ISSN 1019-1011

Ç.Ü.MÜH.MİM.FAK.DERGİSİ Haziran 2004 Ç.Ü.J.FAC.ENG.ARCH.
CİLT.19 SAYI.1 June VOL.19 NO.1

İDESTATİK HAZIR PROGRAMININ 1998 DEPREM YÖNETMELİĞİ BAKIMINDAN İRDELENMESİ

Koray İÇÖZ ve Beytullah TEMEL
Ç.Ü., İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET : *Bu çalışmada inşaat mühendisliği bina proje bürolarında kullanılan İDESTATİK bilgisayar programının deprem yönetmeliği analiz hesapları bakımından irdelenmesi yapılmaktadır. Önce çeşitli bina taşıyıcı sistemleri SAP2000 ile çözülmüştür. Kesin olduğu garanti edilen bu sonuçlar ile İDESTATİK programı sonuçları karşılaştırılarak irdeleme yapılmıştır. Ayrıca İDESTATİK programının dayandığı ileri sürülen teorik temeller de incelenmiştir. Böylece deprem yönetmeliğinin analiz hesaplarında belirtilen hususların İDESTATİK programı tarafından ne ölçüde yerine getirildiği araştırılmaktadır.*

INVESTIGATION OF IDESTATIK COMPUTER PROGRAM IN TERMS OF TURKISH EARTHQUAKE CODE

ABSTRACT : *In this study, the popular IDESTATIK computer program which is used in building project offices is investigated in terms of the analysis aspect of Turkish Earthquake Code. To begin with several building structural systems are solved by SAP2000 which is well known general purpose structural computer program. These results are than compared with those obtained by IDESTATIK program. In addition to this, the theory on which the IDESTATIK program is claimed to be based on is also studied. Therefore, to what extend the analysis aspect of Turkish Earthquake Code is fulfilled by the popular IDESTATIK computer program is investigated.*

1. GİRİŞ

Ocak 1998 tarihinde yürürlüğe girmiş olan Türk Deprem Yönetmeliği (TDY98), kat döşemelerinin rijit diyafram olarak modellenmesi için getirilen koşullar, planda ve düşeyde düzensizlik durumları ve kontrolleri, göreli kat ötelemeleri, ikinci mertebe etkileri, Mod Birleştirme Yöntemi, Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi gibi birçok olumlu yeniliği beraberinde getirmiştir. Ayrıca bina analizinin üç boyutlu yapılması zorunluluğu da bu olumlu gelişmeler arasındadır.

Bu işlemlerin hepsini veya belli bir kısmını pratik bir şekilde çözümleyen paket programlan kullanmak bir zorunluluk haline gelmiştir. Ülkemizde, bu ihtiyaca karşılık vermek amacıyla yazılmış ve kullanılmakta olan İDESTATİK, PROBİNA, STA4-CAD gibi çeşitli paket programlar bulunmaktadır. Bu tip programlar veri girişini ve çıkışını çok basitleştirmişlerdir. Bu paket programlar kullanılarak hazırlanan projelerin denetimleri, modeldeki veri eksikliğini veya programın şartnamelere uygunluğunu kontrolden öteye gidememektedir. Ülkemizde bu tip programların yeterliliği konusunda henüz bir standart oluşmadığından, paket programların, TDY98 ve diğer yönetmeliklerdeki şartları sağlayıp sağlamadığı araştırılmalıdır. Bu amaçla SAP2000, ANSYS gibi güvenilir programlar yardımıyla proje bürolarında kullanılan paket programların denetimi yapılabilir. Bu denetimlerde göz önüne alınması gereken hususlar aşağıdaki gibi sıralanabilir .

a) Programın dayandığı teoriler, yapı statiği, yapı dinamiği, betonarme ve deprem mühendisliği esaslarına uygun olmalıdır .

b) Program, ilgili yönetmeliklere uygun olmalıdır (TDY98, TS500, TS498 gibi). Özellikle, yeni deprem yönetmeliğinde belirtilen, hesaplarda çeşitli düşey yük kombinasyonları ve 4 adet deprem yüklemesi ile 4 adet rüzgar yüklemesi altında binanın 3 boyutlu analizinin yapılması, burulma düzensizliği, yumuşak kat ve zayıf kat düzensizlikleri, göreli öteleme ve ikinci mertebe etkileri gibi kontrollerin tümünü yapabilmelidir .

c) Binanın, analizinden elde edilecek kesit tesirleri bir yerde saklanmalı ve taşıma gücü yönteminde en elverişsiz etkiyi verecek şekilde birleştirilmelidir .

d) Kolon-kiriş ve perde-kiriş birleşim yerlerindeki rijit bölgeler göz önüne alınmalıdır. Ayrıca teçhizat hesabında, kirişlerin perdeye (veya kolona) saplandığı yerdeki azaltılmış kesit tesirleri kullanılmalıdır .

2. MOD BİRLEŞTİRME YÖNTEMİ

Bu yöntem, yapının her bir serbest titreşim modunun, deprem hareketine olan etkisinin ayrı ayrı elde edilip sonra uygun bir şekilde birleştirilmesi esasına dayanır.

Adım 1: Kat kütleleri TDY98 Denk 6.7.1.2' ye göre hesaplanır. Hesaplanan kat kütleleri (m_i) ve kütlesel dönme atalet momentleri ($m\theta_i$) her bir katta, binanın deprem doğrultusuna dik boyunun ± %5' i kadar (TDY98 6.8.2.1) kaydırılmış kütle merkezlerinde tanımlandıktan sonra üç boyutlu serbest titreşim analizi yapılarak binanın titreşim periyot ve modları bulunur.

$m\theta_i$: Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalışması durumunda, i' inci katın kaydırılmamış kütle merkezinden geçen düşey eksene göre kütlesel dönme atalet momenti.

Adım 2: Hesaba katılacak mod sayısının belirlenmesi amacıyla aşağıdaki denklemlerle her bir mod için etkin kütle oranları hesaplanır.

$$M_r = \sum_{i=1}^{N} (m_i.\Phi_{xir}^2 + m_i.\Phi_{yir}^2 + m_i.\Phi_{\theta ir}^2) \quad (1)$$

$$\sum_{r=1}^{Y} M_{xr} = \frac{\sum_{r=1}^{Y}\{[\sum_{i=1}^{N}(m_i.\Phi_{xir})]^2/M_r\}}{\sum_{r=1}^{N} m_i} \geq 0.90 \quad (2a)$$

$$\sum_{r=1}^{Y} M_{yr} = \frac{\sum_{r=1}^{Y}\{[\sum_{i=1}^{N}(m_i.\Phi_{yir})]^2/M_r\}}{\sum_{r=1}^{N} m_i} \geq 0.90 \quad (2b)$$

Burada,

Φ_{xir} : Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, r'inci mod şeklinin i'inci katta x ekseni doğrultusundaki yatay bileşeni,

Φ_{yir} : Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, r'inci mod şeklinin i'inci katta y ekseni doğrultusundaki yatay bileşeni,

$\Phi_{\theta ir}$: Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, r' inci mod şeklinin i'inci katta düşey eksen etrafındaki dönme bileşenidir.

Etkin kütle oranlarının hesabında TDY98' de belirtilen yukarıdaki üç denklem dışında Clough and Penzien (1993)'de belirtilen ve aynı sonuçları veren aşağıdaki denklemler de kullanılabilir. Buna göre, önce mod şekil vektörleri ve sistem kütle matrisi kullanılarak her bir mod için katılım faktörü $\alpha_i=\{\Phi_i\}^T[M]\{r\}$ bulunur ve modal kütle $M_i=\{\Phi_i\}^T[M]\{\Phi_i\}=1$ olacak şekilde normalize edilirse toplam i' inci etkin kütle, aşağıdaki bağıntı ile ifade edilebilir. Burada $\{\Phi_i\}$, i' inci modal vektörü göstermektedir.

$$M_{ei}=\frac{\alpha_i^2}{M_i} \quad (3)$$

Toplam etkin kütle ise her bir kat için bulunan etkin kütlelerin toplanması ile elde edilir.

$$M_{ei}=\frac{\alpha_1^2}{M_1}+\frac{\alpha_2^2}{M_2}+.....+\frac{\alpha_i^2}{M_i}=\sum M_{ei}=\sum_{i=1}^{Y}\alpha_i^2 \quad (4)$$

Burada Y, göz önüne alınan mod sayısını göstermektedir. Bulunan toplam etkin kütle, binanın kütlesine bölündüğünde etkin kütle oranı tespit edilmiş olur.

$$\frac{M_{ei}}{M_T} = \frac{\alpha_i^2}{\sum_{j=1}^{N} m_j} \qquad (5)$$

Adım 3: Her bir mod için hesaplanan etkin kütle oranlarının kümülatif toplamının 0.90'dan büyük olması ve etkin kütlesi, bina toplam kütlesinin %5'inden büyük olan tüm modların hesaba alınması şartını göz önüne alarak, hesaba katılması gereken yeterli titreşim mod sayısı (Y) belirlenir. (TDY98 6.8.3.1)

Adım 4: Yerel zemin koşullarına ve r'inci bina doğal periyoduna bağlı olarak TDY98 Denk 6.2'ye göre Spektrum Katsayıları $S(T_r)$ hesaplanır.

Spektrum Katsayıları kullanılarak TDY98 Denk 6.1' de Spektral İvme Katsayıları $A(T_r)$ belirlenir.

Taşıyıcı sistem Davranış Katsayısı'na (R) ve binanın r'inci doğal titreşim periyodu, T_r'ye bağlı olarak TDY98 Denk 6.3'e göre Deprem Yükü Azaltma Katsayısı $R_a(T_r)$ bulunur.

Bulunan bu katsayılar kullanılarak r'inci titreşim modunda göz önüne alınacak ivme spektrumu aşağıdaki denklem ile bulunur.

$$S_{pa}(T_r)=A(T_r)g/R_a(T_r) \qquad (6)$$

$A(T_r)$ = r'inci doğal titreşim modu için spektral ivme katsayısı,
$R_a(T_r)$ = r'inci doğal titreşim modu için deprem yükü azaltma katsayısı,
g = Yerçekimi ivmesidir (9.81 m/s^2).

Adım 5: Yapının spektrum analizi yapılarak deplasmanlar ve elemanlardaki iç kuvvet bileşenlerine her moddan gelen maksimum katkılar hesaplanır. TDY98 6.8.4'te belirtilen yöntemlerden uygun bir birleştirme yöntemi ile, Karelerinin Toplamının Kare Kökü Kuralı (SRSS) veya Tam Karesel Birleştirme Kuralı (CQC) ile yapı deplasmanları ve eleman uç kuvvetleri bulunur.

Adım 6: Hesaplanan iç kuvvet ve yer değiştirme büyüklükleri için alt sınır değerleri belirlenir. Bunun için Mod Birleştirme Yöntemi ile bulunan bina toplam deprem yükü (V_{tB}) ve Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile hesaplanan bina toplam deprem yükü (V_t) elde edilir. Adım 8'de açıklanan β değerine göre $V_{tB}<\beta V_t$ olması durumunda Mod Birleştirme Yöntemi'ne göre bulunan tüm iç kuvvet ve yer değiştirme büyüklükleri aşağıdaki denklem kullanılarak büyütülecektir.

$$B_D=(\beta V_t/V_{tB})B_B \qquad (7)$$

B_D: Büyütülmüş yer değiştirme veya iç kuvveti,
B_B: Mod birleştirme yönteminde bulunan herhangi bir yer değiştirme veya iç kuvveti göstermektedir.

Bodrumda çepeçevre perde olması halinde, TDY98 6.7.2.4 (c)'ye göre üst katlardaki iç kuvvet ve deplasmanlar için sadece üst yapının modal analizi sonucu bulunan büyüklükler kullanılırken, bodrum katlar için ise üst yapının modal analizi sonucu bodrum katlarda oluşan iç kuvvetlerle, bodrum katlar için yapılan modal analiz sonucu bulunan iç kuvvetlerin karelerinin toplamının karekökü kullanılır.

Adım 7: Binada perde varsa, binanın süneklik düzeyine göre:

i. Süneklik düzeyi yüksek sistemlerde, TDY98 6.5.2.1'e göre deprem yüklerinden dolayı perdelerin tabanında oluşan eğilme momentlerinin toplamının, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam devrilme momentine oranı olan α_M'in 0.75'ten fazla olup olmadığına bakılır. $\alpha_M \leq 0.75$ ise Taşıyıcı sistem davranış Katsayısı R=7 olarak kullanılabilir. Eğer $0.75 < \alpha_M \leq 1.0$ ise Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı $R=10-4\times\alpha_M$ denklemi ile belirlenir ve yeni R ile işlemler, Adım 4' ten itibaren tekrarlanır veya elde edilen sonuçlar (R_{eski}/R_{yeni}) oranıyla çarpılarak büyütülür.

ii. Süneklik düzeyi normal sistemlerde, $\alpha_M \geq 0.75$ sağlanmalıdır. Bu şart sağlanmazsa perde kesit alanları artırılarak işlemler Adım 1'den itibaren tekrarlanır.

iii. Süneklik düzeyi karma sistemlerde her bir deprem doğrultusunda $\alpha_M \geq 0.40$ olmalıdır. $\alpha_M \geq 2/3$ olması durumunda TDY98 Tablo 6.5'te deprem yüklerinin tamamının süneklik düzeyi perde tarafından taşındığı durum için verilen R katsayısı ($R=R_{yp}$), taşıyıcı sistemin tümü için kullanılabilir.

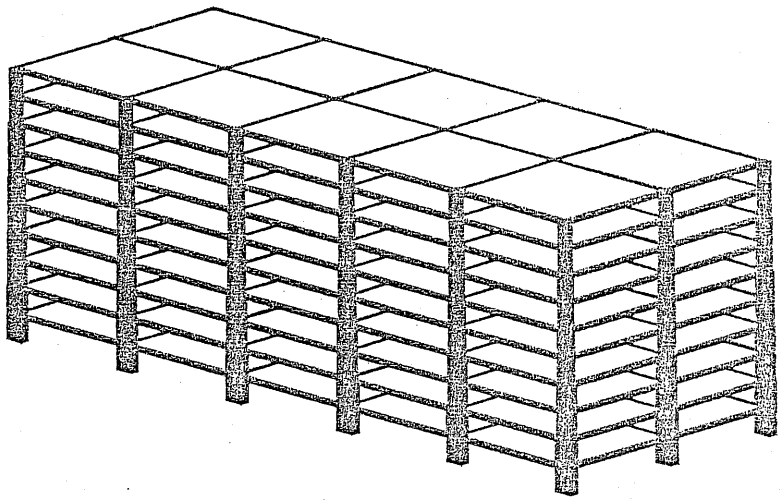
$0.40 > \alpha_M > 2/3$ aralığında, her iki deprem doğrultusunda taşıyıcı sistemin tümü için $R = R_{NÇ} + 1.5\alpha_M(R_{YP}-R_{NÇ})$ bağıntısı uygulanır.

Adım 8: TDY98 Tablo 6.1'de belirtilen planda ve düşey doğrultudaki düzensizlik durumlarına karşı kontroller, TDY98 Şekil 6.1 ve TDY98 Tablo 6.1'deki formüller yardımıyla yapılır. A1,B2 veya B3 türü düzensizliklerden en az birinin yapıda bulunması durumunda $\beta=1.00$, bulunmaması durumunda ise $\beta=0.90$ alınacak ve hesaplanan B_D ile bütün yer değiştirme ve iç kuvvetler büyütülecektir.

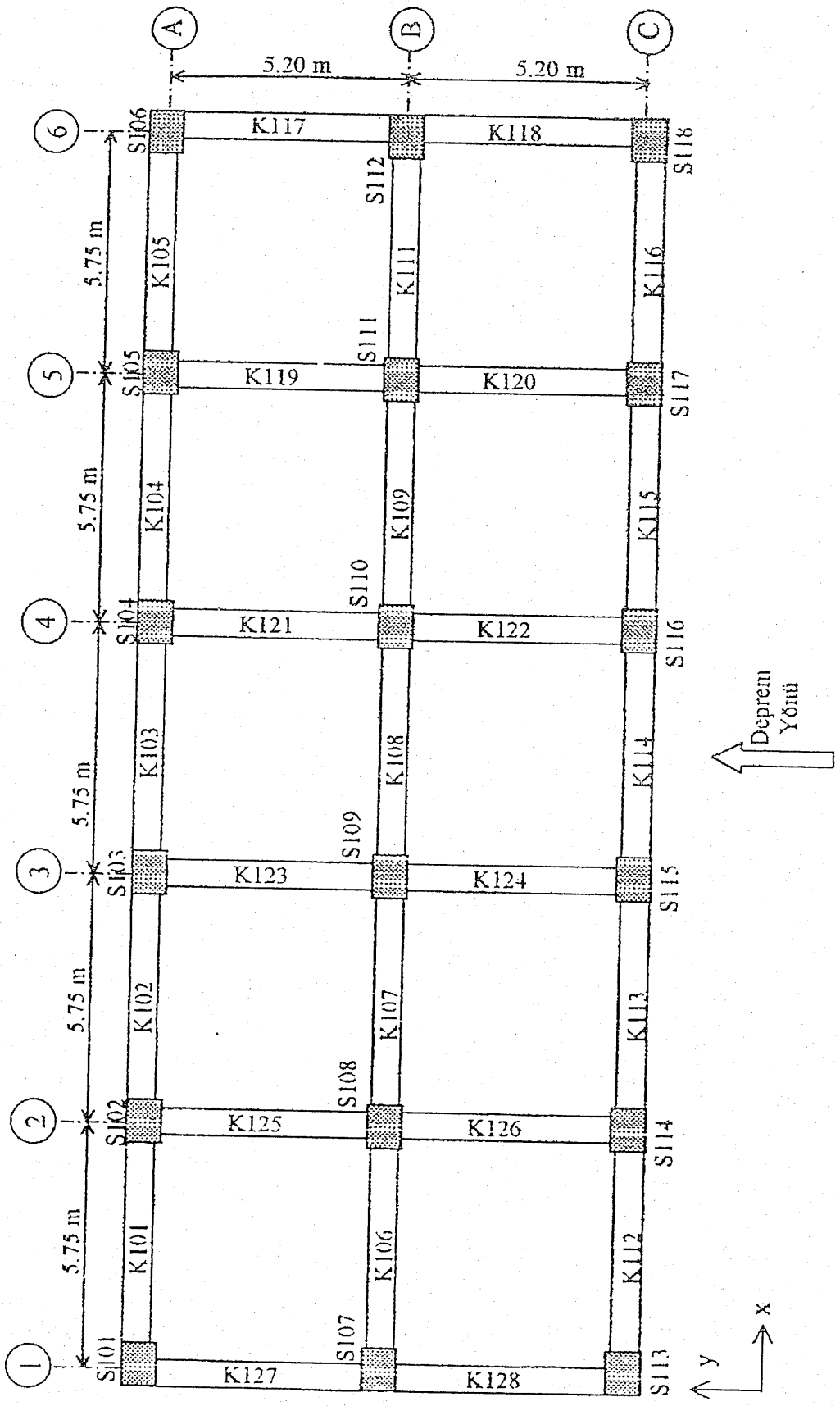
Adım 9: TDY98 Denk 6.20a, TDY98 Denk 6.20b, TDY98 Denk 6.21 denklemleri kullanılarak göreli kat ötelemelerinin ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü yapılır.

3. SAYISAL UYGULAMA

Bu örnekte betonarme çerçevelerden oluşan 10 katlı bir yapının deprem hesabı mod birleştirme yöntemi ile İdestatik ve SAP2000 programları kullanılarak incelenmiştir.



Şekil 1. Örnek 1'e ait yapı



Şekil 2. Örnek 1'e ait 1. kat kalıp planı

Bina, Zemin ve Deprem Bilgileri:

Kat sayısı: 10,
Kat yüksekliği: 3.5 m. (tüm katlar),
Bina türü: Konut,
Bina önem katsayısı: I=1 (TDY98 Tablo 6.3),
Taşıyıcı sistem türü: Yerinde dökme betonarme çerçeveli sistem,
Deprem Bölgesi: 1'inci bölge,
Etkin yer ivmesi katsayısı: A_0=0.4 (TDY98 Tablo 6.2),
Yerel zemin sınıfı: Z2,
Spektrum karakteristik periyotları: T_A=0.15 sn., T_B=0.40 sn. (TDY98 Tablo 6.4),
Hareketli yük katılım katsayısı: n=0.3 (TDY98 Tablo 6.7),
Taşıyıcı sistem davranış katsayısı: R=8 (TDY98 Tablo 6.5).

Kiriş Boyutları: Tüm katlarda 300 mm×500 mm boyutlarında kiriş kesiti kullanılmıştır (bw=300 mm, h=500 mm).

Kolon Boyutları:

Tablo 1. Örnek 1'in kolon boyutları

KAT NO:	KOLON NO:	BOYUT (X×Y):
1	Tüm Kolonlar	800 mm × 400 mm
2	Tüm Kolonlar	800 mm × 400 mm
3	Tüm Kolonlar	700 mm × 400 mm
4	Tüm Kolonlar	700 mm × 400 mm
5	Tüm Kolonlar	600 mm × 400 mm
6	Tüm Kolonlar	600 mm × 400 mm
7	Tüm Kolonlar	500 mm × 400 mm
8	Tüm Kolonlar	500 mm × 400 mm
9	Tüm Kolonlar	400 mm × 400 mm
10	Tüm Kolonlar	400 mm × 400 mm

Elastisite Modülü: 2.85×10^6 ton/m^2
Poisson Oranı: 0.15

Çizelge 1. Örnek 1'e ait kat ağırlıkları

Kat No	w_i (ton)		Kat No	w_i (ton)	
	İDESTATİK	SAP2000		İDESTATİK	SAP2000
10	117.41	117.3276	5	117.45	117.3276
9	117.41	117.3276	4	117.44	117.3276
8	117.43	117.3276	3	117.47	117.3276
7	117.43	117.3276	2	117.49	117.3276
6	117.45	117.3276	1	117.49	117.3276
			$\sum w_i$	**1174.46**	**1173.276**

Çizelge 2. Örnek 1'e ait kat kütle eylemsizlik momentleri hesabı

Kat No	m_i		$m\theta_i$	
	İDESTATİK	SAP2000	İDESTATİK	SAP2000
10	11.9684	11.9600	932.261	932.6068
9	11.9684	11.9600	932.261	932.6068
8	11.9704	11.9600	932.417	932.6068
7	11.9704	11.9600	932.417	932.6068
6	11.9725	11.9600	932.580	932.6068
5	11.9725	11.9600	932.580	932.6068
4	11.9715	11.9600	932.503	932.6068
3	11.9745	11.9600	932.736	932.6068
2	11.9766	11.9600	932.900	932.6068
1	11.9766	11.9600	932.900	932.6068
M_T	119.722	119.600		

Kat kütleleri SAP2000 programında +%5 kaydırılmış kütle merkezlerinde tanımlanmış ve yapının serbest titreşim analizi yapılarak aşağıdaki periyotlar bulunmuştur. İdestatik programında ise kat kütleleri depreme dik doğrultudaki en büyük bina boyutunun ±%5'i kadar kaydırılmış olan kütle merkezinde tanımlanmaktadır.

Çizelge 3. Örnek 1'e ait titreşim periyotları

Mod	1	2	3	4	5	6	7
İDESTATİK	1.0004	0.3420	0.1996	0.1399	0.1062	0.0869	0.0730
SAP2000	1.2305	0.9837	0.9106	0.4126	0.3383	0.3083	0.2376

Çizelge 4. Örnek 1'e ait etkin kütle oranları

Mod	Kümülatif oran	
	İDESTATİK	SAP2000
1	0.7949	0.7590
2	0.9037	0.7590
3	0.9427	0.7939
4	0.9635	0.8940
5	0.9768	0.8940
6	0.9841	0.8995
7	0.9893	0.9361

Analizi yapılan bina, süneklik düzeyi yüksek sistem olarak kabul edilmiştir. Bina sadece çerçevelerden oluştuğu ve birinci deprem bölgesinde bulunduğu için TDY98 Tablo 6.5' e bakıldığında Yapı Davranış Katsayısı R'nin 8 alınacağı görülmektedir.

Yerel zemin sınıfı Z2 olduğundan TDY98 Tablo 6.4'e göre Spektrum Karakteristik Periyotları T_A=0.15 sn. ve T_B=0.40 sn. olarak elde edilmektedir.

Binanın serbest titreşim periyotları yukarıda tespit edilen Spektrum Karakteristik Periyotları ışığında gerekli her bir mod incelenmiştir. Her bir mod için Spektrum Katsayıları TDY98 Denk 6.2'ye göre bulunmuştur.

Binanın serbest titreşim periyotları Yapı Davranış Katsayısı R ve T_A'ya göre incelenirse TDY98 Denk 6.3b'ye uygun olduğu görülmektedir. Her bir mod için Deprem Yükü Azaltma Katsayısı $R_a(T_r)$=8 olduğu görülmektedir. Sadece idestatik programında 4. modda $R_a(T_r)$=7.562, 5. modda $R_a(T_r)$=6.104, 6. modda $R_a(T_r)$=5.267, 7. modda $R_a(T_r)$=4.665 olmaktadır.

Bina, birinci deprem bölgesinde olduğundan TDY98 Tablo 6.2'ye göre Etkin Yer İvmesi A_0=0.40 ve bina konut olduğundan dolayı da TDY98 Tablo 6.3'e göre Bina Önem Katsayısı I=1 değerleri kullanılarak her bir mod için Spektral İvme Katsayısı $A(T_r)$ TDY98 Denk 6.1 kullanılarak bulunmuştur.

Yukarıda elde edilen değerlerle herhangi bir r'inci titreşim modunda gözönüne alınacak ivme spektrumu ordinatı TDY98 Denk 6.15 ile bulunmuştur.

Çizelge 5. Örnek 1'e ait katsayılar

MOD	Periyot (T)		S(T)	
	İDESTATİK	SAP2000	İDESTATİK	SAP2000
1	1.0004	1.2305	1.201	1.0175
2	0.3420	0.9837	2.5	1.217
3	0.1996	0.9106	2.5	1.2946
4	0.1399	0.4126	2.399	2.4387
5	0.1062	0.3383	2.062	2.5
6	0.0869	0.3083	1.869	2.5
7	0.0730	0.2376	1.730	2.5
MOD	$A(T_r)$		$S_{pa}(T_r)$	
	İDESTATİK	SAP2000	İDESTATİK	SAP2000
1	0.480	0.4070	0.589	0.4491
2	1	0.4868	1.226	0.5969
3	1	0.5178	1.226	0.6350
4	0.960	0.9755	1.245	1.1963
5	0.825	1	1.326	1.2263
6	0.748	1	1.393	1.2263
7	0.692	1	1.456	1.2263

Hesaba katılacak mod sayısına göre yapının spektrum analizi yapılarak mod katkıları birleştirilmiştir. Mod katkılarının birleştirilmesinde tüm programlarda "Tam Karesel Birleştirme (CQC)" yöntemi kullanılmaktadır.

Çizelge 6. Örnek 1'e ait taban kesme kuvvetleri

Taban Kesme Kuvveti	İDESTATİK	SAP2000
V_{tB}	58.68	49.0178
V_t	56.85	60.5400

Binada düzensiz durumlar olduğu varsayılarak TDY98 6.8.5'te belirtilen alt sınır değerler durumu oluştuğundan Mod Birleştirme Yöntemi'ne göre bulunan tüm iç kuvvetler ve deplasmanlar β=1.00 alınarak TDY98 Denk 6.18 ile çarpılarak büyütülmüştür.

Çizelge 7. Örnek 1'e ait iç kuvvet ve deplasmanları büyütme katsayısı

$\beta \times V_t/V_{tB}$ (β=1.00)	
İDESTATİK	**SAP2000**
0.9700	1.2351

Çizelge 8. Örnek 1'e ait göreli kat ötelemeleri kontrolü

Kat No	h_i	$(\Delta_i)_{max}$		$(\Delta_i)_{max}/h_i$	
		İDESTATİK	**SAP2000**	**İDESTATİK**	**SAP2000**
10	3.5	0.00109	0.00156	0.00031	0.000444
9	3.5	0.00174	0.00259	0.00050	0.00074
8	3.5	0.00213	0.00321	0.00061	0.000917
7	3.5	0.00257	0.00392	0.00073	0.001121
6	3.5	0.00272	0.00430	0.00078	0.001229
5	3.5	0.00300	0.00483	0.00086	0.001381
4	3.5	0.00299	0.00507	0.00085	0.001448
3	3.5	0.00311	0.00537	0.00089	0.001533
2	3.5	0.00290	0.00502	0.00083	0.001435
1	3.5	0.00198	0.00303	0.00057	0.000867

$(\Delta_i)_{max}/h_i \leq 0.0035$
$(\Delta_i)_{max}/h_i \leq 0.02/R = 0.0025$

Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yer değiştirme farkını ifade eden göreli kat ötelemesinin sınırları TDY98 Denk 6.20'de belirtilen yukarıdaki şartlardan en elverişsiz olana göre incelenir. Çizelge 8'de görüldüğü üzere Örnek 1 için bu kontrolde sınır değerler aşılmamıştır.

Çizelge 9. Örnek 1'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat No	w_i		$\sum_{j=1}^{N} w_j$	
	İDESTATİK	SAP2000	İDESTATİK	SAP2000
10	117.41	117.3276	117.41	117.3276
9	117.41	117.3276	234.82	234.6550
8	117.43	117.3276	352.25	351.9830
7	117.43	117.3276	469.68	469.3100
6	117.45	117.3276	587.13	586.6380
5	117.45	117.3276	704.58	703.9660
4	117.44	117.3276	822.02	821.2930
3	117.47	117.3276	939.49	938.6210
2	117.49	117.3276	1056.98	1055.950
1	117.49	117.3276	1174.47	1173.280

Çizelge 9'dan görüleceği gibi her iki program için de bina kat ağırlıkları yakın değerler alınmıştır.

Çizelge 9'un devamı

Kat No	$(\Delta_i)_{ort}$		V_i	
	İDESTATİK	SAP2000	İDESTATİK	SAP2000
10	0.00094	0.00120	12.78	13.1801
9	0.00151	0.00198	24.29	23.8879
8	0.00183	0.00247	34.53	31.6302
7	0.00222	0.00301	43.52	37.8162
6	0.00235	0.00331	51.22	42.9878
5	0.00258	0.00372	57.64	47.6979
4	0.00257	0.00390	62.78	51.9864
3	0.00268	0.00414	66.64	56.1232
2	0.00251	0.00389	69.22	59.2987
1	0.00172	0.00237	70.51	60.5419

Çizelge 9'un Devamı

Kat No	h_i	θ_i	
		İDESTATİK	SAP2000
10	3.5	0.00247	0.00305
9	3.5	0.00417	0.00556
8	3.5	0.00533	0.00785
7	3.5	0.00684	0.01067
6	3.5	0.00769	0.01291
5	3.5	0.00901	0.01569
4	3.5	0.00963	0.01760
3	3.5	0.01080	0.01978
2	3.5	0.01090	0.01979
1	3.5	0.00819	0.01312

TDY98 Denk 6.21'e göre her bir kat için bulunan ikinci mertebe etkileri $\theta_i<0.12$'den küçük olmak zorundadır. Çizelge 9'dan görüldüğü gibi tüm sonuçlar istenilen şartı sağlamaktadır.

Çizelge 10. Örnek 5.1'e ait S106 ve S113 kolon kesme kuvvetleri (Deprem yönü y)

Kolon No	V_y(ton)	
	İDESTATİK	SAP2000
S106	3.94	4.22
S113	2.95	2.23

Çizelge 11. Örnek 5.1'e ait S106 ve S113 kolon moment değerleri (Deprem yönü y)

Kolon No	M_{yAlt}		$M_{yÜst}$	
	İDESTATİK	SAP2000	İDESTATİK	SAP2000
S106	9.21	10.48	4.57	3.16
S113	6.88	5.95	3.43	1.86

4. SONUÇ

İDESTATİK (V 4.0), SAP2000 programları ile çözülen örneklere ait sonuçlar karşılaştırıldığında İDESTATİK ile ilgili ortaya çıkan değerlendirmeler aşağıdaki gibidir.

Program, TDY98'e göre getirilen tüm yeni uygulamaları kullanmakta ve sonuçları anlaşılır bir şekilde kullanıcıya sunmaktadır.

Program sadece Mod Birleştirme Yöntemi'ni kullanıp bütün hesaplamaları bu yöntem üzerine kurmuştur.

Mod Birleştirme Yöntemi uygulandığı zaman programda mod sayısının el ile istenilen sayıda girilmesi bölümü olmasına rağmen program, yeterli mod sayısının üstünde mod oluşturamamaktadır. Bu da SAP2000 programı ile karşılaştırmalarda önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca İDESTATİK programı titreşim frekansı bulmada uyguladığı farklı yöntemden dolayı (Vianello Stodola), SAP2000 ile yapılan çözümlerden elde edilen titreşim frekansları arasında farklılıklar göze çarpmaktadır. Bu farklılık İDESTATİK programının hesap adımlarında SAP2000'e göre farklı sonuçlar çıkmasına neden olmaktadır.

İDESTATİK programı, Mod Birleştirme Yöntemi'ne göre yaptığı analizlerde yeterli mod sayısının hesaplanmasında etkin modal kütle oranları toplamlarının, toplam bina kütlesine oranının %100'ü geçtiği değere kadar mod sayısını yeterli bulmaktadır. Oysa TDY98'e göre bu oran %90'dır.

5. KAYNAKLAR

1. *İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik", İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, 85 s.,İzmir,1998.*

2. *İdeyapı Bilgisayar Destekli Tasarım Müh. Dan. Taah. Ltd.Şti., "İdestatik Referans El Kitabı", İdeyapı, 554 s., Bursa, 2001.*

3. *Celep,Z., Kumbasar,N., "Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı", 596 s., İstanbul, 2000.*

4. *Özmen,G., Orakdöğen,E., Darılmaz,K., "Örneklerle SAP2000", 172 s., İstanbul, 2002.*

5. *Kıral,E., Özdemir,E.K., Yerli,H.R., Temel,B., "Yeni Deprem Yönetmeliğinin Analiz Bakımından Uygulamaları (Çözümlü Örnekler)", İnşaat Mühendisleri Odası Adana Şubesi, 114 s., Adana, 2000.*

6. *Kıral,E., Tanrıkulu,A.K., Dündar,C., Tokgöz,S., "Yeni Deprem Yönetmeliğine Göre Bina Analiz ve Tasarımı", 127 s., Adana, 1998.*

7. *Baran,T., "Probina Orion 2000 Hazır Programının Yeni Deprem Yönetmeliği Bakımından İrdelenmesi", Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Y.Lisans Tezi, 239 s., Adana, 2001.*

8. *Clough,R., Penzien,J., "Dynamics of Structures. Mc.Graw-Hill Inc.", 738 s., Singapore, 1993.*

9. *Macit,F.K., "Asal Eksenleri Deprem Doğrultularına Paralel Olmayan Taşıyıcı Sistem Elemanlarına İlişkin Büyüklüklerin Düzeltilmesi", Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Y. Lisans Tezi, 250 s., Adana, 2000.*

10. *Duman,M., "Sta4-Cad Hazır Programının Yeni Deprem Yönetmeliği Bakımından İrdelenmesi", Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Y. Lisans Tezi, 137 s., Adana, 2000.*

11. *Aydınalev,F., "Çok Katlı Yapıların Yeni Deprem Yönetmeliği'ne Göre Analizi ve Yapı Düzensizliklerinin İrdelenmesi", Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Y.Lisans Tezi, 207 s., Adana, 2000.*