



**TİCARİ PAKET PROGRAMLARIN DEPREM YÖNETMELİĞİ  
AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI**

**Ömer Ömür KANDAK**

**Kasım, 2006**

**DENİZLİ**

**TİCARİ PAKET PROGRAMLARIN DEPREM YÖNETMELİĞİ  
AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI**

**Pamukkale Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tarafından Kabul Edilen  
Yüksek Lisans Tezi  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Ömer Ömür KANDAK**

**Danışman : Prof. Dr. Adnan KUYUCULAR**


**Kasım, 2006**


**DENİZLİ**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

Ömer Ömür KANDAK tarafından Prof. Dr. Adnan KUYUCULAR yönetiminde hazırlanan “**Ticari Paket Programların Deprem Yönetmeliği Açısından Karşılaştırılması**“ başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

  
Prof. Dr. Adnan KUYUCULAR  
(Yönetici)

  
Yrd. Doç. Dr. Mehmet İNEL  
(Jüri Üyesi)

  
Yrd. Doç. Dr. Fuat DEMİR  
(Jüri Üyesi)

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
...../...../.....tarih ve .....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Mehmet Ali SARIGÖL**  
**Müdür**

## TEŞEKKÜR

Bu Yüksek Lisans tezimin danışmanlığını üstlenen, teşvik edici yönetimi ve olumlu eleştirileriyle bana yol gösteren hocam Prof. Dr. Adnan KUYUCULAR'a öncelikle teşekkür ederim.

Gösterdikleri yakın alaka ve manevi destekleri dolayısıyla başta Prof. Dr. Hasan KAPLAN ve Yrd. Doç. Dr. Mehmet İNEL olmak üzere İnşaat Mühendisliği Bölümünün tüm akademik personeline çok teşekkür ederim.

Değerli çalışma arkadaşım İnşaat Mühendisi Hakan ARSLATÜRK'e ve sınıf arkadaşım Uğur TARAKÇI'ya, gösterdikleri yakın işbirliği ve yardımları için şükran borçluyum.

Çalışmam sırasında sayısız katkıları olan İde Yapı Limited Şirketi, Prota Bilgisayar Anonim Şirketine ve Sta Limited Şirketi çalışanlarına çok teşekkür ederim.

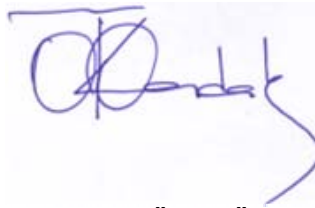
Ayrıca İnşaat Mühendisleri Odası Denizli Şubesi ile Milas ve Bodrum temsilciliklerinde görev yapan proje denetçilerine gösterdikleri yakın ilgiden dolayı teşekkür ederim.

Öğrenimim süresince, özverili şekilde beni destekleyen aileme minnettarım. Ayrıca, bu tez çalışmam sırasında gösterdiği anlayış ve sabırdan dolayı sevgili eşime de çok teşekkür ederim. İyi ki varsın...

Ömer Ömür KANDAK

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

İmza:



Öğrenci Adı Soyadı: Ömer Ömür KANDAK

## ÖZET

### TİCARİ PAKET PROGRAMLARIN DEPREM YÖNETMELİĞİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

KANDAK Ömer Ömür  
Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği ABD  
Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Adnan KUYUCULAR

Kasım 2006, 143 Sayfa

Altı örnek betonarme bina tasarımı için, İdestatik V.5.493, Probina V.14-sp2 ve Sta4cad V.12 yazılımlarının sonuçları, birbiriyle karşılaştırıldı. Bu üç yazılımın, ABYYHY ( 1998 )'e uygunluğu da sorgulandı. Farkı hemen görmek üzere, sadece öz yükü ve deprem yükü ile zorlanan basit örnekler seçildi.

Yapı ağırlığı, taban kesme kuvveti, kat deprem yükleri, deprem yükü altında çatı deplasmanı, perde momentleri toplamının toplam devirici momente oranı, zemin gerilmeleri ve bazı elemanların kesit tesirleri ile donatı ve beton metrajları karşılaştırıldı. Önemli sayılabilecek farklar görüldü. Bu farklılıklar, hem yük hem de eleman modelleme kabullerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Türkiyedeki betonarme bina statik projelerinin neredeyse tamamı, bugün bu üç paket yazılım ( İdestatik, Probina ve Sta4cad ) ile üretilmektedir. Yapısal modelleme, yapısal modelin analizi-kesit hesabı, TS 500 ve ABYYHY kontrolleri için, böyle bir yazılımın kullanılması, günümüzde artık şarttır. Bu üç statik-betonarme tasarım yazılımının çizim modülleri, çizim yükünü - işini de çok azaltmaktadır. Fakat bu üç yazılım, bire bir aynı sonuçları vermemektedir.

Bu yazılımlara nasıl lisans verildiği ( hangi ortak-standart test probleminin çözüldüğü – hata oranının ne olduğu ) belli değildir. Her yazılım firması, kendi değerlerini - referanslarını, % 100 doğru olarak göstermektedir. Halbuki değişik versiyonların sonuçları arasında bile, ciddi farklılıklar bulunmaktadır ( yazılım önce satılmakta, hataları sonra ayıklanmaktadır ). Bu konuda yapılan araştırmalar da çok yetersizdir. Bakanlık ( veya İMO ), hiç değilse ilgilileri uyarmak üzere, bu yazılım denetimini ( sonuçların farkını ), belli aralıklarla gündeme getirmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Depreme Dayanıklı Betonarme Binalar, Bilgisayar Destekli Betonarme Tasarım, Yazılım, İdestatik, Probina, Sta4cad.

Prof. Dr. Adnan KUYUCULAR  
Yrd.Doç.Dr. Mehmet İNEL  
Yrd. Doç. Dr. Fuat DEMİR

## **ABSTRACT**

### **COMPARISON OF THREE DESIGN SOFTWARE FOR RC BUILDINGS IN ACCORDING TO TURKISH SEISMIC CODE ( 1998 )**

KANDAK Ömer Ömür  
M. Sc. Thesis in Civil Engineering  
Supervisor: Prof. Dr. Adnan KUYUCULAR

November 2006, 143 Pages

**Today almost all rc buildings in Turkey are designed and analyzed by means of three ( Idestatic, Probina and Sta4cad ) software. Outputs of these software are compared to each other and checked whether they conform with the Turkish Seismic Code ( 1998 ) or not. Six simple rc design cases ( subjected dead load and earthquake forces only ) are considered to show possible primary discrepancies.**

**Total weight, base shear force, earthquake force of each story, roof drift under seismic effects, ratio of total bending moment of shear walls to overturning moment, soil stresses and section properties of certain structural elements are found by means of three software and compared to each other. Significant differences are observed between them. Simplifying assumptions for loads and models of structural elements causes these primary significant differences, since they are not the same for each program.**

**Unfortunately these commercial special purpose software have not been run for a standard ( the test ) design case in any way. Each developer firm presents its own references individually ( but not clearly ). Besides quite different output values can be computed by means of different versions of each program involved. Test runs of the most recent versions of these software must be periodically announced by a referee committee, to compare outputs obtained and to show discrepancies, if any.**

**Keywords: Earthquake Resistant RC Buildings, Computer Aided RC Design, Software, Turkish Seismic Code ( 1998 ), İdestatik, Probina ve Sta4cad.**

**Prof. Dr. Adnan KUYUCULAR  
Asst. Prof. Dr. Mehmet İNEL  
Asst. Prof. Dr. Fuat DEMİR**

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
Yüksek Lisans Tezi Onay Formu.....	I
Teşekkür.....	II
Bilimsel Etik Sayfası.....	III
Özet.....	IV
Abstract.....	V
İçindekiler .....	VI
Şekiller Dizini .....	IX
Tablolar Dizini .....	XI
Simgeler Dizini .....	XIV
1. GİRİŞ .....	1
1.1 Çalışmanın Konusu ve Amacı .....	1
1.2 Bilgisayar Yazılımlarıyla ilgili Mevcut Çalışmalar.....	2
1.3 Yaklaşık Hesap Yöntemleri.....	2
1.3.1 Ortogonal yapılar.....	2
1.3.2 Ortogonal olmayan yapılar.....	4
1.4 Kesin Hesap Yöntemleri.....	5
2. TİCARİ PAKET PROGRAMLARA GENEL BAKIŞ.....	6
2.1 Programların Analiz Modüllerinin Teorik Esasları.....	7
2.1.1 Programların kullandığı yük ve yükleme bilgileri.....	7
2.1.2 Programların kullandığı yatay yük analiz modülü.....	8
2.1.3 Yatay yükler için dinamik analiz.....	9
2.2 İdestatik V. 5.493 Tanıtımı .....	10
2.2.1 Kolon, giriş ve paneller.....	10
2.2.2 Düzlem taşıyıcı sistem elemanları (plaklar).....	12
2.2.3 Kesit hesapları.....	13
2.2.4 Temel hesapları.....	13



2.2.5 Merdiven hesapları.....	13
2.2.6 Güçlendirme.....	14
2.2.7 Poligonal kesit hesapları.....	14
2.3 Probina V.14'ün Tanıtılması.....	14
2.3.1 Kolon, kiriş ve perde elemanı.....	14
2.3.2 Düzlem taşıyıcı sistem elemanları (plaklar).....	17
2.3.3 Kesit hesapları.....	18
2.3.4 Temel hesapları.....	18
2.3.5 Merdiven hesapları.....	18
2.3.6 Güçlendirme.....	19
2.3.7 Poligonal kesit hesapları.....	19
2.4 Sta4cad V.12'nin Tanıtılması.....	19
2.4.1 Kolon, kiriş ve perde elemanı.....	19
2.4.2 Düzlem taşıyıcı sistem elemanları (plaklar).....	20
2.4.3 Kesit hesapları.....	21
2.4.4 Temel hesapları.....	21
2.4.5 Merdiven hesapları.....	21
2.4.6 Güçlendirme.....	21
2.4.7 Poligonal kesit hesapları.....	21
3. YÖNETMELİKLER VE HESAP YÖNTEMLERİ.....	23
3.1 Yönetmelikler .....	23
3.2 Hesap Yöntemleri.....	24
3.2.1 Eşdeğer deprem yükü yöntemi .....	24
3.2.2 Mod birleştirme yöntemi .....	30
3.2.3 Zaman tanım alanında hesap yöntemi.....	34
4. ÖRNEK ÇÖZÜMLER.....	35
4.1 Örnek 1'in İdestatik Programında Çözümü.....	35
4.1.1 Örnek 1 için İdestatik programının dinamik analiz verileri.....	42
4.1.2 Örnek 1 için İdestatik programında düzensizlikler.....	43
4.1.3 Örnek 1'in İdestatik için kolon, kiriş, döşeme sonuçları.....	45
4.1.4 Tekil, sürekli ve kirişsiz radye temel sonuçları.....	47
4.1.5 Karşılaştırma tabloları.....	51
4.2 Örnek 2.....	66

4.3 Örnek 3.....	83
4.4 Örnek 4.....	99
4.5 Örnek 5.....	110
4.6 Örnek 6.....	120
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	132
KAYNAKLAR .....	141
ÖZGEÇMİŞ .....	143

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Ortogonal yapı örneği.....	3
Şekil 1.2 Ortogonal olmayan yapı örneği.....	5
Şekil 2.1 Lokal eksenlerde kolon elemanın uç deplasmanları.....	11
Şekil 2.2 Lokal eksenlerde kiriş elemanın uç deplasmanları.....	11
Şekil 2.3 Panel elemanların lokal deplasmanları.....	12
Şekil 2.4 Panel elemanın uç kuvvetleri.....	12
Şekil 2.5 Kolon elemanının deformasyonları ve bu elemanın serbestlik dereceleri.....	15
Şekil 2.6 Kiriş deformasyonları ve bu elemanın serbestlik dereceleri.....	16
Şekil 2.7 Kolon, kiriş ve perde elemanlarının kuvvetleri ve işaret kabulleri.....	16
Şekil 2.8 Perde deformasyonları ve bu elemanın serbestlik dereceleri.....	17
Şekil 2.9 Probina rijit döşeme seçim menüsü.....	18
Şekil 2.10 Kiriş elemanı.....	20
Şekil 2.11 Kolon ve perde elemanın kuvvet kabulleri.....	20
Şekil 3.1 Eşdeğer deprem yükü yöntemi 'nin yükleme durumu.....	25
Şekil 3.2 Depreme dik doğrultuda kaydırılmış kütle merkezleri.....	34
Şekil 4.1 İdestatik kalıp planı bilgi girişi menüleri.....	36
Şekil 4.2 Örnek 1'in kalıp planı.....	36
Şekil 4.3 Kat genel ayarları menüsü.....	37
Şekil 4.4 Üç boyutlu yapısal model.....	37
Şekil 4.5 Deprem yönetmeliği parametreleri.....	38
Şekil 4.6a Beton sınıfı seçim menüsü.....	38
Şekil 4.6b Çelik sınıfı seçim menüsü.....	39
Şekil 4.7 Zemin bilgileri.....	40
Şekil 4.8 Zemin bilgileri.....	40
Şekil 4.9 Tekil temel bilgisi.....	41
Şekil 4.10 Sürekli temel bilgisi.....	41
Şekil 4.11a Radye döşeme bilgi girişi.....	42
Şekil 4.11b Radye döşeme bilgi girişi.....	42
Şekil 4.12 Örnek 1'in serbest titreşim frekansı ve doğal titreşim periyodu.....	43
Şekil 4.13 Örnek 1'in kat maksimum yükleri.....	43
Şekil 4.14 Örnek 1'in kat yatay kuvvetleri ve genel bilgileri.....	43
Şekil 4.15 A1 Burulma düzensizliği.....	44
Şekil 4.16 B1 Zayıf kat düzensizliği.....	44
Şekil 4.17 B2 Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği.....	44
Şekil 4.18 Döşemenin moment ve donatı durumu.....	45
Şekil 4.19 Kiriş 101'in moment, yük ve donatı bilgisi.....	46
Şekil 4.20 Kolon S101'in moment, yük ve donatı bilgisi.....	47
Şekil 4.21 Kolon S101'in ikinci mertebe momentleri bilgisi.....	48
Şekil 4.22 Tekil temel T1'in moment, donatı, zımbalama ve kayma bilgisi.....	48
Şekil 4.23 Tekil temel T1'in zemin gerilmesi bilgileri.....	49
Şekil 4.24 Sürekli temel TK101'in moment, donatı bilgisi.....	49
Şekil 4.25 Sürekli temel TK101'in zemin gerilmesi bilgileri.....	50

	Sayfa
Şekil 4.26 Kirişsiz radye temel RD01 moment zımbalama donatı ve yük bilgileri.	50
Şekil 4.27 Kirişsiz radye temel RD01'in zemin gerilmesi bilgileri.....	50
Şekil 4.28 Zımbalama Kontrolünde Eğilme Etkisini Yansıtan Katsayı.....	60
Şekil 4.29 İdestatik programının kirişsiz radye temel kalıp planı .....	63
Şekil 4.30 Probina kirişsiz radye temel kalıp planı.....	65
Şekil 4.31 Örnek 2'nin ortak kalıp planı.....	68
Şekil 4.32 Örnek 2'nin 3D görünüşü.....	69
Şekil 4.33 İdestatik, Probina ve Sta4cad perde donatı resimleri.....	75
Şekil 4.34 Örnek 2'nin ortak sürekli temel kalıp planı.....	77
Şekil 4.35 Sta4cad ağ bilgisi.....	80
Şekil 4.36 Probina ağ bilgisi.....	81
Şekil 4.37 İdestatik ağ bilgisi.....	82
Şekil 4.38 Örnek 3 ortak kalıp planı.....	84
Şekil 4.39 Örnek 3'ün 3D görünüşü.....	85
Şekil 4.40 Probina donatı seçim yöntemi.....	92
Şekil 4.41 İdestatik programı temel hesap yöntemleri menüsü .....	94
Şekil 4.42 Tekil ve sürekli karma temel sistemi kalıp planı.....	95
Şekil 4.43 İdestatik kirişsiz radye temel ağ bilgisi.....	96
Şekil 4.44 Sta4cad kirişsiz radye temel ağ bilgisi.....	97
Şekil 4.45 Probina kirişsiz radye temel ağ bilgisi.....	97
Şekil 4.46 Probina kirişsiz radye temel kalıp planı.....	98
Şekil 4.47 Örnek 4 ortak kalıp planı.....	100
Şekil 4.48 Örnek 4'ün 3D görünüşü.....	101
Şekil 4.49 Örnek 4'ün İdestatik hata raporu .....	104
Şekil 4.50 Örnek 4'ün Sta4cad hata raporu.....	104
Şekil 4.51 Örnek 4'ün Probina hata raporu.....	105
Şekil 4.52 Örnek 4'ün ortak temel kalıp planı.....	109
Şekil 4.53 Örnek 5'in 3D görünüşü.....	111
Şekil 4.54 Örnek 5'in ortak kalıp planı.....	112
Şekil 4.55 Örnek 5'in ortak temel kalıp planı.....	119
Şekil 4.56 Örnek 6'nın 3d görünüşü.....	121
Şekil 4.57 Örnek 6'nın ortak kalıp planı.....	122
Şekil 4.58 Sta4cad kirişsiz radye temel ağ bilgisi.....	130
Şekil 4.59 Probina kirişsiz radye temel ağ bilgisi.....	130
Şekil 4.60 İdestatik kirişsiz radye temel ağ bilgisi.....	131
Şekil 5.1 Bina ağırlığı $W(t)$ .....	132
Şekil 5.2 1. Mod, X ve Y yönü doğal titreşim periyotları (sn).....	133
Şekil 5.3 X ve Y yönü taban kesme kuvvetleri (t).....	133
Şekil 5.4 Örnek 3 için X ve Y yönü $F_i(t)$ katlara gelen deprem yükleri (t).....	134
Şekil 5.5 Örnek 6 için X ve Y yönü $F_i(t)$ katlara gelen deprem yükleri (t).....	134
Şekil 5.6 X ve Y yönü çatı katı deplasmanları.....	134
Şekil 5.7 X ve Y yönü Örnek 3 için kat deplasmanları.....	135
Şekil 5.8 X ve Y yönü Örnek 5 için kat deplasmanları.....	135
Şekil 5.9 Devrilme momenti katsayısı $\alpha_m$ .....	136
Şekil 5.10 Kolon ve kiriş elemanları kesme kuvvetleri $V_e$ .....	137
Şekil 5.11 Temel kirişleri altındaki zemin gerilmeleri.....	137
Şekil 5.12 Temel kirişleri altındaki zemin gerilmeleri.....	138
Şekil 5.13 Örnek 1 ve Örnek 2 için metraj karşılaştırmaları.....	138
Şekil 5.14 Örnek 3 ve Örnek 5 için metraj karşılaştırmaları.....	139

## TABLOLAR DİZİNİ

	Sayfa
<b>Tablo 3.1</b> Hareketli yük katılım katsayısı (n).....	26
<b>Tablo 3.2</b> Etkin yer ivme katsayısı ( $A_0$ ).....	26
<b>Tablo 3.3</b> Bina önem katsayısı (I).....	27
<b>Tablo 3.4</b> Spektrum karakteristik periyotları.....	27
<b>Tablo 3.5</b> Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R).....	28
<b>Tablo 3.6</b> Eşdeğer deprem yükü yöntemi'nin uygulanabileceği binalar.....	29
<b>Tablo 4.1</b> Bina ağırlığı, ağırlık ve rijitlik merkezi tablosu.....	51
<b>Tablo 4.2</b> Beton hacim, bina ağırlığı ilişkisi (ton).....	51
<b>Tablo 4.3</b> Örnek 1'e ait yapının birinci doğal titreşim periyotları $T_1$ (sn).....	52
<b>Tablo 4.4</b> Örnek 1'e ait yapının taban kesme kuvvetleri $V_t, V_{tB}$ (ton).....	52
<b>Tablo 4.5</b> Örnek 1'e ait yapının x ve y yönü kat deprem yükleri $F_i$ (ton).....	52
<b>Tablo 4.6</b> Örnek 1'e ait yapının tüm iç kuvvet yer değiştirmeleri büyütme katsayısı.....	53
<b>Tablo 4.7</b> Örnek 1'e ait yapının kat deplasmanları $\delta_x=\delta_y$ (m).....	53
<b>Tablo 4.8</b> Örnek 1'e ait yapının katlardaki dönmeler $\theta_z$ (rad).....	53
<b>Tablo 4.9</b> Örnek 1'e ait yapının 2. mertebe etkileri 1.deprem yüklemesi için $\theta_i$ ....	54
<b>Tablo 4.10</b> Örnek 1'e ait yapının düzensizlik kontrolleri.....	54
<b>Tablo 4.11</b> Örnek 1'de güçlü kolonların kat kesme güvenliği kontrolü.....	55
<b>Tablo 4.12</b> Örnek 1'de D101 döşeme elemanı sonuçları.....	55
<b>Tablo 4.13</b> Örnek 1'de K101 kiriş elemanı sonuçları.....	56
<b>Tablo 4.14</b> Örnek 1'de S101 kolon elemanı sonuçları.....	57
<b>Tablo 4.15</b> Örnek 1'de S101 kolon elemanı yönetmelik kontrolleri.....	58
<b>Tablo 4.16</b> Örnek 1'de T1 tekil temel elemanı bilgileri.....	59
<b>Tablo 4.17</b> T01 eleman momentleri ve donatı alanları.....	60
<b>Tablo 4.18</b> Örnek 1'de TK101 sürekli temel elemanı bilgileri.....	61
<b>Tablo 4.19</b> Örnek 1'de RD01 kirişsiz radye elemanı bilgileri.....	64
<b>Tablo 4.20</b> Örnek 1'in metraj bilgileri.....	64
<b>Tablo 4.21</b> Örnek 2 proje parametreleri.....	66
<b>Tablo 4.22</b> Örnek 2 Bina ağırlığı, ağırlık ve rijitlik merkezi tablosu.....	67
<b>Tablo 4.23</b> Örnek 2'ye ait yapının birinci doğal titreşim periyotları $T_1$ (sn).....	67
<b>Tablo 4.24</b> Örnek 2'ye ait yapının taban kesme kuvvetleri $V_t, V_{tB}$ (ton).....	67
<b>Tablo 4.25</b> Örnek 2'ye ait yapının x ve y yönü kat deprem yükleri $F_i$ (ton).....	70
<b>Tablo 4.26</b> Örnek 2'nin iç kuvvet ve yer değiştirmelerini büyütme katsayısı .....	70
<b>Tablo 4.27</b> Örnek 2'ye ait yapının kat deplasmanları $\delta_x, \delta_y$ (m) .....	70
<b>Tablo 4.28</b> Örnek 2'ye ait yapının 2. mertebe etkileri 1.deprem yüklemesi için $\theta_i$	71
<b>Tablo 4.29</b> Örnek 2'ye ait yapının düzensizlik kontrolleri.....	71
<b>Tablo 4.30</b> Örnek 2'nin devrilme momenti kontrolü ( $\alpha_m$ ).....	71
<b>Tablo 4.31</b> Örnek 2'de D101,102,108 döşeme eleman sonuçları.....	72
<b>Tablo 4.32</b> Örnek 2'de K125 kiriş elemanı sonuçları.....	73
<b>Tablo 4.33</b> Örnek 2'de S102 kolon elemanı sonuçları.....	74
<b>Tablo 4.34</b> Örnek 2'de S102 kolon elemanı yönetmelik kontrolleri.....	76
<b>Tablo 4.35</b> Örnek 2'de TK33-34 sürekli temel eleman bilgileri.....	78

	Sayfa
<b>Tablo 4.36</b> Örnek 2’de kirişsiz radye elemanı bilgileri.....	79
<b>Tablo 4.37</b> Örnek 2’in metraj bilgileri.....	79
<b>Tablo 4.38</b> Örnek 3 proje parametreleri.....	83
<b>Tablo 4.39</b> Örnek 3 bina ağırlığı, ağırlık ve rijitlik merkezi tablosu.....	86
<b>Tablo 4.40</b> Örnek 3’e ait yapının birinci doğal titreşim periyodları $T_r$ (sn).....	87
<b>Tablo 4.41</b> Örnek 3’e ait yapının taban kesme kuvvetleri $V_t, V_{tB}$ (ton).....	87
<b>Tablo 4.42</b> Örnek 3’e ait yapının X ve Y yönü kat deprem yükleri $F_i$ (ton).....	87
<b>Tablo 4.43</b> Örnek 3’e ait yapının tüm iç kuvvet ve yer değiştirmelerini büyütme katsayısı.....	88
<b>Tablo 4.44</b> Örnek 3’e ait yapının 2. mertebe etkileri 1.deprem yüklemesi için $\theta_i$	88
<b>Tablo 4.45</b> Örnek 3’e ait yapının düzensizlik kontrolleri.....	88
<b>Tablo 4.46</b> Örnek 3’de güçlü kolonların kat kesme güvenliği kontrolü $V_s/V_k > 0.7$ .	89
<b>Tablo 4.47</b> Örnek 3’nin devrilme momenti kontrolü ( $\alpha_m$ ).....	89
<b>Tablo 4.48</b> Örnek 3’de D104 döşeme elemanı sonuçları.....	90
<b>Tablo 4.49</b> Örnek 3’de K108 kiriş elemanı sonuçları.....	91
<b>Tablo 4.50</b> Örnek 3’de S106 ve P109 kolon ve perde eleman sonuçları.....	91
<b>Tablo 4.51</b> Örnek 3’de S106 kolon elemanı yönetmelik kontrolleri.....	93
<b>Tablo 4.52</b> Örnek 3’de T10 temel eleman sonuçları.....	94
<b>Tablo 4.53</b> Örnek 3’de TK3 temel eleman sonuçları.....	95
<b>Tablo 4.54</b> Örnek 3 kirişsiz radye elemanı bilgileri.....	96
<b>Tablo 4.55</b> Örnek 4 proje parametreleri.....	99
<b>Tablo 4.56</b> Örnek 4 bina ağırlığı, ağırlık ve rijitlik merkezi tablosu.....	102
<b>Tablo 4.57</b> Örnek 4’e ait yapının birinci doğal titreşim periyotları $T_r$ (sn).....	102
<b>Tablo 4.58</b> Örnek 4’e ait yapının taban kesme kuvvetleri $V_t, V_{tB}$ (ton).....	102
<b>Tablo 4.59</b> Örnek 4’e ait yapının x ve y yönü kat deprem yükleri $F_i$ (ton).....	103
<b>Tablo 4.60</b> Örnek 4’e ait yapının 2. mertebe etkileri 1.deprem yüklemesi için.....	103
<b>Tablo 4.61</b> Örnek 4’e ait yapının düzensizlik kontrolleri.....	103
<b>Tablo 4.62</b> Örnek 4’de güçlü kolonların kat kesme güvenliği kontrolü $V_s/V_k > 0.7$ .	105
<b>Tablo 4.63</b> Örnek 4’de D106 döşeme elemanı sonuçları.....	105
<b>Tablo 4.64</b> Örnek 4’de K111 kiriş elemanı sonuçları.....	106
<b>Tablo 4.65</b> Örnek 4’de S108 kolon eleman sonuçları.....	107
<b>Tablo 4.66</b> Örnek 4’de S108 kolon elemanı yönetmelik kontrolleri.....	107
<b>Tablo 4.67</b> Örnek 4’deki T14 tekil temel elemanı sonuçları.....	108
<b>Tablo 4.68</b> Örnek 5 proje parametreleri.....	110
<b>Tablo 4.69</b> Örnek 5’in bina ağırlığı, ağırlık ve rijitlik merkezi tablosu.....	110
<b>Tablo 4.70</b> Örnek 5’e ait yapının birinci doğal titreşim periyotları $T_r$ (sn).....	113
<b>Tablo 4.71</b> Örnek 5’e ait yapının taban kesme kuvvetleri $V_t, V_{tB}$ (ton).....	113
<b>Tablo 4.72</b> Örnek 5’e ait yapının x ve y yönü kat deprem yükleri $F_i$ (ton).....	113
<b>Tablo 4.73</b> Örnek 5’e ait yapının tüm iç kuvvet ve yer değiştirmelerini büyütme katsayısı.....	114
<b>Tablo 4.74</b> Örnek 5’e ait yapının 2. mertebe etkileri 1.deprem yüklemesi için $\theta_i$ ..	114
<b>Tablo 4.75</b> Örnek 5’de güçlü kolonların kat kesme güvenliği kontrolü $V_s/V_k > 0.7$ .	114
<b>Tablo 4.76</b> Örnek 5’e ait yapının düzensizlik kontrolleri.....	115
<b>Tablo 4.77</b> Örnek 5’de D704 döşeme elemanı sonuçları.....	115
<b>Tablo 4.78</b> Örnek 5’de K613 kiriş elemanı sonuçları.....	116
<b>Tablo 4.79</b> Örnek 5’de S609 kolon elemanı sonuçları.....	116
<b>Tablo 4.80</b> Örnek 5’de S609 kolon elemanı yönetmelik kontrolleri.....	117
<b>Tablo 4.81</b> Örnek 5’de TK1 ampartmanlı sürekli temel eleman sonuçları.....	117
<b>Tablo 4.82</b> Örnek 5’de kirişli radye temel sonuçları.....	118

	Sayfa
<b>Tablo 4.83</b> Örnek 6 proje parametreleri.....	120
<b>Tablo 4.84</b> Örnek 6'nın bina ağırlığı, ağırlık ve rijitlik merkezi tablosu.....	120
<b>Tablo 4.85</b> Örnek 6'ya ait yapının birinci doğal titreşim periyotları $T_1$ (sn).....	123
<b>Tablo 4.86</b> Örnek 6'ya ait yapının taban kesme kuvvetleri $V_t, V_{tB}$ (ton).....	123
<b>Tablo 4.87</b> Örnek 6'ya ait yapının X ve Y yönü kat deprem yükleri $F_i$ (ton).....	123
<b>Tablo 4.88</b> Örnek 6'ya ait yapının tüm iç kuvvet ve yer değiştirmelerini büyütme katsayısı.....	124
<b>Tablo 4.89</b> Örnek 6'ya ait yapının 2. mertebe etkileri 1.deprem yüklemesi için $\theta_i$	124
<b>Tablo 4.90</b> Örnek 6'ya ait yapının düzensizlik kontrolleri.....	124
<b>Tablo 4.91</b> Örnek 6'da güçlü kolonların kat kesme güvenliği kontrolü $V_s/V_k > 0.7$ .	125
<b>Tablo 4.92</b> Örnek 6'nın devrilme momenti kontrolü ( $\alpha_m$ ).....	125
<b>Tablo 4.93</b> Örnek 6'ya ait yapının kat deplasmanları $\delta_x, \delta_y$ (m).....	125
<b>Tablo 4.94</b> Örnek 6'da D102, D104 döşeme eleman sonuçları.....	126
<b>Tablo 4.95</b> Eğilmeye maruz elemanlar için sehim kontrolü gerektirmeyen (h);.....	126
<b>Tablo 4.96</b> Örnek 6'da K107, K123 kiriş eleman sonuçları.....	127
<b>Tablo 4.97</b> Örnek 6'da S105 kolon elemanı sonuçları.....	128
<b>Tablo 4.98</b> Örnek 6'da S105 poligon kolon elemanı yönetmelik kontrolleri.....	128
<b>Tablo 4.99</b> Örnek 6 kirişsiz radye bilgileri.....	129
<b>Tablo 5.1</b> Örneklere ait düzensizlik durumları.....	136

## SİMGELER DİZİNİ

$a_i$ :	$i$ 'inci elemanın rijitliğinin, rijitlik merkezine olan dik mesafesi
$A_0$ :	Etkin yer ivme katsayısı
$A_s$ :	Kesitteki donatı alanı
$A(T_j)$ :	$j$ 'inci mod için spektral ivme katsayısı
$A_j(t)$ :	$j$ 'inci mod periyodu ile ilgili maksimum ivme
$A_{s1}$ :	Kolon-kiriş düğüm noktasının bir tarafında, kirişin negatif momentini karşılamak için üste konulan çekme donatısının toplam alanı
$A_{s2}$ :	Kolon-kiriş düğüm noktasının $A_{s1}$ 'e göre öbür tarafında, kirişin pozitif momentini karşılamak için alta konulan çekme donatısının toplam alanı
$d$ :	Kesit yüksekliği
$e_x$ :	X yönündeki, gerçek ve kaydırılmış kütle merkezleri arasındaki mesafe
$e_y$ :	Y yönündeki, gerçek ve kaydırılmış kütle merkezleri arasındaki mesafe
$f_{ck}$ :	Karakteristik beton basınç dayanımı
$f_{cd}$ :	Betonun tasarım basınç dayanımı
$f_{ctd}$ :	Betonun tasarım çekme dayanımı
$f_{ij}$ :	$V_{bj}$ taban kesme kuvvetinde $i$ . katta etkiyen kuvvet
$F_i$ :	$i$ 'inci kata etkiyen deprem yükü
$f_{yd}$ :	Boyuna donatının tasarım akma dayanımı
$f_{yk}$ :	Boyuna donatının karakteristik akma dayanımı
$f_{ywd}$ :	Enine donatının tasarım akma dayanımı
$f_{ywk}$ :	Enine donatının karakteristik akma dayanımı
$g$ :	Yerçekim ivmesi
$g_i$ :	$i$ 'inci katın toplam sabit yükü
$h$ :	Kolonun göz önüne alınan deprem doğrultusundaki enkesit boyutu
$H_{cr}$ :	Kritik perde yüksekliği
$h_f$ :	Minimum döşeme yüksekliği
$H_i$ :	Binanın $i$ 'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği
$h_k$ :	Kiriş yüksekliği
$H_N$ :	Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği
$H_w$ :	Temel üstünden veya zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen toplam perde yüksekliği
$HYYK(n)$ :	Hareketli yük katılım katsayısı
$I$ :	Bina önem katsayısı
$k_i$ :	$i$ 'inci elemanın deprem yönüne paralel doğrultudaki yatay rijitliği
$K_x$ :	X yönü yapı tipi katsayısı
$K_y$ :	Y yönü yapı tipi katsayısı
$L_n, L_k$ :	Kolonun kirişler arasında kalan serbest yüksekliği, kirişin kolon veya perde yüzleri arasında kalan serbest açıklığı
$l_w$ :	Perdenin veya bağ kirişli perde parçasının plandaki uzunluğu
$l_s$ :	Döşemenin dar kenarının uzunluğu
$l_l$ :	Döşemenin geniş kenarının uzunluğu
$M_a$ :	Kolonun serbest yüksekliğinin alt ucunda, kolon kesme kuvvetinin hesabında esas alınan moment



$M_{ack}$ :	Döşemenin taşıma gücü tasarım açıklık momenti
$M_j$ :	$j$ 'inci moddaki etkili modal kütle
$m_i$ :	$i$ 'inci katın kütlesi
$M_{pa}$ :	Kolonun serbest yüksekliğinin alt ucunda $f_{ck}$ , $f_{yk}$ ve çeliğin pekleşmesi göz önüne alınarak hesaplanan moment kapasitesi
$M_{pi}$ :	Kirişin sol ucu $i$ 'deki kolon yüzünde $f_{ck}$ , $f_{yk}$ ve çeliğin pekleşmesi göz önüne alınarak hesaplanan pozitif veya negatif moment kapasitesi
$M_{pj}$ :	Kirişin sağ ucu $j$ 'deki kolon yüzünde $f_{ck}$ , $f_{yk}$ ve çeliğin pekleşmesi göz önüne alınarak hesaplanan negatif veya pozitif moment kapasitesi
$\Sigma M_p$ :	Düğüm noktasına birleşen kirişlerin moment kapasitelerinin toplamı
$M_{pü}$ :	Kolonun serbest yüksekliğinin üst ucunda $f_{ck}$ , $f_{yk}$ ve çeliğin pekleşmesi göz önüne alınarak hesaplanan moment kapasitesi
$M_{ra}$ :	Kolonun veya perdenin serbest yüksekliğinin alt ucunda $f_{cd}$ ve $f_{yd}$ 'ye göre hesaplanan taşıma gücü momenti
$M_{ri}$ :	Kirişin sol ucu $i$ 'deki kolon veya perde yüzünde $f_{cd}$ ve $f_{yd}$ 'ye göre hesaplanan pozitif veya negatif taşıma gücü momenti
$M_{rj}$ :	Kirişin sağ ucu $j$ 'deki kolon veya perde yüzünde $f_{cd}$ ve $f_{yd}$ 'ye göre hesaplanan negatif veya pozitif taşıma gücü momenti
$M_{rü}$ :	Kolonun veya perdenin serbest yüksekliğinin üst ucunda $f_{cd}$ ve $f_{yd}$ 'ye göre hesaplanan taşıma gücü momenti
$M_{ü}$ :	Kolonun serbest yüksekliğinin üst ucunda, kolon kesme kuvvetinin hesabında esas alınan moment
$N_d$ :	Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel kuvvet
$R_a(T_1)$ :	Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$S(T_1)$ :	Spektrum katsayısı
$S$ :	Yönetmelikte belirtilen binaya etkiyen statik deprem kuvveti
$S_i$ :	$i$ 'inci elemanın deprem kuvveti
$S_j(T_j)$ :	$j$ 'inci mod için spektrum katsayısı
$T_A, T_B$ :	Spektrum karakteristik periyotları
$T_1$ :	Binanın $j$ 'inci modunun doğal titreşim periyodu
$q_i$ :	$i$ 'inci katın toplam hareketli yükü
$W_i$ :	$i$ 'inci katın deprem sırasındaki toplam ağırlığı
$X_m, Y_m$ :	Ağırlık merkezi
$X_r, Y_r$ :	Rijitlik merkezi
$V_{bj}$ :	$j$ 'inci moda etkiyen taban kesme kuvveti
$V_c$ :	Betonun kesme dayanımına katkısı
$V_{crx}$ :	Yatay doğrultudaki eğik çatlama oluşturulan kesme kuvveti
$V_d$ :	Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti
$V_{dx}$ :	Yatay doğrultudaki kesme kuvveti
$V_{dy}$ :	Kirişin kolon yüzünde düşey yüklerden meydana gelen basit kiriş kesme kuvveti
$V_e$ :	Kolon ve kirişte enine donatı hesabına esas alınan kesme kuvveti
$V_{ik}$ :	Binanın $i$ 'inci katındaki tüm kolonlarda göz önüne alınan deprem doğrultusunda hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamı
$V_{is}$ :	Binanın $i$ 'inci katındaki, hem alttaki hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlarda, göz önüne alınan deprem doğrultusunda hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamı

$V_{kol}$ :	Düğüm noktasının üstünde ve altında göre hesaplanan kolon kesme kuvvetlerinin küçük olanı
$V_{pr}$ :	Zımbalama dayanımı
$V_{pd}$ :	Zımbalama yükü
$V_r$ :	Kolon, kiriş veya perde kesitinin kesme dayanımı
$V_t$ :	Toplam eşdeğer deprem yükü
$V_{tB}$ :	Mod Birleştirme Yöntemi'nde bulunan taban kesme kuvveti
$Z_i$ :	Zemin sınıfı
$\Delta F_N$ :	Ek eşdeğer deprem yükü
$\phi_{ij}$ :	j'inci mod titreşiminde i'inci kattaki yer değiştirme
$\rho_{ij}$ :	Çapraz korelasyon katsayısı
$\xi$ :	Sönüm oranı
$\beta$ :	Mod birleştirme yöntemi ile hesaplanan büyüklüklerin alt sınırlarının belirlenmesi için kullanılan katsayı
$\beta_{ij}$ :	Serbest titreşim frekanslarının oranı
$\omega_i$ :	i'inci modun serbest titreşim frekansı
$\omega_j$ :	j'inci modun serbest titreşim frekansı
$\phi_{Xij}$ :	X doğrultusunda j'inci mod titreşiminde i'inci kattaki yer değiştirme
$\phi_{Yij}$ :	Y doğrultusunda j'inci mod titreşiminde i'inci kattaki yer değiştirme
$\tau$ :	Kayma kuvveti
$\tau_p$ :	Zımbalama kesitinde oluşan kayma kuvveti
$\Delta_i$ :	Binanın i'inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{ort}$ :	Binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi
$\delta_i$ :	Binanın i'inci katındaki etkin görelî kat ötelemesi
$\eta_{bi}$ :	i'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı
$\eta_{ci}$ :	i'inci katta tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı
$\eta_{ki}$ :	i'inci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı
$\alpha_i$ :	Herhangi bir i'inci katta hesaplanan $V_{is}/V_{ik}$ oranı
$\alpha_s$ :	Döşeme sürekli kenar uzunlukları toplamının, kenar uzunlukları toplamına oranıdır.
$\alpha_m$ :	Devrilme moment katsayısı
$\theta_i$ :	İkinci mertebe etkisi gösterge değeri.
$\delta_x$ :	Katın kütle merkezinin x deplasmanı [mm]
$\delta_y$ :	Katın kütle merkezinin y deplasmanı [mm]
$\emptyset$ :	Donatı çapı

## 1. GİRİŞ

### 1.1 Çalışmanın Konusu ve Amacı

Bu araştırmanın amacı; Türkiye de çok katlı betonarme karkas yapıların imalatına esas, uygulama projelerinin üretiminde kullanılan ticari paket bilgisayar yazılımlarından İdestatik V5.493, Probina V14-sp2 ve Sta4cad V12 yazılımlarının sonuçlarının karşılaştırılmasıdır. Bu çalışmada betonarme çerçeve, çerçeve ve perdelerden oluşan yapı sistemleri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY 1998) ve TS500 (2000) standartlarına göre yapılmaktadır.

Olgun bir taşıyıcı sistem tasarımı, mühendislik öngörüsünün ve tasarım deneyiminin bir ürünüdür. Bugün inşaat mühendisliği diploması alan veya inşaat mühendisliği diplomasının denkliğini alan tüm inşaat mühendisleri, Türkiye de yapı mühendisliği konusunda aynı derecede yetkili sayılmaktadır. Diğer taraftan basit yapıların tasarım ve hesapları bile uzun hesaplar ve işlemler ile ve ancak bilgisayar desteğiyle yapılabilmektedir. Çünkü yönetmelik kayıtlarının ve koşullarının yerine getirilebilmesi için, ticari paket bilgisayar yazılımlarının kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Bu aşamada, çok büyük kolaylıklar sağlayan bu ticari paket programların özellikleri ve bu programlara hakimiyet çok önem kazanmaktadır.

Ne var ki “bilgisayar programları herşeyi yönetmeliklere uygun yapar, uygun statik dizayn ve çözümlenmeleri üretir” beklentisi, mühendisi, statik tasarımın özünden uzaklaştırmaktadır. Mimari tasarıma uyma gerekliliği ve mimari tasarım kusurları da bu olumsuzluğu körüklemektedir. Statik ve betonarme tasarım bir bilgisayar oyununa dönüşmektedir.

Bu tez çalışmasında ticari paket programların verdiği sonuçlarda “ programa girdim böyle çıktı “ ile açıklanamayacak bazı önemli farklılıklara ulaşılmıştır.

## 1.2 Bilgisayar Yazılımları ile İlgili Mevcut Çalışmalar

Taşıyıcı sistem elemanlarının davranışları açısından yapılan çalışmalar geçmişten günümüze araştırma konusu olmuştur. Bu araştırmalar ışığında, Türkiye de ve Yurtdışında ortogonal, ve ortogonal olmayan taşıyıcı sistemlere göre elektronik hesap makinelerin de hesaplama yapabilen hesap analiz modülleri geliştirilmiştir.

Çok katlı yapıların hesabında kullanılan yöntemler, hesapta yapılan kabullerin gerçeğe yakınlığına bakılarak yaklaşık ve kesin yöntemler diye iki ana grupta toplanmaktadır.

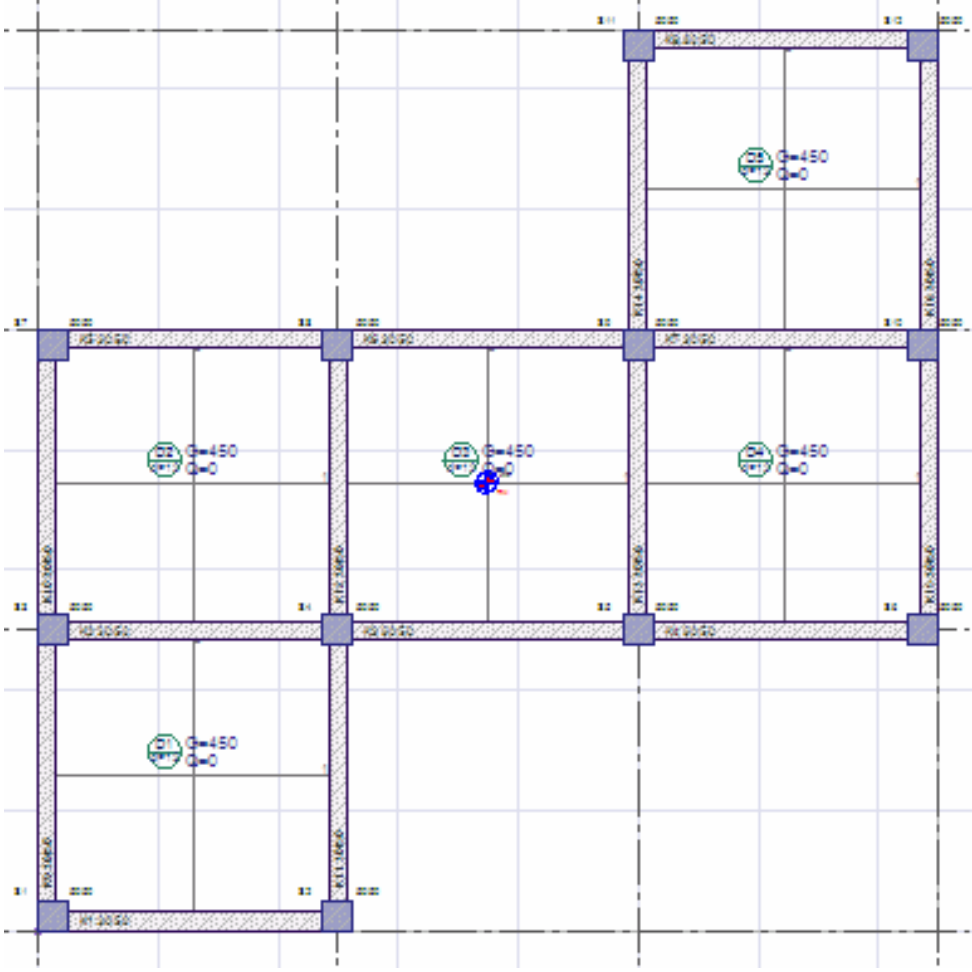
## 1.3 Yaklaşık Hesap Yöntemleri

Yaklaşık yöntemler daha çok ortogonal yapılar içindir. Yatay yükler için en bilineni ve en yaygını Muto yöntemidir. Ortogonal olmayan yapılar için de, geliştirilmiş bazı yaklaşık hesap yöntemleri ve yazılımları da mevcuttur.

Bütün binaların taşıyıcı sistemleri daima üç boyutludur. Plan bazında geometrileri ne olursa olsun taşıyıcı sistemlerin hepsi çerçeve, perde veya bunların karışımından oluşan bir uzay çerçevesidir. Kolon ve kirişlerin plandaki konumlarına göre bu yapıları ortogonal ve ortogonal olmayan sistemler olarak iki ana gruba ayırmak mümkündür. Aslında ortogonal bir yapı ortogonal olmayan sistemin özel bir halidir. Ortogonal ve ortogonal olmayan yapıların tanımlarına, yaklaşık çözüm yöntemlerine ve hesap kabullerine aşağıda değinilecektir.

### 1.3.1 Ortogonal yapılar

Yapıyı oluşturan uzay çerçeveyi, birbirinden bağımsız düzlem çerçeveler ile ifade ettiğimizde, her çerçevenin diğer çerçevelerle 90 derecelik açıyla kesişme koşulunu sağlayan yapılara “Ortogonal” yapı denir. Ortogonal’den küçük eğimli açılarla sapsmalar yapan taşıyıcı sistemler de ortogonal sınıfına dahil edilebilir. Ortogonal yapı tipine örnek Şekil 1.1’de gösterilmektedir.



**Şekil 1.1** Ortogonal yapı örneği

Sadece ortogonal yapılara uygulanabilen yöntemlerin başında Muto metodu gelmektedir. Bazı diğer yaklaşık metotlar Özmen (1978) ve Zorbozan (1981 ) tarafından ayrıntıları ile ele alınmıştır.

Muto yöntemiyle sadece, düzlem sistemleri birbirine dik olan yapılar belli bir yaklaşıklıkla hesaplanabilir. Bu yaklaşıklık gerçek çözümden çok önemli sapmalar gösterebilir. Çerçeveleri dik kesişen yapılarda girişim yapan alt sistemleri hesapta bağımsız olarak ele alabilmek için kesişme noktalarında bulunan düşey taşıyıcılara ait kesit asal eksenlerinin o noktadan geçen düzlem sistemlerin doğrultuları ile çakışması ve bu noktalardaki düşey sürekliliğin yaklaşık olarak sağlandığının kabul edilmesi gerekir.

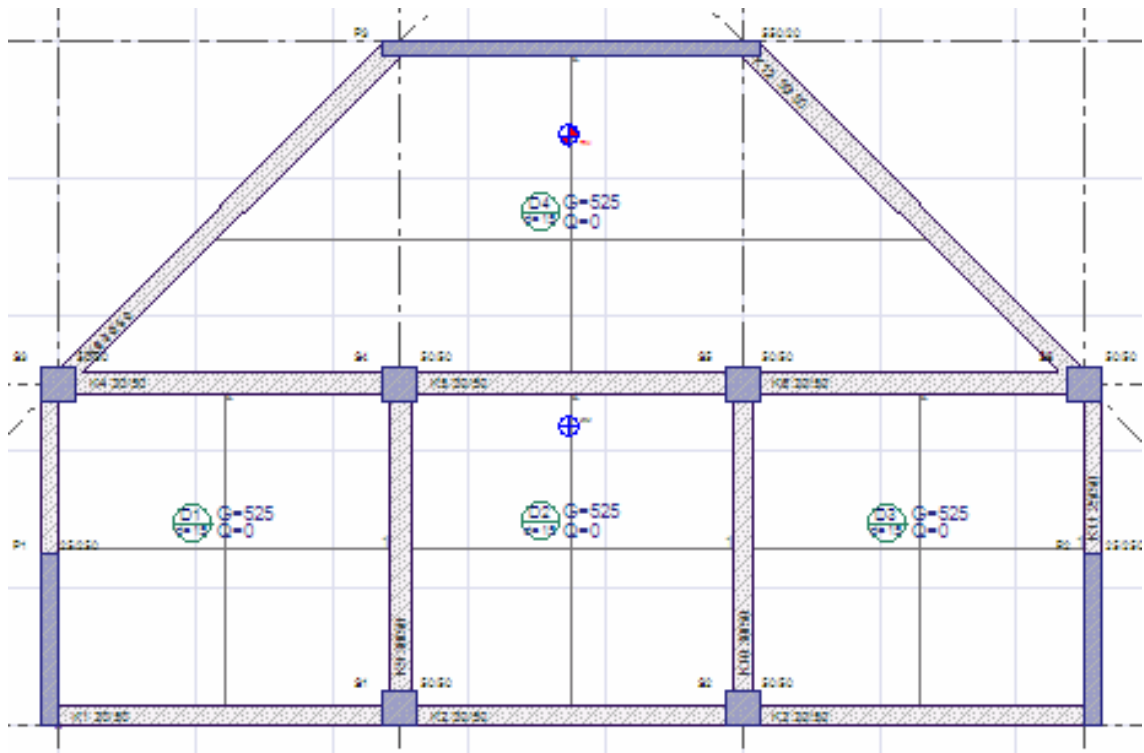
Bu yaklaşık yöntemlerin esası, kesin hesapta çok bilinmeyenli olan problemi, az bilinmeyenli probleme indirgeyerek çözmeye dayanır.

### 1.3.2 Ortogonal olmayan yapılar

Ortogonal Olmayan Yapılar ise, yukarıdaki tanımlamaya uymayan diğer tüm yapılardır ve örnek Şekil 1.2’de verilmektedir. Uygulamada mimari ve estetik nedenlerle modern ve gösterişli yapılar yapmanın amaçlandığı durumlarda taşıyıcı sistemin ortogonal olmayan elemanlardan oluşmasına rastlanmaktadır. Bazı hallerde ise, arsanın biçimi yapı planının gelişigüzel şekillerden meydana gelmesini zorunlu kılarken, statik sistem ister istemez ortogonal olmayan elemanlardan oluşmaktadır.

Çakıroğlu ve Özmen (1979) tarafından yapılan bir çalışmada, ortogonal olmayan çerçevelerden oluşan yapılar için de yaklaşık bir hesap metodu geliştirilmiştir. Bu yöntemde kat kolonlarının sadece o kattaki kesme kuvveti ile orantılı göreceli yer değiştirme yaptıkları kabul edilmiş böylece, her katın hesabı diğer katlardan bağımsız kurulum çözülebilen üç bilinmeyenli bir denklem takımı yardımı ile yapılabilmektedir. Zorbozan (1983)’ın Doktora çalışmasında deplasman yönteminin değişik bir uygulaması yapılarak, ortogonal olmayan sistemler için dolaylı bir alt sistem kullanılmış ve bir ardışık yaklaşım metodu kullanılarak birkaç adımda sonuca gidilmiştir.

Geliştirilen yaklaşık yöntemler dayandıkları varsayımların sağlandığı her tür yapıda güvenle kullanılabilirler. Bu yöntemlerin genel özellikleri yapıyı alt sistemlerle tarif etmeleridir. Alt sistemler bazen düzlem çerçeveler, bazen de düşey taşıyıcı elemanlar olabilir. Alt sistemlerin çerçeveler olduğu programlarda kirişlerin antimetrik deformasyon yaptıkları varsayılarak ortogonal olmayan yapılar da bazı önlemlerle ortogonal sistemler için geliştirilmiş programlarla çözülebilirler. Ancak gündelik tasarım-analiz-çizim işleri için, bu yaklaşık özel yöntemlerin ve bunlara ilişkin yazılımların hiçbir pratik değeri kalmamıştır.



**Şekil 1.2** Ortogonal olmayan yapı örneği

#### 1.4 Kesin Hesap Yöntemleri

Kesin hesap yöntemleri, deplasman metodunun çok katlı yapılara uygulanması ile geliştirilen bilinmeyen sayısı çok fazla olan yöntemlerdir.

Bu programlar ortogonal veya ortogonal olmayan genel amaçlı her türlü yapı sistemini çözebilir. Wilson (1970), Wilson (1985) ve diğer bilim adamları tarafından geliştirilen ve Sap serisi olarak bilinen programlar da, İdestatik (İdestatik 2006), Sta4cad (Amasralı 2000) ve Probina (Prota Bilgisayar 2006) programları da, böyle kesin hesap yöntemi kullanan paket yazılımlardır.

## 2. TİCARİ PAKET PROGRAMLARA GENEL BAKIŞ

Bu bölümde, ticari paket programların dayandığı-kullandığı varsayımlar, programların uygulama alanları, uygulanamayacağı haller ve kapasite sınırlamaları, kaynaklar dahilinde açıklanmıştır.

Programlar esasında, tasarım-analiz-çizim aşamalarını yürüten üç ayrı modülden oluşmaktadırlar. Analiz modülleri hem statik, hem de dinamik hesaplamalar yapabilmektedir. Programların çizim modülleri, tasarımı bitmiş ve analizleri tamamlanmış betonarme yapıların kalıp ve donatı planlarını otomatik üretebilmektedirler. Burada temel aplikasyonu, kalıp ve donatı planları, kiriş ve kolon detayları ve kolon aplikasyonları otomatik üretilebilirken, ilave detay çizimlerinin yapılabilmesi içinde programlar bünyesinde bir çizim modülü barındırmaktadırlar. Aynı zamanda üç program da kalıp-demir-beton metraj modülü içermektedir.

Ticari paket programlar, kesin statik hesap yöntemleri (Direk Deplasman Yöntemi) kullanarak çözüme giden üç boyutlu paket programlardır. Betonarme binaların tasarımı için yazılmışlardır ve bu yüzden, kesit hesapları ve çizim modülleri de bize çok büyük kolaylıklar sağlar.

Rijit döşeme durumunda aynı katta bulunan tüm düğüm noktalarının iki yöndeki yer değiştirme ve dönmeleri birbirlerine bağlıdır ve eşittir. Ancak, kullanıcı herhangi bir kattaki herhangi bir düğüm noktasının deplasmanlarını bağımsız kılabilir. Yapının bir tek taşıyıcı sistemi vardır ve bu taşıyıcı sistem bir uzay çerçevedir. Çerçeve elemanları kolonlar, kirişler, perdeler ve panel elemanlarıdır. Paneller iki kolon arasında kalan düşey perdelerdir. Elemanlar uzayda herhangi bir konumda ve açıda olabilirler. Ara katlar ve herhangi bir şekilde kademelenme olabilir. Kısaca, uzay çubuklar, düşey perdeler ve paneller ile modellenebilen her tür yapı ticari paket programlar ile üç boyutlu olarak çözülebilir. Ticari paket programlarına bilgi girişi, modelleme kat aplikasyon planlarıyla yapılır. Yani her katın veri girişi ayrı ayrıdır. Katlar arasında, kat içindeki ve simetrik yapılardaki benzer bilgiler kolayca kopyalanabilmekte, çok az bilgi



giriş ile yapının tümü kısa sürede oluşturulabilmektedir. Tamamen grafik ortamda, mouse yardımı ile girilen bilgiler, grafik olarak izlenebilmekte, asgari klavye kullanımı sağlayan akıllı kullanıcı menüleri ve hazır bilgi tuşlarından faydalanılmaktadır.

## 2.1 Programların Analiz Modüllerinin Teorik Esasları

Ticari paket programların tamamı statik hesaplama metodu olarak, Direk Deplasman Yöntemini (rijitlik matrisi metodunu) kullanmaktadır.

Hesap mantığında izledikleri sıra, hep birbirine benzer ve şu şekilde özetlenebilir ;

- Çubuk, panel, kolon ve kiriş elemanlarının rijitlik matrisleri önce kendi lokal eksenlerinde oluşturulur.
- Elemanların lokal rijitlik matrisleri koordinat dönüşümü yapılarak yapı global rijitliklerine dönüştürülür.
- İlgili eleman rijitlik matrisleri toplanarak yapı global sistem rijitlik matrisi [S] kurulur.
- İlgili elemanın yük matrisleri toplanarak, her bir yüklemeye ait sistem yük vektörü [P] kurulur.
- Global sistem denge denklemi çözülerek düğüm deplasmanları [D] elde edilir.
- Çözümü takiben teker teker eleman uç kuvvetleri, uç deplasmanlarına ve ankastrelik uç kuvvetlerine bağlı olarak bulunur.

Global Sistem Denge Denklemi :

$$[ S ] * [ D ] + [ P ] = 0 \quad (2.1)$$

### 2.1.1 Programların kullandığı yük ve yükleme bilgileri

Programların maximum tesirlerin bulunmasında esas aldığı yük kombinasyonları ve programların opsiyon bölümünde bazen daha farklı girilen yük karakteristik değerleri şunlardır;

- Sabit yük (G) kısmi emniyet faktörü (1.4)
- Hareketli yük (Q) kısmi emniyet faktörü (1.6)
- Deprem yükü (E) kısmi emniyet faktörü (1.0)
- Rüzgar yükü (W) kısmi emniyet faktörü (1.3)

TS500 (2000)'e ve ABYYHY(1998)'e göre,yapıyı taşıma gücüne ulaştırdığı kabul edilen alternatif nihai yük kombinasyonları şunlardır;

- $C_gG+C_qQ \rightarrow 1.4G+1.6Q$
- $G+Q+C_dE \rightarrow G+Q+E$
- $0.9G+C_dE \rightarrow 0.9G +E$
- $G+Q+C_wW \rightarrow G+Q+1.3W$
- $0.9G+C_wW \rightarrow 0.9G+1.3W$

### 2.1.2 Programların kullandığı yatay yük analiz modülü

Her üç ticari paket programda, yatay yük analiz yöntemi (deprem yükü belirleme yöntemi) olarak 2 analiz yöntemi sunabilmektedir. Bunlar şu şekilde adlandırılmaktadırlar.

- Dinamik analiz (Mod Birleştirme )
- Eşdeğer Statik Deprem Yükü Yöntemi

Üç programın karşılaştırılması açısından, burada esas alınan, seçilen analiz yöntemi, dinamik analiz (mod birleştirme) yöntemidir.

Sta4cad programı, diğer programlardan farklı olarak yapı temel etkileşimi açısından da kullanıcıya iki farklı analiz seçimi sunmaktadır :

- Yapı temel, ayrı statik analiz
- Yapı temel, birlikte statik analiz

Burada diğer programlarla etkileşimli karşılaştırma yapılabilmesi açısından yapı temel ayrı statik analiz seçeneği seçilmiştir.

Üç programda, TS500 (2000)'ün gerektirdiği tüm yük kombinasyonlarını göz önüne alarak, her çubuk ve panelin, iki ucundaki uç kuvvetlerini, her yük kombinasyonu için hesaplayabilmektedir. Probina programı kullanıcı tanımlı yük kombinasyonunu kabul ederken, İdestatik ve Sta4cad programları kullanıcı tanımlı (farklı) yük kombinasyonunu kabul etmemektedir

### 2.1.3 Yatay yükler için dinamik analiz

Programlar dinamik hesap yaparken genel anlamda aşağıdaki işlem sırasını takip ederler;

- Dinamik hesabın kaç mod için yapılacağına yani bina kütesinin en az % kaçının dikkate alınacağına karar verilir.
- Yapı yatay rijitlik matrisi oluşturulur. Bu matriste gerekli düzenlemeler yapılarak titreşime girmeyen düşey ve dönme deplasmanları dikkate alınmamış olur. Böylece, binanın kat döşemesi düzlemi içinde birbirine dik iki yöndeki titreşimlerine karşı gelen indirgenmiş rijitlik matrisi elde edilir.
- Köşegen kütle matrisi oluşturulur.
- Bina için, indirgenmiş yatay rijitlik matrisi ve köşegen kütle matrisi yardımı ile göz önüne alınan her mod için özel açısız frekans hesaplanır.
- Karakteristik deplasman vektörleri bulunur.
- Normalleştirmek için gerekli bölme kat sayıları bulunur ve modların katkı çarpanları hesaplanır.
- Her mod için maksimum davranış spektral ivmeleri hesaplanır veya eğriden okunur.
- Her mod için kat hizasına etkiyen modal yükler bulunur.
- Her kat için, Tam Karesel Birleştirme yada Karelerin Toplamının Karekökü ile Birleştirme yöntemi ile maksimum kat yükleri hesaplanır.
- Bulunan kat yükleri ile (her iki yön için), minimum kat burulmaları şartı da dikkate alınarak, yatay yükler altında sistemin analizine devam edilir.

## 2.2 İdestatik V.5.493 Tanıtımı

İdestatik programı 1988 yılında kurulan İdeyapı Ltd. Şti. tarafından yazılmıştır. Firma 2006 yılına kadar 6 ana versiyon çıkarmıştır. 2006 yılı itibariyle lisanslı kullanıcı sayısı 3000'dir.

Firmanın aynı zamanda diğer bilgisayar yazılımlarından farklı olarak, İdemimari adı altında geliştirdiği, mimari çözümler sunan bir bilgisayar programı da mevcuttur. İdemimari programı İdestatik programıyla entegre çalışabilmektedir (İde Statik 2006).

### 2.2.1 Kolon, kiriş, panel ve perdeler

Kolon, kiriş ve panel elemanlar uzayda herhangi bir şekilde konumlanmış olabilir. Kolonlarda donatılar, iki eksenli eğilme için hesaplanır.

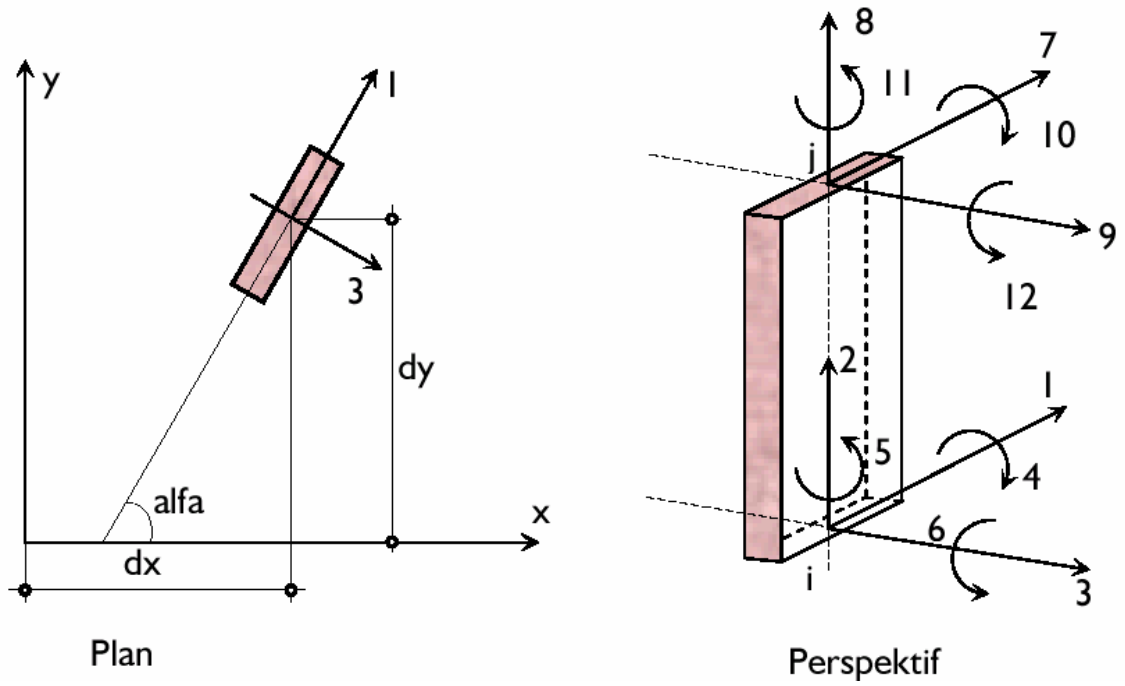
Kirişlerde ise donatı tek eksenli eğilmeye göre tayin edilir. Minimum ve maksimum donatı koşulları özellikle tahkik edilir.

Panellerde donatılar düşey ve yatay doğrultularda ve panelin her iki yüzü için ayrı ayrı hesaplanır. Şekil 2.1 - 2.4'de kolon, kiriş ve panel elemanların uç deplasmanları ve uç kuvvetleri görülmektedir.

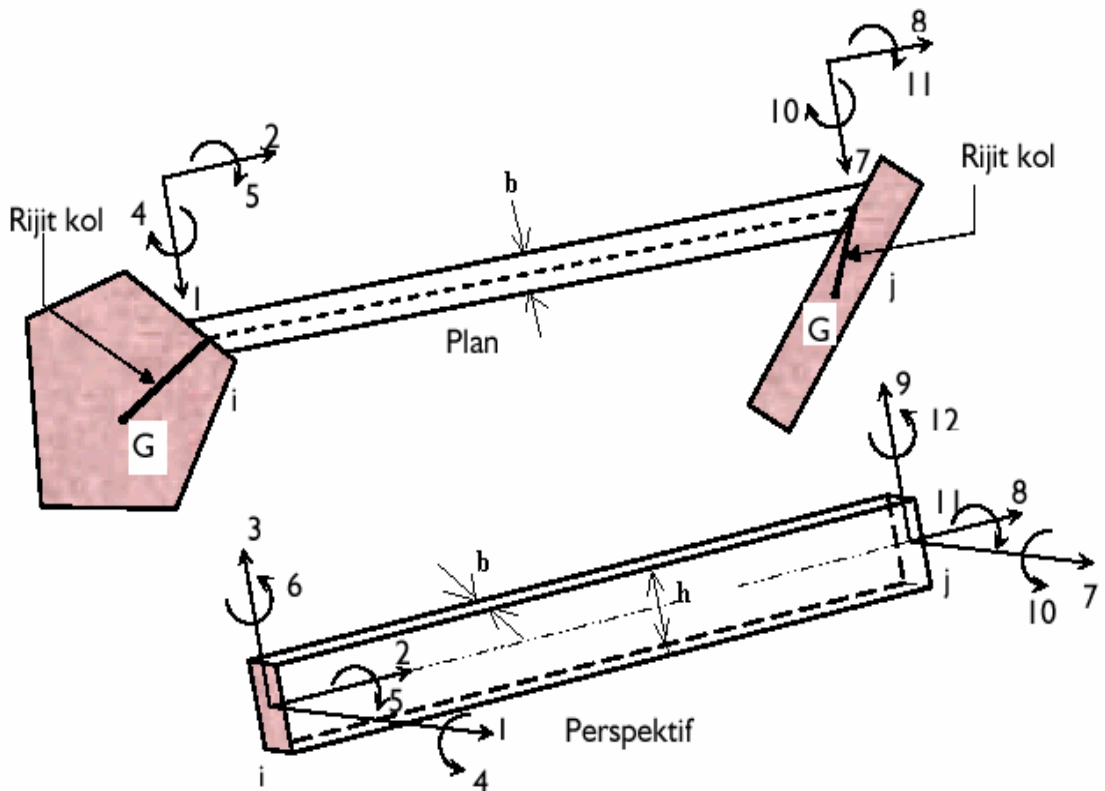
Perde elemanı da sonlu eleman olarak modellenir. Trapez kesitli, kesitleri azalabilen düşey taşıyıcılar modellenememektedir.

Dış yük olmadığında, lokal eksenlerdeki kolon, kiriş ve perde eleman için rijitlik matrisi ;

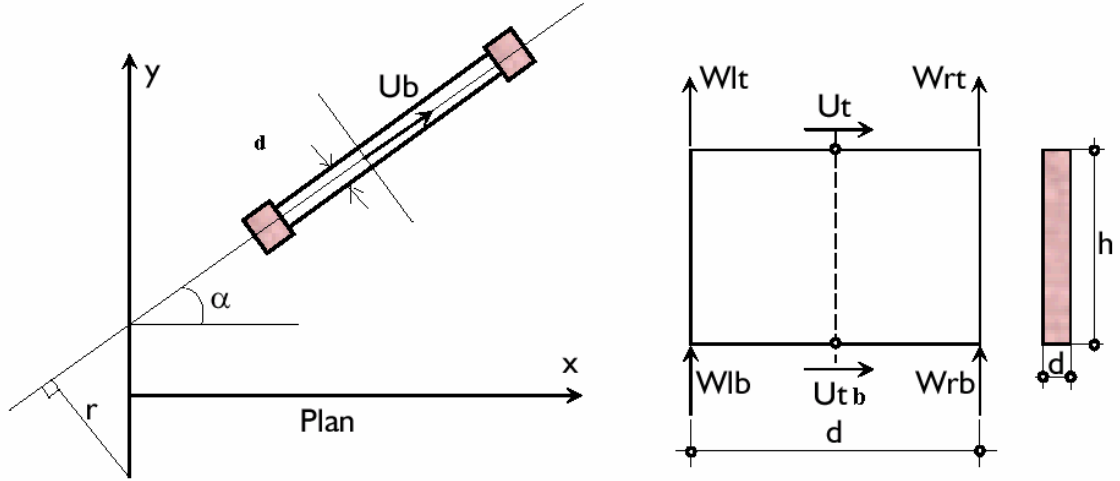
$$[P]_{yerel}=[S]_{yerel} \times [D]_{yerel} \quad (2.2)$$



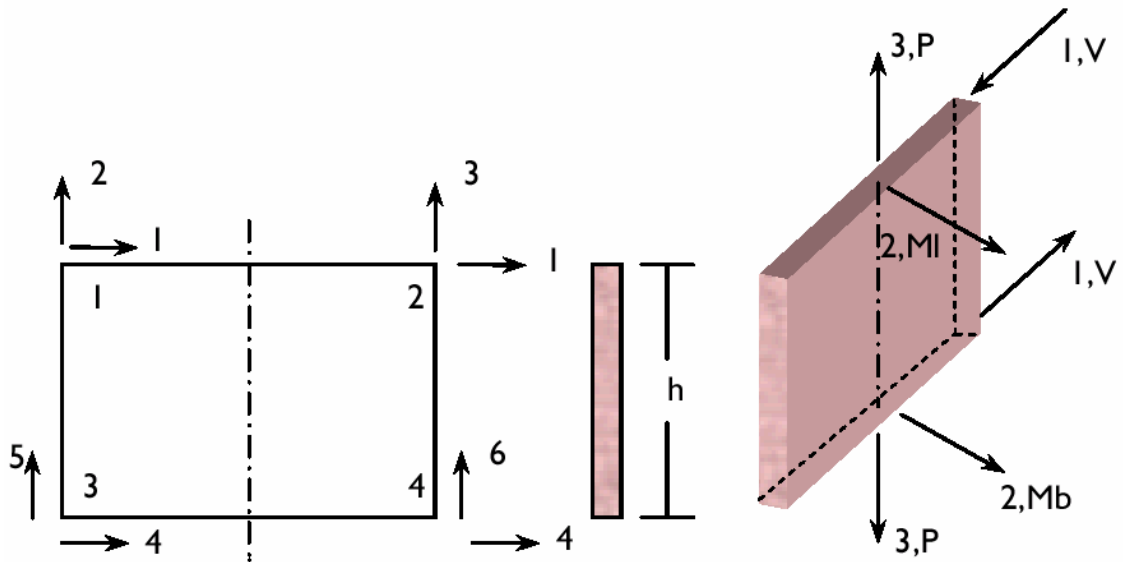
Şekil 2.1 Lokal eksenlerde kolon elemanın uç deplasmanları



Şekil 2.2 Lokal eksenlerde kiriş elemanın uç deplasmanları



Şekil 2.3 Panel elemanların lokal deplasmanları



Şekil 2.4 Panel elemanın uç kuvvetleri

### 2.2.2 Düzlem taşıyıcı sistem elemanları (plaklar):

İdestatik programında plak çözümleri sonlu elemanlar yöntemiyle yapılır. Midline Shell metodu olarak adlandırılan sonlu eleman 4 düğüm noktalı, 12 serbestlik dereceli, dikdörtgen plak elemandır. Yükler düğüm noktalarına etkiyen noktasal, iki düğüm noktası arasında çizgisel ve eleman üzerinde üniform yayılı olabilir. Plaka noktasal ve/veya çizgisel yük tarif edilebilmektedir. Boşluklar herhangi bir geometride tarif

edilerek plak analizinde dikkate alınır. Plak üzerinde n tane hesap aksı geçirilerek ve her bir aks için döşeme donatı hesabı yapılabilir ve çizdirilebilir. Plak moment diyagramları çizdirilebilir.

Döşemelerden kirişlere aktarılan yük, sonlu eleman düğüm noktalarındaki döşeme mesnet reaksiyonlarıdır. Bu yüzden kiriş yükünün şekli, üçgen trapez veya düzgün yük değildir. Herhangi bir eğride olabilir. Ayrıca döşemeye bildirilen noktasal ve/veya çizgisel yüklerde düşey yük olarak kirişlere aktarılır.

Nervürlü kaset plakları da sonlu elemanlarla modellenir. Kat döşemelerinde kullanılan ağ boyutlarına program müdahale ettirmemektedir.

### **2.2.3 Kesit hesapları**

Kesit hesaplarında, Taşıma Gücü Yöntemi kullanılarak ve en kritik yük kombinasyonu göz önüne alınarak, her çubuğun iki ucunda ve açıklıkta kesit hesabı ve donatı tayini yapılır. Kesitlerde, minimum ve maksimum donatı şartları da tahkik edilerek, kesit yeterliliği gösterilir. Kesit uygunluğuna göre donatı belirlenir. Kesit yetersizliğinde rapor ve editörlerde uyarı verir.

### **2.2.4 Temel hesapları**

İdestatik tekil temel, sürekli temel, kirişli ve kirişsiz radye temel çözebilir. Radye ve tekil temeller elastik zemine oturan plak teorisine göre çözülür. Kullandığı sonlu plak eleman, Midline shell sonlu elemanı, 4 düğüm noktalı 12 serbest dereceli, dikdörtgen bir plak elemandır. Sürekli kiriş temeller, elastik zemine oturan ızgara çubuklar olarak modellenir (İdestatik 2006).

### **2.2.5 Merdiven hesapları**

İdestatik 6 çeşit merdiven tipi için çözüm ve donatı planı vermektedir. Merdiven tipleri; İki ucundan mesnetli sahanlık ve düz kol birleşimi uzay taşıyıcı merdivenler, İki ucundan mesnetli ara sahanlıksız uzay taşıyıcı helisenik merdivenler, İç çevreden betonarme perdeye ankastre kıvrımlı sistem merdivenler, Kat sahanlığı üç dış kenardan

mesnetli kıvrımlı sistem merdivenler, Duvara basit mesnetli taşıyıcı basamak merdivenler, Duvara konsol mesnetli taşıyıcı basamak merdivenler şeklinde adlandırılır.

### **2.2.6 Güçlendirme**

İdestatik programında güçlendirme projelerinin üretimi yapılabilmektedir. Kolon, kiriş ve perde elemanlarının her birinin elastisite modüllerine, atalet momentlerine, beton dayanımına, çelik akma dayanımına ve donatılarına müdahale edilerek analiz yapılabilmektedir.

### **2.2.7 Poligonal kesit hesapları**

İdestatik, poligonal kesite sahip kiriş ve kolon elemanları yapı içerisinde kullanılabilmesine olanak vermektedir. Kolon ve kirişler herhangi bir poligonal enkesite sahip olan, sabit atalet momentli prizmatik çubuklar olarak kabul edilecektir.

## **2.3 Probina V. 14'ün Tanıtılması**

Probina programı 1985 yılında kurulan Prota Bilgisayar Mühendislik ve Danışmanlık A.Ş firması tarafından geliştirilmiştir. 2006 yılına kadar 7 ana versiyon geliştirilmiştir. 2006 yılı itibariyle lisanslı kullanıcı sayısı 1520'dir (Prota Bilgisayar 2006).

### **2.3.1 Kolon, kiriş ve perde elemanı**

Kolon elemanı aksenal, kayma ve eğilme deformasyonlarını içerir. Kolonun kiriş bağlantı uçları, birleşimlerdeki rijit bölgeleri de içerebilir. En alt kattaki kolon elemanın alt bağlantısı ankastre olarak yapılır. Kolon elemanlar prizmatik olarak kabul edilirler. Kolonlarda donatılar iki eksenli eğilme için hesaplanırlar. Kolon elemanının deformasyonları ve bu elemanın serbestlik dereceleri Şekil 2.5'deki gibidir.

Kiriş elemanı formülasyonu kolon elemanına benzer şekilde üretilmiştir. Yalnızca aksenal deformasyon bileşenleri iptal edilerek 4 serbestlik dereceli sisteme

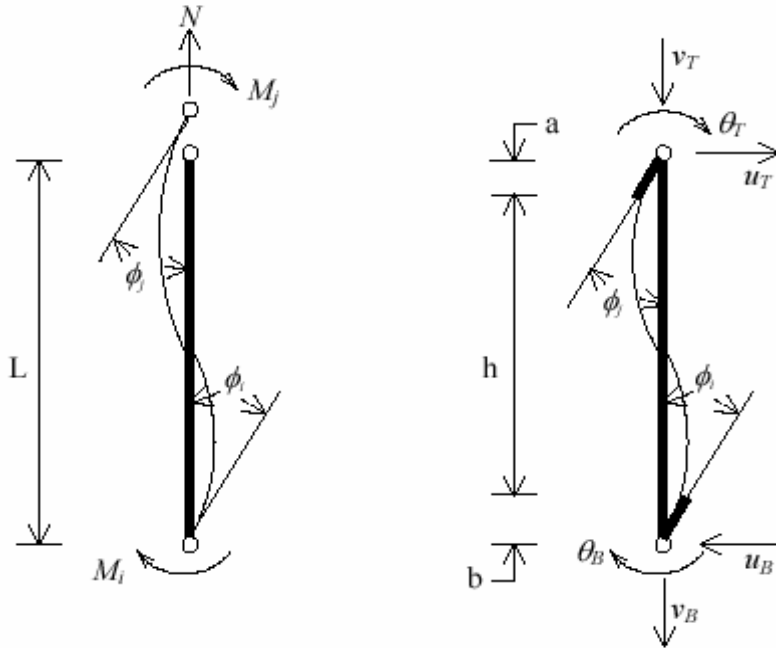


indirgenmiştir. Şekil 2.6’da kiriş elemanı deformasyonları ve bu elemanın serbestlik dereceleri gösterilmektedir.

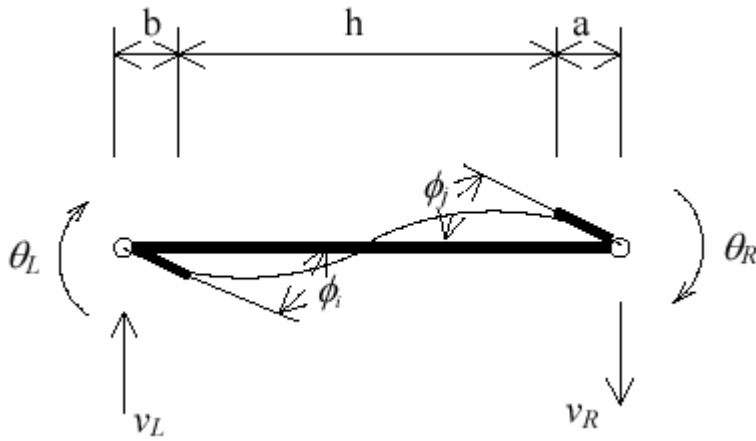
Perde elemanı formülasyonu da kolon elemanına benzemektedir. Tek farklılık olarak perde kolon birleşimlerinde deplasman çifti haline dönüştürülmüştür. Panel elemanlarında alt ve üst bağlantılarındaki kirişlerin boyutlarından dolayı rijit bileşimler hesaba katılmaz. Perde elemanların etkili yükseklikleri hesaplanırken perdenin altında ve üstünde yer alan kirişlerin derinlikleri göz önüne alınmaz. Perde elemanları düşey eğilme elemanlarıdır. Perdelerde oluşan eğilmeler yatay kayma kuvvetlerinin oluşturduğu eğilmelerdir. Şekil 2.8’de perde elemanı deformasyonları ve bu elemanın serbestlik dereceleri gösterilmektedir. Trapez kesitli, kesitleri azalabilen düşey taşıyıcılar modellenebilmektedir. Kolon, kiriş ve perde elemanlarının işaret kabulleri Şekil 2.7’de verilmektedir.

Lokal-yerel eksenlerdeki kolon, kiriş ve perde eleman için genel kuvvet-yer değiştirme ilişkisi;

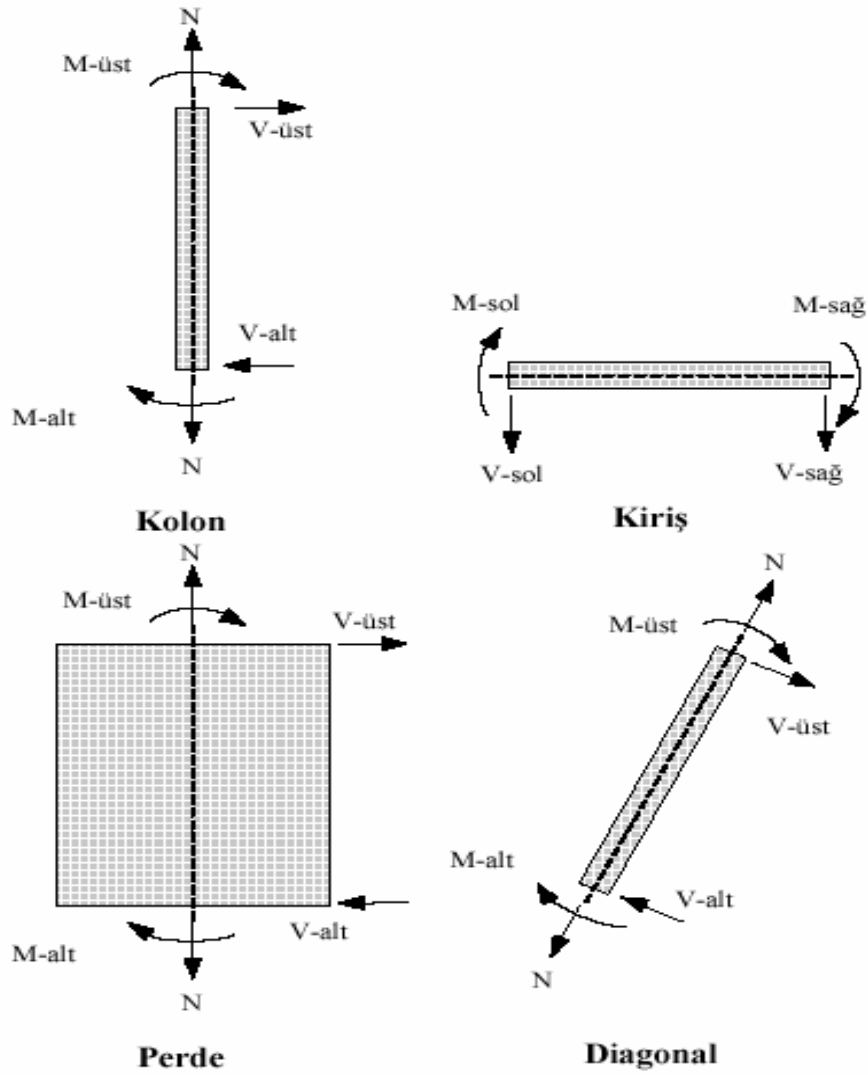
$$[P]_{yerel}=[K]_{yerel} \times [D]_{yerel} \quad (2.3)$$



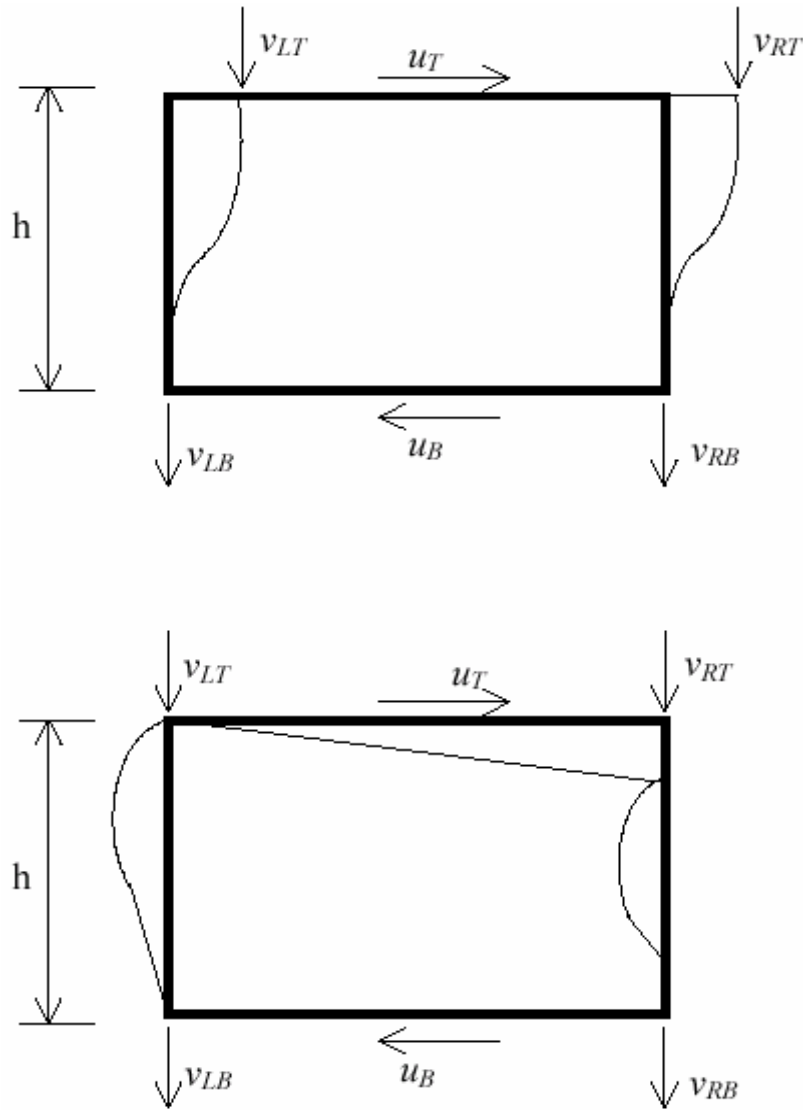
Şekil 2.5 Kolon elemanının deformasyonları ve bu elemanın serbestlik dereceleri



Şekil 2.6 Kiriş deformasyonları ve bu elemanın serbestlik dereceleri



Şekil 2.7 Kolon, kiriş ve perde elemanlarının kuvvetleri ve işaret kabulleri



**Şekil 2.8** Perde deformasyonları ve bu elemanın serbestlik dereceleri

### 2.3.2 Düzlem taşıyıcı sistem elemanları (plaklar):

Döşemelerin açıklık ve mesnet momentleri moment katsayıları yöntemine göre hesaplanabileceği gibi sonlu elemanlar yöntemine göre de hesaplanabilir. Moment katsayıları yönteminde açıklık momentine göre açıklık donatıları hesaplanacaktır. Sonlu elemanlar yönteminde döşeme kenarlarını belirleyen akslardan  $L/4$  mesafede sınırlandırılmış açıklık bölgesinde kalan en büyük açıklık momentine bağlı olarak donatı hesabı yapılmaktadır. En büyük mesnet momentinin bulunmasında tüm momentler arasından en olumsuzunu program tarafından otomatik seçilir. Probinga programı Şekil 2.9'daki menü aracılığıyla kat düzlemindeki döşemeyi rijitliği kabulüyle ilgili bir analiz opsiyonu sunmaktadır.



**Şekil 2.9** Probina rijit döşeme seçim menüsü

### 2.3.3 Kesit hesapları

Probina programı kesit hesaplarında, Taşıma Gücü Yöntemini kullanmaktadır. Kritik yük kombinasyonları göz önüne alarak, her çubuğun iki ucunda ve açıklıkta kesit hesabı ve donatı tayini yapar. Probina programı da kesitlerde, minimum ve maksimum donatı şartları da tahkik edilerek, kesit yeterliliği gösterir. Kesit uygunluğuna göre donatı belirler. Kesit yetersizliğinde, program tarafından kesite donatı atanmaz.

### 2.3.4 Temel hesapları

Probina tekil temel, sürekli temel, kirişli ve kirişsiz radye temel, kirişli kaset temel ve kazık temel çözebilir. Tekil temeller elastik zemine oturan plak teorisine göre çözülür. Sürekli temelerde 3 yöntem ile çözüm yapılabilmektedir. Rijit yöntem, yük etki alanları yöntemi (Fuehssteiner Yöntemi), elastik yöntem (Winkler Yöntemi); rijit yöntem ve yük etki alanları yöntemlerinde kolon momentleri göz önüne alınmamaktadır. Elastik yöntem de herhangi bir yükleme altında bulunan B genişliğinde ve sonsuz uzunluktaki elastik bir temel kirişinin eğilme eğrisi diferansiyel denklemlere bağlı olarak bulunur. Radye temel modeli Discrete Kirschhoff Triangles adı verilen sonlu elemanlar modeli ile oluşturulur. Bu yöntemle WoodArmer etkileri göz önüne alınarak düğümlerde oluşan, zemin gerilmeleri, z doğrultusundaki deformasyonları, x ve y yönü ortalama momentleri elde edilir (Prota Bilgisayar 2006).

### 2.3.5 Merdiven hesapları

Probina 7 tip merdivene çözüm üretebilmektedir. Merdiven tipleri; Sahanlıkları dış uzun kenarından basit mesnetli merdivenler, sahanlıkları iki dış kenarından mesnetli merdivenler, sahanlıkları üç dış kenarından basit mesnetli merdivenler, dış çerçeveden

mesnetli helisel merdivenler, iç çerçeveden mesnetli helisel merdivenler, taşıyıcı ayrıık basamaklı merdivenler, taşıyıcı birleşik basamaklı merdivenler olarak adlandırılır.

### **2.3.6 Güçlendirme**

Probina programında güçlendirme projelerinin üretimi yapılabilmektedir. Kolon, kiriş, panel, perde ve döşeme elemanlarının kesit özelliklerine müdahale edilebilmektedir.

### **2.3.7 Poligonal kesit hesapları**

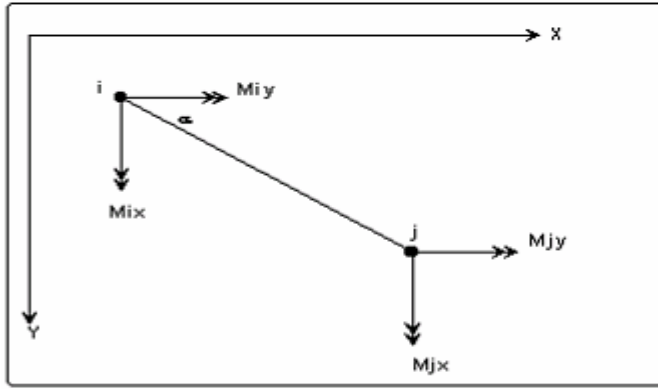
Probina poligonal kesite sahip kiriş ve kolon elemanların yapı içerisinde kullanılabilmesine olanak vermektedir.

## **2.4 Sta4cad V.12'nin Tanıtılması**

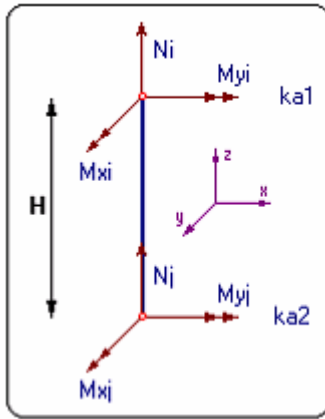
Sta4cad programı, 1995 yılında kurulan Sta Bilgisayar Mühendislik ve Müşavirlik Ltd. Şti firması tarafından yazılmıştır. 2005 yılına kadar 12 versiyon çıkaran firma günümüz koşullarını yakalama amaçlı 12 versiyonun da yazılımını yapan firmadır. 2005 yılı itibariyle lisanslı kullanıcı sayısı 1550'dir (Amasralı 2000).

### **2.4.1 Kolon, kiriş ve perde elemanı**

Kirişlerin kolon içinde kalan kısımlarına gelen yükler, direkt olarak kolonlara aktarılmakta ve kolon bölgesindeki rijitliği sonsuz kabul edilerek, rijitlik değerleri moment-alan teorisi ile bulunmaktadır. Buna uygun olarak kiriş ankastrelik momentleri de kolon yanağı kesitleri için bulunur. Bulunan bu kiriş ankastrelik değerleri, tekrar kolon eksenine taşınır. Kiriş yön kabulleri Şekil 2.10'daki gibidir. Kolon ve perde elemanının temel kabulleri de Şekil 2.11'deki gibidir. Kesitleri düşey yönde azalabilen kolon ve perde elemanı Sta4cad programı tarafından modellenememektedir.



Şekil 2.10 Kiriş elemanı



Şekil 2.11 Kolon ve perde elemanın kuvvet kabulleri

#### 2.4.2 Düzlem taşıyıcı sistem elemanları (plaklar):

Döşemeler sonlu eleman yöntemine göre çözümlenmektedir. Döşeme yükleri; nonortogonal geometriyi ve değişik mesnet koşullarını dikkate alarak, Yield-Line teorisine dayanan üçgen-yamuk yük alanlarıyla kirişlere ve perdelere dağıtılmaktadır. Denge yöntemi ile; plak kırılma doğruları bulunmakta ve yük dağılımı gerçekleştirilmektedir. Döşeme yüklerinin kolonlara gelen kısımları koordinatları ile, direkt kolonlara aktarılmaktadır. Kirişler; kolon dışında kalan kısımlardan yük almaktadır. Kirişlere döşeme yükünden kolonun alması gereken yükler verilmemektedir.

### 2.4.3 Kesit hesapları

Betonarme kesit hesapları; Emniyet Gerilmesi veya Taşıma Gücü yöntemine göre yapılabilmektedir. Taşıma Gücü, deprem, sehim ve düktilite koşullarına göre değerlendirilmektedir. Program kolon ve kat burkulmalarını dikkate alarak, kolon moment büyütme faktörü ile momentleri büyüterek, kesitlerin betonarme hesaplamalarını yapmaktadır. Kesit yetersizliklerini rapor etmektedir.

### 2.4.4 Temel hesapları

Sta4cad tekil ve sürekli temellerin çözümünü elastik zemine oturan sonlu kiriş yöntemi (Winkler Yöntemi) kullanmaktadır. Elastik yöntem de herhangi bir yükleme altında bulunan B genişliğinde ve sonsuz uzunluktaki elastik bir temel kirişinin eğilme eğrisi diferansiyel denklemlere bağlı olarak bulunur. Radye temel modeli sonlu elemanlar yöntemiyle çözülebilmektedir. Temeller; yapı ile birlikte çözülebildiği gibi, ayrı olarak da hesaplanabilmektedir (Amasralı 2006).

### 2.4.5 Merdiven hesapları

Sta4cad 5 tip merdivene çözüm üretebilmektedir. Merdiven tipleri; çift kollu merdiven, çift kollu yarı döner merdiven, tek kollu merdiven, üç kollu merdiven ve helisel merdiven olarak adlandırılabilir.

### 2.4.6 Güçlendirme

Sta4cad programında güçlendirme projelerinin üretimi yapılabilmektedir. Kolon, kiriş, döşeme, panel ve perde elemanlarının kesit özelliklerine müdahale edilebilmektedir.

### 2.4.7 Poligonal kesit hesapları

Sta4cad poligonal kesite sahip kiriş ve kolon elemanları yapı içerisinde kullanılabilmesine olanak vermektedir. Düşeyde eğik kiriş elemanları farklı katlara bağlanması durumunda, diyaframlar arasında rijitliğine bağlı olarak bir yay elemanı gibi çalışmaktadır. Dairesel yay parçası olarak tanımlanan kirişlerin rijitlik matrisi

geometrisine uygun olarak hazırlanmakta, uç koşul kontrolü ve donatı düzenlemeleri bağlantı açılarına göre hazırlanmaktadır.



### 3. YÖNETMELİKLER VE HESAP YÖNTEMLERİ

#### 3.1 Yönetmelikler

Deprem etkisinde bulunan diğer ülkelerdeki gibi, ülkemizde de, depreme dayanıklı yapı projelendirilmesi ve yapım esasları ile ilgili yönetmelikler düzenlenmiştir. “İlki Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi adıyla 1940 yılında yayınlanan yönetmelik zamanla 1942, 1947, 1953, 1961, 1968, 1975 ve son olarak 1998 yılında değişikliğe uğramıştır” (Celep ve Kumbasar 2000).

Her ülkede olduğu gibi yurdumuzdaki yönetmelik de zaman zaman değiştirilerek deprem mühendisliği ve ilgili dallardaki yenilikleri kapsamına çalışılmıştır. Buna uygun olarak 1975’te yayınlanan yönetmelik, yapılan uzun çalışmalar sonucunda değiştirilerek tartışmaya açılmış ve yapılan değişikliklerle 1998 yılı başından itibaren geçerli olmak üzere kabul edilmiştir.

ABYYHY (1998)’deki asıl farklılık, hesapların elle değil, bilgisayarla yapılmasını öngören bir yaklaşım getirmesidir. Hesapların bilgisayarın verdiği olanaklarla çok ayrıntılı ve birkaç kez tekrarlanacak biçimde yapılması gerekmektedir. Tipik bir örnek, periyot hesabının bir ampirik denklem yerine, bilgisayarda yapının dinamik analiziyle ve daha kesin bir yöntemle hesaplanmasıdır.

Yönetmelikte verilen koşullara uyularak, yapılarda yeterli rijitlik, süneklik ve dayanım sağlanabilir. Yönetmelik, deprem etkisinin daha rahat karşılanması bakımından, yapıda düzgün taşıyıcı sistem seçimini özendirici ve tersini caydırıcı dolaylı hükümler getirmektedir. Yapıların taşıyıcı sisteminin, düşey yükler yanında, deprem etkisini de güvenlikle karşılaması beklenir.

Hemen hemen tüm deprem yönetmelikleri, yapılardaki deprem etkisini öncelikle eşdeğer yatay kuvvetler şeklinde dikkate alır. Ancak, yapının taşıyıcı sisteminde

düzensizlikler bulunması durumunda, davranışın daha ayrıntılı biçimde belirlenmesi için dinamik hesap yöntemi de kullanılır.

### 3.2. Hesap Yöntemleri

ABYYHY (1998)'te, binaların ve bina türü yapıların deprem hesabında kullanılacak yöntemler; Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi olarak verilmiştir.

#### 3.2.1. Eşdeğer deprem yükü yöntemi

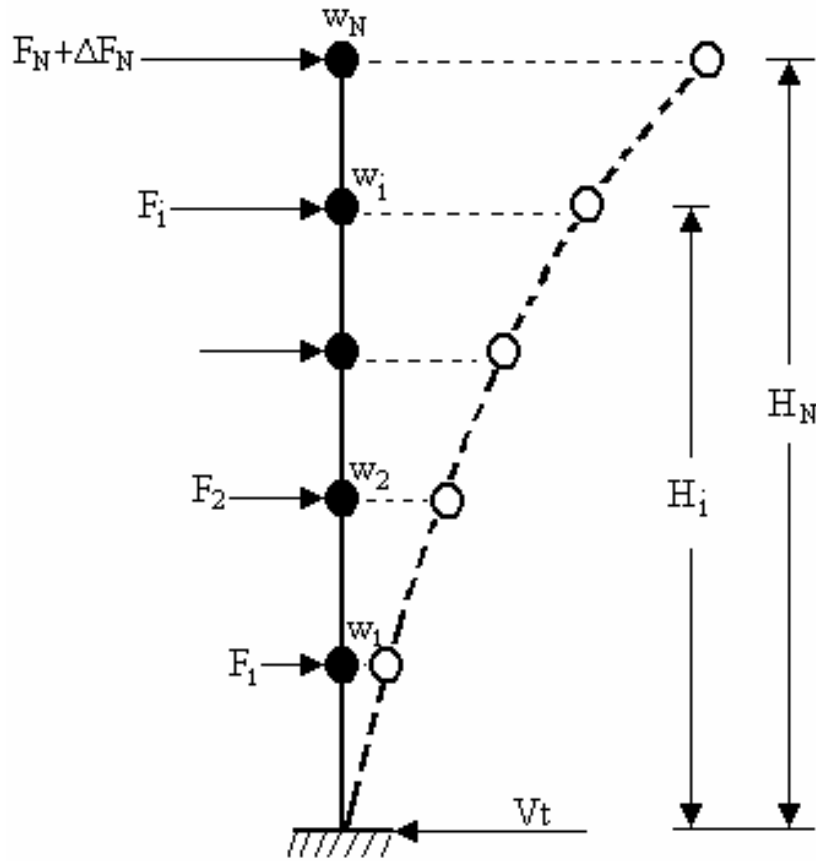
Bu yöntemde taşıyıcı sistemi kolon, kiriş ve perdelerden oluşan yapılara etkileyen deprem yükleri, yapının kat hizaları seviyesinde etkileyen yatay statik yükler olarak kabul edilebilir. Bu yatay yüklerin, taşıyıcı sistemi oluşturan elemanlarda meydana getireceği kesit tesirleri bulunmaktadır.

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde, yük hesabı elle yapılabilir olduğundan ve hesaplarda kullanılan katsayılarla emniyetli tarafta kalındığından, çoğu durumda, dinamik yöntemlerin verdiklerinden daha büyük deprem yükü değerleri ortaya çıkarmaktadır. Dolayısıyla bu yöntem mutlaka dikkate alınmalı ve diğer dinamik yöntemlerle bulunan sonuçların bu yöntem sonuçlarıyla karşılaştırılması, gerekiyorsa düzeltme yapılması, yeni yönetmelikte zorunlu hale getirilmiştir.

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'ndeki yatay yük dağılımı esas itibariyle dinamik yöntemdeki birinci mod yatay deplasman değişimine benzer olarak dikkate alınır. Fakat yönetmelik formülleri çeyrek sinüs dalgası şeklinde değil, ters üçgen şeklinde bir dağılım verir. Kuvvetlerin kat kütle merkezlerine statik olarak etkidiği varsayılarak bu yükler için hesap yapılır. Kat kütle merkezine etkileyen statik deprem yükleri Şekil 3.1'de gösterilmiştir.

Katlara etkileyen statik deprem yüklerinin hesabı ise aşağıdaki formüller ile yapılır:

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0,10 \cdot A_o \cdot I \cdot W \quad (3.1)$$



**Şekil 3.1** Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin Yükleme Durumu

$V_t$  : Toplam eşdeğer deprem yüğü

$$W_i = g_i + n \cdot q_i \quad (3.2)$$

$W$  : Binanın deprem sırasındaki toplam ağırlığı

$$W = \sum_{i=1}^N W_i \quad (3.2a)$$

$W_i$  :  $i$ 'inci katın deprem sırasındaki toplam ağırlığı

$g_i$  :  $i$ 'inci katın toplam sabit yüğü

$q_i$  :  $i$ 'inci katın toplam hareketli yüğü

$n$  : Hareketli yük katılım katsayısı, Tablo 3.1'de verilmiştir.

**Tablo 3.1** Hareketli yük katılım katsayısı (n)

Bina Kullanım Amacı	n
Depo, antrepo. vb.	0,80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0,60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0,30

$$A(T_1) = A_0 \cdot I \cdot S(T_1) \quad (3.3)$$

$A(T_1)$  : Spektral ivme katsayısı

$A_0$  : Etkin yer ivme katsayısı, Tablo 3.2’de verilmiştir.

$I$  : Bina önem katsayısı, Tablo 3.3’de verilmiştir.

$$S(T_1) = 1 + 1,5 \cdot T_1 / T_A \quad (0 \leq T_1 \leq T_A) \quad (3.3a)$$

$$S(T_1) = 2,5 \quad (0 < T_1 \leq T_B) \quad (3.3b)$$

$$S(T_1) = 2,5 \cdot (T_B / T_1)^{0,8} \quad (T_1 > T_B) \quad (3.3c)$$

$S(T_1)$  : Spektrum katsayısı

$T_1$  : Binanın birinci doğal titreşim periyodu

$T_A, T_B$  : Spektrum karakteristik periyotları, Tablo 3.4’de verilmiştir.

**Tablo 3.2** Etkin yer ivme katsayısı ( $A_0$ )

Deprem Bölgesi	$A_0$
1	0,4
2	0,3
3	0,2
4	0,1

**Tablo 3.3** Bina önem katsayısı (I)

Bina Kullanım Amacı veya Türü	I
1. Deprem sonrasında kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Toksin, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1,5
2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. b) Müzeler	1,4
3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1,2
4. Diğer binalar Yukarıdaki tanımlara girmeyen binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	1,0

**Tablo 3.4** Spektrum karakteristik periyotları

Yerel Zemin Sınıfı	$T_A$	$T_B$
Z1	0,10	0,30
Z2	0,15	0,40
Z3	0,15	0,60
Z4	0,20	0,90

$$R_a(T_1) = 1,5 + (R - 1,5) \frac{T_1}{T_A} \quad (0 \leq T_1 \leq T_A) \quad (3.4)$$

$$R_a(T_1) = R \quad (T_1 > T_A) \quad (3.4a)$$

$R_a(T_1)$  : Deprem yükü azaltma katsayısı

R : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı, Tablo 3.5’de verilmiştir.

**Tablo 3.5** Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R)

Bina Taşıyıcı Sistemi	Süneklik Düzeyi	Süneklik Düzeyi
	Normal Sistemler İçin (R)	Yüksek Sistemler İçin (R)
Yerinde Dökme Betonarme Binalar		
1. Çerçeve	4	8
2. Bağ kirişli boşluklu perde	4	7
3. Perde	4	6
4. Çerçeve + Perde (Boşluklu ve/veya Boşluksuz Perde)	4	7

$$F_i = \frac{W_i \cdot H_i}{\sum_{i=1}^N W_i \cdot H_i} \cdot (V_t - \Delta F_N) \quad (3.5)$$

$F_i$  : i’inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü

$\Delta F_N$  : Ek eşdeğer deprem yükü

$H_N > 25$  m olan binalarda N. kata etkiyen  $F_N$  değeri  $\Delta F_N$  kadar artırılır.  $H_N \leq 25$  m olduğu durumlarda  $\Delta F_N = 0$  alınır.

$$\Delta F_N = 0,07 \cdot T_1 \cdot V_t \leq 0,20 \cdot V_t \quad (3.6)$$

Eşdeğer statik analiz, taşıyıcı sistemi düzenli olan yapılarda yapı davranışını iyi bir şekilde temsil eder. Taşıyıcı sistemde düzensizlik bulunması durumunda ise, bu yöntemin güvenilir sonuçlar verdiği de pek söylenemez.

Eşdeğer statik analize göre, tasarımı yapılan asimetrik planlı bir yapının depremde hasar görmesi sürpriz sayılmaz. Deprem yönetmeliklerindeki geleneksel statik yöntem, atalet kuvvetlerinin yapının kütle merkezine statik yük olarak tatbik edilmesine dayanır. Asimetrik yapılar için bu metot çok bilinen aşağıdaki şekli alır.

$$S_i = S \frac{k_i}{\sum k_i} \pm S * e \frac{k_i a_i}{\sum k_i a_i^2} \quad (3.7)$$

S : Yönetmelikte belirtilen binaya etkiyen statik deprem kuvveti

$S_i$  : i'inci elemanın deprem kuvveti

$k_i$  : i'inci elemanın S yönüne paralel doğrultudaki yatay rijitliği

e : S'nin rijitlik merkezine olan S doğrultusuna dik mesafesi (dışmerkezlilik)

$a_i$  : i'inci elemanın rijitliğinin rijitlik merkezine olan dik mesafesi

Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Dinamik Analiz Yöntemi her türlü taşıyıcı sisteme uygulanabilir. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ise Tablo 3.6'da belirtilen sistemlere uygulanabilir.

**Tablo 3.6** Eşdeğer deprem yükü yöntemi'nin uygulanabileceği binalar

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1,2	A <sub>1</sub> türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağlayan binalar	$H_N \leq 25$ m
1,2	A <sub>1</sub> türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu ve ayrıca B <sub>2</sub> türü düzensizliği olmayan binalar	$H_N \leq 65$ m
3,4	Tüm binalar	$H_N \leq 75$ m

### 3.2.2 Mod birleştirme yöntemi

Bu, elastik dinamik çözümleme yöntemi, sistemin davranışının her bir serbest titreşim mod etkilerinin ayrı ayrı elde edilmesinden sonra birleştirilmesi esasına dayanır.

Binalarda kütlelerin katlarda toplandığı kabul edilerek genellikle her kat için iki ötelenme ve bir dönme hareketi esas alınır. Dönme hareketi nedeni ile katlarda kütle merkezi ile rijitlik merkezinin üst üste düşmemesinin etkisi de hesaba katılmış olur. Yöntemin hesap tekniği tamamen elastik davranışa dayanır.

Bu yöntemde deprem yükünün katlara dağıtılmasında mod şekilleri esas alınır.

$$M_j = \frac{\left( \sum_{i=1}^N m_i \cdot \phi_{ij} \right)^2}{\sum_{i=1}^N m_i \cdot \phi_{ij}^2} \quad (3.8)$$

$$f_{ij}(t) = \frac{m_i \cdot \phi_{ij}}{\sum_{k=1}^N m_k \cdot \phi_{kj}} V_{bj}(t) \quad (3.9)$$

$V_{bj}$  : j'inci modda etkiyen taban kesme kuvveti

$M_j$  : j'inci moddaki etkili modal kütle

$f_{ij}$  :  $V_{bj}$  taban kesme kuvvetinde i'inci katta etkiyen kuvvet

$m_i$  : i'inci katın kütlesi

$\phi_{ij}$  : j'inci mod titreşiminde i'inci kattaki yer değiştirme

$A_j(t)$  : j'inci mod periyodu ile ilgili maksimum ivme

Yukarıdaki ifadelerde spektral değerler kullanılır ve elastik taban kesme kuvvetine,  $R_a$  katsayısı uygulanıp, bina önem katsayısı dikkate alınırsa Formül 3.10 aşağıdaki şekle dönüşür:

$$V_{bj} = \frac{M_j \cdot g \cdot A(T_j)}{R_a} = \frac{W_j}{R_a} A_0 \cdot I \cdot S_j(T_j) \quad (3.10)$$



$g$  : Yerçekim ivmesi

$A(T_j)$  :  $j$ 'inci mod için spektral ivme katsayısı

$A_0$  : Etkin yer ivme katsayısı

$I$  : Bina önem katsayısı,

$R_a$  : Deprem yükü azaltma katsayısı

$S_j(T_j)$  :  $j$ 'inci mod için spektrum katsayısı

$T_j$  : Binanın  $j$ 'inci modunun doğal titreşim periyodu

Binaya etkiyen toplam deprem yükü, kat kesme kuvveti, iç kuvvetler, yer değiştirme ve rölatif kat yer değiştirmesi gibi her mod için elde edilen  $r_j$  büyüklüklerinin birleştirilmesi aşağıda verilen iki yöntemden uygun olanı ile yapılır.

- Karelerin Toplamının Kare Kökü ile Birleştirme ( CQC )

$T_i, T_j$  : Herhangi iki modun periyotları ve  $T_i < T_j$  olsun

$\frac{T_i}{T_j} < 0,8$  şartı sağlanıyorsa,

$$r_{\max} \approx \sqrt{r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + \dots + r_N^2} \quad (3.11)$$

elde edilen büyüklükler Formül 3.11 ile birleştirilebilir.

- Tam Karesel Birleştirme:

$T_i < T_j$  olup,  $\frac{T_i}{T_j} < 0,8$  şartı sağlanmazsa, ilgili büyüklüklerin birleştirilmesi Formül

3.12'ye göre yapılır.

$$r_{\max} \approx \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \rho_{ij} \cdot r_i \cdot r_j} \quad (3.12)$$

$\rho_{ij}$  : Çapraz korelasyon katsayısı

$$\rho_{ij} = \frac{8\xi^2 \cdot (1 + \beta_{ij}) \cdot \beta_{ij}^{\frac{3}{2}}}{(1 + \beta_{ij}^2)^2 + 4\xi^2 \cdot \beta_{ij} \cdot (1 + \beta_{ij})^2} \quad (3.12a)$$

$\xi$  : Sönüm oranı

$\beta_{ij}$  : Serbest titreşim frekanslarının oranı

$$\beta_{ij} = \frac{\omega_i}{\omega_j} \quad (3.12b)$$

$\omega_i$  : i'inci modun serbest titreşim frekansı

$\omega_j$  : j'inci modun serbest titreşim frekansı

Yüksek modların etkilerinin sınırlı olmasından dolayı, hesap yoğunluğunu asgari seviyede tutmak amacı ile dikkate alınacak mod sayısının az olması istenir. ABYYHY (1998)'de, hesaba katılması gereken mod sayısı etkin modal kütle kavramına bağlanmıştır. Her iki asal doğrultuda hesaba katılması gereken modların etkin modal kütleleri toplamı, toplam bina kütlelerinin %90'ından az olmamalıdır.

$$\sum_{j=1}^S M_{Xj} = \sum_{i=1}^S \left\{ \frac{\left( \sum_{i=1}^N m_i \cdot \phi_{Xij} \right)^2}{M_j} \right\} \geq 0,90 \cdot \sum_{i=1}^N m_j \quad (3.13)$$

$$\sum_{j=1}^S M_{Yj} = \sum_{i=1}^S \left\{ \frac{\left( \sum_{i=1}^N m_i \cdot \phi_{Yij} \right)^2}{M_j} \right\} \geq 0,90 \cdot \sum_{i=1}^N m_j \quad (3.13a)$$

S : Hesaba katılması gereken mod sayısı

N : Kat Adedi

$\phi_{Xij}$  : X doğrultusunda j'inci mod titreşiminde i'inci kattaki yer değiştirme

$\phi_{Yij}$  : Y doğrultusunda j'inci mod titreşiminde i'inci kattaki yer değiştirme

$\sum_{j=1}^S M_{Xj}$  : X doğrultusunda S adet moda ait etkili modal kütleler toplamı

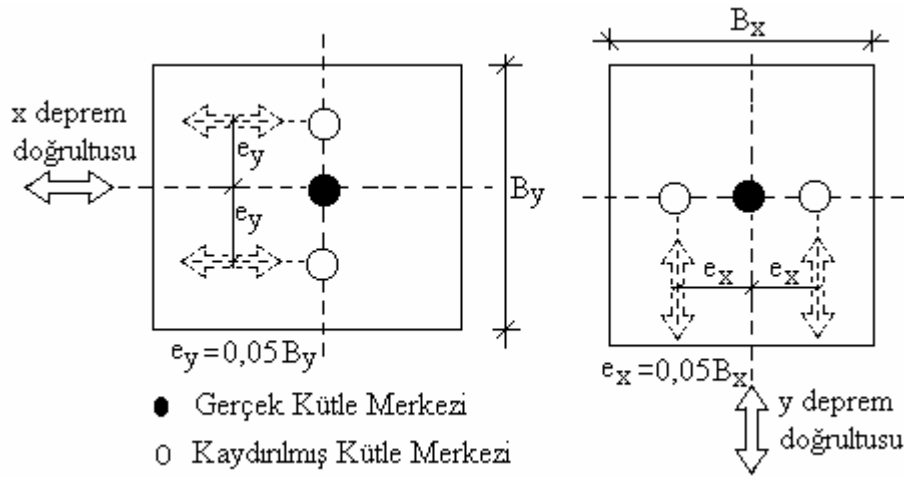
$\sum_{j=1}^S M_{Yj}$  : Y asal doğrultusunda S adet moda ait toplam etkili modal kütleler toplamı

$\sum_{i=1}^N m_j$  : Bina toplam kütlesi

Ayrıca yönetmelik, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile elde edilen bina toplam deprem yükünün ( $V_t$ ), aşağıda ifade edilen  $\beta$  katsayısı ile çarpımından elde edilen değerinin, Mod Birleştirme Yöntemi'nde mod katkılarının birleştirilmesi ile elde edilen bina toplam deprem yükünden ( $V_{tB}$ ), büyük olması ( $\beta \cdot V_t > V_{tB}$ ) durumunda, Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen tüm iç kuvvet ve yer değiştirme büyüklüklerinin  $\beta \cdot \frac{V_t}{V_{tB}}$  katsayısı ile büyütülmesini öngörmektedir.

$\beta$  katsayısı, A1, B2 ve B3 türü düzensizliklerden birinin bulunması durumunda 1,00 ve bu düzensizliklerin hiç birinin bulunmaması durumunda ise 0,90 olarak alınır.

Gerek deprem yüklerinin hesabında ve gerekse kat kütlelerinin hesabında, genellikle sabit ve hareketli yüklerin döşeme üzerine düzgün olarak yayıldığı kabul edilir ve deprem yükü döşemenin geometrik merkezine etkilir yani döşeme kütlesi bu noktaya toplanır. Ancak, sabit ve özellikle hareketli yükün düzgün yayılmaması bu kabulü zedeler. Yönetmelik bu şekildeki muhtemel bir durumu da göz önüne almak amacıyla, Şekil 3.2'de görüldüğü gibi kütle merkezinin depreme dik doğrultuda, döşemenin bu dik doğrultudaki boyutunun %5'i kadar iki tarafa kaydırılarak, boyutlamada elverişsiz olan çözümlemenin dikkate alınması öngörmektedir. Bu sayede ek dışmerkezlilik etkisinin de hesaba katılması amaçlanmıştır.



Şekil 3.2 Depreme dik doğrultuda kaydırılmış kütle merkezleri

### 3.2.3. Zaman tanım alanında hesap yöntemi

En çok zaman alan bu çözümlemede, taşıyıcı sistem zaman alanında boyutlama için kabul edilen bir benzetilmiş veya gerçek deprem hareketi esas alınarak, adım adım çözülür. Sistemin davranışı boyutlarına bağlı olduğu için, projelendirmenin ilk aşamasında kullanılacak bir yöntem değildir. Taşıyıcı sistemin davranışı elastik kabul edilebileceği gibi, daha gerçekçi sonuçlar elde etmek amacıyla elastik ötesi davranışta hesaba katılabilir. Yalnız bu durumda her yükleme aşaması için ayrı rijitlik matrisi oluşturulması gerekir. Hesap yönteminin karmaşıklığı ve ayrıntılı olması, sonuçların hakkı olmayan bir güvenle değerlendirilmesine sebep olabilir. Kabul edilen deprem hareketi, taşıyıcı sistemin davranışı için yapılan mesnet kabulleri ve kesit atalet momenti değerlerinin geçerliliği oranında elde edilen sonuçların güvenilir olduğu unutulmamalıdır. Bu çözümleme yöntemi, araştırma amacıyla kullanılması yanında, daha basit yöntemlerle yapılan çözümlerde bulunan sonuçların yorumlanmasında da kullanılabilir. Yeni Deprem Yönetmeliği bu yöntemi, nükleer santraller gibi çok önemli yapıların tasarımında kullanılmasını önermektedir.

## 4. ÖRNEK ÇÖZÜMLER

Programların analiz sonuçlarının yorumlanmasına esas teşkil edecek örneklerin tamamı bu bölümde ele alınacaktır. Yalnız örnek 1 için program menüleri aşırı detaya girilmeden İdestatik programı için açıklayıcı bir şekilde anlatılmaya çalışılacaktır.

Karşılaştırma yapılan örneklerin analiz sonuçlarının her üç program için de ortak bir dilde karşılaştırılması için oluşturulacak tablolar üç programın da analiz raporlarının ve içeriklerinin incelenmesi sonucunda oluşturulacak, programlara ve oluşturulan tablolar ve grafiklere dayalı yorumlar her örnek için karşılaştırma tablolarının altında yorumlanacaktır.

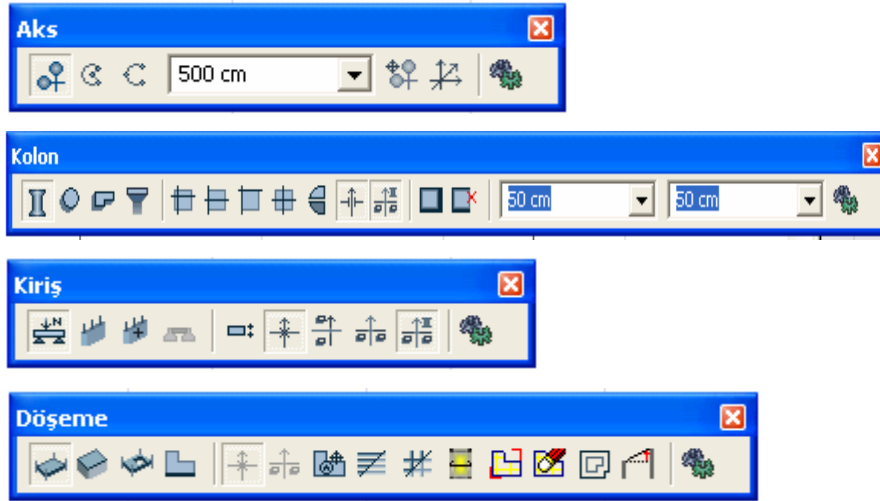
### 4.1 Örnek 1'in İdestatik Programında Çözümü

İdestatik programının kullanıcı için hazırlamış olduğu menüler kolay anlaşılır ve pratik gözükmetedir. Çizim ekranında üst yapının modellenmesi işlemi, aksların mimari projeye göre tanımlanması ve tanımlanan aksların üzerine kolon, perde, kiriş ve döşeme yerleştirilmesi işlemleriyle yapılmaktadır.

Örnek 1, 25 m<sup>2</sup> tabliye alanlı, 5 katlı, 50X50 ebatlarında 4 kolondan, 30X50 ebatlarında 4 kirişten ve 15 cm kalınlığında bir döşemeden oluşan betonarme çerçeve bir sistemdir. Örnek 1 için tekil, sürekli ve radye temel sonuçları da incelenmiştir.

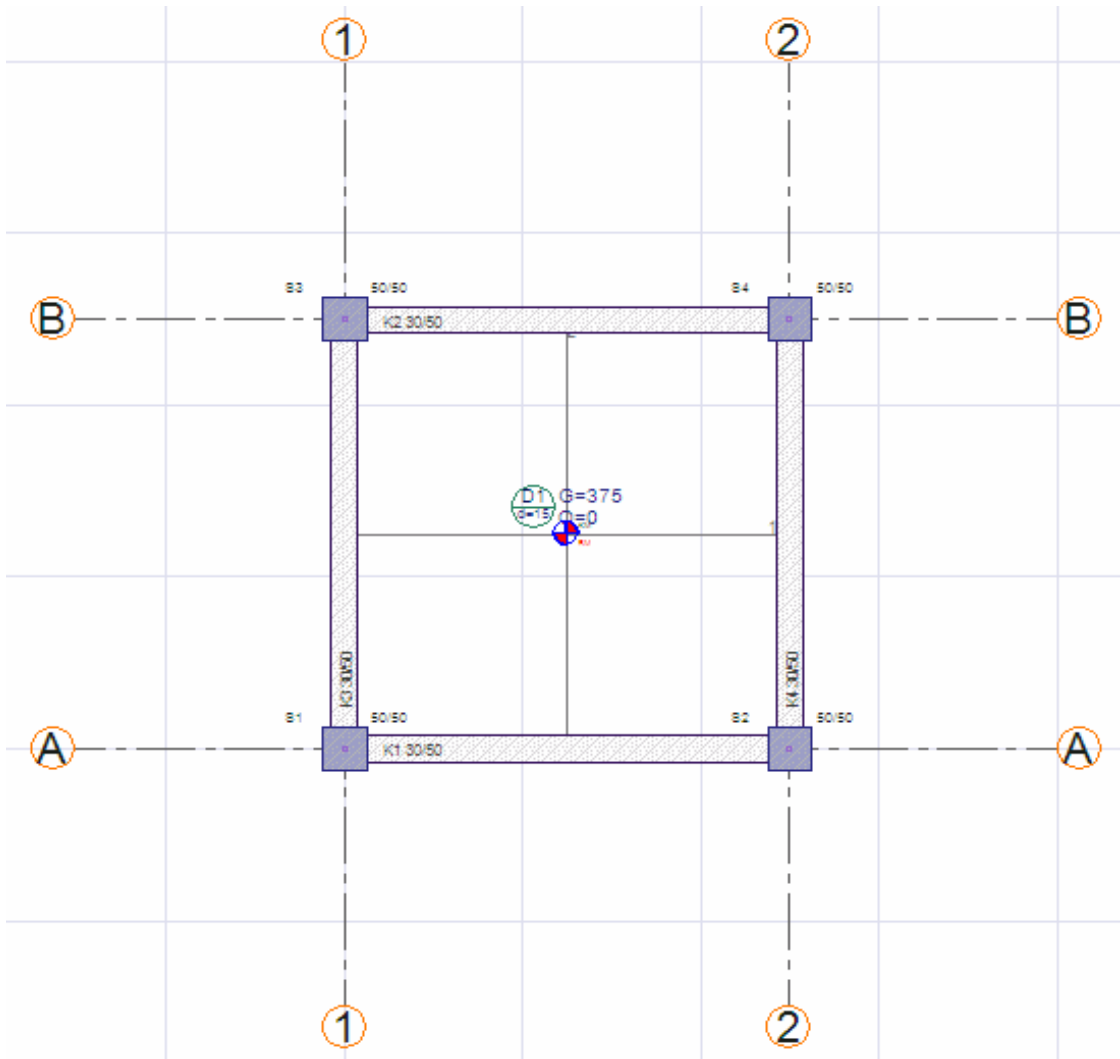
Kolon, kiriş ve döşeme elemanlarına kendi ağırlıklarından başka ilave bir yük girişi yapılmamıştır. Bunun nedeni sistemin öz yük etkisinde çözümlenmesi ve karşılaştırmanın basite indirgenebilir olmasına çalışılmasıdır.

Kullanılan menüler Şekil 4.1'deki gibidir.



Şekil 4.1 İdestatik kalıp planı bilgi girişi menüleri

Bilgi girişi sonucunda oluşan kalıp planı Şekil 4.2’de görüldüğü gibidir.



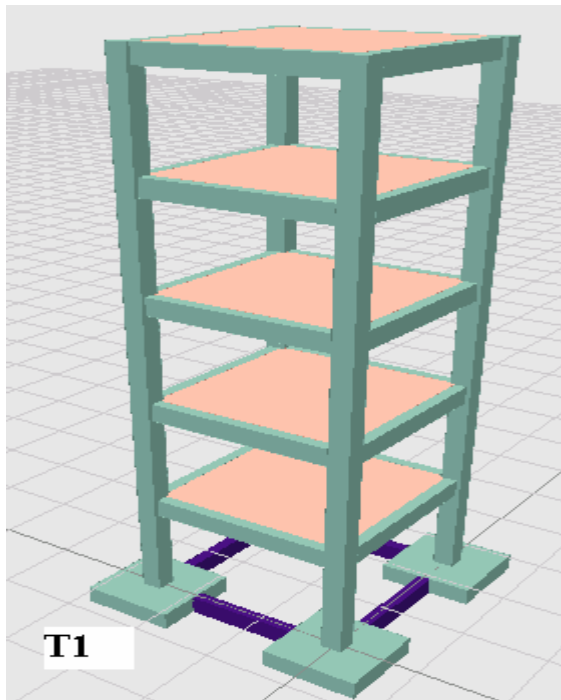
Şekil 4.2 Örnek 1'in kalıp planı

Sonraki adımda sistemin kat adedi ve kat yükseklikleri Şekil 4.3'deki menü yardımıyla girilmektedir.

Kat Genel Ayarları			
Proje adı :		ÖRNEK 1-DİNAMİK ANALİZ	
	İsim	Kat	Yükseklik
4	4. KAT	1200 cm	300 cm
3	3. KAT	900 cm	300 cm
2	2. KAT	600 cm	300 cm
1	1. KAT	300 cm	300 cm
* 0	ZEMİN KAT	0 cm	300 cm

Şekil 4.3 Kat genel ayarları menüsü

Oluşan yapının 3 boyutlu grafik modelini program kullanıcıya otomatik olarak etkileşimli bir biçimde sunuyor ( Şekil 4.4 ).



Şekil 4.4 Üç boyutlu yapısal model

Bir bina modellemesi yapıldıktan sonra proje parametreleri ABYYHY (1998)'e göre girilmektedir (Şekil 4.5 ).

**Proje Genel Ayarları**

Deprem | Yük-Güvenlik | Dinamik Analiz | Beton Sınıfları | Çelik Sınıfları | Diğer

Bina önem katsayısı (I) : 1

Yapı tipi katsayısı X (Kx) : 1

Yapı tipi katsayısı Y (Ky) : 1

Zemin hakim periyodu (sn) (To) : 0.25

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) : 8

Üst rijit bodrum katı numarası : -1

Deprem bölgesi :  
 1. Bölge  
 2. Bölge  
 3. Bölge  
 4. Bölge  
 Tanımlı Ao : 0.4

Deprem yükü belirleme yöntemi :  
 Eski Yönetmelik  
 Mod birleştirme yöntemi (dinamik)

Yönetmelik :  
 Eski  
 1997 deprem yön.

Süneklik düzeyi :  
 Normal  
 Yüksek  
 Karma

Tamam İptal

Şekil 4.5 Deprem yönetmeliği parametreleri

Daha sonra aynı menü yardımı ile beton ve çelik sınıfları seçimi yapılmaktadır (Şekil 4.6a-Şekil 4.6b).

**Proje Genel Ayarları**

Deprem | Yük-Güvenlik | Dinamik Analiz | Beton Sınıfları | Çelik Sınıfları | Diğer

Beton Sınıfları :

Döşeme beton sınıfı : 25

Kolon beton sınıfı : 25

Kolon manto beton sınıfı : 25

Perde beton sınıfı : 25

Güçlendirme perdesi beton sınıfı : 25

Kiriş beton sınıfı : 25

Sürekli temel beton sınıfı : 25

Tekil temel beton sınıfı : 25

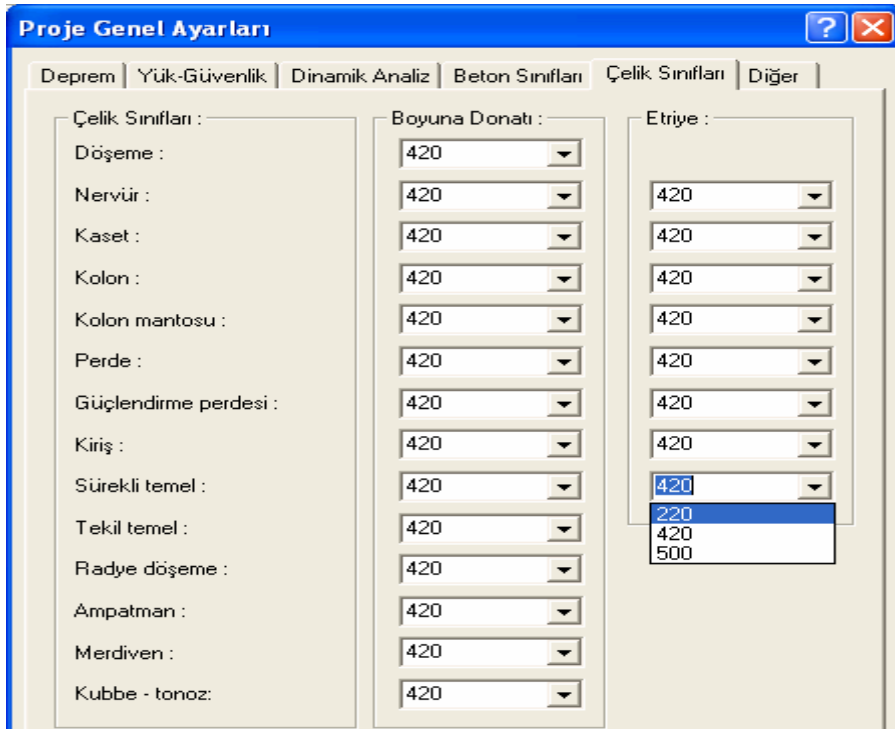
Radye döşeme beton sınıfı : 25

Merdiven beton sınıfı : 25

Kubbe - tonoz beton sınıfı : 25

Şekil 4.6a Beton sınıfı seçim menüsü





**Şekil 4.6b** Çelik sınıfı seçim menüsü

Bundan sonraki bölümde temel verilerinin girişi vardır. Bu verilerde Şekil 4.7 ve 4.8'deki menüler yardımıyla girilmektedir.

Bu girilen bilgilerin de analiz öncesi hazırlanmasından sonra temel sisteminin seçimi mühendis tarafından yapılarak sistemin temel kalıp planı hazırlanabilmektedir.

Bu örnekte incelenen üç çeşit farklı temel kalıp sistemiyle, sistemin alt yapısının çözümü amaçlanmaktadır. Bunlar tekil temel (Münferit), sürekli temel (Mütemadi) ve de kirişsiz radye temeldir. Tekil temelin boyutlandırılması ve statik bilgi girişi Şekil 4.9'daki menü aracılığıyla yapılmaktadır. Sürekli temelin statik veri girişi Şekil 4.10'daki menü aracılığıyla yapılmaktadır. Radye temelin veri girişi ise Şekil 4.11a-Şekil 4.11b'deki menüler aracılığıyla yapılmaktadır.

Örnek uygulamada bu şekillerdeki veriler örnek için İdestatik programında statik veri olarak girilmiştir. Diğer programlarda da benzer menüler aracılığıyla aynı veriler statik analiz den önce programlara girilmiştir.

**Proje Genel Ayarları**

Deprem | **Yük-Güvenlik** | Dinamik Analiz | Beton Sınıfları | Çelik Sınıfları | Diğer

Çelik güvenlik katsayısı : 1.15

Beton güvenlik katsayısı : 1.5

Zati yük faktörü : 1.4

Hareketli yük faktörü : 1.6

Beton birim ağırlığı (t / m<sup>3</sup>) : 2.5

Toprak birim ağırlığı (t / m<sup>3</sup>) : 2.1

Ak hesabı için duvar birim ağırlığı (t / m<sup>3</sup>) : 1.3

Alt kat Ak değerini üstteki katla aynı kullan

Yatak katsayısı (t / m<sup>3</sup>) : 5000

Zemin emniyet gerilmesi : 20

Deprem yüklemeleri kullanıldığında zemin emniyet gerilmesini %50 arttır

Temellerin zemin em. kontrolünü ortalama gerilmeye göre yap

Temellerin zemin em. kontrolünde deprem yük. kullan

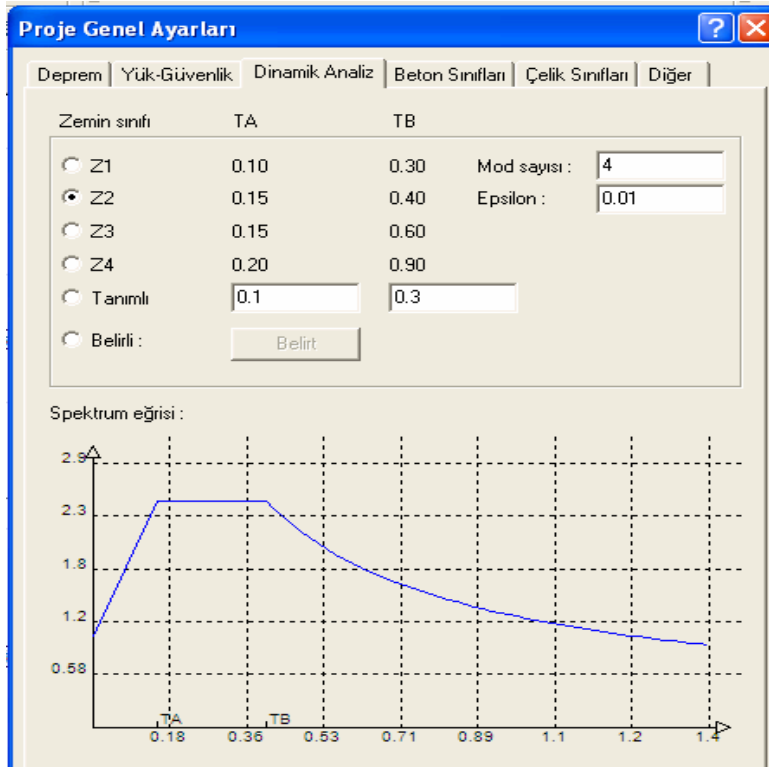
Temelerde negatif zemin gerilmesi kontrolü yap

Radye temellerin zemin em. kontrolünü ortalama gerilmeye göre yap

Kirişsiz radyelerin zemin em. kontrolünde deprem yüklemelerini kullan

Radye temelerde negatif zemin gerilmesi kontrolü yap

Şekil 4.7 Zemin bilgileri



Şekil 4.8 Zemin bilgileri

**Tekil Temel Ayarları** [?] [X]

Genel Ayarlar | İleri Ayarlar | Yapı Bileşenleri

Genel :

Temel adı : T1

Dış çerçeve rengi : 66

İç çerçeve rengi : 67

Bağlantı çizgisi rengi : 67

Çizgi tipi :

Çerçeve uzaklığı : 5 cm

İç çerçeve var

Boyutlar :

Boyut X : 230 cm

Boyut Y : 230 cm

Kaçıklık X : 90 cm

Kaçıklık Y : 90 cm

Kenarda yükseklik : 50 cm

Kolon kenarında : 50 cm

Kot : 0 cm

Materyal : Pastel 04

Gerçek doku uzunluğu : 100 cm

Şekil 4.9 Tekil temel bilgisi

**Sürekli Temel Ayarları** [?] [X]

Genel Ayarlar | İleri Ayarlar | Statik | Yapı Bileşenleri

Genel :

Temel adı : TK1

İç çizgi rengi : 67

Dış çizgi rengi : 66

Çizgi tipi :

Boyutlar :

Genişlik : 100 cm

Yükseklik : 50 cm

Kot : 0 cm

Kaçıklık :

Üst

Orta

Alt

Tanımlı 50 cm

Materyal : Pastel 04

Gerçek doku uzunluğu : 100 cm

Boyutlar :

GENİŞLİK

DELTA

YÜKSEKLİK

ALT H1

ALT H2

ÜST H1

ÜST H2

ALT AMPATMAN

ÜST AMPATMAN

Üst H1 : 50 cm

Üst H2 : 50 cm

Üst Ampatman : 0 cm

Alt H1 : 50 cm

Alt H2 : 50 cm

Alt Ampatman : 0 cm

Şekil 4.10 Sürekli temel bilgisi

**Döşeme Ayarları**

Genel Ayarlar | Nervür | Kaset | Statik | Yapı Bileşenleri

Genel :

Döşeme adı : FD1

İsim rengi : 43

Döşeme rengi : 66

Parametre rengi : 45

Boyutlar :

Kalınlık : 50 cm

Kot : 0 cm

Kaplama G : 0

Q : 0

**Şekil 4.11a** Radye döşeme bilgi girişi

**Döşeme Ayarları**

Genel Ayarlar | Nervür | Kaset | Statik | Yapı Bileşenleri

Statik :

Sonlu eleman genişliği : 25 cm

Betonarme hesap akslarını oluştur

Betonarme hesap akslarını göster

Moment hesap açısı : 0

Sepha donatısı :

Çap : 8

Sayı : 2 /m<sup>2</sup>

20 cm

20 cm

0 cm

**Şekil 4.11b** Radye döşeme bilgi girişi

Model oluşturulduktan sonra sistemin analizi girilen verilere göre bilgisayar tarafından otomatik olarak yapılmaktadır. Bundan sonra yapılan statik analizin sonuçları standart bir formatta kullanıcıya incelemesi üzerine sunulmaktadır. Programın otomatik yönetmelik kontrolleri bu aşamada devreye girmektedir.

#### 4.1.1 Örnek 1 için idestatik programının dinamik analiz verileri

Örnek 1 için yapılan analiz sonucunda elde edilen, serbest titreşim frekansı ( $\omega$ ) ve doğal titreşim periyodu ( $T_r$ ) x ve y yönlerinde 1. ve 2. mod için Şekil 4.12 deki raporun ilgili bölümünden okunmuştur.

<b>X</b>	<b>1. MOD</b>	<b>2. MOD</b>
Serbest Titreşim Frekansı (w):	17.441	55.720
Doğal Titreşim Periyodu (Tr) :	0.360247	0.112763

<b>Y</b>	<b>1. MOD</b>	<b>2. MOD</b>
Serbest Titreşim Frekansı (w):	17.441	55.720
Doğal Titreşim Periyodu (Tr) :	0.360247	0.112763

**Şekil 4.12** Örnek 1'in serbest titreşim frekansı ve doğal titreşim periyodu

Yapının x ve y yönü kat maksimum yükleri Şekil 4.13'de verilmektedir.

#### **X Yapı Kat Maksimum Yükleri**

<b>KAT</b>	<b>EŞDEĞER</b>	<b>DİNAMİK</b>
4. KAT	4.691	3.898
3. KAT	3.753	3.119
2. KAT	2.815	2.343
1. KAT	1.877	1.563
ZEMİN KAT	0.938	0.782
TOPLAM	14.07	11.70

#### **Y Yapı Kat Maksimum Yükleri**

<b>KAT</b>	<b>EŞDEĞER</b>	<b>DİNAMİK</b>
4. KAT	4.691	3.898
3. KAT	3.753	3.119
2. KAT	2.815	2.343
1. KAT	1.877	1.563
ZEMİN KAT	0.938	0.782
TOPLAM	14.07	11.70

**Şekil 4.13** Örnek 1'in kat maksimum yükleri

Kat eşdeğer yatay kuvvetleri ve genel bilgileri şekil 4.14'deki rapordan okunmuştur.

<b>Kat</b>	<b>gi</b>	<b>qi</b>	<b>HYKK</b>	<b>wi</b>	<b>Hi</b>	<b>wi*Hi</b>	<b>Fi(x)</b>	<b>Fi(y)</b>	<b>Xm</b>	<b>Ym</b>	<b>Xr</b>
4. KAT	22.52	0.00	0.30	22.52	15.00	337.78	4.69	4.69	2.50	2.50	2.50
3. KAT	22.52	0.00	0.30	22.52	12.00	270.22	3.75	3.75	2.50	2.50	2.50
2. KAT	22.52	0.00	0.30	22.52	9.00	202.67	2.81	2.81	2.50	2.50	2.50
1. KAT	22.52	0.00	0.30	22.52	6.00	135.11	1.88	1.88	2.50	2.50	2.50
ZEMİN KAT	22.52	0.00	0.30	22.52	3.00	67.56	0.94	0.94	2.50	2.50	2.50

**Şekil 4.14** Örnek 1'in kat yatay kuvvetleri ve genel bilgileri

#### **4.1.2. Örnek 1 için idestatik programında düzensizlikler**

Örnek 1 için yapılacak tahkiklerde A1 Burulma düzensizliği koşulu Şekil 4.15'deki değerlerden okunmuştur. Örnek 1'de burulma düzensizliği mevcut değildir.

Kat	E1(+0.05 X yönü)			E2(-0.05 X yönü)			E3(+0.05 Y yönü)			E4(-0.05 Y yönü)					
	( $\Delta i$ )max1	( $\Delta i$ )min1	( $\Delta i$ )ort1	$\eta_{bi1}$ ( $\Delta i$ )max2	( $\Delta i$ )min2	( $\Delta i$ )ort2	$\eta_{bi2}$ ( $\Delta i$ )max3	( $\Delta i$ )min3	( $\Delta i$ )ort3	$\eta_{bi3}$ ( $\Delta i$ )max4	( $\Delta i$ )min4	( $\Delta i$ )ort4			
4. KAT	0.69	0.63	0.66	1.04	0.69	0.63	0.66	1.04	0.69	0.63	0.66	1.04	0.69	0.63	0.66
3. KAT	1.08	0.98	1.03	1.05	1.08	0.98	1.03	1.05	1.08	0.98	1.03	1.05	1.08	0.98	1.03
2. KAT	1.38	1.24	1.31	1.05	1.38	1.24	1.31	1.05	1.38	1.24	1.31	1.05	1.38	1.24	1.31
1. KAT	1.48	1.33	1.40	1.05	1.48	1.33	1.40	1.05	1.48	1.33	1.40	1.05	1.48	1.33	1.40
ZEMİN KAT	0.98	0.87	0.92	1.06	0.98	0.87	0.92	1.06	0.98	0.87	0.92	1.06	0.98	0.87	0.92

Şekil 4.15 A1 burulma düzensizliği

Örnek 1’de A2 döşeme süreksizliği, A3 planda çıkıntılar bulunması ve A4 taşıyıcı elemanların paralel olmaması düzensizlikleri mevcut değildir.

B1 zayıf kat düzensizliği Şekil 4.16’daki rapor dan x ve y yönleri için okundu.

B1-Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) - X										
Kat	$\Sigma Aw(i+1)$	$\Sigma Ag(i+1)$	$\Sigma Ak(i+1)$	$\Sigma Ae(i+1)$	$\Sigma Aw(i)$	$\Sigma Ag(i)$	$\Sigma Ak(i)$	$\Sigma Ae(i)$	$\eta_{ci}$	
3. KAT	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	
2. KAT	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	
1. KAT	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	
ZEMİN KAT	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	

B1-Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) - Y										
Kat	$\Sigma Aw(i+1)$	$\Sigma Ag(i+1)$	$\Sigma Ak(i+1)$	$\Sigma Ae(i+1)$	$\Sigma Aw(i)$	$\Sigma Ag(i)$	$\Sigma Ak(i)$	$\Sigma Ae(i)$	$\eta_{ci}$	
3. KAT	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	
2. KAT	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	
1. KAT	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	
ZEMİN KAT	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	

Şekil 4.16 B1 zayıf kat düzensizliği

Örnek 1’de B3 düzensizliği yoktur. B2 düzensizliği için ilgili rapor Şekil 4.17’de gösterilmiştir. Örnek 1’de  $1.57 > 1.5$  olduğu için Türk Deprem Yönetmeliği gereği yumuşak kat düzensizliği mevcuttur.

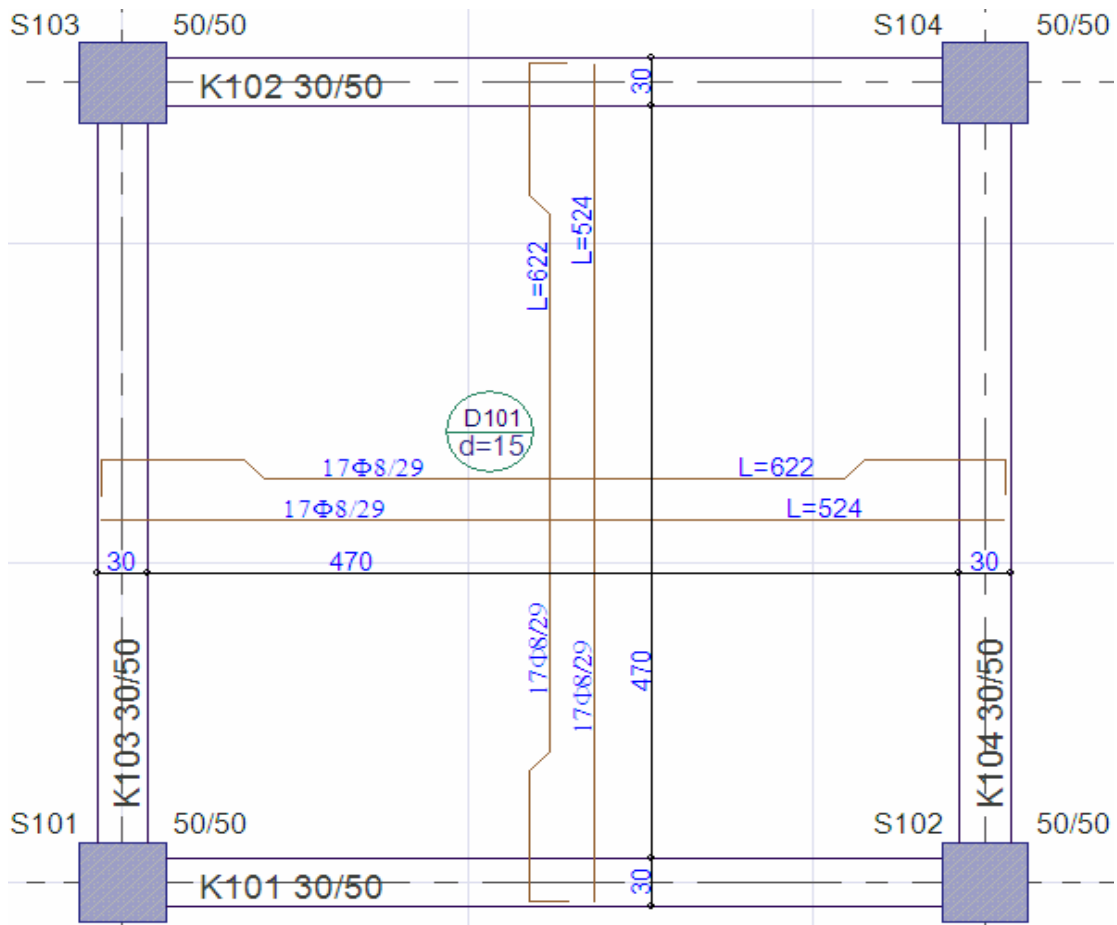
Kat	E1(+0.05 X yönü)			E2(-0.05 X yönü)			E3(+0.05 Y yönü)			E4(-0.05 Y yönü)		
	( $\Delta i$ )ort1	( $\Delta i+1$ )ort1	$\eta_{ki1}$	( $\Delta i$ )ort2	( $\Delta i+1$ )ort2	$\eta_{ki2}$	( $\Delta i$ )ort3	( $\Delta i+1$ )ort3	$\eta_{ki3}$	( $\Delta i$ )ort4	( $\Delta i+1$ )ort4	$\eta_{ki4}$
3. KAT	1.03	0.66	1.57	1.03	0.66	1.57	1.03	0.66	1.57	1.03	0.66	1.57
2. KAT	1.31	1.03	1.27	1.31	1.03	1.27	1.31	1.03	1.27	1.31	1.03	1.27
1. KAT	1.40	1.31	1.07	1.40	1.31	1.07	1.40	1.31	1.07	1.40	1.31	1.07
ZEMİN KAT	0.92	1.40	0.66	0.92	1.40	0.66	0.92	1.40	0.66	0.92	1.40	0.66

Şekil 4.17 B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği

### 4.1.3 Örnek 1 için idestatik için kolon, kiriş, döşeme sonuçları

Örnek 1 sistem olarak basit bir çerçeve olmasından ötürü kolon, kiriş ve döşeme elemanlarının tamamını incelemek yerine 5 kat olan yapımızın ilk kat kalıp planındaki döşeme D101'i, ilk katındaki kirişlerden K101'i ve S101 kolonunu incelemek tercih edilmiştir.

- **D101 Döşeme Elemanı Sonuçları**



	Sol (üstte)	Açıklık (altta)	Açıklık (üstte)	Sağ (üstte)
Moment :	0	0.584		0
Aş (Hesaplanan):	0	1.199		0
Aş (Gereken):	0	3.375		0
Aş (Mevcut):	1.733	3.467	0	1.733
Yük kombinasyonu:	G+Q	1.4G+1.6Q		G+Q

Şekil 4.18 Döşemenin moment ve donatı durumu

D101 döşeme elemanının statik ve betonarme sonuçları ile donatı çizimi Şekil 4.18'de görüldüğü gibidir.

### • Kiriş Sonuçları

K101'in donatı ve moment bilgisi İdestatik programının içerisinde her elemana özel hesap kısımlarından donatı moment ilişkisi, rapor kısmından yük bilgisi şeklinde aşağıdaki gibi özetlenmiştir. Diğer örneklerde de aynı menülerden okunacak değerler ortak bir tabloda toplanacaktır. K101 sonuçları Şekil 4.19'daki gibidir.

Donatılar (Mevcut- Gereken-Fazla):

5.812	5.643	0.169	2.262	2.26	0.002	5.812	5.643	0.169
G+Q-E2 / Moment :-9.165			----- / Moment :0			G+Q+E2 / Moment :-9.165		
Sol moment0:		0.78	Açıklık momenti yeri :		2.250	Sağ moment0:		0.78
4.273	3.993	0.28	4.273	4.23	0.043	4.273	3.993	0.28
0.9G+E2 / Moment :6.75			Açıklık / Moment :1.436			0.9G-E2 / Moment :6.75		

Enine donatı :

Ve :	7.74	t	Yükleme :	G+Q-E2
Vr :	51.7	t	Uç :	Sol
Vcr :	10.693	t	asw/s :	4.509 cm <sup>2</sup> /m
Vc :	0	t	Donatı :	ø8/18/9

Diğer :

Tabla :	75 cm
Tem. Ack. :	450 cm

Malzeme karakteristikleri :

Beton fck :	250	kgf/cm <sup>2</sup>
Beton fcd :	166.667	kgf/cm <sup>2</sup>
Beton fctd :	11.667	kgf/cm <sup>2</sup>
Çelik fyk :	4200	kgf/cm <sup>2</sup>
Çelik fyd :	3652.174	kgf/cm <sup>2</sup>

İsim	Kat	B	H	Sol üst	Sol alt	Montaj	Düz	Plye	Sağ üst	Sağ alt	Enine
K1	ZEMİN KAT	30	50	1ø14	1ø16	2ø12	2ø12	1ø16	1ø14	1ø16	ø8/18/9

In/lo	Nereden	G/Q	Mg1	Mq1	Vg1	Vq1	Mg2	Mq2	Vg2	Vq2	Eşd. G
4.50	Zati Duvar		0.633		0.844		-0.633		0.844		0.375
	D101	375/0	0.870	0.000	1.020	0.000	-0.870	0.000	1.020	0.000	0.453
	TOPLAM		1.503	0.000	1.863	0.000	-1.503	0.000	1.863	0.000	0.828

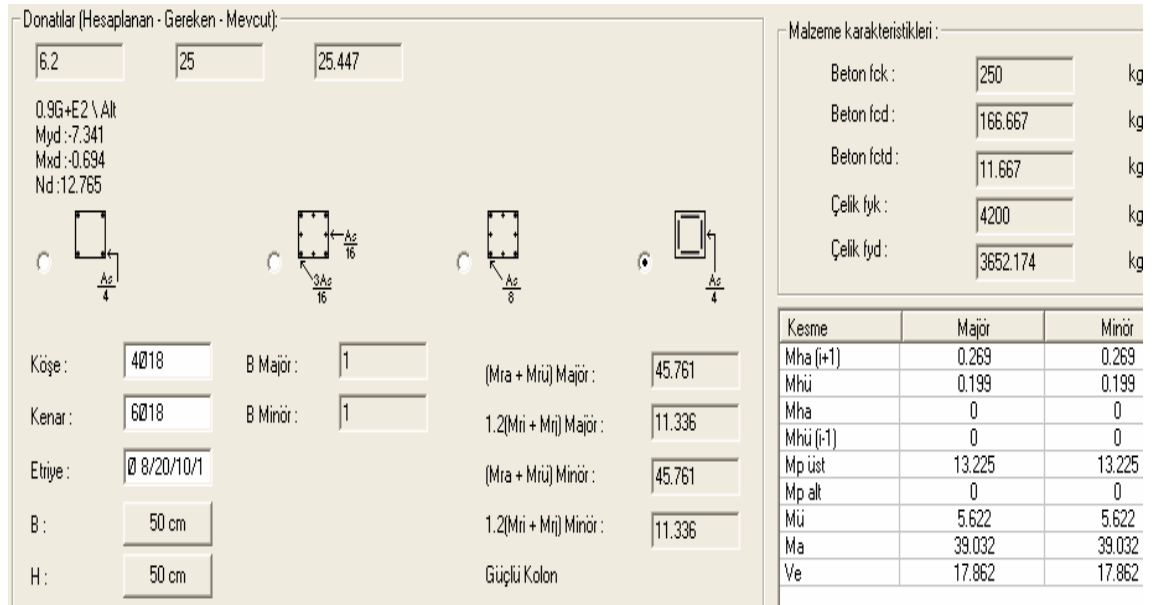
bw	hk	In	fctd/fyd	Sol pu	Sağ pu	Vr	0.22bwdfcd	Vei	Vej	Vdyi	Vdyj	Mpiust	Mpialt	Mpjüst	Mpjalt	
0.30	0.50	4.50	0.0032	0.0041	0.0041	51.70		51.70	7.74	7.74	2.61	2.61	13.22	9.87	13.22	9.87

Şekil 4.19 Kiriş 101'in moment, yük ve donatı bilgisi



## • Kolon Sonuçları

S101 kolonu için donatı bilgisi, güçlü kolon kontrolü için hesap sonuçları, ikinci mertebe momentleri bilgileri kolon raporlarından ve de program içeriğinden elde edilerek aşağıdaki Şekil 4.20 ve 4.21’de verilmiştir.



NdMax	Yükleme	NdMin	Yükleme	Acfck	AshMaj	AshMin	VeMaj	VeMin	VcrMaj	VcrMin	VcMaj	VcMin	Asw/sMaj	Asw/sMin
40.72	G+Q-E2	12.76	0.9G+E2	625.00	1.36	1.36	17.86	17.86	18.01	18.01	14.41	14.41	4.55	4.55

Yön	αa	αb	k	Nk	Nd	M1	M2	CM	Ei. β	Sel. β
Majör	0.00	10.00	0.85	6884.43	12.76	-2.83	-7.34	0.45	1.00	1.00
Minör	0.00	10.00	0.85	6884.43	12.76	-0.69	-0.86	0.40	1.00	1.00

hx	by	Yükleme	N	Mx	My	Extra(N/Mx/My)	Purs	SGPurs	MevAs	Köşe	Kenar	Etriye
0.50	0.50	0.9G+E2 Alt	12.76	-7.34	-0.69	0.039/0.009/0.009	1.02%	0.25%	25.45	4Ø18	6Ø18	Ø8/20/10/10

Şekil 4.20 Kolon S101’in moment, yük ve donatı bilgisi

### 4.1.4 Tekil, sürekli ve kirişsiz radye temel sonuçları

Üst yapı için izlenen yol alt yapı içinde izlenmiş olup, tekil temel için TK1, sürekli temel için TK101 kirişi, kirişsiz radye temel içinde RD1 döşemesi değerlendirilmiştir.

Yükleme E1	
Duraylılık	0.025542
di	0.000976
Top. Ndi / Li	20.423485
Vfi	11.703091

	Majör	Minör
I/L üst (kolon)	0.004167	0.004167
I/L üst (kiriş)	0.0002	0.0002
Alfa b	10	10
I/L alt (kolon)	0.002083	0.002083
I/L alt (kiriş)	0	0
Alfa a	0	0
k	0.85	0.85
Rm	1	1
Eclc	15749.112	15749.112
EI	3149.822	3149.822
Nk	6884.429	6884.429
Nd	12.765	12.765
M1	-2.827	-0.694
M2	-7.341	-0.861
Cm	0.446	0.4
Eleman Beta	1	1
Seçilen Beta	1	1

Şekil 4.21 Kolon S101'in ikinci mertbe momentleri bilgisi

- Tekil Temel

Tekil temel T1'in statik sonuçları program içeriğinden ve rapor çıktılarında Şekil 4.22 ve 4.23'deki haliyle değerlendirilmiştir.

### Tekil Temel Statik-Betonarme Sonuçları Ve Donatıları

Eleman	hx	by	Hx	By	hf	ZG	Vdx	Vdy	MaxMx	MaxMy	Vpr	Vpd	tp	Vcrx	Vcry	Asx	Asy	DntX	DntY
T101	0.50	0.50	2.30	2.30	0.50	12.88	22.08	22.08	4.25	4.25	199.50	18.90	11.05	78.49	78.49	2.61	2.61	14014	14014

Zımbalama:	Kayma:	Momentler-Donatı alanları:	
Vpr : 199.5	Vdx : 22.082	Yatay	Düşey
Vp : 18.899	Vdy : 22.084	Moment :	4.249
Tp : 11.052	Vcrx : 78.487	As (Hesaplanan):	2.605
Up : 3.8	Vcry : 78.487	As (Gereken):	9
N : -12.765		As (Mevcut):	9.37
Gerilme : 6.796			

Şekil 4.22 Tekil temel T1'in moment, donatı, zımbalama ve kayma bilgisi

6.445	6.419	6.334	<b>6.106</b>	<input checked="" type="radio"/> E1	<input type="radio"/> k*G+k*Q	<input checked="" type="radio"/> G+Q
6.676	6.686	6.599	6.335	<input type="radio"/> E2	<input type="radio"/> G+Q+E	<input type="radio"/> G+Q-E
6.761	6.774	6.687	6.420	<input type="radio"/> E3	<input type="radio"/> 0.9G+E	<input type="radio"/> 0.9G-E
<b>6.785</b>	6.762	6.677	6.447	<input type="radio"/> E4		
Minimum zemin gerilmesi :			<input type="text" value="-0.466"/>			
Maksimum zemin gerilmesi :			<input type="text" value="12.878"/>			

Şekil 4.23 Tekil temel T1'in zemin gerilmesi bilgileri

- **Sürekli Temel**

Sürekli temel TK101 için rapor dan ve program içeriğinden alınan veriler Şekil 4.24'deki gibidir. İdestatik programı sürekli temeller için zemin gerilmelerini her yük durumu için etkileşimli olarak sunmaktadır. Maksimum, minimum ve ortalama zemin gerilmesini yükleme durumlarının kombinasyonlarına göre hesaplayıp bulmaktadır (Şekil 4.25).

İsim	bw	hk	ln	ZG	MdÜst	MdAlt	HesÜst	HesAlt	MevÜst	MevAlt	Montaj	Düz	Pilye	Gövde	Etrive	Üstİlv	Altİlv	Amp.	
SOL					9.55	-4.64	5.91	13.50	9.24	18.76									Bü=0.00
TK01	1.00	0.50	4.50	11.38	23.72	0.00	15.11	5.09	15.27	12.72	5Ø18	6Ø14	3Ø16		Ø8/20				
SAĞ					9.55	-4.64	5.91	13.50	9.24	18.76									Ba=0.00

Donatılar (Mevcut - Gereken - Fazla):																		
<input type="text" value="9.236"/>	<input type="text" value="5.913"/>	<input type="text" value="3.324"/>				<input type="text" value="15.268"/>	<input type="text" value="15.111"/>	<input type="text" value="0.157"/>								<input type="text" value="9.236"/>	<input type="text" value="5.913"/>	<input type="text" value="3.324"/>
G+Q-E2 / Moment :9.546			Açıklık / Moment :23.715						G+Q+E2 / Moment :9.546									
<input type="text" value="18.755"/>	<input type="text" value="13.5"/>	<input type="text" value="5.255"/>				<input type="text" value="12.723"/>	<input type="text" value="5.089"/>	<input type="text" value="7.634"/>								<input type="text" value="18.755"/>	<input type="text" value="13.5"/>	<input type="text" value="5.255"/>
0.9G+E2 / Moment :-4.644			----- / Moment :0						0.9G-E2 / Moment :-4.644									
Enine donatı :																		
Vd :	<input type="text" value="21.224"/>	t	Yük :	<input type="text" value="G+Q-E3"/>														
Vmax :	<input type="text" value="165"/>	t	Uç :	<input type="text" value="Sol"/>														
Vcr :	<input type="text" value="34.125"/>	t	asw/s :	<input type="text" value="9.583"/>	cm <sup>2</sup> /m													
Vc :	<input type="text" value="27.3"/>	t	Donatı :	<input type="text" value="Ø8/20"/>														

Şekil 4.24 Sürekli temel TK101'in moment, donatı bilgisi

7.943	4.938	2.863	2.135	2.863	4.937	7.943
10.262	7.186	5.103	4.373	5.103	7.186	10.262
12.411	9.355	7.234	6.489	7.234	9.355	12.411

k\*G+k\*Q    G+Q    0.9G+E    0.9G-E    G+Q+E    G+Q-E   Ortalama zemin gerilmesi : 11.383

E1    E2    E3    E4   Minimum zemin gerilmesi : 0.866   Maksimum zemin gerilmesi : 20.498

Şekil 4.25 Sürekli temel TK101'in zemin gerilmesi bilgileri

- **Kirişsiz Radye Temel**

Radye temel donatıları, temele S101 kolonundan gelen kolon yükleri, zımbalama kontrol raporu ve temelde oluşan zemin gerilmeleri Şekil 4.26 ve 4.27'deki gibidir.

Aks	Kat	L	G	Q	d	MSI	Asl	iSl	MOr	AOr	ÜDzO	ADzO	Pilve	MSğ	ASğ	iŞğ
RD01	1Aks	ZEMİN KAT	6.00	1250	0	0.50	0.00	0.00	7.86	4.85	Ø12/10	Ø12/10		0.00	0.00	
	2Aks		6.00				0.00	0.00	7.86	4.85	Ø12/10	Ø12/10		0.00	0.00	

Kolon	x	y	α	E1	E2	E3	E4	G	Q
S01	0.00	0.00	90.00	N -12.57	-12.57	-12.57	-12.57	28.15	0.00
				Mx -0.38	0.38	-6.89	-7.65	0.35	0.00
				My -6.89	-7.65	-0.38	0.38	0.34	0.00

Başlık	Kat	hx	by	Hx	By	Vpr1	Vpd1	Alan1	Up1	N1	N2	Qsp1	D1
KB1	ZEMİN KAT	0.50	0.50	1.00	1.00	199.50	27.71	0.90	3.80	40.72		14.42	0.45

Şekil 4.26 Kirişsiz radye temel RD01'in moment, zımbalama, donatı ve yük bilgileri

Min. Ger.	Yükleme	Ort. Gerilme	Yükleme	Maks. Ger.	Yükleme
2.2201	G+Q	4.7787	G+Q	9.3434	G+Q

Şekil 4.27 Kirişsiz radye temel RD01'in zemin gerilmesi bilgileri

#### 4.1.5 Karşılaştırma tabloları

Sta4cad ve Probina programları, İdestatik programındaki bilgi girişi menülerine benzer menüler kullanmaktadır. Nihayetinde sonuç raporu ve rapora yansıtılmayan program içeriklerindeki detay kısımları da birtakım farklılıkların yanı sıra genel hatlarıyla eşdeğer gözükmemektedir. Bu sebeple aşırı program tanıtımı yapmadan sonuçların ortak karşılaştırma tablolarında ele alınmasına başlanmıştır.

- **Analiz sonuçları**

**Tablo 4.1** Bina ağırlığı, ağırlık ve rijitlik merkezi tablosu

Programlar	Kat ağırlığı $g_i$ (ton)	Kat hareketli yükü $q_i$ (ton)	$W_i = g_i + nq_i$ Bina Ağırlığı (ton)	$x_m$ (m)	$y_m$ (m)	$x_r$ (m)	$y_r$ (m)
İdestatik	22.52	0	$22.52 * 5 = 112.60$ ton	2.5	2.5	2.5	2.5
Probina	23.28	0	$23.28 * 5 = 116.40$ ton	2.5	2.5	2.5	2.5
Sta4cad	22.51	0	$22.51 * 5 = 112.55$ ton	2.5	2.5	2.5	2.5

Örnek 1 için üç programında ağırlık ve rijitlik merkezleri eşit çıkmıştır. Sistemin simetrik olmasından kaynaklanan bu sonucu üç programda bulabilmiştir (Tablo 4.1). Ancak, kat ağırlıklarında Probina diğer programlara göre farklı bir hesaplama yapmaktadır. Programların metraj tabloları incelendiğinde üst yapı için Tablo 4.2'deki hacim-ağırlık ilişkisi elde edilmiştir.

**Tablo 4.2** Beton hacim, bina ağırlığı ilişkisi (ton)

Programlar	Toplam bina ağırlığı	Toplam beton hacmi
İdestatik	112.60 ton	45.03 m <sup>3</sup>
Probina	112.60 ton	45.07 m <sup>3</sup>
Sta4cad	112.55 ton	45.03 m <sup>3</sup>
$\gamma_b * V$	112.60 ton	45.03 m <sup>3</sup>

$\gamma_b$ : Demirli beton birim hacim ağırlığı 2.5 t/m<sup>3</sup>

V: Toplam hacim

Toplam beton hacimlerinin yaklaşık çıktığı, beton birim hacim ağırlığı ile çarpıldığında ise değerlerin Tablo 4.1'deki değerlerle, İdestatik ve Sta4cad için

örtüştüğü, Probina için ise farklılık arz ettiği gözlenmiştir. Bunun nedeni araştırıldığında Probina programının hesaplamalarında belli kesitlerin, örneğin kiriş üstünde kalan döşeme kısmının ağırlıklarını hacim hesaplamalarında ikişer kez dahil ettiği fark edilmiştir. Hakediše esas metraj modüllerinde ise büyük bir sapma gözlenmemiştir.

**Tablo 4.3** Örnek 1'e ait yapının birinci doğal titreşim periyodları  $T_r$  (sn)

İdestatik	Probina	Sta4cad
0.360	0.400	0.383

Üç programın da doğal titreşim periyotları birbirinden farklıdır. Bu farklılığın nedeni bina ağırlıkları ile mod şekillerinin üç program tarafından farklı hesaplanmasından kaynaklanmıştır.

**Tablo 4.4** Örnek 1'e ait yapının taban kesme kuvvetleri  $V_t, V_{tB}$  (ton)

Taban Kesme Kuvvetleri $V_t, V_{tB}$	İdestatik	Probina	Sta4cad
$V_t$ (Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi)	14.07	14.54	14.07
$V_{tB}$ (Mod Birleştirme Yöntemi)	11.70	11.42 <sup>(1)</sup>	11.57

$V_t^{(1)}: \Sigma F_{ix,y} = 12.58$  t

**Tablo 4.5** Örnek 1'e ait yapının x ve y yönü kat deprem yükleri  $F_i$  (ton)

Kat No	İdestatik	Probina	Sta4cad
5	3.898	3.831	3.924
4	3.119	3.145	3.039
3	2.343	2.638	2.345
2	1.563	2.040	1.561
1	0.782	0.931	0.707

Tablo 4.5'de birbirine çok yakın olarak bulunan dinamik kat deprem yükleri ( $F_i$ ), İdestatik, Probina ve Sta4cad programlarında x ve y yönü doğrultusunda simetrik kalıp planı olmasından ötürü eşit bulunmuştur.

Tablo 4.4’de eşdeğer ve dinamik analiz sonucu bulunan taban kesme kuvvetlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Bulunan sonuçlar, İdestatik, Probina ve Sta4cad programları için ABYYHY(1998)’de denklem 6.4’deki koşulu sağlamaktadır. Bulunan toplam eşdeğer deprem yükü N’inci kat dahil olmak üzere bina katlarına Yönetmelikteki denklem 6.9’a göre dağıtılmıştır.  $H_N \leq 25$  m olduğundan  $\Delta F_N = 0$  olmaktadır.

**Tablo 4.6** Örnek 1’e ait yapının tüm iç kuvvet ve yer değiştirmelerini büyütme katsayısı

	İdestatik	Probina	Sta4cad
$\beta V_t / V_{tB}$	1.2	1.27	1.21
$\beta$	1	1	1

**Tablo 4.7** Örnek 1’e ait yapının kat deplasmanları  $\delta_x = \delta_y$  (m)

Kat No	İdestatik	Probina	Sta4cad
5	0.005325	0.006207	0.007308
4	0.004668	0.005392	0.006359
3	0.003637	0.004167	0.004906
2	0.002328	0.002619	0.003074
1	0.000924	0.001002	0.001169

Simetrik bir sistem olmasından ötürü deplasmanlar x ve y yönü için birbirine eşit çıkmaktadır.

**Tablo 4.8** Örnek 1’e ait yapının katlardaki dönmeler  $\theta_z$  (rad)

Kat No	İdestatik	Probina	Sta4cad
5	0.000099	0.000436	0.000129
4	0.000088	0.000385	0.000114
3	0.000070	0.000303	0.000089
2	0.000046	0.000195	0.000056
1	0.000019	0.000077	0.000022

Katlar arasındaki dönmeler İdestatik ve Sta4cad programında birbirlerine yakın değerler olmasına karşın Probina programı için farklı değerler elde edilmiştir.

**Tablo 4.9** Örnek 1'e ait yapının 2. mertebe etkileri 1.deprem yüklemesi için  $\theta_i \leq 0.12$

Kat No	İdestatik	Probina	Sta4cad
5	0.0010	0.0018	0.0014
4	0.0018	0.0030	0.0025
3	0.0026	0.0042	0.0036
2	0.0032	0.0048	0.0043
1	0.0024	0.0035	0.0031

$\theta_i < 0.12$  koşulunun sağlandığı her üç program tarafından da tutarlı bir şekilde gösterilmiştir.

**Tablo 4.10** Örnek 1'e ait yapının düzensizlik kontrolleri

Düzensizlik	İdestatik	Probina	Sta4cad	Sonuç
A1( $\eta_{bi} > 1.2$ )	1.06 < 1.2	1.11 < 1.2	1.047 < 1.2	Mevcut Değildir.
A2	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.
A3	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.
A4	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.
B1( $\eta_{ci} < 0.8$ )	1 > 0.8	1 > 0.8	1 > 0.8	Mevcut Değildir.
B2( $\eta_{ki} > 1.5$ )	1.57 > 1.5	1.5 > 1.5	1.53 > 1.5	Mevcuttur.
B3	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.

ABYYHY (1998)'e göre yapılması gereken güçlü kolon zayıf giriş kontrollerini her üç programda yapmaktadır. Sonuçların karşılaştırılması yapıldığında üç programında farklı sonuçlar ürettiği görülmüştür. Bu sonuçlar ışığında, limit durumlarda bir programın düzensiz kabul ettiği yapının, diğer programlar tarafından düzensiz bulunmayacağı anlamı çıkmaktadır.



**Tablo 4.11** Örnek 1’de güçlü kolonların kat kesme güvenliği kontrolü  $V_s/V_k > 0.7$ 

Kat No	İdestatik	Probina	Sta4cad	Kontrol
1-5	$\alpha_x, \alpha_y = 1$	$\alpha_x, \alpha_y = 1$	$\alpha_x, \alpha_y = 1$	$V_s/V_k > 0.7$

- **Döşeme elemanı sonuçları**

**Tablo 4.12** Örnek 1’de D101 döşeme elemanı sonuçları

Eleman Adı	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
D101	$M_{ack}$ x ve y yönü(tm)	Dizayn	0.584	0.58	0.82
D101	Minimum $h_f$	cm	-	13.4 cm	+
D101	Donatılandırma	Pilye, düz	Ø8/29	Ø8/40	Ø8/38
D101	Donatılandırma	Sol,sağ ilave	yok	Ø8/40; Ø8/40	yok
D101	Donatılandırma	Üst,alt ilave	yok	Ø8/40; Ø8/40	yok
D101	$A_s$ açıklık gerekli	$cm^2$	3.375	2.29	2.60
D101	$A_s$ açıklık sağlanan	$cm^2$	3.467	2.51	2.65
D101	Donatı metrajı	kg	153.7	139.2	118.4

(+) : Program tarafından otomatik kontrol ediliyor. (-):Program tarafından otomatik kontrol edilmiyor.

D101 elemanının TS500 (2000)’e göre minimum kalınlık tahkikini Probina ve Sta4cad programı otomatik olarak kullanıcıya sunarken İdestatik programı bu kontrolü otomatik olarak yapmamakta, bu hesabı kullanıcıya bırakmaktadır. Döşemelerde sehim tahkikini sadece Sta4cad programı yapmaktadır. Döşeme donatılarında ise üç programda farklı kabuller yapmaktadırlar. Metrajdan da anlaşılacağı üzere bir donatı birliği üç program içinde sağlanamamış gözükmektedir.

Kirişlerin bilgi girişi sırasında İdestatik ve Sta4cad programları minimum boyutlar için bir otomatik kontrol yapmamaktadır. Probina programı ise minimum gövde genişliği koşulunu ABYYHY(1998)’e göre kontrol ederek daha az gövde genişliğine sahip kiriş kesiti girişi yapıldığında otomatik olarak ikaz vermektedir.

Kiriş elemanlarına gelen momentlerin okunabilmesi için üç programda diyagram çizimi vermektedir. Fakat Probina programının diyagram çizimi kullanıcıya zarf eğrisi şeklinde sunulmaktadır.

- Kiriş elemanı sonuçları

**Tablo 4.13** Örnek 1’de K101 kiriş elemanı sonuçları

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
K101-30X50	g ( ton )	zati yük	0.82	0.88	0.94
K101-30X50	M <sub>i</sub> mesnet üst(t m)	Dizayn	9.17	9.31	9.92
K101-30X50	M <sub>i</sub> mesnet alt(t m)	Dizayn	6.75	6.36	6.36
K101-30X50	M <sub>ack</sub> (t m)	Dizayn	1.44	1.39	1.50
K101-30X50	M <sub>i</sub> mesnet üst(t m)	Dizayn	9.17	9.31	9.92
K101-30X50	M <sub>i</sub> mesnet alt(t m)	Dizayn	6.75	6.36	6.36
K101-30X50	A <sub>s</sub> açıklık gereken	cm <sup>2</sup>	4.23	3.57	3.52
K101-30X50	A <sub>s</sub> açıklık sağlanan	cm <sup>2</sup>	4.273	3.80	4.62
K101-30X50	Donatılandırma	düz	2Ø14	2Ø14	2Ø14
K101-30X50	Donatılandırma	pilye	1Ø16	1Ø14	1Ø14
K101-30X50	Donatılandırma	ilave	2Ø14;2Ø16	6Ø12	2Ø12; 2Ø16
K101-30X50	Donatılandırma	montaj	2Ø12	2Ø16	2Ø12
K101-30X50	Donatılandırma	etriye	Ø8/18/9	Ø8/23/9	Ø8/20/10
K101-30X50	V <sub>e</sub> ≤ V <sub>r</sub> sol,sağ	ton	7.74	7.24	5.99
K101-30X50	M <sub>pi</sub> +M <sub>pj</sub> /l <sub>n</sub> sol,sağ	ton	5.13	5.27	4.12
K101-30X50	V <sub>dy</sub> sol,sağ	ton	2.61	1.97	1.86
K101-30X50	Sehim tahkiki f <sub>max</sub>	mm	-	-	12.5
K101-30X50	Donatı metrajı	kg	67.3	73.5	63.89

(-):Program tarafından otomatik kontrol edilmiyor.

K101 kirişinin zati yükü üç program içinde az da olsa farklılık içermektedir. Sta4cad ve İdestatik programı döşemelerden yük aktarımını sonlu elemanlar yöntemine göre yaparken, Probina programı kırılma çizgileri yöntemiyle yapmaktadır. İdestatik programı için kiriş kesme kuvvetindeki farklılığın sebebi, kesin hesap yapmadan M<sub>pi</sub> =1.4 M<sub>ri</sub> ve M<sub>pj</sub> =1.4 M<sub>rj</sub> olarak kabul edilmesinden kaynaklanmaktadır.

Kiriş 101 için TS500 (2000)’e göre sehim tahkikini elastik sehim, ani sehim, süreli sehim ve maksimum sehim olarak sadece Sta4cad programı yapmakta diğerleri bu hesabı kullanıcıya bırakmaktadır.

Kolonların bilgi girişi sırasında üç bilgisayar programı da ön boyutlandırma yapmamaktadır. Kolonlar için analiz sonrası kolon-kiriş kesme bölgesi güvenliği raporunun incelenmesiyle yetersiz gelen kolon boyutları tespit edilip ona göre kolon

ebatlarında değişikliğe gidilmektedir. Yalnız, sürekli akslar elde etme, mümkün olduğunca ağırlık merkezi ile rijitlik merkezini yakınlaştırmaya çalışma, dizaynda kuvvetli kolon zayıf kiriş ilkesiyle dizayn yapma, ebatlarına göre kolon yönlerinin tayini gibi tasarımı ilgilendiren konularda üç bilgisayar programı da kullanıcı yönetiminde sonuçlar üretmektedir. Burada mimari kalıp planının yönlendirmesi de söz konusu olmaktadır.

- **Kolon elemanı sonuçları**

**Tablo 4.14** Örnek 1’de S101 kolon elemanı sonuçları

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
S101-50X50	N ( ton )	g	28.15	29.10	28.13
S101-50X50	M <sub>x</sub> alt ( t m )	g	-0.34	-0.47	-0.36
S101-50X50	M <sub>x</sub> üst ( t m )	g	-0.73	-0.74	-0.77
S101-50X50	M <sub>y</sub> alt ( t m )	g	0.34	0.47	0.36
S101-50X50	M <sub>y</sub> üst ( t m )	g	0.73	0.74	0.77
S101-50X50	N <sub>d</sub> ( ton )	1.4g+1.6q	40.72	40.74	39.39
S101-50X50	M <sub>y</sub> alt ( t m )	1.4g+1.6q	0.48	0.49	0.50
S101-50X50	M <sub>y</sub> üst ( t m )	1.4g+1.6q	1.02	1.04	1.07
S101-50X50	Donatılandırma	düşey	10Ø18	10Ø18	20Ø14
S101-50X50	A <sub>s</sub> gereken	cm <sup>2</sup>	24.88	24.88	24.88
S101-50X50	A <sub>s</sub> sağlanan	cm <sup>2</sup>	25.44	25.45	30.79
S101-50X50	Donatılandırma	etriye	Ø8/20/10	Ø8/11;Ø10/10	Ø8/15/10

S101 kolonu için her üç programında yönetmelik kontrollerini yapabildiği, lakin sonuçlarda farklılıklar gözlemlendiği görülmüştür. Kolon kiriş kesme güvenliği kontrolünde İdestatik programı A<sub>s1</sub> ve A<sub>s2</sub> değerlerinin farklılaşmasından ötürü V<sub>ex</sub> ve V<sub>ey</sub> kuvvetlerini farklı bulmuştur. Sta4cad, Probina programları kiriş donatılarında ilave donatıları simetrik almaktadırlar.

Etriye hesabına esas kolon kesme kuvvetlerinde İdestatik ve Sta4cad yakın değerler bulmuşlar fakat Sta4cad programı kolon göbek bölgesinde etriye arasını 15 cm tercih etmiştir. Probina programı ise etriye seçiminde ve hesaplanan kesme kuvvetinde farklı değerler elde etmiştir. Diğer programlara göre daha fazla etriye donatısı kullanmaktadır. Bunun nedeni etriye tipi seçiminde çirozsuz etriye tipinin seçili olmasıdır. Bu ayar

kullanıcıya bırakılmıştır. ABYYHY (1998)'e göre kolon boyunca etriye ve çiroz kullanımı zorunludur. Bu örnekte bu ayara müdahale edilmemiştir. Doğru seçim yapıldığında değerler birbirine yakınlaşacaktır. Ancak burada kullanıcı gözü ile bırakılmış ve sonuçlar irdelenmiştir.

**Tablo 4.15** Örnek 1’de S101 kolon elemanı yönetmelik kontrolleri

<b>Kolon-Kiriş Kesme Güvenliği</b>			İdeStatik	Probina	Sta4cad
S101	1.kat	$V_{e-max}$	187.50	187.50	187.50
S101	1.kat	$V_e$ X yönü	27.38	27.41	22.65
S101	1.kat	$V_e$ Y yönü	27.38	19.33	22.65
<b>Güçlü Kolon Kontrolü</b>			+	+	+
S101	1.kat	$N_d \leq 0.1 A_c f_{ck}$	+	+	+
S101	1.kat	$N_d \leq 0.1 A_c f_{ck}$	+	+	+
S101	1.kat	$M_{ra} + M_{ru} \geq 1.2(M_{ri} + M_{ri})$ Majör	35.69≥9.44	45.76≥11.33	45.25≥20.11
S101	1.kat	$M_{ra} + M_{ru} \geq 1.2(M_{ri} + M_{ri})$ Minör	35.69≥9.44	45.76≥11.33	45.91≥20.11
<b>Kolon Kesme Güvenliği <math>V_e &lt; V_r</math></b>			+	+	+
S101	1.kat	$V_e < V_r$	14.28<55.64	17.86<?	29.76<54.59
S101	1.kat	$V_c$	0	0	16.96
<b>Ts 500 X,Y yönü Eleman Narinlik Etkisi</b>			+	+	+
S101	1.kat	$L_k = k * L_n$ X,Y yönü	0.68*2.5	0.85*2.5	0.9*2.56
S101	1.kat	$L_k/i \leq 34 - 12(M_1/M_2) \leq 40$ X,Y yönü	11.8≤40	14.7≤40	16≤40
<b>Yanal Ötelenme Kontrolü <math>\phi \leq 0.05</math></b>			+	+	+
S101	1.kat	$\phi \leq 0.05$	0.0046≤0.05	0.0025≤0.05	0.0051≤0.05
<b>Yatay Ötelenme Kontrolü, Moment Katsayısı</b>			+	+	+
S101	1.kat	$\beta=1, \beta_s=1$	önlenmiş	önlenmiş	önlenmiş

(+) : Program tarafından otomatik kontrol ediliyor. (?): Programdan değer okunamamıştır.

TS500 (2000)'e göre kolon narinliğinin kontrolünde üç program da farklı kabuller yapmaktadırlar. Kolon etkili boyunun hesabında yönetmelik giriş harici yükseklik tanımı yapmakta, programlar tarafından bu değer 2.5 metre olarak kullanılmaktadır. Kolon etkili boyu katsayısı (k) içinde TS500 (2000)'ün tanımında yanal ötelenmesi önlenmiş kat kolonları için verilen formülasyona göre  $\alpha_1$  ve  $\alpha_2$  değerleri farklı alınmış dolayısıyla Sta4cad 0.68, Probina 0.90, İdestatik programı ise 0.85 kabul etmiştir. Dolayısıyla yanal ötelenme kontrolündeki değerler farklılık arz etmiştir. Lakin netice itibariyle moment büyütme katsayısı aynı seçildiğinden boyutlandırmalarda bir değişiklik olmamıştır.

- **Tekil temel sonuçları**

Programlar tekil temel hesabında kullandıkları yük kombinasyonunu ve buna bağlı olarak oluşan aksenal yükü ve momentleri raporlamaktadırlar. Tabloda öz yük etkisinde oluşan momentler ve aksenal yükler verilmektedir. Bu yüklemeler sonucunda elde ettikleri maksimum zemin gerilmelerini zımbalama kuvvetlerini ve kesme kuvvetlerini raporlamaktalar.

**Tablo 4.16** Örnek 1’de T1 tekil temel elemanı bilgileri

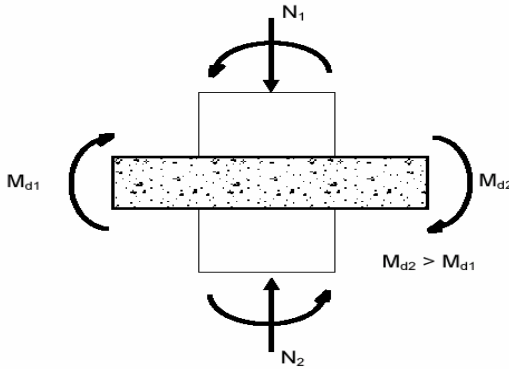
Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
T01 230x230x50	N ( ton )	g	28,15	29,1	27,83
T01 230x230x50	M <sub>x</sub> (t m)	g	-0,35	-0,35	-0,39
T01 230x230x50	M <sub>y</sub> (t m)	g	0,34	-0,35	0,39
T01 230x230x50	$\sigma_z$ max t/m <sup>2</sup>	Dizayn	12,88	14,47	8,86
T01 230x230x50	Donatılandırma	x yönü	14Ø14/17	14Ø14/17	12Ø18/20
T01 230x230x50	Donatılandırma	y yönü	14Ø14/17	14Ø14/17	12Ø18/20
T01 230x230x50	V <sub>pr</sub> >V <sub>pd</sub>	Zımbalama	199.50>18.90	175.35>34.10	186.48>40.69
T01 230x230x50	V <sub>cr</sub> >V <sub>d</sub> x,y yönü	Kesme	78.5>22.08	52.5>13.10	?
T01 230x230x50	$\tau_p$	Kayma	11.05	?	?

(+) : Program tarafından otomatik kontrol ediliyor. (?): Programdan değer okunamamıştır.

Zemin gerilmesi değerlerinin farklı olması, gerilmenin, kuvvetin büyüklüğünün temel alanına bölümüne oranı olarak düşünüldüğünde, alanın her üç programda da eşit olmasından dolayı, yalnız programların T1 temeline gelen aksenal kolon yükünü farklı kabul etmelerinden kaynaklanmaktadır. Temel boyutlandırmasında ilk kontrol edilen değer zemin emniyet gerilmesi olması sebebiyle üç programında temel hesap modüllerinin değişik ekonomik çözümler üretmesi olasıdır.

TS500 (2000)’e göre zımbalama kontrolünde, programlar tarafından hesaplanabilen tasarım zımbalama kuvveti ve zımbalama dayanımı sonuçları farklılık göstermektedir. Bunun nedeni incelendiğinde zımbalama dayanımı (V<sub>pr</sub>) değerinin diğer programlarla ortak aldığı zımbalama çevresi, zımbalama kalınlığı ve beton katkısı dışında, eğilme etkisini yansıtan katsayının ( $\gamma$ ), sonuçları etkilediği kanısına varılmıştır. (Şekil 4.28) Bunun nedeninin eğilme etkisinin yansıtan katsayının kolonun iki yanındaki plak momentlerine bağlı olmasından ileri gelmektedir. İdestatik programı tarafından U<sub>p</sub>=3.8

metre, Sta4cad tarafından 4 metre, Probina tarafından 1.97 metre alınmaktadır. Halbuki TS500 (2000)'e göre zımbalama çevresi  $(h+d+b+d)*2=4$  metredir. İdestatik programının temelde pas payını zımbalama çevresinden düşerek  $U_p$ 'yi 3.8 metre kabul etmiştir. Sta4cad TS500 (2000)'e göre 4 metre kabul etmiştir. Probina programının zımbalama çevresi konusundaki kabullünün nedeni bulunamamıştır.



$$y = \frac{1}{1 + 1,5 \frac{e_x + e_y}{\sqrt{b_x b_y}}}$$

$$e = \frac{0,4(M_{d1} + M_{d2})}{N_2 - N_1}$$

**Şekil 4.28** Zımbalama kontrolünde eğilme etkisini yansıtan katsayı

Tasarım zımbalama kuvveti ( $V_{pd}$ )'deki farklılıkların nedeni incelendiğinde zımbalama çevresi ile sınırlanan plak bölümüne etkiyen ve plak düzlemine dik kuvvetlerin her üç program için farklı alınmasından kaynaklanmaktadır.

TS500 (2000)'e göre boyutlandırma ve donatı düzenlemesinde kontrol edilmesi gereken eğilme ve kesme kuvvetlerinin etkisini üç program da yeterli manada irdeleyememişlerdir. Kayma kuvvetinin hesabını İdestatik yaparken Sta4cad ve Probina yapmamaktadır.

**Tablo 4.17** T01 eleman momentleri ve donatı alanları

Eleman Adı,Boyutu	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
T01 230x230x50	$M_x$ (t m)	4.25	5.83	4.45
T01 230x230x50	$M_y$ (t m)	4.25	5.41	4.45
T01 230x230x50	$A_s$ gereken	9 cm <sup>2</sup>	9 cm <sup>2</sup>	9.8 cm <sup>2</sup>

Netice itibariyle hesaplanan donatı İdestatik ve Probina için aynı iken Sta4cad için farklılık arz etmiştir. Bunun nedeninin dizayn momentleri olabileceği düşünülerek bakıldığında Probina programının moment yönünden fazla donatı yönünden Sta4cad'e göre az donatı hesapladığı fark edilmiştir.

- Sürekli temel sonuçları

Sürekli temel tasarımı ile ilgili tasarım ilkeleri TS500 (2000)'de belirtilmiştir. Ticari bilgisayar yazılımları tasarım ilkelerindeki “temel yeterli rijitlikte ve yeterli sayıda birbirinden bağımsız yaylarla temsil edilmelidir” TS500 (2000), ilkesine istinaden hesap yöntemi olarak Winkler Yöntemini kullanmışlardır.

**Tablo 4.18** Örnek 1’de TK101 sürekli temel elemanı bilgileri

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
TK01 100x50	N ( ton )	1.4g+1.6q	28.15	29.1	27.83
TK01 100x50	$M_{ack} \max(t\ m)$	Dizayn	23.72	18.47	19.82
TK01 100x50	$\sigma_z \max\ t/m^2$	Dizayn	20.49	14.88	12.97
TK01 100x50	$A_s$ gereken açıklık	cm <sup>2</sup>	15.11	11.30	14.13
TK01 100x50	$A_s$ sağlanan açıklık	cm <sup>2</sup>	15.26	11.85	19.70
TK01 100x50	Donatılandırma	düz	6Ø14	3Ø16	6Ø16
TK01 100x50	Donatılandırma	pilye	3Ø16	4Ø16	3Ø18
TK01 100x50	Donatılandırma	ilave	yok	yok	1Ø16
TK01 100x50	Donatılandırma	montaj	5Ø18	6Ø12	6Ø12
TK01 100x50	Donatılandırma	etriye	3Ø8/20	3Ø10/22	2Ø8/20/10
TK01 100x50	$V_d$	ton	21.22	15.15	?
TK01 100x50	$V_c$	ton	27.3	33.51	?
TK01 100x50	Donatı metrajı	kg	283	306.4	273

(?): Programdan değer okunamamıştır.

Temel altında oluşan zemin gerilmesinin tespitinde üç bilgisayar yazılımının da farklı sonuçlar bulduğu gözlenmiştir. Probina ve Sta4cad programı temellerin zemin emniyet gerilmelerinin kontrolünü, ortalama zemin gerilmesine göre yapmaktadır. İdestatik programı ise temellerin zemin emniyet gerilmeleri kontrolünde, deprem yüklemelerini kullanarak maksimum zemin emniyet gerilmesini bulmaktadır. İdestatik programının, temel hesaplamalarında kullandığı hesap yöntemlerinin, seçim menüsü, Şekil 4.7’deki gibidir.

Programların kullanım kılavuzları incelendiğinde, toprak birim hacim ağırlığının menüler aracılığıyla girilmesinin nedeninin, temel kotunun 0 kotunun altında olması durumunda temel yüzeyine gelen zemin ağırlığının da temel hesaplarına dahil

edilebilmesi olduğu açıklanmaktadır. Bu nedenle bu örneğimizde temel üst kotu özellikle 0 verilerek sonuçların yakınsaması hedeflenmiştir.

Ticari bilgisayar programlarının temel kesitinde etriye hesabında kullanmak üzere bir kesme kuvveti hesap etmedikleri bunun yerine temel kiriş etriyelerini neye göre attıkları anlaşılammıştır. Tablodan da anlaşılacağı gibi Sta4cad sürekli temel kirişinde etriye sıklaştırması yapmakta, ikili etriye kullanmaktayken, İdestatik üçlü etriye kullanmakta sıklaştırma yapmamakta, Probina üçlü etriye kullanmakta diğerlerinden farklı olarak da donatı çapını onluk seçmektedir.

TS500 (2000)'in öngördüğü, kesmede çatlama dayanımının  $V_c$  kolon yüzünde hesaplanan  $V_d$  tasarım kesme kuvvetinden olabildiğince büyük hesaplanması ilkesine dayanarak  $V_c$  ve  $V_d$  kuvvetleri İdestatik ve Probina programlarında hesaplanıp, raporlanırken, Sta4cad programı tarafından raporlanmamıştır.

Üç programda da TS500 (2000)'ün belirttiği donatıyla ilgili kurallara riayet edilmiştir: “Eğilme etkisindeki bütün kesitlerin basınç bölgesinde, çekme donatısının en az 1/3’ü oranında basınç donatısı bulundurulacaktır” TS500 (2000).

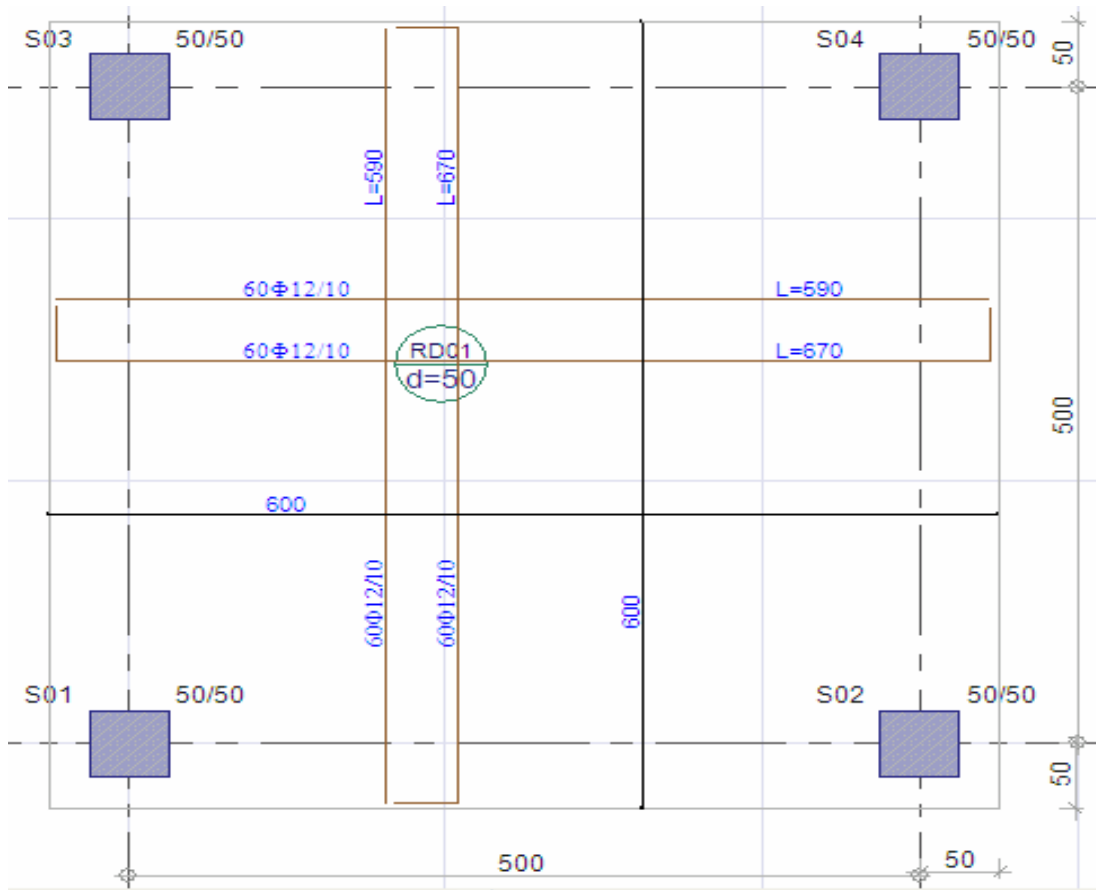
- **Kirişsiz radye temel sonuçları**

Kirişsiz radye temel çözümü hakkında yönetmeliklerimizde henüz bir kısıtlama maddesi gözükmemektedir. TS500 (2000)'de sadece sürekli temel bahsinin geçtiği bölümde zımbalama tahkiki yapılması gerekliliğinden bahsedilmiştir.

Kirişsiz radye temeli direk döşeme olarak sisteme girdiğimizde İdestatik programında oluşan temel kalıp planı Şekil 4.29'daki gibidir.

Sonlu elemanlar yöntemini kullanan üç bilgisayar programının öncelikle model oluşturmada kullandığı eleman büyüklüklerine müdahale edilebilmektedir. Fakat yapılan müdahalede İdestatik programı ağ boyutunun değişiminden dolayı aksaklıklar çıkarmasından ötürü programların ağ boyutlarına müdahale etmeden analiz sonuçları kıyaslanmaya çalışılacaktır. Sta4cad ve İdestatik temeli dörtgen eleman modeliyle modellerken Probina üçgen eleman modeliyle modellemektedir.





**Şekil 4.29** İdestatik kirişsiz radye temel kalıp planı

Temel modelimiz itibariyle kolon merkezlerinden 50 cm konsollarımız bulunmaktadır. Probina ve Sta4cad programında bu konsollar ayrı döşemeler olarak tanımlanmak zorunda olduğundan ayrı tanımlanmış olup zemin gerilmelerinin kıyaslanmasında bu döşemelerde oluşan zemin gerilmesinin aritmetik ortalaması dikkate alınmıştır. Yükleme durumu g incelendiğinde maksimum zemin gerilmesi değerlerinin üç program içinde farklı sonuçlar verdiği görülmektedir.

S101 kolonu için zımbalama tahkiklerinin sonuçları, T1 temelinin sonuçlarıyla aynı olması gerekirken farklılık göstermektedir. Zira zımbalama çevresi, kolon boyutları, yükleme durumu, beton kalitesi değişmemişken T1 de bulunan  $V_p$  ve  $V_d$  değerleri farklılık göstermektedir.

Probina programı kirişsiz radye temel metrajına sehpa donatısını işlememektedir. Probina programının kirişsiz radye temel kalıp planı Şekil 4.30'daki gibidir.

**Tablo 4.19** Örnek 1’de RD01 kirişsiz radye elemanı bilgileri

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
RD1	Düğüm noktası	adedi	737	128	169
RD1	N ( ton )	g	28.15	28.9	27.83
RD1	$\sigma_z$ max t/m <sup>2</sup>	Dizayn	9.34	8.54	10.2
RD1	Donatılandırma	toplam ilave	yok	139 Ø12/14	yok
RD1	Donatılandırma	alt düz x-y	Ø12/10	Ø12/13	Ø16/18
RD1	Donatılandırma	üst düz x-y	Ø12/10	Ø12/26-13	Ø16/18
RD1	As gereken X,Y yönü	Açıklık cm <sup>2</sup>	11.25,11.25	8.42,8.42	10.75,10.75
RD1	As sağlanan X,Y yönü	Açıklık cm <sup>2</sup>	11.31,11.31	8.70,8.70	11.17,11.17
S101 50X50	V <sub>xd</sub>	ton	27.71	41.51	45.03
S101 50X50	V <sub>vd</sub>	ton	27.71	41.51	46.52
S101 50X50	V <sub>p</sub>	ton	199.50	109.53	199.43
S101 50X50	V <sub>p</sub> >V <sub>d</sub>	ton	+	+	+
RD1	Sehpa donatısı	miktar	m <sup>2</sup> /2 adet	m <sup>2</sup> /2 adet	m <sup>2</sup> /2 adet
RD1	Donatı metrajı	kg	1385	866.5	1576.2

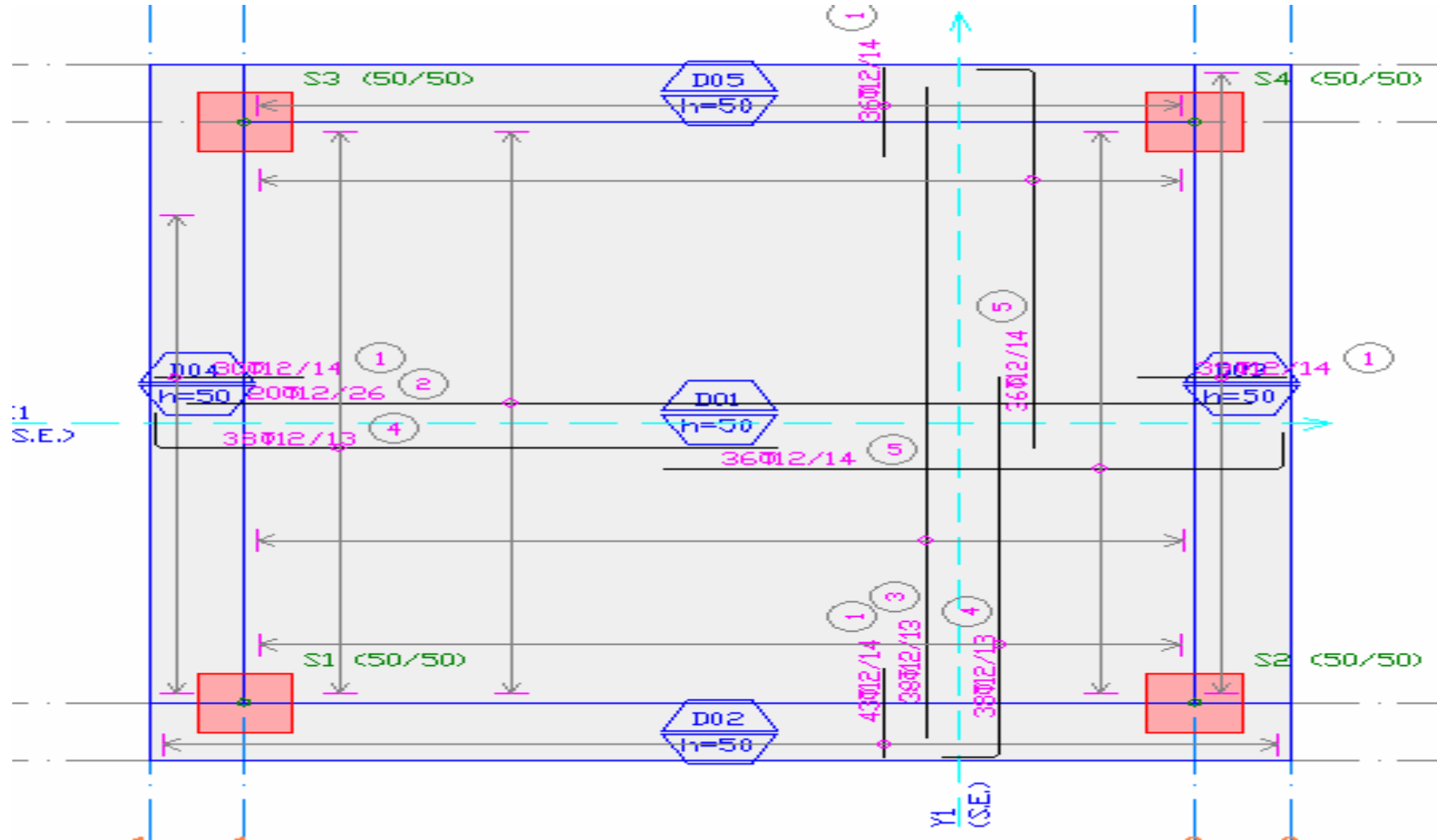
(+) : Program tarafından otomatik kontrol ediliyor.

- Genel metraj sonuçları

**Tablo 4.20** Örnek 1’in metraj bilgileri

	METRAJ	Sta4cad	Probina	İdeStatik
Tekil Temel	Donatı Metrajı	5090 kg	4716 kg	5176 kg
	Beton Metrajı	58.17 m <sup>3</sup>	57.26 m <sup>3</sup>	57.23 m <sup>3</sup>
Sürekli Temel	Donatı Metrajı	5375 kg	4930 kg	5354 kg
	Beton Metrajı	55.39 m <sup>3</sup>	55.06 m <sup>3</sup>	55.03 m <sup>3</sup>
Radye Temel	Donatı Metrajı	6117 kg	4917 kg	5778 kg
	Beton Metrajı	62.6 m <sup>3</sup>	63.56 m <sup>3</sup>	63.03 m <sup>3</sup>

Sonuç olarak 25 m<sup>2</sup> tabliye alanlı 5 kattan ibaret olan toplam 125 m<sup>2</sup> alanlı örnek 1 için ekonomik kıyaslama yapıldığında, bilgisayar programlarının otomatik metraj modüllerinden alınan sonuçlara göre Tablo 4.20 oluşturulmuştur. Bu tablo oluşturulurken yalnız Probina programının tekil temelerde bağ kirişleri için metraj vermemesinden ötürü el ile hesap yapılarak sonucuna ekleme yapılmıştır.



Şekil 4.30 Proбина kirişsiz radye temel kalıp planı

## 4.2 Örnek 2

Örnek 2'nin ticari paket programları açısından karşılaştırılması tablolar aracılığıyla bu bölümde yapılacaktır. Programlarda, hesaplamalarda kullanılan ortak proje parametreleri Tablo 4.21'deki gibidir. Örnek 2 çerçeve ve perdelerden oluşan betonarme taşıyıcı bir sistemden oluşmaktadır.

**Tablo 4.21** Örnek 2 proje parametreleri

Analiz Yöntemi	Mod Birleştirme yöntemi
Deprem Bölgesi	1. Bölge
Bina Önem Katsayısı ( I )	1
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı ( R )	7
Süneklik Düzeyi	Yüksek
Zemin Hakim Periyodu (T <sub>o</sub> )	0.25
Zati Yük Faktörü	1.4
Hareketli Yük Faktörü	1.6
Beton Birim Ağırlığı (t/m <sup>3</sup> )	2.5
Zemin Yatak Katsayısı (t/m <sup>3</sup> )	5000
Zemin Emniyet Gerilmesi (t/m <sup>2</sup> )	20
Zemin Sınıfı	Z2 (T <sub>A</sub> =0.15 ; T <sub>B</sub> =0.40 )
Beton Sınıfı	C25
Çelik Sınıfı	ST III
Toprak Birim Ağırlığı (t/m <sup>3</sup> )	2.1
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı	0.3
Beton Güvenlik Katsayısı	1.5
Çelik Güvenlik Katsayısı	1.15

### Bina Bilgileri

Döşeme Alanı	375 m <sup>2</sup>
Kat Yükseklikleri	3 metre (1-5. kat)
Kat adedi	5 kat
Bodrum kat adedi	yok
Kolon ebadı	50X50 cm (S2-8;S10-11;13-14;15-19)
Perde Bilgileri	25X513 cm (P1-P20); 25X525 (P9-P12)
	<b>Yükleme Durumu</b>
Döşeme bilgileri	d=15 cm (D1-15)   g <sub>kaplama</sub> =150 kg/m <sup>2</sup>   q=0
Kiriş ebatları	25X50 (K1-K34)   g=0   q=0

- **Analiz Sonuçları**

Örnek 2'nin bina ağırlık değerleri örnek 1'e göre farklılık göstermektedir. İdestatik ve Sta4cad'in bina ağırlıkları örnek 1 için benzerlik gösterirken Örnek 2 için farklılaşmıştır. Sisteme perde eleman ilavesi nedeniyle kat ağırlıklarında Örnek 1'e göre farklılık vardır.

**Tablo 4.22** Örnek 2 bina ağırlığı, ağırlık ve rijitlik merkezi tablosu

Programlar	Kat ağırlığı $g_i$ (ton)	Kat hareketli yükü $q_i$ (ton)	$W_i=g_i+nq_i$ Bina Ağırlığı (ton)	$x_m$ (m)	$y_m$ (m)	$x_r$ (m)	$y_r$ (m)
İdestatik	288.37	0	1441.85 ton	12.5	7.5	12.5	7.5
Probina	301.13	0	1505.65 ton	12.5	7.5	12.5	7.5
Sta4cad	296.84	0	1484.19 ton	12.5	7.5	12.5	7.5

Bina ağırlıkları üç programda da farklılaşmıştır.

**Tablo 4.23** Örnek 2'ye ait yapının birinci doğal titreşim periyotları  $T_r$  (sn)

	İdestatik	Probina	Sta4cad
X Yönü (uzun doğrultu)	0.289	0.313	0.281
Y Yönü (kısa doğrultu)	0.311	0.283	0.295

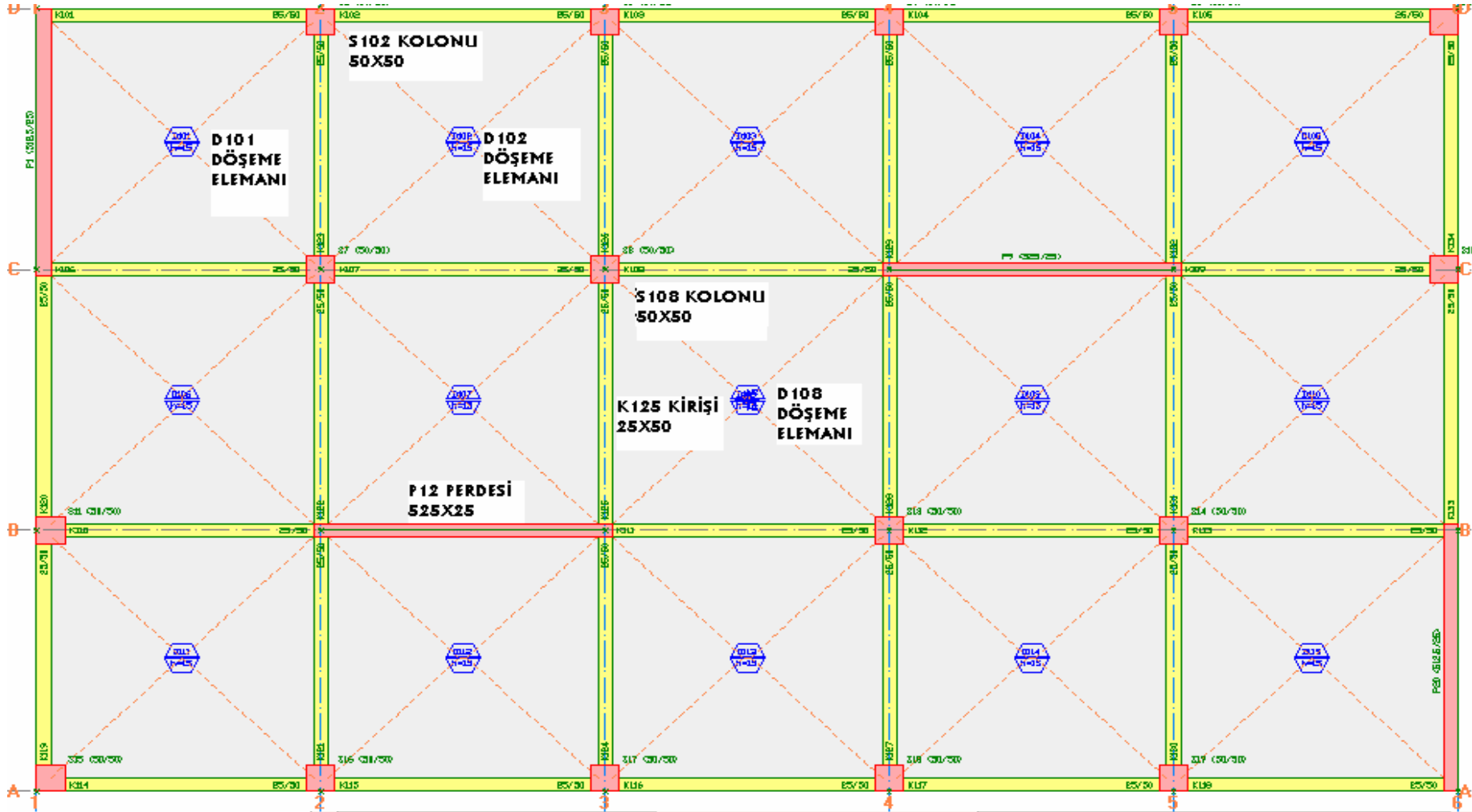
**Tablo 4.24** Örnek 2'ye ait yapının taban kesme kuvvetleri  $V_t$ ,  $V_{tB}$  (ton)

Taban kesme kuvvetleri $V_t$ , $V_{tB}$	İdestatik	Probina	Sta4cad
X yönü $V_t$ (Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi)	205.98 ton	215.30ton	212.02 ton
X yönü $V_{tB}$ (Mod Birleştirme Yöntemi)	158.30 ton	162.83 <sup>(1)</sup> ton	162.65 ton
Y yönü $V_t$ (Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi)	205.98 ton	215.30ton	212.02 ton
Y yönü $V_{tB}$ (Mod Birleştirme Yöntemi)	157.23 ton	160.40 <sup>(1)</sup> ton	162.02 ton

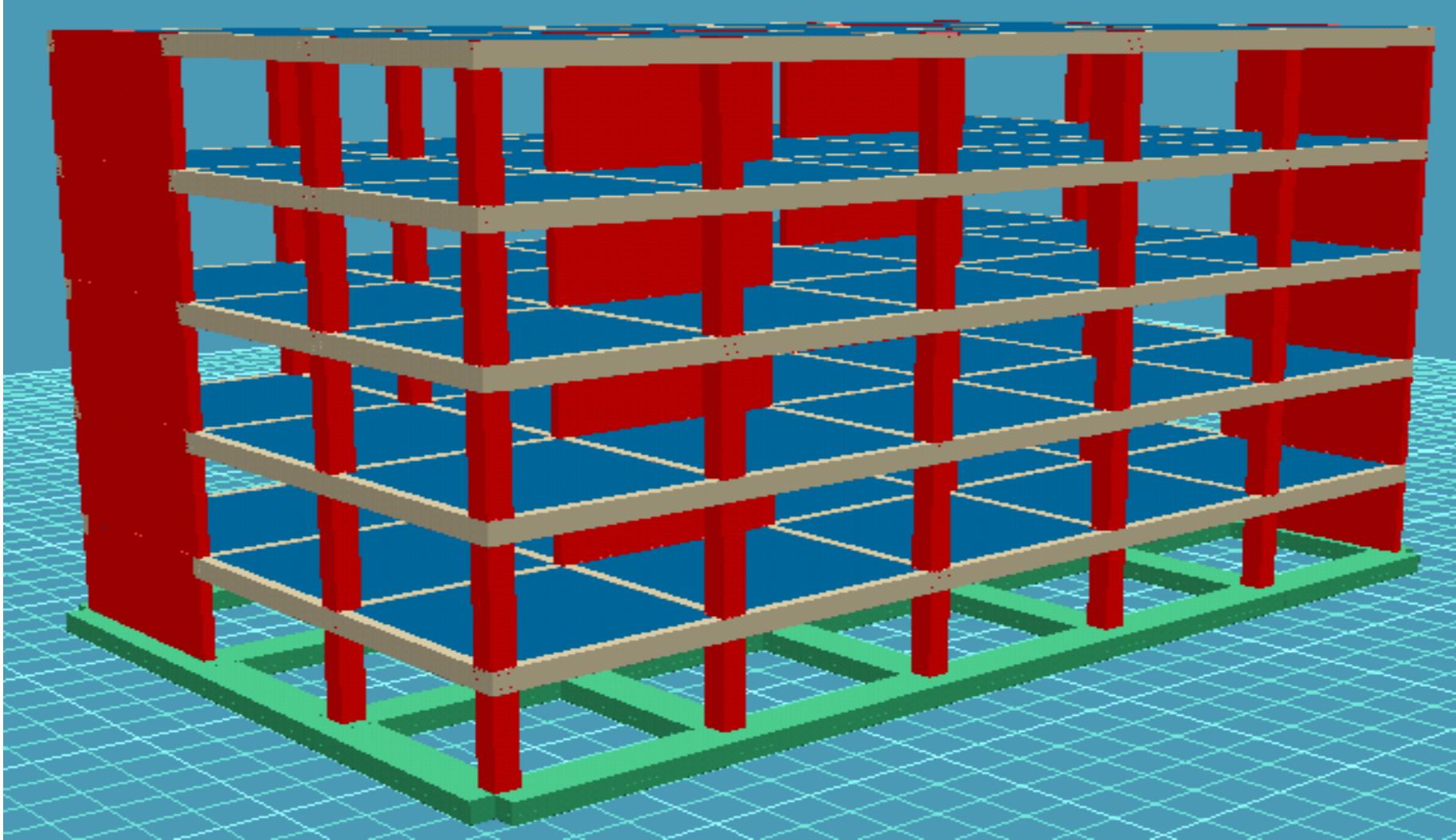
$V_t^{(1)}: \Sigma F_{ix}=199.22$  t;  $\Sigma F_{iy}=197.22$  t

Dinamik analiz sonucu bulunan katlara etkiyen deprem kuvvetleri x ve y yönünde kat hizalarında %5 eksantrisite ile kaydırılmış kütle merkezlerine etkitilerek statik analiz yapılmıştır. Elde edilen taban kesme kuvvetleri Tablo 4.24'deki gibidir.

Sta4cad programında kütlelerin bir çubuk üzerinde toplanmış gibi düşünülerek modlar ve mod vektörleri hesaplanmaktadır. Mod Birleştirme Yönteminde kütlelerin, serbest titreşim analizi sırasında kaydırılması gerekirken program bu kaydırma işlemini yapmamaktadır. Probina programında analiz yapılırken, serbest titreşim analizi sırasında kütlelerin %5 kaydırılması eksenler üzerinde yapılmamaktadır. Bu durumda sonuçlarda bazı farklılıklar oluşmaktadır (Bağcı, 2004).



Şekil 4.31 Örnek 2'nin ortak kalıp planı



Şekil 4.32 Örnek 2'nin 3D görünüşü

**Tablo 4.25** Örnek 2'ye ait yapının X ve Y yönü kat deprem yükleri  $F_i$  (ton)

Kat No	X YÖNÜ			Y YÖNÜ		
	İdestatik	Probina	Sta4cad	İdestatik	Probina	Sta4cad
5	52.67	63.27	64.89	52.32	63.16	64.91
4	42.23	44.59	39.98	41.94	43.98	39.79
3	31.68	39.50	27.97	31.46	39.08	27.79
2	21.14	34.16	19.22	20.99	33.72	19.06
1	10.57	17.70	10.59	10.50	17.28	10.46

Probina programında kat kesme kuvvetleri toplamı, taban kesme kuvvetini vermemektedir. Tablo 4.24'de toplam kat kuvvetleri not şeklinde tablo altında verilmiştir. Verilen değerler Probina programının raporlarından alınmıştır.

**Tablo 4.26** Örnek 2'ye ait yapının tüm iç kuvvet ve yer değiştirmelerini büyütme katsayısı

	İdestatik	Probina	Sta4cad
X yönü $\beta V_t/V_{tB}$	1.17	1.21	1.19
Y yönü $\beta V_t/V_{tB}$	1.18	1.19	1.19
$\beta$	0.9	0.9	0.9

**Tablo 4.27** Örnek 2'ye ait yapının kat deplasmanları  $\delta_x, \delta_y$  (m)

Kat No	X YÖNÜ			Y YÖNÜ		
	İdestatik	Probina	Sta4cad	İdestatik	Probina	Sta4cad
5	0.0040	0.0042	0.0043	0.0046	0.0057	0.0047
4	0.0030	0.0032	0.0032	0.0035	0.0043	0.0035
3	0.0021	0.0022	0.0021	0.0023	0.0029	0.0023
2	0.0011	0.0012	0.0010	0.0013	0.0015	0.0011
1	0.0004	0.0004	0.0003	0.0004	0.0005	0.0003

Örnek 2'ye ait Tablo 4.27'de verilmiş olan kat deplasmanları arasında Y yönündeki deplasmanlar farklılık göstermiştir.



**Tablo 4.28** Örnek 2'ye ait yapının 2. mertebe etkileri 1.deprem yüklemesi için  $\theta_i \leq 0.12$ 

Kat No	İdestatik	Probina	Sta4cad
5	0.0010<0.12	0.0018<0.12	0.0014<0.12
4	0.0018<0.12	0.0030<0.12	0.0025<0.12
3	0.0026<0.12	0.0042<0.12	0.0035<0.12
2	0.0032<0.12	0.0048<0.12	0.0040<0.12
1	0.0024<0.12	0.0035<0.12	0.0020<0.12

**Tablo 4.29** Örnek 2'ye ait yapının düzensizlik kontrolleri

Düzensizlik	İdestatik	Probina	Sta4cad	Sonuç
A1( $\eta_{bi} < 1.2$ )	1.05<1.2	1.19<1.2	1.12<1.2	Mevcut Değildir.
A2	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.
A3	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.
A4	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.
B1( $\eta_{ci} < 0.8$ )	1>0.8	1>0.8	1>0.8	Mevcut Değildir.
B2( $\eta_{ki} < 1.5$ )	1.05<1.5	1.06<1.5	1.01<1.5	Mevcut Değildir.
B3	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.

Probina, İdestatik ve Sta4cad programları görece kat ötelenmelerini farklı bulmakta, buda  $\eta_{bi}$  katsayısını etkilemektedir.

Toplam perde momentinin, toplam devrilme momentine oranını ifade eden  $\alpha_m$  katsayısı Probina programında diğerlerine göre düşük çıkmıştır. Bunun nedeni bina ağırlığı ile perde rijitlik kabulüyle ilgilidir. Probina programıyla yapılan analizlerde perde eleman “orta kolon modeli” ile modellenmiştir. Diğer programlarda ise perde elemanlar sonlu elemanlarla modellenmiştir. Sonuç farklılığı bu nedenlerdendir.

**Tablo 4.30** Örnek 2'nin devrilme momenti kontrolü ( $\alpha_m$ )

	İdestatik	Probina	Sta4cad
X yönü $\alpha_m$	0.67	0.53	0.69
Y yönü $\alpha_m$	0.70	0.59	0.67
$\alpha_m < 0.75$	0.70<0.75	0.59<0.75	0.69<0.75

- **Döşeme sonuçları**

**Tablo 4.31** Örnek 2’de D101,102,108 döşeme eleman sonuçları

Eleman Adı	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
D101	$M_{ack}$ X yönü (t m)	1.4g+1.6g	0.45	0.58	0.57
D101	$M_{ack}$ Y yönü (t m)	1.4g+1.6g	0.38	0.58	0.57
D101	Minimum $h_f$	1.4g+1.6g	-	13.4 cm	+
D101	Donatılandırma	Düz,pilye	Ø8/29	Ø8/40	Ø8/38
D101	Sol,sağ ilave	1.4g+1.6g	yok	Ø8/40,yok	yok,Ø8/33
D101	üst,alt ilave	1.4g+1.6g	yok	Ø8/40,yok	yok,Ø8/33
D101	$A_s$ açıklık gerekli X;Y	cm <sup>2</sup>	3.37;3.37	2.29;2.15	2.60;2.60
D101	$A_s$ açıklık sağlanan X;Y	cm <sup>2</sup>	3.46;3.46	2.51;2.51	2.65;2.65
D102	$M_{ack}$ X yönü (t m)	1.4g+1.6g	0.48	0.49	0.46
D102	$M_{ack}$ Y yönü (t m)	1.4g+1.6g	0.41	0.50	0.39
D102	Minimum $h_f$	cm	-	13.4	+
D102	Donatılandırma	Düz,pilye	Ø8/29	Ø8/40	Ø8/38
D102	Sol ,sağ ilave	1.4g+1.6g	yok	yok	yok,Ø8/33
D102	Üst, alt ilave	1.4g+1.6g	yok	Ø8/40,yok	yok
D102	$A_s$ açıklık gerekli	cm <sup>2</sup>	3.37;3.37	2.15;2.29	2.60;2.60
D102	$A_s$ açıklık sağlanan	cm <sup>2</sup>	3.46;3.46	2.51;2.51	2.65;2.65
D108	$M_{ack}$ X yönü (t m)	1.4g+1.6g	0.38	0.41	0.38
D108	$M_{ack}$ Y yönü (t m)	1.4g+1.6g	0.39	0.41	0.37
D108	Minimum $h_f$	cm	-	13.4	+
D108	Donatılandırma	Düz,pilye	Ø8/29	Ø8/40	Ø8/38
D108	Sol, sağ ilave	1.4g+1.6g	yok	yok	yok
D108	Üst, alt ilave	1.4g+1.6g	yok	yok	yok
D108	$A_s$ açıklık gerekli	cm <sup>2</sup>	3.37;3.37	2.29;2.15	2.60;2.60
D108	$A_s$ açıklık sağlanan	cm <sup>2</sup>	3.46;3.46	2.51;2.51	2.65;2.65

(+) : Program tarafından otomatik kontrol ediliyor. (-):Program tarafından otomatik kontrol edilmiyor.

Döşeme donatıları Örnek 1’e paralellik göstermektedir. D101, D102 ve D108 diğer döşemelere “Açıklıktaki alt donatının, tek açıklıklı plaklarda en az ½’si sürekli plaklarda ise en az 1/3’ü mesnetten mesnete kesilmeden uzatılmalıdır.” TS500 (2000)’deki donatı kuralına göre diğer döşemelere donatı aktarmaktadır.

- **Kiriş sonuçları**

Kiriş sonuçları Tablo 4.32 ’de verilmektedir.

**Tablo 4.32** Örnek 2’de K125 kiriş elemanı sonuçları

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
K125-25X50	G ( ton )	Toplam	1.578	2.49	2.62
K125-25X50	M <sub>i</sub> mesnet üst(t m)	Dizayn	4.89	5.80	6.57
K125-25X50	M <sub>i</sub> mesnet alt (t m)	Dizayn	0	0	0
K125-25X50	M <sub>ack</sub> (t m)	Dizayn	2.49	3.21	2.90
K125-25X50	M <sub>j</sub> mesnet üst(t m)	Dizayn	4.21	5.06	6.76
K125-25X50	M <sub>j</sub> mesnet alt (t m)	Dizayn	0	0.74	0
K125-25X50	A <sub>s</sub> açıklık gereken	cm <sup>2</sup>	3.52	2.98	2.94
K125-25X50	A <sub>s</sub> açıklık sağlanan	cm <sup>2</sup>	4.02	1.89	3.39
K125-25X50	Donatılandırma	düz	2Ø16	2Ø12	2Ø12
K125-25X50	Donatılandırma	pilye	Yok	1Ø12	1Ø12
K125-25X50	Donatılandırma	ilave	1Ø14	1Ø12	Yok
K125-25X50	Donatılandırma	montaj	2Ø12	2Ø12	2Ø12
K125-25X50	Donatılandırma	etriye	Ø8/18/9	Ø8/23/9	Ø8/20/10
K125-25X50	V <sub>e</sub> sağ	ton	10.91	7.00	6.62
K125-25X50	M <sub>pi</sub> +M <sub>pi</sub> /l <sub>n</sub>	ton	5.7	3.28	2.73
K125-25X50	V <sub>dy</sub> sağ	ton	5.21	3.72	3.89

- **Kolon ve perde eleman sonuçları**

Bilgisayar programlarının etriye seçimleri birbirlerine yakındır. Bunun nedeni örnek1’de çiroz kullanımı olmadan yapılan hesabın burada X ve Y yönünde çiroz kullanılarak yapılmasından kaynaklanmıştır. Probina programı kolon etriyelerini otomatik olarak tek seçmekte, kullanıcının program ayarlarına müdahalesi olmazsa çiroz atmamaktadır. Diğer programlarda çiroz otomatik olarak atılmaktadır.

Perde donatılarını üç programda farklı atmaktadır. P12 elemanının donatılarının yerleşim şekillerine bakıldığında, İdestatik programının perde dar kenarında 4 adet 14’lük donatı kullandığı, Probinanın 2 adet donatı, Sta4cad’in 3 adet donatı kullandığı dikkat çekmektedir. Sta4cad programının perde gövde donatılarının tamamında çiroz kullandığı diğerlerinin pere gövdesinde yaklaşık 40 cm arayla çiroz kullandığı fark edilmektedir. Şekil 4.33’de programların verdiği, perde donatılarının yerleşim resimleri görülmektedir .

Perde eleman için “kritik perde yüksekliği boyunca 10 adet/m<sup>2</sup> özel deprem çirozu, kritik perde yüksekliği dışında 4 adet/m<sup>2</sup> özel deprem çirozu kullanılmalıdır” ( ABYYHY 1998). Yönetmeliğe göre üç programda özel deprem çirozlarını çizimlerinde kullanmaktadırlar.

**Tablo 4.33** Örnek 2’de S102,S108 ve P112 kolon ve perde eleman sonuçları

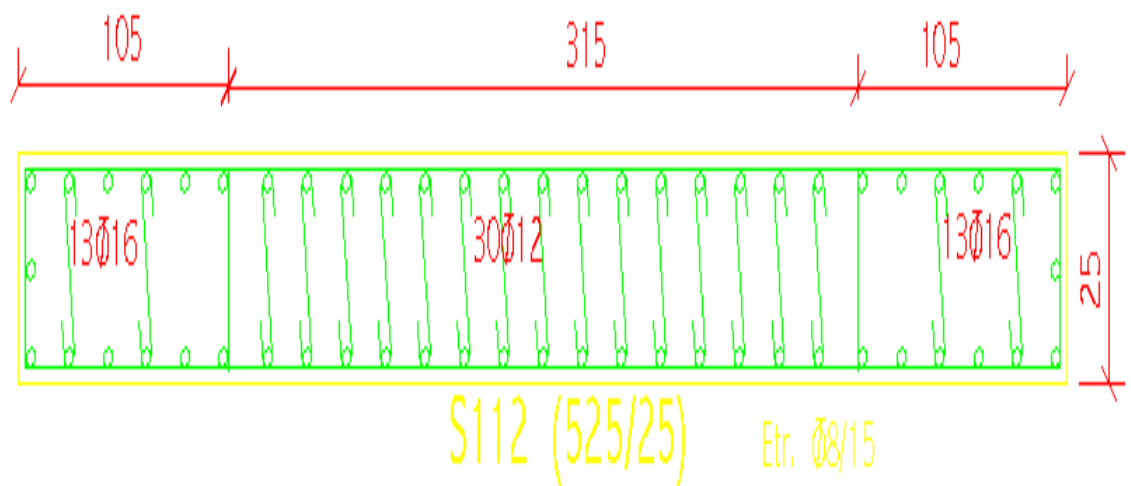
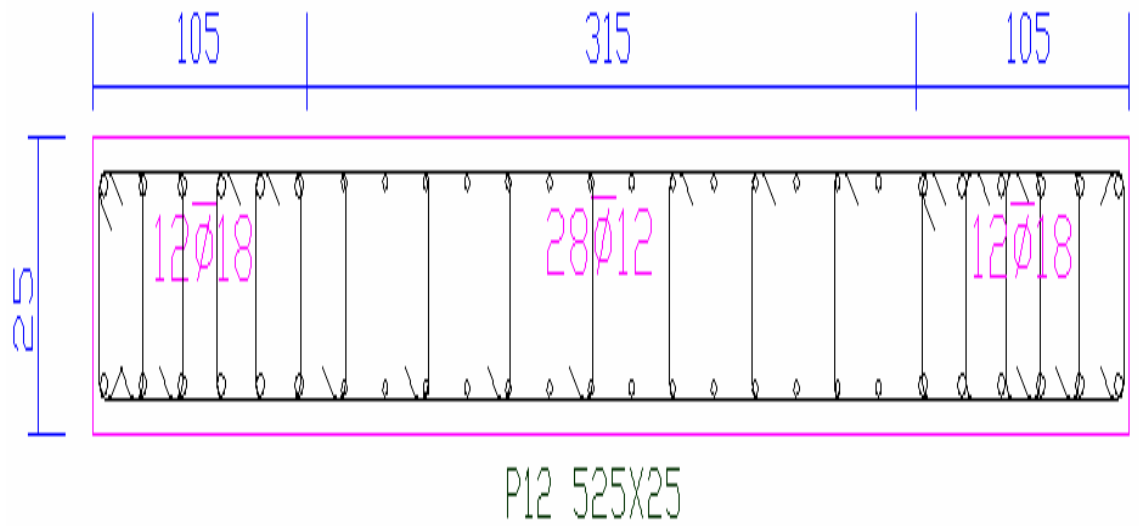
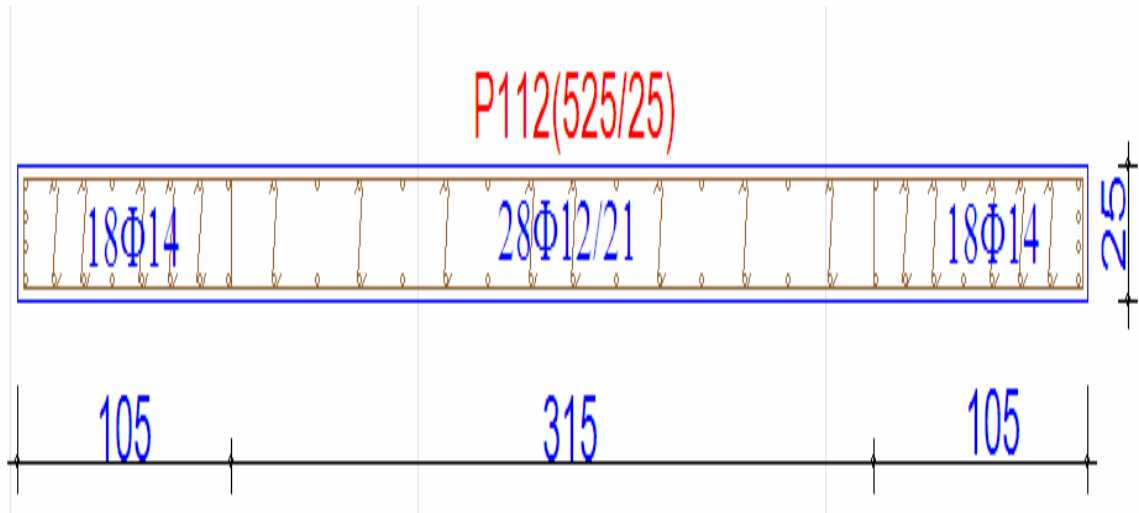
Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
S102-50X50	N ( ton )	1.4g+1.6q	73.21	75.68	71.11
S102-50X50	A <sub>s</sub> gereken	cm <sup>2</sup>	25	25	25
S102-50X50	A <sub>s</sub> sağlanan	cm <sup>2</sup>	25.44	30.79	30.08
S102-50X50	Donatılendirma	düşey	14Ø16	20Ø14	20Ø14
S102-50X50	Donatılendirma	etriye	Ø8/19/10	Ø8/16/10	Ø8/15/10
S108-50X50	N ( ton )	1.4g+1.6q	110.44	115.45	112.17
S108-50X50	A <sub>s</sub> gereken	cm <sup>2</sup>	25	25	24.88
S108-50X50	A <sub>s</sub> sağlanan	cm <sup>2</sup>	28.14	30.79	30.79
S108-50X50	Donatılendirma	düşey	14Ø16	20Ø14	20Ø14
S108-50X50	Donatılendirma	etriye	Ø8/19/10	Ø8/16/10	Ø8/15/10
P112-525X25	N ( ton )	1.4g+1.6q	270.21	279.96	277.53
P112-525X25	Donatılendirma	Sol,sağ düşey	18Ø14	12Ø18	13Ø16
P112-525X25	Donatılendirma	gövde düşey	28Ø12	28Ø12	30Ø12
P112-525X25	Donatılendirma	Yatay başlık	Ø8/10	Ø8/10	Ø8/15
P112-525X25	Donatılendirma	Yatay gövde	Ø8/15	Ø8/15	Ø8/15

Kolon-kiriş birleşim bölgesi kesme güvenliği kontrollerinde Ve kuvveti hesabında Sta4cad ve Probina birbirine değer açısından yaklaşırken İdestatik kesme kuvvetlerini yüksek bulmaktadır.

$$V_e = 1.25 F_{yk} (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol} \quad (4.1)$$

V<sub>kol</sub>’un hesaplara büyük bir katkısı yoktur. V<sub>e</sub> değerindeki farklılığın nedeni A<sub>s1</sub> ve A<sub>s2</sub> değerlerinin üç program tarafından farklı alınmasıdır.

Kolon kesme güvenliğinde hesaplanan V<sub>e</sub> değeri Probina programı tarafından yüksek hesap edilmekte bunun nedeni beton katkısını da hesaba dahil etmesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.33 İdestatik, Probinda ve Sta4cad perde donatı resimleri

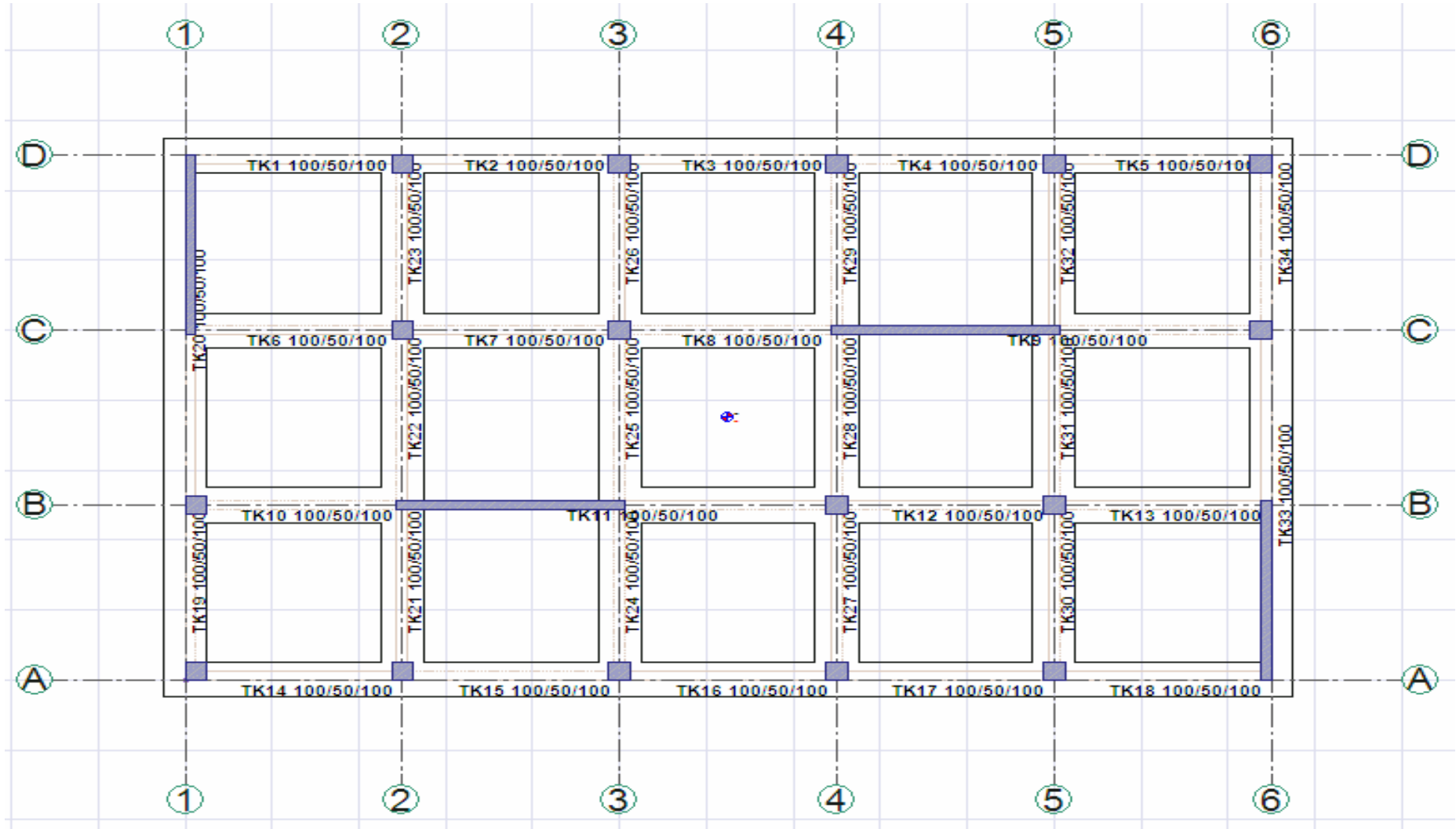
**Tablo 4.34** Örnek 2’de S102 ve S108 kolon elemanı yönetmelik kontrolleri

<b>Kolon-Kiriş Kesme Güvenliği</b>			İdeStatik	Probina	Sta4cad
S102	1.kat	$V_e \max > V_e$ X yönü	93.75>34.28	93.75>59.53	93.75>39.48
S102	1.kat	$V_e \max > V_e$ Y yönü	187.50>22.63	187.50>19.82	187.50>20.34
S108	1.kat	$V_e \max > V_e$ X yönü	187.50>34.10	187.50>64.55	187.50>39.27
S108	1.kat	$V_e \max > V_e$ Y yönü	187.50>34.04	187.50>64.25	187.50>38.98
<b>Güçlü Kolon Kontrolü</b>			+	+	+
S102	1.kat	$N_d \text{ alt} \leq 0.1 A_c f_{ck}$	+	+	+
S102	1.kat	$N_d \text{ üst} \leq 0.1 A_c f_{ck}$	+	+	+
S102	1.kat	$M_{ra} + M_{r\bar{u}} \geq 1.2(M_{ri} + M_{rj})$ Majör	62.12 $\geq$ 15.16	51.04 $\geq$ 22.87	59.19 $\geq$ 15.67
S102	1.kat	$M_{ra} + M_{r\bar{u}} \geq 1.2(M_{ri} + M_{rj})$ Minör	62.12 $\geq$ 15.16	51.04 $\geq$ 8.18	59.19 $\geq$ 15.67
S108	1.kat	$N_d \text{ alt} \leq 0.1 A_c f_{ck}$	+	+	+
S108	1.kat	$N_d \text{ üst} \leq 0.1 A_c f_{ck}$	+	+	+
S108	1.kat	$M_{ra} + M_{r\bar{u}} \geq 1.2(M_{ri} + M_{rj})$ Majör	67.55 $\geq$ 15.17	59.79 $\geq$ 24.96	66.32 $\geq$ 15.67
S108	1.kat	$M_{ra} + M_{r\bar{u}} \geq 1.2(M_{ri} + M_{rj})$ Minör	67.55 $\geq$ 15.17	59.79 $\geq$ 25.02	66.32 $\geq$ 15.67
<b>Kolon Kesme Güvenliği <math>V_e &lt; V_r</math></b>			+	+	+
S102	1.kat	$V_e < V_r$	15.25 < 55.64	23.02 < ?	37.06 < 54.59
S102	1.kat	$V_c$	0	0	17.98
S108	1.kat	$V_e < V_r$	16.47 < 55.64	21.40 < ?	39.48 < 54.59
S108	1.kat	$V_c$	0	0	18.94
<b>Ts 500 X,Y yönü Eleman Narinlik Etkisi</b>			+	+	+
S102	1.kat	$L_k = k * L_n$	0.67*2.5	0.85*2.5	0.9*2.5
S102	1.kat	$L_k/i \leq 34-12(M_1/M_2) \leq 40$ X yönü	11.73 $\leq$ 40	14.75 $\leq$ 40	16 $\leq$ 40
S108	1.kat	$L_k = k * L_n$	0.67*2.5	0.85*2.5	0.90*2.5
S108	1.kat	$L_k/i \leq 34-12(M_1/M_2) \leq 40$ Y yönü	11.74 $\leq$ 40	14.75 $\leq$ 40	16 $\leq$ 40
<b>Yanal Ötelenme Kontrolü <math>\phi \leq 0.05</math></b>			+	+	+
1.kat x yönü		$\phi \leq 0.05$	0.0018 $\leq$ 0.05	0.0016 $\leq$ 0.05	0.0016 $\leq$ 0.05
1.kat y yönü		$\phi \leq 0.05$	0.0021 $\leq$ 0.05	0.0018 $\leq$ 0.05	0.0020 $\leq$ 0.05
<b>Yatay Ötelenme Kontrolü, Moment Katsayı</b>			+	+	+
$\beta=1, \beta_s=1$			önlenmiş	önlenmiş	önlenmiş
$\beta=1, \beta_s=1$			önlenmiş	önlenmiş	önlenmiş

(+) : Program tarafından otomatik kontrol ediliyor. (?) : Programdan değer okunamamıştır.

- **Sürekli temel sonuçları**

Örnek 1’deki eşit yük alan iki kolon arasındaki temel kirişinin incelenmesi nedeniyle örnek 2’de perde altında ki sürekli temel kiriş sonuçlarının incelenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla TK33 ve TK34 kiriş sonuçları Tablo 4.35’de detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Ortak temel kalıp planı Şekil 4.34’deki gibidir.



Şekil 4.34 Örnek 2'nin ortak sürekli temel kalıp planı

**Tablo 4.35** Örnek 2’de TK33-34 sürekli temel eleman bilgileri

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
TK34 100x50	N ( ton ) S6-S10	g	31.08-47.19	33.76-49.45	31.94-47.99
TK33 100x50	N ( ton ) S10-P20	g	47.19-94.77	49.45-98.13	47.99-103.97
TK34 100x50	$M_{ack} \max(t m)$	g	19.42	15.91	14.64
TK33 100x50	$M_{ack} \max(t m)$	g	93.86	78.80	22.35
TK34 100x50	$\sigma_z \max t/m^2$	Dizayn	15.37	18.73	12.27
TK33 100x50	$\sigma_z \max t/m^2$	Dizayn	35.96	18.73	19.24
TK34 100x50	$A_s$ açıklık gereken	$cm^2$	13.50	10.06	13.11
TK33 100x50	$A_s$ açıklık gereken	$cm^2$	73.05	56.93	15.97
TK34 100x50	$A_s$ açıklık sağlanan	$cm^2$	13.85	12.32	14.08
TK33 100x50	$A_s$ açıklık sağlanan	$cm^2$	73.79	58.40	17.28
TK34 100x50	Donatılandırma	düz	9Ø14	3Ø16	7Ø12
TK33 100x50	Donatılandırma	düz	29Ø18	4Ø26	6Ø14
TK34 100x50	Donatılandırma	pilye	yok	4Ø16	4Ø14
TK33 100x50	Donatılandırma	pilye	yok	7Ø26	4Ø16
TK34 100x50	Donatılandırma	ilave	3Ø16	yok	1Ø12; 1Ø24
TK33 100x50	Donatılandırma	ilave	yok	yok	77Ø30
TK34 100x50	Donatılandırma	montaj	5Ø14	6Ø12	6Ø12
TK33 100x50	Donatılandırma	montaj	16Ø14	6Ø12	6Ø12
TK34 100x50	Donatılandırma	etriye	3Ø8/20	3Ø10/22	2Ø8/20/10
TK33 100x50	Donatılandırma	etriye	3Ø8/13	3Ø10/21	2Ø8/20/10
TK34 100x50	$V_d$		22.06	22.67	?
TK33 100x50	$V_d$	Ton	51.92	23.89	?
TK34 100x50	$V_c$		27.3	26.51	?
TK33 100x50	$V_c$	Ton	27.3	22.67	?
TK34 100x50	Donatı Metrajı	kg	1453.59	1341	3693.5

(?): Programdan değer okunamamıştır.

- **Kirişsiz radye temel sonuçları**

Örnek 2’nin kirişsiz radye temel ağ bilgileri üç program için Şekil 4.35 – Şekil 4.37’de verilmiştir. Probina ve Sta4cad programları temele ait ağ haritasını eleman numaralarıyla verebiliyor. İdestatik programı ağ haritasını eleman numaraları olmadan vermektedir. Probina ve Sta4cad programlarında ki rapor editörleri herhangi bir plakta oluşan deplasmanları ve plak momentlerini, yönlere göre raporlamaktalar. İdestatik programı da raporlamakta, fakat ağ numaratajını vermediği için sonuçların incelenmesi grafik ekranda, mouse yardımıyla, ağ bilgisinin üzerinde gezinerek bulabilmektedir. Her üç programda sonuçların mühendis tarafından yorumlanması için gereken sonuç raporlamasını yeterli miktarda yapmaktadır.



Üç programda kirişsiz radye temel çözümündeki donatı tayinini hesap aksı kullanarak yapıyor. Hesap akslarının yeri kullanıcı tarafından tanımlanabiliyor. Hesap akslarının geçtiği bölgelerdeki deplasman, moment ve zemin gerilmesi değerleri raporlanıp kullanıcıya sunuluyor. Fakat hesap akslarının yeri ne kadar değişirse sonuçlar ve donatı tayinleri o kadar farklılaşıyor. Nedeni hesap aksının geçtiği bölgedeki sonlu elemanların deplasman, moment ve zemin gerilmesi değerlerinin farklılaşmasından kaynaklanıyor.

Örnek 2 için hesaplanan donatılar üç program için incelendiğinde, Probina programının donatı metrajının diğer programlardan daha az olduğu dikkati çekmekte, Örnek 1’de de aynı şekilde metraj yönüyle diğerlerinden daha az donatı metrajı vermektedir.

**Tablo 4.36** Örnek 2’de kirişsiz radye elemanı bilgileri

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	Sta4cad	Probina	İdeStatik
RD1-RD5	$\sigma_z$ max t/m <sup>2</sup>	Dizayn	23.45	25.66	37.10
RD1-RD5	Donatı x yönü	alt düz	Ø16/18	Ø14/10	Ø12/10
RD1-RD5	Donatı x yönü	üst düz	Ø16/18	Ø14/12	Ø12/10
RD1-RD5	Donatı y yönü	alt düz	Ø16/18	Ø10/10	Ø12/10
RD1-RD5	Donatı y yönü	üst düz	Ø16/18	Ø10/10	Ø12/10
S108 50X50	$V_{pd} > V_d$	ton	199.43 > 108.38	193.42 > 112.19	199.50 > 103.46
RD1-RD5	Sehpa donatısı	Miktar	m <sup>2</sup> /2 adet	m <sup>2</sup> /2 adet	m <sup>2</sup> /2 adet
RD1-RD5	Donatı metrajı	kg	20246	14226	18773

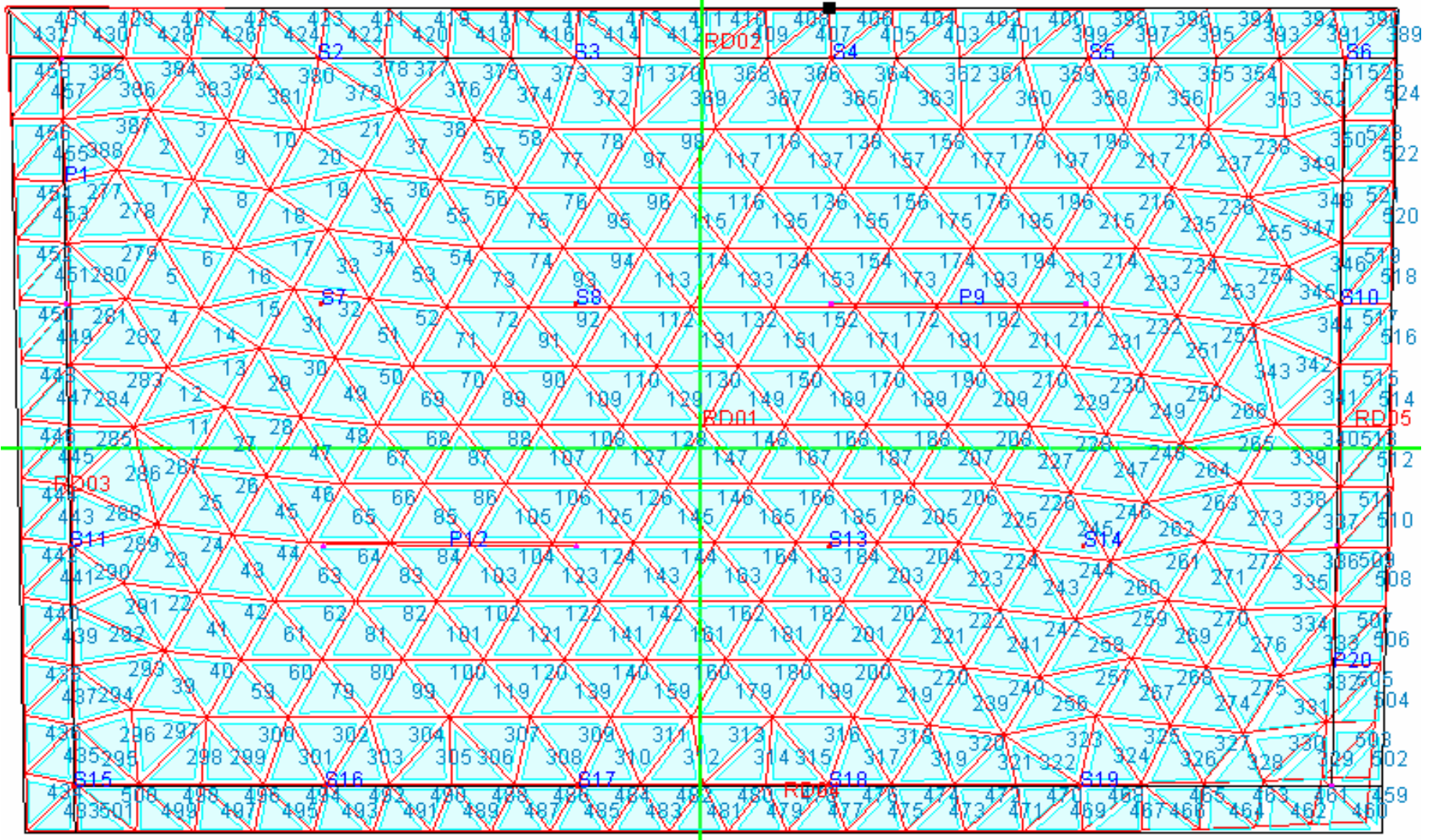
- Genel metraj bilgileri

**Tablo 4.37** Örnek 2’in metraj bilgileri

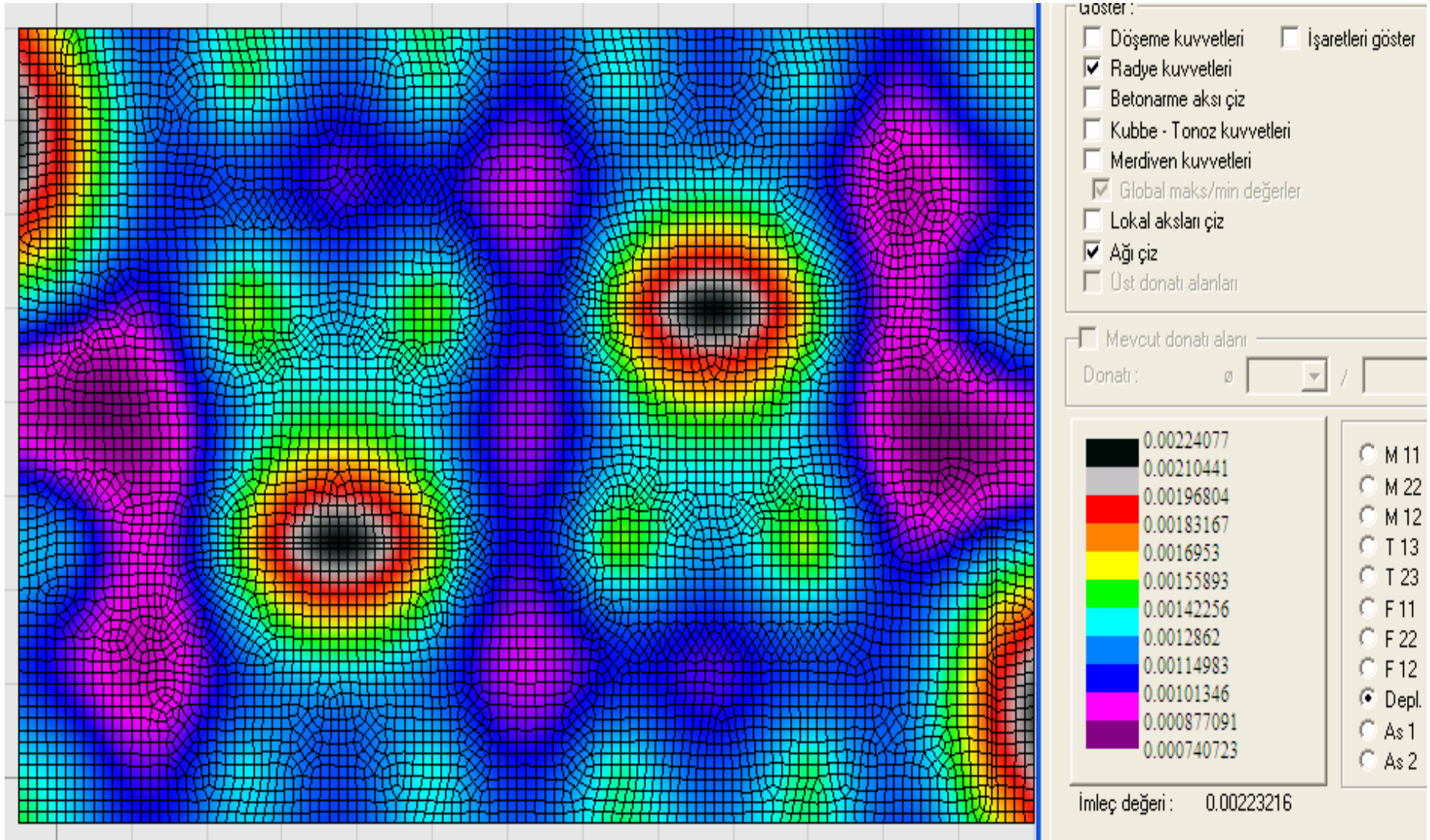
	Metraj	Sta4cad	Probina	İdeStatik
Sürekli Temel	Donatı Metrajı	55241 kg	42148 kg	52943 kg
	Beton Metrajı	572.4 m <sup>3</sup>	554.09 m <sup>3</sup>	573.34 m <sup>3</sup>
Kirişsiz Radye Temel	Donatı Metrajı	61525 kg	45561 kg	59504 kg
	Beton Metrajı	707.9 m <sup>3</sup>	704.84 m <sup>3</sup>	707.84 m <sup>3</sup>

1	2	4	7	11	16	22	29	37	46	56	67	79	92	106	121	137	154	172	190	208	226	244	262	280	298	316	334
3	5	8	12	17	23	30	38	47	57	68	80	93	107	122	138	155	173	191	209	227	245	263	281	299	317	335	352
6	9	13	18	24	31	39	48	58	69	81	94	108	123	139	156	174	192	210	228	246	264	282	300	318	336	353	369
10	14	19	25	32	40	49	59	70	82	95	109	124	140	157	175	193	211	229	247	265	283	301	319	337	354	370	385
15	20	26	33	41	50	60	71	83	96	110	125	141	158	176	194	212	230	248	266	284	302	320	338	355	371	386	400
21	27	34	42	51	61	72	84	97	111	126	142	159	177	195	213	231	249	267	285	303	321	339	356	372	387	401	414
28	35	43	52	62	73	85	98	112	127	143	160	178	196	214	232	250	268	286	304	322	340	357	373	388	402	415	427
36	44	53	63	74	86	99	113	128	144	161	179	197	215	233	251	269	287	305	323	341	358	374	389	403	416	428	439
45	54	64	75	87	100	114	129	145	162	180	198	216	234	252	270	288	306	324	342	359	375	390	404	417	429	440	450
55	65	76	88	101	115	130	146	163	181	199	217	235	253	271	289	307	325	343	360	376	391	405	418	430	441	451	460
66	77	89	102	116	131	147	164	182	200	218	236	254	272	290	308	326	344	361	377	392	406	419	431	442	452	461	469
78	90	103	117	132	148	165	183	201	219	237	255	273	291	309	327	345	362	378	393	407	420	432	443	453	462	470	477
91	104	118	133	149	166	184	202	220	238	256	274	292	310	328	346	363	379	394	408	421	433	444	454	463	471	478	484
105	119	134	150	167	185	203	221	239	257	275	293	311	329	347	364	380	395	409	422	434	445	455	464	472	479	485	490
120	135	151	168	186	204	222	240	258	276	294	312	330	348	365	381	396	410	423	435	446	456	465	473	480	486	491	495
136	152	169	187	205	223	241	259	277	295	313	331	349	366	382	397	411	424	436	447	457	466	474	481	487	492	496	499
153	170	188	206	224	242	260	278	296	314	332	350	367	383	398	412	425	437	448	458	467	475	482	488	493	497	500	502
171	189	207	225	243	261	279	297	315	333	351	368	384	399	413	426	438	449	459	468	476	483	489	494	498	501	503	504

Şekil 4.35 Sta4cad ağ bilgisi



Şekil 4.36 Probina ağı bilgisi



Şekil 4.37 İdestatik ağı bilgisi

### 4.3 ÖRNEK 3

Örnek 3 'ün ticari paket programları açısından karşılaştırılması tablolar aracılığıyla bu bölümde yapılacaktır. Örnek 3'ün detay bilgisi Tablo 4.38'de verilmektedir.

**Tablo 4.38** Örnek 3 proje parametreleri

Analiz Yöntemi	Mod Birleştirme yöntemi
Deprem Bölgesi	1. Bölge
Bina Önem Katsayısı ( I )	1
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı ( R )	7
Süneklik Düzeyi	Yüksek
Zemin Hakim Periyodu( $T_o$ )	0.25
Zati Yük Faktörü	1.4
Hareketli Yük Faktörü	1.6
Beton Birim Ağırlığı ( $t/m^3$ )	2.5
Zemin Yatak Katsayısı ( $t/m^3$ )	5000
Zemin Emniyet Gerilmesi ( $t/m^2$ )	20
Zemin Sınıfı	Z2 ( $T_A=0.15$ ; $T_B=0.40$ )
Beton Sınıfı	C25
Çelik Sınıfı	ST III
Toprak Birim Ağırlığı ( $t/m^3$ )	2.1
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı	0.3
Beton Güvenlik Katsayısı	1.5
Çelik Güvenlik Katsayısı	1.15

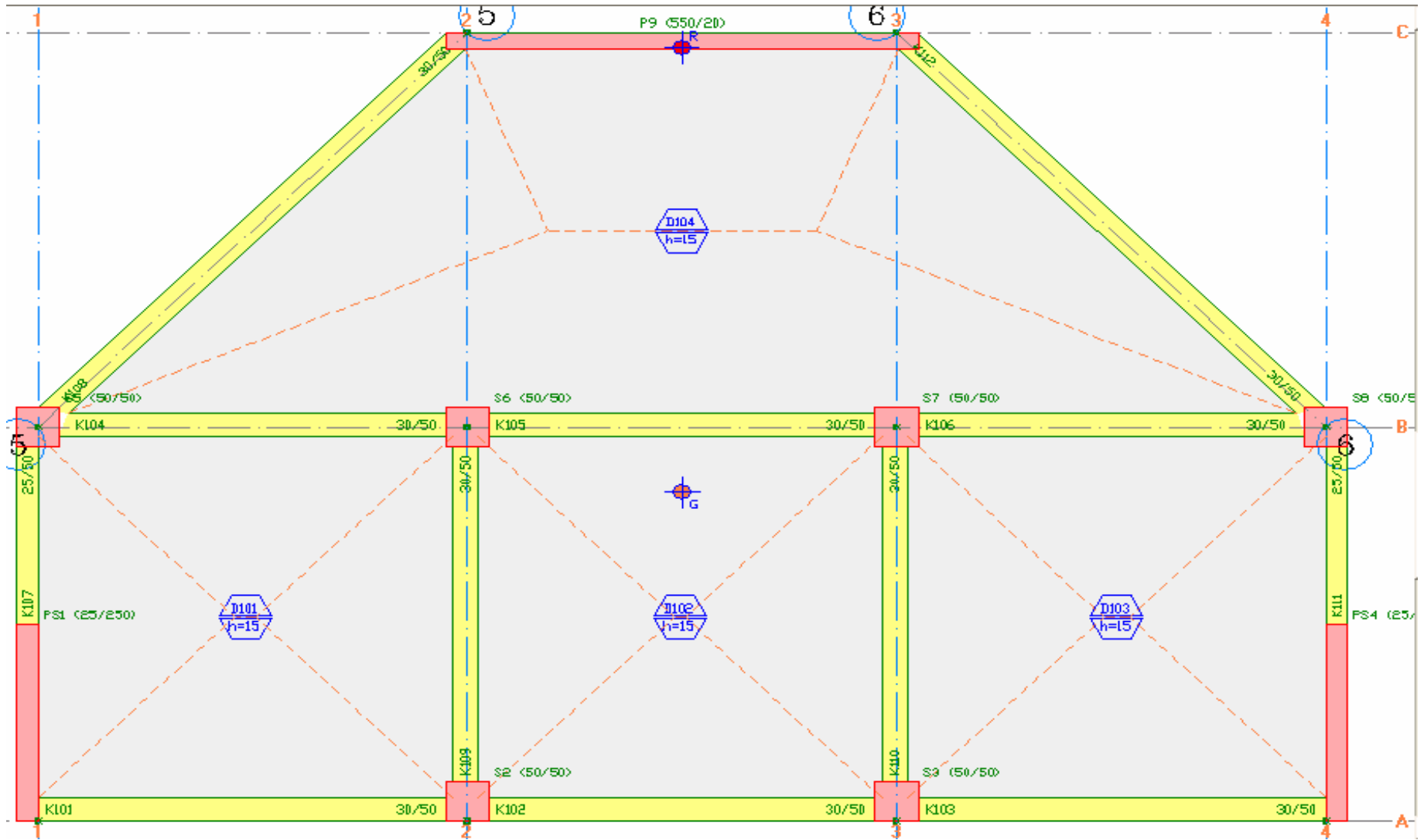
#### Bina Bilgileri

Döşeme Alanı	129.7 m <sup>2</sup>
Kat adedi	6 kat
Bodrum kat adedi	yok
Kolon ebadı	50X50 (S2-3-5-6-7-8)
Perde Bilgileri	25X550 (P9); 25X250 (P1-P4)
	<b>Yükleme Durumu</b>
Döşeme bilgileri	d=15 (D1-4) $g_{\text{kaplama}}=150 \text{ kg/m}^2$ q=0
Kiriş ebatları	30X50 (K1-6)(8-10),K12 g=0 q=0
Kiriş ebatları	25X50 (K7-K11) g=0 q=0

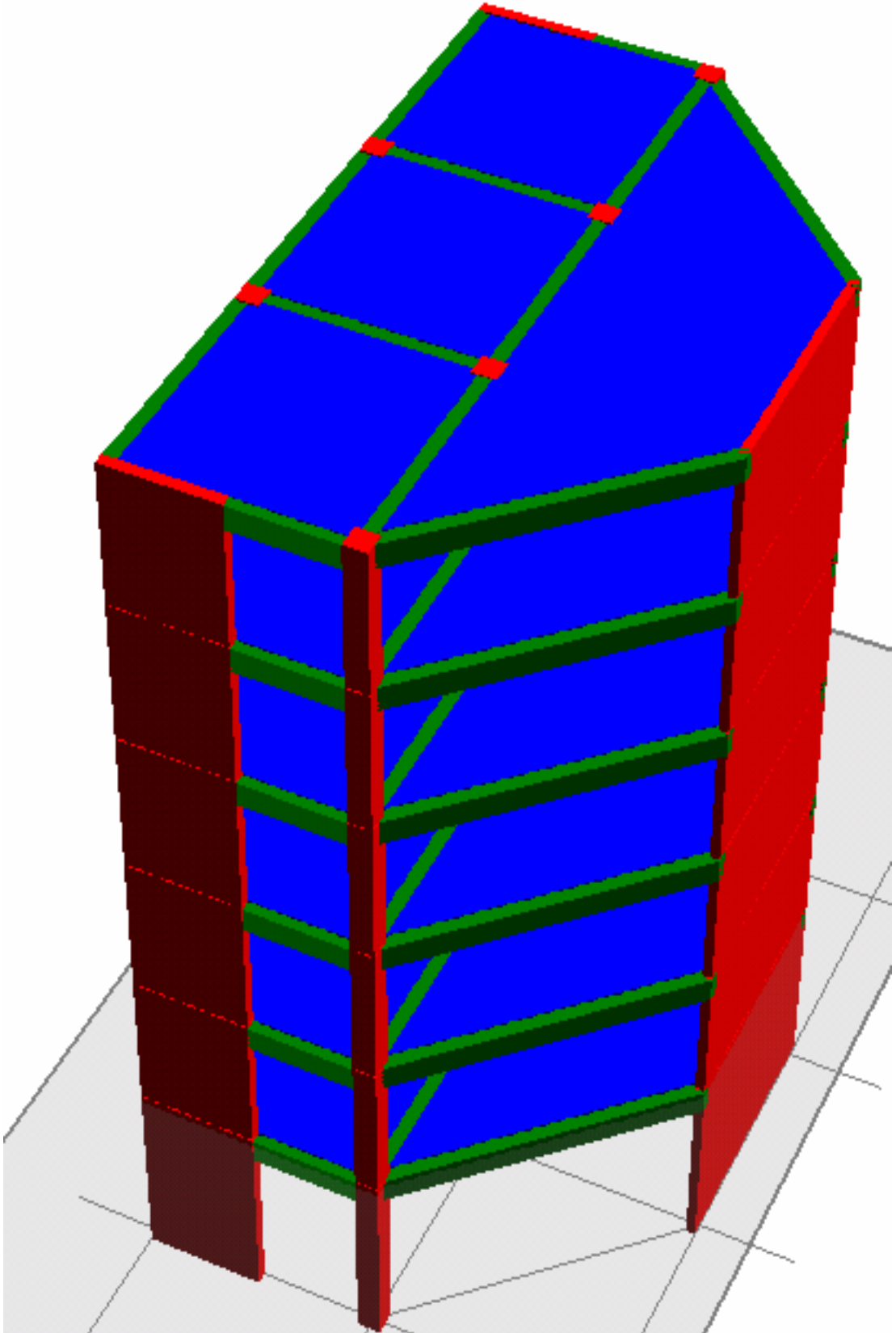
- **Analiz sonuçları**

Örnek 3 ortogonal olmayan bir kalıp planına sahiptir. Diğer örneklerden farklı olarak 6 kattan oluşmakta ve zemin kat yüksekliği diğer katlardan farklı olarak 4 metredir. Öz yükler dışında yalnız döşemelere sabit yük atanmıştır. Hareketli yük sisteme tanıtılmamıştır. Örnek kalıp planı ve 3d görünüşü Şekil 4.38, Şekil 4.39'daki gibidir.





Şekil 4.38 Örnek 3 ortak kalıp planı



Şekil 4.39 Örnek 3'nin 3D görünüşü

**Tablo 4.39** Örnek 3 bina ağırlığı, ağırlık ve rijitlik merkezi tablosu

Programlar	Kat	Kat ağırlığı $g_i$ (ton)	Kat hareketli yükü $q_i$ (ton)	$W_i=g_i+nq_i$ Bina Ağırlığı (ton)	$x_m$ (m)	$y_m$ (m)	$x_r$ (m)	$y_r$ (m)
İdestatik	6	106.32	0	647.55	7.5	4.32	7.5	4.29
Probina	6	113.18	0	688.73	7.5	4.17	7.5	9.8
Sta4cad	6	112.22	0	682.96	7.59	5.70	7.5	9.81
İdestatik	5	106.32	0	647.55	7.5	4.32	7.5	5.49
Probina	5	113.18	0	688.73	7.5	4.17	7.5	9.8
Sta4cad	5	112.22	0	682.96	7.59	5.70	7.5	9.81
İdestatik	4	106.32	0	647.55	7.5	4.31	7.5	6.23
Probina	4	113.18	0	688.73	7.5	4.17	7.5	9.8
Sta4cad	4	112.22	0	682.96	7.59	5.70	7.5	9.81
İdestatik	3	106.32	0	647.55	7.5	4.31	7.5	6.77
Probina	3	113.18	0	688.73	7.5	4.17	7.5	9.8
Sta4cad	3	112.22	0	682.96	7.59	5.70	7.5	9.81
İdestatik	2	106.32	0	647.55	7.5	4.31	7.5	7.27
Probina	2	113.18	0	688.73	7.5	4.17	7.5	9.8
Sta4cad	2	112.22	0	682.96	7.59	5.70	7.5	9.81
İdestatik	1	115.95	0	647.55	7.5	4.31	7.5	8.74
Probina	1	122.81	0	688.73	7.5	4.16	7.5	9.8
Sta4cad	1	121.84	0	682.96	7.59	5.72	7.5	9.81

Diğer örneklerden farklı olarak bu örnekte zemin kat yüksekliğinin fazla olması nedeniyle kat ağırlıkları değişim göstermiştir. Her kattaki ağırlık ve rijitlik merkezlerinin yerlerine bakıldığında İdestatik programının her kat için y yönündeki rijitlik merkezi koordinatının farklı değerler aldığı görülmektedir. Bunun nedeninin rijitlik merkezi hesabında eleman rijitliklerinin katlarda aynı olmasından ötürü, rijitlik merkezi hesabında yanal deplasmanların da etken olduğu düşünülmektedir. Sta4cad ve Probina programlarının rijitlik merkezi koordinatlarında değişim gözükmemektedir.

Örnek 1 ve Örnek 2'den farklı olarak bu örnekte bina ağırlığı üç program içinde farklı hesaplanmıştır. Bunun nedeni, örneğin ortogonal olmaması ve sistemde perde olmasından kaynaklanmıştır.



**Tablo 4.40** Örnek 3'e ait yapının birinci doğal titreşim periyotları  $T_r$  (sn)

	İdestatik	Probina	Sta4cad
X YÖNÜ	0.372	0.461	0.351
Y YÖNÜ	0.544	0.417	0.517

Örneğe ait birinci doğal titreşim periyotlarında Probina programının bulduğu değerler Y yönünde diğerlerine göre daha azken X yönünde diğerlerinden fazladır.

**Tablo 4.41** Örnek 3'e ait yapının taban kesme kuvvetleri  $V_t$ ,  $V_{tB}$  (ton)

Taban kesme kuvvetleri $V_t$ , $V_{tB}$	İdestatik	Probina	Sta4cad
X yönü $V_t$ (Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi)	92.51	88.75	97.56
X yönü $V_{tB}$ (Mod Birleştirme Yöntemi)	71.77	58.91 <sup>(1)</sup>	57.23
Y yönü $V_t$ (Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi)	72.31	95.63	79.40
Y yönü $V_{tB}$ (Mod Birleştirme Yöntemi)	57.05	75.73 <sup>(1)</sup>	62.56

$V_t^{(1)}: \Sigma F_{ix}=73.21$  t;  $\Sigma F_{iy}=91.36$  t

**Tablo 4.42** Örnek 3'e ait yapının X ve Y yönü kat deprem yükleri  $F_i$  (ton)

Kat No	X YÖNÜ			Y YÖNÜ		
	İdestatik	Probina	Sta4cad	İdestatik	Probina	Sta4cad
6	19.63	18.83	19.72	15.60	23.27	20.61
5	16.54	14.08	12.26	13.14	18.34	13.89
4	13.46	11.92	8.82	10.70	16.02	10.64
3	10.35	10.66	6.96	8.23	13.44	8.09
2	7.25	10	5.40	5.76	11.59	5.70
1	4.52	7.72	4.04	3.59	8.7	3.60

Eşdeğer deprem yükü ile dinamik analiz sonucunda hesaplanan taban kesme kuvvetleri X ve Y yönünde üç program içinde farklılık göstermektedir. Örnek 1 ve örnek 2'ye oranla sonuçlardaki fark artmıştır. Dolayısı ile iç kuvvet ve yer değiştirmelerini büyütme katsayıları da özellikle X yönünde farklılaşmıştır.

**Tablo 4.43** Örnek 3'e ait yapının tüm iç kuvvet ve yer değiştirmelerini büyütme katsayısı

	İdestatik	Probina	Sta4cad
X yönü $\beta V_t / V_{tB}$	1.29	1.50	1.70
Y yönü $\beta V_t / V_{tB}$	1.27	1.26	1.26
$\beta$	1	1	1

**Tablo 4.44** Örnek 3'e ait yapının 2. mertebe etkileri 1.deprem yüklemesi için  $\theta_i \leq 0.12$

Kat No	X YÖNÜ			Y YÖNÜ		
	İdestatik	Probina	Sta4cad	İdestatik	Probina	Sta4cad
6	0.0017	0.0026	0.0021	0.0033	0.0020	0.0033
5	0.0021	0.0034	0.0029	0.0039	0.0025	0.0043
4	0.0024	0.0042	0.0036	0.0046	0.0030	0.0052
3	0.0026	0.0046	0.0040	0.0049	0.0033	0.0058
2	0.0025	0.0045	0.0039	0.0047	0.0032	0.0056
1	0.0016	0.0031	0.0025	0.0027	0.0021	0.0032

**Tablo 4.45** Örnek 3'e ait yapının düzensizlik kontrolleri

Düzensizlik	İdestatik	Probina	Sta4cad	Sonuç
A1( $\eta_{bi} < 1.2$ )	1.58 > 1.2	1.44 > 1.2	1.46 > 1.2	Mevcuttur.
A2	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.
A3	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.
A4	Mevcut değil.	Mevcut değil.	Mevcuttur.	Sta4cad'de mevcut.
B1( $\eta_{ci} < 0.8$ )	1 > 0.8	1 > 0.8	1 > 0.8	Mevcut Değildir.
B2( $\eta_{ki} < 1.5$ )	1.15 < 1.5	1.14 < 1.5	1.10 < 1.5	Mevcut Değildir.
B3	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.

Sta4cad programı sistemde A4 düzensizliği tespit etmiş diğer programlar aynı düzensizliği algılayamamıştır. ABYYHY (1998)'de A4 düzensizliği “ Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, gözönüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumu” olarak tanılanmıştır. Örnek 3'de böyle bir düşey taşıyıcı bulunmamaktadır.

**Tablo 4.46** Örnek 3’de güçlü kolonların kat kesme güvenliği kontrolü  $V_s/V_k > 0.7$ 

Kat No	İdestatik	Probina	Sta4cad	Kontrol
1-5	$\alpha_x, \alpha_y=1$	$\alpha_x, \alpha_y=1$	$\alpha_x, \alpha_y=1$	$V_s/V_k > 0.7$

**Tablo 4.47** Örnek 3’ün devrilme momenti kontrolü ( $\alpha_m$ )

	İdestatik	Probina	Sta4cad
X yönü $\alpha_m$	0.57	0.43	0.52
Y yönü $\alpha_m$	0.44	0.26	0.56
$\alpha_m < 0.75$	$0.57 < 0.75$	$0.43 < 0.75$	$0.56 < 0.75$

Devrilme momenti katsayısı  $\alpha_m$ ’in her üç programda da farklı bulunmasının nedeni katlara etkiyen deprem kuvvetlerinin her üç programda da farklı bulunmasından ve perde elemanının rijitlik kabulünün her üç program tarafından da farklı kabul edilmesinden kaynaklanmaktadır.

- **Döşeme sonuçları**

D104 elemanının TS500 (2000)’e göre minimum kalınlık tahkikini Probina ve Sta4cad programı otomatik olarak kullanıcıya sunarken İdestatik programı bu kontrolü otomatik olarak yapmamakta, bu hesabı kullanıcıya bırakmaktadır.

D104 elemanının döşeme çözümlemesinde İdestatik D104 elemanını tek yönde çalışan döşeme olarak kabul edip, ona göre donatı kullanmıştır. Diğer iki program ise iki yönde çalışan döşeme olarak kabul etmiş ve ona göre donatı kullanmıştır. TS500 (2000)’de yamuk döşemeler hakkında kalınlık kontrolü için bir formül bulunmamaktadır. İki doğrultuda çalışan kirişli döşemeler için minimum kalınlık denklem 4.2’de tanımlandığı şekildedir. D104’de kısa kenar uzunluğu sabit, fakat uzun kenar uzunluğu değişkendir. Dolayısıyla döşemenin çalışma şekli denklem 4.3’e göre bakıldığında göreceli gözükmektedir. İdestatik ve Probina programları döşeme hesap aksını geçirdiğiniz yere göre algılama yapmaktadır. Donatı metrajlarında azalan kenara göre donatı hesabı yapamamaktadırlar. Dolayısıyla metraj yanlış çıkmaktadır. Sta4cad

programında hesap akslarının yerlerine müdahale edilememekte ,donatı metrajlarında azalan kenara göre donatı hesabı yapamamaktadır.

**Tablo 4.48** Örnek 3’de D104 döşeme elemanı sonuçları

Eleman Adı	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
D104	$M_{ack}$ x yönü (t m)	1.4g+1.6q	0.22	0.69	0.00
D104	$M_{ack}$ y yönü (t m)	1.4g+1.6q	0.75	1.43	1.46
D104	Minimum $h_f$	1.4g+1.6q	-	21.2	+
D104	Donatı x yönü	Pilye, düz	Ø8/29, Ø8/29	Ø8/40, Ø8/40	Ø8/38, Ø8/38
D104	Donatı y yönü	Pilye, düz	yok,Ø8/15	Ø8/32, Ø8/32	Ø8/31, Ø8/31
D104	Sol,sağ ilave x yönü	1.4g+1.6q	Yok	Ø8/40, Ø8/40	Yok, Ø10/28
D104	üst,alt ilave y yönü	1.4g+1.6q	Yok,Ø8/15	Ø8/40,yok	yok
D104	$A_s$ açıklık gerekli	X yönü	0.675 cm <sup>2</sup>	2.15 cm <sup>2</sup>	2.60 cm <sup>2</sup>
D104	$A_s$ açıklık gerekli	Y yönü	3.375 cm <sup>2</sup>	3.08 cm <sup>2</sup>	3.18 cm <sup>2</sup>
D104	$A_s$ açıklık sağlanan	X yönü	3.375 cm <sup>2</sup>	2.51 cm <sup>2</sup>	2.65 cm <sup>2</sup>
D104	$A_s$ açıklık sağlanan	Y yönü	3.467 cm <sup>2</sup>	3.14 cm <sup>2</sup>	3.24 cm <sup>2</sup>
D104	Donatı metrajı	kg	343.49	552.2	258.5

(+) : Program tarafından otomatik kontrol ediliyor. (-):Program tarafından otomatik kontrol edilmiyor.

$$h \geq \frac{\ell_{sn}}{15 + \frac{20}{m}} \left( 1 - \frac{\alpha_s}{4} \right) \text{ ve } h \geq 80\text{mm} \quad (4.2)$$

$$l_1 / l_s \leq 2 \quad (4.3)$$

#### • Kiriş sonuçları

Kiriş 108 için İdestatik programı tarafından hesaplanan kesme kuvvetleri, kirişin her iki ucu için hesap edilip, hesaplanan en yüksek değer raporlanmaktadır. Probina ve Sta4cad programları kiriş kesme kuvvetini kirişin her iki ucu için ayrı ayrı hesaplayıp, raporlamaktalar.

Kiriş 108’e döşemeden gelen yükler üç programda da farklı hesaplanmaktadır. Donatı metrajı incelendiğinde sonuçların birbirine yakın olduğu görülmektedir.

**Tablo 4.49** Örnek 3’de K108 kiriş elemanı sonuçları

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
K108 30X50	G ( ton )	Toplam	1.03	1.21	1.31
K108 30X50	M <sub>i</sub> mesnet üst(t m)	Dizayn	6.64	5.95	8.02
K108 30X50	M <sub>i</sub> mesnet alt (t m)	Dizayn	0	0.47	1.07
K108 30X50	M <sub>ack</sub> (t m)	Dizayn	5.40	4.35	3.12
K108 30X50	M <sub>i</sub> mesnet üst (t m)	Dizayn	1.93	3.21	9.23
K108 30X50	M <sub>i</sub> mesnet alt (t m)	Dizayn	2.41	2.23	0.19
K108 30X50	A <sub>s</sub> gereken	açıklık cm <sup>2</sup>	4.23	2.59	3.52
K108 30X50	A <sub>s</sub> sağlanan	açıklık cm <sup>2</sup>	4.61	4.62	4.62
K108 30X50	Donatılandırma	düz	2Ø14	2Ø14	2Ø14
K108 30X50	Donatılandırma	pilye	1Ø14	1Ø14	1Ø14
K108 30X50	Donatılandırma	ilave	Yok	4Ø12	1Ø12; 1Ø14
K108 30X50	Donatılandırma	montaj	2Ø14	2Ø12	2Ø12
K108 30X50	Donatılandırma	etriye	Ø8/20/10	Ø8/23/9	Ø8/20/10
K108 30X50	V <sub>e</sub> Sol	Ton	6.35	6.43	4.89
K108 30X50	M <sub>pi</sub> +M <sub>pi</sub> /l <sub>n</sub> Sol	Ton	2.77	3.25	2.31
K108 30X50	V <sub>dv</sub> Sol	Ton	3.58	3.17	2.58
K108 30X50	V <sub>e</sub> Sağ	Ton	8.53	6.71	6.49
K108 30X50	M <sub>pi</sub> +M <sub>pi</sub> /l <sub>n</sub> Sağ	Ton	2.77	3.22	2.42
K108 30X50	V <sub>dv</sub> Sağ	Ton	5.76	3.49	4.07
K108 30X50	Donatı metrajı	kg	77.1	78.6	75.6

- **Kolon ve perde sonuçları**

**Tablo 4.50** Örnek 3’de S106 ve P109 kolon ve perde eleman sonuçları

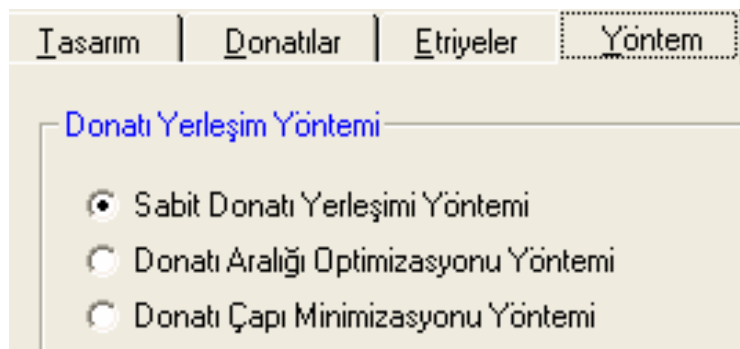
Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
S106-50X50	N ( ton )	1.4g+1.6q	124.23 ton	130.56	122.61
S106-50X50	A <sub>s</sub> gereken	cm <sup>2</sup>	25	25	26
S106-50X50	A <sub>s</sub> sağlanan	cm <sup>2</sup>	28.14	37.70	30.80
S106-50X50	Donatılandırma	düşey	14Ø16	12Ø20	20Ø14
S106-50X50	Donatılandırma	etriye	Ø8/19/10	Ø8/20/10	Ø8/15/10
P109-550X20	N ( ton )	1.4g+1.6q	164.9	175.80	179.26
P109-550X20	Donatılandırma	Sol,sağ düşey	15Ø14	12Ø16	14Ø16
P109-550X20	Donatılandırma	gövde düşey	30Ø12	30Ø12	26Ø12
P109-550X20	Donatılandırma	Yatay başlık	Ø8/10	Ø8/10	Ø10/10
P109-550X20	Donatılandırma	Yatay gövde	Ø8/24	Ø8/20	10Ø10

ABYYHY (1998)'e göre " $H_w/l_w > 2$  olan perdelerde kritik perde yüksekliği boyunca perde kalınlığı, kat yüksekliğinin  $1/12$  'sinden az olmayacaktır" maddesine göre minimum perde kalınlığı  $400/12 = 33.33$  cm olmalı, fakat üç bilgisayar programı da 20 cm tercih etmemize rağmen otomatik bir uyarı vermemektedir. Bu kontrolü kullanıcıya bırakmaktadır.

Sta4cad, İdestatik ve Probina programları narinlik hesabı adı altında kolon narinliği, kat narinliği ve kat deplasman kontrolü yapabilmektedir.

Probina programı kullanıcısının, Şekil 4.40'daki donatı seçim yöntemi menüsünden yapmış olduğu donatı seçim yöntemine göre Probina programı betonarme kesitlere donatı tayin etmektedir. Diğer programlar donatı seçimini otomatik yapmaktadır. Fakat her üç programda seçilen donatıların kullanıcı tarafından değiştirilmesine olanak tanımaktadır.

İdestatik programı örnek 2'deki gibi kiriş-kolon kesme güvenliği kontrolünde hesaplanan maksimum kesme kuvveti  $V_e$ 'yi diğer programlara göre bu örnekte de fazla hesaplamaktadır. Probina programı kolonun taşıyacağı maksimum kesme kuvveti  $V_e$  max'i diğer programlara göre farklı hesaplamaktadır. Bunun nedeni kirişlerden gelen donatı alanları  $A_{s1}$  ve  $A_{s2}$  nin diğer programlardan daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır.



**Şekil 4.40** Probina donatı seçim yöntemi

Kullanıcının donatı alanlarını kontrol etmesi durumunda daha ekonomik çözümler üretebilmek olası görülmektedir.

**Tablo 4.51** Örnek 3’de S106 kolon elemanı yönetmelik kontrolleri

<b>Kolon-Kiriş Kesme Güvenliği</b>			İdeStatik	Probina	Sta4cad
S106	1.kat	$V_e\text{-max} > V_e$ X yönü	187.50 > 47.98	187.50 > 86.79	168.75 > 45.08
S106	1.kat	$V_e\text{-max} > V_e$ Y yönü	187.50 > 34.72	187.50 > 46.54	168.75 > 27.34
<b>Güçlü Kolon Kontrolü</b>			+	+	+
S106	1.kat	$N_d \text{ alt} \leq 0.1 A_c f_{ck}$	+	+	+
S106	1.kat	$N_d \text{ üst} \leq 0.1 A_c f_{ck}$	+	+	+
S106	1.kat	$M_{ra} + M_{ri} \geq 1.2(M_{ri} + M_{ri})$ Majör X yönü	70.06 $\geq$ 21.17	59.75 $\geq$ 33.28	73.98 $\geq$ 18.64
S106	1.kat	$M_{ra} + M_{ri} \geq 1.2(M_{ri} + M_{ri})$ Minör X yönü	70.06 $\geq$ 21.18	59.75 $\geq$ 17.41	76.98 $\geq$ 18.64
S106	1.kat	$M_{ra} + M_{ri} \geq 1.2(M_{ri} + M_{ri})$ Majör Y yönü	72.97 $\geq$ 9.43	59.75 $\geq$ 9.40	73.98 $\geq$ 11.85
S106	1.kat	$M_{ra} + M_{ri} \geq 1.2(M_{ri} + M_{ri})$ Minör Y yönü	72.97 $\geq$ 15.15	59.75 $\geq$ 17.41	73.98 $\geq$ 8.25
<b>Kolon Kesme Güvenliği <math>V_e &lt; V_r</math></b>			+	+	+
S106	1.kat	$V_e < V_r$	12.79 < 55.64	17.76 < ?	32.66 < ?
S106	1.kat	$V_c$	0	0	19.94
<b>Ts 500 X, Y yönü Eleman Narinlik Etkisi</b>			+	+	+
S106	1.kat	$L_k = k * L_n$ X yönü	0.673 * 3.5	0.85 * 3.5	0.9 * 3.5
S106	1.kat	$L_k / i \leq 34 - 12(M_1 / M_2) \leq 40$ X yönü	16.31 $\leq$ 40	20.65 $\leq$ 40	22 $\leq$ 40
S106	1.kat	$L_k = k * L_n$ Y yönü	0.682 * 3.5	0.85 * 3.5	0.9 * 3.5
S106	1.kat	$L_k / i \leq 34 - 12(M_1 / M_2) \leq 40$ Y yönü	16.54 $\leq$ 40	20.65 $\leq$ 40	22 $\leq$ 40
<b>Yanal Ötelenme Kontrolü <math>\phi \leq 0.05</math></b>			+	+	+
1.kat x yönü	$\phi \leq 0.05$		0.0026 $\leq$ 0.05	0.0021 $\leq$ 0.05	0.0050 $\leq$ 0.05
1.kat y yönü	$\phi \leq 0.05$		0.0044 $\leq$ 0.05	0.0049 $\leq$ 0.05	0.0031 $\leq$ 0.05
<b>Yatay Ötelenme Kontrolü, Moment Katsayısı</b>			+	+	+
$\beta=1, \beta_s=1$			önlenmiş	önlenmiş	önlenmiş
$\beta=1, \beta_s=1$			önlenmiş	önlenmiş	önlenmiş

(+) : Program tarafından otomatik kontrol ediliyor. (?) : Programdan değer okunamamıştır.

- **Tekil ve sürekli karma temel sistem sonuçları**

Perde altına tanımlanan temel kirişlerinin sonuçlarının aşırı farklı çıkması nedeniyle bu örnekte perde altına tekil temel tanımlaması yapılarak sonuçlar karşılaştırılacaktır. Örnek temel kalıp planı Şekil 4.42’deki gibidir.

Probina programı perde altına tekil temel tanımlaması yapılmasına müsaade etmekte, fakat tekil temelin boyutlarına müdahale ettirmemektedir. Karşılaştırmayı aynı boyutta yapamadığımız için bu örnekte temel karşılaştırması Sta4cad ve İdestatik için yapılmıştır.

İdestatik programı maksimum ve minimum zemin emniyet gerilmelerini raporlamakta, minimum zemin emniyet gerilmesini negatif bulmaktadır. Sta4cad programı sadece maksimum zemin emniyet gerilmesini raporlamaktadır. Zemin emniyet gerilmeleri arasında ki fark çok fazladır.

**Tablo 4.52** Örnek 3’de T10 temel eleman sonuçları

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Sta4cad
T10 590x220x70	N ( ton )	1.4g+1.6q	164.9	179.26
T10 590x220x70	$M_x$ (t m)	g	0.73	3.54
T10 590x220x70	$M_y$ (t m)	g	6.70	-5.12
T10 590x220x70	$\sigma_z$ max t/m <sup>2</sup>	Dizayn	64.97	19.63
T10 590x220x70	Donatılandırma	x yönü	19Ø14/11	12Ø20/20
T10 590x220x70	Donatılandırma	y yönü	50Ø14/11	30Ø22/20
T10 590x220x70	$V_{pr} > V_{pd}$	Zımbalama	1061.66 > 158.21	1022.38 > 67.56
T10 590x220x70	$V_{cr} > V_d$	Kesme	290.82 > 21.41	? > ?
T10 590x220x70	$\tau_p$	Kayma	17.38	?

(+) : Program tarafından otomatik kontrol ediliyor. (?) : Programdan değer okunamamıştır.

(-) : Program tarafından otomatik kontrol edilmiyor.

İdestatik programı sürekli temel TK3 için diğer programlara göre maksimum zemin emniyet gerilmesi değerini yüksek bulmaktadır. İdestatik programı temel çözümü için emniyet gerilmesi ile ilgili kullanıcıya Şekil 4.41’deki menüyü sunmakta buna göre temel boyutlandırmasında kullanıcıya rapor vermektedir. İdestatik programındaki zemin emniyet gerilmesi değerinin aşırı farklılaşmasının nedeni, analiz yöntemi olarak Şekil 4.41’deki temel analiz yöntemini seçmesinden kaynaklanmaktadır.

Yatak katsayısı (t / m<sup>3</sup>) :

Zemin emniyet gerilmesi :

Deprem yüklemeleri kullanıldığında zemin emniyet gerilmesini %50 arttır

Temellerin zemin em. kontrolünü ortalama gerilmeye göre yap

Temellerin zemin em. kontrolünde deprem yük. kullan

Temelerde negatif zemin gerilmesi kontrolü yap

Radye temellerin zemin em. kontrolünü ortalama gerilmeye göre yap

Kirişsiz radyelerin zemin em. kontrolünde deprem yüklemelerini kullan

Radye temelerde negatif zemin gerilmesi kontrolü yap

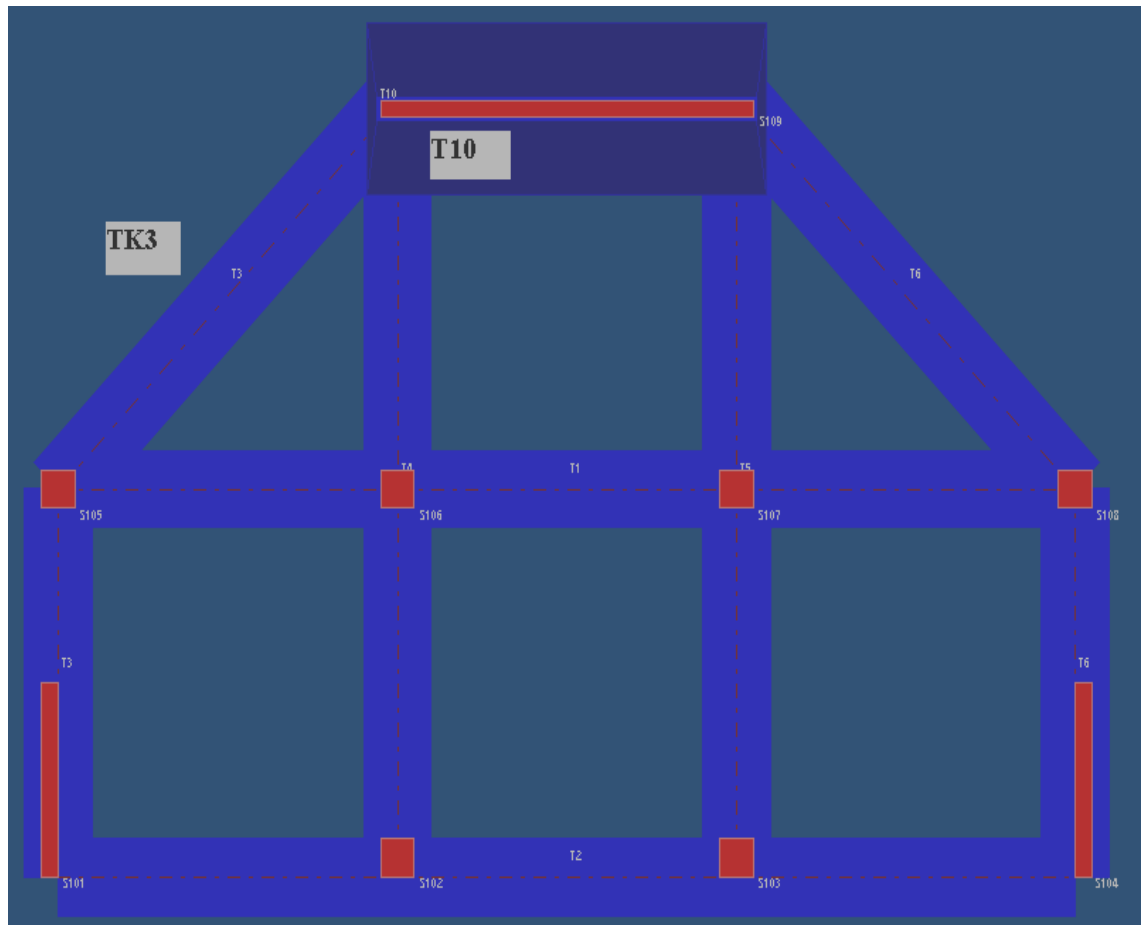
**Şekil 4.41** İdestatik programı temel hesap yöntemleri menüsü



**Tablo 4.53** Örnek 3’de TK3 temel eleman sonuçları

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
TK3 100x70	N ( ton ) S5-P9	g	56.75-117.78	53-87.90	50.9-128.04
TK3 100x70	M <sub>ack</sub> max	(t m)	15.41	89.37	17.85
TK3 100x70	$\sigma_z$ max t/m <sup>2</sup>	Dizayn	27.83	24.13	19.54
TK3 100x70	As gereken,sağlanan	Açıklık cm <sup>2</sup>	44.50;46.24	11.61;17.81	16.09;31.86
TK3 100x70	Donatılandırma	düz	23Ø16	3Ø26	6Ø22
TK3 100x70	Donatılandırma	pilye	yok	5Ø26	2Ø24
TK3 100x70	Donatılandırma	ilave	4Ø16	8Ø12	27Ø30
TK3 100x70	Donatılandırma	gövde	4Ø16	2Ø22	4Ø16
TK3 100x70	Donatılandırma	montaj	8Ø16	6Ø14	6Ø12
TK3 100x70	Donatılandırma	etriye	3Ø8/20	3Ø10/25	2Ø8/20/10
TK3 100x70	V <sub>d</sub>	ton	43.95	75.07	?
TK3 100x70	V <sub>c</sub>	ton	39.43	38.64	?
TK3 100x70	Donatı metrajı	kg	952.06	552	966

(?): Programdan değer okunamamıştır.

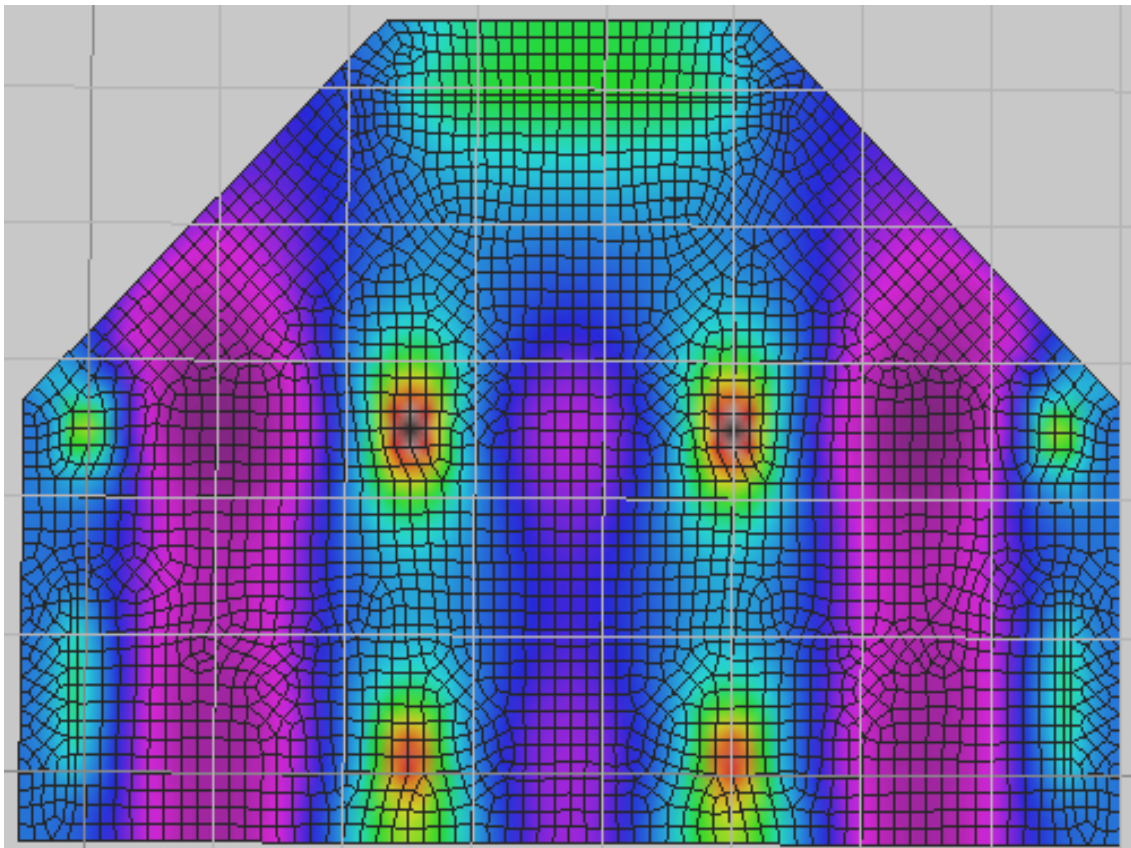
**Şekil 4.42** Tekil ve sürekli karma temel sistemi kalıp planı

- Kirişsiz radye temel sonuçları

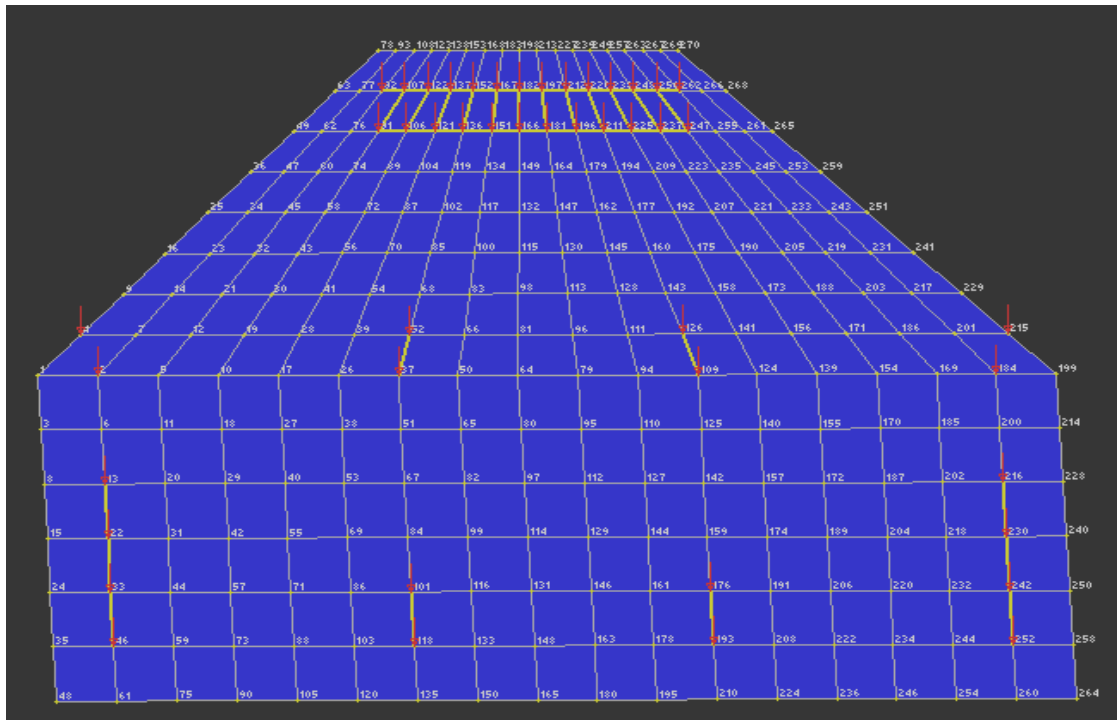
**Tablo 4.54** Örnek 3 kirişsiz radye bilgileri

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
RD1	$\sigma_z$ max t/m <sup>2</sup>	Dizayn	25.59	30.84	17.68
RD1	Donatı x yönü	alt düz	Ø16/16	Ø14/10	Ø16/16
RD1	Donatı x yönü	üst düz	Ø14/12	Ø14/11	Ø16/18
RD1	Donatı y yönü	alt düz	Ø16/16	Ø12/13	Ø16/18
RD1	Donatı y yönü	üst düz	Ø14/12	Ø14/13	Ø16/18
S105 50X50	$V_{pr} > V_{pd}$	ton	222.94 > 67.93	214.98 > 75.74	199.43 > 89.80
RD1	Beton metraжі	m <sup>3</sup>	86.39	87.80	84
RD1	Donatı metraжі	Kg	9186.82	5055.2	7431.1

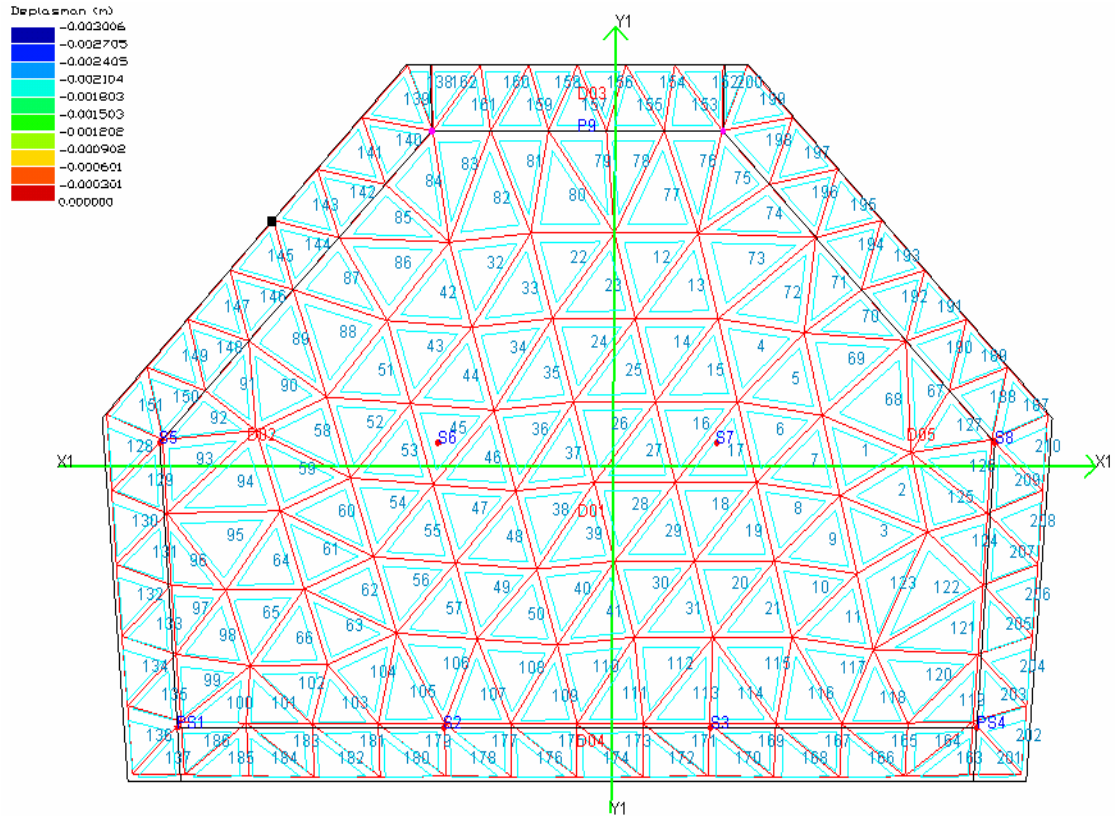
Kirişsiz radye temel ağı bilgileri Şekil 4.43 - Şekil 4.45’de görüldüğü gibidir. Kirişsiz radye temel kalıp planı Şekil 4.46’daki gibidir.



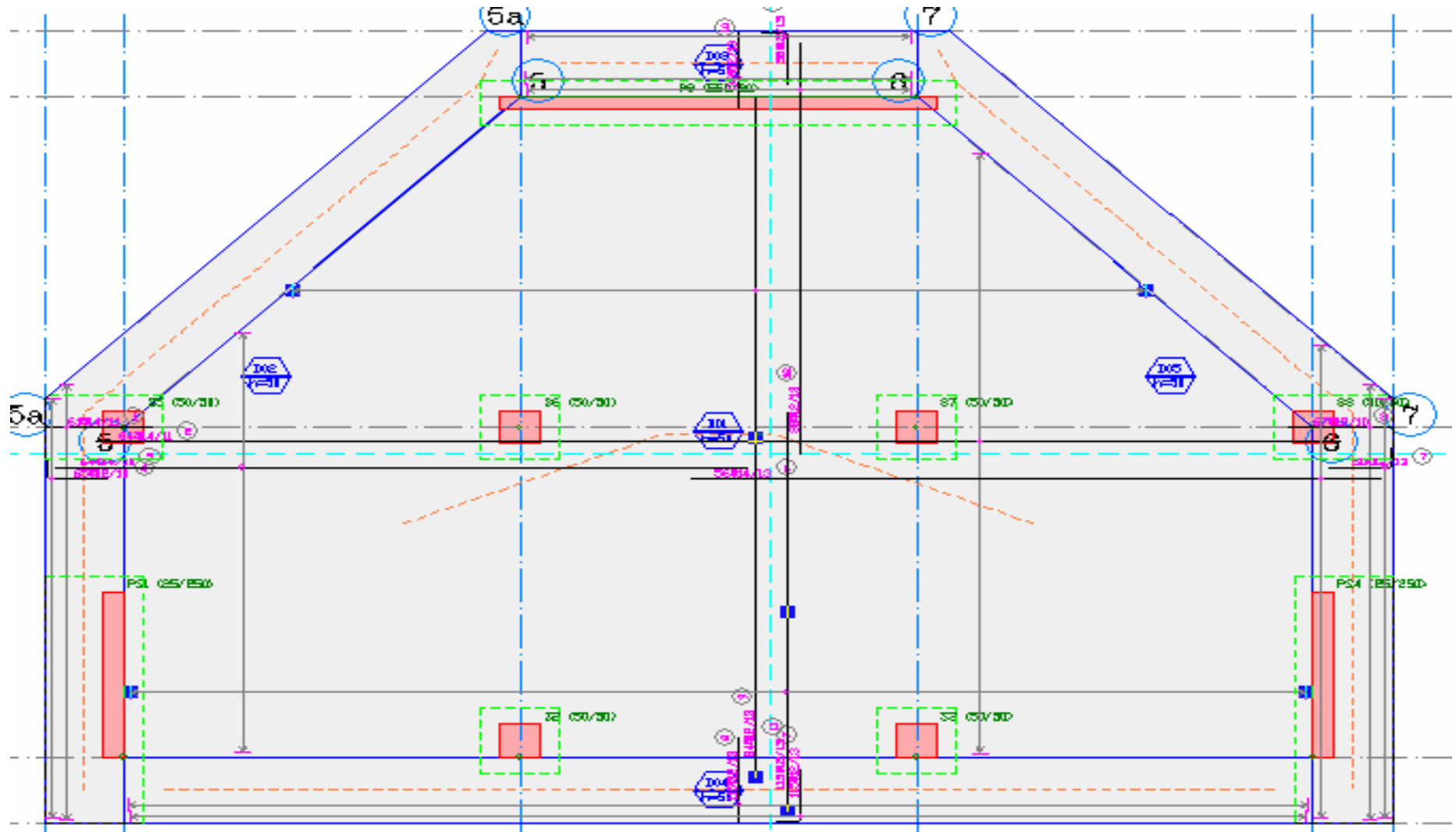
**Şekil 4.43** İdestatik kirişsiz radye temel ağı bilgisi



Şekil 4.44 Sta4cad kırıksız radye temel ağ bilgisi



Şekil 4.45 Probinda kırıksız radye temel ağ bilgisi



Şekil 4.46 Probinda kirişsiz radye temel kalıp planı

#### 4.4 ÖRNEK 4

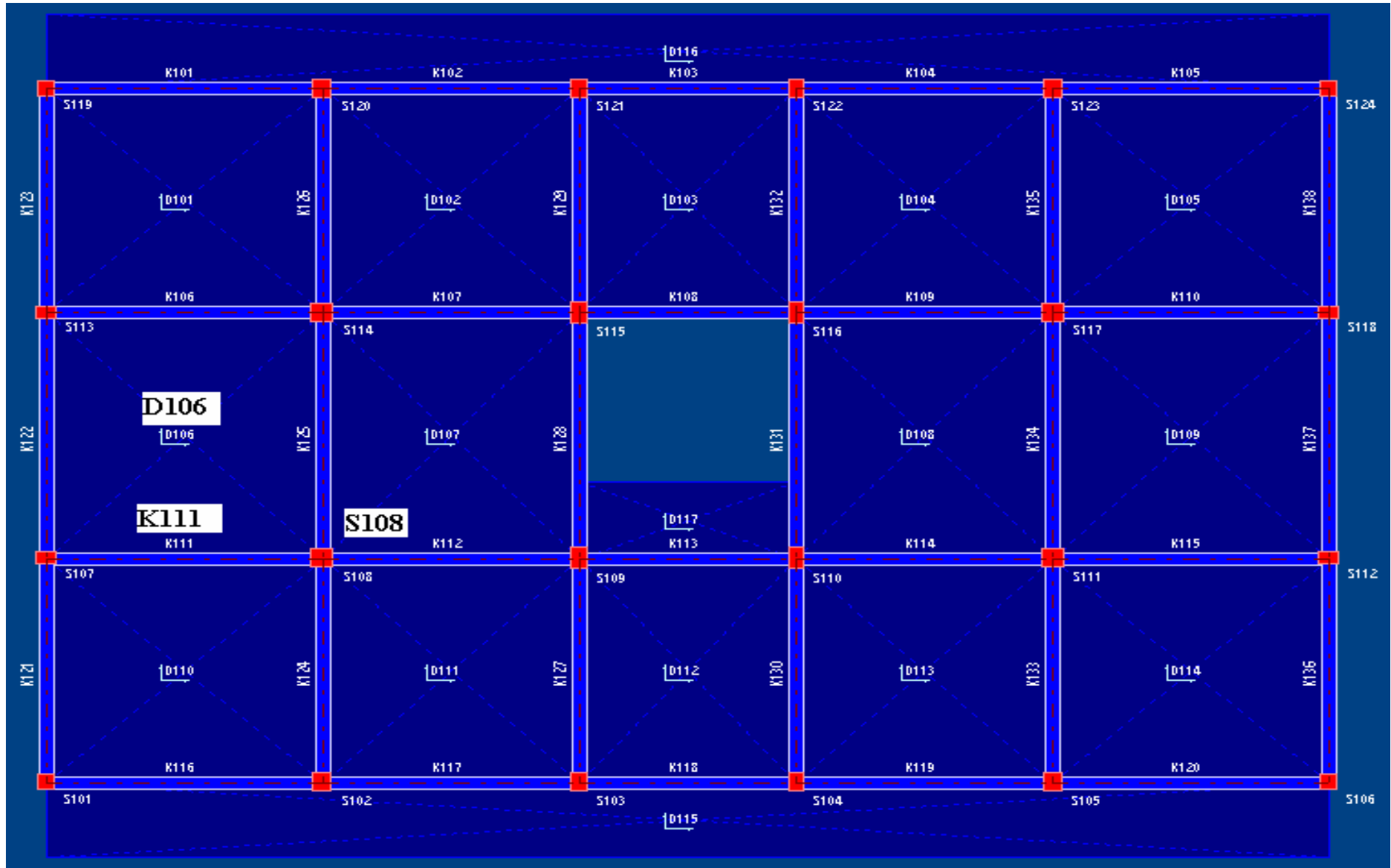
Örnek 4'ün ticari paket programları açısından karşılaştırılması tablolar aracılığıyla bu bölümde yapılacaktır. Örnek 4'ün kalıp planı ve 3d görünüşü Şekil 4.47, Şekil 4.48'deki gibidir. Örnek 4'ün sistem bilgisi Tablo 4.55'de açıklanmıştır.

**Tablo 4.55** Örnek 4 proje parametreleri

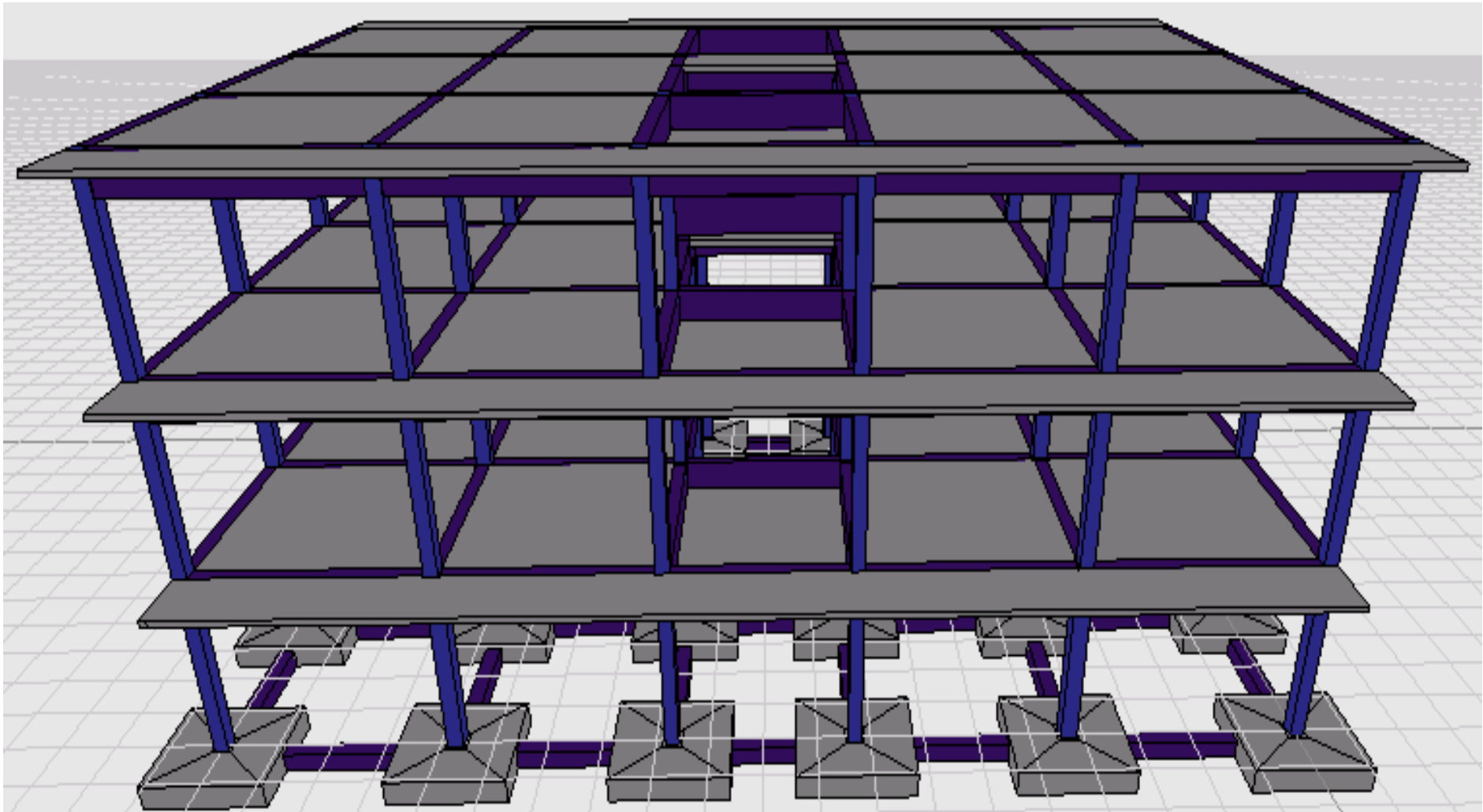
Analiz Yöntemi	Mod Birleştirme yöntemi
Deprem Bölgesi	1. Bölge
Bina Önem Katsayısı ( I )	1
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı ( R )	8
Süneklik Düzeyi	Yüksek
Zemin Hakim Periyodu( T <sub>o</sub> )	0.25
Zati Yük Faktörü	1.4
Hareketli Yük Faktörü	1.6
Beton Birim Ağırlığı ( t / m <sup>3</sup> )	2.5
Zemin Yatak Katsayısı ( t / m <sup>3</sup> )	5000
Zemin Emniyet Gerilmesi ( t / m <sup>2</sup> )	15
Zemin Sınıfı	Z2 ( T <sub>A</sub> =0.15 ; T <sub>B</sub> =0.40 )
Beton Sınıfı	C20
Çelik Sınıfı	ST I
Toprak Birim Ağırlığı ( t / m <sup>3</sup> )	2.1
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı	0.3
Beton Güvenlik Katsayısı	1.5
Çelik Güvenlik Katsayısı	1.15

#### Bina Bilgileri

Döşeme Alanı (1 kat )	319.95 m <sup>2</sup>	Kat adedi	3 kat
Döşeme Bilgisi, Yükleme Durumu (kg/m <sup>2</sup> )			
Döşeme (Zemin Kat)	d=10 (D1,2,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14) d=10 (DD3,12) d=10 (D15,16) d=12 (D17)	g kaplama =181 q=200 g kaplama =260 q=350 g kaplama =181 q=500 g kaplama =2250 q=350	
Döşeme (1. Kat)	d=10 (D1,2,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14) d=10 (DD3,12) d=10 (D15,16) d=12 (D17)	g kaplama =181 q=200 g kaplama =260 q=350 g kaplama =181 q=500 g kaplama =2000 q=350	
Döşeme (2. Kat)	d=10 (D1,2,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14) d=10 (DD3,12) d=10 (D15,16) d=12 (D17)	g kaplama =115 q=100 g kaplama =260 q=150 g kaplama =115 q=150 g kaplama =300 q=100	
Kiriş Bilgisi (Zemin ;1 kat)	25X60 (K1,2,3,4,5,8,13,16,17,18,19, 20,21,22,23,28,31,36,37,38) 25X60 (K6,7,9,10,11,12,14,15,24,25, 26,27,29,30,32,33,34,35) 25X60 (K8a)	g=1008 kg/m g=1008 kg/m g=600 kg/m g=600 kg/m g=3464 kg/m	
Kiriş Bilgisi (2. kat)	25X60 ( Tümü)	g=0	



Şekil 4.47 Örnek 4 ortak kalıp planı



Şekil 4.48 Örnek 4'ün 3D görünüşü

- **Analiz Sonuçları**

Örnek 4'ün analiz sonuçları bu bölümde tablolar aracılığıyla yapılacaktır. Bu örnek, betonarme yapılar kitabından alınmıştır. (Celep ve Kumbasar 1998). Örnek idealize edilerek üç programda tekrar modellenmiştir. Bu örnekte dinamik analiz modülü kullanılarak kıyaslamaya gidilmiştir.

**Tablo 4.56** Örnek 4 bina ağırlığı, ağırlık ve rijitlik merkezi tablosu

Programlar	Kat	Kat ağırlığı $g_i$ (ton)	Kat hareketli yükü $q_i$ (ton)	$W_i=g_i+nq_i$ Bina Ağırlığı (ton)	$x_m$ (m)	$y_m$ (m)	$x_r$ (m)	$y_r$ (m)
İdestatik	3	170.14	30.99	881.53	10	6.51	10	6.72
	2	327.53	74.14		10	6.53	10	6.73
	1	330.06	74.16		10	6.53	10	6.76
Probina	3	177.79	35.72	913.91	10	6.49	10	6.5
	2	336.88	78.24		10	6.49	10	6.5
	1	341.58	78.24		10	6.53	10	6.5
Sta4cad	3	175.02	34.54	921.53	10	7.90	10	7.90
	2	341.40	82.96		10	7.88	10	7.90
	1	344.98	82.97		10	7.89	10	7.90
Celep ve Kumbasar	3	170.18	31.60	881.49	?	?	?	?
	2	327.34	73.95		?	?	?	?
	1	330.10	73.95		?	?	?	?

(?): Kitaptan değer okunamamıştır.

**Tablo 4.57** Örnek 4'e ait yapının birinci doğal titreşim periyotları  $T_r$  (sn)

	İdestatik	Probina	Sta4cad	Celep ve Kumbasar
X YÖNÜ	0.490	0.453	0.547	0.59
Y YÖNÜ	0.456	0.446	0.506	0.59

**Tablo 4.58** Örnek 4'e ait yapının taban kesme kuvvetleri  $V_t$ ,  $V_{tB}$  (ton)

Taban kesme kuvvetleri $V_t$ , $V_{tB}$	İdestatik	Probina	Sta4cad	C.-K.
X yönü $V_t$ (Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi)	70.17	85.46	67.04	69.7
X yönü $V_{tB}$ (Mod Birleştirme Yöntemi)	62.44	65.54 <sup>(1)</sup>	60.18	?
Y yönü $V_t$ (Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi)	74.30	81.14	71.34	?
Y yönü $V_{tB}$ (Mod Birleştirme Yöntemi)	63.22	57.81 <sup>(1)</sup>	62.16	?

(?): Kitaptan değer okunamamıştır.

$V_t^{(1)}$ :  $\Sigma F_{ix}=79.9$  t;  $\Sigma F_{iy}=64.42$  t



**Tablo 4.59** Örnek 4'e ait yapının X ve Y yönü kat deprem yükleri  $F_i$  (ton)

Kat No	X YÖNÜ				Y YÖNÜ		
	C. -K.	İdestatik	Probina	Sta4cad	İdestatik	Probina	Sta4cad
3	23.6	23.75	23.46	22.53	25.15	19.27	23.97
2	30.7	34.57	34.57	29.57	32.68	27.71	31.47
1	15.4	21.87	21.87	14.93	16.46	17.44	15.89

İdestatik ve Sta4cad programı sonuçları Celep ve Kumbasar'ın taban kesme kuvveti sonuçlarıyla yakınsama göstermiştir. Probina programı sonuçlardan uzaklaşmıştır. Bunun nedeni toplam bina ağırlığı ve periyot değerlerini diğer programlara göre farklı bulmasından kaynaklanmıştır.

**Tablo 4.60** Örnek 4'e ait yapının 2. mertebe etkileri 1.deprem yüklemesi için  $\theta_i \leq 0.12$ 

Kat No	X YÖNÜ			Y YÖNÜ		
	İdestatik	Probina	Sta4cad	İdestatik	Probina	Sta4cad
3	0.0039	0.0027	0.0043	0.0041	0.0042	0.0041
2	0.0111	0.0073	0.0120	0.0116	0.0112	0.0113
1	0.0124	0.0078	0.0142	0.0104	0.0108	0.0109

**Tablo 4.61** Örnek 4'e ait yapının düzensizlik kontrolleri

Düzensizlik	İdestatik	Probina	Sta4cad	Sonuç
A1( $\eta_{bi} < 1.2$ )	1.18 < 1.2	1.33 > 1.2	1.204 > 1.2	Değil, Mevcut, Mevcut
A2	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.
A3	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.
A4	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.
B1( $\eta_{ci} < 0.8$ )	1.1 > 0.8	1 > 0.8	1.26 > 0.8	Mevcut Değildir.
B2( $\eta_{ki} < 1.5$ )	2.22 > 1.5	2.18 > 1.5	2.30 > 1.5	Mevcuttur.
B3	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.

İdestatik programı örnek 4 için burulma düzensizliği bulmamaktadır. İdestatik X yönünde -%5 (E2) ek dış merkez etkilerine göre, en büyük görelî kat ötelenmesinin,

ortalama görelî ötelenmeye oranını 1.2'den az bulmaktadır. Diğer programlar bu katsayıyı 1.2 değerinden fazla bulmuşlardır.

### PROJEDE HATALAR TESPİT EDİLDİ

1. KAT,  $\alpha_1 < 0.7$   
 1. KAT,  $\alpha_2 < 0.7$   
 1. KAT,  $\alpha_3 < 0.7$   
 1. KAT,  $\alpha_4 < 0.7$   
 ZEMİN KAT,  $\alpha_1 < 0.7$   
 ZEMİN KAT,  $\alpha_2 < 0.7$   
 ZEMİN KAT,  $\alpha_3 < 0.7$   
 ZEMİN KAT,  $\alpha_4 < 0.7$

S15	2. KAT	Kayma güvenliği sağlanmıyor.
S16	2. KAT	Kayma güvenliği sağlanmıyor.
S6	1. KAT	Maksimum pürsantaj aşıldı.
S24	1. KAT	Maksimum pürsantaj aşıldı.
S1	1. KAT	Maksimum pürsantaj aşıldı.
S19	1. KAT	Maksimum pürsantaj aşıldı.
S19	ZEMİN KAT	Düşey yük çok fazla
S1	ZEMİN KAT	Düşey yük çok fazla
S24	ZEMİN KAT	Düşey yük çok fazla
S6	ZEMİN KAT	Düşey yük çok fazla
S15	ZEMİN KAT	Düşey yük çok fazla
S16	ZEMİN KAT	Düşey yük çok fazla
D12	2. KAT	Donatı yetersiz.
D15	2. KAT	Donatı yetersiz.
D16	2. KAT	Donatı yetersiz.
D12	1. KAT	Donatı yetersiz.
D15	1. KAT	Donatı yetersiz.
D16	1. KAT	Donatı yetersiz.
D12	ZEMİN KAT	Donatı yetersiz.
D15	ZEMİN KAT	Donatı yetersiz.
D16	ZEMİN KAT	Donatı yetersiz.

21 hata tespit edildi.

Şekil 4.49 Örnek 4'ün İdestatik hata raporu

STA4-CAD			YETERSİZ	ELEMAN	LİSTESİ
■	S101	■	S123	■	S221
■	S102	■	S124	■	S222
■	S103	■	S201	■	S223
■	S104	■	S202	■	S224
■	S105	■	S203	■	S304
■	S106	■	S204	■	S315
■	S107	■	S205	■	S316
■	S108	■	S206	■	S322
■	S109	■	S207		
■	S110	■	S208		
■	S111	■	S209		
■	S112	■	S210		
■	S113	■	S211		
■	S114	■	S212		
■	S115	■	S213		
■	S116	■	S214		
■	S117	■	S215		
■	S118	■	S216		
■	S119	■	S217		
■	S120	■	S218		
■	S121	■	S219		
■	S122	■	S220		

■	KESİTİ YETERSİZ	■	SUNEKLİLİK ALANI YETERSİZ
■	KUŞATILMIŞ KOLON YETERSİZ	■	KESME GÜVENLİĞİ YETERSİZ
■	ZEMİN GERİLMESİ YETERSİZ	■	ZİMBALAMA YETERSİZ
■	SEHİM YETERSİZ		

Şekil 4.50 Örnek 4'ün Sta4cad hata raporu

Şekil 4.49, Şekil 4.50, Şekil 4.51'de programların hata raporları örneklenmiştir.

DEPREM KONTROLLERİ SONUC RAPORU:  
=====

- \* Bazı Yuklemelerde Etkin Kütle Oranı %90'in altında kalıyor. Spektrum Analizinde hesaba katılan Mod adedinin arttırılarak Bina Analizinin yeniden yapılması gereklidir.
- \* Yapıda (B2) Duzensizligi Mevcuttur. Dinamik Analiz sonuclarinin Statik'e gore arttirilmasinda Beta=1.0 kullanildi.
- \* Yapıda (B1) Duzensizligi saptarmamistir. Perde/Cerceve Sistemi Kontrolu Sonucunda T.S.Davranis Katsayisi, R= 8.00  
Tasiyici Sistem Sinifina gore secilen T.S.Davranis Katsayisi, R= 8.00 Uygundur.
- \* Yapıda (A1) Duzensizligi Mevcuttur. Dinamik Analiz sonuclarinin Statik'e gore arttirilmasinda Beta=1.0 kullanildi.

**Şekil 4.51** Örnek 4'ün Probina hata raporu

**Tablo 4.62** Örnek 4'de güçlü kolonların kat kesme güvenliği kontrolü  $V_s/V_k > 0.7$

Kat No	İdestatik	Probina	Sta4cad	Kontrol
3	$V_s/V_k > 0.7$	$V_s/V_k > 0.7$	$V_s/V_k > 0.7$	Sağlıyor
1-2	$V_s/V_k < 0.7$	$V_s/V_k < 0.7$	$V_s/V_k < 0.7$	Sağlamıyor

**Tablo 4.63** Örnek 4'de D106 döşeme elemanı sonuçları

Eleman Adı	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	Celep Kumbasar	İdeStatik	Probina	Sta4cad
D106	$M_{sol}$ X yönü (t m)	1.4g+1.6q	0.34	0	0	0
D106	$M_{ack}$ X yönü (t m)	1.4g+1.6q	0.526	0.462	0.457	0.528
D106	$M_{sağ}$ X yönü (t m)	1.4g+1.6q	0.696	0.909	0.696	0.793
D106	$M_{üst}$ Y yönü (t m)	1.4g+1.6q	0.634	0.786	0.62	0.752
D106	$M_{ack}$ Y yönü (t m)	1.4g+1.6q	0.479	0.491	0.41	0.857
D106	$M_{alt}$ Y yönü (t m)	1.4g+1.6q	0.634	0.785	0.62	0.752
D106	Minimum $h_f$	cm	9.1	-	9.8	+
D106	Donatı X yönü	Pilye, düz	Ø8/30,Ø8/30	Ø8/30, Ø8/30	Ø8/28, Ø8/28	Ø8/29, Ø8/29
D106	Donatı Y yönü	Pilye, düz	Ø8/30,Ø8/30	Ø8/30, Ø8/30	Ø8/28, Ø8/28	Ø10/28, Ø10/28
D106	Sol,sağ ilave X yönü	1.4g+1.6q	Ø8/30, Ø8/30	yok,Ø8/15	yok, Ø8/20	yok, Ø8/26
D106	üst,alt ilave Y yönü	1.4g+1.6q	Ø8/30, Ø8/30	Ø8/15,yok	Ø8/20, Ø8/20	yok, Ø8/33
D106	$A_s$ açıklık gerekli	X yönü	3.42 cm <sup>2</sup>	2.93 cm <sup>2</sup>	3.44 cm <sup>2</sup>	3.36 cm <sup>2</sup>
D106	$A_s$ açıklık gerekli	Y yönü	3.45 cm <sup>2</sup>	3.12 cm <sup>2</sup>	3.5 cm <sup>2</sup>	5.58 cm <sup>2</sup>
D106	$A_s$ açıklık sağlanan	X yönü	3.35 cm <sup>2</sup>	3.35 cm <sup>2</sup>	3.59 cm <sup>2</sup>	3.47 cm <sup>2</sup>
D106	$A_s$ açıklık sağlanan	Y yönü	3.35 cm <sup>2</sup>	3.35 cm <sup>2</sup>	3.59 cm <sup>2</sup>	5.61 cm <sup>2</sup>
D106	Donatı metrajı	kg	yok	187.10	198.1	212.07

(+) : Program tarafından otomatik kontrol ediliyor. (-):Program tarafından otomatik kontrol edilmiyor.

- **Kiriş sonuçları**

İdestatik ve Sta4cad programı kiriş donatılarını gerekli  $A_s$ 'ye göre otomatik hesaplayarak raporlamaktalar. Probina programı kiriş donatılarını net atmamakta, kullanıcının gerekli  $A_s$  için donatı ilavesi yapmasını gerektiren bir donatı seçim menüsüyle karşımıza çıkmaktadır. Örneklerin karşılaştırmasında Probina programının seçimlerine müdahale edilmemiştir. Örneklerde raporlanan momentler, donatı seçimine esas olan dizayn momentleridir.

**Tablo 4.64** Örnek 4’de K111 kiriş elemanı sonuçları

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	Celep Kumbasar	İdeStatik	Probina	Sta4cad
K111 25X60	G ( ton )	Toplam	Yok	1.86	1.77	1.84
K111 25X60	$M_i$ mesnet üst(t m)	Dizayn	6.81	6.52	7.98	8.08
K111 25X60	$M_i$ mesnet alt(t m)	Dizayn	Yok	5.88	5.5	6.02
K111 25X60	$M_{ack}$ (t m)	Dizayn	5.8	4.15	4.16	4.91
K111 25X60	$M_i$ mesnet üst(t m)	Dizayn	8.2	9.50	10.57	11.69
K111 25X60	$M_i$ mesnet alt(t m)	Dizayn	yok	2.53	3.30	2.49
K111 25X60	Donatılandırma	düz	2Ø12	2Ø20	2Ø16	2Ø18
K111 25X60	Donatılandırma	pilye	2Ø16	Yok	1Ø16	1Ø18
K111 25X60	Donatılandırma	ilave	1Ø12; 2Ø16	6Ø10; 4Ø14	7Ø12; 2Ø16	1Ø20; 1Ø14 ; 1Ø12
K111 25X60	Donatılandırma	montaj	2Ø14	2Ø14	2Ø12	3Ø12
K111 25X60	Donatılandırma	gövde	2Ø10	2Ø14	2Ø10	2Ø12
K111 25X60	Donatılandırma	etriye	Ø10/17/10	Ø8/18/9	Ø8/24/9	Ø8/20/10
K111 25X60	$V_e$ Sol	Ton	9.06	12.14	9.60	7.91
K111 25X60	$M_{pi}+M_{pi}/l_n$ Sol	Ton	5.21	5.71	5.69	4.11
K111 25X60	$V_{dv}$ Sol	Ton	3.85	6.43	3.91	3.80
K111 25X60	$V_e$ Sağ	Ton	9.06	12.18	11.86	10.35
K111 25X60	$M_{pi}+M_{pi}/l_n$ Sağ	Ton	5.21	5.71	6.5	4.69
K111 25X60	$V_{dv}$ Sağ	Ton	3.85	6.47	5.36	5.67
K111-115	Donatı metraji	kg	yok	432.43	372.6	414.3

- **Kolon sonuçları**

S108 kolonu için üç programda gerekli donatı alanını farklı öngörmüşlerdir. Bunun nedeni, X ve Y doğrultusundaki momentlerin süperpoze edilmesi sonucunda en büyük

donatıyı veren yükleme kombinasyonunun, üç program tarafından da farklı seçilmesinden kaynaklanmıştır.

**Tablo 4.65** Örnek 4’de S108 kolon eleman sonuçları

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	Celep Kumbasar	İdeStatik	Probina	Sta4cad
S108-35X35	N ( ton )	1.4g+1.6q	72.63	76.87	79.17	80.64
S108-35X35	A <sub>s</sub> gereken	cm <sup>2</sup>	18.4	19.14	13.26	12.19
S108-35X35	A <sub>s</sub> sağlanan	cm <sup>2</sup>	18.48	19.22	16.08	12.32
S108-35X35	Donatılandırma	Köşe kenar	yok 12Ø14	4Ø18 8Ø12	yok 8Ø16	yok 8Ø14
S108-35X35	Donatılandırma	etriye	Ø10/15	Ø10/14/6/10	Ø8/17;Ø10/10	Ø8/12/10

**Tablo 4.66** Örnek 4’de S108 kolon elemanı yönetmelik kontrolleri

Kolon-Kiriş Kesme Güvenliği			İdeStatik	Probina	Sta4cad
S108	1.kat	V <sub>e</sub> -max>V <sub>e</sub> X yönü	73.5>38.96	73.5>40.3	73.5>39.61
S108	1.kat	V <sub>e</sub> -max>V <sub>e</sub> Y yönü	73.5>38.57	73.5>42.5	73.5>41.55
<b>Güçlü Kolon Kontrolü</b>			Sağlamıyor	Sağlamıyor	Sağlamıyor
S108	1.kat	N <sub>d</sub> alt≤0.1Ac fck	Sağlamıyor	Sağlamıyor	Sağlamıyor
S108	1.kat	N <sub>d</sub> üst≤0.1Ac fck	Sağlamıyor	Sağlamıyor	Sağlamıyor
S108	1.kat	M <sub>ra</sub> +M <sub>ru</sub> ≥1.2(M <sub>ri</sub> +M <sub>ri</sub> )Majör X yönü	13.12<20.84	14.53<19.56	14.18<18.97
S108	1.kat	M <sub>ra</sub> +M <sub>ru</sub> ≥1.2(M <sub>ri</sub> +M <sub>ri</sub> )Minör X yönü	13.12<20.84	14.53<19.56	14.18<18.97
S108	1.kat	M <sub>ra</sub> +M <sub>ru</sub> ≥1.2(M <sub>ri</sub> +M <sub>ri</sub> )Majör Y yönü	12.92<20.3	13.55<20.28	14.18<18.97
S108	1.kat	M <sub>ra</sub> +M <sub>ru</sub> ≥1.2(M <sub>ri</sub> +M <sub>ri</sub> )Minör Y yönü	12.92<20.3	13.55<20.28	14.18<18.97
<b>Kolon Kesme Güvenliği V<sub>e</sub>&lt;V<sub>r</sub></b>			+	+	+
S108	1.kat	V <sub>e</sub> <V <sub>r</sub>	7.13<21.76	10.35<?	10.42<?
S108	1.kat	V <sub>c</sub>	0	0	8.85
<b>Ts 500 X,Y yönü Eleman Narinlik Etkisi</b>			+	+	+
S108	1.kat	L <sub>k</sub> =k*L <sub>n</sub> X yönü	0.57*2.4	1.21*2.4	0.78*2.4
S108	1.kat	L <sub>k</sub> /i≤34-12(M <sub>1</sub> /M <sub>2</sub> )≤40 X yönü	13.61≤40	20.65≤40	18≤40
S108	1.kat	L <sub>k</sub> =k*L <sub>n</sub> Y yönü	0.57*2.4	0.85*3.5	0.78*2.4
S108	1.kat	L <sub>k</sub> /i≤34-12(M <sub>1</sub> /M <sub>2</sub> )≤40 Y yönü	13.55≤40	20.16≤40	18≤40
<b>Yanal Ötelenme Kontrolü φ ≤ 0.05</b>			+	+	+
1.kat x yönü	φ ≤ 0.05		0.030≤0.05	0.024≤0.05	0.004≤0.05
1.kat y yönü	φ ≤ 0.05		0.028≤0.05	0.018≤0.05	0.007≤0.05

(+) : Program tarafından otomatik kontrol ediliyor. (?) : Programdan değer okunamamıştır.

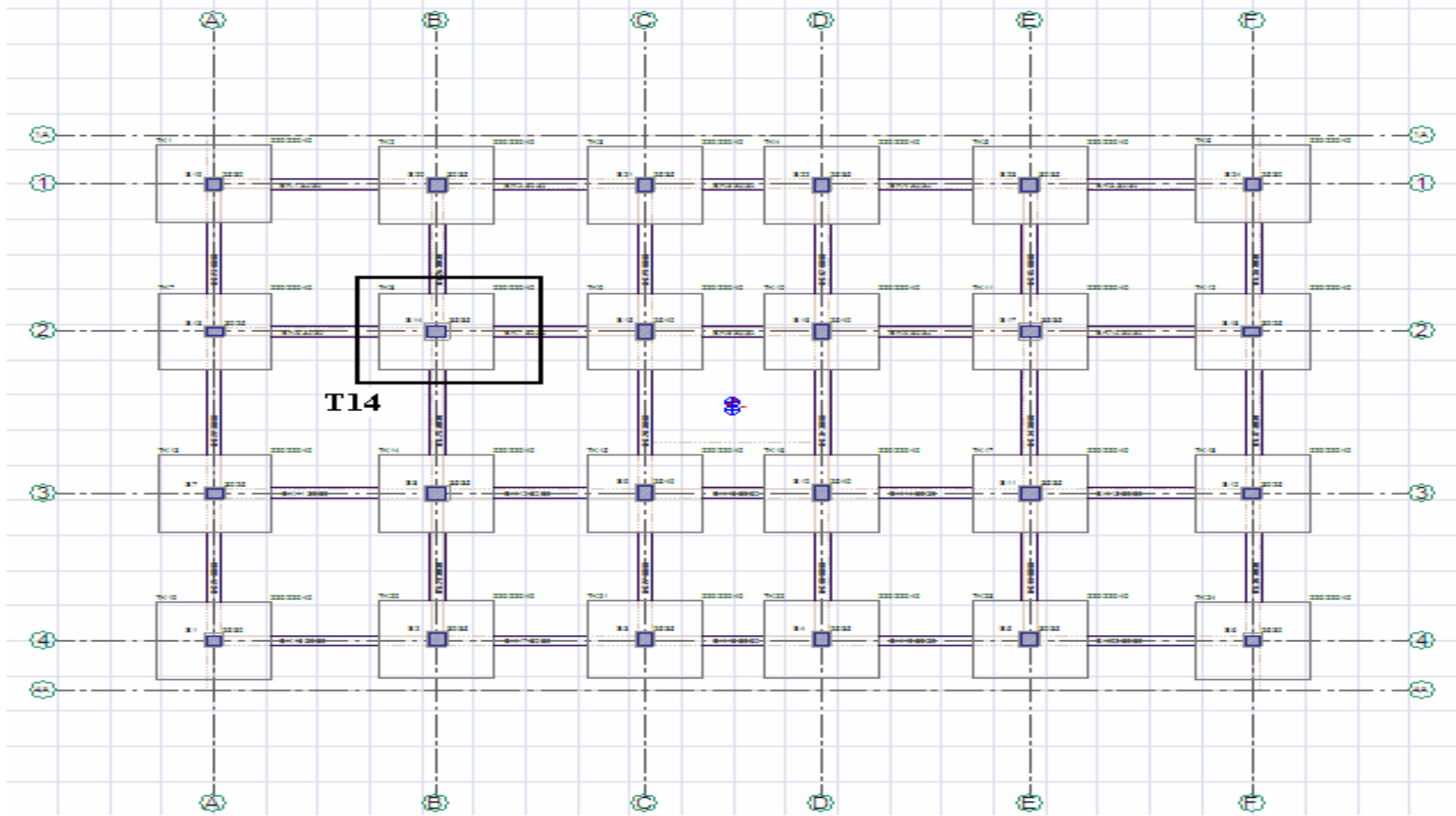
Üç programda S108 kolonunun güçlü kolon-zayıf giriş koşulunu sağlamadığı sonucuna ulaşmıştır.

- Tekil Temel Sonuçları

**Tablo 4.67** Örnek 4’deki T14 tekil temel elemanı sonuçları

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	Celep Kumbasar	İdeStatik	Probina	Sta4cad
T14 220x220x40	N ( ton )	1.4g+1.6q	75.6	76.87	79.17	80.64
T14 220x220x40	M <sub>x</sub> (t m)	Dizayn	0.31	6.41	3.67	8.46
T14 220x220x40	M <sub>y</sub> (t m)	Dizayn	0.31	6.39	7.23	7.60
T14 220x220x40	σ <sub>z</sub> max t/m <sup>2</sup>	Dizayn	15.63	12.49	19.13	12.72
T14 220x220x40	Donatılandırma	x yönü	12Ø16/19	15Ø14/14	17Ø14/13	12Ø22/20
T14 220x220x40	Donatılandırma	y yönü	12Ø16/19	14Ø14/15	18Ø14/12	12Ø22/20
T14 220x220x40	V <sub>pr</sub> >V <sub>pd</sub> (ton)	Zımbalama	96.34>63.46	102.26>42.88	89.04>51.70	102.18>78.56
T14 220x220x40	V <sub>cr</sub> >V <sub>d</sub>	Kesme	56.6>29.6	52.23>32.43	36.52>17.70	?
T14 220x220x40	τ <sub>p</sub>	Kayma	?	43.76	?	?

(?): Programdan değer okunamamıştır.



Şekil 4.52 Örnek 4'ün ortak temel kalıp planı

#### 4.5 ÖRNEK 5

Örnek 5'in ticari paket programları açısından karşılaştırılması tablolar aracılığıyla bu bölümde yapılacaktır. Örnek 5'e ait yapı bilgisi Tablo 4.68'deki verilmiştir.

**Tablo 4.68** Örnek 5 proje parametreleri

Analiz Yöntemi	Mod Birleştirme yöntemi
Deprem Bölgesi	1. Bölge
Bina Önem Katsayısı ( I )	1
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı ( R )	8
Süneklik Düzeyi	Yüksek
Zemin Hakim Periyodu( $T_o$ )	0.25
Zati Yük Faktörü	1.4
Hareketli Yük Faktörü	1.6
Beton Birim Ağırlığı ( $t / m^3$ )	2.5
Zemin Yatak Katsayısı ( $t / m^3$ )	5000
Zemin Emniyet Gerilmesi ( $t / m^2$ )	40
Zemin Sınıfı	Z2 ( $T_A=0.15$ ; $T_B=0.40$ )
Beton Sınıfı	C30
Çelik Sınıfı	ST III
Toprak Birim Ağırlığı ( $t / m^3$ )	2.1
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı	0.3
Beton Güvenlik Katsayısı	1.5
Çelik Güvenlik Katsayısı	1.15

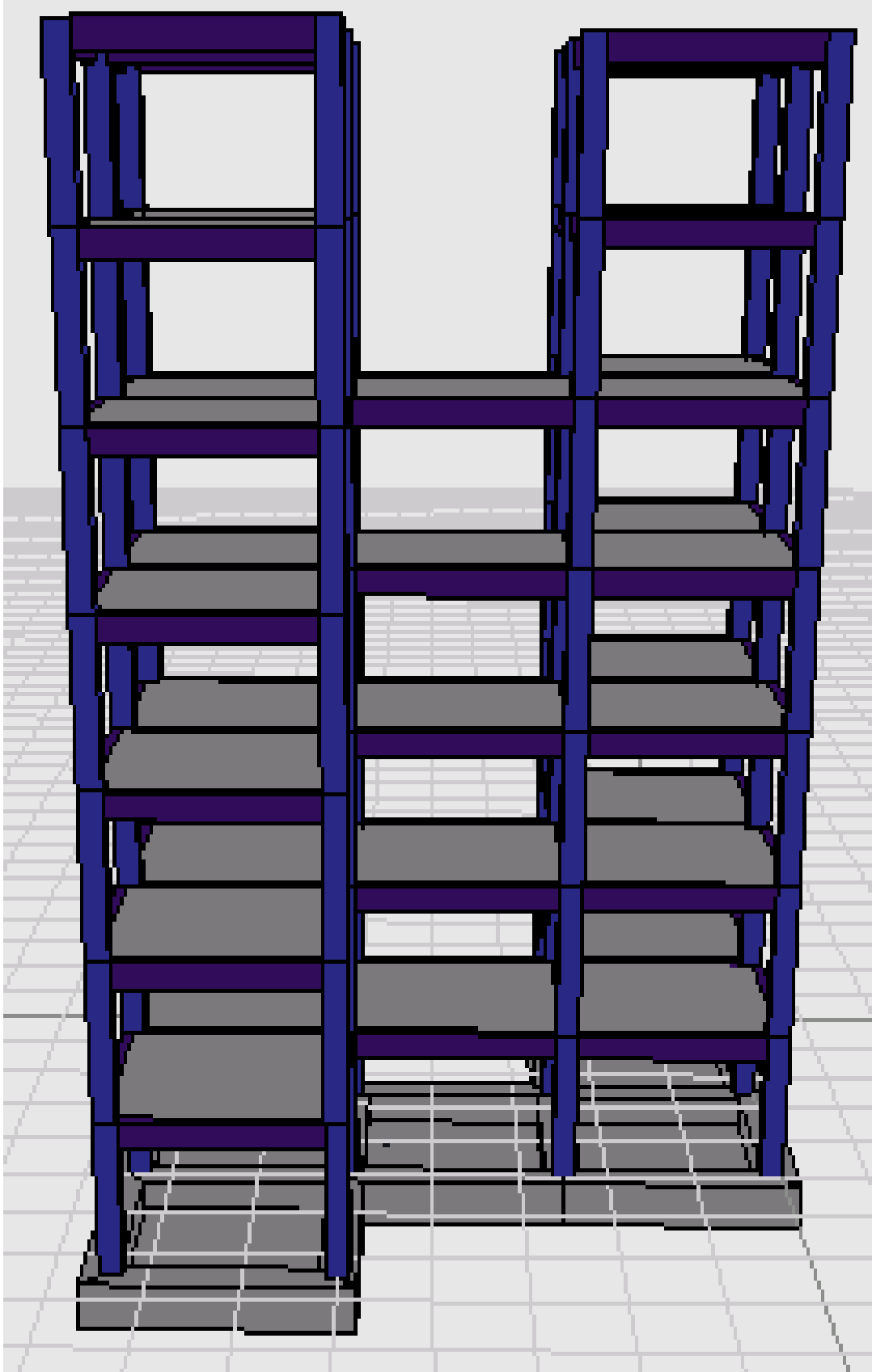
#### Bina Bilgileri

Döşeme Alanı	128.18 m <sup>2</sup>
Kat adedi	7 kat
Bodrum kat adedi	yok
Kolon ebadı	50X50 (S1-12)
	<b>Yükleme Durumu</b>
Döşeme bilgileri	d=15 (D1-5) $g_{\text{kaplama}}=150 \text{ kg/m}^2$ $q=500 \text{ kg/m}^2$
Kiriş ebatları	25X50 (K1-16) $g=600 \text{ kg/m}$ $q=0$

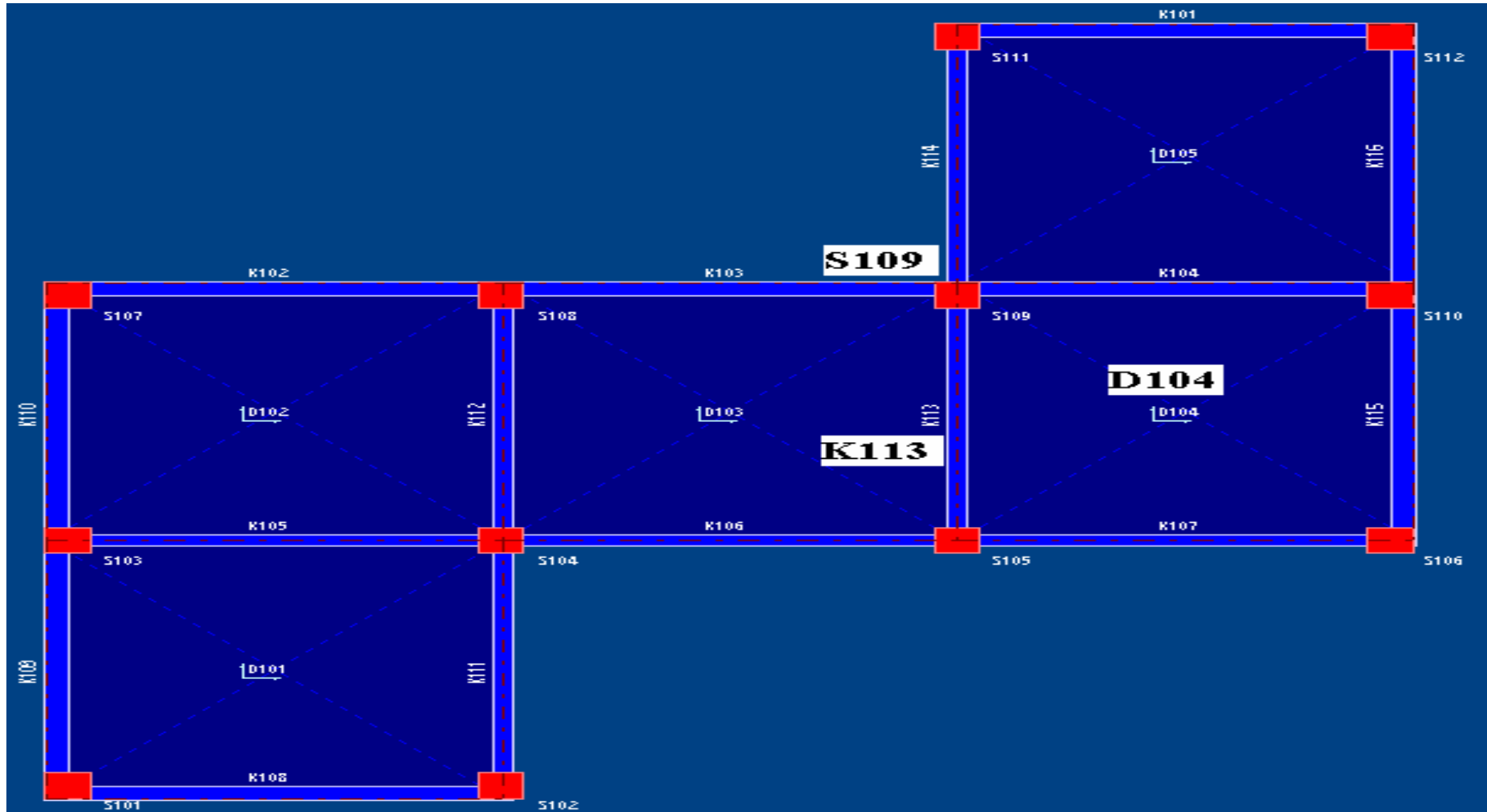
**Tablo 4.69** Örnek 5'in bina ağırlığı, ağırlık ve rijitlik merkezi tablosu

Programlar	Kat	Kat ağırlığı $g_i$ (ton)	Kat hareketli yükü $q_i$ (ton)	$W_i=g_i +nq_i$ Bina Ağırlığı (ton)	$x_m$ (m)	$y_m$ (m)	$x_r$ (m)	$y_r$ (m)
İdestatik	6-7	122.20	42.81	1060.22	7.53	7.47	7.53	7.39
Probina	6-7	132.12	44.82	1139.51	7.51	7.49	7.50	7.41
Sta4cad	6-7	124.16	47.82	1088.58	7.53	7.50	7.53	7.58
İdestatik	1-5	141.90	53.75	1060.22	7.53	7.46	7.49	7.40
Probina	1-5	152.85	56.05	1139.51	7.51	7.49	7.50	7.41
Sta4cad	1-5	144.32	59.98	1088.58	7.53	7.50	7.53	7.58





Şekil 4.53 Örnek 5'in 3D görünüşü



Şekil 4.54 Örnek 5'in ortak kalıp planı

Örnek 5'e ait ortak kalıp planı ve 3d görünümü Şekil 4.53, Şekil 4.54'deki gibidir.

**Tablo 4.70** Örnek 5'e ait yapının birinci doğal titreşim periyotları  $T_1$ (sn)

	İdestatik	Probina	Sta4cad
X YÖNÜ	0.696	0.766	0.743
Y YÖNÜ	0.693	0.759	0.735

**Tablo 4.71** Örnek 5'e ait yapının taban kesme kuvvetleri  $V_t, V_{tB}$  (ton)

Taban kesme kuvvetleri $V_t, V_{tB}$	İdestatik	Probina	Sta4cad
X yönü $V_t$ (Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi)	85.00	86.20	82.86
X yönü $V_{tB}$ (Mod Birleştirme Yöntemi)	70.74	64.56 <sup>(1)</sup>	68.67
Y yönü $V_t$ (Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi)	85.33	86.87	83.59
Y yönü $V_{tB}$ (Mod Birleştirme Yöntemi)	71.23	63.99 <sup>(1)</sup>	69.34

$V_t^{(1)}: \Sigma F_{ix}=77 \text{ t}; \Sigma F_{iy}=75.19 \text{ t}$

**Tablo 4.72** Örnek 5'e ait yapının X ve Y yönü kat deprem yükleri  $F_i$  (ton)

Kat No	X YÖNÜ			Y YÖNÜ		
	İdestatik	Probina	Sta4cad	İdestatik	Probina	Sta4cad
7	16.175	15.641	17.294	16.290	14.929	17.031
6	13.871	12.878	12.719	13.969	12.726	12.912
5	13.558	12.689	11.997	13.651	12.625	12.308
4	10.847	12.152	9.853	10.921	11.870	10.047
3	8.143	11.407	7.988	8.198	11.094	8.110
2	5.432	8.534	5.826	5.468	8.330	5.910
1	2.717	3.699	2.995	2.736	3.621	3.022

Örnek 5'de, diğer örneklerde olduğu gibi yapının doğal titreşim periyotları üç program içinde farklıdır. Üç programda da bunun sebebini incelediğimizde, kat ağırlığını ve rijitliği hesabını üç programda farklı şekilde yapmaktadır. Sonuçlardaki değişim bu sebeptir. Programların kullanım kılavuzları incelendiğinde kat rijitliği ile ilgili verilerin tutarlı bir karşılaştırmaya uygun bir şekilde verilemediği gözükmektedir.

**Tablo 4.73** Örnek 5'e ait yapının tüm iç kuvvet ve yer değiştirmelerini büyütme katsayısı

	İdestatik	Probina	Sta4cad
X yönü $\beta V_t/V_{tB}$	1.20	1.34	1.20
Y yönü $\beta V_t/V_{tB}$	1.20	1.36	1.20
$\beta$	1	1	1

**Tablo 4.74** Örnek 5'e ait yapının 2. mertebe etkileri 1.deprem yüklemesi için  $\theta_i \leq 0.12$

Kat No	X YÖNÜ			Y YÖNÜ		
	İdestatik	Probina	Sta4cad	İdestatik	Probina	Sta4cad
7	0.00236	0.0039	0.00323	0.00197	0.0033	0.00265
6	0.00367	0.0060	0.00510	0.00338	0.0056	0.00464
5	0.00511	0.0079	0.00711	0.00502	0.0084	0.00695
4	0.00673	0.0102	0.00936	0.00670	0.0109	0.00930
3	0.00829	0.0121	0.01146	0.00830	0.0130	0.01144
2	0.00938	0.0130	0.01260	0.00942	0.0139	0.01260
1	0.00699	0.0091	0.00883	0.00703	0.0097	0.00884

**Tablo 4.75** Örnek 5'de güçlü kolonların kat kesme güvenliği kontrolü  $V_s/V_k > 0.7$

Kat No	İdestatik	Probina	Sta4cad	Kontrol
1-7	$\alpha_x, \alpha_y = 1$	$\alpha_x, \alpha_y = 1$	$\alpha_x, \alpha_y = 1$	$V_s/V_k > 0.7$

Örnek 5 için yapı düzensizlikleri incelendiğinde, Probina programı, yapıda, diğer programlardan farklı olarak A1 düzensizliği bulmuştur. Diğer programlardan farklı olarak B2 düzensizliği bulmamıştır. Diğer örneklerde olduğu gibi bu örnekte de limit durumlarda programların farklılaştığı görülmektedir.

Her üç programda da kat kesme güvenliği kontrolü yapılmaktadır. Örnek 5 için kat kesme güvenliği sağlanmaktadır

**Tablo 4.76** Örnek 5'e ait yapının düzensizlik kontrolleri

Düzensizlik	İdestatik	Probina	Sta4cad	Sonuç
A1( $\eta_{bi} < 1.2$ )	1.12 < 1.2 Mevcut Değildir.	1.25 > 1.2 Mevcuttur.	1.12 < 1.2 Mevcut Değildir.	Probina'da mevcut
A2	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.
A3	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.
A4	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.
B1( $\eta_{ci} < 0.8$ )	1.07 > 0.8	1 > 0.8	1 > 0.8	Mevcut Değildir.
B2( $\eta_{ki} < 1.5$ )	1.60 > 1.5 Mevcuttur	1.48 < 1.5 Mevcut Değildir.	1.54 > 1.5 Mevcuttur.	İdestatik ve Sta4cad de mevcut
B3	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.

- **Döşeme sonuçları**

**Tablo 4.77** Örnek 5'de D704 döşeme elemanı sonuçları

Eleman Adı	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
D704	$M_{ack}$ x yönü (t m)	1.4g+1.6q	1.08	1.44	1.294
D704	$M_{ack}$ y yönü (t m)	1.4g+1.6q	1.40	1.44	2.057
D704	Minimum $h_f$	cm	-	11.6	+
D704	Donatı x yönü	Pilye, düz	Ø8/29, Ø8/29	Ø8/32, Ø8/32	Ø8/36, Ø8/36
D704	Donatı y yönü	Pilye, düz	Ø8/29, Ø8/29	Ø8/30, Ø8/30	Ø8/22, Ø8/22
D704	Sol,sağ ilave x yönü	1.4g+1.6q	yok	Ø8/40, Ø8/40	yok
D704	üst,alt ilave y yönü	1.4g+1.6q	Ø8/15,yok	Ø8/40, Ø8/40	Ø10/28,yok
D704	$A_s$ açıklık gerekli	X yönü	3.37 cm <sup>2</sup>	3.1 cm <sup>2</sup>	2.79 cm <sup>2</sup>
D704	$A_s$ açıklık gerekli	Y yönü	3.37 cm <sup>2</sup>	3.31 cm <sup>2</sup>	4.50 cm <sup>2</sup>
D704	$A_s$ açıklık sağlanan	X yönü	3.46 cm <sup>2</sup>	3.14 cm <sup>2</sup>	2.79 cm <sup>2</sup>
D704	$A_s$ açıklık sağlanan	Y yönü	3.46 cm <sup>2</sup>	3.35 cm <sup>2</sup>	4.57 cm <sup>2</sup>
D704	Donatı metrajı	kg	177.7	173.23	181.06

(+) : Program tarafından otomatik kontrol ediliyor. (-):Program tarafından otomatik kontrol edilmiyor.

D704 elemanı için üç programın da kullanmış olduğu donatı, kombinasyon olarak farklılık içermesine nazaran, D704 elemanında kullanılan donatının metrajını çıkarttığımızda, minimum-maksimum donatı metraj farkının yaklaşık 8 kg mertebesinde olduğu görülmektedir. Buda diğer örneklerde olduğu gibi bu örnekte de döşeme donatıları açısından aşırı bir fark oluşmadığını göstermektedir.

- **Kiriş Sonuçları**

**Tablo 4.78** Örnek 5’de K613 kiriş elemanı sonuçları

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
K613 25X50	G ( ton )	Toplam	1.23	1.21	1.28
K613 25X50	M <sub>i</sub> mesnet üst(t m)	Dizayn	9.609	11.55	8.943
K613 25X50	M <sub>i</sub> mesnet alt (t m)	Dizayn	2.02	1.53	2.929
K613 25X50	M <sub>ack</sub> (t m)	Dizayn	3.079	3.40	3.764
K613 25X50	M <sub>i</sub> mesnet üst (t m)	Dizayn	6.355	7.08	11.858
K613 25X50	M <sub>i</sub> mesnet alt (t m)	Dizayn	3.168	4.37	1.676
K613 25X50	Donatılendirma	düz	2Ø16	2Ø12	2Ø12
K613 25X50	Donatılendirma	pilye	yok	1Ø12	1Ø12
K613 25X50	Donatılendirma	ilave	3Ø16	4Ø12; 2Ø16	3Ø12; 1Ø20
K613 25X50	Donatılendirma	montaj	2Ø12	2Ø12	2Ø12
K613 25X50	Donatılendirma	etriye	Ø8/18/9	Ø8/23/9	Ø8/20/10
K613 25X50	V <sub>e</sub> Sol	ton	12.13	11.51	8.25
K613 25X50	M <sub>pi</sub> +M <sub>pi</sub> /l <sub>n</sub> Sol	ton	5.53	5.85	3.95
K613 25X50	V <sub>dv</sub> Sol	ton	6.59	5.66	4.30
K613 25X50	V <sub>e</sub> Sağ	ton	12.29	9.15	9.67
K613 25X50	M <sub>pi</sub> +M <sub>pi</sub> /l <sub>n</sub> Sağ	ton	4.51	5.36	4.31
K613 25X50	V <sub>dv</sub> Sağ	ton	6.75	3.79	5.36
K613 -614	Metraj	kg	115.86	110.5	109.4

- **Kolon sonuçları**

**Tablo 4.79** Örnek 5’de S609 kolon elemanı sonuçları

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
S609-50X50	N ( ton )	1.4g+1.6q	48.65	53.68	51.39
S609-50X50	A <sub>s</sub> gereken	cm <sup>2</sup>	25	25	24.88
S609-50X50	A <sub>s</sub> sağlanan	cm <sup>2</sup>	26.51	32.17	30.79
S609-50X50	Donatılendirma	düşey	4Ø16, 12Ø14	16Ø16	20Ø14
S609-50X50	Donatılendirma	etriye	Ø8/16/9/10	Ø8/19/10	Ø8/15/10

Kolon donatılarının tayininde üç programda değişik metotlar kullanılmaktadır. Gerekli donatı alanını aynı bulmuşlardır. Fakat seçilen donatı çapı ve donatı adedi üç program içinde farklılaşmıştır. Donatı seçimine müdahale edilebilmektedir.

**Tablo 4.80** Örnek 5’de S609 kolon elemanı yönetmelik kontrolleri

<b>Kolon-Kiriş Kesme Güvenliği</b>			İdeStatik	Probina	Sta4cad
S609	1.kat	$V_e\text{-max} > V_e$ X yönü	112.50>38.17	112.50>33.90	112.50>36.33
S609	1.kat	$V_e\text{-max} > V_e$ Y yönü	225>44.90	225>41.02	225>41.92
<b>Güçlü Kolon Kontrolü</b>			+	+	+
S609	1.kat	$N_d \text{ alt} \leq 0.1 A_c f_{ck}$	+	+	+
S609	1.kat	$N_d \text{ üst} \leq 0.1 A_c f_{ck}$	+	+	+
S609	1.kat	$M_{ra} + M_{ru} \geq 1.2(M_{ri} + M_{ri})$ Majör X yönü	58.55≥27.06	48.25≥13.11	58.86≥23.36
S609	1.kat	$M_{ra} + M_{ru} \geq 1.2(M_{ri} + M_{ri})$ Minör X yönü	65.52≥16.51	48.25≥16.61	58.86≥17.95
S609	1.kat	$M_{ra} + M_{ru} \geq 1.2(M_{ri} + M_{ri})$ Majör Y yönü	57.42≥29.17	48.25≥13.11	58.61≥23.36
S609	1.kat	$M_{ra} + M_{ru} \geq 1.2(M_{ri} + M_{ri})$ Minör Y yönü	64.13≥27.92	48.25≥16.61	58.61≥17.95
<b>Kolon Kesme Güvenliği <math>V_e &lt; V_r</math></b>			+	+	+
S609	1.kat	$V_e < V_r$	7.9<57.45	11.34<?	35.90<?
S609	1.kat	$V_c$	0	0	18.56
<b>Ts 500 X,Y yönü Eleman Narinlik Etkisi</b>			+	+	+
S609	1.kat	$L_k = k * L_n$ X yönü	0.936*2.5	2.98*2.5	1*2.5
S609	1.kat	$L_k/i \leq 34 - 12(M_1/M_2) \leq 40$ X yönü	16.25≤40	51.73>40	17≤40
S609	1.kat	$L_k = k * L_n$ Y yönü	0.924*2.5	2.98*2.5	1*2.5
S609	1.kat	$L_k/i \leq 34 - 12(M_1/M_2) \leq 40$ Y yönü	16.04≤40	51.73>40	17≤40
<b>Yanal Ötelenme Kontrolü <math>\phi \leq 0.05</math></b>			+	+	+
6.kat x yönü	$\phi \leq 0.05$		0.0162≤0.05	0.0095≤0.05	0.0116≤0.05
6.kat y yönü	$\phi \leq 0.05$		0.0152≤0.05	0.0086≤0.05	0.0102≤0.05
6. kat	$\beta_x, \beta_y$ X,Y yönü		1.08;1.08	1;1	1;1

(+) : Program tarafından otomatik kontrol ediliyor. (?) : Programdan değer okunamamıştır.

- Ampartmanlı sürekli temel sonuçları**

**Tablo 4.81** Örnek 5’de TK1 ampertmanlı sürekli temel eleman sonuçları

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
TK1 80X90	N ( ton ) S11-S12	g	64.11-64.27	67.80-64.60	64.94-65.22
TK1 80X90	$M_{ack}$ (t m)	Dizayn	53.26	69	57.77
TK1 80X90	$\sigma_z \text{ max t/m}^2$	Dizayn	28.25	21.18	15.84
TK1 80X90	Donatılandırma	düz	14Ø14	2Ø24	5Ø16
TK1 80X90	Donatılandırma	pilye	yok	3Ø24	5Ø16
TK1 80X90	Donatılandırma	İlave	10Ø18	8Ø12	2Ø22;2Ø30
TK1 80X90	Donatılandırma	gövde	4Ø16	2Ø16	6Ø12
TK1 80X90	Donatılandırma	montaj	5Ø14	5Ø12	5Ø12
150X20	Donatılandırma	ampartman	Ø10/24	Ø14/25	Ø12/20
TK1 80X90	Donatılandırma	etriye	3Ø8/20	3Ø8/25	2Ø8/20/10
TK1 80X90	$V_d$	Ton	56.31	52.53	?
TK1 80X90	$V_c$	Ton	45.19	44.65	?
TK1 80X90	Donatı metrajı	kg	457.18	331	494.49

- Kirişli radye temel sonuçları

**Tablo 4.82** Örnek 5’de kirişli radye temel sonuçları

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
TK1 80X90	N ( ton ) S11-S12	g	64.11-64.27	67.80-64.60	64.94-65.22
TK1 80X90	M <sub>ack</sub> (t m)	Dizayn	82.64	?	61.12
TK1 80X90	$\sigma_z$ max t/m <sup>2</sup>	Dizayn	12.50	?	14.56
TK1 80X90	Donatılandırma	düz	14Ø16	4Ø26	6Ø16
TK1 80X90	Donatılandırma	pilye	yok	5Ø26	5Ø16
TK1 80X90	Donatılandırma	İlave	14Ø14	yok	2Ø22;2Ø28
TK1 80X90	Donatılandırma	gövde	4Ø16	2Ø16	6Ø12
TK1 80X90	Donatılandırma	montaj	5Ø16	5Ø12	5Ø12
TK1 80X90	Donatılandırma	etriye	3Ø8/20	3Ø10/25	2Ø8/20/10
TK1 80X90	V <sub>d</sub>	Ton	61.78	68.18	?
TK1 80X90	V <sub>c</sub>	Ton	45.19	44.50	?
TK1 80X90	Donatı metrajı	kg	464.27	440.50	451.19
RD1(d=30cm)	$\sigma_z$ max t/m <sup>2</sup>	Dizayn	?	48.80	?
RD1(d=30cm)	M <sub>ack</sub> X yönü (t m)	Dizayn	12.76	13.39	11.01
RD1(d=30cm)	M <sub>ack</sub> Y yönü (t m)	Dizayn	16.18	13.21	16.71
RD1(d=30cm)	Donatı X yönü	Pilye, düz	Ø14/23;Ø14/23	Ø14/22;Ø14/22	Ø18/36;Ø18/36
RD1(d=30cm)	Donatı Y yönü	Pilye, düz	Ø14/23;Ø16/21	Ø14/20;Ø14/20	Ø22/34;Ø22/34
RD1(d=30cm)	Sol,sağ ilave X yönü	1.4g+1.6q	Ø16/11;yok	Ø12/13; Ø10/12	yok
RD1(d=30cm)	üst,alt ilave Y yönü	1.4g+1.6q	yok	Ø10/10; yok	Ø22/23; yok
RD1(d=30cm)	A <sub>s</sub> açıklık gerekli	X yönü	12.91 cm <sup>2</sup>	13.94 cm <sup>2</sup>	14.03 cm <sup>2</sup>
RD1(d=30cm)	A <sub>s</sub> açıklık gerekli	Y yönü	16.63 cm <sup>2</sup>	14.38 cm <sup>2</sup>	22.20 cm <sup>2</sup>
RD1(d=30cm)	A <sub>s</sub> açıklık sağlanan	X yönü	13.38 cm <sup>2</sup>	13.99 cm <sup>2</sup>	14.14 cm <sup>2</sup>
RD1(d=30cm)	A <sub>s</sub> açıklık sağlanan	Y yönü	16.90 cm <sup>2</sup>	15.39 cm <sup>2</sup>	22.36 cm <sup>2</sup>
RD1(d=30cm)	Donatı metrajı	kg	848.92	733.05	1206.8

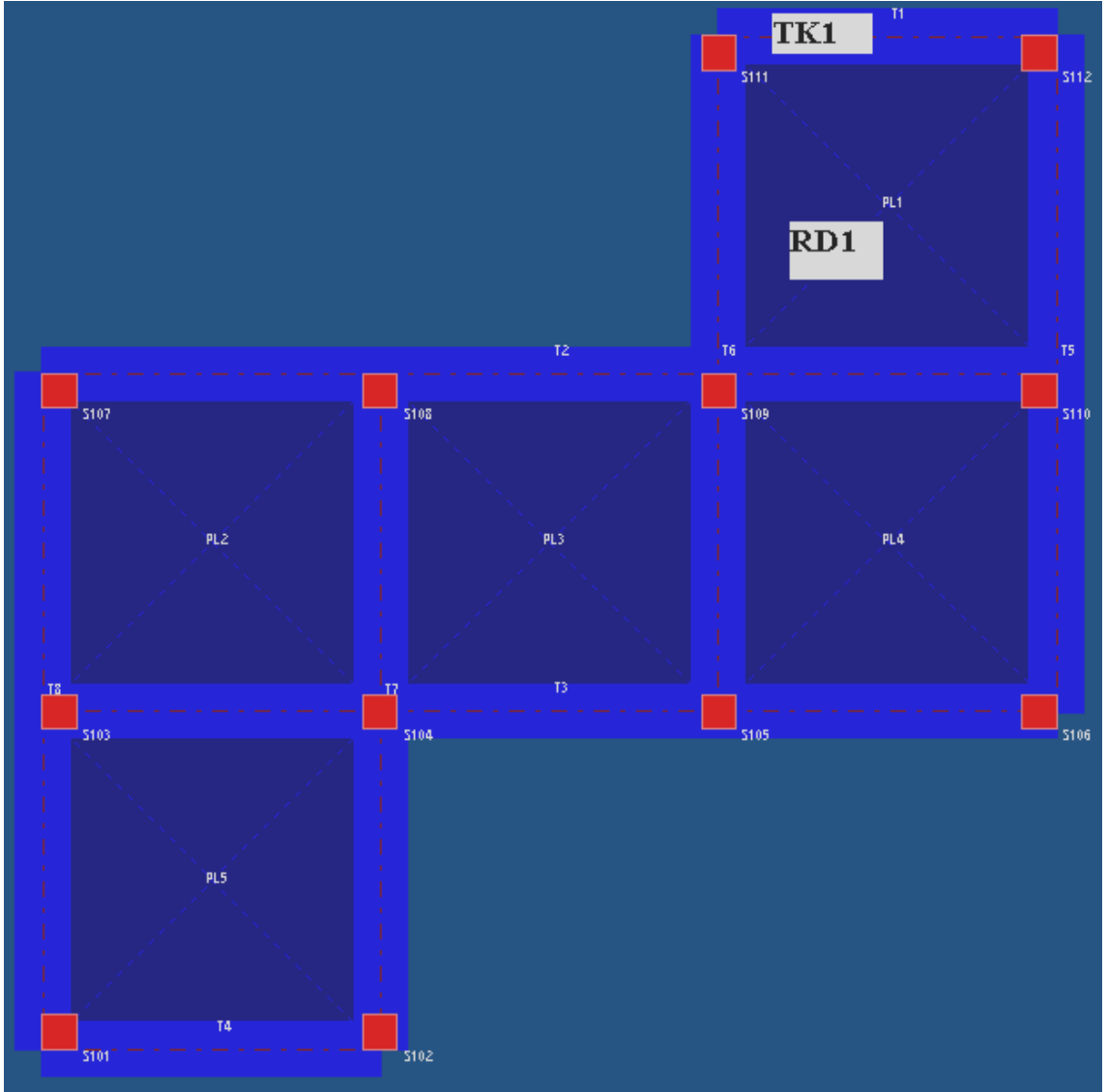
(?): Programdan değer okunamamıştır.

Probina programı sürekli temel kirişleriyle çevrili olan temel sisteminin göbek bölgelerine atılan radye döşemeler sebebiyle sürekli temel kirişlerinde zemin gerilmesi bilgisi vermemektedir. Fakat donatı metrajları incelendiğinde yaklaşık 14 kg fark bulunmuştur. Netice itibarıyla kiriş donatılarında esaslı bir farklılık gözlenmemektedir.

Radye temel sonuçları incelendiğinde İdestatik ve Sta4cad programları radye döşeme altında oluşan zemin gerilmelerini raporlamamaktadırlar. Probina programı maksimum



ve minimum zemin gerilmelerini raporlamaktadır. Örnek 5'e ait ortak temel kalıp planı Şekil 4.55'deki gibidir.



Şekil 4.55 Örnek 5'in ortak temel kalıp planı

#### 4.5 ÖRNEK 6

Örnek 6'nın ticari paket programları açısından karşılaştırılması tablolar aracılığıyla bu bölümde yapılacaktır. Örnek 6'nın ortak kalıp planı ve 3d görünümü Şekil 4.55, Şekil 4.56'daki gibidir. Örnek 6'ya ait sistem bilgisi Tablo 4.83'de verilmiştir.

**Tablo 4.83** Örnek 6 proje parametreleri

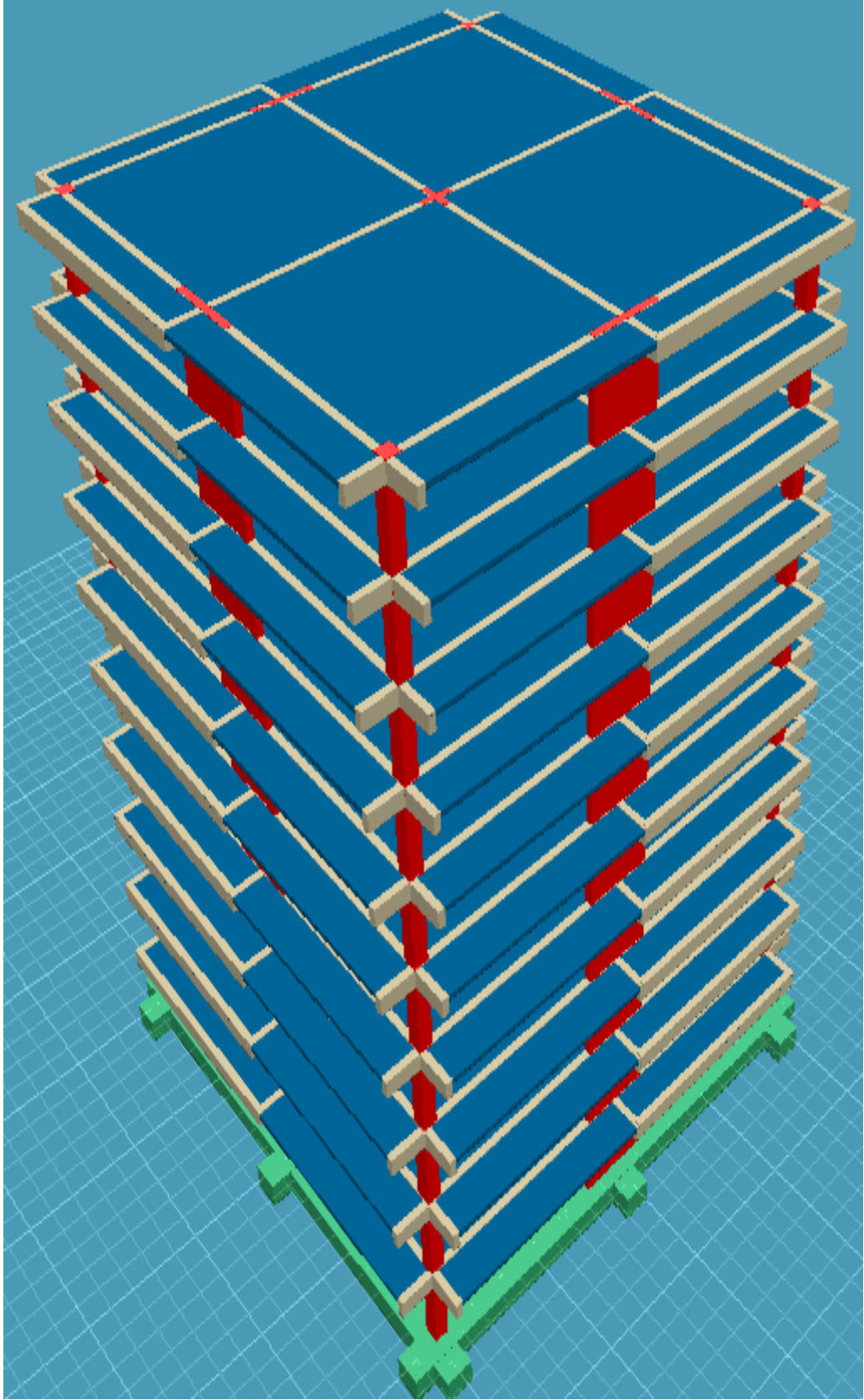
Analiz Yöntemi	Mod Birleştirme yöntemi
Deprem Bölgesi	1. Bölge
Bina Önem Katsayısı ( I )	1
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı ( R )	7
Süneklik Düzeyi	Yüksek
Zemin Hakim Periyodu( $T_0$ )	0.25
Zati Yük Faktörü	1.4
Hareketli Yük Faktörü	1.6
Beton Birim Ağırlığı ( $t / m^3$ )	2.5
Zemin Yatak Katsayısı ( $t / m^3$ )	10000
Zemin Emniyet Gerilmesi ( $t / m^2$ )	50
Zemin Sınıfı	Z2 ( $T_A=0.15$ ; $T_B=0.40$ )
Beton Sınıfı	C30
Çelik Sınıfı	ST III
Toprak Birim Ağırlığı ( $t / m^3$ )	2.1
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı	0.3
Beton Güvenlik Katsayısı	1.5
Çelik Güvenlik Katsayısı	1.15

#### Bina Bilgileri

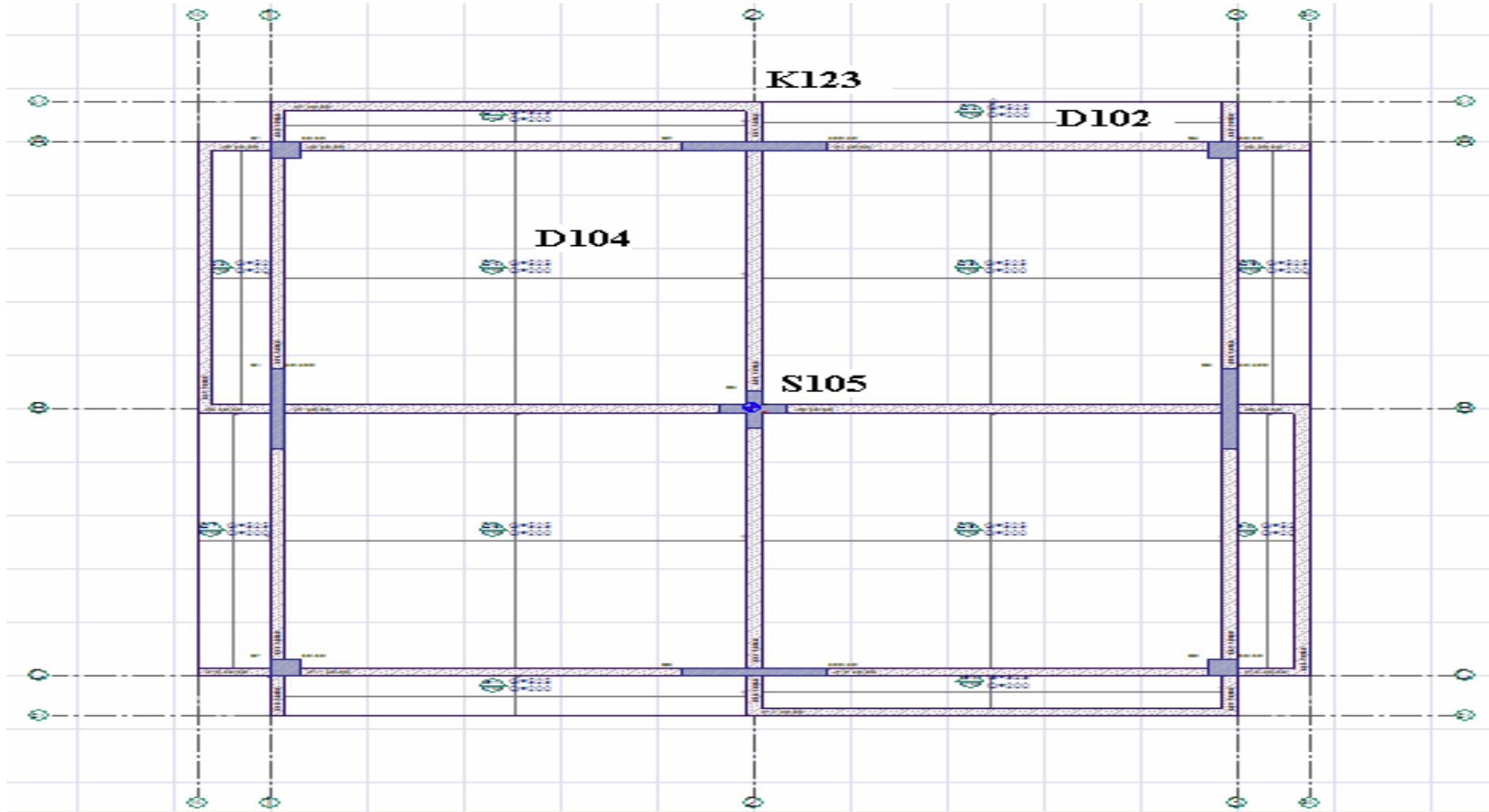
Döşeme Alanı	520 m <sup>2</sup>		
Kat adedi	10 kat		
Bodrum kat adedi	yok		
Kolon ebadı	50X50 (S1-S3-S7-S9)		
Perde ebatları	30X300 (P2-P4-P6-P8)		
		<b>Yükleme Durumu</b>	
Döşeme bilgileri	d=20 (D1-12)	$g_{\text{kaplama}}=25 \text{ kg/m}^2$	$q=200 \text{ kg/m}^2$
Kiriş ebatları	30X60 (K1-28)	$g=70 \text{ kg/m}$	$q=0$

**Tablo 4.84** Örnek 6'nın bina ağırlığı, ağırlık ve rijitlik merkezi tablosu

Programlar	Kat	Kat ağırlığı $g_i$ (ton)	Kat hareketli yükü $q_i$ (ton)	$W_i=g_i+nq_i$ Bina Ağırlığı (ton)	$x_m$ (m)	$y_m$ (m)	$x_r$ (m)	$y_r$ (m)
İdestatik	1-10	369.56	93.52	3976.17	10	10	10	10
Probina	1-10	375.83	96.91	4049.07	11.5	11.5	11.5	11.5
Sta4cad	1-10	375.86	102.87	4067.15	10	10	10	10



Şekil 4.56 Örnek 6'nın 3d görünüşü



Şekil 4.57 Örnek 6'nın ortak kalıp planı

Bina ağırlık ve rijitlik merkezi koordinatlarının tespitinde üç program incelendiğinde Probina programı koordinatları 1.5 metre farklılaşmıştır. Bunun 1.5 metre olarak tanımladığımız binanın etrafını çephe çevre saran konsol elemanlardan kaynaklandığı görülmektedir.

**Tablo 4.85** Örnek 6'ya ait yapının birinci doğal titreşim periyotları  $T_1$ (sn)

	İdestatik	Probina	Sta4cad
X YÖNÜ	1.578	1.331	1.169
Y YÖNÜ	1.581	1.331	1.166

**Tablo 4.86** Örnek 6'ya ait yapının taban kesme kuvvetleri  $V_t$ ,  $V_{tB}$  (ton)

	İdestatik	Probina	Sta4cad
X yönü $V_t$	189.44	225.659	246.29
X yönü $V_{tB}$	166.47	177.669 <sup>(1)</sup>	202.05
Y yönü $V_t$	189.11	225.659	246.77
Y yönü $V_{tB}$	166.32	177.669 <sup>(1)</sup>	202.05

$V_t^{(1)}$ : $\Sigma F_{ix}=262.41$  t;  $\Sigma F_{iy}=262.41$  t

**Tablo 4.87** Örnek 6'ya ait yapının X ve Y yönü kat deprem yükleri  $F_i$  (ton)

Kat No	X YÖNÜ			Y YÖNÜ		
	İdestatik	Probina	Sta4cad	İdestatik	Probina	Sta4cad
10	30.151	45.096	53.467	30.123	45.096	53.467
9	27.165	33.140	32.424	27.140	33.140	32.424
8	24.174	24.997	23.443	24.152	24.997	23.443
7	21.196	24.772	18.053	21.177	24.772	18.053
6	18.179	29.179	15.546	18.162	29.179	15.546
5	15.180	31.937	14.905	15.166	31.937	14.905
4	12.154	30.180	14.615	12.143	30.180	14.615
3	9.124	23.751	13.295	9.116	23.751	13.295
2	6.096	14.339	10.343	6.091	14.339	10.343
1	3.048	5.022	5.966	3.045	5.022	5.966

**Tablo 4.88** Örnek 6'ya ait yapının tüm iç kuvvet ve yer değiştirmelerini büyütme katsayısı

	İdestatik	Probina	Sta4cad
X yönü $\beta V_t / V_{tB}$	1.14	1.14	1.09
Y yönü $\beta V_t / V_{tB}$	1.02	1.14	1.09
$\beta$	0.9	0.9	0.9

**Tablo 4.89** Örnek 6'ya ait yapının 2. mertebe etkileri 1.deprem yüklemesi için  $\theta_i \leq 0.12$

Kat No	X YÖNÜ			Y YÖNÜ		
	İdestatik	Probina	Sta4cad	İdestatik	Probina	Sta4cad
10	0.0203	0.0100	0.0065	0.0203	0.0100	0.0065
9	0.0231	0.0128	0.0092	0.0231	0.0128	0.0092
8	0.0262	0.0160	0.0121	0.0263	0.0160	0.0121
7	0.0295	0.0187	0.0152	0.0296	0.0187	0.0152
6	0.0324	0.0202	0.0179	0.0325	0.0202	0.0179
5	0.0344	0.0206	0.0200	0.0344	0.0206	0.0200
4	0.0345	0.0202	0.0207	0.0345	0.0202	0.0207
3	0.0319	0.0186	0.0197	0.0320	0.0186	0.0197
2	0.0250	0.0149	0.0159	0.0251	0.0149	0.0159
1	0.0115	0.0073	0.0076	0.0115	0.0073	0.0076

**Tablo 4.90** Örnek 6'ya ait yapının düzensizlik kontrolleri

Düzensizlik	İdestatik	Probina	Sta4cad	Sonuç
A1( $\eta_{bi} < 1.2$ )	1.08 < 1.2	1.16 < 1.2	1.08 < 1.2	Mevcut Değildir.
A2	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.
A3	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.
A4	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.
B1( $\eta_{ci} < 0.8$ )	1 > 0.8	1 > 0.8	1 > 0.8	Mevcut Değildir.
B2( $\eta_{ki} < 1.5$ )	1.08 < 1.5	1.11 < 1.5	1.13 < 1.5	Mevcut Değildir.
B3	yok	yok	yok	Mevcut Değildir.

**Tablo 4.91** Örnek 6’da güçlü kolonların kat kesme güvenliği kontrolü  $V_s/V_k > 0.7$ 

Kat No	İdestatik	Probina	Sta4cad	Kontrol
1-10	$\alpha_x, \alpha_y = 1$	$\alpha_x, \alpha_y = 1$	$\alpha_x, \alpha_y = 1$	$V_s/V_k > 0.7$

**Tablo 4.92** Örnek 6’nın devrilme momenti kontrolü ( $\alpha_m$ )

	İdestatik	Probina	Sta4cad
X yönü $\alpha_m$	0.395	0.22	0.55
Y yönü $\alpha_m$	0.395	0.22	0.55
$\alpha_m < 0.75$	$0.395 < 0.75$	$0.22 < 0.75$	$0.55 < 0.75$

Devrilme momenti katsayısı  $\alpha_m$  ‘in her üç programda da farklı bulunmasının nedeni katlara etkiyen deprem kuvvetlerinin her üç programda da farklı bulunmasından kaynaklanmaktadır. Toplam perde moment sonuçları da üç program için farklı değerlerde bulunmuştur (Tablo 4.92).

**Tablo 4.93** Örnek 6’ya ait yapının kat deplasmanları  $\delta_x, \delta_y$  (m)

Kat No	X YÖNÜ			Y YÖNÜ		
	İdestatik	Probina	Sta4cad	İdestatik	Probina	Sta4cad
10	0.0487	0.0332	0.0339	0.0487	0.0332	0.0339
9	0.0440	0.0304	0.0310	0.0440	0.0304	0.0311
8	0.0389	0.0272	0.0278	0.0389	0.0272	0.0278
7	0.0334	0.0237	0.0242	0.0334	0.0237	0.0243
6	0.0275	0.0198	0.0203	0.0275	0.0198	0.0203
5	0.0215	0.0158	0.0161	0.0214	0.0158	0.0162
4	0.0154	0.0116	0.0119	0.0154	0.0116	0.0119
3	0.0098	0.0076	0.0077	0.0098	0.0076	0.0077
2	0.0049	0.0039	0.0040	0.0049	0.0039	0.0040
1	0.0014	0.0012	0.0012	0.0014	0.0012	0.0012

- **Döşeme Sonuçları**

**Tablo 4.94** Örnek 6’da D104 döşeme eleman sonuçları

Eleman Adı	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
D104	M <sub>ack</sub> x yönü (t m)	1.4g+1.6q	2.30	2.41	3.11
D104	M <sub>ack</sub> y yönü (t m)	1.4g+1.6q	2.30	2.41	3.11
D104	Minimum h <sub>f</sub>	cm	-	20.5	+
D104	Donatı x yönü	Pilye, düz	Ø8/21, Ø8/21	Ø8/26, Ø8/26	Ø8/20, Ø8/20
D104	Donatı y yönü	Pilye, düz	Ø8/21, Ø8/21	Ø8/26, Ø8/24	Ø8/20, Ø8/20
D104	Sol,sağ ilave x yönü	1.4g+1.6q	Ø8/15;yok	Ø8/18; Ø8/40	Yok, Ø10/26
D104	üst,alt ilave y yönü	1.4g+1.6q	Ø8/15; Ø8/13	Ø8/20; Ø8/40	Yok, Ø10/26
D104	A <sub>s</sub> açıklık gerekli	X yönü	4.62 cm <sup>2</sup>	3.72 cm <sup>2</sup>	4.87 cm <sup>2</sup>
D104	A <sub>s</sub> açıklık gerekli	Y yönü	4.62 cm <sup>2</sup>	3.9 cm <sup>2</sup>	4.87 cm <sup>2</sup>
D104	A <sub>s</sub> açıklık sağlanan	X yönü	4.78 cm <sup>2</sup>	3.87 cm <sup>2</sup>	5.03 cm <sup>2</sup>
D104	A <sub>s</sub> açıklık sağlanan	Y yönü	4.78 cm <sup>2</sup>	4.03 cm <sup>2</sup>	5.03 cm <sup>2</sup>
D104	Donatı metrajı	kg	1142.68	909.51	1275.9

(+) : Program tarafından otomatik kontrol ediliyor. (-):Program tarafından otomatik kontrol edilmiyor.

- **Kiriş sonuçları**

K107 kiriş elemanının net açıklığı 9 metredir. Sehim hesabının ihmal edilebilmesi için; kiriş gövdesine ait basit donatı oranının belli bir değeri aşmaması ( $\rho_{wl} \leq \rho_{def}$ ) şartı yada Tablo 4.96’daki koşulların gerçekleşmesi gereklidir Kuyucular (2006). Fakat  $9/12=0.75$  mt dir. Buda sehim tahkikini K107 elemanı için zorunlu kılmaktadır. Sta4cad sehim hesabını döşeme ve kiriş elemanları için otomatik yapmaktadır. Diğer programlar ise bu hesabı kullanıcıya bırakmaktadır.

K123 konsol kiriş elemanı için sehim tahkiki zorunluluğu yoktur. Probina programı konsol kiriş elemanında  $V_{cr}$ ,  $V_r$ ,  $V_d$  değerlerini raporlamamaktadır. Diğer programlar bu değerleri raporlamaktadırlar.

**Tablo 4.95** Eğilmeye maruz elemanlar için sehim kontrolü gerektirmeyen (h);

	Basit mesnetli	Sürekli Yapı Elemn.	Konsol
Döşeme (kısa açıklık)	1/25	1/30	1/12
Kiriş (h)	1/10	1/12	L/5



**Tablo 4.96** Örnek 6’da K107, K123 kiriş eleman sonuçları

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
K107 30X60	G ( ton )	Toplam	2.69	1.91	2.59
K107 30X60	M <sub>i</sub> mesnet üst(t m)	Dizayn	21.43	43.71	46.74
K107 30X60	M <sub>i</sub> mesnet alt (t m)	Dizayn	0	1.29	0
K107 30X60	M <sub>ack</sub> (t m)	Dizayn	30.95	29.60	31.22
K107 30X60	M <sub>i</sub> mesnet üst (t m)	Dizayn	56.58	52	74.46
K107 30X60	M <sub>i</sub> mesnet alt (t m)	Dizayn	56.58	0.21	0
K107 30X60	Donatılandırma	düz	6Ø16	3Ø18	2Ø26
K107 30X60	Donatılandırma	pilye	3Ø18	4Ø16	1Ø26
K107 30X60	Donatılandırma	ilave	2Ø14;3Ø12	7Ø22;5Ø18	2Ø28;1Ø26
K107 30X60	Donatılandırma	gövde	2Ø14	1Ø12	2Ø12
K107 30X60	Donatılandırma	montaj	3Ø18	2Ø12	3Ø18
K107 30X60	Donatılandırma	etriye	Ø8/14/7	Ø8/9/9	Ø10/20/14
K107 30X60	V <sub>dv</sub> sol	ton	25.63	17.33	17.45
K107 30X60	V <sub>dv</sub> sağ	ton	28.38	20.38	20.82
K107 30X60	V <sub>e</sub> sol	ton	36.80	30.18	26.57
K107 30X60	M <sub>pi</sub> +M <sub>pi</sub> /I <sub>n</sub> Sol	ton	11.17	12.85	9.12
K107 30X60	M <sub>pi</sub> +M <sub>pi</sub> /I <sub>n</sub> Sağ	ton	11.16	13.2	9.31
K107 30X60	V <sub>e</sub> sağ	ton	39.54	33.58	30.12
K106-K109	Donatı metrajı	kg	838.9	836.4	911.6
Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
K123 30X60	G ( ton )	Toplam	0.717	0.63	0.52
K123 30X60	M <sub>i</sub> mesnet üst(t m)	Dizayn	2.71	2.70	0.23
K123 30X60	M <sub>i</sub> mesnet alt (t m)	Dizayn	0.304	0	0
K123 30X60	M <sub>ack</sub> (t m)	Dizayn	0	0	0
K123 30X60	M <sub>i</sub> mesnet üst (t m)	Dizayn	13.42	12.50	11.634
K123 30X60	M <sub>i</sub> mesnet alt (t m)	Dizayn	0	0	0
K123 30X60	Donatılandırma	Düz	6Ø16	2Ø12	2Ø12
K123 30X60	Donatılandırma	pilye	3Ø18	yok	yok
K123 30X60	Donatılandırma	ilave	yok	yok	Yok
K123 30X60	Donatılandırma	gövde	2Ø14	1Ø12	2Ø12
K123 30X60	Donatılandırma	montaj	3Ø18	2Ø12	3Ø18
K123 30X60	Donatılandırma	etriye	Ø8/10/10	Ø8/9/9	Ø10/19/10
K123 30X60	V <sub>c</sub>	ton	11.36	14.10	12
K123 30X60	V <sub>er</sub>	ton	14.20	?	14.9
K123 30X60	V <sub>r</sub>	ton	75.24	?	28.9
K123 30X60	V <sub>d</sub>	ton	9.64	?	8

(?): Programdan değer okunamamıştır.

- **Kolon sonuçları**

**Tablo 4.97** Örnek 6’da S105 kolon elemanı sonuçları

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
S105-poligon	N ( ton )	1.4g+1.6q	1362.65	1273.56	1141.4
S105-poligon	A <sub>s</sub> gereken	cm <sup>2</sup>	166.82	?	?
S105-poligon	A <sub>s</sub> sağlanan	cm <sup>2</sup>	168.82	?	?
S105-poligon	Donatılendirma	düşey	12Ø16, 94Ø14	?	40Ø16
S105-poligon	Donatılendirma	etriye	Ø8/16/5/10	?	Ø8/20/9

(?): Programdan değer okunamamıştır.

**Tablo 4.98** Örnek 6’da S105 poligon kolon elemanı yönetmelik kontrolleri

<b>Kolon-Kiriş Kesme Güvenliği</b>			İdeStatik	Probina	Sta4cad
S105	1.kat	V <sub>e</sub> -max > V <sub>e</sub> X yönü	1764>263	?>?	?>?
S105	1.kat	V <sub>e</sub> -max > V <sub>e</sub> Y yönü	1764>263	?>?	?>?
<b>Güçlü Kolon Kontrolü</b>			+	+	+
S105	1.kat	N <sub>d</sub> alt≤0.1Ac fck	+	+	+
S105	1.kat	N <sub>d</sub> üst≤0.1Ac fck	+	+	+
S105	1.kat	M <sub>ra</sub> +M <sub>ru</sub> ≥1.2(M <sub>ri</sub> +M <sub>ri</sub> )Majör X yönü	476.8≥113.4	?>?	403.7≥108
S105	1.kat	M <sub>ra</sub> +M <sub>ru</sub> ≥1.2(M <sub>ri</sub> +M <sub>ri</sub> )Minör X yönü	476.8≥113.4	?>?	403.7≥108
S105	1.kat	M <sub>ra</sub> +M <sub>ru</sub> ≥1.2(M <sub>ri</sub> +M <sub>ri</sub> )Majör Y yönü	476.8≥113.4	?>?	403.7≥108
S105	1.kat	M <sub>ra</sub> +M <sub>ru</sub> ≥1.2(M <sub>ri</sub> +M <sub>ri</sub> )Minör Y yönü	476.8≥113.4	?>?	403.7≥108
<b>Kolon Kesme Güvenliği V<sub>e</sub>&lt;V<sub>r</sub></b>			+	+	+
S105	1.kat	V <sub>e</sub> <V <sub>r</sub>	41.27<?	?<?	101<142
S105	1.kat	V <sub>c</sub>	0	?	0
<b>Ts 500 X.Y yönü Eleman Narinlik Etkisi</b>			+	+	+
S105	1.kat	L <sub>k</sub> =k * L <sub>n</sub> X yönü	2.2*2.4	?	0.697*2.4
S105	1.kat	L <sub>k</sub> /i≤34-12(M <sub>1</sub> /M <sub>2</sub> ) ≤40 X yönü	1.71≤40	?≤40	0.54≤40
S105	1.kat	L <sub>k}=k * L<sub>n</sub> Y yönü</sub>	2.2*2.4	?	0.697*2.4
S105	1.kat	L <sub>k</sub> /i≤34-12(M <sub>1</sub> /M <sub>2</sub> ) ≤40 Y yönü	1.71≤40	?≤40	0.54≤40
<b>Yanal Ötelenme Kontrolü φ ≤ 0.05</b>			+	+	+
1.kat x yönü	φ ≤0.05		0.0159≤0.05	0.0159≤0.05	0.0135≤0.05
1.kat y yönü	φ ≤0.05		0.0159≤0.05	0.0159≤0.05	0.0135≤0.05

(+) : Program tarafından otomatik kontrol ediliyor. ( ? ): Programdan değer okunamamıştır.

Probina programı eksenel yük 1273>1125 (0.5F<sub>ck</sub>A<sub>c</sub>) olduğu için donatı hesabı yapmamaktadır. Sta4cad programı poligonal kolonda kolon-kiriş kesme güvenliği raporu

vermemektedir. Poligonal kesitli kolonlarda sonuçlar ortak bir dilde, tutarlı bir karşılaştırmaya uygun bir şekilde verilmemiştir.

- **Kirişsiz radye temel sonuçları**

**Tablo 4.99** Örnek 6 kirişsiz radye bilgileri

Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
RD1	$\sigma_z$ max t/m <sup>2</sup>	Dizayn	63.33	62.98	39.71
RD1	Donatı x yönü	alt düz	Ø26/18	Ø22/10	Ø22/15
RD1	Donatı x yönü	üst düz	Ø14/12	Ø10/10	Ø18/18
RD1	Donatı y yönü	alt düz	Ø20/12	Ø20/11	Ø22/15
RD1	Donatı y yönü	üst düz	Ø14/12	Ø10/10	Ø16/14
S105	$V_{pr} > V_{pd}$	ton	564.6 > 1148	414.32 > 1238.8	344.7 > 1198.2
RD1	Beton metrajı	m <sup>3</sup>	264.5	252.6	264.5
RD1	Donatı metrajı	Kg	42262	32420	37954

S105 poligon kolonunun zımbalama tahkiki sonucunda üç programda farklı sonuçlar bulmuştur. Bunun nedeni  $U_p$  zımbalama çevresini üç programında farklı kabul etmesinden kaynaklanmaktadır.

Probina programı radye temel modellemesinde kolon dışında kalan konsol bölgeler için ayrı döşeme tanımlaması yapılmasını öngörmektedir. Dolayısıyla 5 döşeme için sonlu elemanlar modeli oluşturmakta ve oluşturduğu bu konsol radye döşeme elemanlarını merkezdeki RD1 döşeme elemanı ile ortak modellemektedir. Sta4cad ve İdestatik programları radye döşeme eleman modelini tek döşeme olarak modellemektedirler.

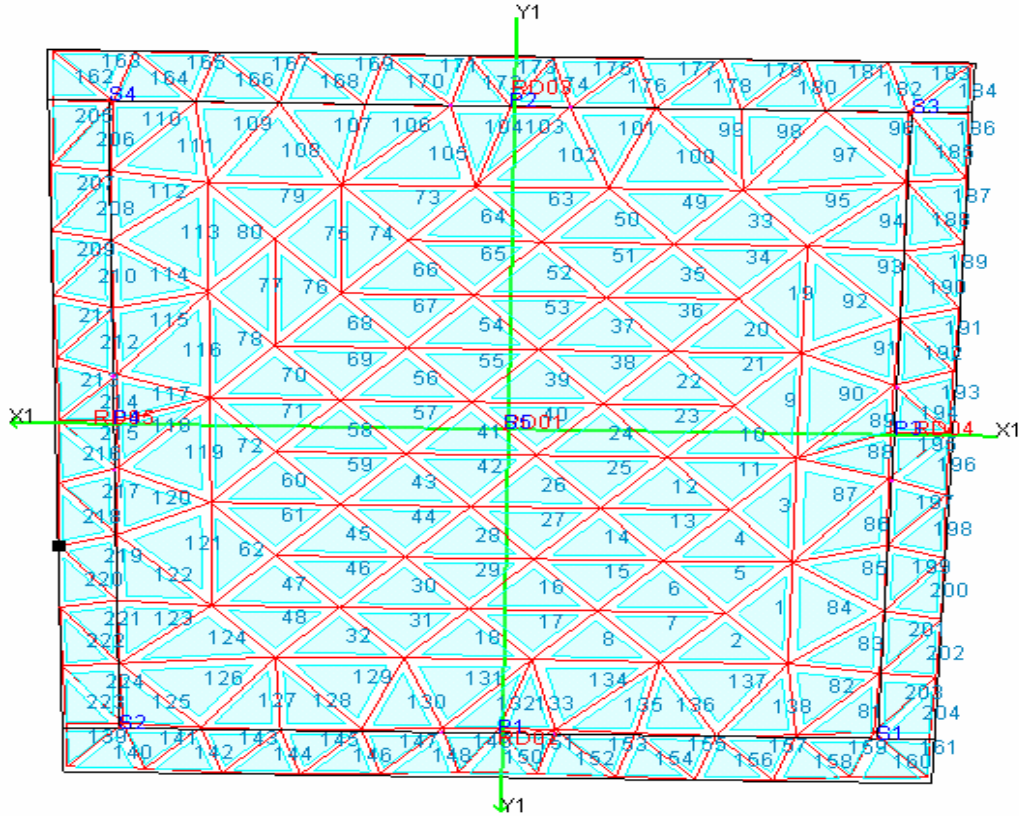
Üç programında radye döşeme sonuçlarındaki donatı detayları verilirken ilave donatılar tablolaştırılmamıştır. Metrajda ise ilave donatılar metrajda dahildir.

İdestatik programının radye temel metrajının farklılaşmasının nedeni donatı hesap akslarının kolon ve perde yakınlarından geçerek tanıtılmış olmasıdır. Hesap aksının geçtiği yere göre kirişsiz radye temel donatıları farklılaşmaktadır.

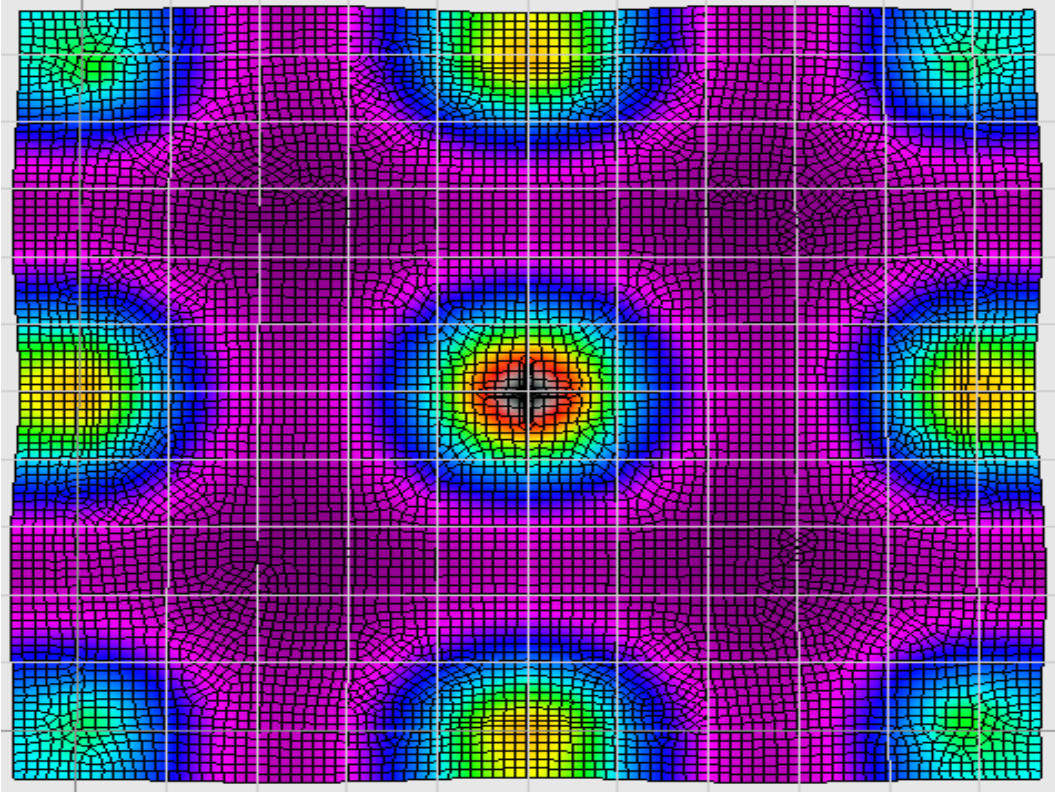
Kirişsiz radye temel ağ bilgileri Şekil 4.58 - Şekil 4.60'de görüldüğü gibidir.

1	2	4	7	11	16	22	29	37	46	56	67	79	92	106	121	137	154	172	191	211	232	254	277
3	5	8	12	17	23	30	39	47	57	68	80	93	107	122	138	155	173	192	212	233	255	278	301
6	9	13	18	24	31	39	48	58	69	81	94	108	123	139	156	174	193	213	234	256	279	302	324
10	14	19	25	32	40	49	59	70	82	95	109	124	140	157	175	194	214	235	257	280	303	325	346
15	20	26	33	41	50	60	71	83	96	110	125	141	158	176	195	215	236	258	281	304	326	347	367
21	27	34	42	51	61	72	84	97	111	126	142	159	177	196	216	237	259	282	305	327	348	368	387
28	35	43	52	62	73	85	98	112	127	143	160	178	197	217	238	260	283	306	328	349	369	388	406
36	44	53	63	74	86	99	113	128	144	161	179	198	218	239	261	284	307	329	350	370	389	407	424
45	54	64	75	87	100	114	129	145	162	180	199	219	240	262	285	308	330	351	371	390	408	425	441
55	65	76	88	101	115	130	146	163	181	200	220	241	263	286	309	331	352	372	391	409	426	442	457
66	77	89	102	116	131	147	164	182	201	221	242	264	287	310	332	353	373	392	410	427	443	458	472
78	90	103	117	132	148	165	183	202	222	243	265	288	311	333	354	374	393	411	428	444	459	473	486
91	104	118	133	149	166	184	203	223	244	266	289	312	334	355	375	394	412	429	445	460	474	487	499
105	119	134	150	167	185	204	224	245	267	290	313	335	356	376	395	413	430	446	461	475	488	500	511
120	135	151	168	186	205	225	246	268	291	314	336	357	377	396	414	431	447	462	476	489	501	512	522
136	152	169	187	206	226	247	269	292	315	337	358	378	397	415	432	448	463	477	490	502	513	523	532
153	170	188	207	227	248	270	293	316	338	359	379	398	416	433	449	464	478	491	503	514	524	533	541
171	189	208	228	249	271	294	317	339	360	380	399	417	434	450	465	479	492	504	515	525	534	542	549
190	209	229	250	272	295	318	340	361	381	400	418	435	451	466	480	493	505	516	526	535	543	550	556
210	230	251	273	296	319	341	362	382	401	419	436	452	467	481	494	506	517	527	536	544	551	557	562
231	252	274	297	320	342	363	383	402	420	437	453	468	482	495	507	518	528	537	545	552	558	563	567
253	275	298	321	343	364	384	403	421	438	454	469	483	496	508	519	529	538	546	553	559	564	568	571
276	299	322	344	365	385	404	422	439	455	470	484	497	509	520	530	539	547	554	560	565	569	572	574
300	323	345	366	386	405	423	440	456	471	485	498	510	521	531	540	548	555	561	566	570	573	575	576

Şekil 4.58 Sta4cad kirişsiz radye temel ağ bilgisi



Şekil 4.59 Probina kirişsiz radye temel ağ bilgisi



Şekil 4.60 İdestatik kirişsiz radye temel ağ bilgisi

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

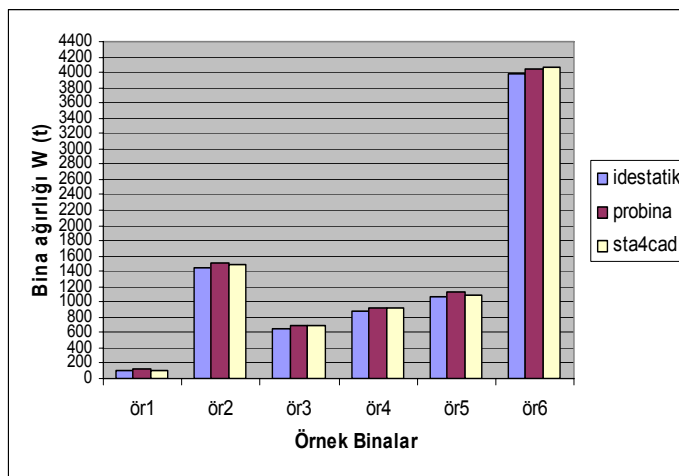
Bu yüksek lisans tezi kapsamında, üç ayrı statik-betonarme ticari paket yazılım ile altı ayrı örnek binanın betonarme tasarım projeleri ve yazılım çıktıları karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar şöylece özetlenebilir :

◆ Bu çalışmada, İdestatik V5.493, Probina V14-sp2, Sta4cad V.12 programlarının en son versiyonları ile çalışılmıştır. Türkiye deki statik-betonarme projelerin neredeyse tamamı, bu üç yazılım ile başarılmaktadır.

◆ Her üç yazılımında raporlama sistemi TS500'e ve ABYYHY (1998)'e uygundur. Ancak çıkan sonuçlar birebir aynı değildir.

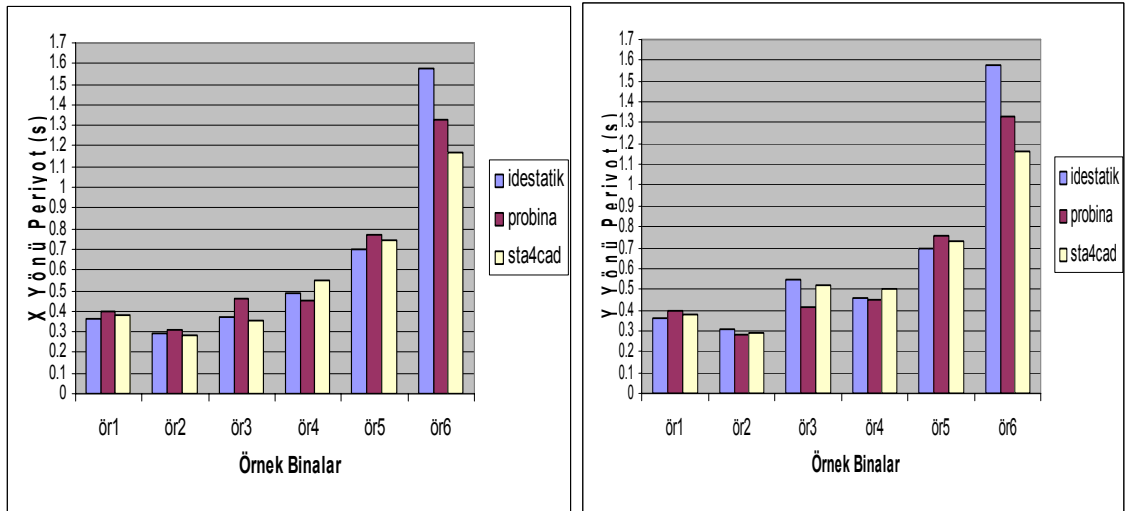
◆ Bu farklılıkları azaltmak için, çok basit simetrik sistemler, örnek problem olarak ele alındı. Yük kabul farklılıklarından kurtulmak için, sadece özyük etkisi ve deprem etkisi dikkate alındı.

◆ Hesaplanan bina ağırlıkları Şekil 5.1'deki gibi birbirleriyle birebir uyumlu bulunmuştur. Ancak duvar yükü, hareketli yük v.s. bu kadar uyumlu değildir.

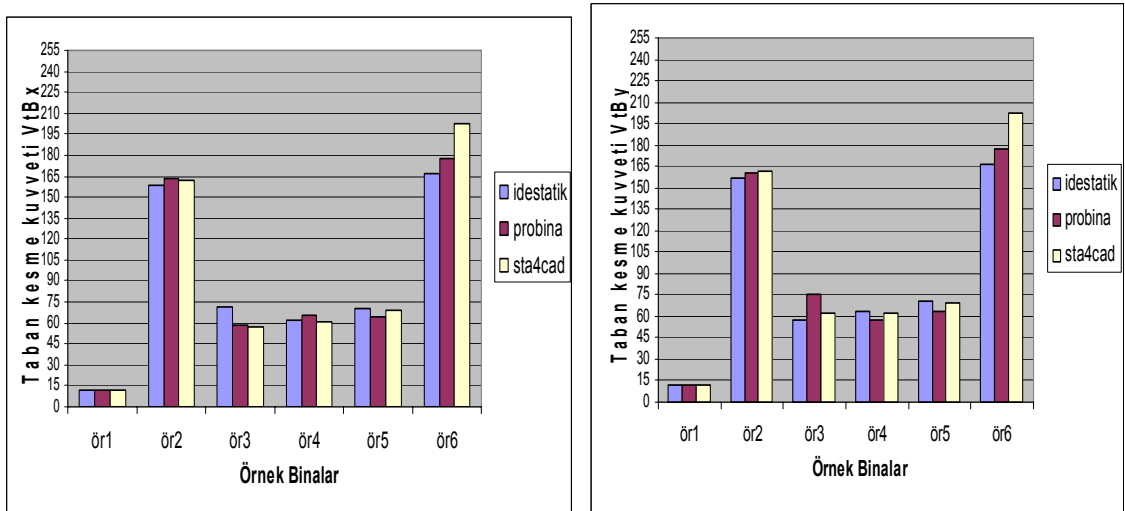


Şekil 5.1 Bina ağırlığı W (t)

◆ Her program, eleman rijitlik matrislerini kurarken farklı kabuller yapmaktadır. Hem kütlelerin hem de rijitlik matrisinin farklı oluşu, 1. Mod periyodunun ve mod birleştirme ile bulunan  $V_{TB}$  taban kesme kuvvetinin farklı olmasına yol açmaktadır. Karşılaştırma değerleri, Şekil 5.2 ve Şekil 5.3’de verilmektedir.

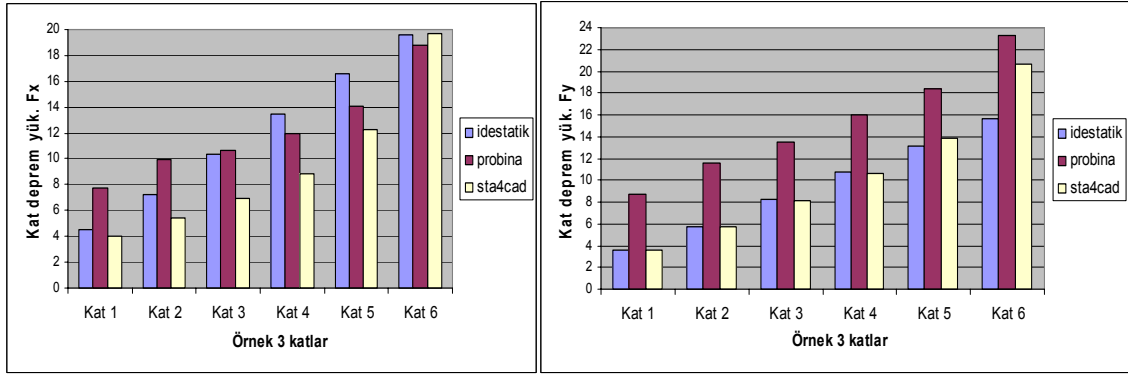


Şekil 5.2 Birinci mod için, X ve Y yönü doğal titreşim periyotları (sn)

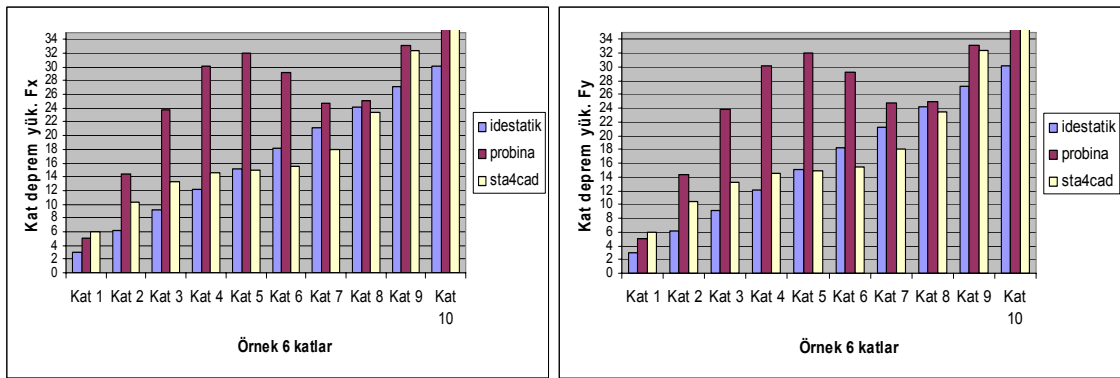


Şekil 5.3 X ve Y yönü taban kesme kuvvetleri (t)

◆  $F_i$  kat deprem kuvvetleri bazında da farklılıklar vardır. Özellikle Probina yazılımı  $V_{TB}$  toplam taban kesme kuvvetine göre olması gereken  $F_i$  yüklerini farklı vermektedir. Örnek 3 ve Örnek 6 için bu  $F_i$  değerleri Şekil 5.4 ve Şekil 5.5’deki gibidir.

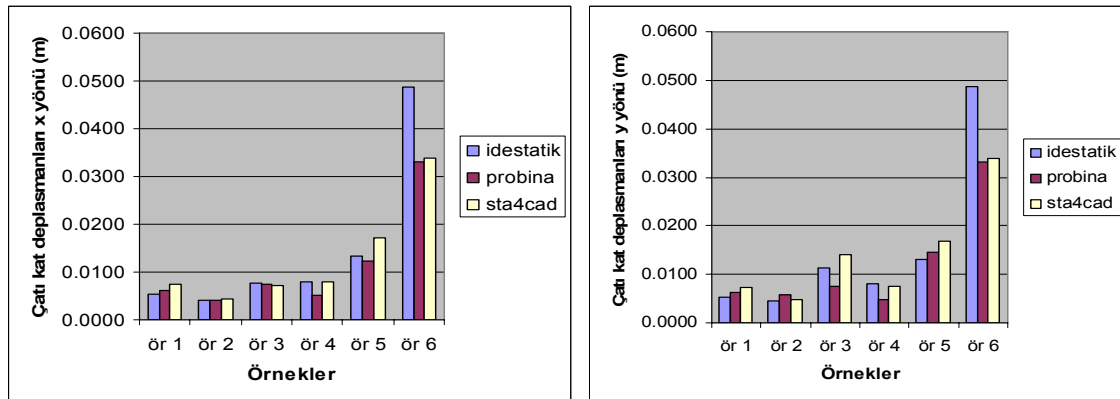


Şekil 5.4 Örnek 3 için X ve Y yönü  $F_1$  katlarına gelen deprem yükleri (t)



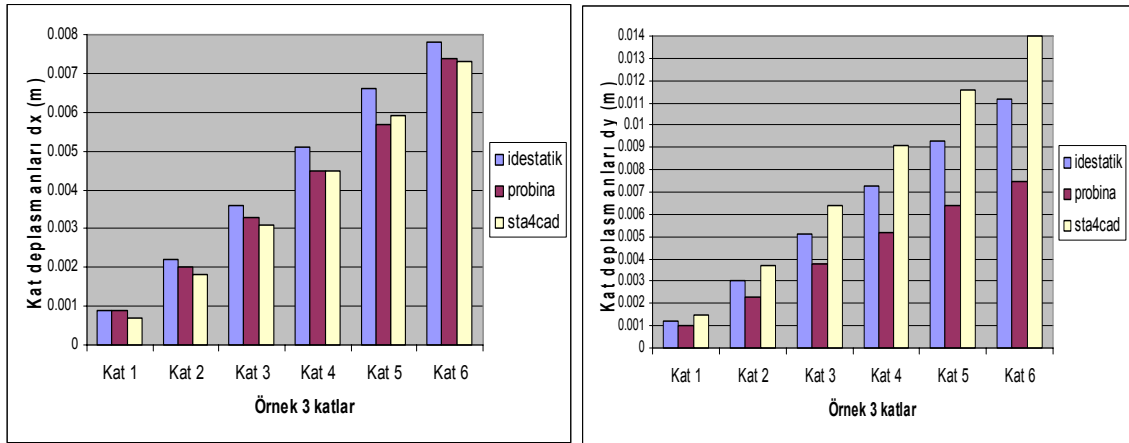
Şekil 5.5 Örnek 6 için X ve Y yönü  $F_1$  katlarına gelen deprem yükleri (t)

◆ Her üç yazılımın bulunduğu çatı katı deplasmanları da oldukça farklıdır. Bu farklılık hem yüklerden, hem de rijitlik matrisi kabul farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Şekil 5.6'da X ve Y yönü çatı katı deplasmanlarının karşılaştırılması verilmektedir. Kat deplasmanlarının bina boyunca dağılımı ise, Örnek 3 için Şekil 5.7'de ve Örnek 5 için Şekil 5.8'de verilmektedir.

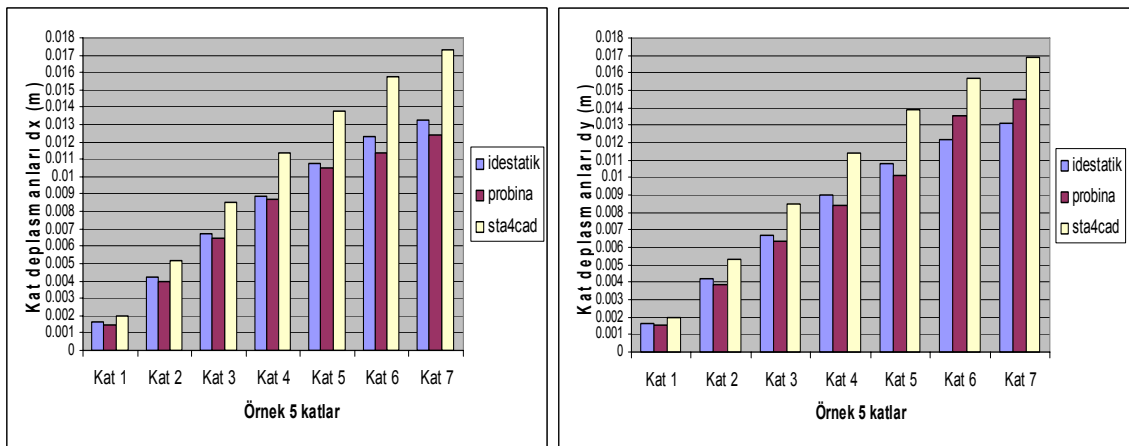


Şekil 5.6 X ve Y yönü çatı katı deplasmanları





Şekil 5.7 X ve Y yönü Örnek 3 için kat deplasmanları



Şekil 5.8 X ve Y yönü Örnek 5 için kat deplasmanları

◆ Kolon, kiriş ve döşeme boyutları, ilk girişte mühendisin tercihine bırakılmıştır. ABYYHY (1998) ve TS500 (2000)'ün tanımladığı minimum koşulların altında kesitlerin girişi yapıldığında programlar tarafından otomatik bir uyarı alınmamaktadır. Yapısal çözümlerden sonra da programlar tarafından verilen raporlar çok farklıdır. Uyarı mesajları bağlayıcı değildir. Bu hatalı ebatlara göre yapılan hesaba ait çizimler çıktı olarak alınabilmektedir. Alınan bu çizimler ve statik raporlar üzerinde de değişiklik yapılabilmektedir ( Proje rapor ön sayfasında ve müteakip her sayfasında, aynı ve değiştirilemez bir kod numarası bulunmalıdır ).

◆ Statik-betonarme programları, yönetmelik kontrollerini yapabilmektedir. Fakat sehim tahkikini sadece Sta4cad programı yapmaktadır. Yazılımların sonuçları birebir tutmadığı gibi, bazen esaslı farklılıklar karşımıza çıkmaktadır. Sözgelimi programların

birinin düzensiz kabul ettiği bir sistemi, bir diğeri düzenli kabul etmektedir. Örneklere ait düzensizlik durumlarının karşılaştırılması Tablo 5.1’de verilmiştir.

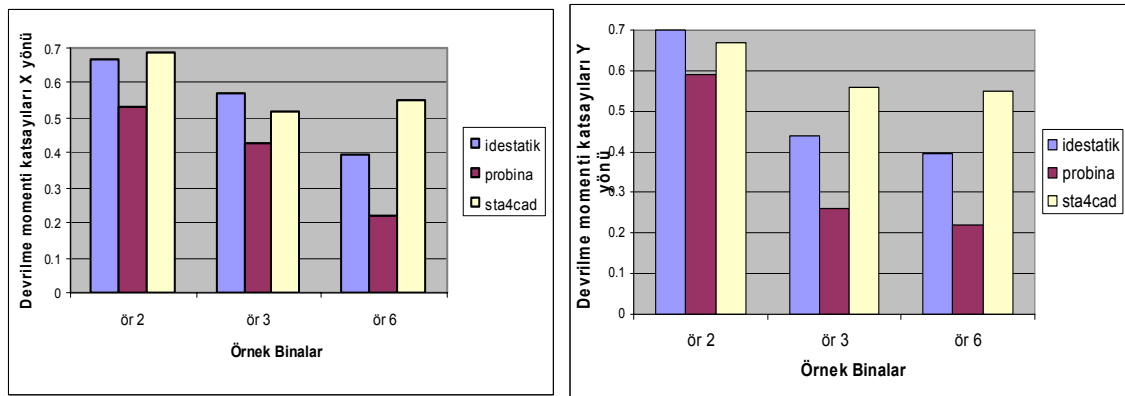
**Tablo 5.1** Örneklere ait düzensizlik durumları

Örnekler Programlar	Örnek 1			Örnek 2			Örnek 3			Örnek 4			Örnek 5			Örnek 6		
	idestatik	probina	sta4cad	idestatik	probina	sta4cad	idestatik	probina	sta4cad	idestatik	probina	sta4cad	idestatik	probina	sta4cad	idestatik	probina	sta4cad
A1	√	√	√	√	√	√	×	×	×	√	×	×	√	×	√	√	√	√
A2	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
A3	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
A4	√	√	√	√	√	√	√	√	×	√	√	√	√	√	√	√	√	√
B1	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
B2	×	×	×	√	√	√	√	√	√	×	×	×	×	×	×	√	√	√
B3	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

√ : Düzensizlik mevcut değildir. X : Düzensizlik mevcuttur.

◆ Kolon-kiriş kesme güvenliği kontrollerinde İdestatik programı, diğer programlara göre kesme kuvvetini daha fazla bulmaktadır. Bu fark, İdestatik programının mesnet bölgelerinde kullandığı donatı alanlarını, daha fazla seçmesinden kaynaklanmaktadır.

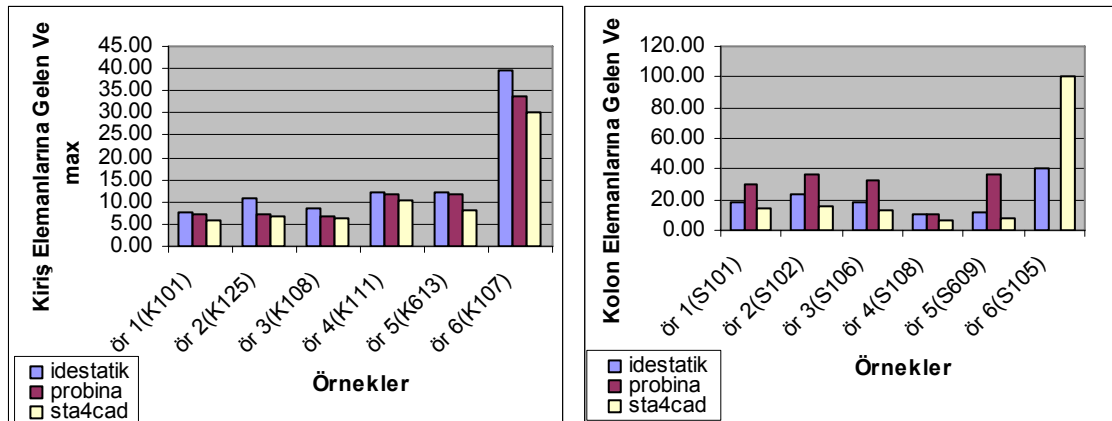
◆ Deprem yükü azaltma katsayısı R’nin seçimini etkileyen  $\alpha_m$  katsayısı, üç program tarafından çok farklı değerlerde bulunmaktadır. Perdeli olan üç örnek problem için  $\alpha_m$  değerleri Şekil 5.9’da verilmektedir.



**Şekil 5.9** Devrilme momenti katsayısı  $\alpha_m$

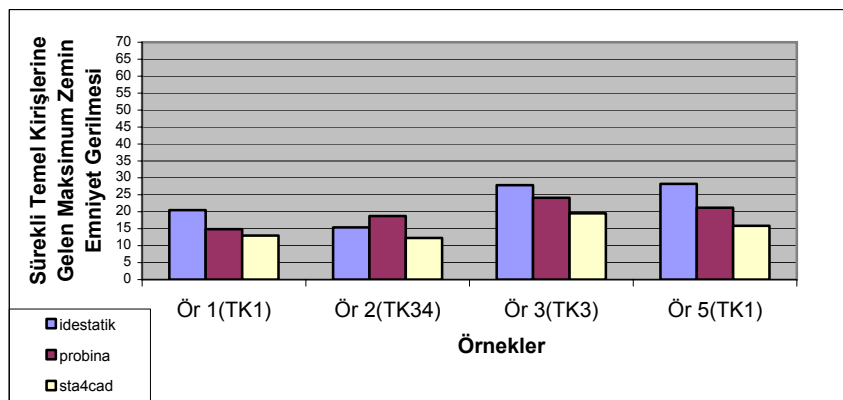
Örnekte, perde taban momentlerinin çok farklı hesap edildiği görülmektedir. Yapısal tasarım açısından hayati bir öneme sahip bu değerlerde bu kadar farklılığı kabul etmek mümkün değildir. Bu farklılık, sadece katlara gelen deprem yüklerinin farkı ile de açıklanamaz. Demek ki, üç programın perde modellemeleri ( perde eleman rijitlik matrisi ) kabullerinde de, çok esaslı farklılıklar vardır ( hangisi doğru ? ).

◆ Enine donatı hesabına esas, kolon ve kirişlerin kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması, seçilen bazı elemanlar için Şekil 5.10'da verilmektedir.

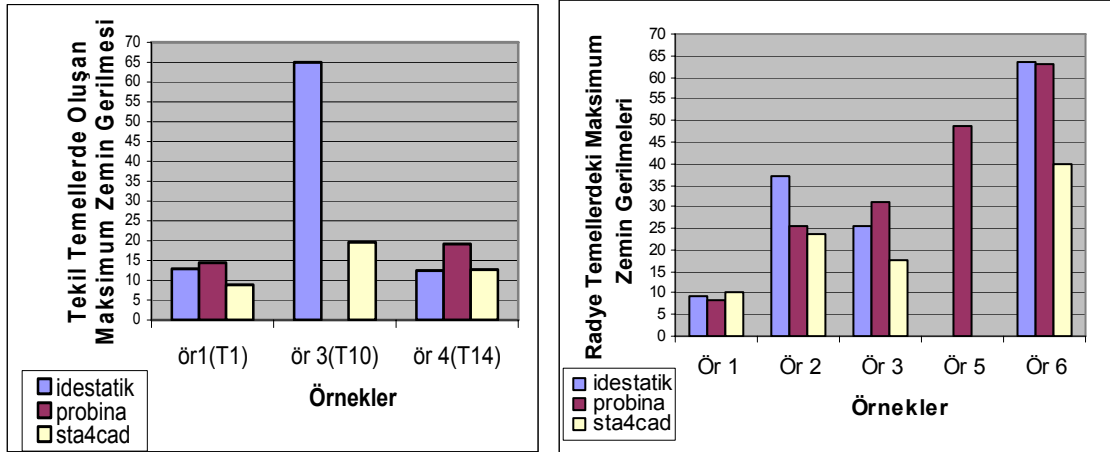


Şekil 5.10 Kolon ve kiriş elemanları kesme kuvvetleri  $V_e$

◆ Üç bilgisayar programı, aynı temel tasarımı için, çok farklı sonuçlar bulmaktadır. Özellikle sonlu elemanlar yöntemleriyle hesaplanan radye temel sistemleri için, programların otomatik ürettiği sonlu eleman ağları ( modelleri ), şekil olarak da çok farklıdır. Temellere gelen zemin gerilmeleri ve kesit tesirleri de farklıdır. Zemin gerilmelerinin karşılaştırılması Şekil 5.11'de ve Şekil 12'de verilmektedir.



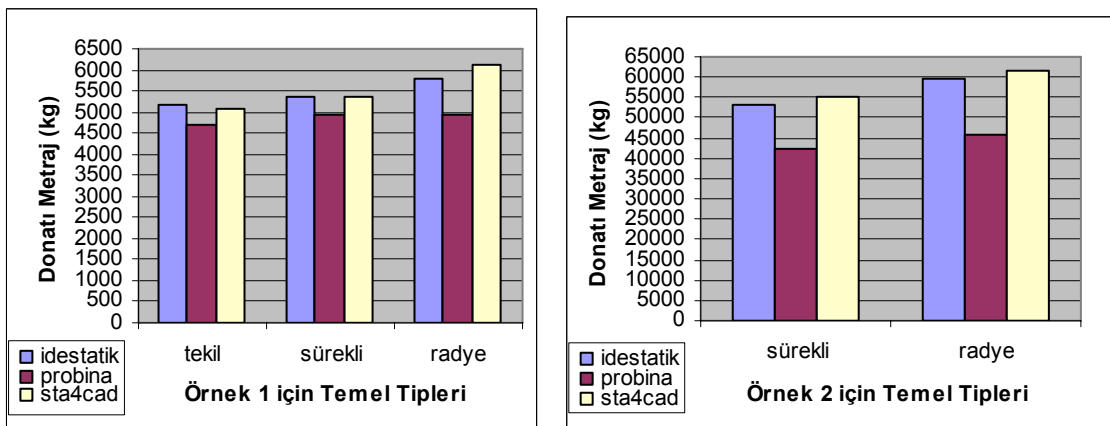
Şekil 5.11 Temel kirişleri altındaki zemin gerilmeleri



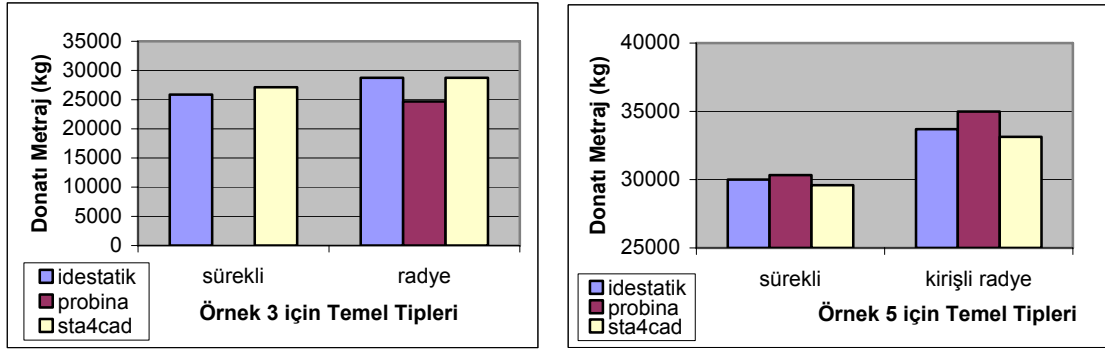
Şekil 5.12 Temel kirişleri altındaki zemin gerilmeleri

◆ Perde elemanlarının altına tanımlanacak temeller konusunda, üç programda ortak bir tutarlılık yoktur. Ortogonal olmayan örnek 3'ün temel sisteminin sonuçlarında ise, bu tutarsızlık, daha bir artmaktadır ( üç programın sonuçları çok daha farklıdır ).

◆ Programların metraj modülleri, statik hesap ve çizim modülleriyle entegre bir şekilde çalışmaktadır. Beton metrajında dahi, üç yazılım arasında, bire bir uyum yoktur. Çizim ( donatı ) metrajının sonuçları ise, detaylı bir şekilde pozlandırarak kullanıcıya rapor şeklinde sunulmaktadır. Fakat ortogonal olmayan durumlarda, donatı metrajı farklılıkları da artmaktadır. Ayrıca programların çizim editörlerinde konstrüktif olarak atılan donatıların metrajı da kullanıcıya bırakılmaktadır. Örnekler için bulunan donatı metrajları, Şekil 5.13 ve Şekil 5.14'de verilmektedir.



Şekil 5.13 Örnek 1 ve Örnek 2 için metraj karşılaştırmaları



**Şekil 5.14** Örnek 3 ve Örnek 5 için metraj karşılaştırmaları

◆ Statik-betonarme programlarla hazırlanan uygulama projelerinin çoğu, kısa bir sürede ( alternatif çözümlere gitmeden ) hazırlanmaktadır. Kullanıcı hatalarına da açık olan bu sofistike programların kullanım kılavuzları, mecburen hayli kapsamlı verilmektedir. Fakat buna ait ayrıntılı bir eğitim hizmetinin eksik kaldığı da bellidir. Program sonuçlarında oluşacak anormalliklere yol açacak kullanıcı hatalarına (ki onlarca hatalı giriş örneklenebilir), tezin genel amacından sapacağı düşüncesiyle burada örneklenmemiştir.

Yukarıda özetlenen, programların sonuçları arasındaki esaslı farklılıklar ise, böyle oluşmamıştır ( kullanıcı hatası yoktur ). Uygulamacı mühendislerin ve denetim elemanlarının neredeyse tamamı, bu esaslı çelişkilerin farkındadır. Aynı programın farklı versiyonları da, aynı örnek için, çok farklı sonuçlar verebilmektedir. Buna rağmen her yazılım firması, kendi değerini hatasız ( esas ) değer kabul etmektedir. Çünkü her bir yazılımın referans test problemi de farklı farklıdır. Merkezi bir otoritenin (Bakanlık, İMO), bazı ortak tasarım problemleri için, yazılımların en son versiyonlarını belli aralıklarla test etmesi ( ve bulunan sonuçları ilgililere duyurması ) gereklidir.

◆ Statik-betonarme yazılımlarına ait kullanıcı hataları, tecrübe yetersizliğinden, teorik bilgi eksikliğinden ve yönetmeliği tam bilmemekten kaynaklanabilir. Ancak çok daha vahim ve yaygın hatalar, statik – betonarme açıdan kusurlu bir mimari tasarımdan kaynaklanmaktadır. Birçok mimar, hatalı kusurlu mevcut örneklerden edindiği yargılar ile, daha korumacı bir statik-betonarme tasarıma karşı çıkmaktadır ( kendi kusurlu ön tasarımını savunmaktadır ).

◆ Bilgisayar oyunu gibi kullanılan programlar ve düşünce ürünü olmayan sağlıksız tasarımlar, çok ters sonuçları doğurabilir. Bilgisayar programlarının getirdiği kolaylıklar şüphesiz proje sektörünün yükünü almıştır. Fakat yaptıklarını sorgulamayan bilgisiz ve sorumsuz mühendisler e fırsat ve cesaret verdiği de ortadadır.

## KAYNAKLAR

- ABYYHY, (1998) “ Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik ”, **İnşaat mühendisleri Odası İzmir Şubesi**, İzmir, 85s.
- Amasralı, S., (2000) “ Sta4-Cad Ver 8.1 Kullanma Kılavuzu”, **Tasarım matbaacılık**, İstanbul, 208s.
- Bağcı, M. (2004) ” İnşaat Paket Programlarının Yeni Deprem Yönetmeliği Bakımından İncelenmesi ”. **Teknokrat- İMO**, Manisa, 15s.
- Celep, Z. ve Kumbasar, N., (2000), “Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı” ,**Beta Dağıtım**, İstanbul, 344s.
- Celep, Z. ve Kumbasar, N., (1998), “Betonarme Yapılar” ,**Beta Dağıtım**, İstanbul, 888s.
- Çakıroğlu, A. ve Özmen, G., (1979), “Ortogonal Olmayan Çerçevelerden Oluşan Yapılar için Geliştirilmiş Muto Yöntemi”, **İ.T.Ü. Dergisi**, 37 (2): s 25-34.
- İde Statik (2006), “İdeSTATİK, IDS / NC Kullanım Kitabı”, **İde Yapı Ltd. Şti**, Bursa, 810s.
- Kuyucular, A. (2006), “Betonarme Yapılar “ , **Tuğra Matbaası** , Denizli, 224s.
- Özmen, G., (1978), “Ortogonal Taşıyıcı Sistemlerden Oluşan Çok Katlı Yapıların Yatay Yüklere Göre Hesabı”, **İ.T.Ü. Dergisi**, 36 (1) : s 25-34.
- Prota Bilgisayar (2006) “Probina Orion Kullanım Kılavuzu” **Prota Bilgisayar A.Ş.** Ankara, 360s.
- TS500, (2000), “Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları”, **Türk Standartları Enstitüsü**, Ankara, 67s.
- Wilson, E.L., (1970), “SOLID SAP-A Statik Analysis Program for Three Dimensional Solid Structures”, **Report No. UC SESM 70-20, Structural Engineering Laboratory**, University of California, Berkeley.
- Wilson, E.L. (1985). “A New Method of Dynamic Analysis for Linear and Non-Linear Systems,” **Finite Elements in Analysis and Design**, 1 :s21–23.
- Zorbozan, M., (1981),”Direkt Deplasman Metodu ile Ortogonal Taşıyıcı Sistemlerden oluşan Çok Katlı Yapıların Yatay Yüklere Göre Hesabı için Bir EHM Programı YAYOI”, **İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi**, İstanbul, 76s.

Zorbozan, M., (1983), "Ortogonal Olmayan Taşıyıcı Sistemlerden Oluşan Çok Katlı Yapıların Yatay Yüklere Göre Hesabı için Bir Yöntem", Doktora Tezi, ***İ.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü***, İstanbul, 137s.



## ÖZGEÇMİŞ

Adı, Soyadı : Ömer Ömür KANDAK

Ana Adı : Feriştah

Baba Adı : Durmuş

Doğum Yeri ve Tarihi : ANKARA/ 22.04.1978

Lisans : Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 2000

Çalıştığı Yer : Ömür Mühendislik Cumhuriyet cd. Eskiciler sk. Milas/ Muğla

Yabancı Dil : İngilizce