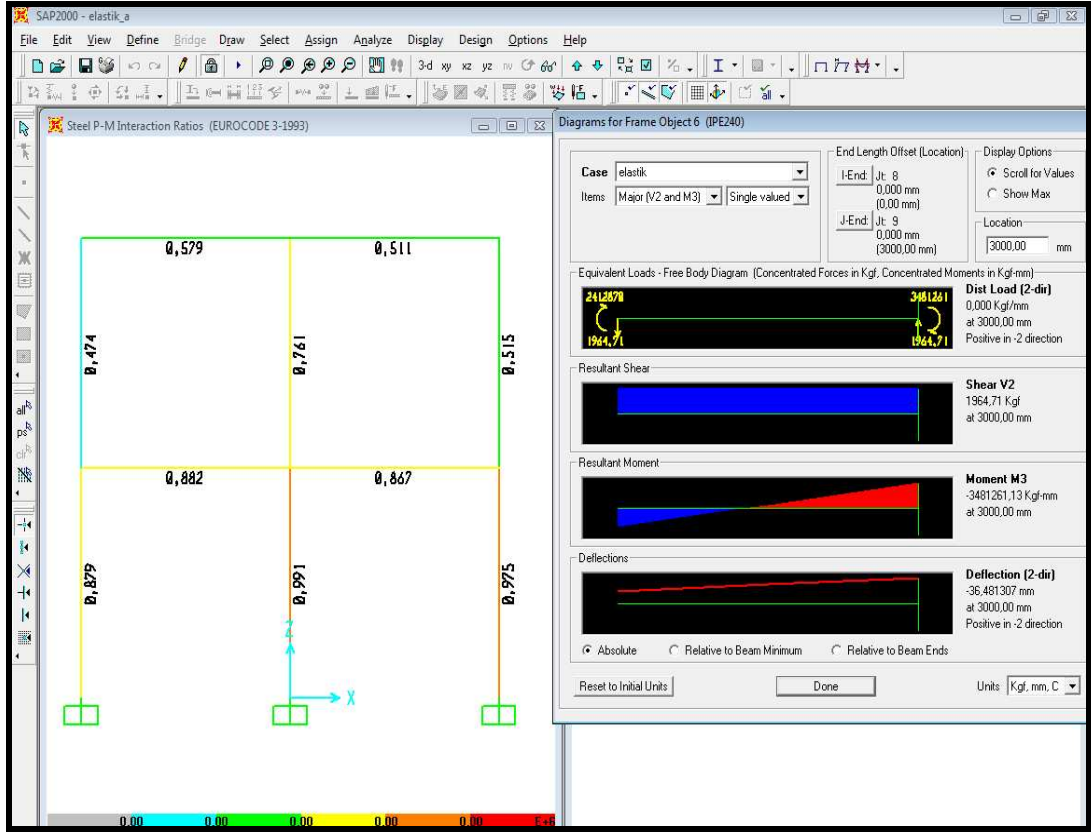




Şekil 4.5. Boş çerçevenin Sap 2000 de elastik gerilme oranları ve 6. çubuğun uç kuvvetleri

X yönünde doğal titreşim periyodu; (97 deprem yönetmeliğine göre)

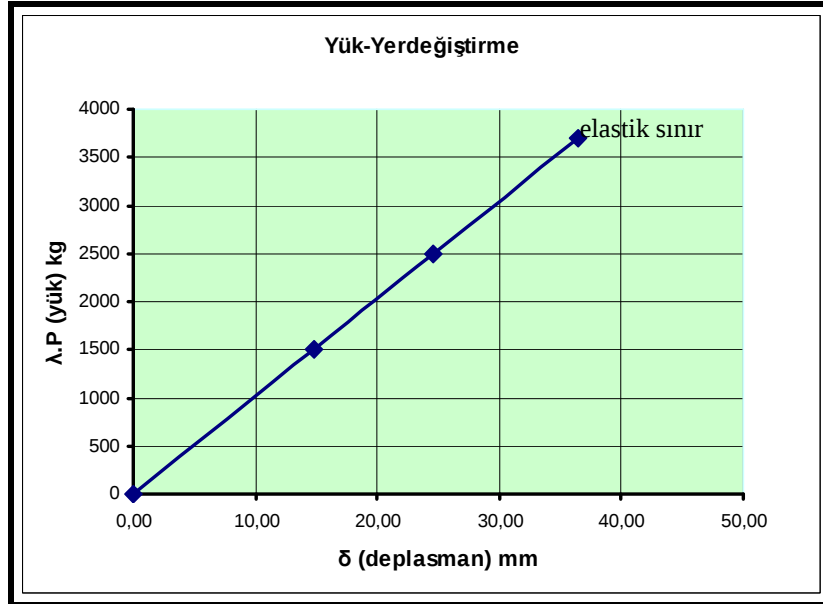
$$T_x = 2\pi \left(\frac{\sum_{i=1}^N m_i \cdot d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} \cdot d_{fi}} \right)^{1/2} \text{ formülü ile bulunur. } (m_i = w_i/g) \quad (4.1)$$

İşlem kolaylığı açısından tüm katlara 1 birimlik yatay yük (*fiktif yükleme yerine*) uygulayarak deplasmanlar Sap 2000 programı ile elde edilmiştir. Her iki katın kütlesi sadece IPE-240 lardan meydana gelmiştir ve birbirine eşittir.

Çizelge 4.3. Boş çerçevenin fiktif deplasmanları

kat no	kat kütlesi (m _i)	fiktif yük (F _{fi})	fiktif deplasman (d _{fi})
1.kat	438 kg	1 KN	0,323 mm
2.kat	438 kg	1 KN	0,593 mm

$$T_x = 2\pi \left(\frac{438 \cdot ((0,323 \cdot 10^{-3})^2 + (0,593 \cdot 10^{-3})^2)}{1000 \cdot (0,323 \cdot 10^{-3} + 0,593 \cdot 10^{-3})} \right)^{1/2} = 0,092 \text{ sn} \text{ bulunur.}$$



Şekil 4.6."a" modelinin elastik yük-deplasman grafiği

"a" Modeli elasto-plastik analiz

Boş çelik çerçevenin hiperstatiklik derecesi n;

$$n = 3 \cdot (\zeta - d) + m_r$$

ç: çubuk sayısı=10

d: düğüm noktası sayısı=9

m_r: mesnet reaksiyon sayısı=9

n=3.(10-9)+9=12 ise sistemde 13 adet plastik mafsall oluşması gerekir ki sistem labil

duruma geçsin. IPE-240 çelik kiriş kesitinin plastik moment kapasitesi;

$$M_p = \sigma_e \cdot W_p$$

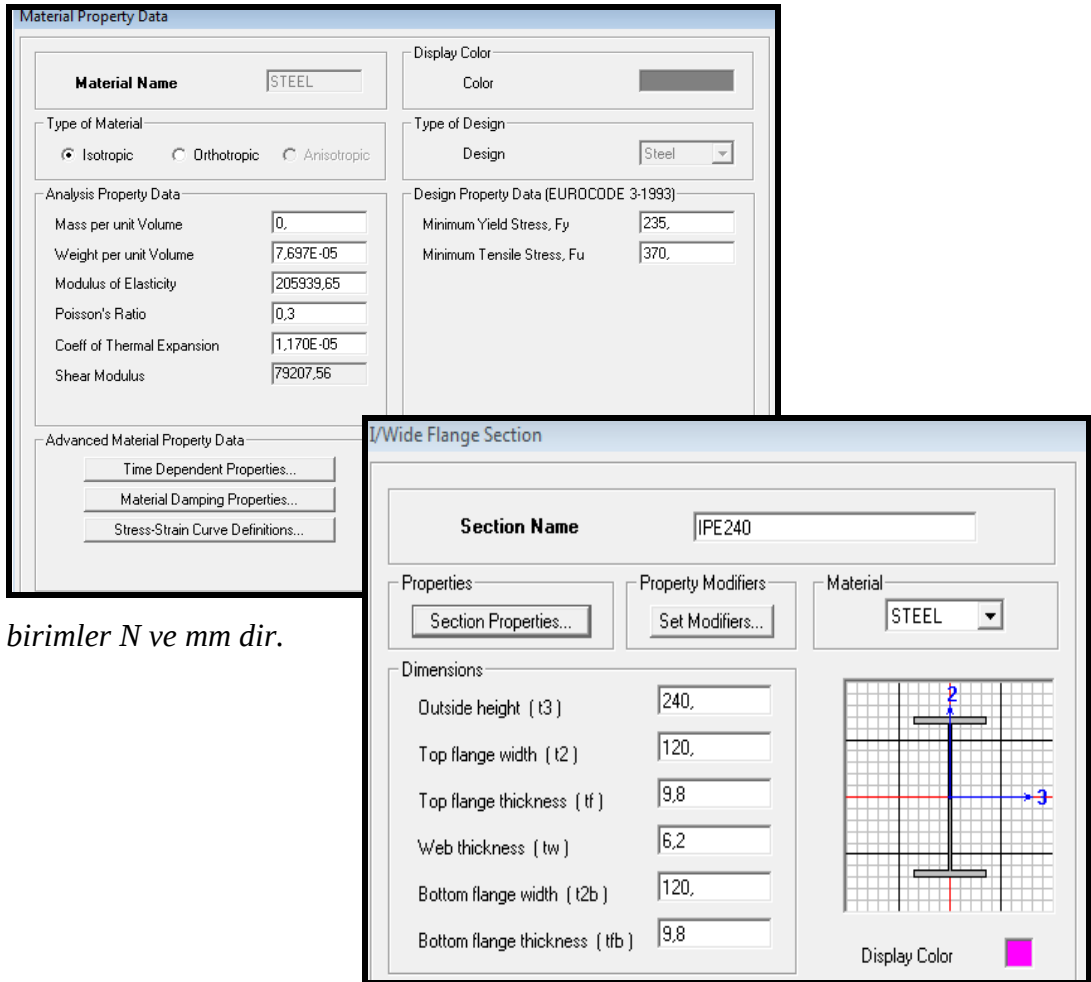
I kirişler için plastik modül hesabı;

$$W_p = \frac{1}{4} \cdot [b \cdot d^2 - (b - b_o) \cdot (d - 2t)^2]$$

$$W_p = \frac{1}{4} [120 \cdot 240^2 - (120 - 6,2) \cdot (240 - 2 \cdot 9,8)^2] = 346008,248 \text{ mm}^3$$

$$M_p = 235 \text{ N / mm}^2 \cdot 346008,25 \text{ mm}^3 = \underline{8288,68 \text{ kgm}} \quad \text{bulunur.}$$

Malzeme ve Kesit tanımı



birimler N ve mm dir.

Şekil 4.7. Sap 2000 içinde malzeme ve kesit tanımı menüleri

Yüklerin tanımlanması

Property Data

Section Name: IPE240

Properties:

Cross-section (axial) area	3718,48	Section modulus about 3 axis	305913,94
Torsional constant	88620,27	Section modulus about 2 axis	47112,95
Moment of Inertia about 3 axis	36709673	Plastic modulus about 3 axis	346008,2
Moment of Inertia about 2 axis	2826777,3	Plastic modulus about 2 axis	72678,04
Shear area in 2 direction	1488,	Radius of Gyration about 3 axis	99,3591
Shear area in 3 direction	1960,	Radius of Gyration about 2 axis	27,5717

Analysis Cases

Case Name	Case Type
DEAD	Linear Static
YANAL	Linear Static
pushover	Nonlinear Static
modal	Modal

Analysis Case Data - Nonlinear Static

Analysis Case Name: pushover

Analysis Case Type: Static

Initial Conditions:

- ☒ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- ☐ Continue from State at End of Nonlinear Case

Modal Analysis Case:

All Modal Loads Applied Use Modes from Case: modal

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load	YANAL	1,
Load	YANAL	1,

Other Parameters:

Load Application: Displ Control

Results Saved: Multiple States

Nonlinear Parameters: Default

Load Application Control for Nonlinear Static Analysis

Load Application Control:

- ☐ Full Load
- ☒ Displacement Control

Control Displacement:

- ☐ Use Conjugate Displacement
- ☒ Use Monitored Displacement

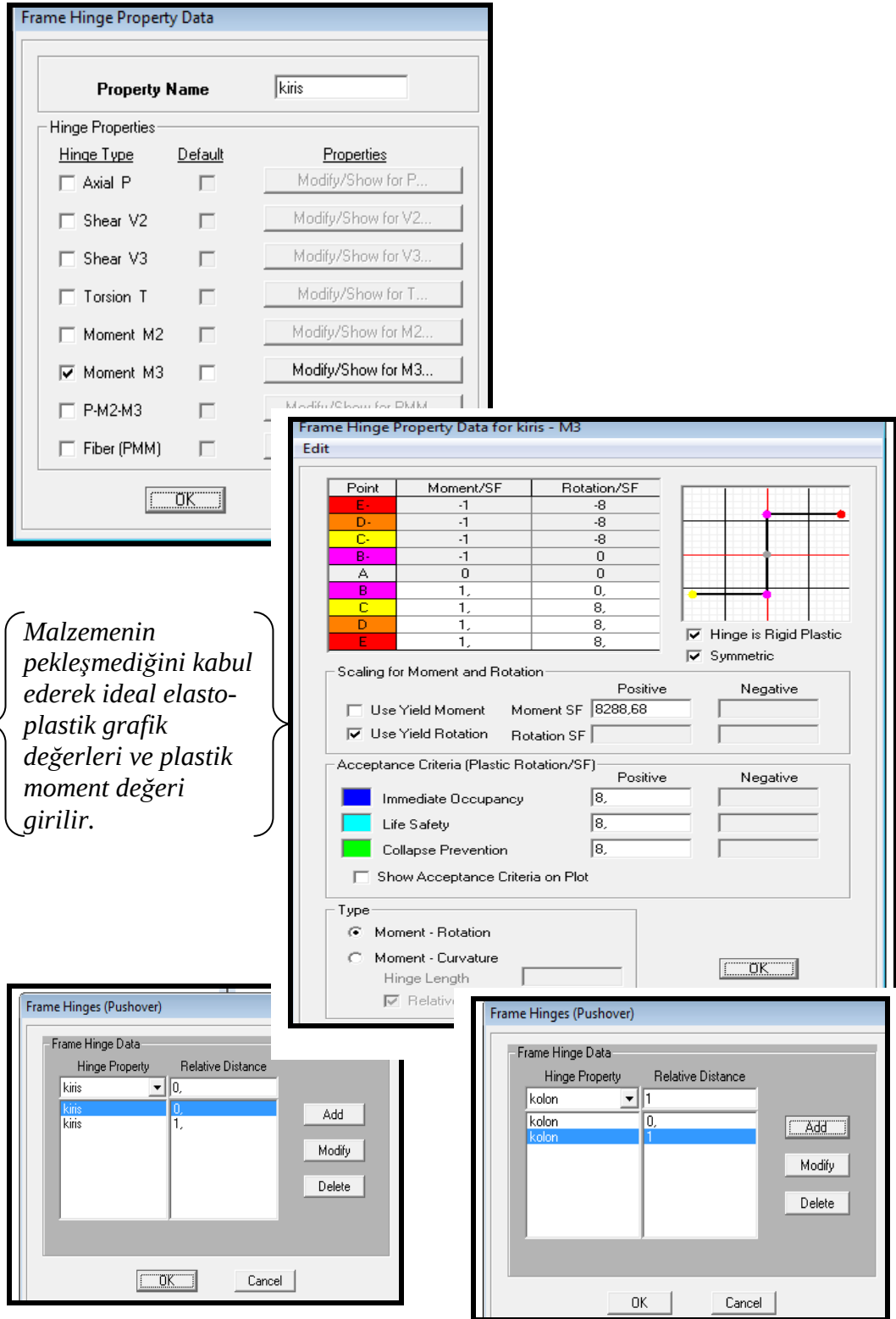
Load to a Monitored Displacement Magnitude of: 240,

Monitored Displacement:

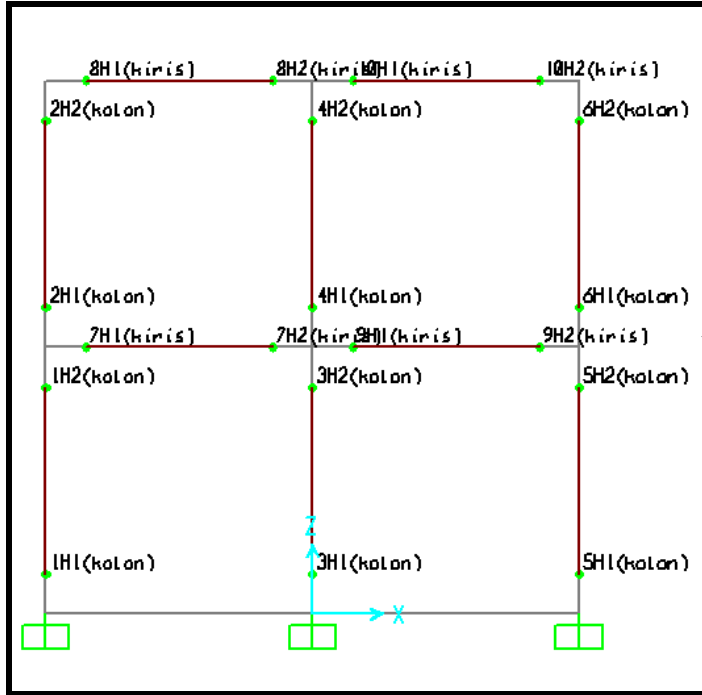
- ☒ DOF: U1 at Joint: 3
- ☐ Generalized Displacement

Deplasman kontrollü seçilerek, uygulanan yükler orantılı olarak istenilen yerdeğiştirme sağlanıncaya kadar (240mm) kadar artırılır. Yükler U1 (x) yönünde artırılır.

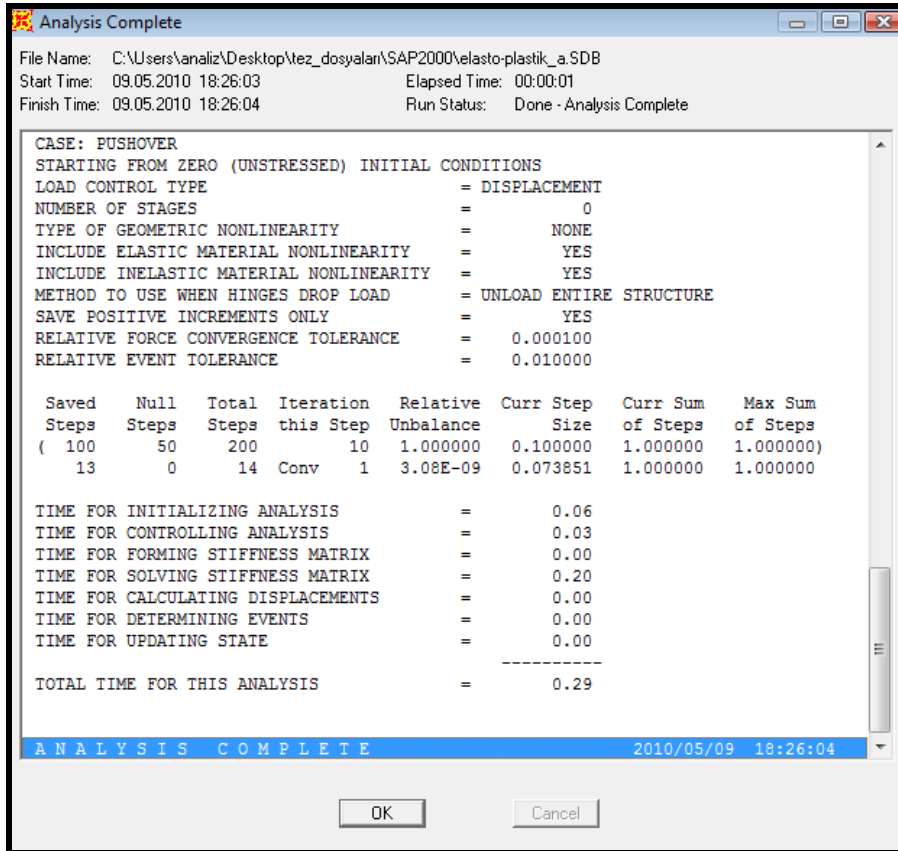
Şekil 4.8. Sap 2000 içinde elasto-plastik(pushover) analiz için "load case" tanımları



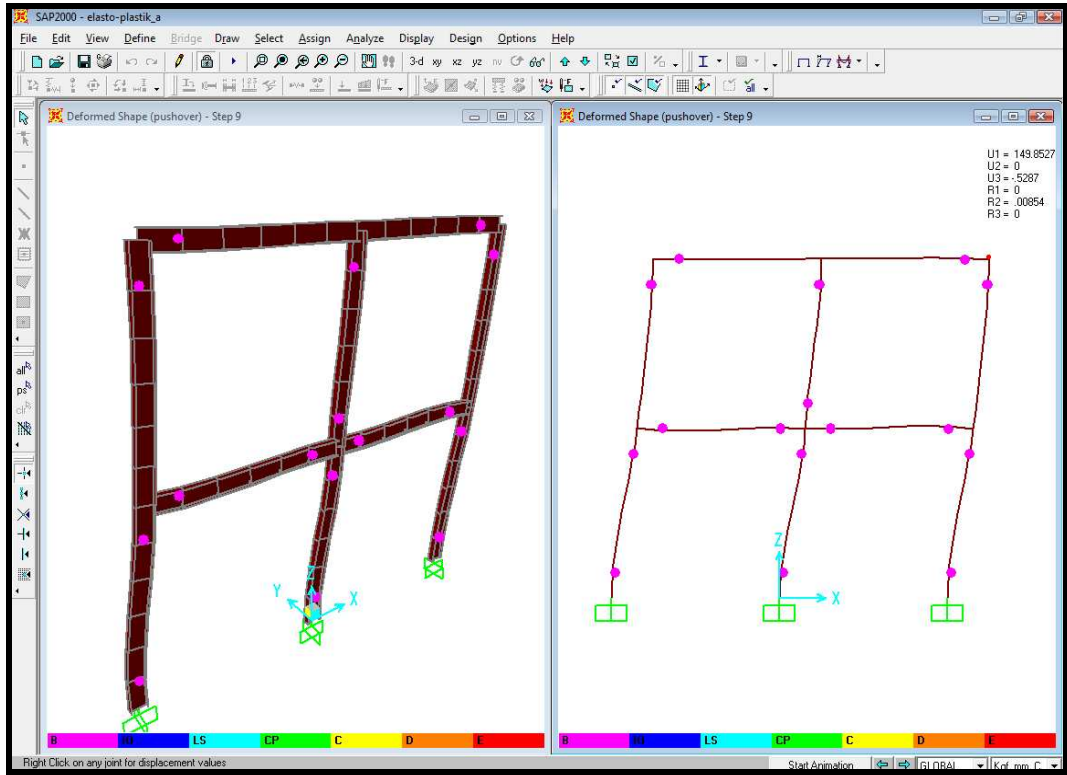
Şekil 4.9.Sap 2000 içinde ideal elasto-plastik malzeme ve plastik mafsalları tanımlama



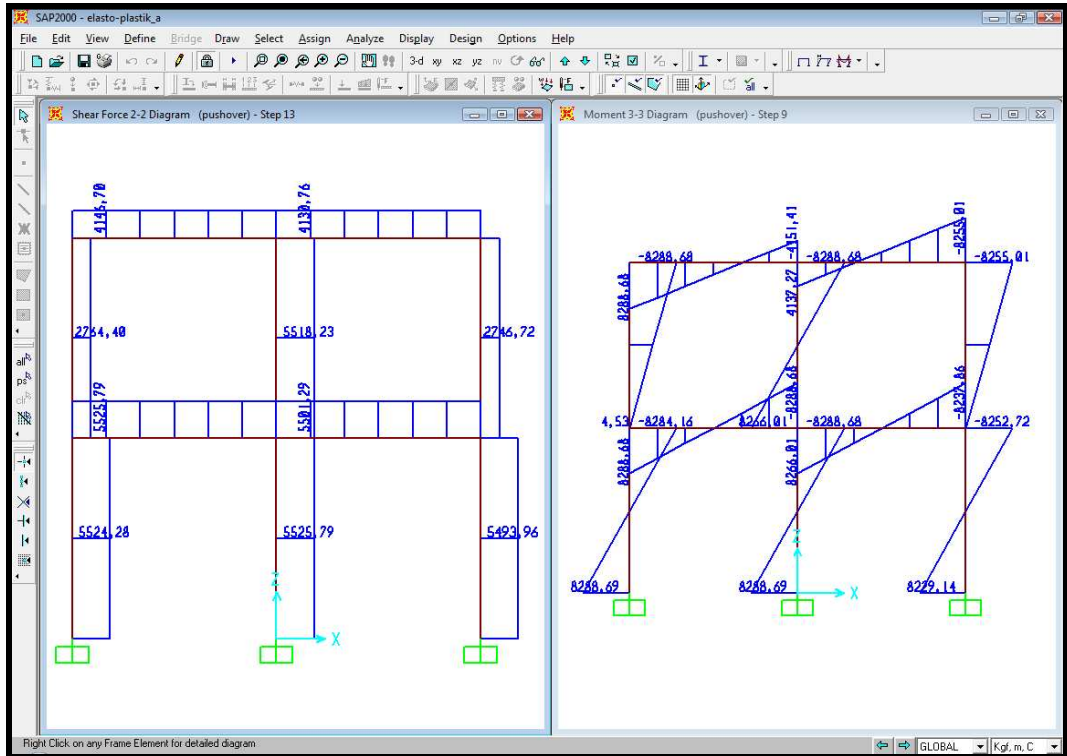
PMM(P-M2-M3) kolonlarda kullanılır. Sistem kaynaklı olduğundan tüm düğüm noktalarının mafsallık olma olasılığı vardır. Her bir kolon ve kirişin baş ve son uçlarında tanımlanır. Kirişler için M3 özelliği tanımlanır. Çubuğun boyu 1 kabul edilerek oranlama ile atama yapılır.



Şekil 4.10. Sap 2000 içinde plastik mafsalların atanması ve analizin yapılması



Şekil 4.11. Sap 2000 de göçme mekanizması ve göçme yükündeki deplasman



Şekil 4.12. Sap 2000 de göçme yükünde moment ve kesme diagramları

Göçme anında sistemin hiçbir kesitindeki moment, kesitin plastik moment kapasitesini aşmamıştır. O halde göçme mekanizması doğrudur. Sistemin göçme modundaki (mod 9) kesme diagramından X yönündeki reaksiyonların toplamı , dış yanal yüklerin toplamına eşit olması gerekir. $\sum F_x = 0$ şartından ;

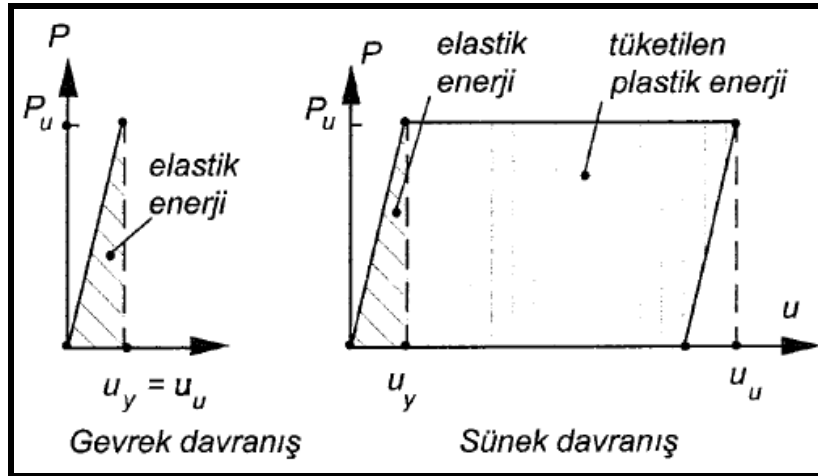
$$2P + P = 5524,26kg + 5525,79kg + 5493,96kg$$

$$3P = 16544,01kg \rightarrow P_g \cong 5515kg \quad \text{göçme yükü bulunur.}$$

Göçme anındaki taban kesme kuvveti (V_T) = 16554 kg

Maximum deplasman (göçme anında) = 149,85 mm

Dış kuvvetlerin yaptığı iş sistemin toplam şekil değiştirme enerjisine eşit olacağından; Sistemin tükettiği enerji , yük-deplasman eğrisinde 1 çevrim için histerisis eğrisinin içindeki alana eşittir. Bu da ileri yüklemede eğrinin altındaki alandan , yük boşaltma durumundaki eğrinin altındaki alanın çıkarılması ile bulunabilir [63]. (1 joule = 1 Newton x 1 metre)

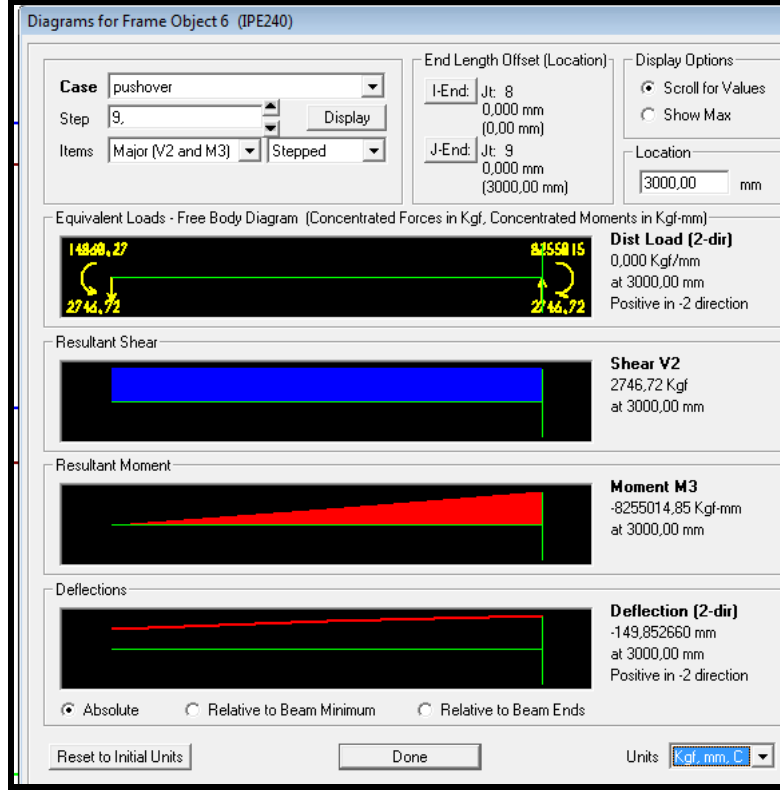


Şekil 4.13. Gevrek ve sünek davranışta elastik ve plastik enerji [64]

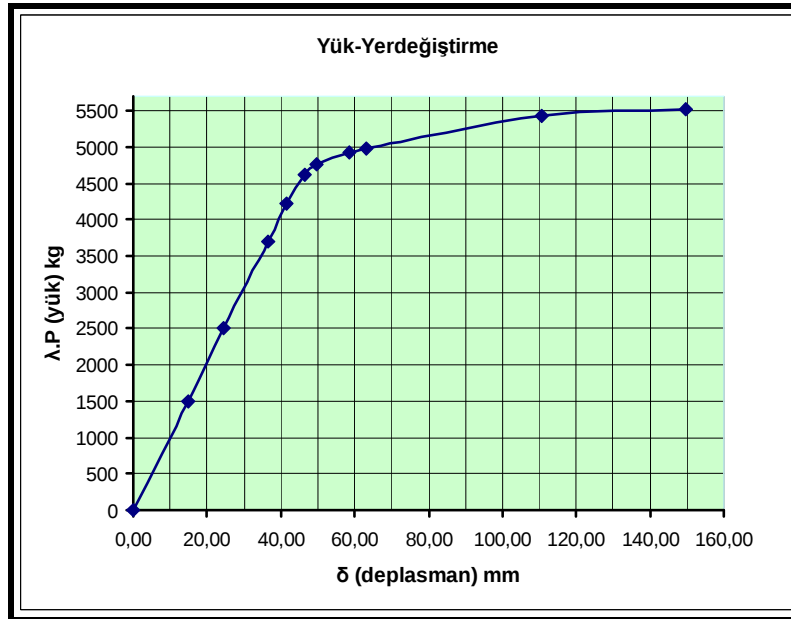
Tüketilen Enerji $\Sigma P \cdot \Delta l = W_g = 551605,89 \text{ kgmm} = \underline{5516,06 \text{ joule}}$

Süneklik: Bir kesitin veya bir elemanın veya bir taşıyıcı sistemin , dış yükte önemli bir değişme olmaksızın , elastik sınırın ötesinde şekil değiştirme , dolayısı ile yerdeğiştirme yapma yeteneği olarak tanımlanabilir. Sayısal tanımı , güç tükenme durumu ile elastik sınır şekil değiştirme 'nin oranı olarak yapılabilir [64].

$$\mu = \delta_p / \delta_e \quad \text{Süneklik } (\delta_p / \delta_e) = 149,85 \text{ mm} / 36,48 \text{ mm} = 4,10$$

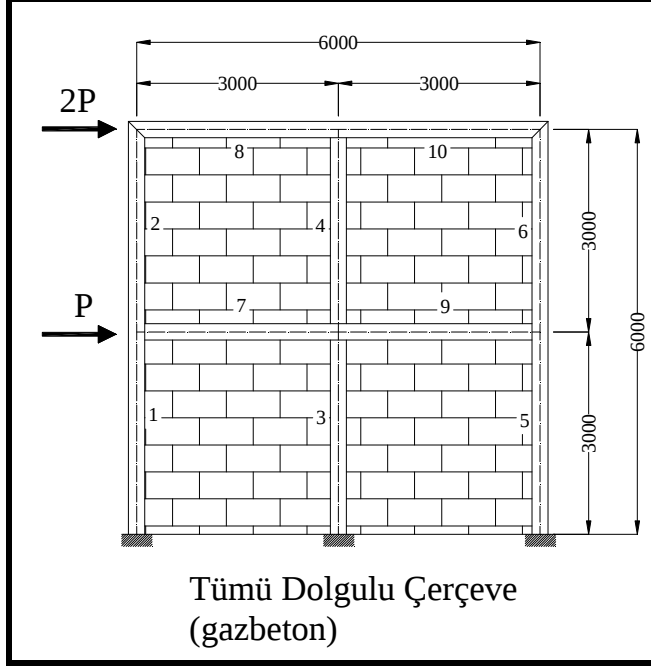


Şekil 4.14. Boş çerçevede göçme yükünde 6. çubuğun uç kuvvetleri

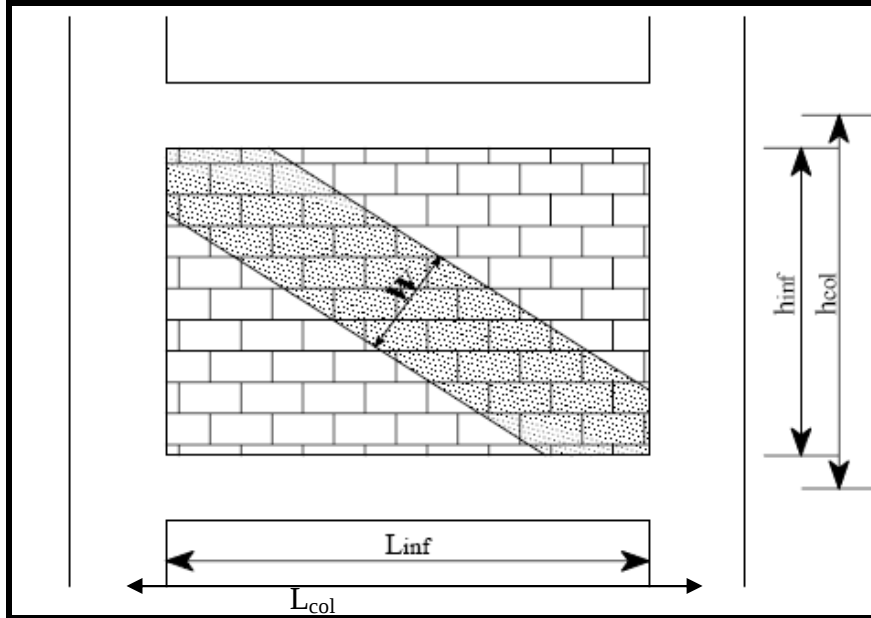


Şekil 4.15. "a" modelinin elasto-plastik yük-deplasman grafiği

4.2. “b” Modeli 2 Açıklıklı 2 Katlı Tümü Dolgulu Çelik Çerçeve Analizi



Şekil 4.16. Tam dolgulu çelik çerçeve



Şekil 4.17. Eşdeğer basınç çubuğu parametreleri

Dolgu Duvar Hesapları

FEMA 356 ve Mainstone(1971) tarafından önerilen formüllere göre hesaplar yapılmıştır [65,66]. Eşdeğer basınç çubuğuna göre;

Efektif duvar genişliği; (w)

$$w = 0,175.(\lambda.h_{col})^{-0,4}.\sqrt{h_{col}^2 + L_{col}^2} \quad (4.2)$$

$$\lambda = \left[\frac{E_m.t_{inf}.\sin 2\theta}{4.E_s.I_{col}.h_{inf}} \right]^{1/4} \quad (4.3)$$

$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{h_{inf}}{L_{inf}} \right)$, max. basınç kapasitesi ise $R_{cr} = w.t_{inf}.f_m$ olarak hesaplanır.

λ :Dolgu duvarın rijitlik katsayısı

I_{col} :Kolonun atalet momenti

E_m :Dolgu duvarın elastisite modülü

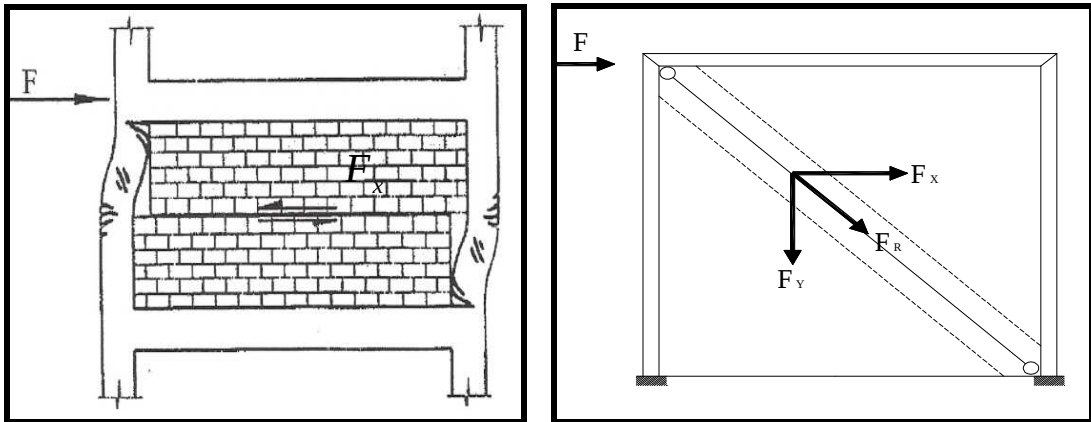
E_s : Kolonun elastisite modülü

t_{inf} :Dolgu duvarın sıvasız net kalınlığı

f_m :Dolgu duvarın basınç dayanımı

Kesme kuvvetlerine göre dayanım hesapları;

Duvarın kusursuz işçilikle örüldüğünü ve malzemenin kusursuzca imal edildiğini varsaydıgımızda kesme kuvveti;



Şekil 4.18. Dolgu duvardaki kesme kuvvetinin bulunması

$R_s = A_n \cdot F_v$ olarak hesaplanır.

F_x : Sistemde oluşan yatay kesme kuvveti

F_R : Dolgu duvarda oluşan diyagonal basınç kuvveti

A_n : Dolgu duvarın uzunluğu boyunca dolgunun net kesit alanı

F_v : Dolgu duvarın kesme dayanımı (*Dolgu duvar gazbeton olduğundan TS 500 çizelge 9.1 'e göre max.kayma dayanımı çekme dayanımına eşit alınmıştır.*)

Eğer $F_x < R_s$ ise dolgu duvar yatay kesme kuvvetine dayanıklıdır.

Gazbeton için çekme dayanımı hesabı; (f_t)

$$f_t = 0,5187 \cdot f_m \cdot \left(\frac{P}{f_m \cdot b \cdot t_{inf} - 1,683 \cdot P} \right) \quad (4.4.)$$

formülü ile hesaplanır [26].($f_t = F_v$ alınmıştır.) Duvarın elastik hesabında ilk çatladığı andaki yük elastik sınır yük kabul edilecektir. Bu yük , kesme veya basınç kuvveti olabilir. Küçük olan yük duvarda ilk çatlakları oluşturacaktır.

f_m : Dolgu duvarın basınç dayanımı

P: Dolgu duvarın diyagonal olarak basınç taşıma kapasitesi

b: Dolgu duvarın uzunluğu

Verilere göre gazbeton duvarın efektif genişliğini hesaplıyalım;

üst kat için dolgu yüksekliği 276 cm , alt kat için 288 cm dir. Bundan dolayı farklı genişlikler çıkacaktır.

$$\theta_{üst} = \tan^{-1} \left(\frac{276}{276} \right) = 45^0 \quad \theta_{alt} = \tan^{-1} \left(\frac{288}{276} \right) = 46,23^0$$

$$\lambda_{üst} = \left[\frac{22500 \cdot 12,5 \cdot 1}{4 \cdot 2100000 \cdot 3670 \cdot 276} \right]^{1/4} = 0,0135$$

$$w_{üst} = 0,175 \cdot (0,0135 \cdot 300)^{-0,4} \cdot \sqrt{300^2 + 300^2}$$

$$w_{üst} = 0,175 \cdot 0,572 \cdot 424,26 = 42,47 \text{ cm} = \underline{424,7 \text{ mm}}$$

$$\lambda_{alt} = \left[\frac{22500 \cdot 12,5 \cdot 0,99}{4 \cdot 2100000 \cdot 3670 \cdot 288} \right]^{1/4} = 0,0133$$

$$w_{alt} = 0,175 * (0,0133 * 300)^{-0,4} * 424,26$$

$$w_{alt} = 0,175 * 0,574 * 424,26 = 42,62 \text{ cm} = \underline{426,2 \text{ mm}}$$

Kesme Kuvvet Kapasitesini hesaplıyalım;

$$P = f_m \cdot t_{inf} \cdot w_{inf} = 35 * 12,5 * 42,62 = \underline{18646,25 \text{ kg}}$$

dolgu duvarın diyagonal olarak taşıma kapasitesi,

$$f_t = 0,5187 * 35 * \left(\frac{18646,25}{35 * 276 * 12,5 - 1,683 * 18646,25} \right) = 3,78 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

çekme mukavemeti bulunur. Çekme mukavemetini kayma mukavemetine eşit kabul edersek , duvarın dayanabileceği max kesme kuvveti;

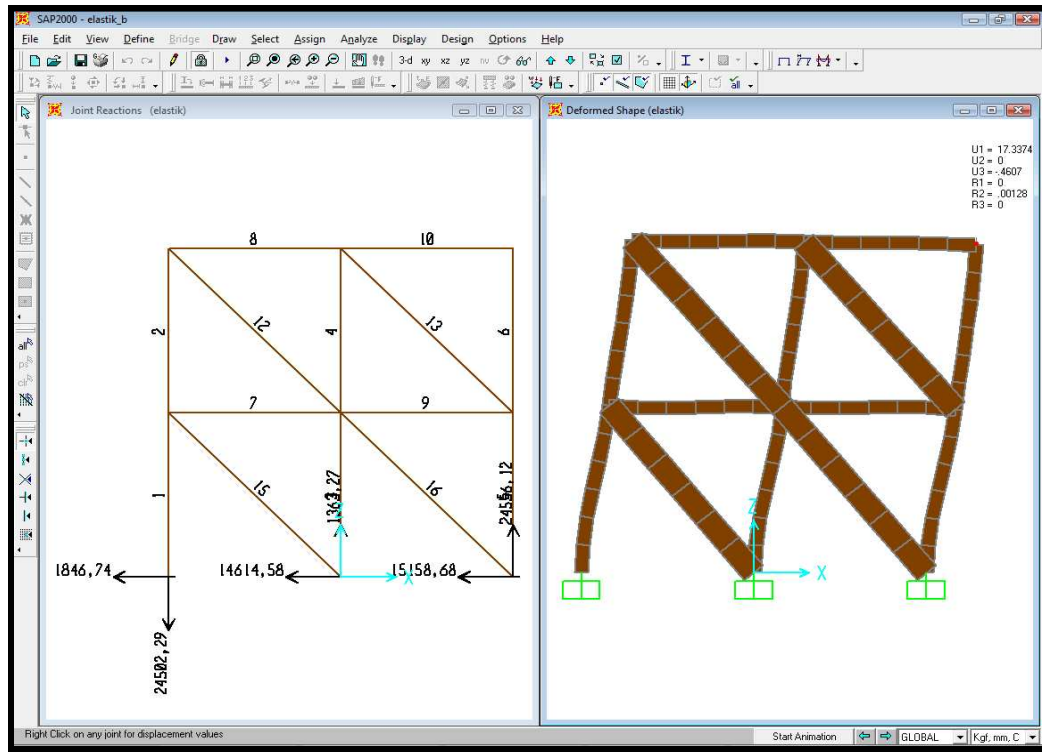
$$R_s = 12,5 * 276 * 3,78 = \underline{13041 \text{ kg}}$$

dır. Bu kesme kuvvetini oluşturacak diyagonal

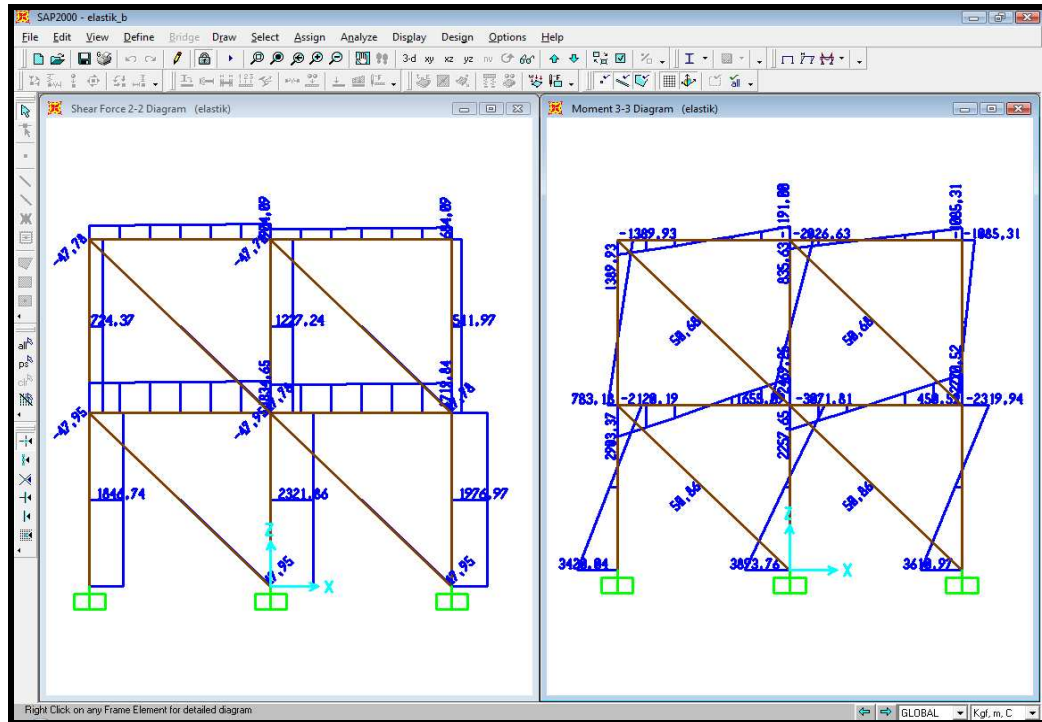
basınç kuvveti ise $F_R = \frac{F_x}{\cos \theta}$ dir. $F_R = 13041 / \cos 46,23^\circ = \underline{18851,77 \text{ kg}}$

olmalıdır. Fakat P kuvveti F_R den küçük olduğundan duvarda öncelikle ezilme çatlakları görülecektir. Yükün biraz daha artmasıyla kesme kuvveti sınırına gelmesi ile duvar tamamen göçecektir. Zaten ilk çatlakların oluşması ile göçme arasında yaklaşık 206 kg lık yük farkı vardır. Yani çatlakların oluşmasından hemen sonra duvar çökecektir. Fakat elastik sınır ilk çatların oluşması olarak kabul edilir.

“b” Modeli elastik analiz



Şekil 4.19. “b” modelinin Sap 2000 de elastik deplasman analizi



Şekil 4.20. “b” modelinin elastik analiz sonucu kesme ve moment diagramları

Alt kat kolonlardaki kesme kuvveti toplamı (V_T); (bkz. kesme kuvveti diagramı)

$$1846,74\text{kg} + 2321,86\text{kg} + 1976,97\text{kg} = 6145,57\text{kg}$$

Maximum taban kesme kuvveti (kolonlardaki kesme kuvveti toplamı) $V_T = 6145,57 \text{ kg}$ bulunmuştur. Bu değer "a" çerçevesine göre oldukça düşüktür. Çünkü diyagonal çubuklar yatay yüklerin bir çoğunu düşey bileşeye çevirirler bu durumda da kolon üzerindeki moment azalır, momentin azalması kesme kuvvetinin düşmesi sağlar. Fakat düğüm noktalarındaki X yönündeki mesnet reaksiyon kuvvetlerinde azalma oluşmaz. Çünkü sistemdeki mesnet reaksiyonlarından X yönündeki reaksiyonların toplamı, dış yanal yüklerin toplamına eşit olması gerekir. $\sum F_x = 0$ şartından ; (bkz. mesnet reaksiyon diagramı)

$$2P + P = 1846,74\text{kg} + 14614,58\text{kg} + 15158,68\text{kg}$$

$$3P = 31620\text{kg} \rightarrow P_e = 10540\text{kg}$$

Maximum yatay deplasman = 17,33 mm dir.

Elastik deformasyon sınır yükü $P_e = 10540 \text{ kg}$

Elastik rijitlik (K_e) = $P_e / \delta_e = 10540\text{kg} / 17,33\text{mm} = 608,19\text{kg/mm}$

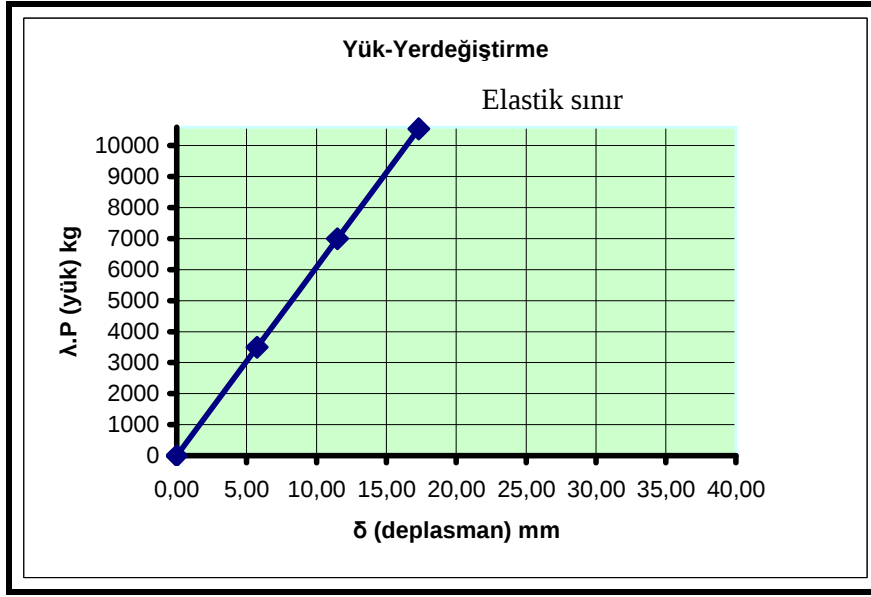
X yönünde doğal titreşim periyodu;

Her iki katın kütlesi IPE-240 ve gazbeton duvarlardan meydana gelmiştir

Çizelge 4.4. "b" modelinin fiktif deplasmanları

kat no	kat kütlesi (m_i)	fiktif yük (F_{fi})	fiktif deplasman (d_{fi})
1.kat	1630 kg	1 KN	0,0503 mm
2.kat	1580 kg	1 KN	0,0783 mm

$$T_x = 2\pi \cdot \left(\frac{1630 \cdot (0,0503 \cdot 10^{-3})^2 + 1580 \cdot (0,0783 \cdot 10^{-3})^2}{1000 \cdot (0,0503 \cdot 10^{-3} + 0,0783 \cdot 10^{-3})} \right)^{1/2} = \underline{0,065\text{sn}} \text{ bulunur.}$$

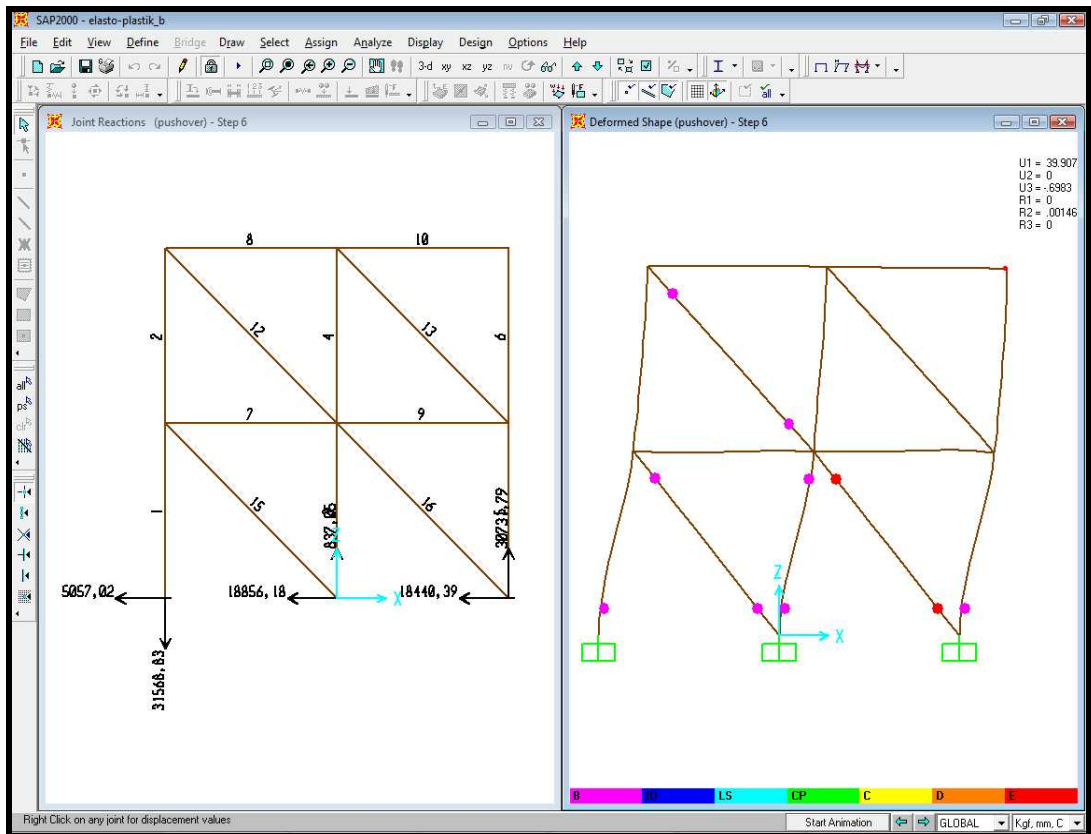


Şekil 3.21."b" modelinin elastik yük-deplasman grafiği

"b" Modeli elasto-plastik analiz

Dolgu duvarlı sistemde çerçevenin hiperstatiklik derecesine bakılmaksızın , dolgu duvarların sistem üzerinde en az 1 açıklıktakinin göçtüğü yük ,sistemin göçme yükünü verir şeklinde öneride bulunmak yanlış olmaz , çünkü 1 açıklıktaki dolgu duvarın yıkılmasından sonra sistemin dengesi bozularak dolgusuz çerçeve sisteme dönmeye yaklaşacaktır; duvarları göçmeye götüren yük zaten dolgusuz göçme yükünden çok büyük olduğundan , duvarların yıkılmasından hemen sonrada çerçeve göçecektir. Diğer bir taraftan dolgu duvarın basınç dayanım yüküne erişmesinden sonra hiçbir uzama yapmadığı kabul edildiği için kritik olan aksenal yüke (basınç veya kesme) ulaştığı an duvarın mevcudiyetinin kalmayacağı söyleyebiliriz. Eğer kritik yükten sonra uzama meydana geldiği kabul edilseydi , uzama boyunca sistem dönecek ve başka plastik mafsalların oluşması sağlanacak ve yük artabilecekti.Bu sebeble, Sap 2000 içindeki eşdeğer basınç çubuğunun "hinge" özellikleri kısmında Force/SF=1 , (P/P_{SF}=1) DISP/SF=1 (δ/δ_{SF}=1) girilmiştir.Burada SF den kasıt , yield force (kalıcı deformasyonun başladığı yük) yield force altındaki uzama ise Hook kanunua göre $\Delta l = P.l / A.E = 6,67$ mm bulunur.Yield force aşıldıktan sonra uzama meydana gelmiyeceğinden $\delta/\delta_{SF}=1$ yazılabilir. Daha önceki bölümde söylediğimiz

gibi dolgu duvarın ilk çatlakları basınç ezilmesinden meydana gelmektedir. Daha sonra yükün biraz daha artması ile (*eksenel basınç yükünün*) duvar diyagonal ezilme çatlakları ile başlayıp , yatay kesme çatlakları sonucu göçeçektir. Duvarda kesme çatlağı yaratacak diyagonal basınç yükü 18852 kg dır. Eşdeğer basınç çubuğunun plastik göçme yükünü 18852 kg diyebiliriz. Elastik çatlama yükü ise 18646 kg idi. Eşdeğer basınç çubuğunu, mafsallı özelliklerini tanımlarken sadece eksenel yük alan (moment almayan) iki mafsallı çubuk olarak göstermemiz yeterli olacaktır. Çubuğun iki ucunda istenilen eksenel yüke ulaşması sağlandıktan sonra göçme olacağından iki başa mafsallı yerleştirilir. Şimdi SAP-2000 çıktılarını inceleyelim.



Şekil 4.22. “b” modeli için Sap 2000 de göçme mekanizması ve göçme yükündeki deplasmanı

Göçme anında sistemin hiçbir kesitindeki moment, kesitin plastik moment kapasitesini aşmamıştır ve bir açıklıktaki dolgu duvar eksenel göçme yüküne erişmiştir. O halde göçme mekanizması doğrudur. Sistemin göçme modundaki (mod_7) X yönündeki mesnet tepkimelerinin (*joint reactions*) toplamı ,dış yanal yüklerin toplamına eşit olması gerekir. $\sum F_x = 0$ şartından ;

$$2P + P = 5057,02kg + 18856,18kg + 18440,39kg$$

$$3P = 42353,59kg \rightarrow P_g \cong 14118kg$$

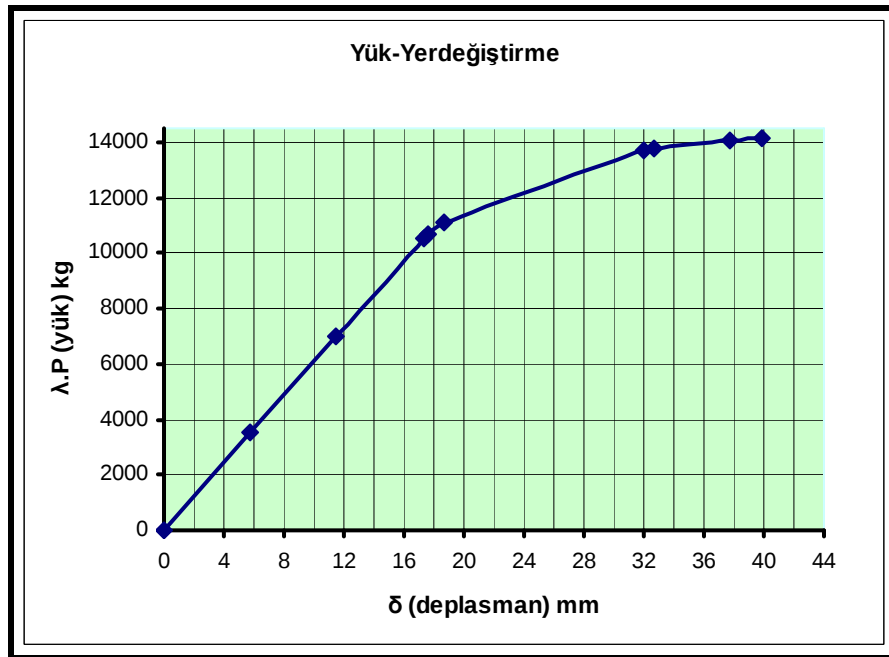
göçme yükü bulunur.

Göçme anındaki taban kesme kuvveti (V_T)=15692 kg

Maximum deplasman (*göçme anında*) δ_g =39,91 mm

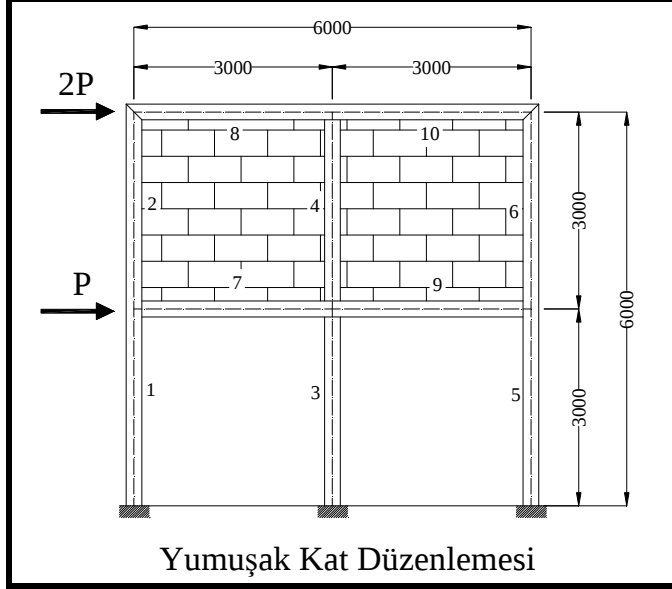
Tüketilen Enerji $\Sigma P.\Delta l = W_g = 381586,75 \text{ kgmm} = \underline{3815,87 \text{ joule}}$

Süneklik (δ_p/δ_e) =39,91mm/17,33mm=2,30



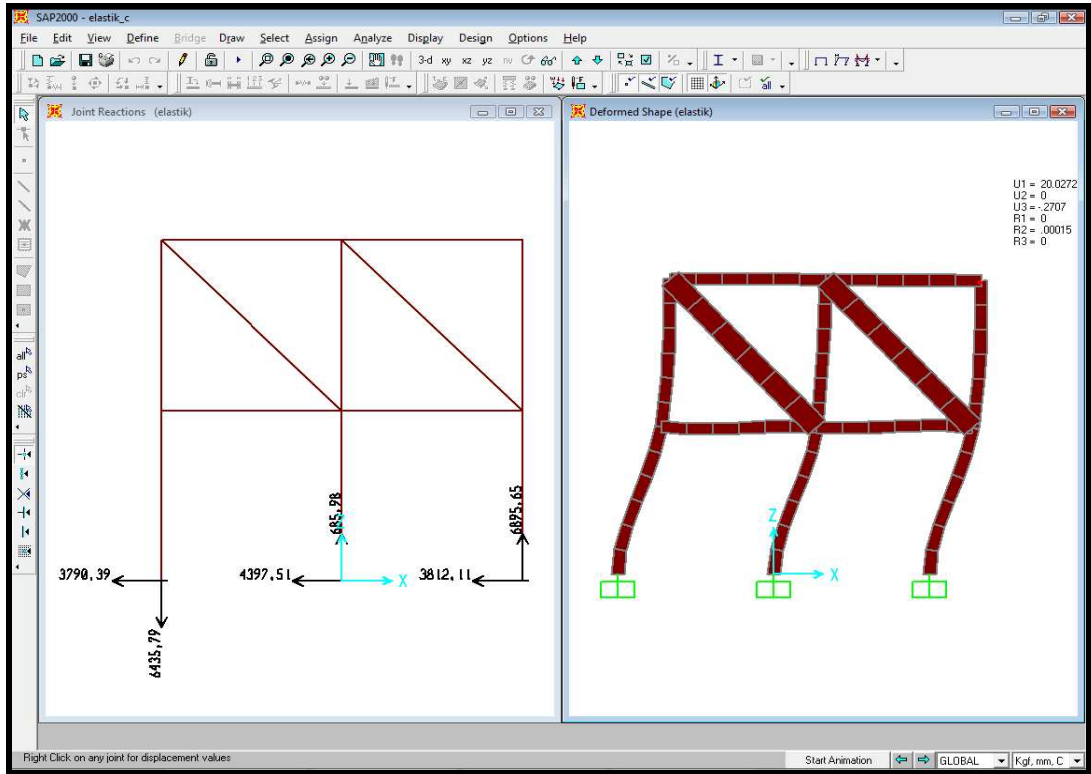
Şekil 4.25."b" modelinin elasto-plastik yük-deplasman grafiği

4.3. “c” Modeli 2 Açıklıklı 2 Katlı Üst Kat Dolgulu Çelik Çerçeve Analizi

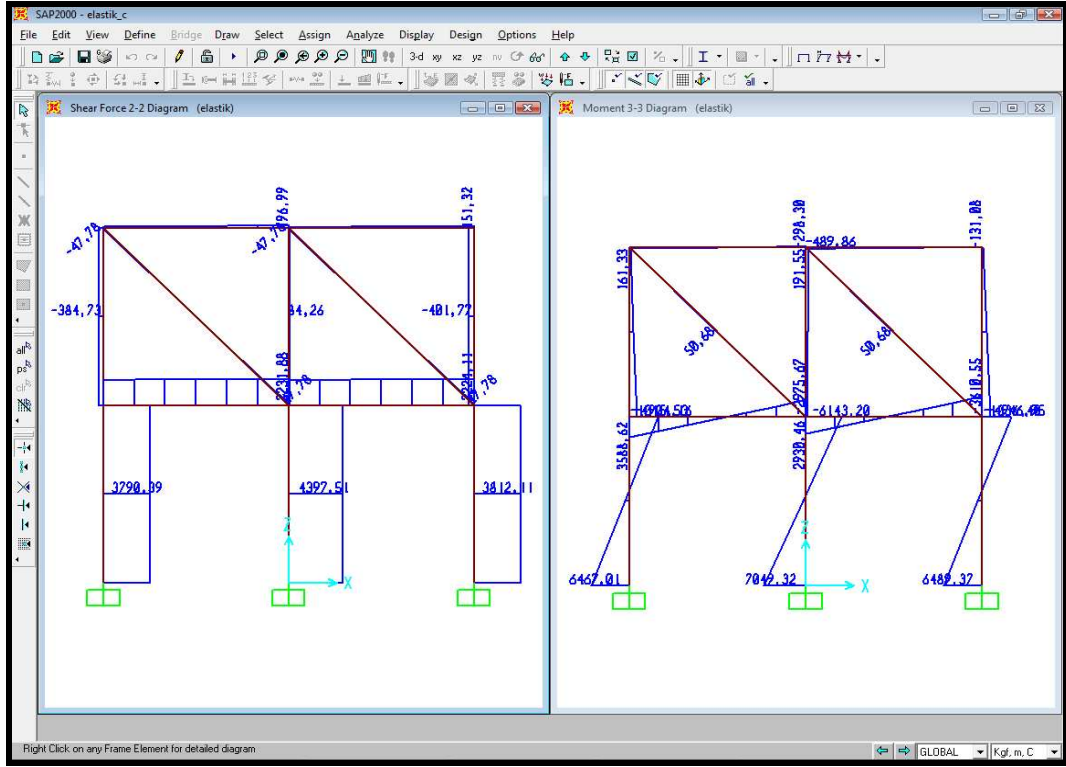


Şekil 4.26. Alt katı boş üst katı dolgulu çelik çerçeve modeli

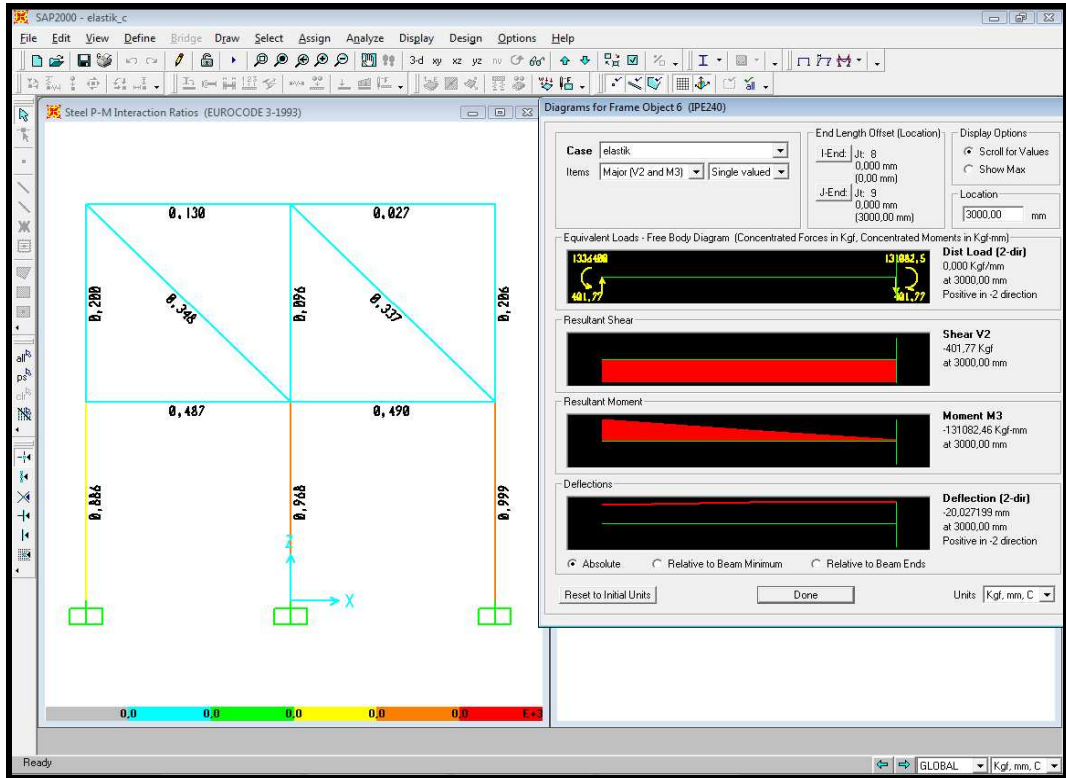
“c” Modeli elastik analiz



Şekil 4.27. “c” modelinin Sap 2000 de elastik deplasman analizi



Şekil 4.28. “c” modelinin elastik analiz sonucu , kesme ve moment diagramı



Şekil 4.29. “c” modeli elastik gerilme oranları ve 6. çubuğun uç kuvvetleri

En üst diyagramdan görüldüğü üzere mesnet reaksiyonları ile kesme kuvveti değerleri aynıdır.Çünkü moment değerlerini değiştirecek diyagonal basınç çubukları yoktur.Bu değerlere göre iç ve dış yatay kuvvetlerin eşitliğinden ($\Sigma F_x=0$) aşağıdaki denklemlerden elastik deformasyon yükünü bulabiliriz.

$$2P + P = 3790,39kg + 4397,51kg + 3812,11kg$$

$$3P = 12000kg \rightarrow P_e = 4000kg$$

göçme yükü bulunur.

Elastik deformasyon sınır yükü (P_e) =4000 kg

Maximum yatay deplasman (δ_e) =20,02 mm

Elastik yatay rijitlik (K_e) = P_e/δ_e =4000/20,02 mm=199,80 kg/mm

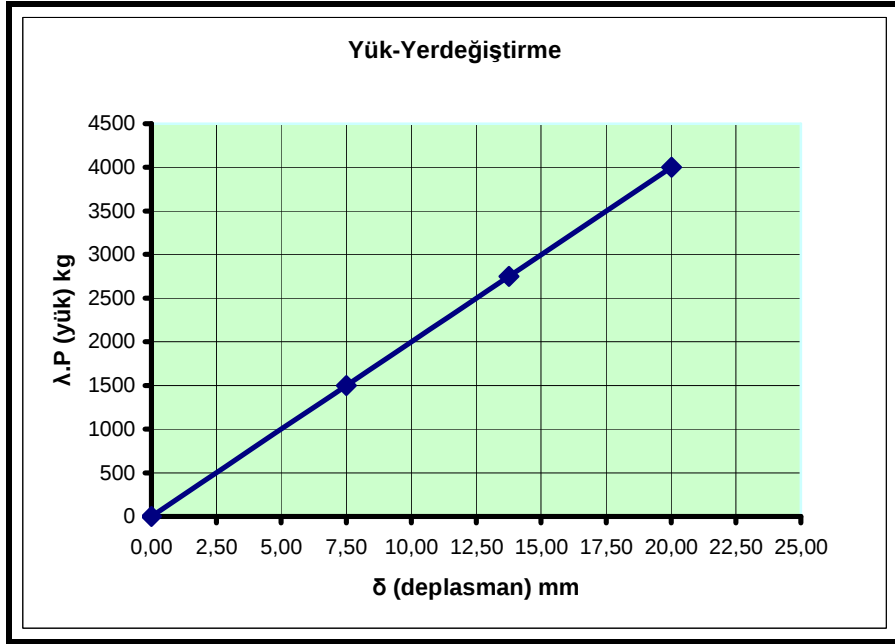
Maximum taban kesme kuvveti (V_T) =12000 kg

Çerçevenin X yönündeki doğal titreşim periyodunu bulalım;

Çizelge 4.5. “c” modelinin fiktif deplasmanları

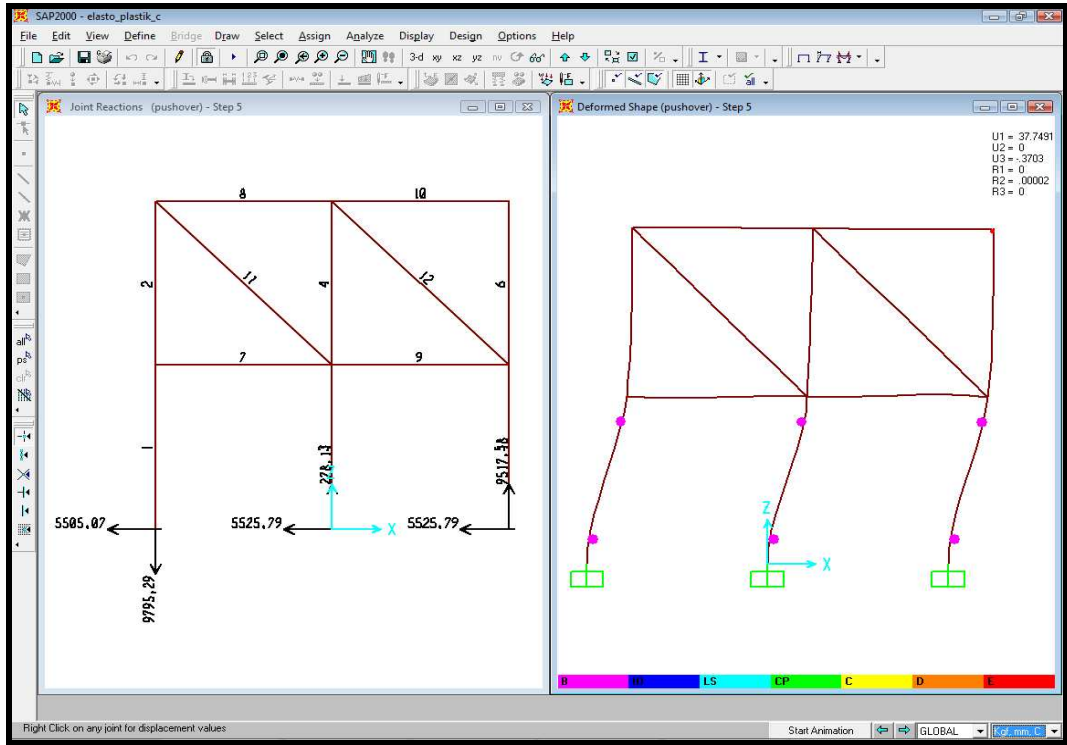
kat no	kat kütlesi (m_i)	fiktif yük (F_{fi})	fiktif deplasman (d_{fi})
1.kat	438 kg	1 KN	0,278 mm
2.kat	1580 kg	1 KN	0,326 mm

$$T_x = 2\pi \cdot \left(\frac{438 \cdot (0,278 \cdot 10^{-3})^2 + 1580 \cdot (0,326 \cdot 10^{-3})^2}{1000 \cdot (0,278 \cdot 10^{-3} + 0,326 \cdot 10^{-3})} \right)^{1/2} = \underline{0,11sn}$$



Şekil 4.30."c" modelinin elastik yük-deplasman grafiği

"c" Modeli elasto-plastik analiz



Şekil 4.31. "c" modelinin göçme mekanizması ve göçme yükündeki yatay deplasmanı

Mod 5 den sonra sistemin hiçbir yerinde moment artışı olmamış ve sistemin hiçbir kesitindeki moment, kesitin plastik moment kapasitesini aşmamıştır. O halde göçme mekanizması doğrudur. Bu şartlar altında sistemde 6 noktada plastik mafsal oluşmuş ve göçmüştür. Sistemin göçme modundaki (mod 5) X yönündeki mesnet tepkimelerinin (*joint reactions*) toplamı ,dış yanal yüklerin toplamına eşit olması gerekir. $\sum F_x = 0$ şartından ;

$$2P + P = 5505,07kg + 5525,79kg + 5525,79kg$$

$$3P = 16556,65kg \rightarrow P_g \cong 5519kg$$

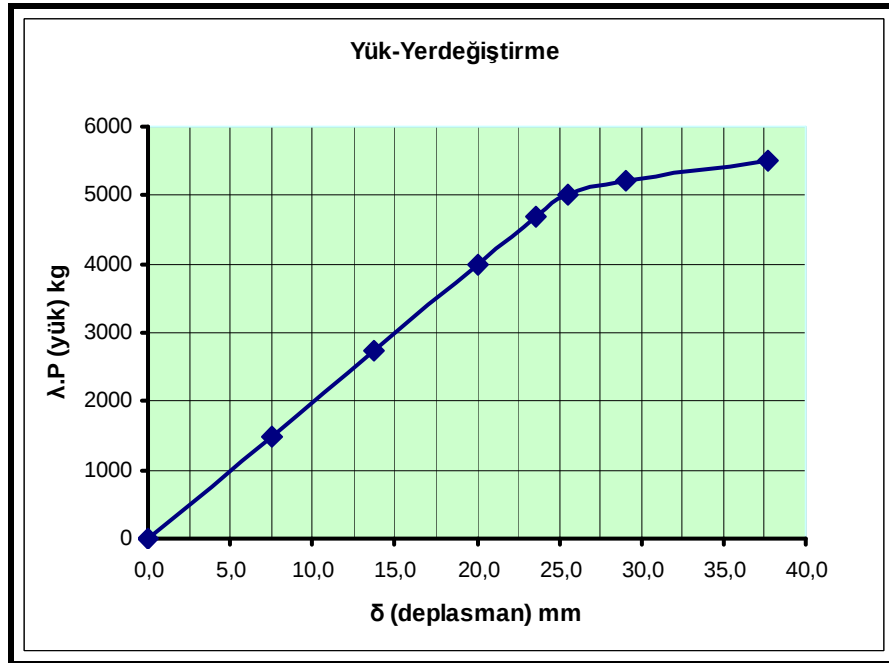
göçme yükü bulunur.

Göçme anındaki taban kesme kuvveti (V_T) = 16557 kg

Maximum deplasman (*göçme anında*) δ_g = 37,74 mm

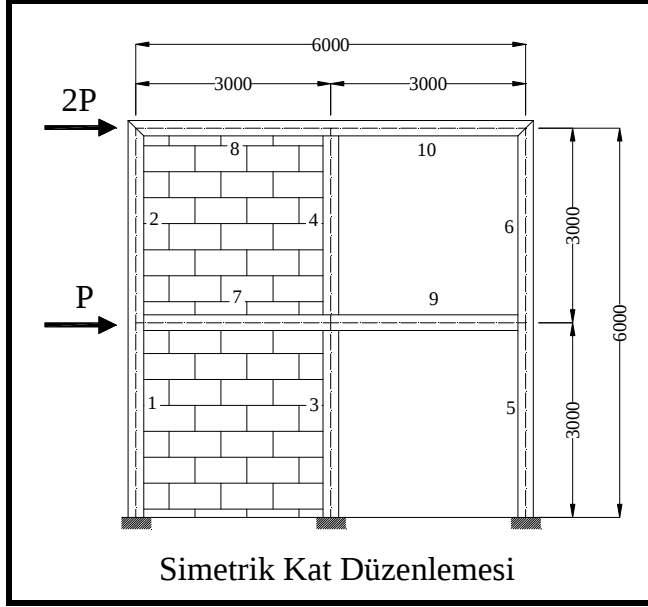
Tüketilen Enerji $\sum P \cdot \Delta l = W_g = 74344,56kgmm =$ 743,45 joule

Süneklik (δ_p/δ_e) = $37,74mm/20,02mm =$ 1,89



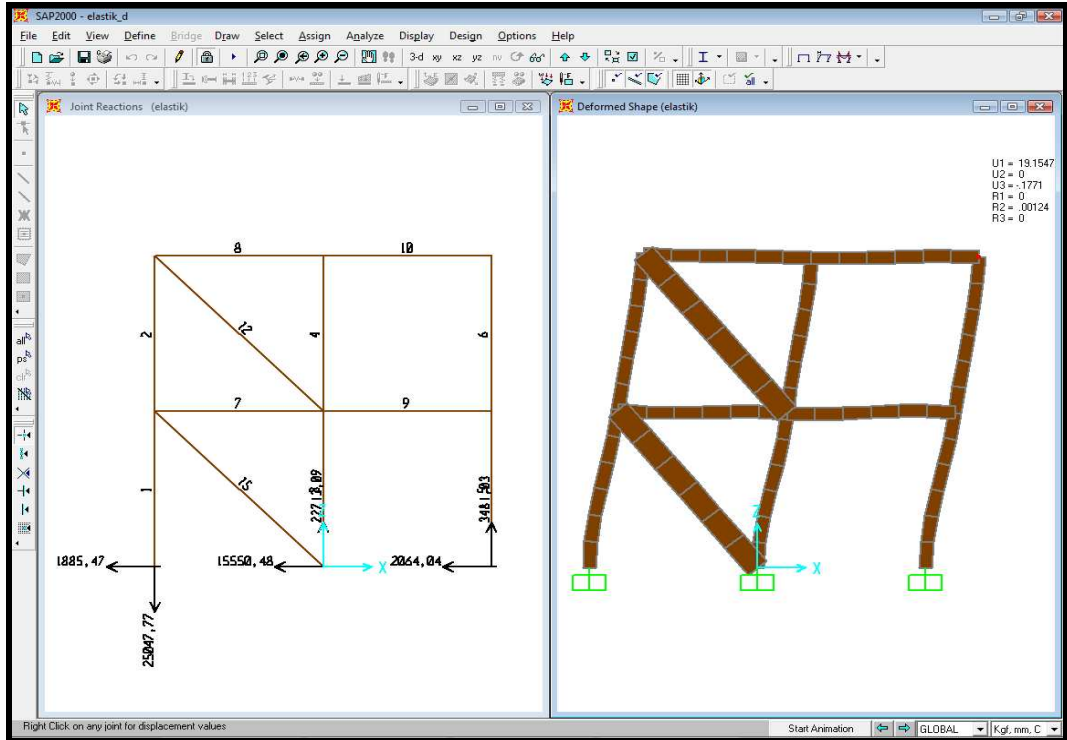
Şekil 4.34."c" modelinin elasto-plastik yük-deplasman grafiği

4.4. “d” Modeli 2 Açıklıklı 2 Katlı , 1 Açıklığı Dolgulu Çelik Çerçeve Analizi

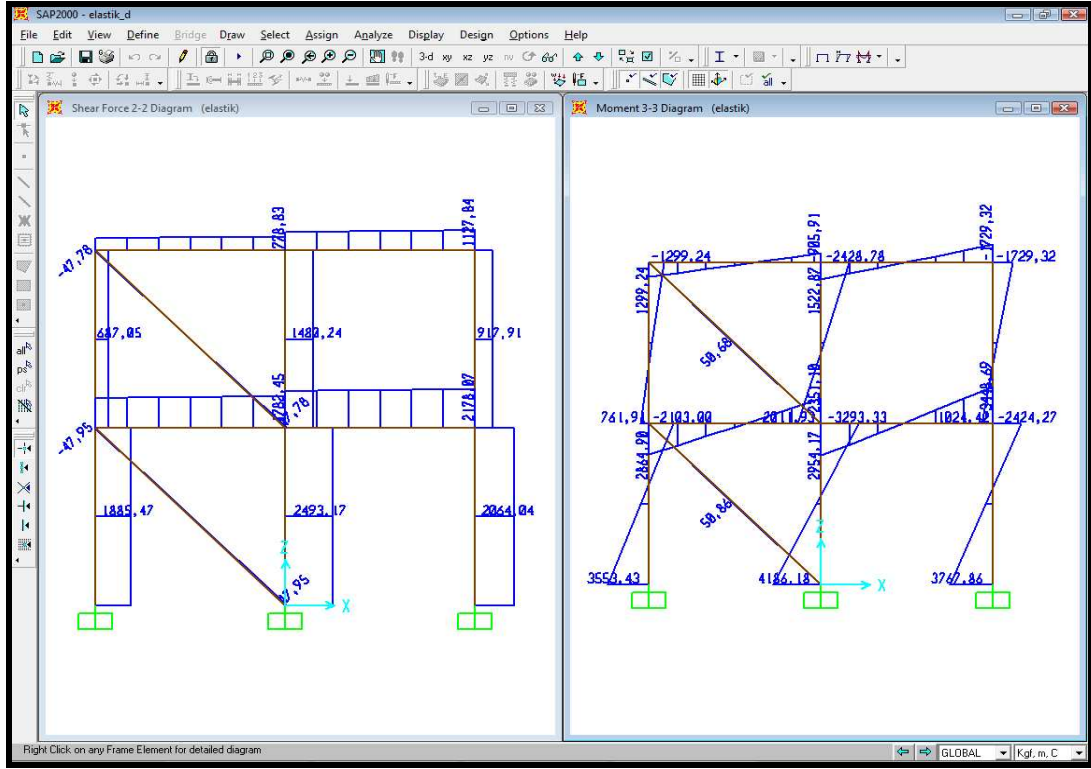


Şekil 4.35. Yatay eksene (X) göre simetrik dolgu duvarlı cephe düzenlemesi

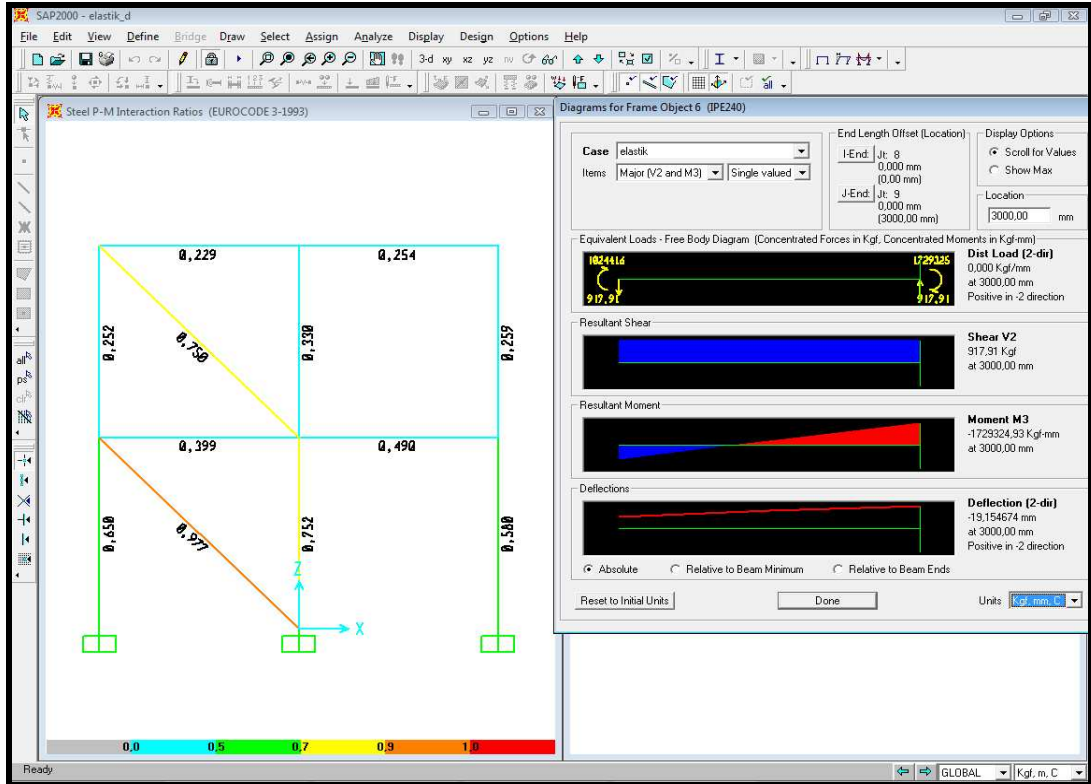
“d” Modeli elastik analiz



Şekil 4.36. “d” modelinin Sap 2000 de elastik deplasman analizi



Şekil 4.37. “d” modelinin elastik analiz , kesme ve moment diagramı



Şekil 4.38. “c” modeli elastik gerilme oranları ve 6. çubuğun uç kuvvetleri

Maximum taban kesme kuvveti $V_T=6442\text{kg}$ bulunmuştur. Bu değer "a" ve "c" çerçevelerine göre oldukça düşüktür. Çünkü diyagonal çubuklar yatay yüklerin bir çoğunu düşey bileşe çevirirler bu durumda da kolon üzerindeki moment azalır, momentin azalması kesme kuvvetinin düşmesini sağlar. Fakat düğüm noktalarındaki X yönündeki kuvvetlerde azalma oluşmaz. Çünkü sistemdeki X yönündeki mesnet reaksiyonları toplamı, dış yanal yüklerin toplamına eşit olması gerekir. $\sum F_x = 0$ şartından ;

$$2P + P = 1885,45\text{kg} + 15550,48\text{kg} + 2064,04\text{kg} \\ 3P = 19499,97\text{kg} \rightarrow P_e \cong 6500\text{kg} \quad \text{bulunur.}$$

Maximum yatay deplasman $\delta_e=19,15\text{ mm}$ dir.

Elastik deformasyon sınır yükü $P_e=6500\text{ kg}$

Elastik rijitlik $(K_e)=P_e/\delta_e=6500\text{kg}/19,15\text{mm}=339,42\text{kg/mm}$

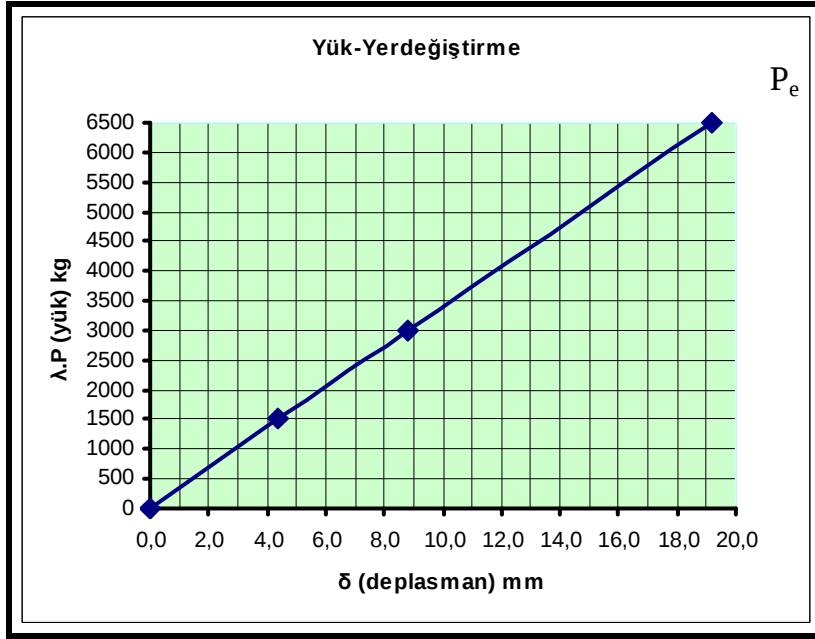
X yönünde doğal titreşim periyodu;

Her iki katın sadece 1 açıklığı gazbeton duvarlardan meydana gelmiştir. Gazbeton ağırlığı kattaki toplam çelik ağırlığına eklenecektir.

Çizelge 4.6. "d" modelinin fiktif deplasmanları

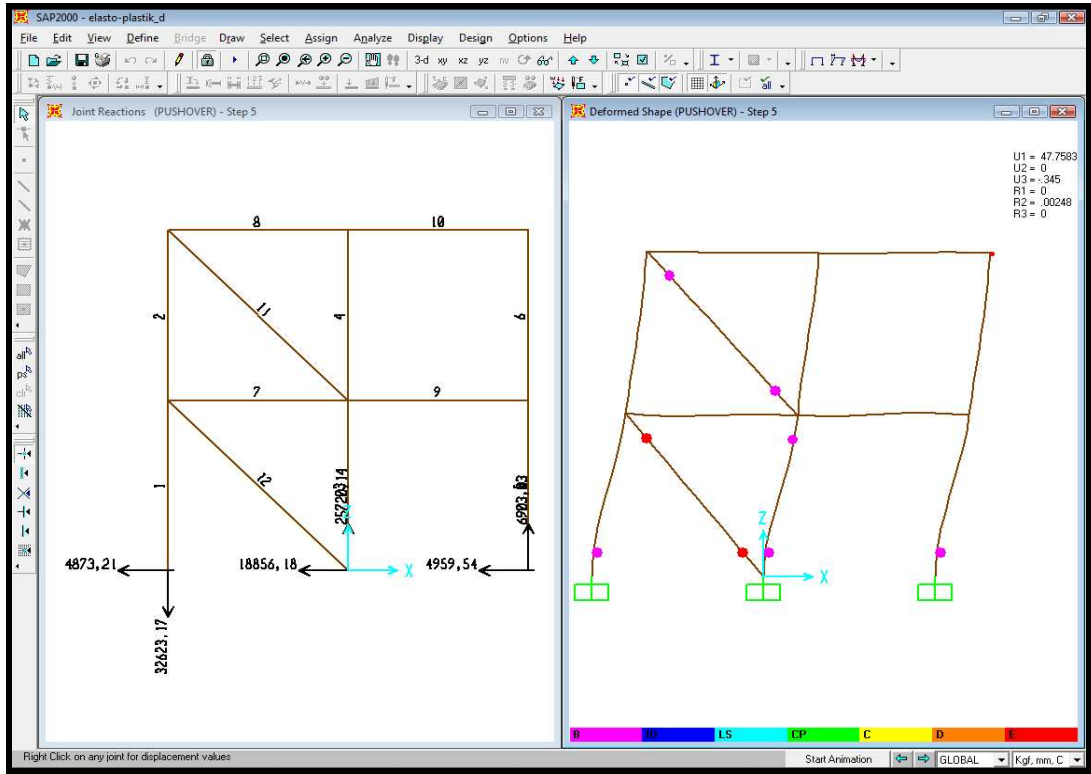
kat no	kat kütlesi (m_i)	fiktif yük (F_{fi})	fiktif deplasman (d_{fi})
1.kat	1009 kg	1 KN	0,097 mm
2.kat	1034 kg	1 KN	0,164 mm

$$T_x = 2\pi \cdot \left(\frac{1009 \cdot (0,097 \cdot 10^{-3})^2 + 1034 \cdot (0,164 \cdot 10^{-3})^2}{1000 \cdot (0,097 \cdot 10^{-3} + 0,164 \cdot 10^{-3})} \right)^{1/2} = 0,074\text{sn}$$

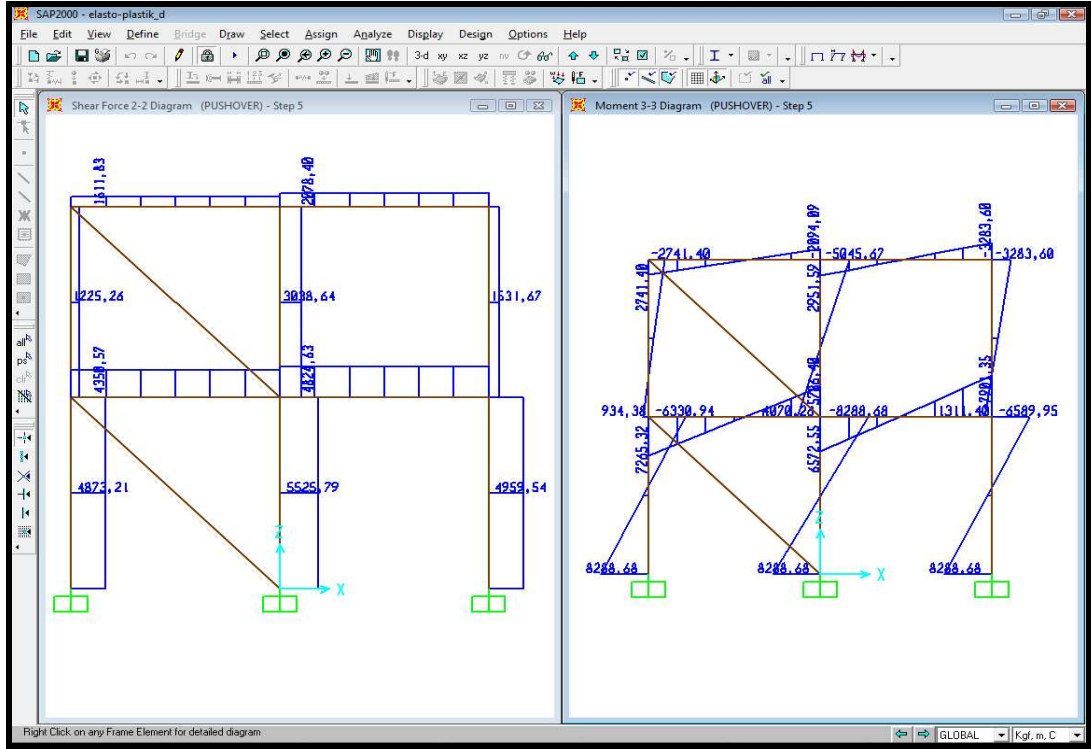


Şekil 4.39. “d” modelinin elastik yük-deplasman grafiği

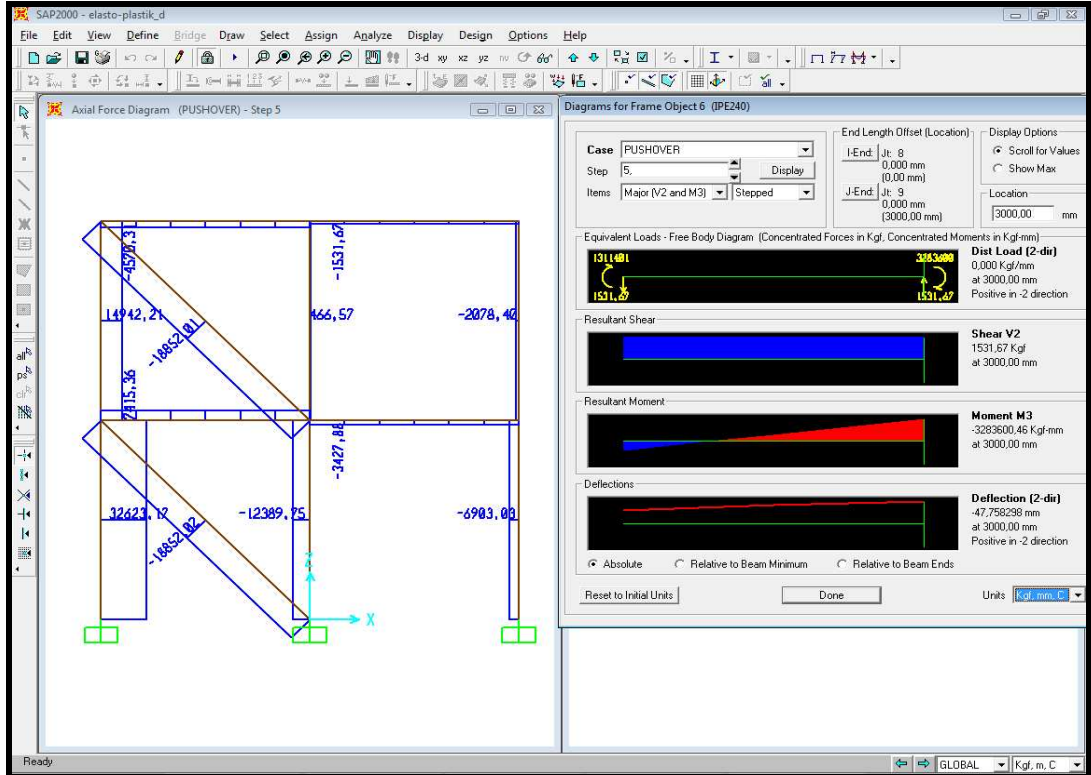
“d” Modeli elasto-plastik analiz



Şekil 4.40. “d” modelinin göçme mekanizması ve göçme yükündeki yatay deplasmanı



Şekil 4.41. “d” modelinin göçme yükünde kesme ve moment grafiği



Şekil 4.42. “d” modelinin göçme yükünde axial yük diagramı ve 6. çubuk yükleri

Göçme diyagramında görüldüğü üzere ilk göçen dolgu duvar alt kattaki olmaktadır. Bir yandan dolgu duvarların göçme yüküne ve kalıcı olmayan deplasmana ulaşması süresince sistem dönmüş ve çerçeve üzerinde mafsalları oluşmuştur. Böylelikle sistem dolgusuz hale dönüşmekte ve statik denge bozulmaktadır. O anda sistem üzerinde uygulanmakta olan yük dolgusuz (*sistem 2 açıklığı dolu iken , tek açıklığı dolgulu sisteme düşmektedir.*) çerçevenin çökmesi için fazlasıyla yetererli olacaktır. $\sum F_x = 0$ şartından ;

$$2P + P = 4873,21kg + 18856,18kg + 4959,54kg \quad \text{göçme yükü bulunur.}$$

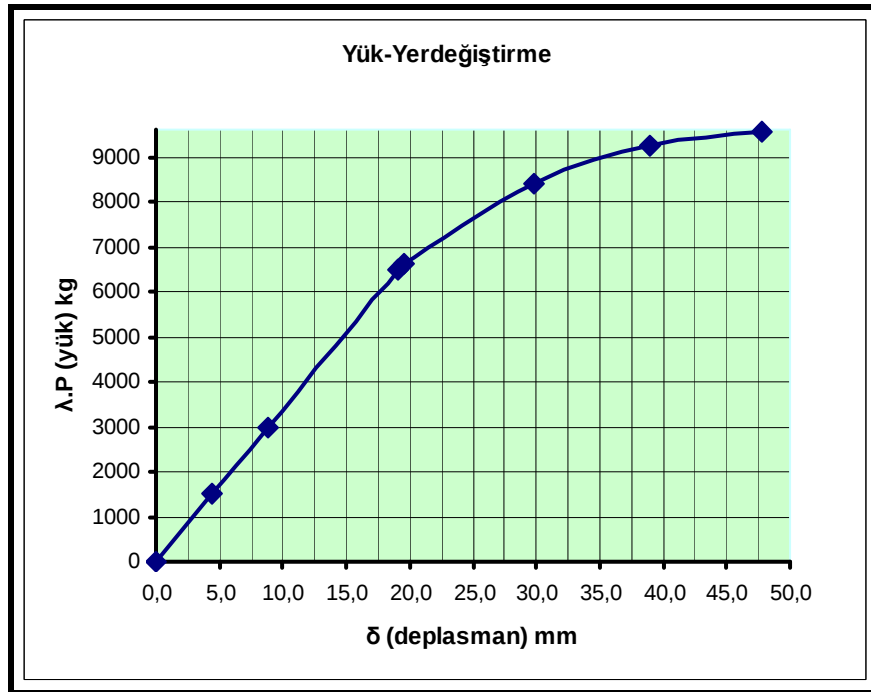
$$3P = 28688,93kg \rightarrow P_g \cong 9563kg$$

Göçme anındaki taban kesme kuvveti (V_T) = 15358 kg

Maximum deplasman (göçme anında) $\delta_g = 47,75 \text{ mm}$

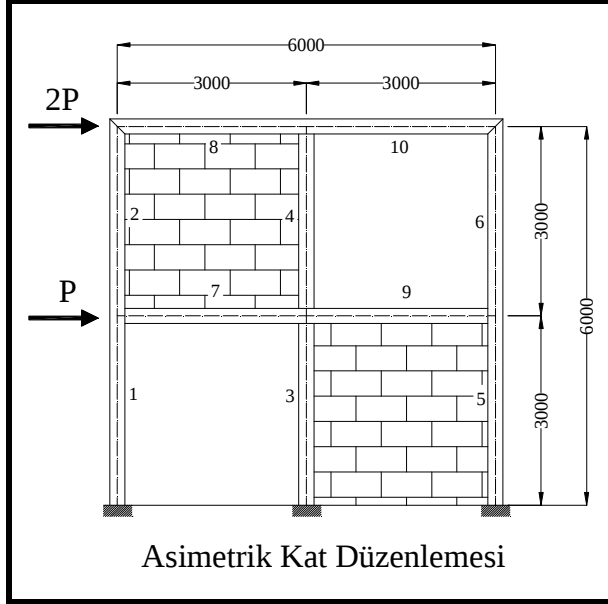
Tüketilen Enerji $\Sigma P \cdot \Delta l = W_g = 215073,47 \text{ kgmm} = 2150,73 \text{ joule}$

Süneklik (δ_p / δ_e) = 47,8mm/19,15mm = 2,49



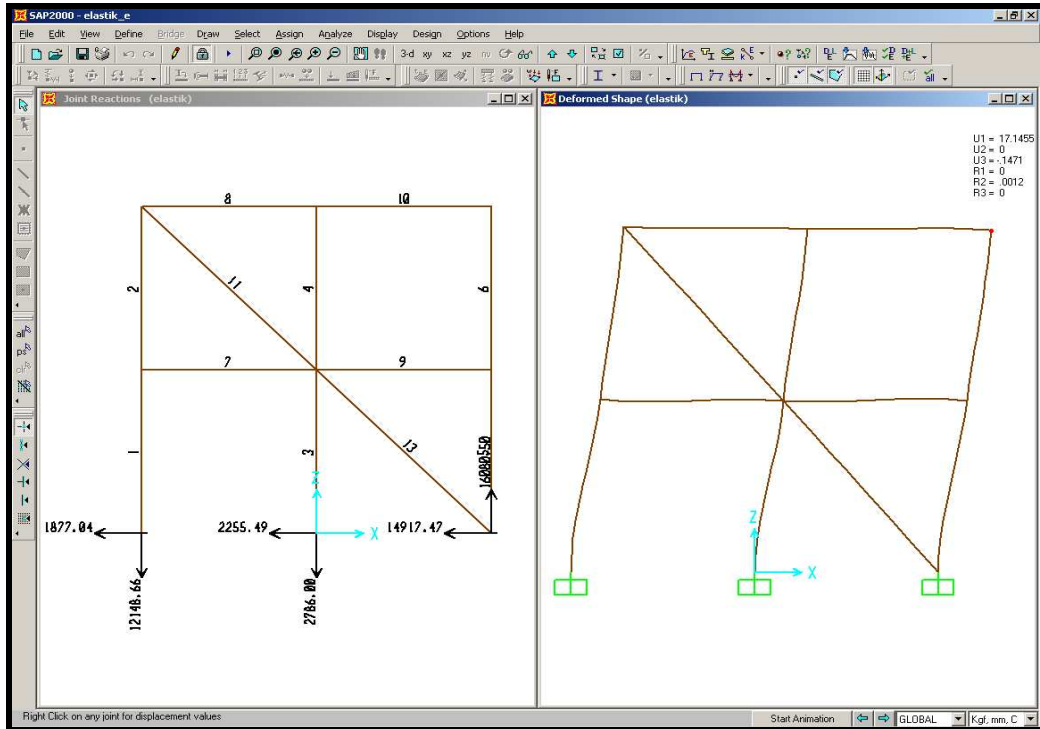
Şekil 4.43. “d” modelinin elasto-plastik yük-deplasman grafiği

4.5. “e” Modeli 2 Açıklıklı 2 Katlı, 1 Açıklığı Dolgulu Çelik Çerçeve Analizi

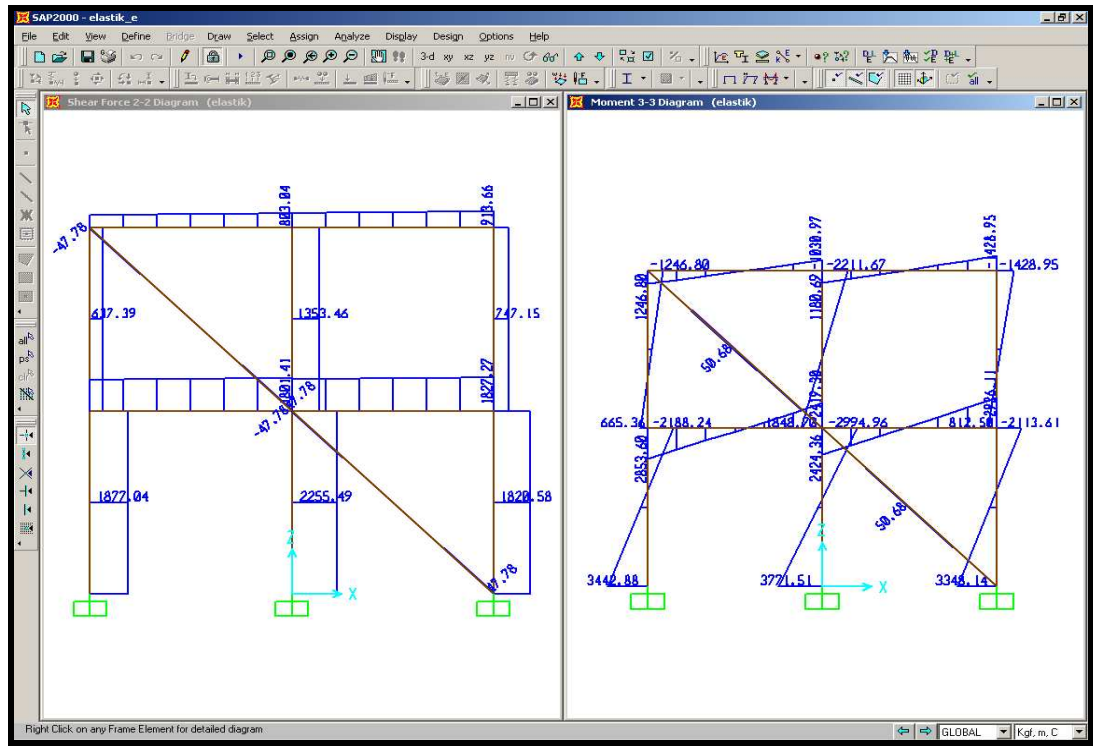


Şekil 4.44. Asimetrik dolgulu duvarlı çelik çerçeve

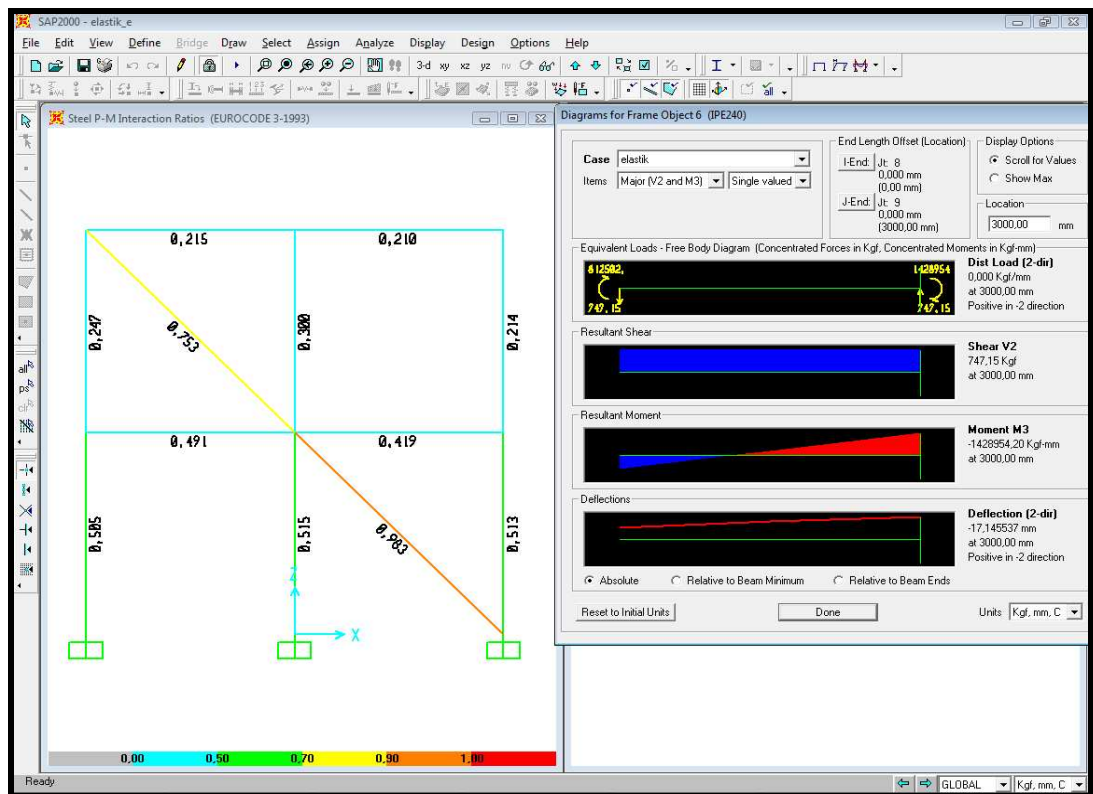
“e” Modeli elastik analiz



Şekil 4.45. “e” modelinin Sap 2000 de elastik deplasman analizi



Şekil 4.46. “e” modelinin elastik analiz, kesme ve moment diagramları



Şekil 4.47. “e” modeli elastik gerilme oranları ve 6. çubuğun uç kuvvetleri

$$\sum F_x = 0 \text{ şartından ;}$$

$$2P + P = 1877,04kg + 2255,49kg + 14917,47kg \text{ bulunur.}$$

$$3P = 19050kg \rightarrow P_g \cong 6350kg$$

Elastik deformasyon yükü $P_e=6350 \text{ kg}$

Maximum elastik yatay deplasman $\delta_e=17,14mm$

Maximum Taban kesme kuvveti $V_T=5953 \text{ kg}$

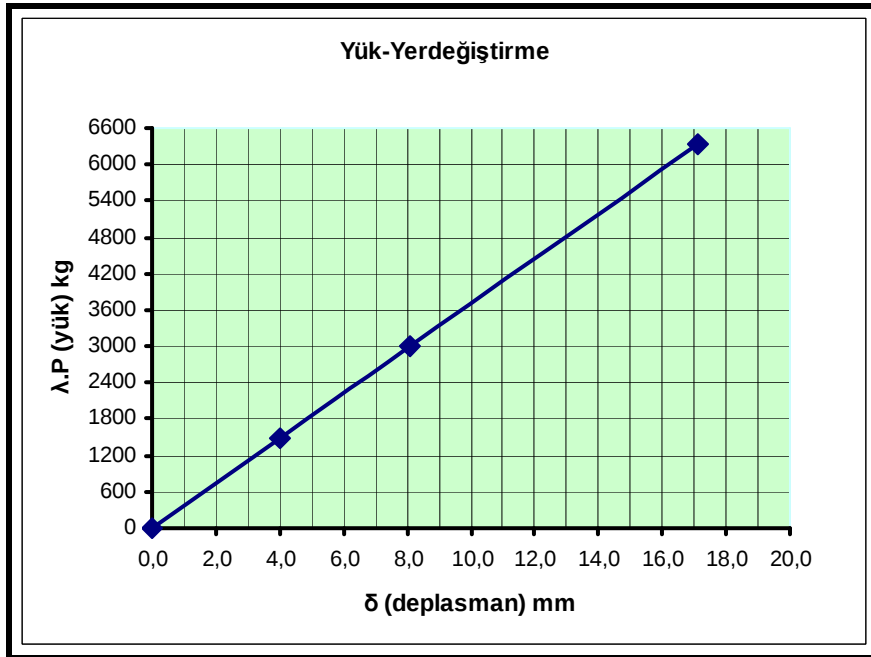
Elastik yatay rijitlik $K_e=P_e/\delta_e=6350kg/17,14 \text{ mm}=370,47kg/mm$

X yönündeki doğal periyot;

Çizelge 4.7. “e” modelinin fiktif deplasmanları

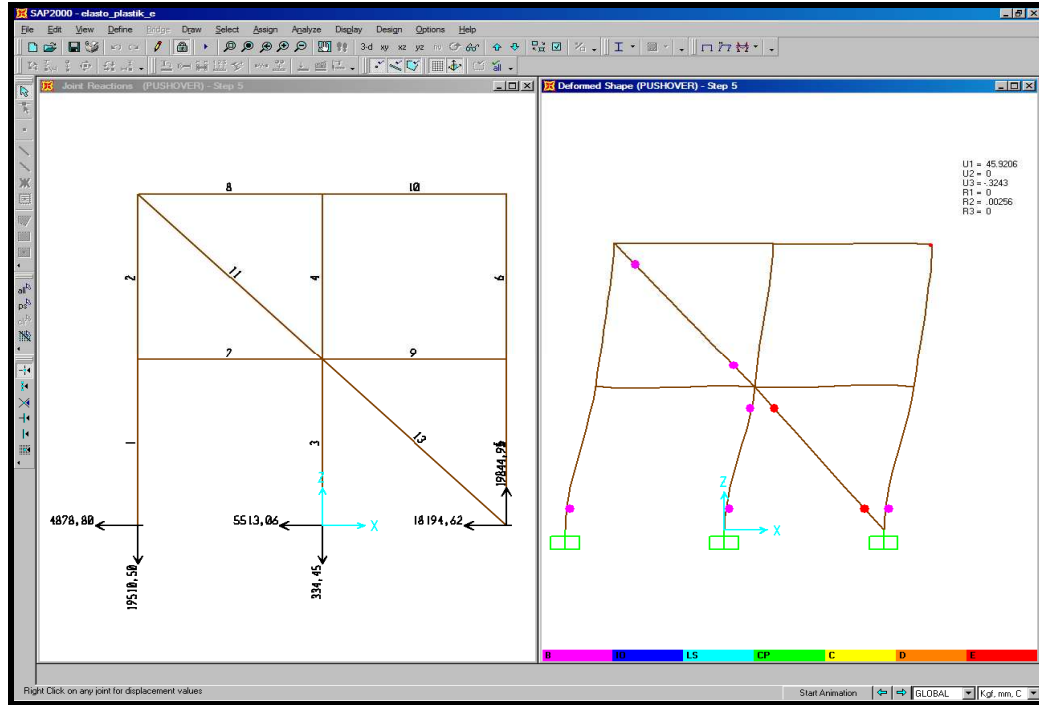
kat no	kat kütlesi (m_i)	fiktif yük (F_{fi})	fiktif deplasman (d_{fi})
1.kat	1034 kg	1 KN	0,088 mm
2.kat	1009 kg	1 KN	0,150 mm

$$T_x = 2\pi \cdot \left(\frac{1009 \cdot (0,150 \cdot 10^{-3})^2 + 1034 \cdot (0,088 \cdot 10^{-3})^2}{1000 \cdot (0,150 \cdot 10^{-3} + 0,088 \cdot 10^{-3})} \right)^{1/2} = 0,0713sn$$

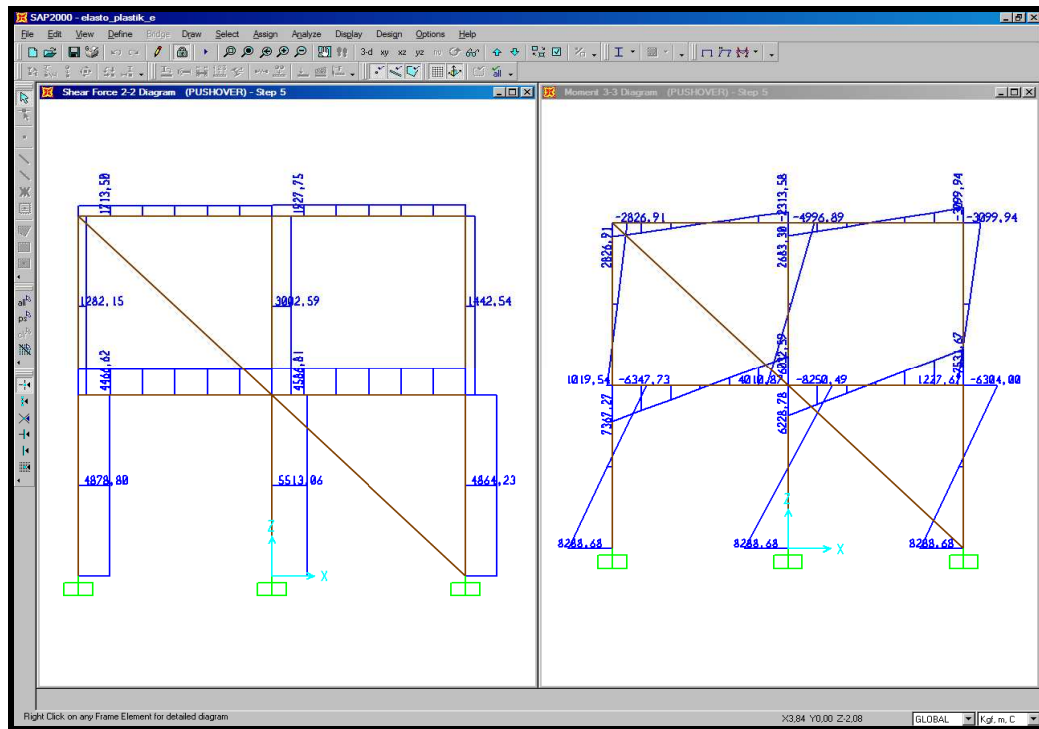


Şekil 4.48. “e” modelinin elastik yük-deplasman grafiği

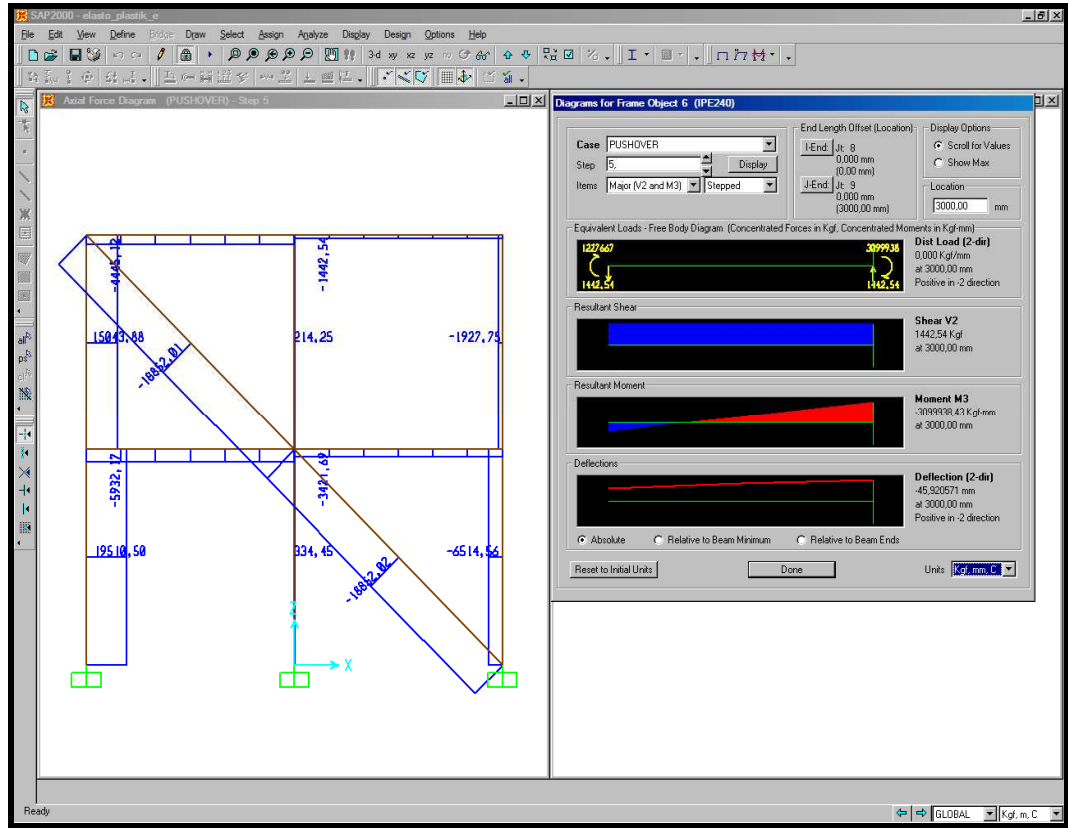
“e” Modeli elasto-plastik analiz



Şekil 4.49. “e” modeli göçme mekanizması ve göçme yükündeki yatay deplasmanı



Şekil 4.50. “e” modeli ,göçme yükündeki kesme ve moment diagramı



Şekil 4.51. “e” modeli ,göçme yükündeki axial yük diagramı ve 6. çubuk yükleri

$$\sum F_x = 0 \text{ şartından ;}$$

$$2P + P = 4878,80kg + 5513,06kg + 18194,62kg$$

$$3P = 28586,48kg \rightarrow P_g \cong 9528kg$$

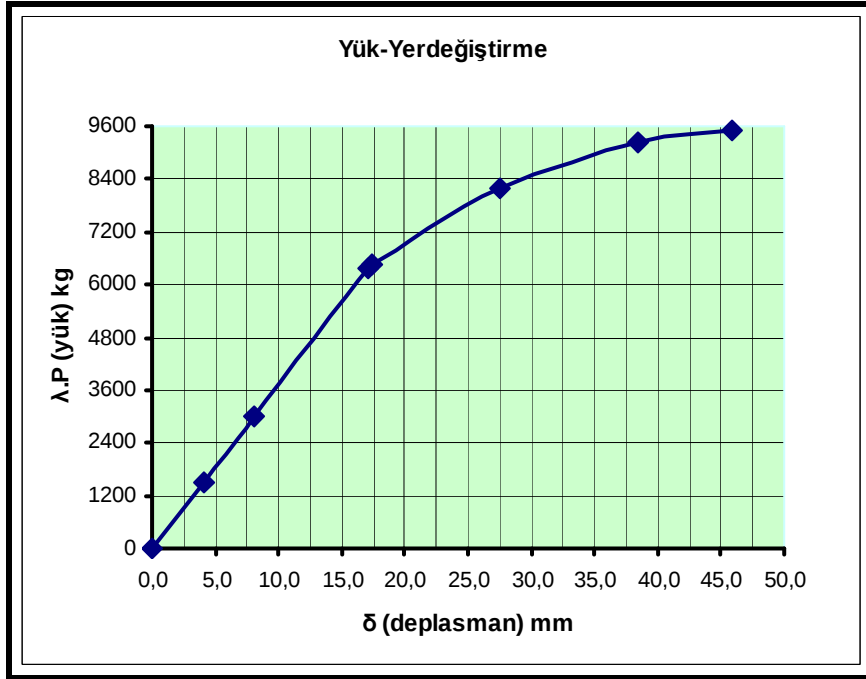
göçme yükü bulunur.

Maximum yatay deplasman $\delta_p = 45,92 \text{ mm}$

Maximum taban kesme kuvveti $V_I = 15256 \text{ kg}$

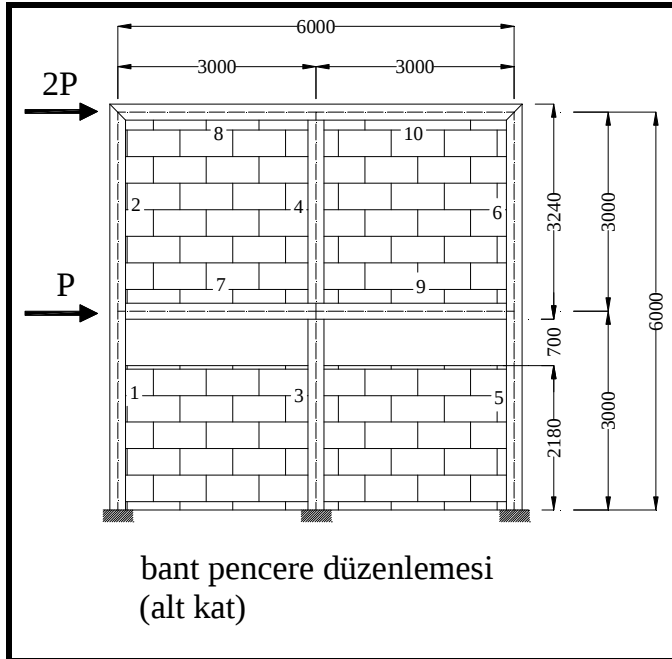
Tüketilen Enerji $\sum P \cdot \Delta l = W_g = 213765,05 \text{ kmm} = 2137,65 \text{ joule}$

Süneklik $(\delta_p / \delta_e) = 45,92 \text{ mm} / 17,14 \text{ mm} = 2,68$



Şekil 4.52. “e” modelinin elasto-plastik yük-deplasman grafiği

4.6. “f” Modeli 2 Açıklıklı 2 Katlı , Kısmi Dolgulu Çelik Çerçeve Analizi



Şekil 4.53. Alt katı kısmi üst katı tam dolgulu çelik çerçeve

Bant pencereden dolayı alt kat için kullanılacak eşdeğer basınç çubuğunun yeni efektif genişliğinin hesaplanması gerekir; (*dolgu duvar yüksekliği=218 cm*)

$$\theta_{alt} = \tan^{-1} \left(\frac{218}{276} \right) = 38,30^0$$

$$\lambda_{alt} = \left[\frac{22500 * 12,5 * \sin(2 * 38,30)}{4 * 2100000 * 3670 * 276} \right]^{1/4} = 0,0134$$

$$w_{alt} = 0,175 * (0,0134 * 218)^{-0,4} * \sqrt{218^2 + 300^2}$$

$$w_{alt} = 0,175 * 0,651 * 370,84 = 42,24cm = \underline{422,4mm}$$

Dolgu duvarın basınç taşıma yükündeki , uzama miktarı;

$$\Delta l = \frac{P_g \cdot l}{A \cdot E_m} = \frac{18646 * 3708}{125 * 422,4 * 225} = \underline{5,82mm}$$

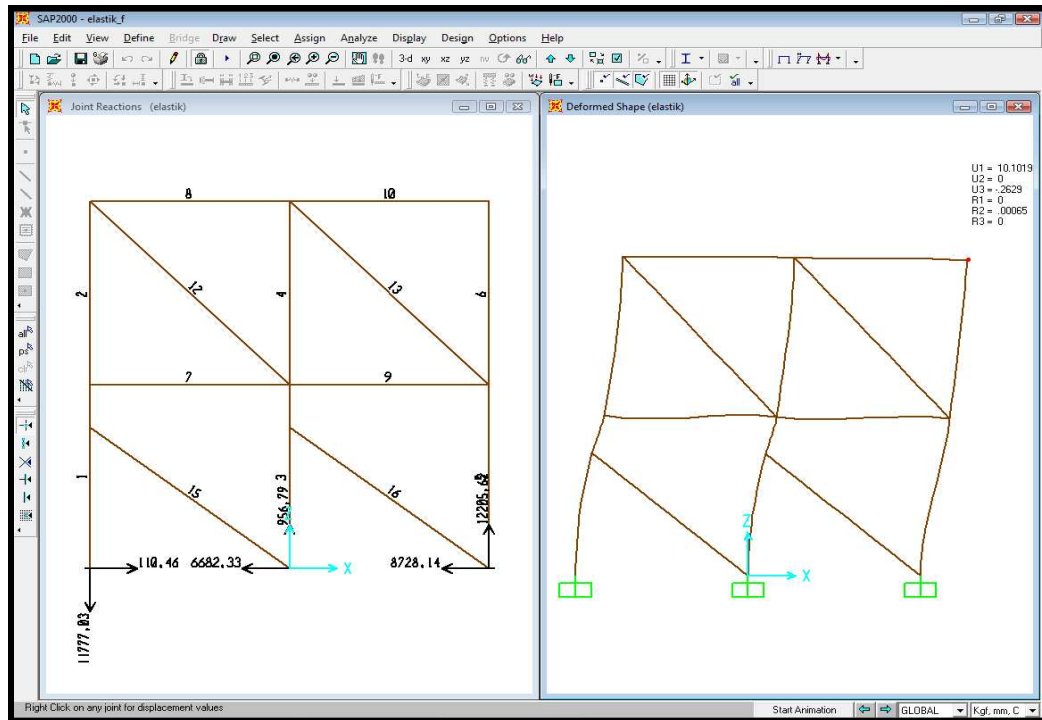
Kesme dayanımı;

$$R_s = 12,5 * 276 * 3,78 = \underline{13041kg} \text{ } | \text{ } \text{idi hatırlarsak; buu kesme kuvvetini oluşturacak}$$

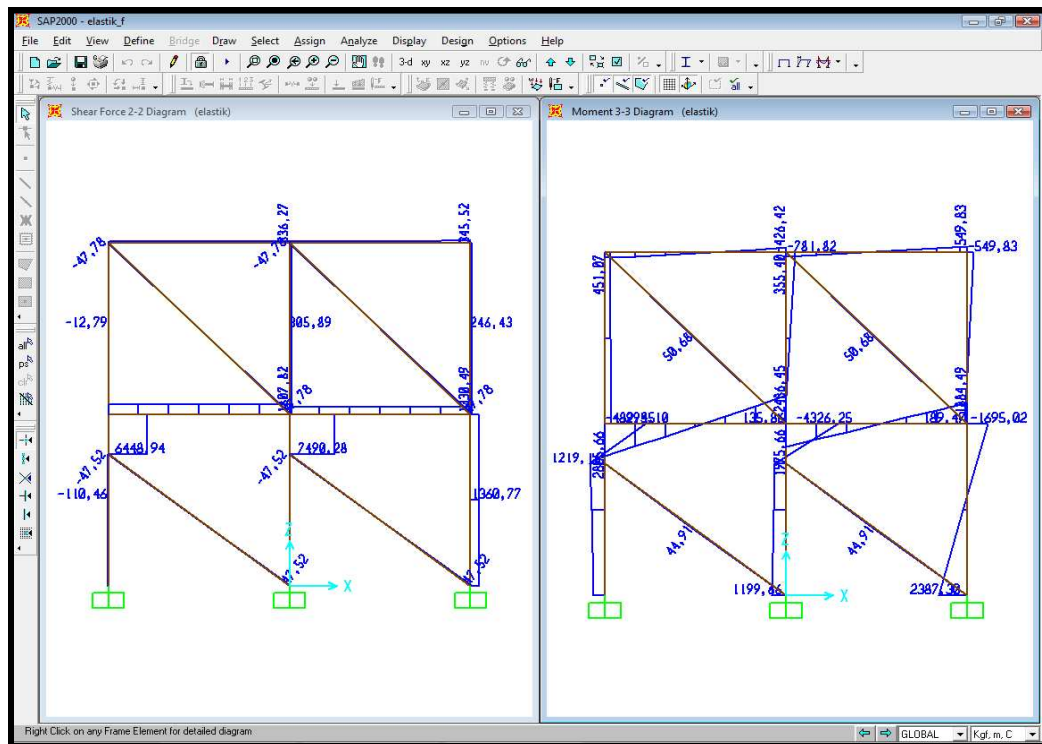
$$\text{diyagonal basınç kuvveti ise } F_R = \frac{F_x}{\cos \theta} \text{ dir. } F_R = 13041 / \cos 38,30^0 = \underline{16617,47kg}$$

Görüldüğü üzere bu kuvvet basınç taşıma kapasitesinden (*18646,25kg*) küçüktür. Duvar öncelikle kayma gerilmelerinden çatlayacak daha sonra köşe noktalarından basınç ezilmesi ile göçecektir. Bu sefer elastik sınır yükünü ilk çatlakları meydana getiren kesme kuvveti belirleyecektir.

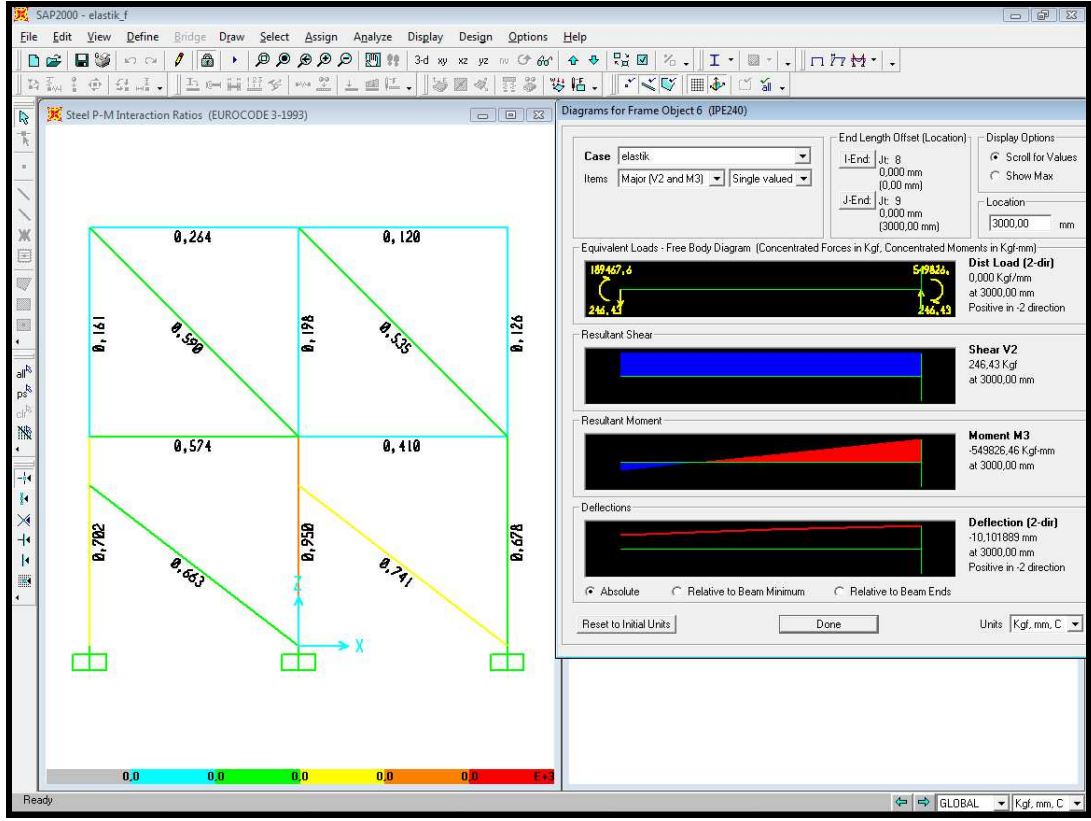
“f” Modeli elastik analiz



Şekil 4.54. “f” modelinin Sap 2000 de elastik deplasman analizi



Şekil 4.55. “f” modeli elastik analiz , kesme ve moment diagramları



Şekil 4.56. “f” modeli elastik gerilme oranları ve 6. çubuğun uç kuvvetleri

$$\sum F_x = 0 \text{ şartından ;}$$

$$2P + P = -110,46kg + 6682,33kg + 8728,14kg$$

$$3P = 15300,01kg \rightarrow P_e \cong 5100kg$$

Elastik deformasyon yükü $P_e=5100 \text{ kg}$

Maximum elastik yatay deplasman $\delta_e=10,10\text{mm}$

Maximum Taban kesme kuvveti $V_T=15300 \text{ kg}$

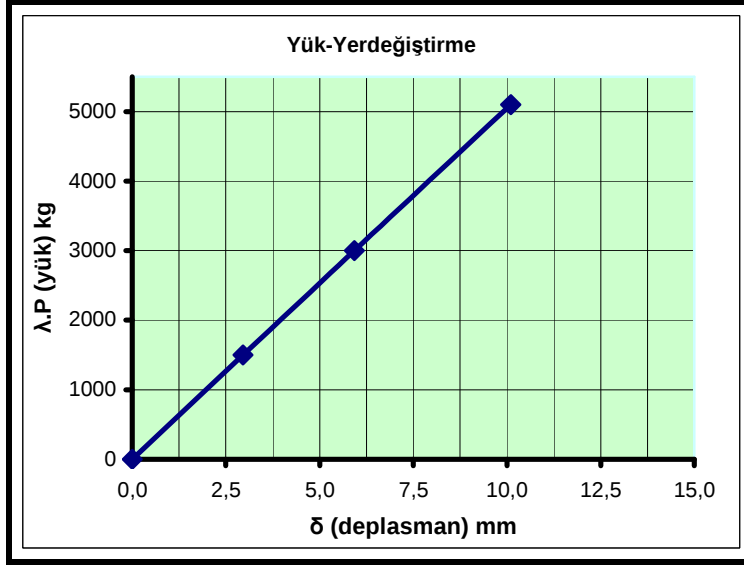
Elastik yatay rijitlik $K_e=P_e/\delta_e=5100\text{kg}/10,10 \text{ mm}=504,95\text{kg/mm}$

X yönündeki doğal periyot;

Çizelge 4.8. “f” modelinin fiktif deplasmanları

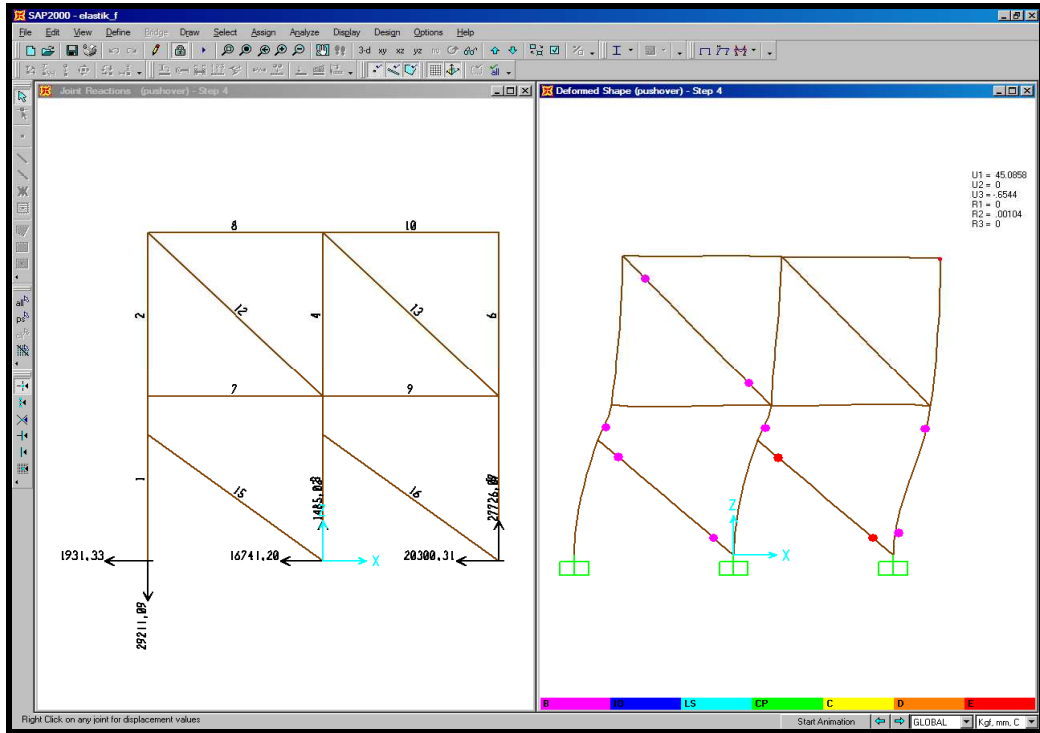
kat no	kat kütlesi (m_i)	fiktif yük (F_{fi})	fiktif deplasman (d_{fi})
1.kat	1340 kg	1 KN	0,074 mm
2.kat	1580 kg	1 KN	0,106 mm

$$T_x = 2\pi \cdot \left(\frac{1580 \cdot (0,106 \cdot 10^{-3})^2 + 1340 \cdot (0,074 \cdot 10^{-3})^2}{1000 \cdot (0,106 \cdot 10^{-3} + 0,074 \cdot 10^{-3})} \right)^{1/2} = 0,074 \text{ sn}$$

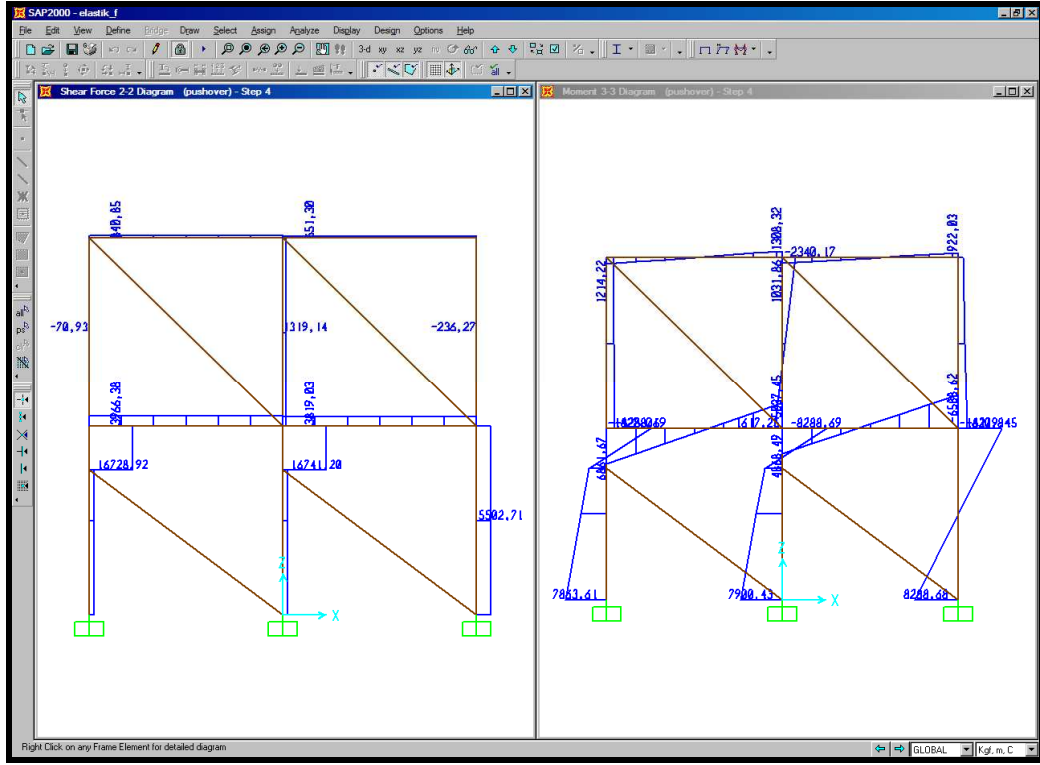


Şekil 4.57. “f” modelinin elastik yük-deplasman grafiği

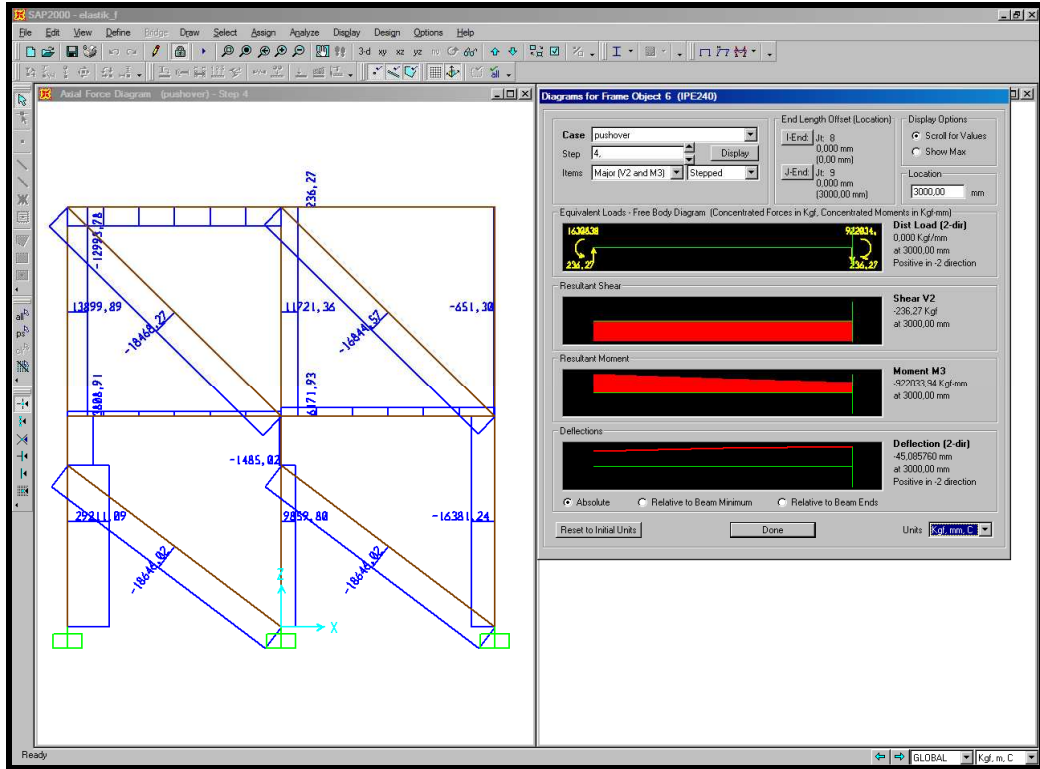
“f” Modeli elasto-plastik analiz



Şekil 4.58. “f” modeli göçme mekanizması ve göçme yükündeki yatay deplasmanı



Şekil 4.59. “f” modeli göçme yükünde kesme ve moment diagramları



Şekil 4.60. “f” modeli göçme yükünde axial yük diagramı ve 6.çubuk yükleri

$$\sum F_x = 0 \text{ şartından ;}$$

$$2P + P = 1931,33kg + 16741,20kg + 20300,31kg$$

$$3P = 38972,84kg \rightarrow P_g \cong 12991kg$$

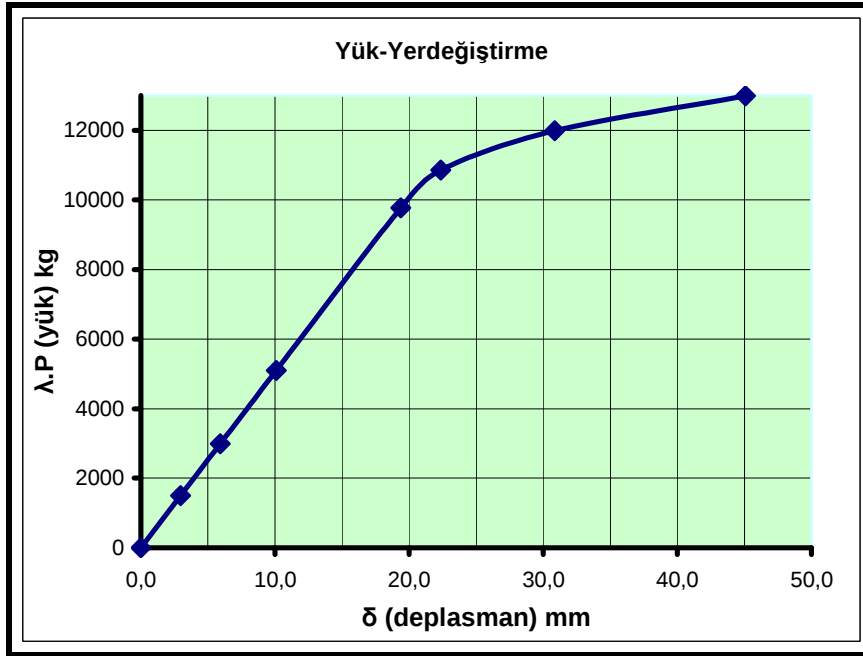
göçme yükü bulunur.

Maximum yatay deplasman $\delta_g = 45,08mm$

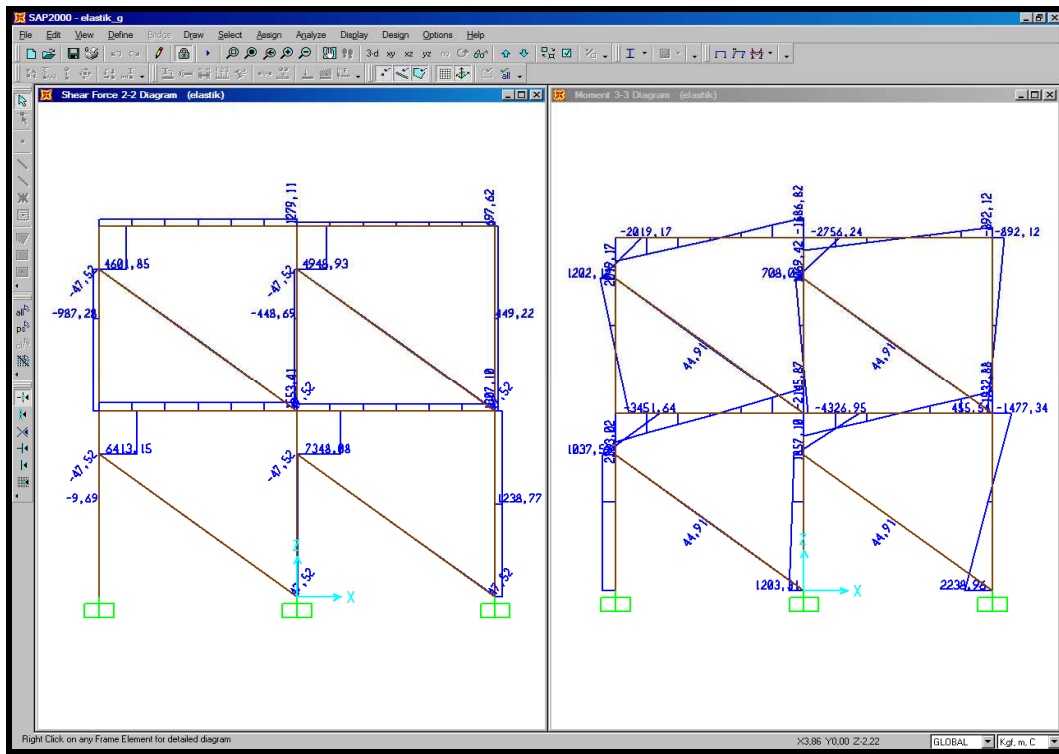
Maximum taban kesme kuvveti $V_T = 38972,83kg$

Tüketilen Enerji $\sum P \cdot \Delta l = W_g = 334573,72kgmm = 3345,74 \text{ joule}$

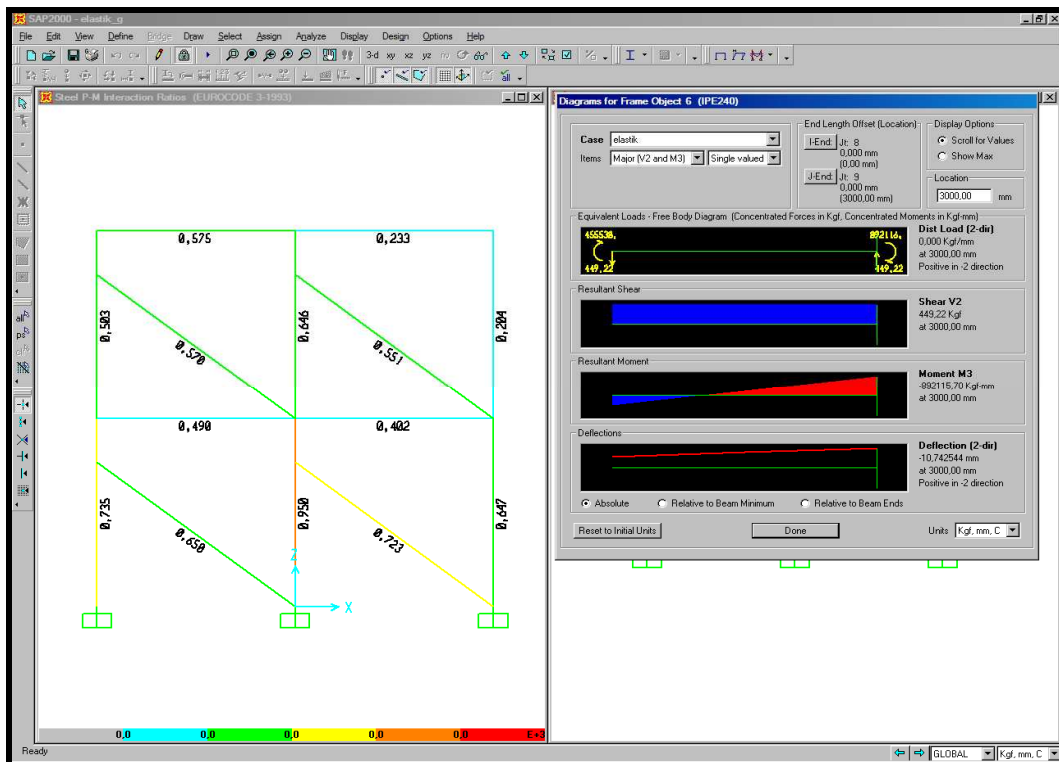
Süneklik $(\delta_p / \delta_e) = 45,08mm / 10,10mm = 4,46$



Şekil 4.61. “f” modelinin elasto-plastik yük-deplasman grafiği



Şekil 4.64. “g” modelinin elastik kesme ve moment diagramı



Şekil 4.65. “g” modeli elastik gerilme oranları ve 6. çubuğun uç kuvvetleri

$$\sum F_x = 0 \text{ şartından ;}$$

$$2P + P = -9,69kg + 6590,94kg + 8418,76kg \text{ elastik deformasyon yükü bulunur.}$$

$$3P = 15300,01kg \rightarrow P_e \cong 5000kg$$

Maximum yatay deplasman $\delta_e = 10,74 \text{ mm}$

Maximum taban kesme kuvveti $V_T = 15000kg$

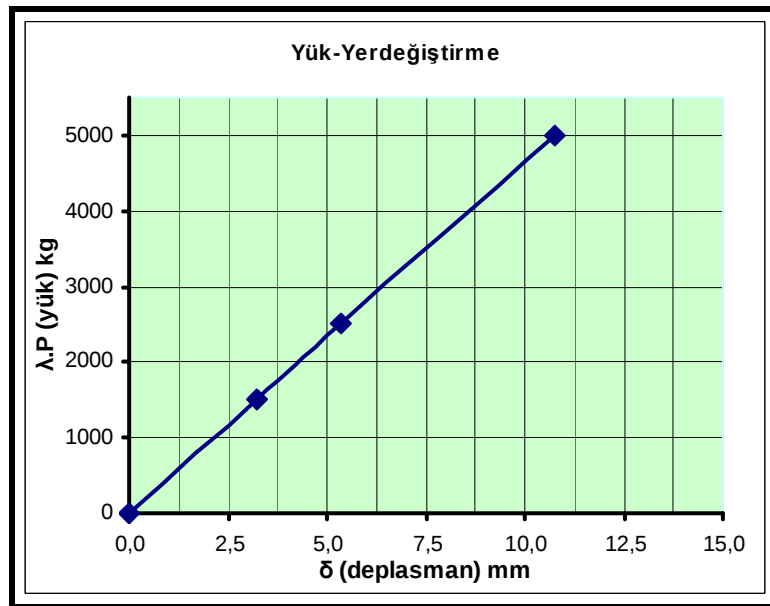
Elastik yatay rijitlik $K_e = P_e / \delta_e = 5000 / 10,74 = 465,55kg/mm$

X yönündeki doğal periyot;

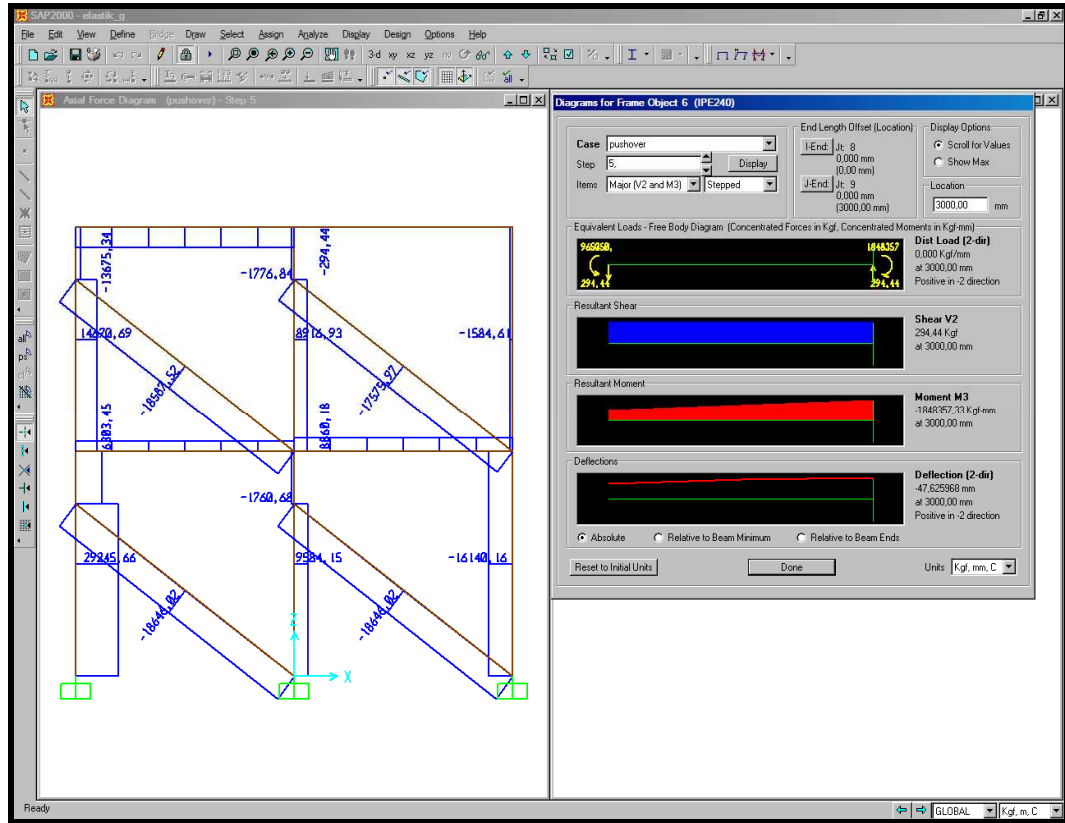
Çizelge 4.9. “g” modelinin fiktif deplasmanları

kat no	kat kütlesi (m_i)	fiktif yük (F_{fi})	fiktif deplasman (d_{fi})
1.kat	1340 kg	1 KN	0,081 mm
2.kat	1290 kg	1 KN	0,129 mm

$$T_x = 2\pi \cdot \left(\frac{1290 \cdot (0,129 \cdot 10^{-3})^2 + 1340 \cdot (0,081 \cdot 10^{-3})^2}{1000 \cdot (0,129 \cdot 10^{-3} + 0,081 \cdot 10^{-3})} \right)^{1/2} = 0,075sn$$



Şekil 4.66. “g” modelinin elastik yük-deplasman grafiği



Şekil 4.69. “g” modeli göçme yükündeki axial yük diagramı ve 6. çubuk yükleri

$$\sum F_x = 0 \text{ şartından ;}$$

$$2P + P = 1922,50kg + 16740,41kg + 20180,26kg$$

$$3P = 38843,17kg \rightarrow P_g \cong 12947,72kg$$

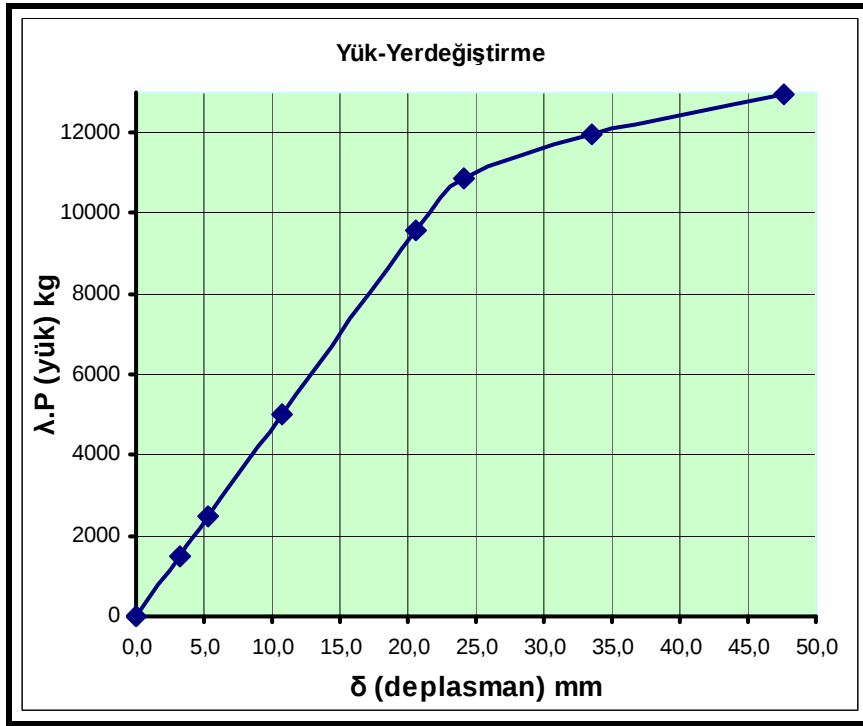
göçme yükü bulunur.

Maximum yatay deplasman $\delta_g = 47,62mm$

Maximum taban kesme kuvveti $V_T = 27331 kg$

Tüketilen Enerji $\sum P \cdot \Delta l = W_g = 348060,78kgmm = 3480,61 joule$

Süneklik $(\delta_p / \delta_e) = 47,62mm / 10,74mm = 4,43$



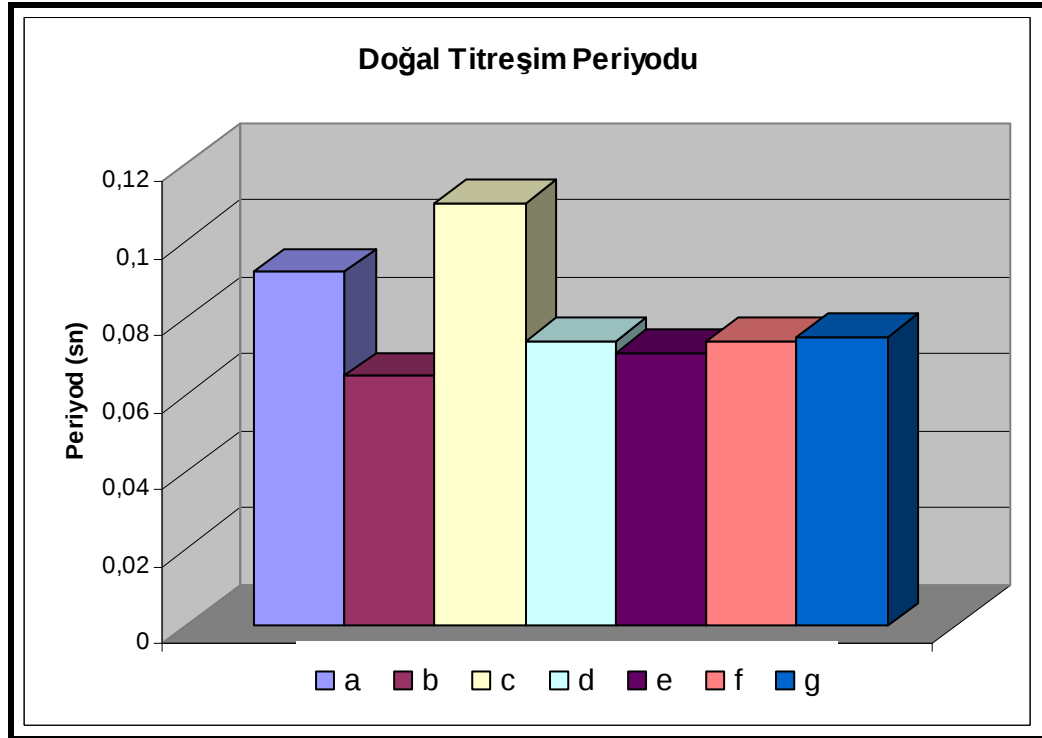
Şekil 4.70. “g” modelinin elasto-plastik yük-deplasman grafiği

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

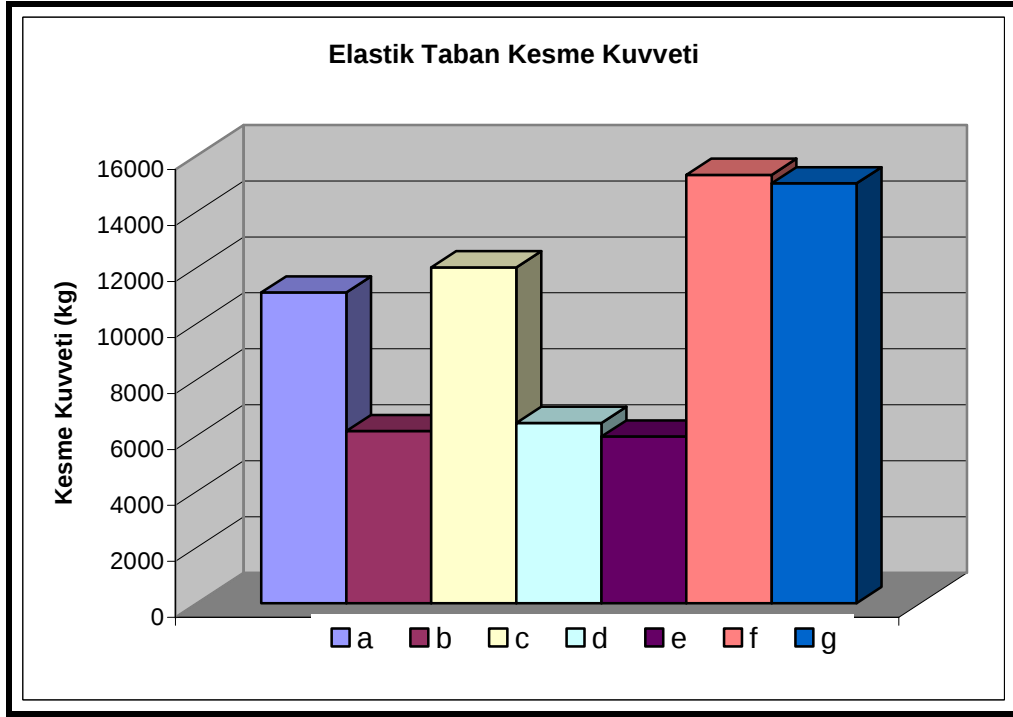
5.1. Sonuçların Karşılaştırılması

Çizelge 5.1. Çerçeve modellerinin elastik analiz sonuçları

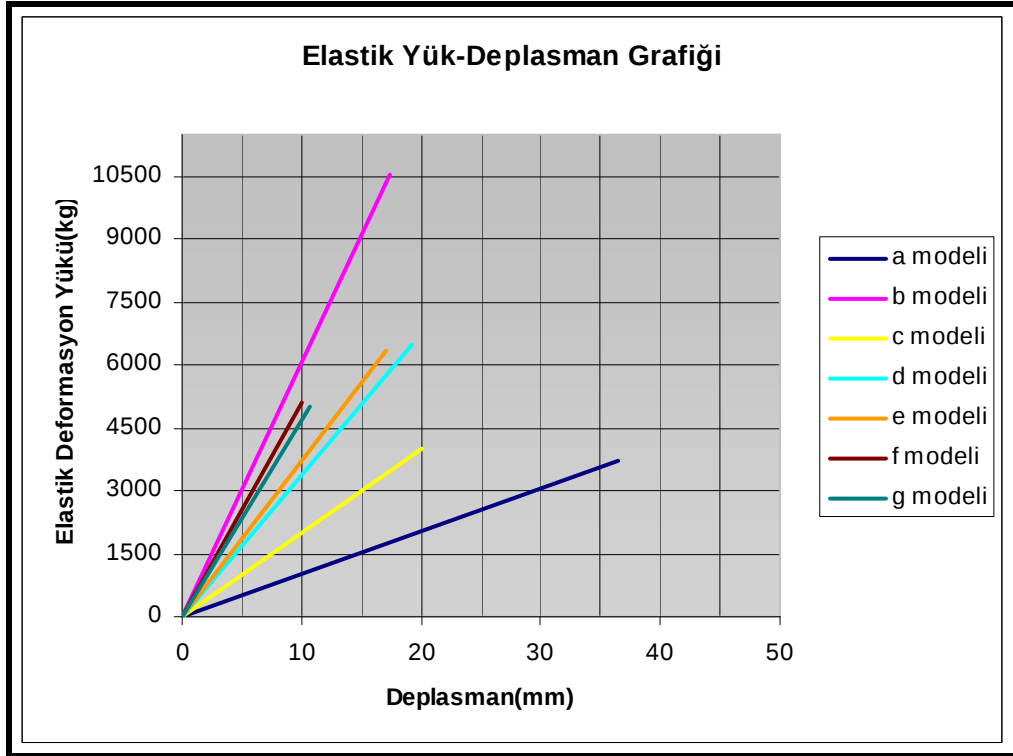
ELASTİK ANALİZ SONUÇLARI					
Çerçeve Modeli	Elastik Deformasyon Yüğü (P_e)	Max. Yatay Deplasman (δ_e)	Max. Taban Kesme Kuvveti (V_T)	Elastik Yatay Rijitlik (K_e)	X yönünde Doğal Titreşim Periyodu (T_x)
a	3700 kg	36,48 mm	11100 kg	101,42 kg/mm	0,092 sn
b	10540 kg	17,33 mm	6146 kg	608,19 kg/mm	0,065 sn
c	4000 kg	20,02 mm	12000 kg	199,80 kg/mm	0,110 sn
d	6500 kg	19,15 mm	6442 kg	339,42 kg/mm	0,074 sn
e	6350 kg	17,14 mm	5953 kg	370,47 kg/mm	0,071 sn
f	5100 kg	10,10 mm	15300 kg	504,95 kg/mm	0,074 sn
g	5000 kg	10,74 mm	15000 kg	465,55 kg/mm	0,075 sn



Şekil 5.1. Modellerin doğal titreşim periyodlarının karşılaştırılması



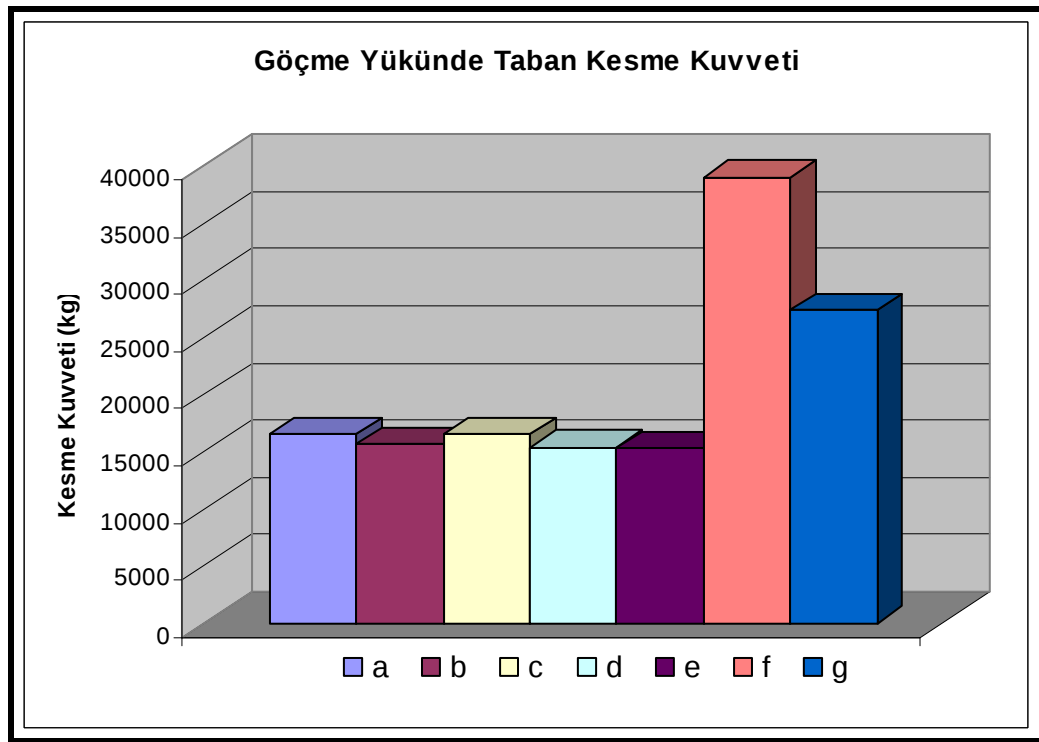
Şekil 5.2. Modellerin elastik analiz sonucunda taban kesme kuvvetleri



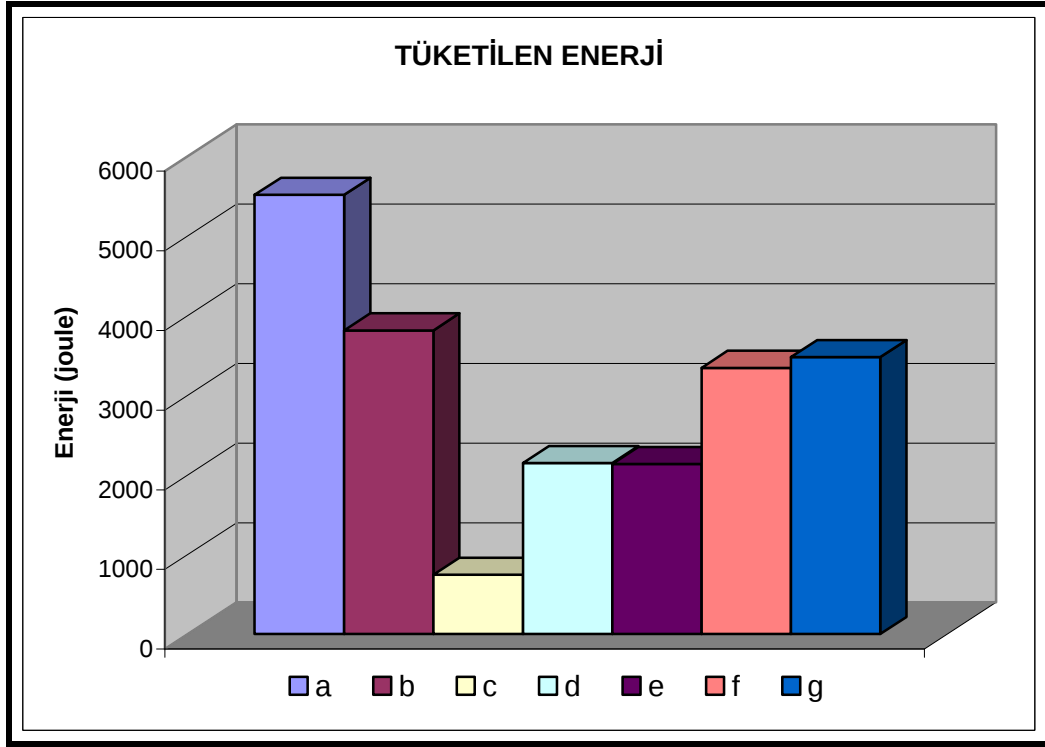
Şekil 5.3. Modellerin elastik analiz sonucunda elde edilen yük-deplasman grafiklerinin karşılaştırılması

Çizelge 5.2. Çerçeve modellerinin elasto-plastik analiz sonuçları

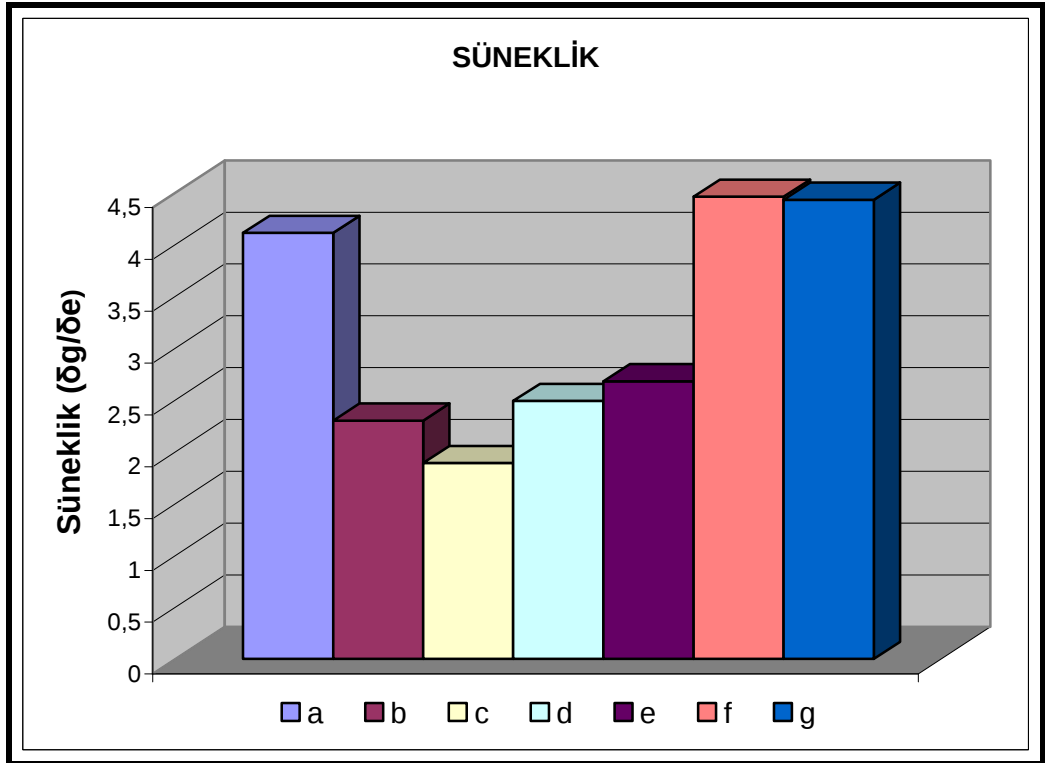
ELASTO-PLASTİK ANALİZ SONUÇLARI						
Çerçeve Modeli	Göçme Yüğü (P _g)	Max. Yatay Deplasman (δ _g)	Max. Taban Kesme Kuvveti (V _T)	Tüketilen Enerji (W _g)	P _g /P _e	Süneklik (δ _g /δ _e)
a	5515 kg	149,85 mm	16554 kg	5516,06 joule	1,49	4,11
b	14188 kg	39,91 mm	15692 kg	3815,87 joule	1,35	2,30
c	5519 kg	37,74 mm	16557 kg	743,45 joule	1,38	1,89
d	9563 kg	47,75 mm	15358 kg	2150,73 joule	1,47	2,49
e	9528 kg	45,92 mm	15256 kg	2137,65 joule	1,50	2,68
f	12991 kg	45,08 mm	38973 kg	3345,74 joule	2,55	4,46
g	12947 kg	47,62 mm	27331 kg	3480,61 joule	2,59	4,43



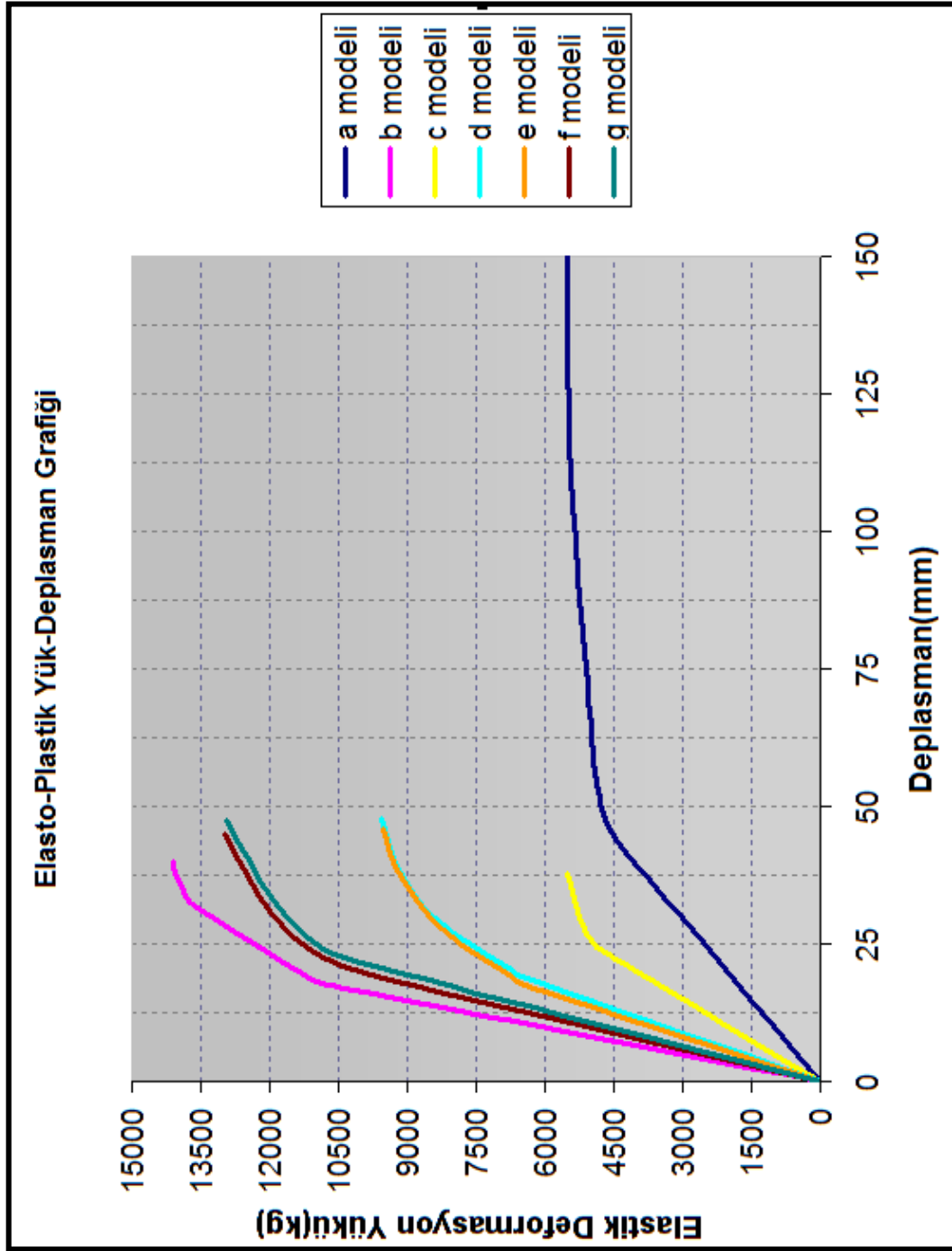
Şekil 5.4. Modellerin elasto-plastik analiz sonucunda taban kesme kuvvetleri



Şekil 5.5. Modellerin elasto-plastik analiz sonucunda tükettiği enerji



Şekil 5.6. Modellerin elasto-plastik analiz sonucunda süneklik karşılaştırılması



Şekil 5.7. Modellerin elasto-plastik analiz sonucunda yük-deplasman grafiklerinin karşılaştırılması

5.2. Sonuçların Değerlendirilmesi ve Öneriler

5.2.1. Değerlendirme

Çerçevelerin göçme yükü ile elastik deformasyon yükü arasındaki oranlara baktığımızda , boş çerçevede yaklaşık 1,5 iken “b,c,d” modellerinde bu oranın çok az düştüğü gözlenmektedir , “e” modelinde bu oran yine 1,5 olmaktadır. Tam Dolgulu duvarların elastik sınır yükünü artırdığı , göçme yükü ile aralarındaki oranı azalttığı gözlemlenmektedir.Boş çerçeveye göre oldukça rijit hala geldiği gözlemlenmektedir. “f” ve “g” modelleri ise kısmi dolgulu olmaları sebebi ile elastik sınır yükünü fazla artıramıştır. P_g/P_e oranı 2 nin üstüne çıkmıştır.Çünkü kısmi dolgulu olmaları sebebi ile kısa kolon etkisi oluşup kesme kuvvetini artırdığından elastik sınır yükünü diğer modellere göre düşürmüştür.Göçme yükünü ise aynı oranda etkilememiş 12991 kg ve 12947 kg kadar çıkmasına sebep olmuştur.Yani bir anlamda kısmi duvarlar doğrusal olmayan analizde daha etkili olmuştur.

Doğal titreşim periyodlarına baktığımızda en düşük değer “b” modelinde görülür.Çünkü tüm açıklıklar dolgu duvar ile örülüdür.En büyük periyod sırası ile “c,g” ve “f” dir.”c” modelinde yumuşak kat olması sebebi ile doğal periyod en büyük çıkmıştır.Periyodun büyümesi spektral ivme katsayısının büyümesine sebep olur.İvme katsayısının büyümesi ise taban kesme kuvvetinin büyümesine sebep olur. Nitekim , taban kesme kuvvetinin en büyük olduğu çerçeve “c,g, ve f” dir.”g” ve “f” modellerinin doğal periyodu “c” den düşük olduğu halde taban kesme kuvvetinin büyük çıkmasının sebebi kısmi dolgu duvar kullanımından dolayı kısa kolon etkisi gerçekleşmesindendir.Tam dolgulu çerçevelerde periyod yükseldikçe , taban kesme kuvvetide buna bağlı olarak belirli bir oranda artmıştır.(b,c,d,e)

Dolgu duvar kullanılması elastik deformasyon yükünde , boş çerçeveye göre “b” modelinde 2,85 kat, “c” modelinde 1,08 kat (*yumuşak kat olmasından dolayı*) “d” modelinde 1,76 kat , “e” modelinde 1,71 kat (*asimetrik düzenleme*) “f” ve “g” modellerinde sırasıyla 1,38 ve 1,35 kat (*kısmi dolgulu*) artışa sebep olmuştur.

Göçme yükünde ise boş çerçeveye göre “b” modelinde 2,57 kat , “c” modelinde 1,0007 kat , 1 kat kabul edilebilir.(*yumuşak kat*) “d” modelinde 1,73 kat , “e” modelinde 1,72 kat (*asimetrik düzenleme*) “f” ve “g” modellerinde sırası ile 2,35 ve 2,34 kat (kısmi dolgulu) artışa sebep olmuştur.

“b,c,d,e” modellerindeki elastik ve göçme yüklerindeki artış oranları birbirine çok yakındır. “f” ve “g” modellerindeki bu farklılığın sebebi kısmi dolgu duvarın elastik sınır yüküne çok fazla katkıda bulunmamasıdır. Diğer bir yandan göçme yükünün daha yüksek oranda katkıda bulunmuştur. “f” modelinin sadece alt katı kısmi dolgudur, “d” modelinin ise yarısı tam dolgu duvar yarısı boş çerçevedir.Bu durumda dahi doğal periyodları aynı çıkmıştır.Bunun yanında “f” modelindeki taban kesme kuvvetinin büyüklüğüne bakacak olursak , kısmi dolgulu duvarlar , yapı için olumsuz sürpriz bölgeler diyebiliriz.

Elastik olarak en yüksek rijit çerçeve 'b' iken en düşük rijitliğe sahip olan 'c' (*yumuşak kat*) modelidir. Cephede yatay eksene göre simetrik düzenlemelerde rijitlik düşerken (*d modeli*) diyagonal eksene göre simetrik (*yatay ve dikeye göre asimetrik olan*) olan düzenlemelerde rijitlik yükselmektedir.Buna karşılık yatay ve diyagonal simetrik düzenlemelerde doğal titreşim periyodu düşmekte , dikey simetrik düzenleme olan “c” modelinde ise yükselmektedir.

Göçme yükünün tespitinde doğrusal olmayan analiz yapıldığından rijitlik ve doğal periyot faktörlerine göre değerlendirme yapamayız. Göçme yükünde , deplasman , tüketilen enerji ve süneklik gibi değerlerle karşılaştırma yapmamız doğru olur. Diyagonal eksene göre simetrik dolgu duvar düzenlemesi (*e modeli*) , yatay simetriye göre (*d modeli*) daha az deplasman yapmıştır.(*bir anlamada boş bir cepheyi boydan boya çapraz gergilerle bağlamak gibi etki yapmaktadır.*) “e” modelinin enerji tüketimi , “d” modelinden daha azdır.Fakat “e” modeli “d” ye göre daha sünektir. Yine “f” ve “g” modelleri arasında alt ve üst kat düzenleme farklılıkları (*tamamı kısmi ve sadece alt kat kısmi dolgulu olması gibi*) olması sebebi ile aralarında enerji tüketimi farklıdır.Asimetrik olan düzenleme “f” modelinin daha

sünek olduğunu söyleyebiliriz. En sünek model “f” ve “g” modeli olmasına karşın “c” modeli en az enerji tüketimi ile en gevrek yapıya sahiptir. Bir kez daha yumuşak katın dezavantajını görmekteyiz. Dolgu duvarlar çerçevelerin göçme yünü artırırken , enerji tüketiminide azaltmakta, fakat bant pencereci çelik çerçevelerde , diğer modellere göre süneklik artmaktadır. “a” modeli “g” ve “f” ye göre en fazla enerji tüketmesine karşılık , sünekliği “g” ve “f” den azdır. Bunun sebebid e “g” ve “f” nin elastik deformasyon yerdeğıştirmesinin “a” ya göre çok az olmasından kaynaklanmaktadır.

Taban kesme kuvveti, kısmi dolgulu dolgulu duvarın kısa kolon etkisi yapması sebebi ile artmaktadır. Kolon üzerindeki momentin boşluk yüksekliğine bölünmesi ile çıkan kesme kuvvetinin büyüklüğünü görmemiz yeterlidir. Bu değerin (taban kesme kuvvetinin) en yüksek olduğu model “f” modeli olup , yine üst katı tam dolgulu, alt katı kısmi dolguludur. Alt ve üst kattaki asimetrik düzenleme kesme kuvvetinin simetrik kısmi düzenlemeye göre daha yüksek çıkmasına sebep olmuştur. Yumuşak katta bile bu derece yüksek bir taban kesme kuvveti çıkmamıştır. (*elastik $V_t=15300$ kg plastik $V_t=38973$ kg*) Burada kısa kolon etkisinin yumuşak kat etkilerinde daha fazla önem arz ettiğı ve çoğı kez kaçınılmaz bu probleme uygun çözümler bulunması gerektiğini vurgulamaktayız.

5.2.2. Öneriler ve yorumlar

Dolgu duvarları modellemek için eşdeğer basınç çubuğı genişliği mertebesinin ne olması gerektiğı çeşitli araştırmacılar tarafından konu edilmiştir. Bu değ er bazı araştırmacılar tarafından diagonal boyunun veya kat yüksekliğinin belirli bir oranı olarak alınması tavsiye edilmiştir. Diğer bazı araştırmacılar ise malzemeye, kolon ve duvar geometrisine bağı olarak genişlik değeri vermiştir. Bu çalışmada, dolgu duvarlar gerek yük olarak, gerekse değışik yerleşim biçimleri için taşıyıcı eleman olarak alınmış ve çelik çerçeve davranışı incelenmiştir. Yapılan çözümler dolgu duvarların çerçeve yapıların yanal davranışını büyük ölçüde değıştirdiğini ortaya koymuştur. Dolgu duvarlar çerçeve rijitliğini artırdığı için yapı periyodu ve yanal yer

değiştirmeler de rijitliğe bağlı olarak azalmaktadır. Yer değiştirmelerin azalmasıyla kesit tesirlerinin azalması gibi olumlu katkılarının olmasına karşın düzensiz yerleştirilme biçimlerine bağlı olarak yumuşak kat oluşması ve kısmi dolgu duvarların kısa kolon gibi olumsuz etkileri de mevcuttur. Duvarların diyagonal ve yatay (*zemin eksen*i) yerleştirildiği dolgulu çerçevelerde yapı periyodu boş çerçeveye göre yaklaşık %30 azalmaktadır. Yapı rijitliğindeki bu artış sebebiyle yapının taşıma kapasitesi de büyük ölçüde artmaktadır. Dolgu duvarlarının da yanal kuvveti taşımasından dolayı kolon ve kirişlerin kesit tesirleri de oldukça azalmaktadır.

Özellikle alt katı dolgunsuz, yumuşak kat olan çerçevelerde, üst katta bulunan dolgu duvarlardan dolayı yapı rijitliğindeki artışa bağlı olarak yapı periyodu da azalmaktadır. Yapılan incelemelerde, yumuşak katlı çerçeveye gelen taban kesme kuvvetlerinin dolgu duvarsız çerçeveye gelen taban kesme kuvvetinden daha fazla olduğu görölmektedir.

Çerçeve davranışını etkileyen en önemli faktörlerden biri de duvarların cephede düzensiz yerleşiminden dolayı yapı rijitlik dağılımında meydana gelen düzensizliktir. Bu düzensizlikten dolayı çerçevedeki doğal periyod değerleri değişmektedir. Sonuç olarak; dolgu duvarların çerçevenin dinamik özelliklerini değiştirdiği, yerleştirilme biçimlerine bağlı olarak çerçeve elemanlarının beklenenden daha büyük yanal kuvvetleri çekmesine neden olabileceği söylenebilir. Bu nedenle dolgu duvarların etkilerini ihmal eden çözüm yöntemleri, bazı elemanların daha güvensiz boyutlandırılmış olması sonucunu doğurabilir.

Yapılan çalışmalar sonucunda dolgu duvarların çerçeve yatay yük taşıma kapasitesine olumlu etkisi olduğu, ancak bu olumlu etkinin dolgu duvarın malzeme, işçilik, çerçeve içerisindeki yerleşimi, boşluk oranı ,temas yüzeylerinin sıklığı v.b. birçok faktöre bağlı olarak artan ve azalan şekilde değiştiği söylenebilir.

Yatay yük taşıma kapasitesinin bu denli fazla değişkene bağlı olması ve bu değişkenlerden bazıları konusunda analitik sonuçlar elde etmenin de güçlüğü düşünüldüğünde tasarım aşamasında dolgu duvarların olumlu etkisinin dikkate alınması, için pratik kesin bir yöntemin olduğu söylenemez, henüz bu konuda çalışmalar devam etmektedir.

Ancak, dolgu duvarların yapı içerisindeki fonksiyon ve yerleşimlerinin tasarım aşamasında genel olarak gözden geçirilmesi ve kısa kolon , yumuşak kat ve cephe tasarımında düzensiz kompozisyonların olumsuz etkilerinin değerlendirilmesi açısından dolgu duvarların etkilerinin dikkate alınması, yapının, sadece tasarım aşamasında değil kullanım halinde de tasarımcının öngördüğü biçime yaklaşık davranış sergilemesine fayda sağlayabilecektir.

KAYNAKLAR

1. Kızıloglu, M.Y., "Deprem Etkisi Altında Dolgu Duvarların Betonarme Çerçeve Yapılar Üzerindeki Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, **Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 29-45 (2006)
2. Benjamin, C.S. and Williams, H.A., "The Behaviour of One-Story Reinforced Concrete Shear Walls Proceedings" **A.S.C.E.** 83:32-39 (1957)
3. Standford, Smith. B., "Lateral Stiffness of Infilled Frames", **Journal of the Structural Division** , **A.S.C.E.**, 88(12): 183-199 (1962)
4. Eurocode8: "European Standard Norme Design of Structures for Earthquake Resistance", **Part: 3 Assessment and Retrofitting of Buildings**, 1-102 (2004).
5. Klinger R. E., Bertero V.V., , "Earthquake Resistance of Infilled Frames" **Journal of The Structural Division**, 104 (1978)
6. Bertero V. V., Brokken S. T., "Studies on Effects of Infiils in Seismic Resistant Reinforced Concrete Construction", **UBC/EERC-81/12, Barthquake Eng REsearch Center**, University of Califomia Berkeley (1981)
7. Bertero V , Brokken S. T. , "Infills in Seismic Resistant Building", **ASCE Journal of Structural Engineering**, 109:1337-1361 (1983)
8. Page A., "A Finite Element Model for Masonry", **ASCE Journal of Structural Engineering**, 109 (1983)
9. Dawe J. L., Yong T.C., "ExpeiimentalInvestigationon the ShearResistanceof Masonry Panels", **7th International Biick Masonry Conference** , Australia (1985)
10. Govindan P. , "Ductility of Infilled Frames", **Proc. ACI**, 567-576 (1986)
11. Dukuze A, Seah C. K., "Out-of-Plane Resistance of Concrete Masonry Infilled Panels", **Canadian Journal of Civil Engineeining**, 16: 854-864 (1989)
12. Ghanem G., "Effect of Axial Compression on the Behaviour of Partially Reinforced Masonry Shear Walls" **The Sixth North American Masonry Conference**, Pennsylvania (1993)
13. Mander J. B , Nair B , Wotjtkowski K, Ma J., "An experimental Study on the Seismic Performance Brick-Infilled Steel Frames With and Without Retrofit", , **National Center for Earthquake Engineering**, Research Technical Report: NCEER-93-0001, State University of New York at Buffalo, USA (1993)

14. Negro R., Colombo A., "Irregularities Induced by Nonstructural Masonry Panels in Framed Structures", ***Journal of Structural Engineering***, 19 (1997)
15. Mehrabi A. B., Shing P. B., "Finite Element Modelling of Masonry Infilled R/C Frames", ***Journal of Structural Engineering***, 5 (10) (1997)
16. Mosalam K. M., White R. N., Gergeley P., "Static Response of Infilled Frames Using Quasi-Static Experimentation", ***Journal of Structural Engineering, ASCE***, 123(11): 462-469 (1997)
17. Dukuze A., Dawe J. L., "Assesment of Diogonal and Racking Loading of RC Infilled Frames", ***Proceedings of the 8 th Canadian Masonry Symposium***, Jasper, Alberta, 385-397 (1998)
18. Ersoy U., Uzsoy Ş., Aktan E., "Dolgulu Çerçevelerin Davranışı Ve Mukavemeti", ***TÜBİTAK, Proje MAG-205***, Ankara (1971)
19. Karabay M., "Dolgu Duvarların Betonarme Çerçevelerin Davranışı ve Dayanımı Üzerindeki Etkileri", ***Yüksek Lisans Tezi GÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü***, Ankara (1989)
20. Ersoy U., Altın S., Tankut T., "Betonarme Dolgulu Çerçevelerin Dayanım Ve Davranışı Deneyisel Bir Araştırma", ***Türkiye İnşaat Mühendisliği X. Teknik Kongre Bildiriler Kitabı***, 2:609-626 (1989)
21. Gülkan P., Wasti S.T., "Dolgulu Çerçeve İlişkisi İçin Analitik Model", ***Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni***, 1(4) (1974)
22. Şimşek A., "Tuğla Duvarların. Taşıma Gücüne Donatı Etkisinin Deneyisel İncelenmesi", ***MSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*** (1993)
23. Budak A., "Dolgu Duvarlı Çerçevelerin Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Malzeme Bakımından Doğrusal Olmayan Hesabı", ***Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü***, Trabzon (1997)
24. Yalçın E., "Dolgu Duvarların ve Konumlarının Çok Katlı Betonarme Yapıların Deprem Kuvvetleri Altındaki Davranışına Etkileri", ***Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enst.***, İstanbul (1999)
25. Tüzün, C., "Dolgu Duvarlı Betonarme Çerçeve Sistemlerin Dinamik Analizi", Yüksek Lisans Tezi, ***Dokuz Eylül Ün., Fen Bilimleri Enstitüsü***, İzmir (1999)
26. Alakoç A., "Gazbeton blokların ve Duvarların Yapısal Davranışının Deneyisel Olarak incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, ***ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü***, Ankara (1999)

27. Gülkan P., Wasti, S. T., "Çerçeve-dolgu etkileşmesi: Lineer olmayan bir irdeleme.", *Türkiye İnşaat Mühendisliği XII. Teknik Kongresi*, Ankara, 39-52 (1993)
28. Tekin M., Alsancak E., "Betonarme çerçevelerde dolgu duvar etkisinin incelenmesi.", *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 3(1): 95-104 (2007)
29. Bayülke, N., "Betonarme yapının dolgu duvarı", *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 426:85-98 (2003)
30. Sayın B., Kaplan S. A., "Deprem etkisi altındaki betonarme yapılarda dolgu duvarların modellenme teknikleri", *Deprem Sempozyumu*, Kocaeli, 474-480 (2005)
31. Deren H., Uzgider E., "Çelik Yapılar", *Çağlayan Kitapevi*, İstanbul, 46-49 (2003)
32. Yardımcı N., "Çelik Yapıların Tasarımı ve Tasarım Yöntemleri", T.M.H., sayı:435, *Türkiye Müh.Haberleri*, İstanbul, 1-10 (2005)
33. TS 648, "Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları", *Türk Standartları Enstitüsü*, 4-39, Ankara (1980)
34. Damcı E., "Uzay Çerçeve Sistemlerin Elastik-Plastik Analizi", *Yüksek Lisans Tezi, İÜ. Fen Bilimleri Enst.*, 1-5, İstanbul (2002)
35. Özer E., "Doğrusal Olmayan Hesaba Giriş", *İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fak. Yayınları*, 1-11 (2007)
36. Çakıroğlu A., Özer E., "Malzeme ve Geometri Değişimi Bakımından Lineer Olmayan Sistemler", *İTÜ yayınları*, 1168:1-40, İstanbul (1980)
37. Arda S. T., Uzgider E., "Çelik Yapılarda Taşıma Gücü", *İTÜ yayınları*, 1326: 11-17, İstanbul (1986)
38. Bağcı M., Demir A., Şeker S., "Düzlemsel Çelik Çerçevelerin Doğrusal Olmayan Analizi", *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2):201-210, Manisa (2008)
39. Korkmaz A., Uçar T., "Betonarme binaların deprem davranışında dolgu duvar etkisinin incelenmesi", *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(1): 101-108 (2006)
40. Kaltakçı M. Y., Arslan M. H., "Taşıyıcı olmayan dolgu duvarların yapı davranış katsayısına olan etkisinin incelenmesi", *Deprem Sempozyumu*, Kocaeli, 598-605 (2005)

41. Kaltakçı M. Y., Köken A., Arslan M. H., "Çok katlı ve çok açıklıklı dolgu duvarlı çelik çerçevelerin tersinir-tekrarlanır yatay yükler altındaki davranışının lineer olmayan hesabı", **2. Ulusal Çelik Yapılar Sempozyumu**, Eskişehir, 1-12 (2007)
42. Kargı Y., "Perde Etkisi Oluşturan Bölme Duvarlar", **Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enst**, İstanbul, 3-62 (1999)
43. Ersoy U., Tankut T., "Hysteretic Response of RC Infilled Frames", **ASCE Journal of Structural Eng**, 118(8) (1992)
44. Erkaya A., "Betonarme Çerçeve Yapılarda Dolgu Duvarların Deprem Davranışına Etkisi", **Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 3-84 (1996)
45. Bayülke N., "Depremlerde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi", **İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi**, 6-257, İzmir (1999)
46. Bayülke N., "Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yığma Yapı Tasarımı", **İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi**, İzmir (1998)
47. Zarnic T., "Experimental Study of Methods of Repair and Strengthening of Masonry Infilled RC Frames", **8th European Conference on Earthquake Eng.**, Lisbon (1986)
48. Erdem C., "Tuğla Dolgu Duvarlı Çerçevelerin Yanal Yükler Altında Nümerik Analizi", **Yüksek Lisans Tezi, Gazi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 2-4 (1998)
49. Bağcı M., "Yatay yüklere maruz dolgulu çerçevelerin sonlu elemanlar yöntemiyle analizi", **Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Manisa (1996)
50. Smith B.S., Carter, C., "A Method of Analysis for Infilled Frames", **Institution of Civil Engineers (ICE)**, 44:31-48 (1969)
51. Liauw T. C., Kwan K. H., "Unified Plastic Analysis of Infilled Frames", **ASCE Journal Of Srtuctural Division**, 3(7) (1985)
52. Sözen M., "Structural Damage Caused by the Skopje Earthquake of 1963" **A report to the Committe on Masonry and RC of the ASCE and ACI**, University of Illinois, USA (1964)
53. Başer A. R., "Çerçeve Dolgularının Yapı Rijitliğine Etkilerinin Fiktif Diyagonallerle Açıklanması", **Yüksek Lisans Tezi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul (1999)

54. Holmes M., "Steel Frame with Brickwork and Concrete Infilling" *Institution of Civil Engineers (ICE)*, 19:473-378 (1961)
55. Stafford B.S., "Methods of Predicting the Lateral Stiffness and Strength of Multistory Infilled Frames" , *Building Science* , 2:247-257 (1967)
56. Stafford Smith "Model Test Results of Vertical and Horizontal Loading of Infilled Frames", *ACI Journal*, 150-172 (1968)
57. Hendry A., "Structural Brickwork", *Macmillan*, London, UK (1981)
58. Zarnic R., Tomazevic M., "An Experimentally Obtained Method for Evaluation of the Behavior of Masonry Infilled R/C Frames" *Prefrences for Data Base of Confined Masonry Walls Proceeding of 9 WCEE* (1995)
59. Liauw T.C., Kwan K. H., "Plastic Theory of Non-Integral Infilled Frames", *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 2(75):379-396 (1983)
60. Hakam Z. H. R., "Retrofit of Hollow Concrete Masonry Infilled Steel Frames Using Glass Fiber Reinforced Plastic Laminates", *Doktora Tezi, Drexel University*, USA (2000)
61. Saneinejad A., Hobbs B., "Inelastic Design of Infilled Frames", *J. Structural Eng., ASCE*, 121:634-650 (1995)
62. Axley J. W. , Bertero V.V. , " Infill Panels: Their Influence on Seismic Response of Building" , *Earthquake Engineering Research Center Report No: EERC* , 28-79 , California (1979)
63. Korkmaz H. H., "Bant Pencereleli Dolgu Duvarlı Çelik Çerçevelerin Tersinir Tekrarlanır Yükler Altındaki Davranışının İncelenmesi" *Doktora Tezi ,S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü* , 85-86 (2004)
64. Celep Z., "Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme", *Beta Dağıtım* , İstanbul, 60-62 (2008)
65. Mainstone R.J., "On the Stiffness and Strength of Infilled Frames", *Proc.Int. Civil Eng.*, 57-90 (1971)
66. FEMA 356, "Presentandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings", *Federal Emergency Management Agency*, 300-308, Washington (2000)
67. Holmes M., "Combined Loading on Infilled Frames", *Institution of Civil Eng.* 25:31-38 (1963)

68. Liauw T.C, Lee S. W., "On the Behaviour and the Analysis of Multistorey Infilled Frames Subjected to Lateral Loading", ***Proc. Instn. Civ. Eng.***, 2(63):641-656 (1977)
69. Combescure D., "These pour l'obtention du Grade Docteur", Lyon , 63-78 (1996)

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KAYMAK, Fırat
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 27.12.1969 Üsküdar
Medeni hali : Evli , 1 çocuk
Telefon : 0 (506) 476 66 46
e-mail : firat kaymak@ttmail.com.

Eğitim ve İş Deneyimi

İlk , Orta ve Lise eğitimini Ankara ilinde tamamladıktan sonra Ocak 1994 yılında Gazi Üniversitesi Müh.Mim.Fak. Mimarlık Bölümünden Mezun oldu. 1995-1996 yılları arasında Askerliğini İzmit Askerlik Dairesi Başkanlığında İnşaat Subayı olarak yaptı. Askerden sonra profesyonel meslek yaşantısına özel inşaat sektöründe başladı. Profesyonel meslek yaşantısına devam ederken Gazi Üniversitesi Müh.Mim.Fak. Mimarlık Anabilim dalında , "*Yapı programında*" yüksek lisans eğitimine başladı. 1996 yılından bu yana özel sektörde çelik konstrüksiyon ve betonarme yapıların strüktürel tasarımı ve statik hesapları konusunda hizmet vermektedir.

Yabancı Dil

İngilizce

İlgi Alanları

Yapıların 3 boyutlu ve 2 boyutlu strüktürel analizleri , yapı mekaniği , yapı statiği, calculus , yapısal analizlerle ilgili bilgisayar algoritmaları geliştirmek, taşıyıcı sistemi mimari bir unsur olarak kullanmak ve mekanla bütünleştirmek