

## DEPREM HESAPLARI

Deprem hesabı eşdeğer deprem yükü yöntemine (Deprem Yönetmeliği Madde 2.7.1, DBYBHY-2007) göre yapılacaktır.

Söz konusu deprem doğrultusunda, binanın tabanına (binanın tümüne) etkileyen toplam eşdeğer deprem yükü,  $V_t$

$$V_t = \frac{WA(T1)}{Ra(T1)} \geq 0.10 A_o I W$$

$$w_i = g_i + n q_i$$

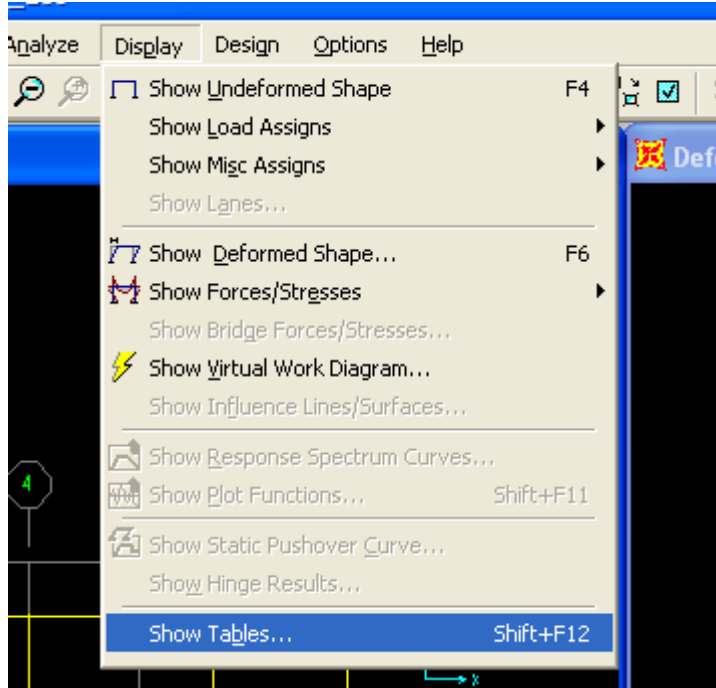
$$W = G + n * Q$$

$$W = \sum_{i=1}^N w_i$$

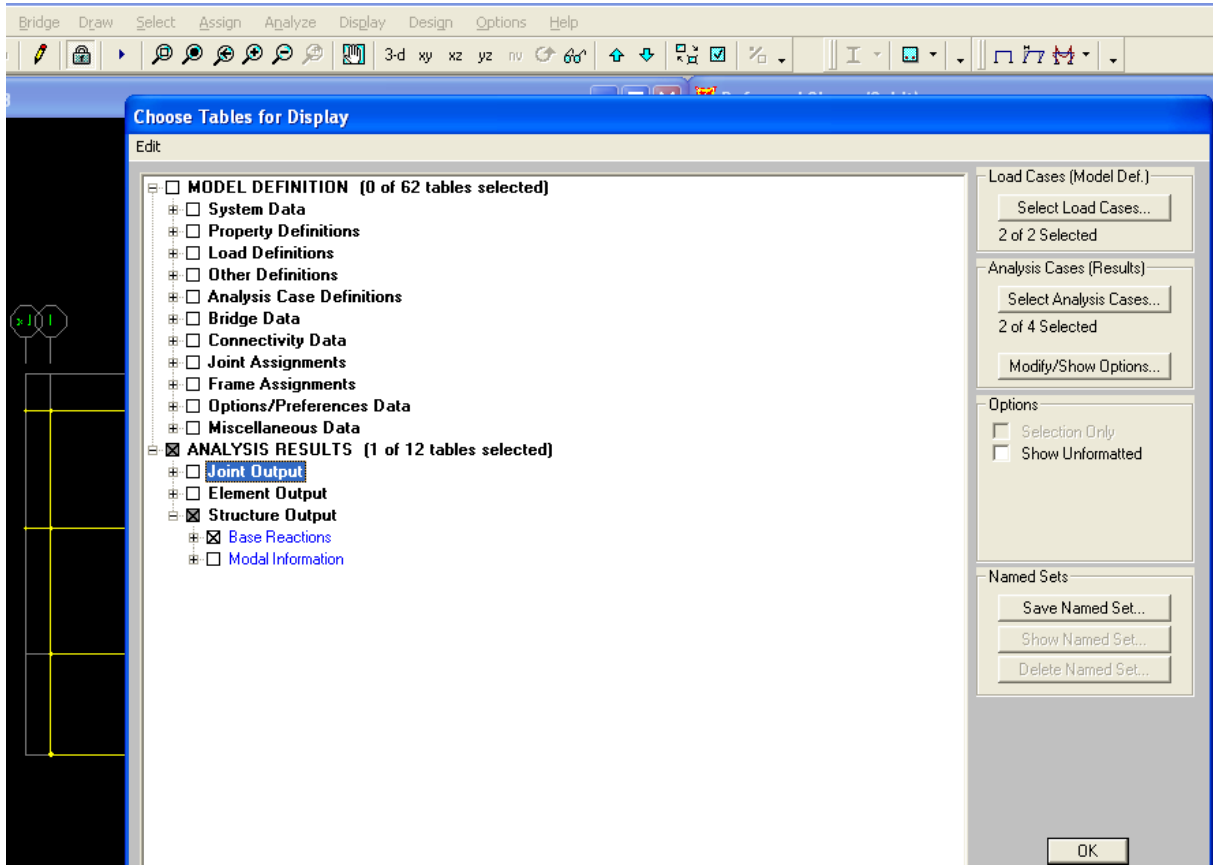
$w_i$ ; her kata gelen ölü ve hareketli ( $g_i$ ,  $q_i$ ) yükler (kiriş, kolon döşeme, duvar, vs. ağırlıkları ve döşemeye etkileyen hareketli yükler) dikkate alınarak elle hesaplanabileceği gibi, SAP modelimizi kullanarak aşağıdaki şekilde de hesaplanabilir;

### Binanın Ağırlığının (G, Q, w, W) Hesaplanması

SAP modelimizi girilen düşey yükler için Analizi yaptıktan sonra, Aşağıda gösterildiği gibi *Display* den *Show Tables* a tıklayın



Çıkan "Choose Tables for Display" penceresinden aşağıda gösterilen kutucukları işaretleyin. Ardında OK butonuna basın.



OK butonuna bastıktan sonra karşınıza aşığıda gösterilen pencere çıkacaktır.

Base Reactions									
File View Options Format									
Units: As Noted									
Base Reactions									
	OutputCase Text	CaseType Text	GlobalFX KN	GlobalFY KN	GlobalFZ KN	GlobalMX KN-m	GlobalMY KN-m	GlobalMZ KN-m	GlobalK m
▶	Sabit	LinStatic	2,087E-14	-1,144E-13	1866,308	-9813,0673	21095,4428	000000000137	0
	HAREKETL	LinStatic	1,271E-14	-3,703E-14	607,114	-3141,4203	6971,9193	0000000000416	0

Bu pencereden (Base Reactions) Tanımlı yükler için tabanda oluşan reaksiyon kuvvetlerini okuyabiliriz. Bu pencereden Sabit yük için (G) toplam reaksiyonu (aynı zamanda binanın toplam ölü ağırlığı) GlobalFZ sütunundan 1866,308,154 kN olarak, hareket yük (Q) 607,14 kN olarak okunur.

Her kata eşit yük geleceğini kabul ederek bir kata gelen yükü

$$q_1 = q_2 = \frac{G}{2} = \frac{1866,308}{2} = 933,15$$

$$q_1 = q_2 = \frac{Q}{2} = \frac{607,14}{2} = 303,55$$

$$w_1 = g_1 + 0,3 * q_1$$

$$w_2 = g_2 + 0,3 * q_2$$

Olarak bulunur. Binanın toplam ağırlığı

$$W = G + n * Q$$

İfadesi yardımıyla bulunur.

### Kat Kütlelerinin mi Bulunması

Deprem kuvvetini hesaplamada gerekli olan yapı periyodunu bulmak için kat kütlelerini bulup bu kütleleri katların kütle merkezine etkilememiz gerekmektedir. Kat kütlelerini aşağıdaki şekilde bulabiliriz.

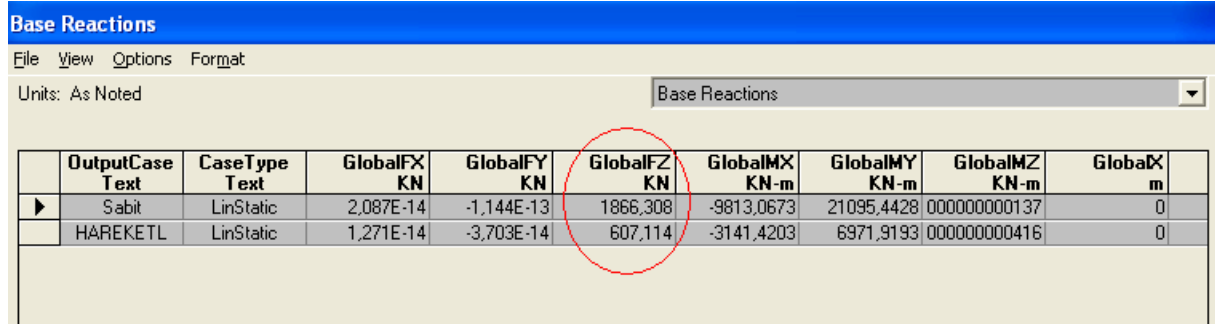
Kat	g	q	wi	mi=wi/9,81
2	933,154	303,557	1024,221	104,4058206
1	933,154	303,557	1024,221	104,4058206

$$W = 2048,442$$

### Kat Kütle Merkezlerinin Bulunması

Bulun bu kat kütleleri kat kütle merkezine etkilemek gerekmektedir. Kat kütle merkezlerini yapıdaki sabit ağırlıkların (kiriş, duvar, döşeme, kolon) ağırlık merkezi bulunarak bulunabileceği gibi, SAP modelini kullanarak aşağıda gösterildiği şekilde de bulunabilir.

Yukarıda anlatılan "Base Reaction" penceresini kullanarak.



OutputCase Text	CaseType Text	GlobalFX KN	GlobalFY KN	GlobalFZ KN	GlobalMX KN-m	GlobalMY KN-m	GlobalMZ KN-m	GlobalK m
Sabit	LinStatic	2,087E-14	-1,144E-13	1866,308	-9813,0673	21095,4428	000000000137	0
HAREKETL	LinStatic	1,271E-14	-3,703E-14	607,114	-3141,4203	6971,9193	000000000416	0

Bu pencerede en sağdaki kolonları görüntüleyiniz.

**Base Reactions**

File View Options Format

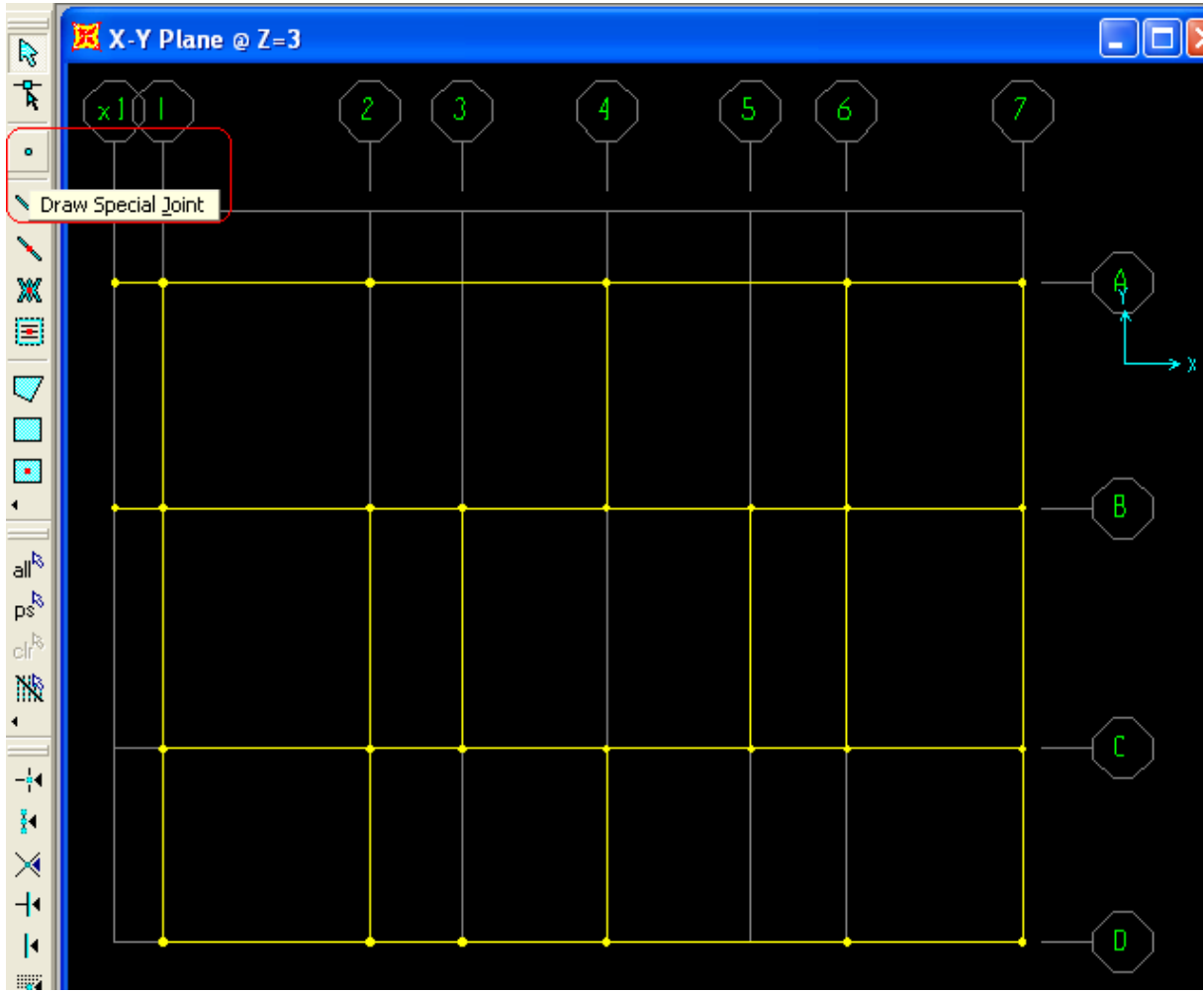
Units: As Noted Base Reactions

	YCentroidFY m	ZCentroidFY m	XCentroidFZ m	YCentroidFZ m	ZCentroidFZ m
	1,434E+15	0	-11,30338	-5,25826	0
▶	1,299E+15	0	-11,48409	-5,17502	0

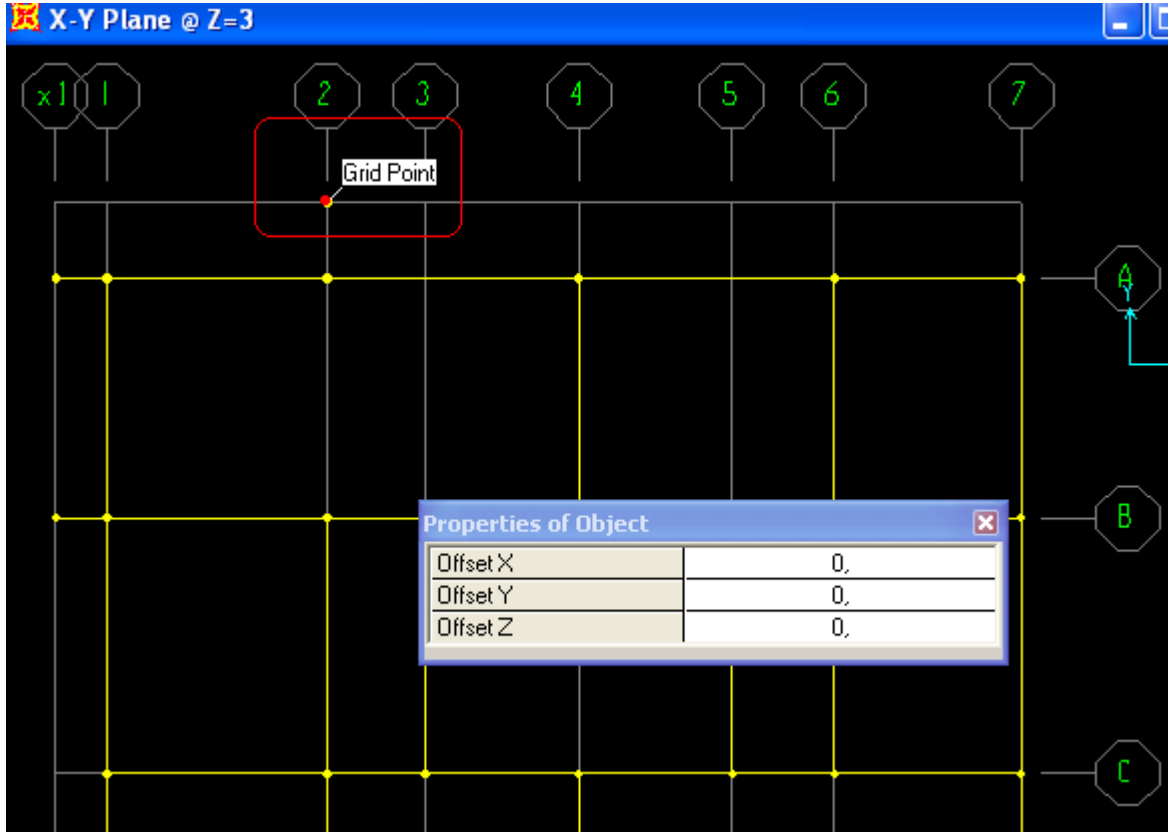
Sabit yük satırı hizasındaki XCentroidFZ (-11,30338) , YCentroidFZ (-5,25826) koordinatlarını kütle merkezimiz olarak alabiliriz.

Kütle merkezini belirlemek için bu bulduğumuz koordinat noktalarında her katta fiktif noktalar belirleyelim.

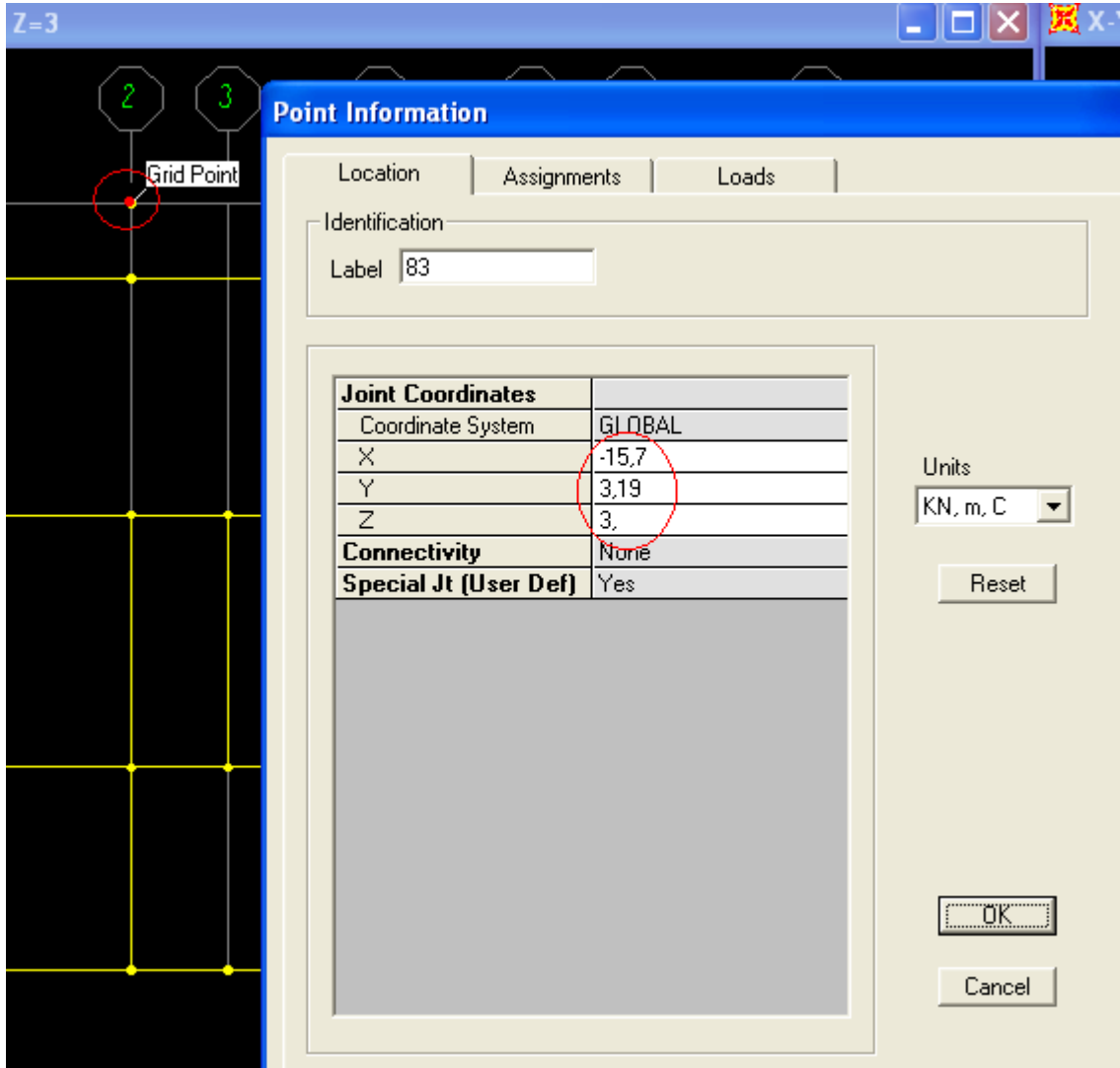
Bunun için xy planında (1. Kat kotunda) görüntü alıp "Draw Special Joint" butonuna basın.



Bu butona bastıktan sonra aşağıda Şekilde görüldüğü gibi 1. Kat düzleminde her hangi bir noktayı işaretleyerek noktamızı tanımlayalım.



Tanımladığımız bu fiktif notanın üzerine cursor ı getirip farenin sağ tuşuna tıklayınız. Karşımıza bu noktanın X, Y, Z koordinatlarını gösteren aşağıdaki "Point Information" pencere çıkacaktır.



Bu pencerede X, Y kutucuklarına yukarıda okuduğumuz XCentroidFZ (-11,30338) , YCentroidFZ (-5,25826) koordinat değerlerini giriniz.

**Point Information**

Location | Assignments | Loads

Identification

Label

Joint Coordinates	
Coordinate System	GLOBAL
X	-11,30428
Y	-5,25818
Z	3.
Connectivity	None
Special Jt (User Def)	Yes

Units:

Reset

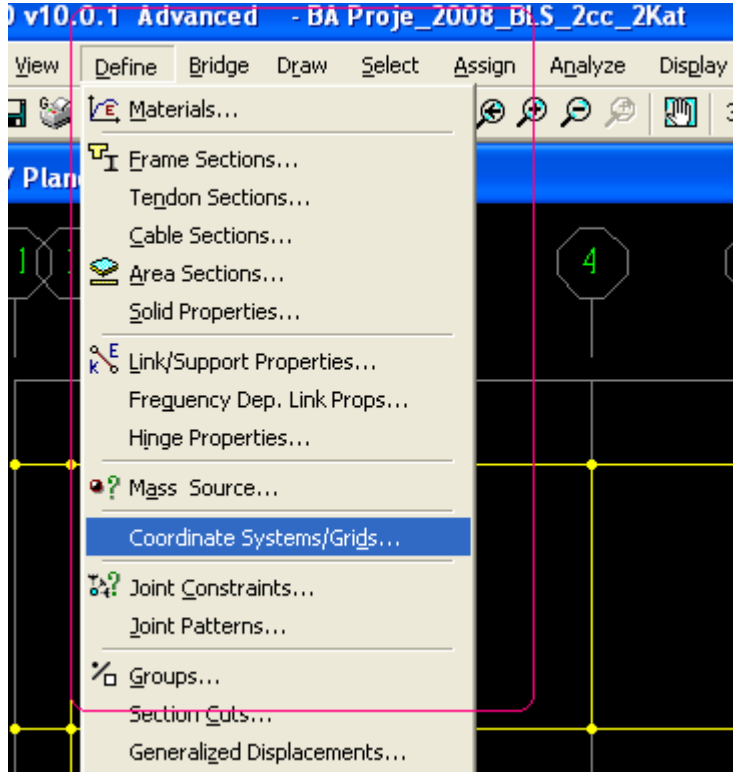
OK

Cancel

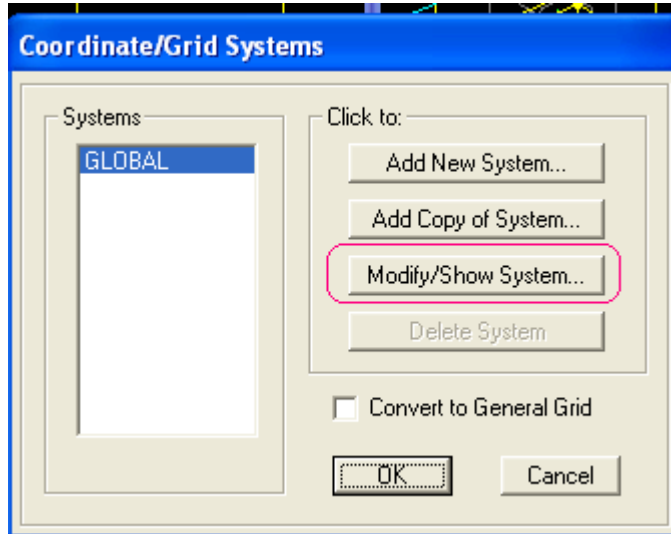
OK butonuna bastıktan sonra noktamız girilen koordinat noktalarına (kütle merkezi) taşınmış olacaktır.

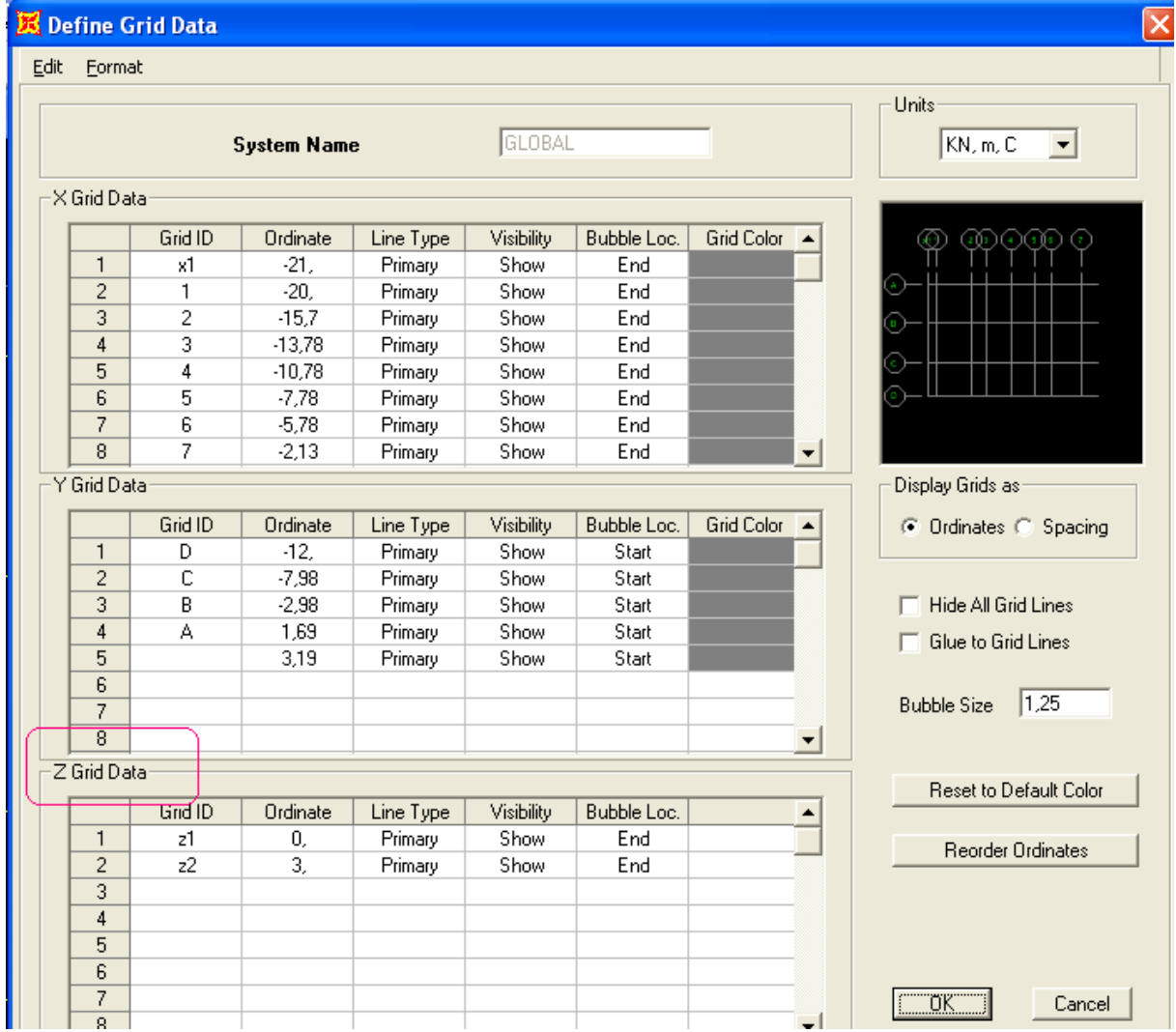
Aynı işlemi 2 kat içinde ( 2. Kat kütle merkezi ) yapmamız gerekmektedir. Bunun için 1. Katta herhangi bir nokta tanımlayıp X (-11,30338) , Y (-5,25826) koordinatlarının ile birlikte Z koordinatının kodunu (2. Kat kodunu) girebilirsiniz. Veya 2 kat kodunda yeni nokta tanımlanıp sadece X, Y değerlerini değiştirebiliriz. Ancak benim yaptığım örnekte olduğu gibi modeli önce 1 kat yapı ardından replicate komutu ile 2. Katı oluşturmuşsak XY planında 2. Kat kotunu görüntüleyemeyiz. Bunun için "Define" dan "Coordinate Systems/Grid" tıklayınız



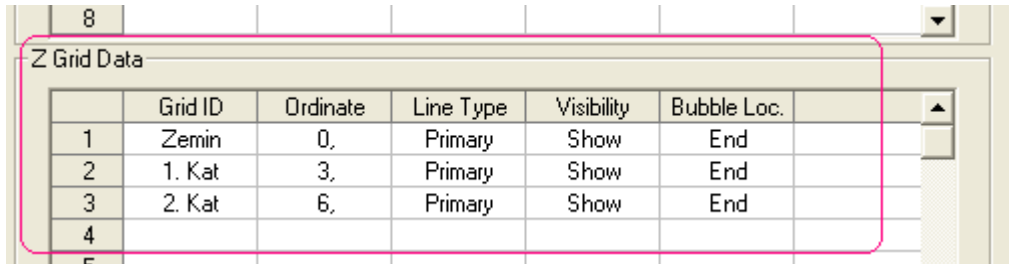


Çıkan pencereden Modify kutucuğuna tıklayınız.





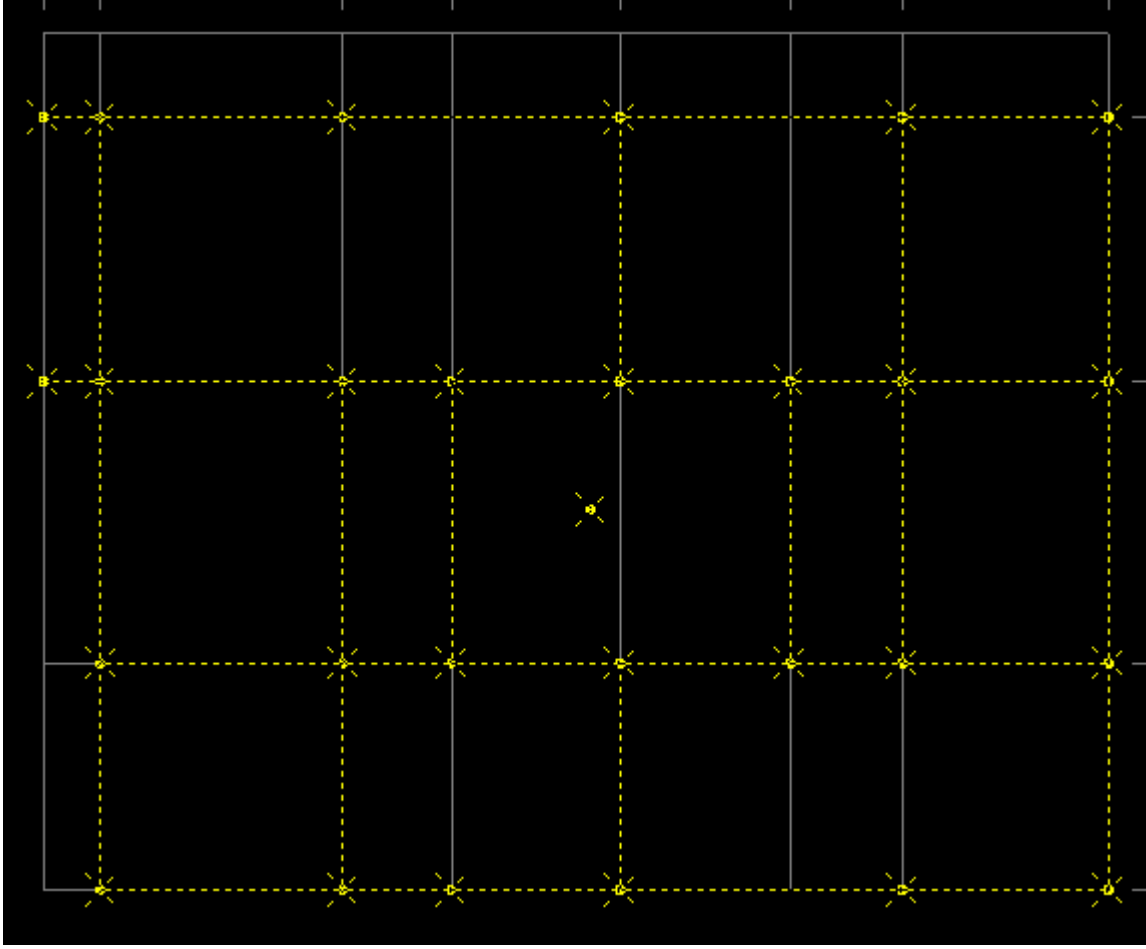
Bu pencerede Z Grid Data kısmında 3. Satıra 2. Katın kot bilgilerini giriniz.



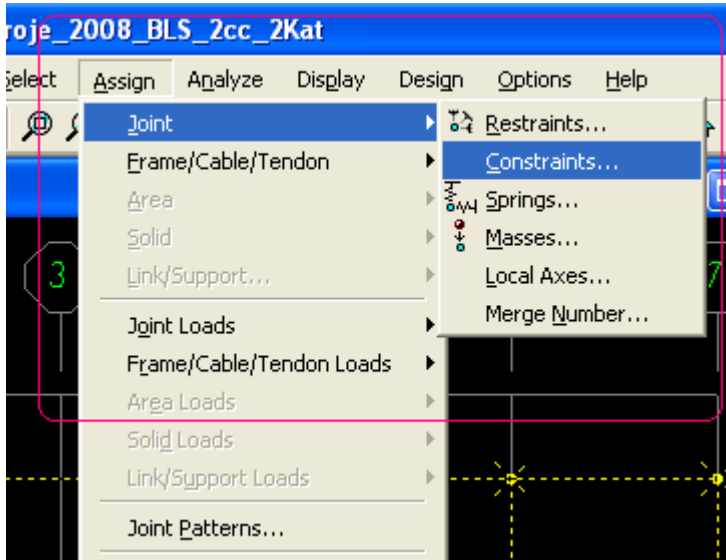
OK kutularına basarak çıkınız.

### Kat Döşemelerinin Rijit Diyafram Olarak Tanımlanması

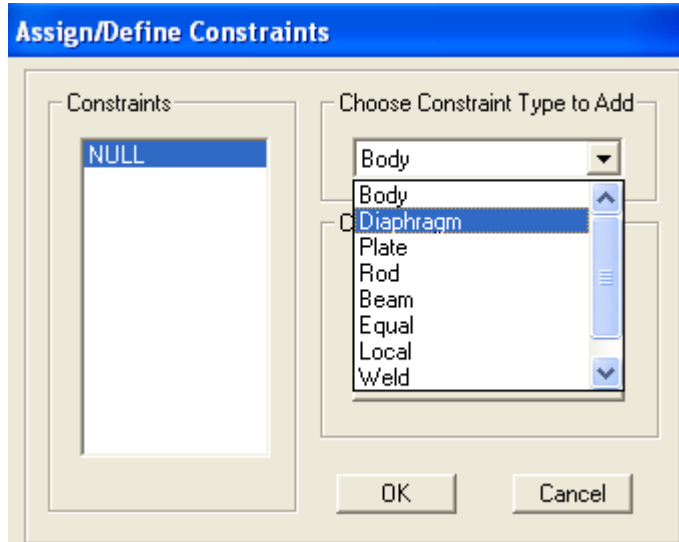
Bu aşamada kütle merkezlerinde (1.kat ve 2. Katta) fiktif noktalarımızı tanımlamış olmamız gerekmektedir. XY planında önce 1. Kat koduna gidip fare yardımıyla planda görünen bütün elemanları pencere içine alıp seçelim.



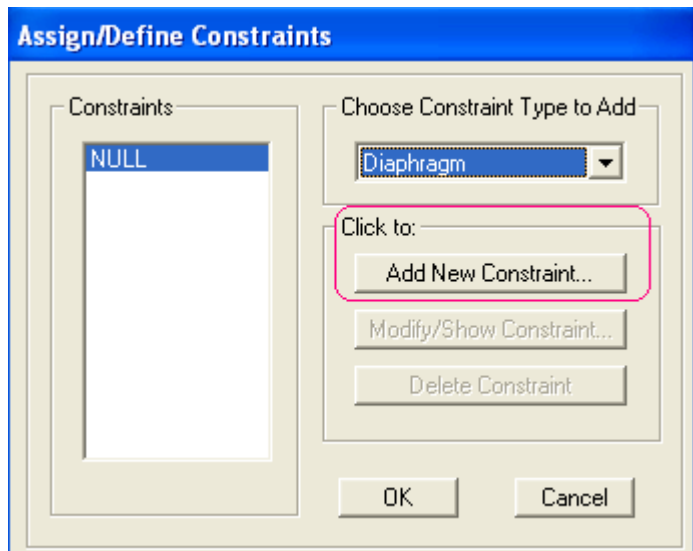
Ardından *Assign-Joint- Constraint* tıklayın.



Çıkan pencerede *Choose Constraint Type to Add* kısmından *Diaphragm* ı seçin



*Add New Constraint* kutusuna tıklayın



**Diaphragm Constraint**

Constraint Name: DIAPH1

Coordinate System: GLOBAL

Constraint Axis:

X Axis  Auto

Y Axis

Z Axis

Assign a different diaphragm constraint to each different selected Z level

OK Cancel

**Assign/Define Constraints**

Constraints:

- DIAPH1
- NULL

Choose Constraint Type to Add:

Diaphragm

Click to:

Add New Constraint...

Modify/Show Constraint...

Delete Constraint

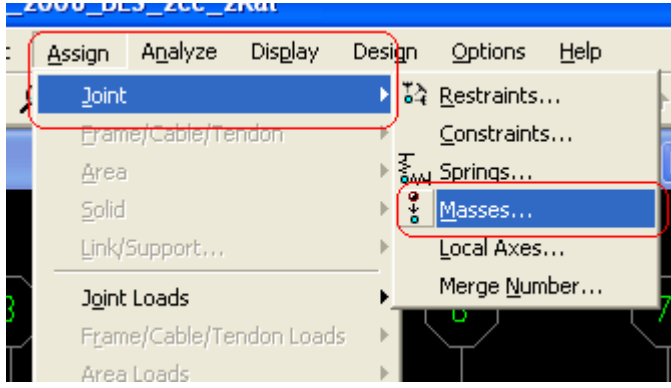
OK Cancel

Aynı işlemleri 2. Kat için tekrarlayın

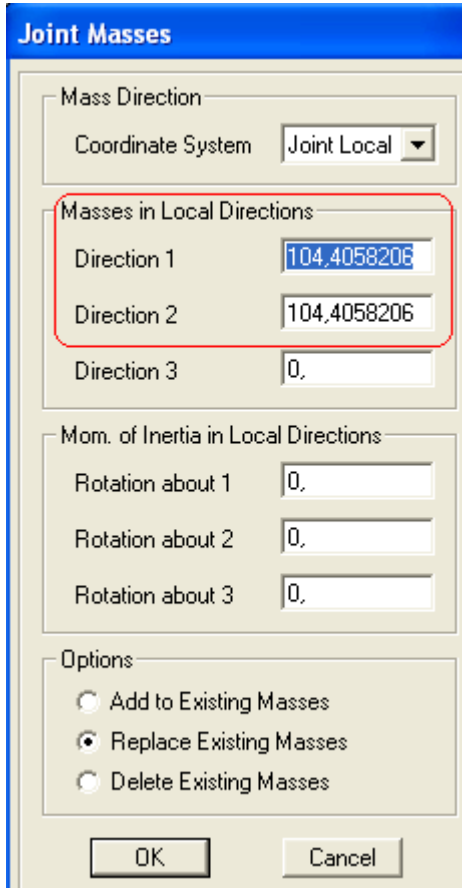
### **Kat Kütlelerinin Tanımlanması**

Yukarıda bulunan Kat kütleleri kat kütle merkezlerine atanması gerekmektedir.

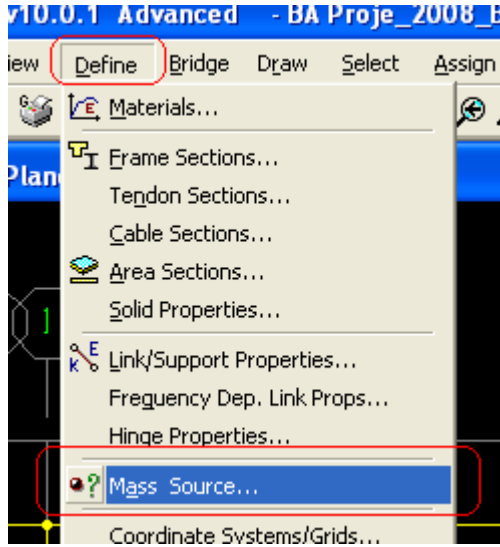
Kütle merkezlerinde tanımlanan noktaları seçip *Assign-Joint-Masses* i tıklayın



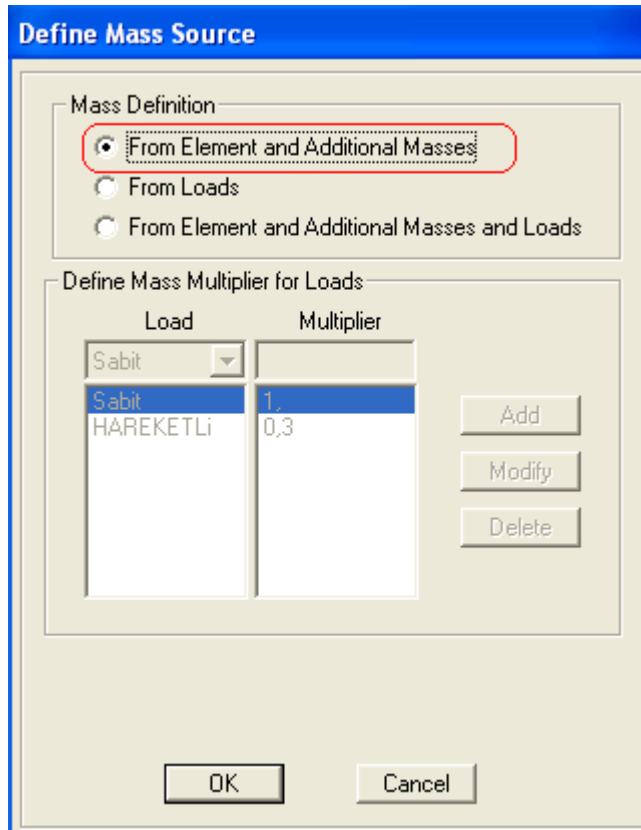
Çıkan “Joint Masses” penceresinde Direction1, Direction2 kutularına hesaplanan kat kütlelerini girin.



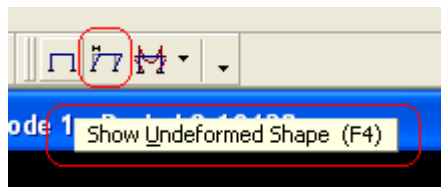
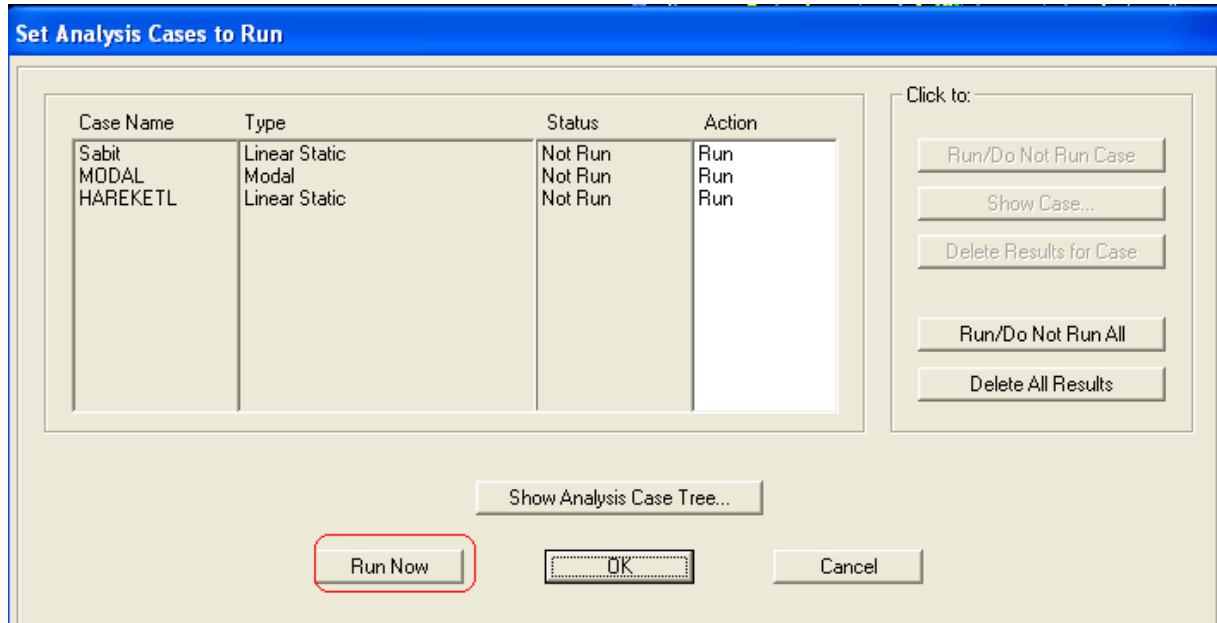
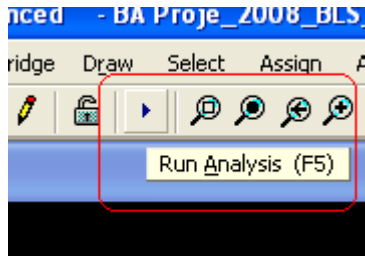
Define-Mass Sources a tıklayınız.



Karşınıza çıkan Pencerede From Elements and Additional Masses i işaretleyin.



OK e tıklayıp çıktıktan sonra modelin analizini yaptırın.





**Deformed Shape**

Case/Combo

**Case/Combo Name** MODAL

Sabit  
MODAL  
HAREKETL

Multivalued Options

Envelope (Max or Min)

Mode Number 1

Scaling

Auto

Scale Factor

Options

Wire Shadow

Cubic Curve

OK

Cancel

**Deformed Shape**

Case/Combo

**Case/Combo Name** MODAL

Multivalued Options

Envelope (Max or Min)

Mode Number 1

Scaling

Auto

Scale Factor

Options

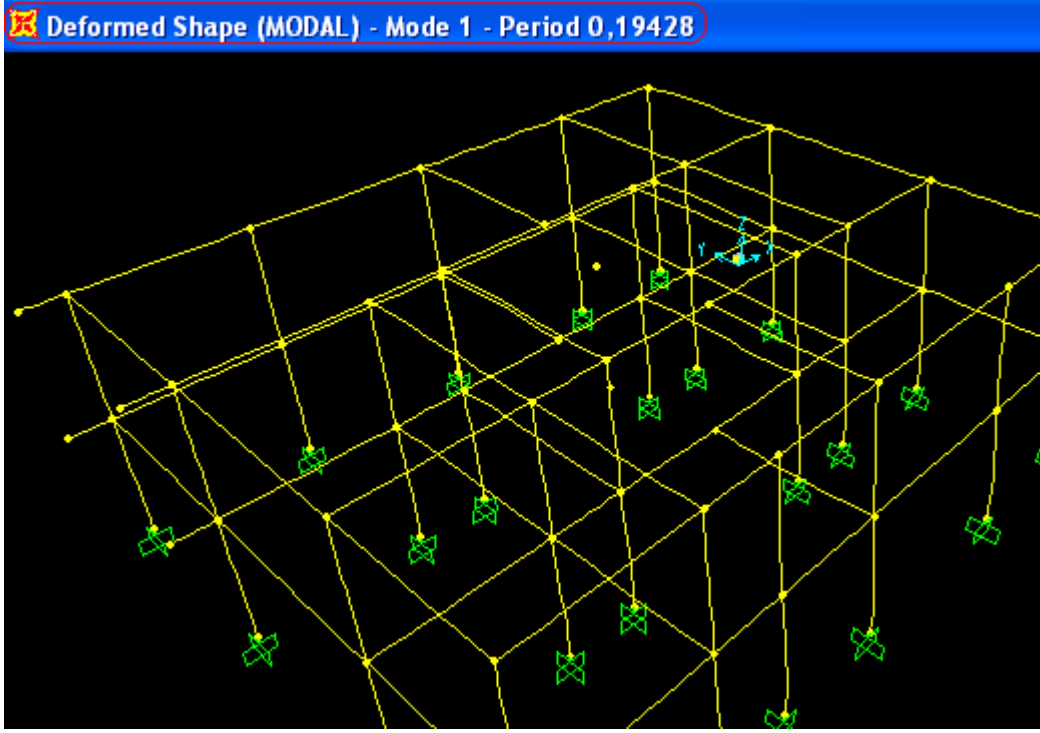
Wire Shadow

Cubic Curve

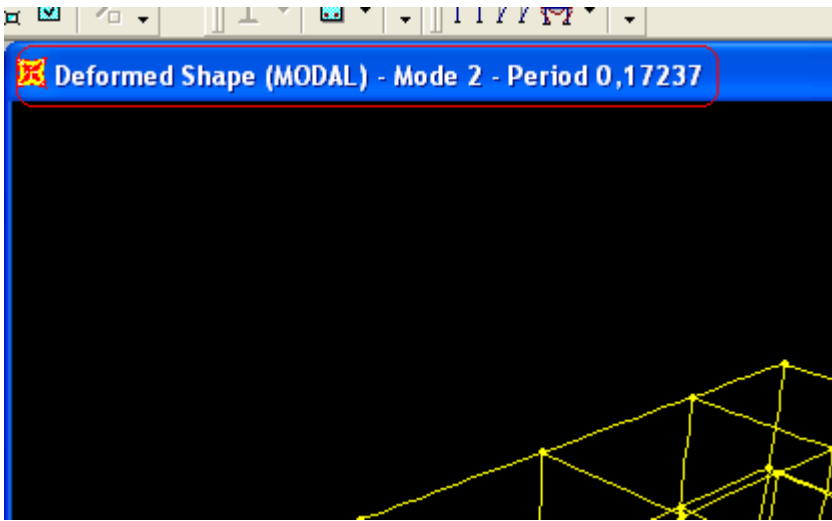
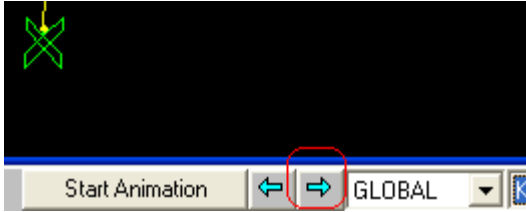
OK

Cancel

Kırmızı kutu içinde Mode 1- Period 0,19428 bizim 1. Periyodumuz oluyor. Bunun X doğrultusunda, Y doğrultundaki 1. Hakim periyod olup olmadığından emin olmamız gerekir. Deformasyon X doğrultusunda oluşuyor ise bunu X doğrultusunda birinci hakim Periyod (Tx1) olarak alırız. Bu örnek Mode 1 Y doğrultusunda deplasman yaptığından bu değeri Y doğrultusunda 1. Hakim periyod (Ty1) olarak alırız.



2. periyodu okumak için yukarıdaki işlemi tekrar edip Mode Number ı 2 seçip yapabileceğimiz gibi, Pencerenin sağ alt köşesindeki ok a(→) basarak bir sonraki periyodu görebiliriz.



Bu şekilde 2. Periyod değerimizi okuyabiliriz. Bu örnekte deformasyon X doğrultusunda olduğundan bu periyodu X doğrultusunda 1. Hakim periyod ( $T_{x1}=0,17237$ ) olarak kabul ederiz.

## Deprem Yüklerinin Hesaplanması

$$A(T) = A_o I S(T) \quad (2.1)$$

A<sub>o</sub>= Etkin Yer ivmesi katsayısı Yönetmelik Tablo 2.2 den alınacak.

I= Bina Önem Katsayısı Yönetmelik Tablo 2.3

S(T)=Spektrum katsayısı (Yönetmelik Bölüm 2.4.3, Denklem 2.2)

Bu örnek te

A<sub>o</sub>=0,4 (1. Derece deprem bölgesi)

I=1 (konut)

Zemin Sınıfı Z3 kabul edildi

Yönetmelik Tablo 2.4 ten TA=0.15, TB=0.60

X- Doğrultusu için

TA < Tx1=0,17237 < TB olduğundan

S(Tx1)=2.5

A(Tx1)=0.4\*1\*2.5=1

Y-Doğrultusu için

TA < Ty1=0,19428 < TB olduğundan

S(Ty1)=2.5

A(Ty1)=0.4\*1\*2.5=1

$$V_{tx} = \frac{WA(T1x)}{Ra(T1)} \geq 0.10 A_o I W$$

Formüldeki R (taşıyıcı sistem davranış katsayısı) Tablo 2.5 ten alınacak.

Ra=8 (Süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçeve sistemler için)

$$V_{tx} = \frac{WA(T1)}{Ra(T1)} = \frac{2048,44 * 1}{8} = 256.055 \geq 0.10 * 0.4 * 2048.44 = 81.93$$

$$V_{ty} = \frac{WA(T1)}{Ra(T1)} = \frac{2048,44 * 1}{8} = 256.055 \geq 0.10 * 0.4 * 2048.44 = 81.93$$

Bu bulduklarımız (Vt) Yapıya etkiyen toplam kuvvetlerdir. Biz bu toplam deprem kuvvetini kullanarak katlara etkiyen deprem kuvvetlerini bulmamız gerekir. Katlara etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerini bulmak için Yönetmelik Bölüm 2.7.2 deki prosedür takip edilecektir.

$$\Delta F_N = 0.0075 N V_t$$

$$\Delta F_N = 0.0075 * 2 * 256.055 = 3.84 \text{ kN}$$

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) * \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N w_j}$$

Yönetmeliğimiz Katlara etkiyen deprem kuvvetlerini kaydırılmış kütle merkezlerine etkilememizi öngörür. Kaydırılmış kütle merkezleri deprem doğrultusuna dik doğrultuda kat boyunun +- 0.05 kaydırılması ile bulunur. Biz bu hesap bu etki dikkate almak için kütle merkezinin yerini sabit tutup eksantrisiteden oluşacak momentleri kütle merkezine etkileteceğiz. Kütle merkezine deprem kuvveti ile birlikte kaydırılmış kütle merkezini dikkate alan momentleri etkileteceğiz.

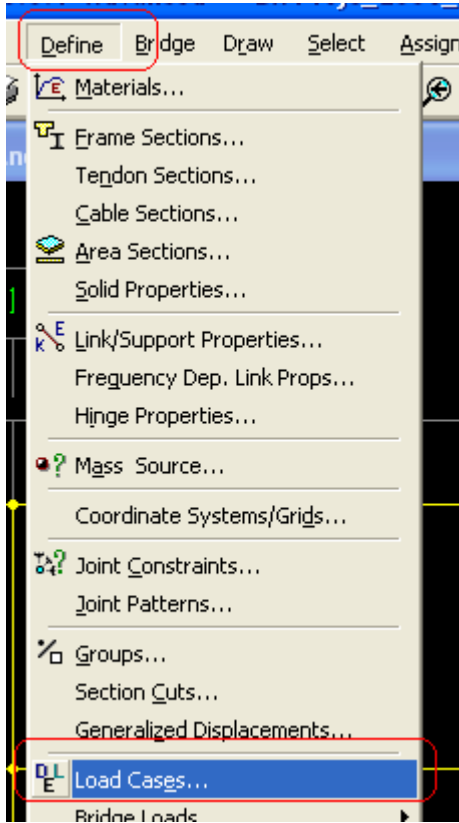
Sütun1	Vt	ΔF	Lx	Ly
x	256,05	3,84075	17,2	13,92
y	256,05	3,84075		

Kat	hi	Hi2	wi	wi*Hi	Oran	Fix kN	Fiy (kN)	Fix+ΔF	Fiy+ΔF	Mix	Miy
2	3	6	1024,221	6145,3266	0,666667	168,1395	168,1395	171,9803	171,9803	119,6983	147,903
1	3	3	1024,221	3072,6633	0,333333	84,06975	84,06975	84,06975	84,06975	58,51255	72,29999
<b>Toplam</b>			2048,442	9217,9899	1	252,2093	252,20925	256,05	256,05	178,2108	220,203

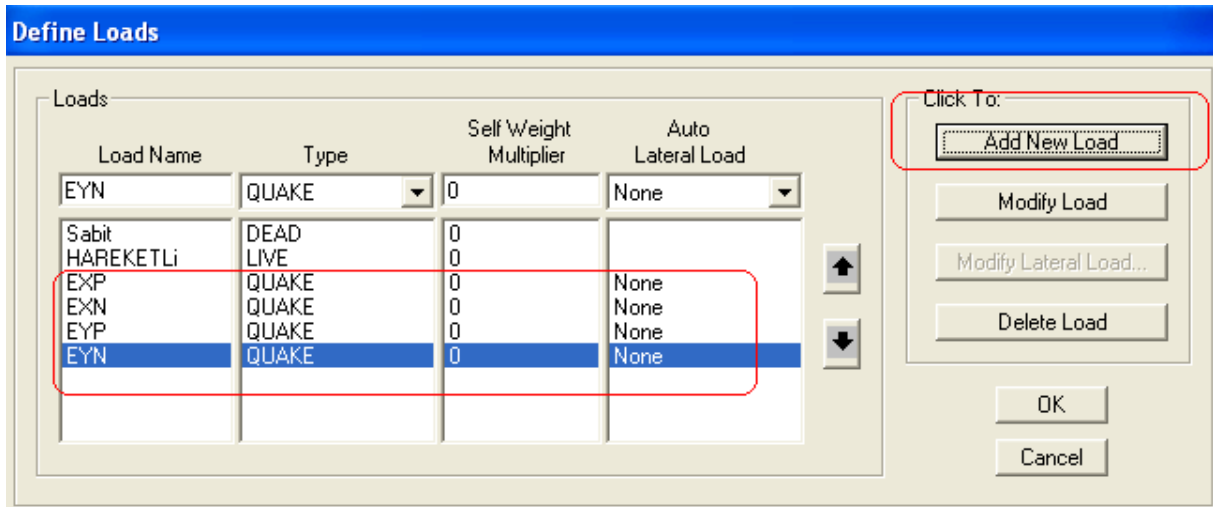
$$Mix = Fix * 0.05 * Ly$$

$$Miy = Fiy * 0.05 * Lx$$

Deprem Her yönde 2 farklı şekilde (EXP, EXN, EYP,RYN) etkiletilecektir. Bu deprem yüklerini tanımlamak için Load Cases e tıklayınız.

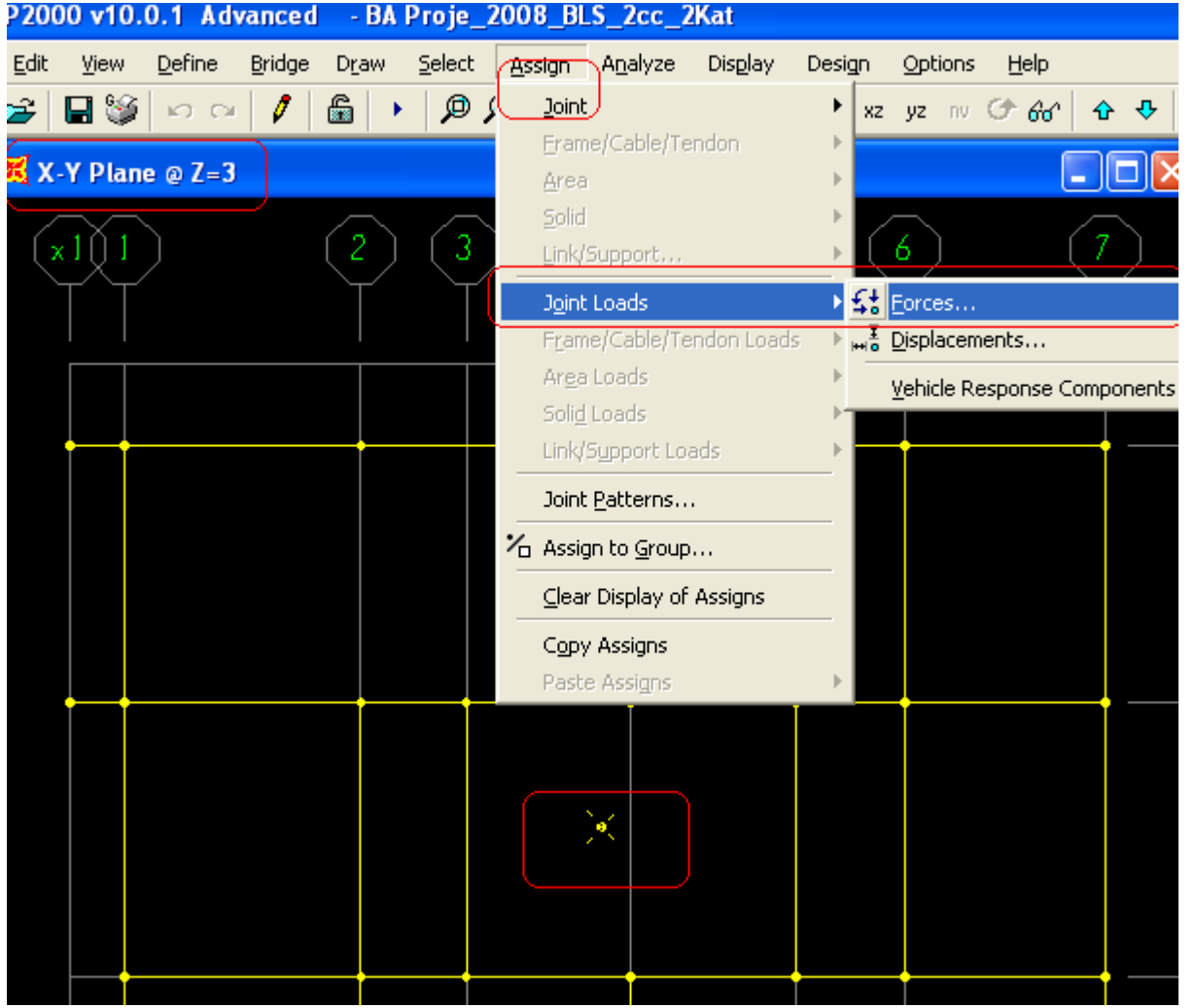


Deprem yüklerini aşağıdaki şekilde tanımlayalım.



### Deprem Yüklerinin Atanması

XY düzleminde 1 kat kodunda 1. Kat kütle merkezi noktasını (fiktif nokta) işaretleyelim.  
Nokta işaretli halde *Assign-Joiny Loads-Forces* ı tıklayın.



EXP deprem yükü için gerekli bilgileri aşağıdaki şekilde girin

**Joint Forces**

Load Case Name: EXP Units: KN, m, C

Loads

Force Global X	84,069
Force Global Y	0,
Force Global Z	0,
Moment about Global X	0,
Moment about Global Y	0,
Moment about Global Z	58,519

Coordinate System: GLOBAL

Options

Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

Delete Existing Loads

OK Cancel

Benzer şekilde

**Joint Forces**

Load Case Name: EXN Units: KN, m, C

Loads:

Force Global X	84,069
Force Global Y	0,
Force Global Z	0,
Moment about Global X	0,
Moment about Global Y	0,
Moment about Global Z	-58,519

Coordinate System: GLOBAL

Options:

Add to Existing Loads  
 Replace Existing Loads  
 Delete Existing Loads

OK Cancel

İkinci kat deprem yüklerini girmek için 2. Kotuna (XY düzleminde) çıkıp bu katın kütle merkezi noktası seçili halde gerekli yükleri yukarıda açıklandığı şekilde giriniz

**Joint Forces**

Load Case Name: EXP Units: KN, m, C

Loads:

Force Global X	171,98
Force Global Y	0,
Force Global Z	0,
Moment about Global X	0,
Moment about Global Y	0,
Moment about Global Z	119,69

Coordinate System: GLOBAL

Options:

Add to Existing Loads  
 Replace Existing Loads  
 Delete Existing Loads

OK Cancel

Y-Doğrultusunda

1 kat

**Joint Forces**

**Load Case Name** EYP **Units** KN, m, C

**Loads**

Force Global X	0
Force Global Y	84,069
Force Global Z	0
Moment about Global X	0,
Moment about Global Y	0,
Moment about Global Z	72,2999

**Coordinate System** GLOBAL

**Options**

Add to Existing Loads  
 Replace Existing Loads  
 Delete Existing Loads

OK Cancel

**Joint Forces**

**Load Case Name** EYN **Units** KN, m, C

**Loads**

Force Global X	0,
Force Global Y	84,069
Force Global Z	0,
Moment about Global X	0,
Moment about Global Y	0,
Moment about Global Z	-72,2999

**Coordinate System** GLOBAL

**Options**

Add to Existing Loads  
 Replace Existing Loads  
 Delete Existing Loads

OK Cancel



2 kat

**Joint Forces**

Load Case Name: EYN

Units: KN, m, C

Limits

Force Global X	0,
Force Global Y	171,908
Force Global Z	0,
Moment about Global X	0,
Moment about Global Y	0,
Moment about Global Z	-147,908

Coordinate System: GLOBAL

Options

- Add to Existing Loads
- Replace Existing Loads
- Delete Existing Loads

OK Cancel