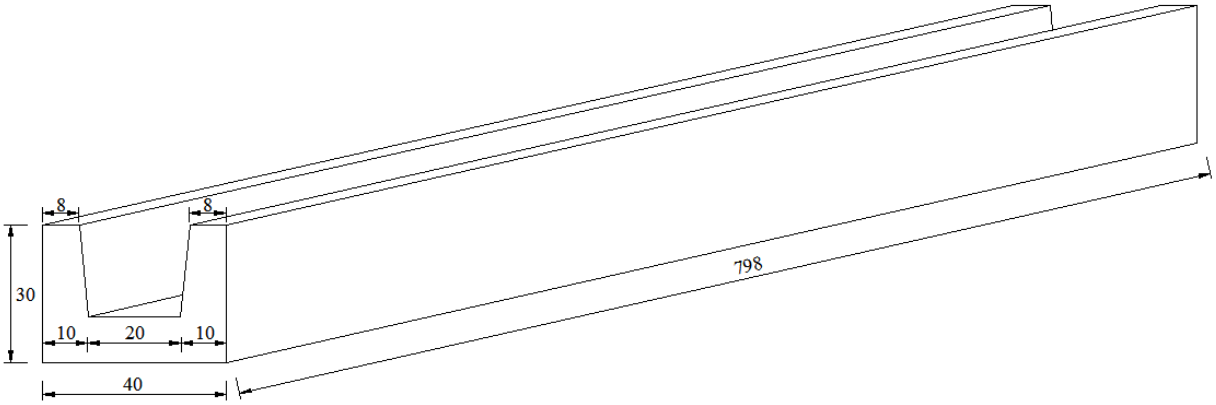
**Kayma donatı□ı (Etriye) Ø8/8,5 olarak belirlenmiştir.**




**Şekil 9.** Çatı aşığı donatı detayları

### 3. Oluk Hesabı

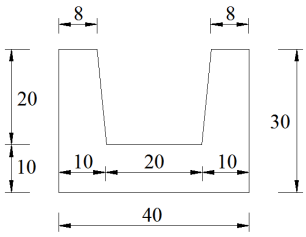
Oluklar her iki uçlarında bulunan kolonlara mesnetlenmiştir. Projede çatı makasları arasındaki mesafe 8 m olarak düzenlendiğinden dolayı oluk uzunlukları da 8 m olarak dikkate alınmıştır. Olukların her iki ucunda oluşabilecek genleşme-büzülme olayını kontrol altında tutabilmek amacıyla 1 cm boşluk bırakılmıştır. Oluk hesap açıklığı olarak, boşluklar çıkarıldıktan sonra kalan 798 cm uzunluğundaki mesafe dikkate alınmıştır (Şekil 10). Hareketli yükler sınıfında yer alan rüzgar ve kar yükleri oluğa yatay düzleme dik olarak etki etmektedirler. Olukların zati ağırlıkları da sabit yük sınıfında dikkate alınmaktadır. Rüzgar ve kar yükleri oluk kısa kenar uzunluğu (40 cm) ile çarpılarak kg/m cinsinden çizgisel yüke çevrilmiştir. Betonarme malzemenin birim hacim ağırlığı 2500 kg/m$^3$ olarak dikkate alınıp 1 m uzunluk için oluk zati ağırlığı ($g_O$) belirlenmiştir.




**Şekil 10.** Çatı oluğu

$W_y$=16,50 k□/m$^2$ (Y.D.) $W_y$=16,50 k□/m$^2$. 0,40 m **$W_y$=6,60 k□/m (Y.D.)**

$q_{ky}$=186,84 k□/m$^2$ (Y.D.) $q_{ky}$=186,84 k□/m$^2$. 0,40 m **$q_{ky}$=74,74 k□/m (Y.D.)**




$$A=(0{,}10.0{,}40)+\left[\frac{(0{,}10+0{,}08).0{,}2}{2}\right]+\left[\frac{(0{,}10+0{,}08).0{,}2}{2}\right]$$ **A=0,076 m$^2$**

1 m uzunluk için oluğun hacmi aşağıdaki eşitlikle belirlenir.

$V = A.L$ $V = 0{,}076.1$ $V$ =0,076 m$^3$

$\gamma=\frac{W}{V}$ W=$\gamma$.V W=2500.0,076 **W=190 k□/m** **□$_O$=190 k□/m (Y.D.)**

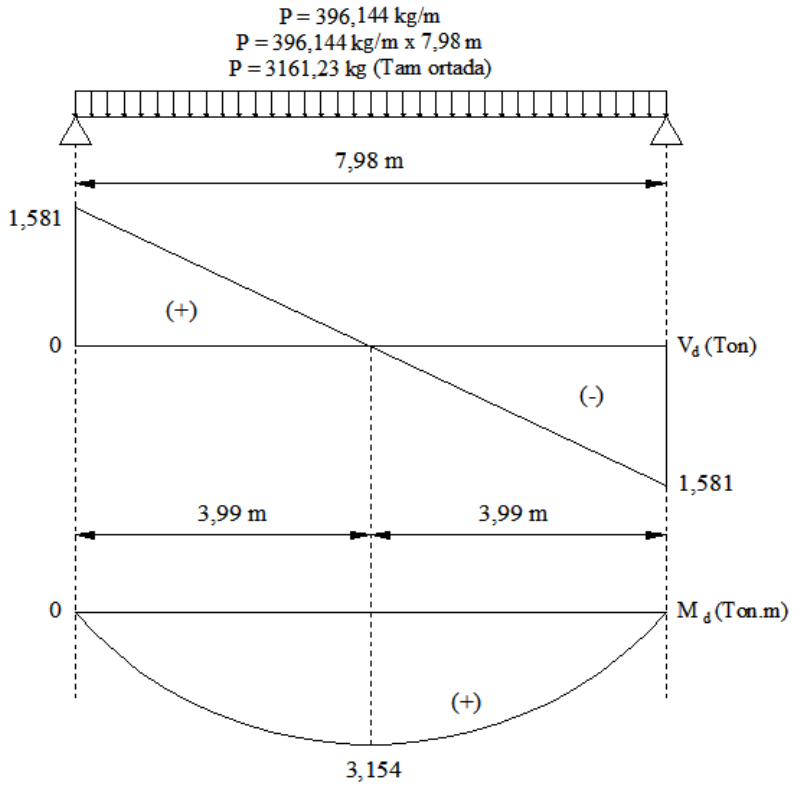
Oluğa etki eden sabit ve hareketli yükler aşağıdaki eşitlikler ile belirlenmiştir.

$q=q_{ky}+W_y$ q=74,74+6,60 **q=81,34 k□/m (Y.D.)**

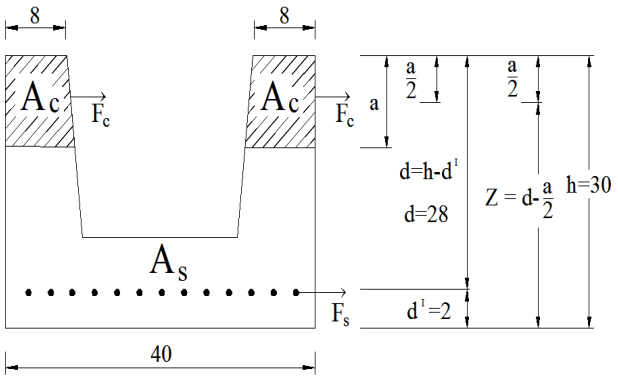
**□=□$_O$=190 k□/m (Y.D.)**

Oluğun 1 m uzunluğuna etki eden toplam yük değerinin etkisi altında statik çözüm yapılarak kesme ($V_d$) ve momet ($M_d$) diyagramları çizilmiştir (Şekil 11).

P=1,4.□+1,6.q P=(1,4.190)+(1,6.81,34) **p= 396,144 k□/m (Y.D.)**




**Şekil 11.** Çatı oluğu kesit tesirleri diyagramları




$F_c=F_{\square}$ $\quad 0,85.f_{cd}.b.a=A_{\square}f_{yd}$

$M_c=M_{\square}=M_d$ $\quad F_c.Z=F_{\square}Z=M_d$

$0,85.f_{cd}.b.a.(d-\frac{a}{2})=A_{\square}f_{yd}.(d-\frac{a}{2})=M_d$

$0,85.f_{cd}.b.a.(d-\frac{a}{2})=M_d$

$0,85.14000.0,18.a.(0,28-\frac{a}{2})=3,154$ $\quad a=0,06$ m

$A_{\square}f_{yd}.(d-\frac{a}{2})=M_d$ $\quad A_{\square}=36500.(0,28-\frac{0,06}{2})=3,154$

$A_{\square}=0,000345\ m^2=3,45\ cm^2=345\ mm^2$ **Seçilen donatı 452 mm² 4Ø12**

**Kayma donatısı (Etriye) hesabı**

$V_{cr}=0,65.F_{ctd}.bw.d$ $\quad V_{cr}=0,65.110.0,18.0,28$ $\quad V_{cr}=3,60$ Ton

$V_d=1,47$ Ton (Ke□me diya□ramında me□netten d=0,28 m uzaklıktaki ke□me kuvvetidir)

$V_d< V_{cr}$ minimum etriye kullanılır.

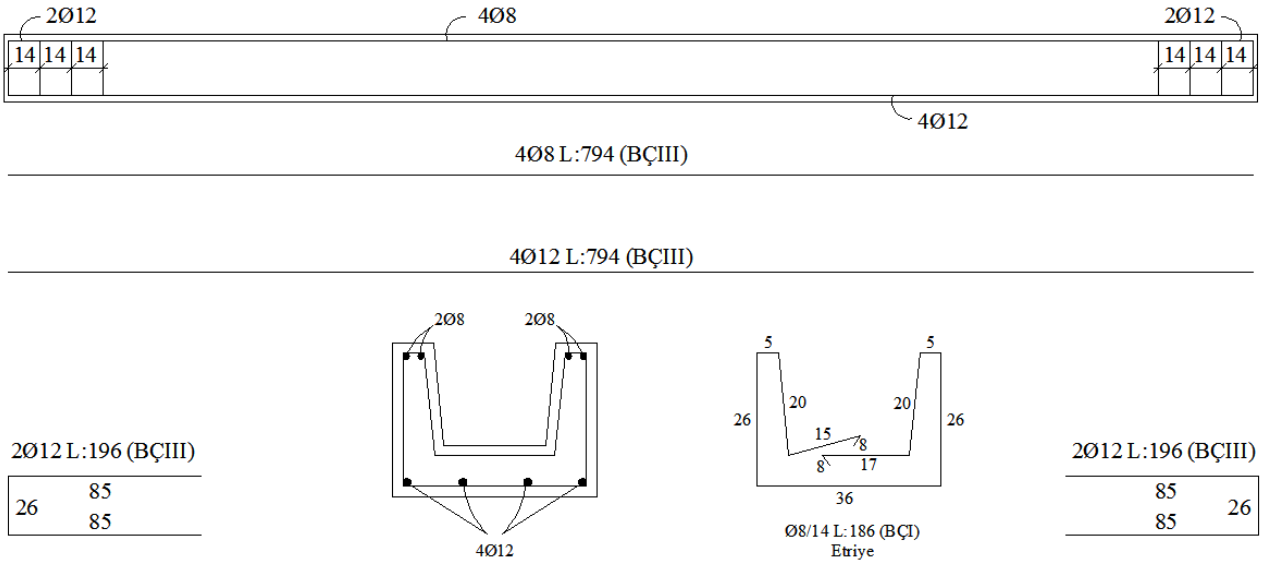
Etriye Ø8 olduğundan $A_{\square w}=n.A_0$ $\quad A_{\square w}=2.\frac{\pi.0,8^2}{4}$ $\quad A_{\square w}=0,0001\ m^2$ olur.

$\rho_{w(min)}=\frac{A_{\square w}}{bw.\square}=0,30\frac{F_{ctd}}{F_{ywd}}$ $\quad \frac{0,0001}{0,18.\square}=0,30\frac{90}{19100}$ $\quad \square=0,39$ m

$\square\leq\frac{d}{2}$ (1.şart) $\quad \square\leq\frac{0,28}{2}$ $\quad \square\leq 0,14$ m $\quad \square\leq 0,30$ m (2.şart) $\quad \square\leq bw$ (3.şart)

$\square=0,39$ m hiçbir şartı □ağlanmadığından dolayı $\square\leq\frac{0,28}{2}$ $\square=0,14$ m alınır.

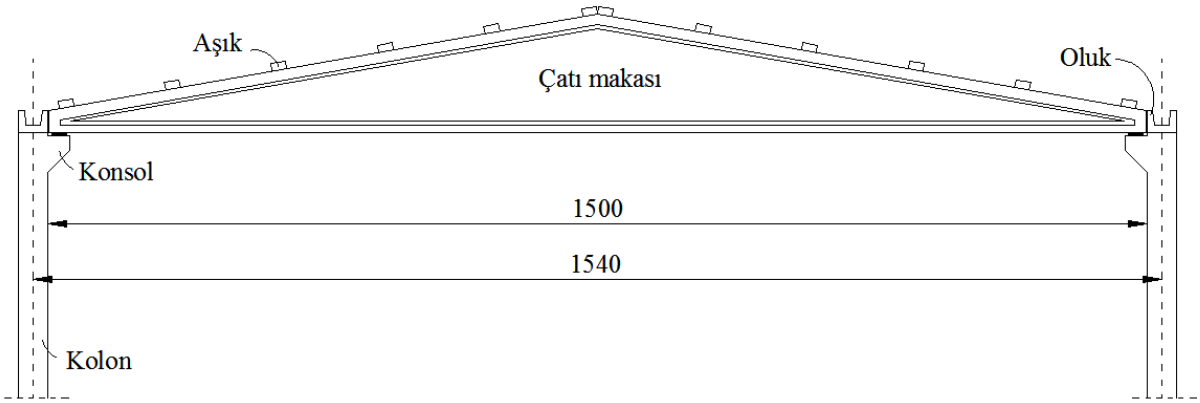
**Kayma donatı□ (Etriye) Ø8/14 olarak belirlenmiştir**




**Şekil 12.** Çatı oluğu donatı detayları

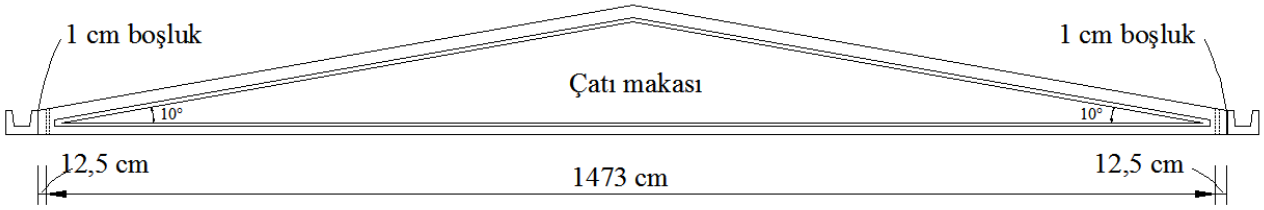
## 4. Çatı Makası Hesabı

Çatı makası kolonlara bağlı olan konsollara mesnetlenmiştir. Makaslar, konsollar vasıtasıyla kolonlara bağlanarak prefabrik yapı çerçevelerini oluştururlar (Şekil 13). Projede toplam 12 adet çerçeve, 8 m çerçeve aralığı mesafesi ile yerleştirilmiştir. Dıştan dışa mesafeler dikkate alındığında barınak genişliği 1580 cm, uzunluğu 8840 cm, içten içe net mesafeler dikkate alındığında ise barınak genişliği 1500 cm, uzunluğu 8760 cm olarak elde edilmiştir.

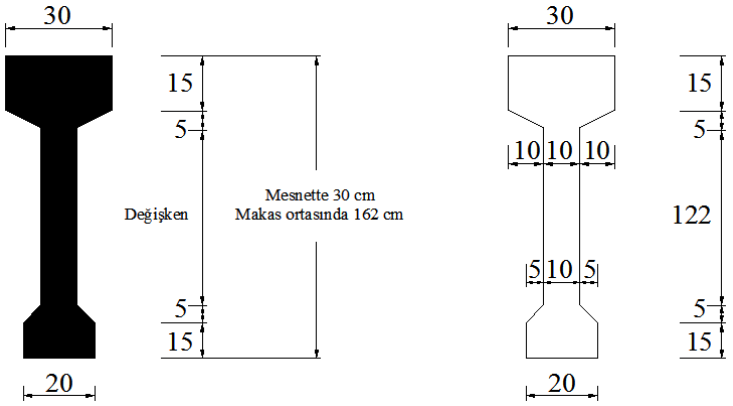



**Şekil 13.** Prefabrik yapı çerçevesi

Çatı makaslarının her iki ucunda oluşabilecek genleşme-büzülme olayını kontrol altında tutabilmek amacıyla 1 cm boşluk bırakılmıştır. Çatı makasları konsollara ankraj çubukları ile bağlanırlar. Ankraj deliklerinin uç taraflarında bulunan 12 cm uzunluğundaki makas bölümlerinin yük taşımadığı kabul edilmektedir. Ankraj deliği çapının yaklaşık olarak 0,5 cm olduğu dikkate alınırsa makasın her bir ucunda bulunan 12,5 cm uzunluğundaki bölümlerin yük taşımadığı kabul edilebilir (Şekil 14). Bu doğrultuda çatı makasının hesap açıklığı 1473 cm olarak belirlenmiştir. Çatı eğiminden ($\propto=10^{o}$) yola çıkılarak çatı makası kesitinin yüksekliği tespit edilmiştir (Şekil 15).

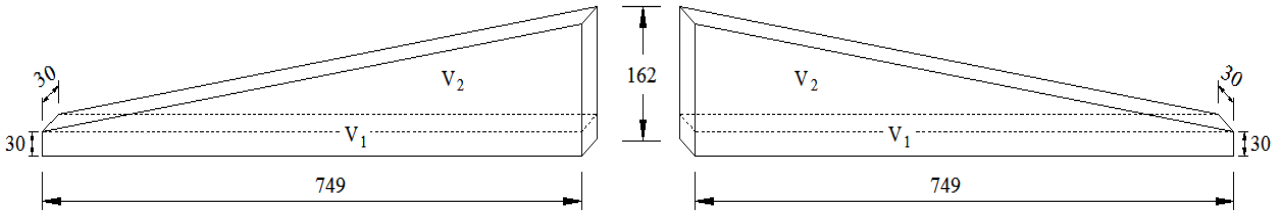



**Şekil 14.** Çatı makası hesap açıklığının belirlenmesi




**Şekil 15.** Çatı makası kesiti

Betonarmenin birim hacim ağırlığının 2500 kg/m$^3$ olduğu dikkate alınarak çatı makası zati ağırlığı ($g_M$) belirlenmiştir. Makasın mesnetteki kesit boyutları 30x30 cm, tam ortadaki kesit boyutları ise 30x162 cm kabul edilerek hacim hesabı yapılmıştır (Şekil 16). Makasın her iki ucunda 1 cm genleşme-büzülme boşluğu bırakıldığı için hacim hesaplamalarında makas açıklığı (1500-2)/2=749 cm olarak dikkate alınmıştır. Makas zati ağırlığı belirlenerek, çatı makasının tam orta noktasından yatay düzleme dik olacak şekilde sisteme etki ettirilmiştir.

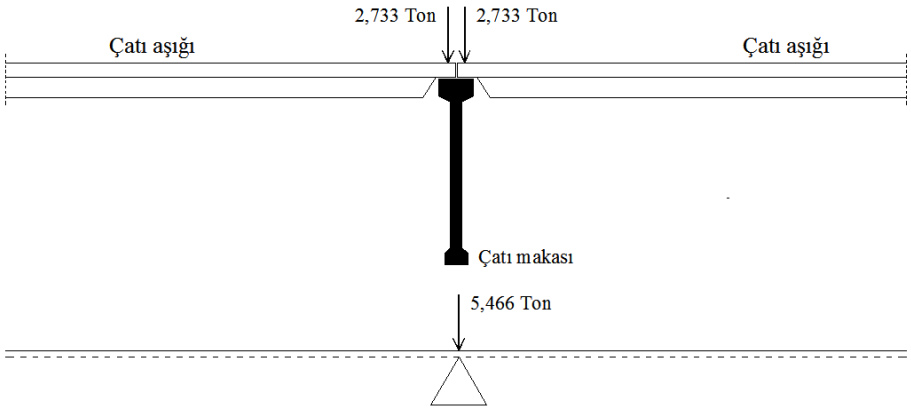



**Şekil 16.** Çatı makası zati ağırlığının belirlenmesi

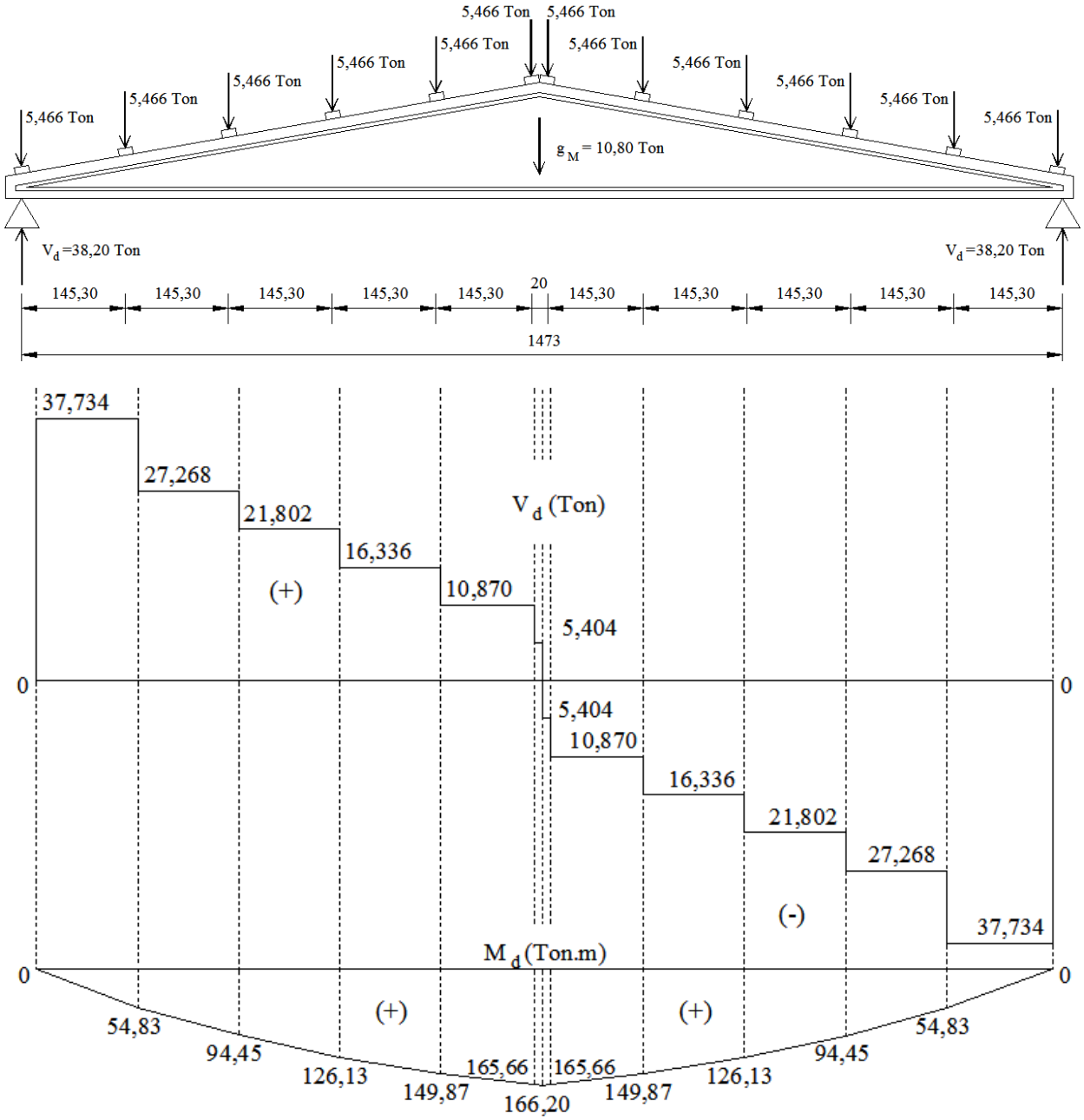
$$V=A.L \qquad V=(V_1+V_2).2 \qquad V=\left[(0,3.0,3.7,49)+\left(\frac{0,3.1,32.7,49}{2}\right)\right].2 \qquad V=4,314\ m^3$$

$$\gamma=\frac{W}{V} \qquad W=\gamma.V \qquad W=2500.4,314 \qquad \mathbf{W=10785\ kg} \qquad \mathbf{g_M=10,80\ Ton\ \ (Y.D.)}$$

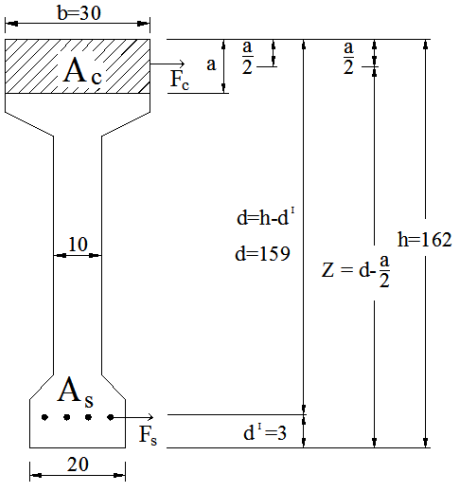
Çatı makasları aşıklar tarafından kendilerine aktarılan yükleri taşımaktadırlar. Barınaktaki 1 ve 12 numaralı akslara yerleştirilen çatı makasları dışındaki bütün çatı makaslarına iki taraftan aşıklar mesnetlenmiştir. Dolayısıyla bu mesnet noktalarından makaslara yatay düzleme dik olarak yük aktarılmaktadır. Aşıkların yatay düzleme dik doğrultuda etki eden toplam yük etkisi altında çizilen kesit tesirleri diyagramları (Şekil 8) kullanılarak çatı makaslarına yük aktarımı gerçekleştirilmiştir (Şekil 17). Çatı makasının zati ağırlığı ($g_M$) sabit yük sınıfında olup, makasın statik çözümünde tam orta noktaya yatay düzleme dik olan bir tekil yük olarak etki ettirilmiştir. Çatı makasının kesit tesirleri diyagramı şekil 18'de gösterilmiştir.




**Şekil 17.** Aşıklardan çatı makasına yük aktarılması




**Şekil 18.** Çatı makası kesit tesirleri diyagramları




$F_c=F_{\square}$ $\quad 0,85.f_{cd}.b.a=A_{\square}f_{yd}$

$M_c=M_{\square}=M_d$ $\quad F_c.Z=F_{\square}Z=M_d$

$0,85.f_{cd}.b.a.(d-\frac{a}{2})=A_{\square}f_{yd}.(d-\frac{a}{2})=M_d$

$0,85.f_{cd}.b.a.(d-\frac{a}{2})=M_d$

$0,85.14000.0,30.a.(1,59-\frac{a}{2})=166,20$ $\quad a=0,325$ m

$A_{\square}f_{yd}.(d-\frac{a}{2})=M_d$ $\quad A_{\square}=36500.(1,59-\frac{0,325}{2})=166,20$

$A_{\square}=0,00318\ m^2=31,80\ cm^2=3180\ mm^2$

**Seçilen donatı 3186 mm² 6Ø26**
**4Ø26+2Ø26 şeklinde kesite yerleştirilecektir.**

**Kayma donatısı (Etriye) hesabı**

$V_{cr}=0,65.F_{ctd}.bw.d$ $\quad V_{cr}=0,65.110.0,10.1,59$ $\quad V_{cr}=11,37$ Ton

$V_r=0,25.F_{cd}.bw.d$ $\quad V_{cr}=0,25.1400.0,10.1,59$ $\quad V_r=55,65$ Ton

$V_d=27,268$ Ton (Ke□me diya□ramında me□netten d=1,59 m uzaklıktaki ke□me kuvvetidir)

$V_{cr}< V_d < V_r$ olduğundan dolayı etriye he□apla bulunur.

$\frac{A_{\square w}}{\square}=\frac{V_w}{F_{ywd}.d}$ etriye Ø8 olduğundan $A_{\square w}=n.A_0$ $\quad A_{\square w}=2.\frac{\pi.0,8^2}{4}$ $\quad A_{\square w}=0,0001\ m^2$ olur.

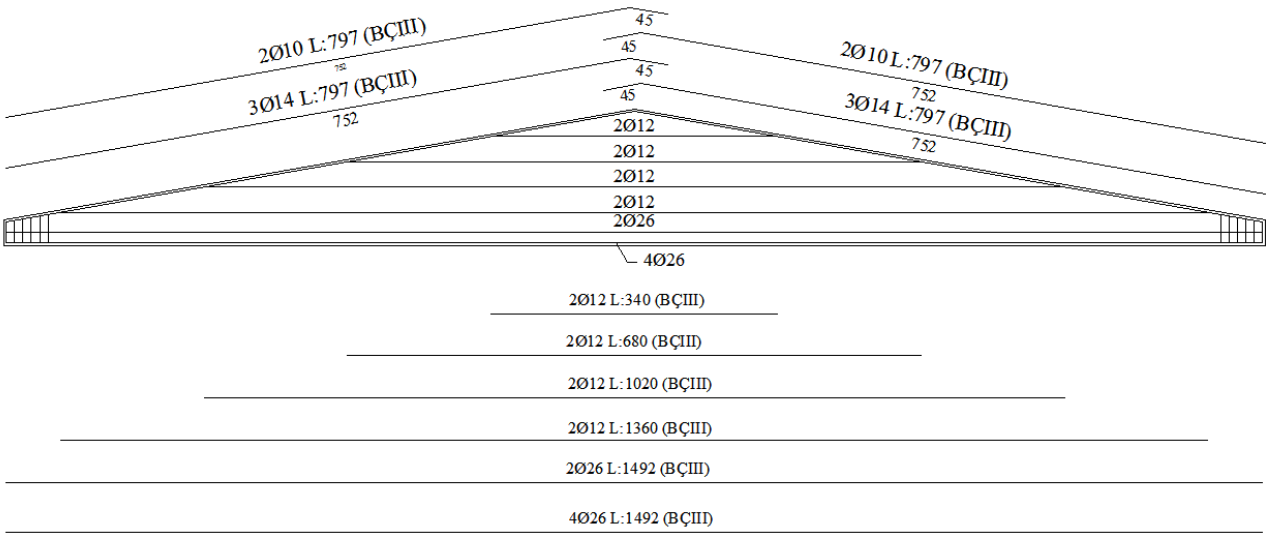
$V_d=V_c+V_w$ $\quad V_c=0,80.V_{cr}$ $\quad V_d=V_c+V_w$ $\quad 27,268=0,80.11,37+V_w$ $\quad V_w=18,172$ Ton

$\square=\frac{A_{\square w}.F_{ywd}.d}{V_w}$ $\quad \square=\frac{0,0001.19100.1,59}{18,172}$ $\quad \square=0,17$ m

$\square\leq\frac{d}{2}$ (1.şart) $\quad \square\leq\frac{1,59}{2}$ $\quad \square\leq 0,80$ m $\quad \square\leq 0,30$ m (2.şart) $\quad \square\leq bw$ (3.şart)

$\square=0,17$ m $\quad \square\leq bw$ (3.şart) □ağlanmadığından dolayı $\square=bw=0,10$ m alınır.

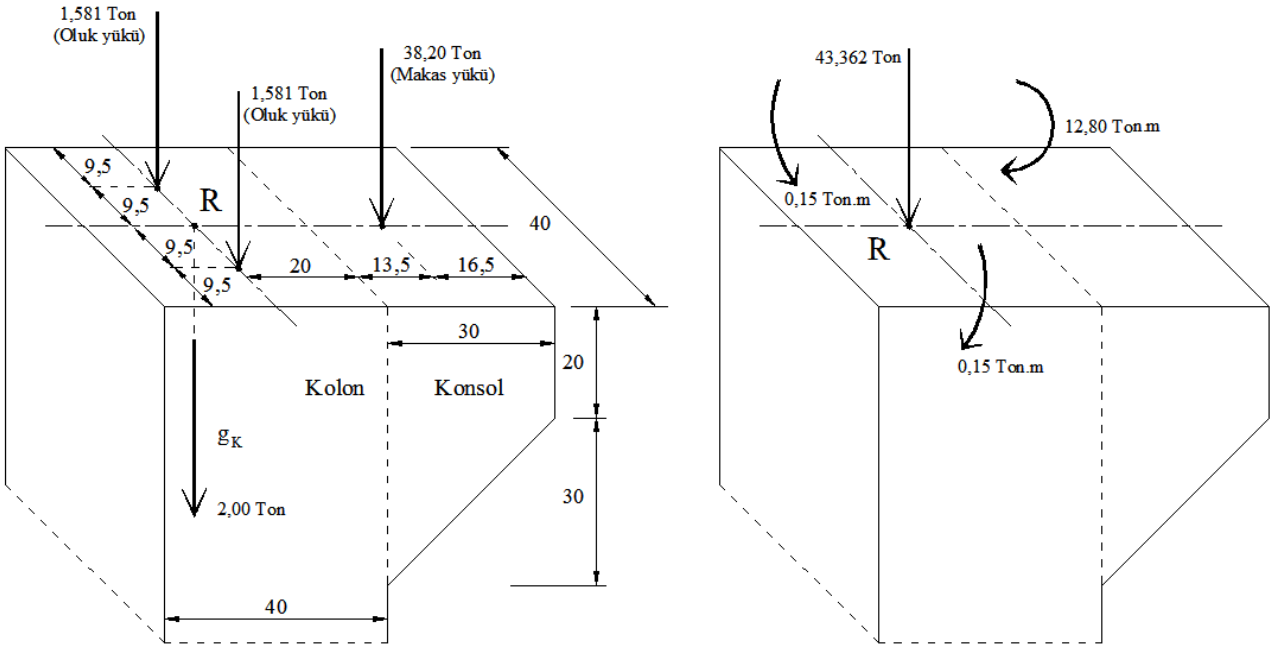
**Kayma donatı□ı (Etriye) Ø8/10 olarak belirlenmiştir.**



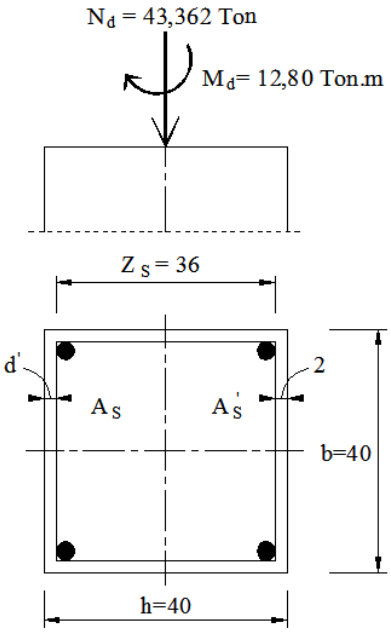

**Şekil 19.** Çatı makası kirişi donatı detayları

## 5. Kolon Hesabı

Çatı makası, yüklerini mesnetlendiği konsol vasıtasıyla her iki ucunda bulunan kolonlara aktarmaktadır. Benzer şekilde çatı oluğu da yüklerini mesnetlendiği kolonlara aktarmaktadırlar. Dolayısıyla kolon hesabında, kolonun her iki yanında bulunan oluklardan ve çatı makasından kolona aktarılan yükler ile kolonun zati ağırlığı ($g_K$) dikkate alınmıştır. Makastan ve oluklardan gelen yükler kolonun rijitlik merkezine (R) taşınır. Yükler doğrultuları, yönleri ve şiddetleri değiştirilmeden rijitlik merkezine taşınırken, rijitlik merkezine göre oluşturdukları moment değerlerinin de dikkate alınması gerekmektedir (Şekil 20). Kolonun her iki yanında bulunan olukların yükleri kolonun rijitlik merkezine taşınırken oluşan moment değerleri birbirlerine eşit ve zıt yönlüdür. Dolayısıyla bu moment değerleri hesaplamalarda dikkate alınmamıştır.




**Şekil 20.** Çatı makası ve oluklardan kolona yük aktarılması




Kolon zati ağırlığı aşağıdaki işlemler sonucunda belirlenir.

V=A.L  V=0,40.0,40.5,00  **V=0,80 m³**

$\gamma=\frac{W}{V}$  W=2500.0,80  $W_{kolon}$=2000 k□  □$_K$**=2,00 Ton**

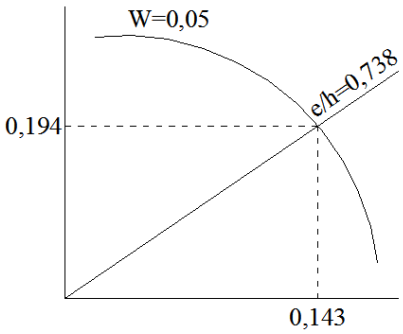
Kolon donatısını belirlemek amacıyla ilk olarak dış merkezlilik mesafesi (e) belirlenir.

$M_d=N_d.e$  12,80=43,362.e  **e=0,295 m**

Hesaplamalara aşağıda verilen işlemlerle devam edilir.

$\frac{Z_{\square}}{h}=\frac{0,36}{0,40}=0,90$ $\qquad$ $\frac{e}{h}=\frac{0,295}{0,40}=0,738$

$\frac{N_d}{b.h.f_{cd}}=\frac{43,362}{0,40.0,40.1400}=0,194$ $\qquad$ $\frac{M_d}{b.h^2.f_{cd}}=\frac{12,80}{0,40.0,40^2.1400}=0,143$




Abaktan elde edilen mekanik donatı oranı (W) kullanılarak kolonun donatı oranı hesaplanır.

$\rho=\rho'=\frac{W.f_{cd}}{f_{yd}}$ $\qquad$ $\rho=\rho'=\frac{0,092.1400}{36500}$ $\qquad$ **$\rho=\rho'$=0,0035**

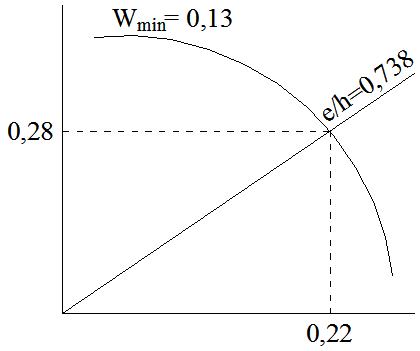
$\rho_{min}$=0,01 (Kolonlarda toplam minimum donatı oranı)

$\rho_{min}=\rho'_{min}$=0,005 ($A_{\square}$ ve $A'_{\square}$ için ayrı ayrı minimum donatı oranı)

$\rho < \rho_{min}$ olduğundan dolayı $\rho=\rho'=\rho_{min}$=0,005 alınmıştır.

$\rho_{min}=\frac{W_{min}.f_{cd}}{f_{yd}}$ $\qquad$ $0,005=\frac{W_{min}.1400}{36500}$ $\qquad$ $W_{min}$=0,13

$\frac{e}{h}=\frac{0,295}{0,40}=0,738$ sabit kalmak koşuluyla $W_{min}$=0,13 değeri için abaktan yeni $\frac{N_d}{b.h.f_{cd}}$ değeri okunur.




$\frac{N_d}{b.h.f_{cd}}$**=0,28** $\qquad$ $\frac{43,362}{b.h.1400}=0,28$ $\qquad$ **b.h=0,111 m²**

**0,5.b.h** değeri hesaplanır. 0,5.0,40.0,40=**0,08 m²**

Elde edilen iki alan değerinden hangisi büyükse işleme o değerle devam edilir.

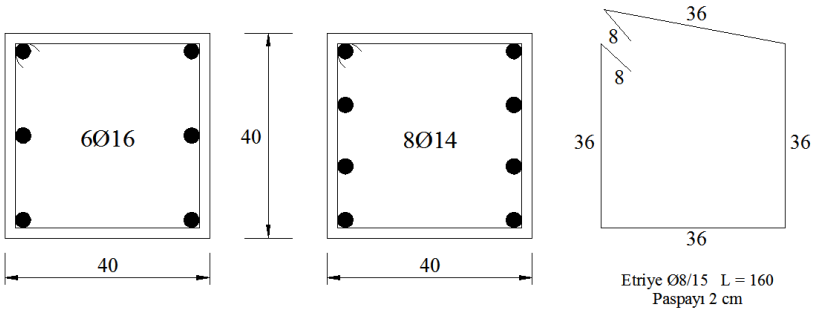
**$\rho=\rho'=\rho_{min}$=0,005 ve b.h=0,111 m² alınarak işleme devam edilir.**

$\rho=\rho'=\rho_{min}=\frac{A_{\square}}{b.h}=\frac{A'_{\square}}{b.h}$ $\qquad$ $0,005=\frac{A_{\square}}{0,111}=\frac{A'_{\square}}{0,111}$ $\qquad$ $A_{\square}=A'_{\square}=0,00055\ m^2=5,55\ cm^2=555\ mm^2$

Seçilen donatı 603 mm² 3Ø16 **$A_{\square}$=3Ø16 $A'_{\square}$=3Ø16 toplam 6Ø16**

Seçilen donatı 616 mm² 4Ø14 **$A_{\square}$=4Ø14 $A'_{\square}$=4Ø14 toplam 8Ø14**

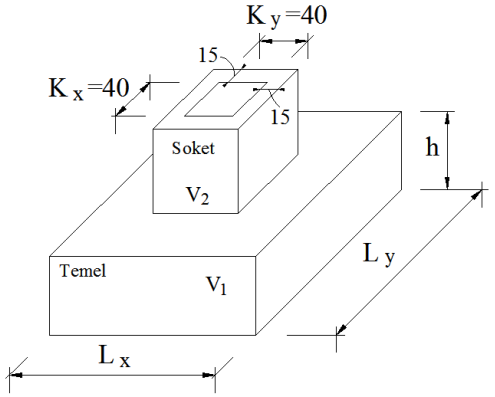
Yapının taşıyıcı sistemi için uygun olan iki adet kolon donatı kesiti oluşturulmuştur (Şekil 21).




**Şekil 21.** Kolon donatı detayı seçenekleri

## 6. Temel Hesabı

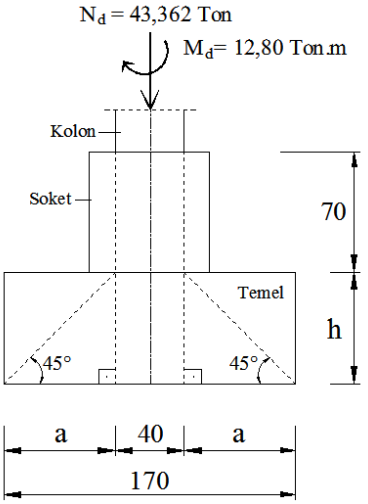
Temel tipi olarak münferit temel sistemi uygulanmıştır. Kolon-temel birleşimi, temel üzerinde oluşturulan soket ile sağlanmıştır. Münferit temeller, daha küçük boyutlu duvar altı şerit temeller ile birbirlerine bağlanmıştır. Temel tasarımında dikkate alınması gereken en önemli husus zemin emniyet gerilmesi ($\sigma_{zem.}$) olarak adlandırılan zeminin taşıma gücü değeridir. Van ili zemin sınıfı ağırlıklı olarak killi kumdan oluşmaktadır. Killi kum sınıfındaki zeminlerin emniyet gerilmesi 1,00-1,50 kg/cm$^2$ arasında değerler almaktadır. Hesaplamalarda zemin emniyet gerilmesi değeri 1,50 kg/cm$^2$ olarak alınmıştır. Temel boyutlarının ve donatılarının belirlenmesinde kolonlar tarafından temele aktarılan yükler ($N_d$, $M_d$) ile temelin zati ağırlığı ($g_{Temel}$) dikkate alınmıştır. Kolon kesitinin kare olması nedeniyle temel planı da kare planlı olarak projelendirilmiştir. Temel tabanında oluşan gerilme değerinin ($\sigma$) zemin emniyet gerilmesinden ($\sigma_{zem.}$) küçük ya da en fazla eşit olması gereklidir. Bu doğrultuda zemin emniyet gerilmesi dikkate alınarak temel planı boyutları belirlenmiştir. Kolonların yüklerini temellere ortalama 45$^o$ açı ile ilettikleri kabul edilmektedir. Temel planı boyutları ve yük iletiminin 45$^o$ açı gerçekleştiği göz önünde tutularak temel yüksekliği belirlenmiştir. Münferit temeller, donatı detayı ve boyutları şekil 24'de verilen şerit temeller ile birbirlerine bağlanmıştır. Şerit temellerin duvarları barınağın taban yüzeyi sınırlarını oluşturmuştur.




$\sigma \leq \sigma_{zem.}$ $\quad \frac{N_d}{A}=\sigma_{zem.}$ $\quad \frac{43,362\ Ton}{A}=15\ Ton/m^2$

$A = 2,89\ m^2$ $\quad A = L_x . L_y$ $\quad L_x=L_y$ (Kare)

$L_x=L_y=\sqrt{2,89}$ $\quad L_x=L_y=1,70\ m$




$L_x= a+K_x+a$ $\quad a = \frac{L-K_x}{2}$ $\quad a=\frac{170-40}{2}$ $\quad a=65\ cm$

$Tan\ 45=\frac{h}{a}$ $\quad h=a$ $\quad h=65\ cm$

$V=V_1+V_2$ $\quad V_1=1,70.1,70.0,65$ $\quad V_1=1,88\ m^3$

$V_2=(0,70.0,70.0,70)-(0,40.0,40.0,40)$ $\quad V_2=0,279\ m^3$

$V=V_{1+}V_2$ $\quad V=1,88+0,279$ $\quad V=2,159\ m^3$

$\gamma=\frac{W}{V}$ $\quad W=\gamma.V$

W=2500.2,159 W=5398 k□ □$_{Temel}$**=5,40 Ton**

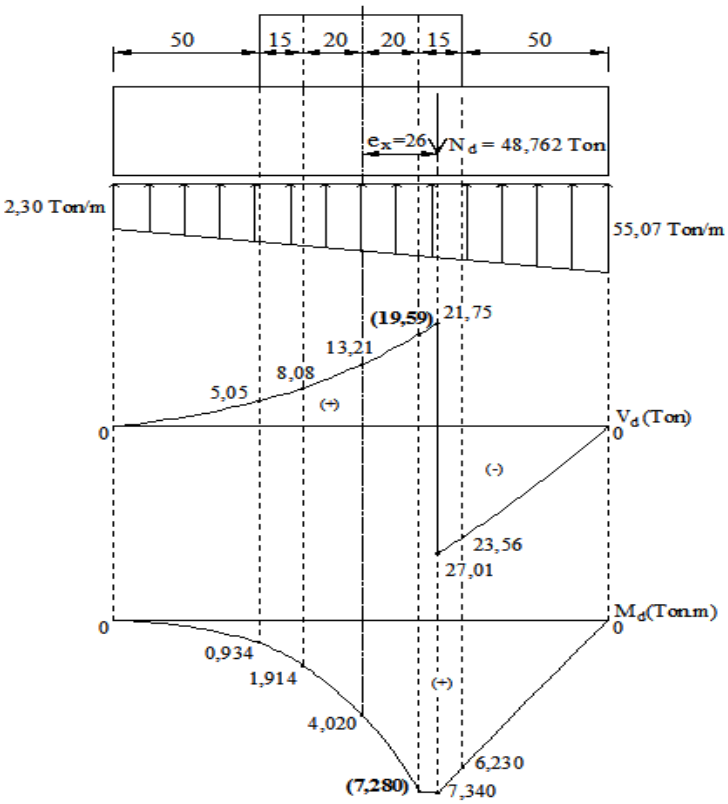
Temel tabanına, kolondan aktarılan eksenel yüke ($N_d$) ilave olarak temel zati ağırlığı da ($g_{Temel}$) etki etmektedir. Dolayısıyla $\Sigma N_d = N_d + \square_{Temel}$ toplamı kadar eksenel yük ve bunun yanında dış merkezlilik momenti ($M_d$) dikkate alınarak temel tabanında oluşan gerilmeler belirlenmiştir. Çatı makası yükünün direkt olarak kolon eksenine değil de kolona bağlı olan konsola aktarılması nedeniyle kolonda dış merkezli yükleme oluşmuştur. Bu dış merkezlilikten kaynaklanan dış merkezlilik momenti ($M_d$) temele de aktarılmıştır. Kolonlarda sadece X ekseni doğrultusunda dış merkezlilik durumu oluşmuştur. Y ekseni doğrultusunda dış merkezlilik bulunmamaktadır.

$\Sigma N_d = N_d + \square_{Temel}$ $\Sigma N_d = 43{,}362 + 5{,}400$ $\Sigma N_d = 48{,}762$ Ton

$M_d = \Sigma N_d \,.e$ $12{,}80 = 48{,}762.e$ $e = e_x = 0{,}26$ m $e_y = 0$

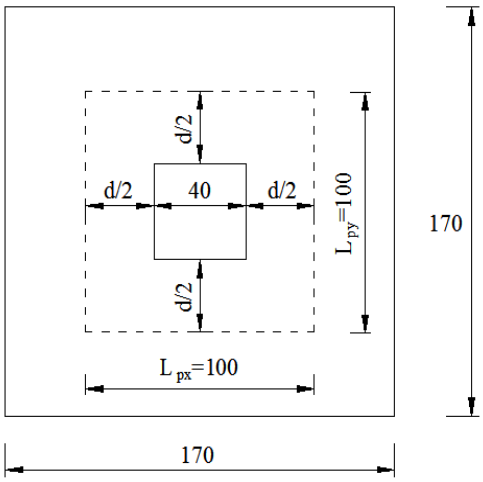
$\sigma_{max\text{-}min} = \frac{N_d}{L_x}\left(1 \pm \frac{6.e_x}{L_x}\right)$ $\sigma_{max\text{-}min} = \frac{48{,}762}{1{,}700}\left(1 \pm \frac{6.0{,}26}{1{,}700}\right)$ $\sigma_{max} = 55{,}07$ Ton/m $\sigma_{min} = 2{,}30$ Ton/m

Temel tabanında oluşan maksimum ve minimum gerilme değerleri dikkate alınarak kesme kuvveti ve moment diyagramları çizilmiştir (Şekil 22).




**Şekil 22.** Münferit temel kesit tesirleri diyagramları

Diyagramlardan elde edilen kesme kuvveti ve moment değerlerine göre ilk olarak zımbalama kontrolü yapılmıştır. Zımbalama ve kesme kontrolü hesaplamalarında paspayı değeri $d^1$=5 cm alınmıştır.




$A_p = L_{px}.L_{py}$ $A_p = 1{,}00.1{,}00$ $A_p = 1{,}00\ m^2$

$U_p = (2.L_{px}) + (2.L_{py})$ $U_p = (2.1{,}00) + (2.1{,}00)$ $U_p = 4$ m

$\sigma = \frac{N_d}{A}$ $\sigma = \frac{48{,}762}{1{,}700.1{,}700}$ $\sigma = 16{,}87$ Ton/m$^2$ $d = h - d^1$ d=65-5 d=60 cm

$V_{pd} = N_d - (A_p.\sigma)$ $V_{pd} = 48{,}762 - (1{,}00.16{,}87)$ $V_{pd} = 31{,}892$ Ton

$\gamma = \frac{1}{1{,}0 + 1{,}5\frac{e_x + e_y}{\sqrt{L_{px} + L_{py}}}}$ $\gamma = \frac{1}{1{,}0 + 1{,}5\frac{0{,}26 + 0}{\sqrt{1{,}00 + 1{,}00}}}$ $\gamma = 0{,}719$

$V_{pr} = \gamma.U_p.d.f_{ctd}$ $V_{pr} = 0{,}719.4{,}00.0{,}60.110$ $V_{pr} = 189{,}82$ Ton

$V_{pd} < V_{pr}$ olduğundan dolayı zımbalama olayı meydana gelmemektedir.

Kesme kuvveti diyagramından kolon yüzeyinde oluşan kesme kuvveti değeri ($V_d$=19,59 Ton) alınarak aşağıdaki eşitlikler ile kesme (Kayma) kontrolü yapılmıştır.

$V_{cr}=1{,}00.f_{ctd}.L_y.d$ $\quad d=h-d^1$ $\quad d=65-5$ $\quad d=60$ cm $\quad V_{cr}=1{,}00.110.1{,}70.0{,}60$ $\quad V_{cr}=112{,}20$ Ton

$V_d$=19,59 Ton $\quad V_d< V_{cr}$ olduğundan dolayı kesme (Kayma) meydana gelmemektedir.

Son olarak moment diyagramlarından kolon yüzeyinde oluşan moment değeri ($M_d$=7,28 Ton.m) alınarak yapılan hesaplamalar ile temel donatısı belirlenmiştir. Temel planının kare olması nedeniyle hesaplamalar sadece X ekseni doğrultusunda yapılmıştır. Donatı hesaplamalarında paspayı değeri zımbalama ve kesme kontrolü hesaplamalarında olduğu gibi $d^1$=5 cm alınmıştır.

$$A_{sx}=A_{sy}=\frac{M_{dx}}{f_{yd}.0{,}86.d}=\frac{M_{dy}}{f_{yd}.0{,}86.d} \qquad A_{sx}=A_{sy}=\frac{7{,}28\ \text{Ton.m}}{36500.0{,}86.0{,}60} \qquad A_{sx}=A_{sy}=0{,}000387\ m^2$$

$$\rho_x=\frac{A_{sx}}{L_y.d} \qquad \rho_y=\frac{A_{sy}}{L_x.d} \qquad \rho_x=\rho_y=\frac{0{,}000387}{1{,}70.0{,}60} \qquad \rho_x=\rho_y=0{,}00038$$

Temellerde minimum donatı oranı $\rho_{min}$=0,02 olarak dikkate alınmaktadır.

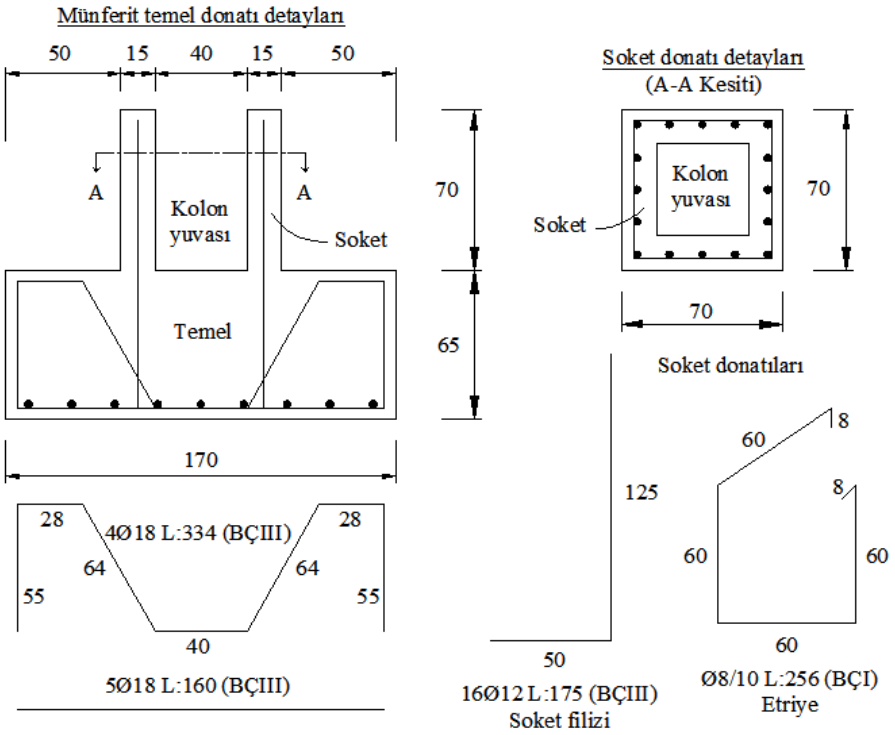
$(\rho_x=\rho_y)<\rho_{min}$ olduğundan dolayı $\rho_x=\rho_y=\rho_{min}$=0,02 alınarak minimum donatı hesaplamıştır.

$$\rho_x=\frac{A_{sx}}{L_y.d} \qquad \rho_y=\frac{A_{sy}}{L_x.d} \qquad \rho_x=\rho_y=0{,}02=\frac{A_{sx}=A_{sy}}{1{,}70.0{,}60} \qquad A_{sx}=A_{sy}=0{,}00204\ m^2$$

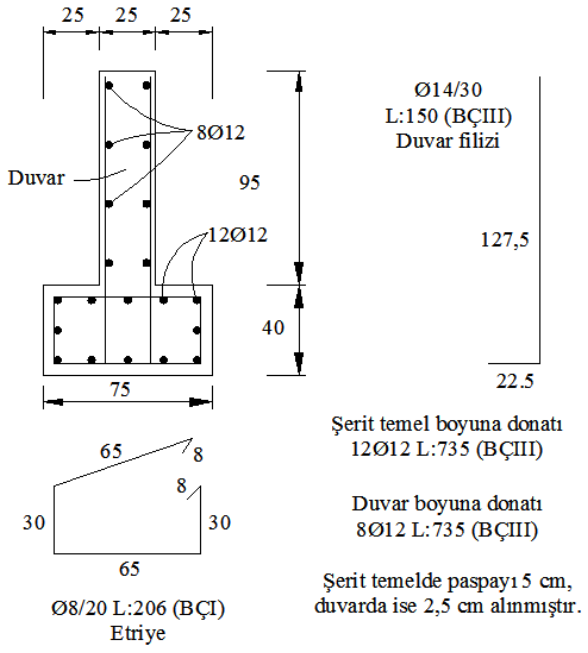
**$A_{sx}=A_{sy}$=2040 mm$^2$ değeri için seçilen donatı 2290 mm$^2$ 9Ø18**

Temel donatısı **5Ø18** düz donatı ve **4Ø18** pilye şeklinde oluşturulmuştur.

Hesaplamalar sonucunda elde edilen münferit temele ait donatı çizimleri şekil 23'de gösterilmiştir.

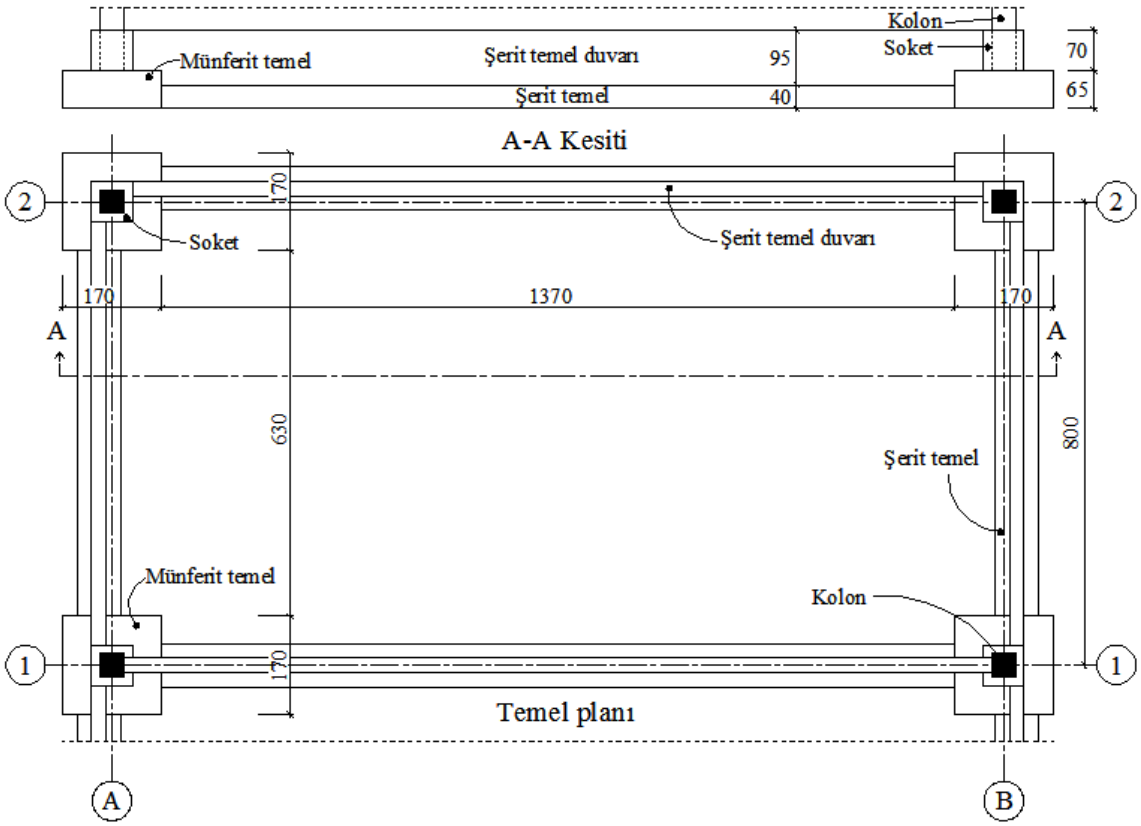



**Şekil 23.** Münferit temel ve kolon soketi donatı detayları

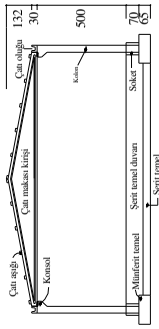



**Şekil 24.** Şerit temel ve duvarına ait donatı detayı

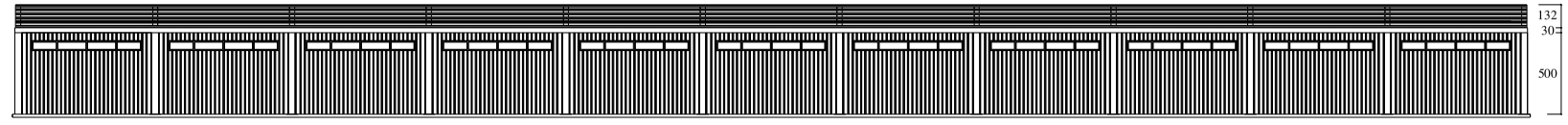
Barınağın temel boyutlandırması ve donatı hesaplamaları sonucunda çizilen temel planı ve kesiti şekil 25'de verilmiştir. Barınak uzunluğunun çok fazla olması nedeniyle temel planının tamamı verilememiştir. Barınağın temel planını temsilen iki çatı makası kirişini kapsayan plan ve kesit çizimi verilmiştir. Barınağın tümünde aynı temel planı ve kesiti geçerlidir.



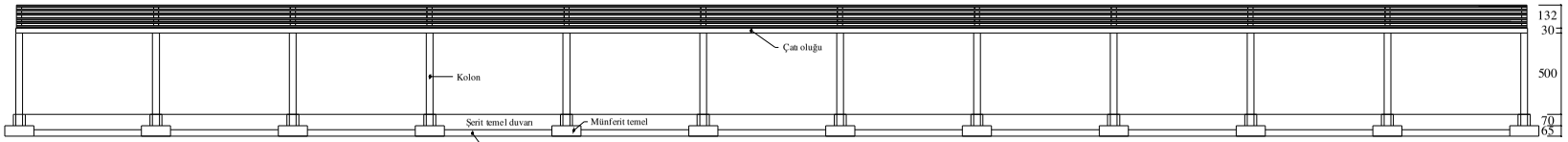

**Şekil 25.** İki çatı makası kirişi arasındaki temel planı ve kesiti



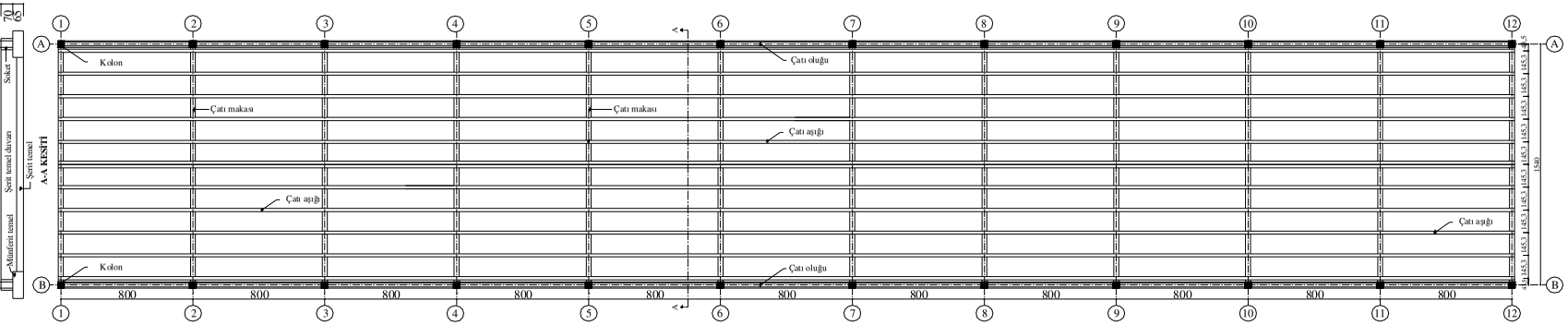

A-A KESİTİ



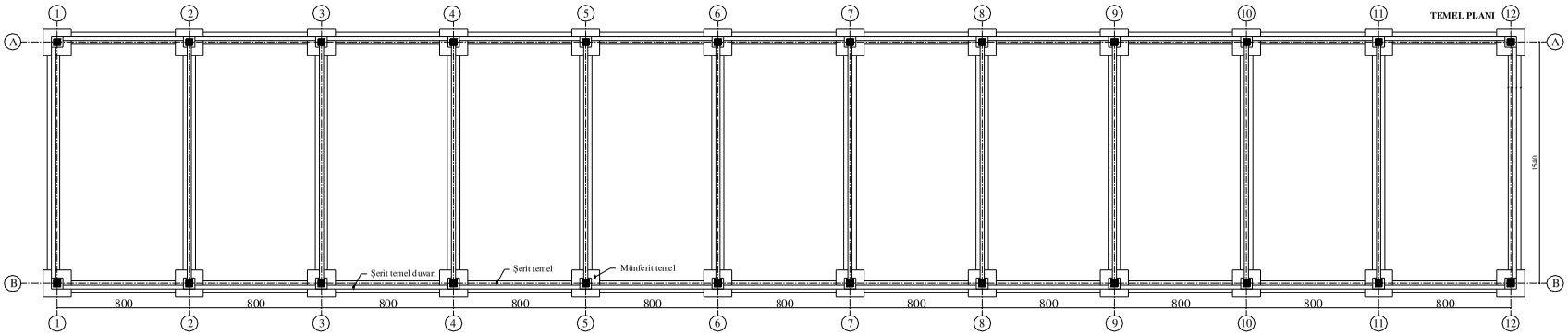

YAN CEPHE GÖRÜNÜŞÜ




YAN CEPHE GÖRÜNÜŞÜ




TAYICI SİSTEM PLANI




TEMEL PLANI