Statik - Betonarme Tasarım için Türkiye de Kullanılan Ticari Paket Yazılımların Farklı Sonuçları

Prof. Dr. Adnan KUYUCULAR[1], Ömer Ömür KANDAK[2]

[1] Pamukkale Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kınıklı, Denizli

[2] İnşaat Yüksek Mühendisi, Ömür Mühendislik, Milas, Muğla

akuyucular@pamukkale.edu.tr

1. Giriş

Betonarme karkas yapı tasarımı için Türkiyede en çok kullanılan üç yazılım (İdestatik Probina ve Sta4cad) ile tasarlanan 6 farklı çok basit yapının sonuçları karşılaştırılmıştır. Verilen - karşılaştırılan bu sonuçlar, İdestatik V5.493, Probina V14-sp2 ve Sta4cad V12 versiyonları ile bulunmuştur. Aynı örnek yapıların farklı yazılımlar ile (karşılaştırmalı) tasarımına ilişkin böyle bir çalışma, aranmış fakat bulunamamıştır.

Yönetmelik kayıtlarının sağlatılması için, özel amaçlı lisanslı-patent statik - betonarme yazılımların kullanımı şarttır (SAP 2000 gibi genel amaçlı yazılımlar bile, hiç bir işe yaramamaktadır). Bu yazılımlar, modelleme, çözümleme ve çizim aşamalarını yürüten üç ayrı modülden oluşur. Hazır uygulama projeleri, çıktı olarak alınır. Ancak mühendisin formasyonu ve deneyimi eksik ise, uygun taşıyıcı sistem tasarımı ya tesadüfe kalacak veya uzadıkça uzayacaktır (böyle bir açığı hiçbir yazılım kapatamaz).

Hep doğrusal elastik davrandığı varsayılan, çerçeveli ve çerçeveli - perdeli altı farklı betonarme yapının tasarımı, bir tez çalışması olarak ele alınmıştır [Kandak (2006)]. Her bir yazılımın eleman ve sistem modelleme yaklaşımı ile yük kabulleri az çok farklıdır. Ancak bu yüzden oluşacak hataların - farkların mutlaka küçük - önemsiz kalması da gerekir. İşte bu beklentiyi sağlayabilecek şekilde, sadece altı farklı çok basit yapının tasarımı ile uğraşılmıştır. Bu altı örneğin hiç birinde düşey B3 düzensizliği yoktur.

Karşılaştırma, son Afet Yönetmeliğine (ABYYHY 1998) döneminde bitirilmiştir. Bu sırada yürürlüğe giren yeni TDY 2007 de, yeni tasarım için, ABYYHY 1998 ile eşdeğeraynı hükümlere sahiptir. Kaldı ki asıl ve sürekli sorgulanması gereken, lisanslı programdan kaynaklanan bu farkların mertebesidir (örneğin biçimi, farklı değerlerin kendisi değildir).

Özel amaçlı bu sofistike yazılımların ara değer aktarım raporlamaları epeyce farklıdır. Bu raporlardaki çıktıların formatı ve hacmi de değiştirilememektedir. Bu yüzden, farklı tasarım yazılımlarının nihai çıktıları arasındaki bir farkın, ne kadarının nereden kaynaklandığı (yani doğruluk dereceleri), hep gizli kalmaktadır. Sözgelimi SAP 2000 gibi genel amaçlı bir başka yazılım dahi kullanılsa, hangi programın hangi çıktılarının ne kadar doğru veya hatalı olduğu, yine saklı kalmaktadır.

Biraz da bu açmazdan ötürü, bugün birçok meslektaşımız, "önemli bir fark yoktur her halde" gibi bir beklenti içindedir. Böyle durumlarda, çözümleme - betonarme tasarım işi, artık bir tür bilgisayar oyununa (mühendis de gözleri bağlı bir operatöre) dönüşmektedir. Bu kolaycılığa kapılmayan bilinçli - bilgili bir mühendis, ancak çok basit - sade yapılar için, yazılımın verdiği bazı temel çıktıları, kabaca belki elle ile de bulabilir. Ancak gerçek hayattaki gündelik - ortalama tasarımlar için, el ile yapılacak böyle kaba bir kontrol bile, bıktırıcı

– sonuçsuz bir iş olacaktır. Çünkü ne 3D sistemin - modelin kendisi, ne de TS 500 - TDY (2007) kayıtları, buna elverişli değildir (çok karmaşıktır – yorucudur).

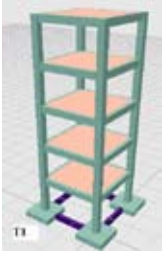
İlk akla gelen, tasarlanacak bir yapı için, her özel tasarım yazılımının çıktısının, diğer çıktılar ile karşılaştırılmasıdır. Eğer iki - üç farklı yazılım da aynı – yakın değerleri verirse, mühendis yaptığı işe daha bir güvenebilir. Fakat bu farklı yazılımların tüm çıktıları, hiçbir zaman bire bir aynı olmayacaktır (modeller, kabuller, formülasyon – kodlama az veya çok farklıdır). Aynı yapıya ait çıktılar arasındaki bu yazılımdan kaynaklanan fark, belli bir değeri aştığında ise, bilgisayar destekli tasarımın güvenirliği artık tartışmaya açıktır. Nitekim bu çalışma kapsamında bulunan (farklı yazılımların çıktıları arasındaki) farklar da pek öyle küçük – önemsiz değerler değildir.

Sadece 1D çubuk elemanlar (kolon - kirişler) söz konusu ise, modelleme hatası yok gibidir ve statik değerler birbirine daha yakın çıkmaktadır. 2D ve/veya 3D yüzeysel ve hacimsel (solid) elemanlar ile uygulanan Sonlu Elemanlar Yöntemi ise, belli bir hata payı içerir (bölünmenin – elemanın şekline bağlı olarak). Yine aslında 2D eleman olan perdelerin, farklı kabuller ile çubuk olarak modellenmesi de, belli bir farka (hataya) yol açar. İdestatik (İdestatik 2006), Probina (Prota Bilgisayar 2006) ve Sta4cad (Amasralı 2000) in ana hesap modülleri, bu yaklaşımların her ikisini de barındırır.

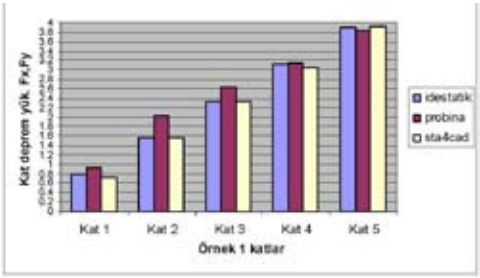
Hesap kesit tesiri zarfının (+ / - ekstrem değerlerin) bulunması için, sadece TS 500 ün verdiği nihai hesap yükleri dikkate alınmıştır. Her üç paket program da, E deprem yatay yükleri için, hem Dinamik Analiz (Mod Birleştirme) hem de Eşdeğer Statik Yük yaklaşımını uygulayabilir. Tasarım için, hep dinamik analiz esas alınmıştır. Üç programın çözümleri için, üst yapı ve temel birbirinden ayrı modellenmiştir (yapı zemin etkileşimi ihmal edilmiştir). Her üç program da, çubuğun iki ucunda ve açıklıkta kesit hesabını ve donatı tayinini, taşıma gücü ile (+ / - momentin ve kesmenin hesap değeri için) yapar. Bu kesitlerde, min. donatıdan fazla bir donatıyı raporlar. Bu donatı, maks. donatı sınırını geçiyorsa, 'yetersiz enkesit' durumu raporlanır. Ancak özellikle eski versiyonlar, bu uyarı raporlarını 'kafadan değiştirmeye' veya 'gözden kaçırmaya' açıktır (birbiri ile tutarsız Hesap Dosyası kapağı, Hesap Dosyası ve çizim paftaları vb.). Denetimi böyle çok zor karmaşık bir yazılımın, kötüye kullanımı bu kadar kolay olmamalıdır. Çünkü bu açık kapı, tasarım denetimini (denetim ve onay yetkilisinin işini) zora sokar. Çünkü ikinci (ücretsiz) bir tasarım yapılması da gerekir.

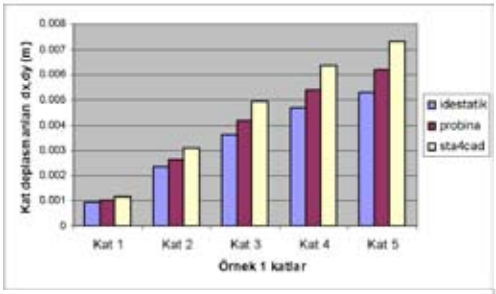
Örnek 1

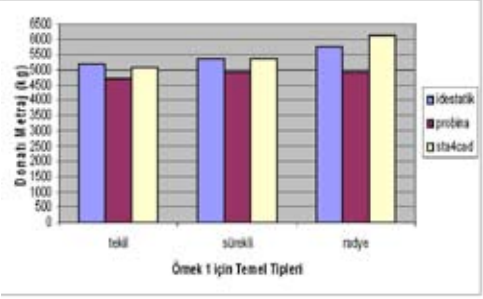
Bu Örnek 1, 25 m2 tabliye alanlı, 50X50 4 kolondan, 30X50 4 kirişten ve 15 cm kalınlığında 5x5 m lik kare döşemelerden oluşan 5 katlı çok basit bir betonarme çerçeve sistemdir. Her katın yüksekliği 3 m dir. Kolon, kiriş ve döşeme elemanlarının kendi ağırlıklarından başka hiç bir yük dikkate alınmadı. I. Derece deprem bölgesi ve Z2 zemin durumu, C 25 beton ve S 420 donatı seçilmiştir. Zemin emn. gerilmesi 20 kg / cm2 dir. Yapıda sadece B2 (yumuşak kat) düzensizliğinin olduğunu, her üç program da, göstermektedir. Bu örnek için, üç farklı temel sistemi (tekil-ayrık, sürekli kiriş ve kirişsiz radye) dikkate alınmıştır. Üç programın verdiği kat deprem yükleri, kat deplasmanları ve donatı metrajları arasında, esaslı bir fark yoktur.

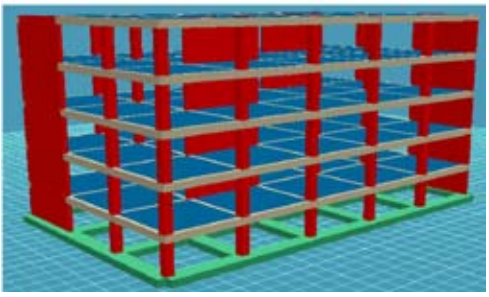


Şekil - 1 Örnek 1 in 3D modeli(Ayrık Temelli)

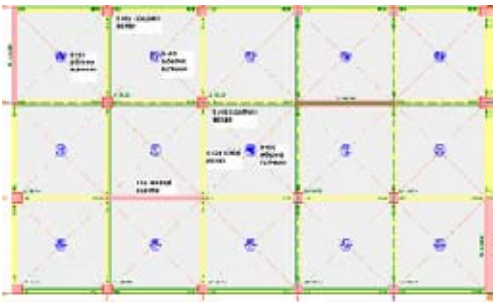








Şekil ……..Örnek 2 nin 3D Görünümü



Şekil … Örnek 2'nin Ortak Kat Kalıp Planı

Tablo ….. Örnek 2 için Proje Parametreleri
Analiz Yöntemi Mod Birleştirme yöntemi
Deprem Bölgesi 1. Bölge
Bina Önem Katsayısı (I) 1
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R) 7
Süneklilik Düzeyi Yüksek
Zemin Hakim Periyodu (T o) 0.25
Zati Yük Faktörü 1.4
Hareketli Yük Faktörü 1.6
Beton Birim Ağırlığı (t /m3) 2.5
Zemin Yatak Katsayısı (t /m3) 5000
Zemin Emniyet Gerilmesi (t /m2) 20
Zemin Sınıfı Z2 (T A=0.15 ; TB =0.40)
Beton Sınıfı C25
Çelik Sınıfı ST III
Toprak Birim Ağırlığı (t /m3) 2.1
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı 0.3
Beton Güvenlik Katsayısı 1.5
Çelik Güvenlik Katsayısı 1.15
Bina Bilgileri
Döşeme Alanı (3*5)(5*5)=375 m2
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)

Döşeme bilgileri d=15 cm (D1-15) g kaplama=150 kg/m2 q=0

Kiriş ebatları 25X50 (K1-K34) g=0 q=0

Perde momentlerinin toplamının, toplam devrilme momentine oranını ifade eden αm (şimdi TDY 2007 deki kesme kuvvetleri ile bulunan αs) oranı, önemli bir kontrol parametresidir (R yanal yük azaltma katsayısını etkiler). Perde modellemesi farklı olduğundan, sonuçların arasındaki fark da büyümüştür. Aynı büyükçe bir fark, kat deplasmanları arasında da vardır. Bilgisayar programlarının bu Örnek 2 nin kolonları için, boyuna donatı ve etriye seçimleri birbirlerine oldukça yakındır.

	X YÖNÜ			Y YÖNÜ		
Kat No	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
VtB Mod B.	158.30 t	162.83(1) t	162.65 t	157.23 t	160.40(1) t	162.02 t
Vt Eşd. D.Y.	205.98 t	215.30 t	212.02 t	205.98 t	215.30t	212.02 t

Tablo ….. Örnek 2'ye ait Kat Deprem Yükleri ile Taban Kesme Kuvvetleri (ton)

	İdestatik	Probina	Sta4cad
X yönü α m	0.67	0.53	0.69
Y yönü α m	0.70	0.59	0.67

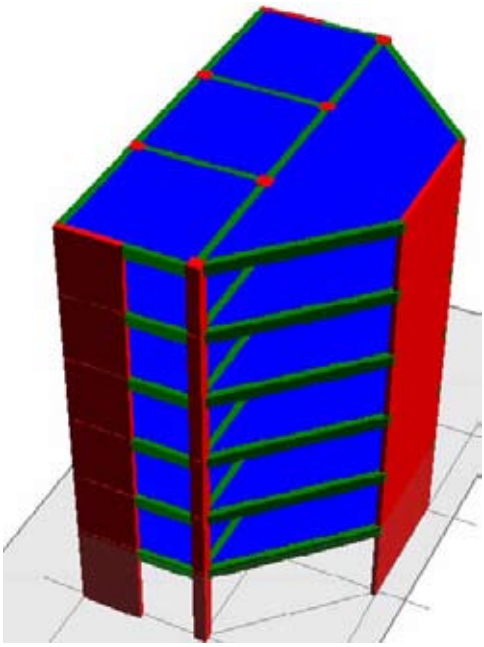
Tablo... Örnek 2' için, Perde Taban Mom. Toplamı / Topl. Devrilme Mom. Oranı (αm)

Vt (1):SFix=199.22 t; SFiy=197.22 t

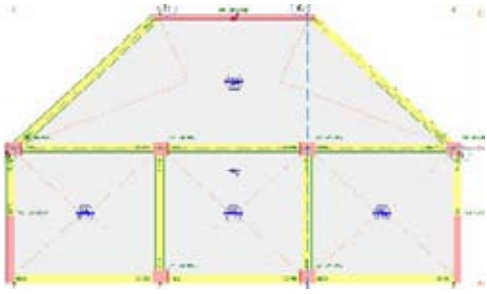
Örnek 2'nin kirişsiz radye temel ağ bilgileri üç program için Şekil …… – Şekil …..'de verilmiştir. Üç program da kirişsiz radye temelin donatısını, kullanıcı tanımlı hesap aksları boyunca vermektedir. Fakat raporlanan deplasman, moment ve zemin gerilmesi değerleri, o hesap aksının yeri değiştirildiğinde, sonuçlar ve donatılar da epeyce değişiyor (sonlu elemanlar yönteminden kaynaklanan farklılık da artabiliyor).

	Metraj	Sta4cad	Probina	İdeStatik
Sürekli Temel	Donatı Metrajı	55241 kg	42148 kg	52943 kg
	Beton Metrajı	572.4 m 3	554.09 m 3	573.34 m 3
Kirişsiz Radye Temel	Donatı Metrajı	61525 kg	45561 kg	59504 kg

Tablo ……. Örnek 2'in metraj bilgileri



Şekil …… Örnek 3 ün 3D Görüntüsü



Şekil …… Örnek 3 ün Ortak – Benzer Kat Kalıp Planı

Analiz Yöntemi	Mod Birleştir-me yöntemi
Deprem Bölgesi	1. Bölge
Bina Önem Katsayısı(I)	1
TaşıyıcıSistem Davranış Katsayısı (R)	7
Süneklilik Düzeyi	Yüksek
Zemin Hakim Periyodu(T o)	0.25
Zati Yük Faktörü	1.4
Hareketli Yük Faktörü	1.6
Beton Birim Ağırlığı(t /m3)	2.5
Zemin Yatak Katsayısı(t /m3)	5000
Zemin Emniyet Gerilmesi (t /m2)	20
Zemin Sınıfı	Z2 (TA=0.15; TB=0.40)
Beton Sınıfı	C25
Çelik Sınıfı	ST III
Toprak Birim Ağırlığı (t /m3)	2.1
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı	0.3
Beton Güvenlik Katsayısı	1.5
Çelik Güvenlik Katsayısı	1.15

Bina Bilgileri

Döşeme Alanı 129.7 m2

Kat adedi 6 kat

Bodrum kat adedi Yok

Kolon ebadı 50X50 (S2-3-5-6-7-8)

Perde Bilgileri 25X550 (P9); 25X250 (P1-P4)

Yükleme Durumu

Döşeme bilgileri d=15 (D1-4) g kaplama=150 kg/ m2 Q=0

Kiriş ebatları 30X50 (K1-6)(8-10),K12 g=0 Q=0

Kiriş ebatları 25X50 (K7-K11) g=0 Q=0

Program-lar	Kat	Katın ağırlığı gi (ton)	Wi=gi +nqi Bina Ağır. (ton)	xm (m)	ym (m)	xr (m)	yr (m)	T1x (sn)	T1y (sn)
İdestatik	1	115.95	647.55	7.5	4.31	7.5	8.74	0.37	0.54
Probina	1	122.81	688.73	7.5	4.16	7.5	9.8	0.46	0.41
Sta4cad	1	121.84	682.96	7.59	5.72	7.5	9.81	0.35	0.52

Tablo …… Örnek 3 İçin, Toplam Bina Ağırlığı, 1. Katın Kütle ve Rijitlik Merkezi

Bu örnek 3 için de, sadece öz ağırlık dikkate alınmıştır. Buna rağmen, kütle ve rijitlik merkezinin yeri, kat - bina ağırlığı ve birinci mod periyotları epeyce farklı değerler almaktadır. Çünkü bu örnek ortogonal olmayan burulmalı ve perdeli bir yapıdır. Her üç yazılım da, bu Örneğe ait 2. mertebe etki indekslerini, θi£0.12 sınır değerin çok çok altında bulmaktadır. A4 (verevlik) düzensizliğini, sadece Sta4cad raporlamaktadır.

	X YÖNÜ			Y YÖNÜ		
Kat No	İdestatik	Probina	Sta4cad	İdestatik	Probina	Sta4cad
5	19.63	18.83	19.72	15.60	23.27	20.61
4	16.54	14.08	12.26	13.14	18.34	13.89
3	13.46	11.92	8.82	10.70	16.02	10.64
2	10.35	10.66	6.96	8.23	13.44	8.09
1	7.25	10.00	5.40	5.76	11.59	5.70
VtB	4.52	7.72	4.04	3.59	8.7	3.60
Vt	71.77	58.901(1)	57.23	57.05	75.73(1)	62.56
	92.51	88.75	97.56	72.31	95.63	79.40

Tablo… Örnek 3 için Eşdeğer Statik Vt Taban Kesmesi ve Mod Birleştirme ile bulunan Kat Yükleri ve VtB Taban Kesmesi (ton)

Düzensizlik	İdestatik	Probina	Sta4cad	Sonuç
A1(ή bi <1.2)	1.58>1.2	1.44>1.2	1.46>1.2	Burulma Var.
A2	Yok	Yok	yok	Kat Boşluğu Yok.
A3	Yok	Yok	yok	Plan Çıkıntısı Yok.
A4	Yok.	Yok.	Var.	????? Verevlik.
B1(ή ci <0.8)	1>0.8	1>0.8	1>0.8	Zayıf Kat Yok.
B2(ή ki <1.5)	1.15<1.5	1.14<1.5	1.10<1.5	Yumuşak K. Yok.

Tablo ……Örnek 3 'ün Düzensizlik Kontrolleri

	İdestatik	Probina	Sta4cad
X yönü αm	0.57	0.43	0.52
Y yönü αm	0.44	0.26	0.56

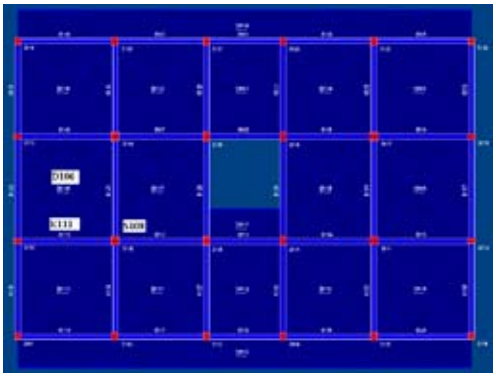
Tablo… Örnek 3 için αm(Perde Taban Momentleri / Devirici Moment) Değeri

αm <0.75 olması gereken bu oran, TDY 2007 de kesme kuvvetleri ile tanımlanmaktadır. R katsayısının seçimini etkileyen bu αm oranındaki farklılık az değildir. Y yönündeki kat deplasmanlarının farklılığı da fazladır(perde, verevlik ve burulma). Buna rağmen üç program, kolon ve kiriş donatılarını birbirine yakın bulmuştur. Fakat yamuk planlı kirişsiz radye temelin sonlu elemanlar ile çözümü, max. zemin gerilmesi, donatı ve beton metrajı açısından, çok farklısonuçlar vermiştir.

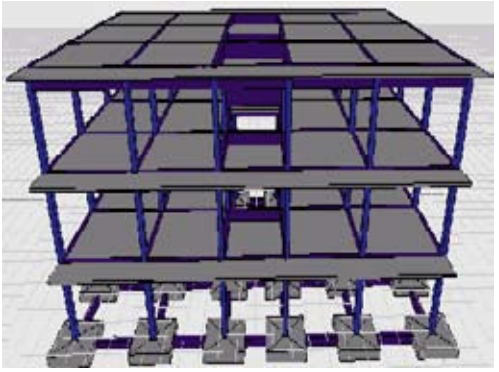
Eleman Adı,Boyutu	Karşılaştırılan Değer	Açıklama	İdeStatik	Probina	Sta4cad
RD1	Qz max t/m2	Dizayn	25.59	30.84	17.68
RD1	Donatı x yönü	alt düz	Ø16/16	Ø14/10	Ø16/16
RD1	Donatı x yönü	üst düz	Ø14/12	Ø14/11	Ø16/18
RD1	Donatı y yönü	alt düz	Ø16/16	Ø12/13	Ø16/18
RD1	Donatı y yönü	üst düz	Ø14/12	Ø14/13	Ø16/18
S105 50X50	Vpr>Vpd	Ton	222.94>67.93	214.98>75.74	199.43>89.80
RD1	Beton metrajı	M3	86.39	87.80	84
RD1	Donatı metrajı	Kg	9186.82	5055.2	7431.1

Tablo ….Örnek 3 için Kirişsiz Radye Temel Çözümleri

Bina Bilgileri		
Döşeme Alanı (1 kat)	319.95 m2, Kat adedi:	3 Kat
Döşeme Bilgisi,Yükleme Durumu (kg/m2)		
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 Örnek 4 ün Ortak – Benzer Kat Kalıp Planı



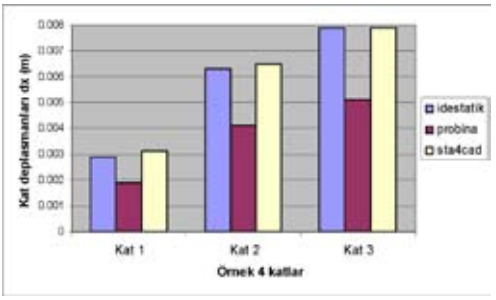
Şekil …Örnek 4'ün 3D görünüşü

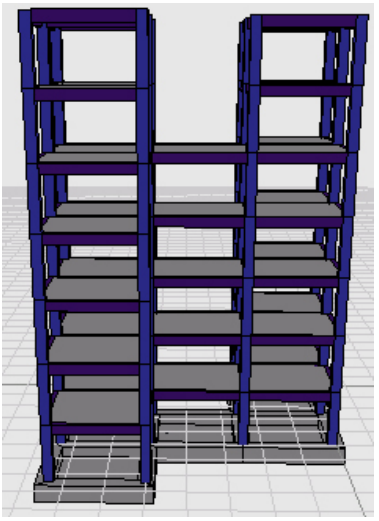
Örnek4: Bu örnek, Betonarme Yapılar (Celep ve Kumbasar 1998) kitabından alınmıştır. Kaplamalı -duvarlı ve çerçeveli ortogonal bir binadır. Üç yazılımın çıktıları arasında, bina ağırlığı, uzun yöndeki hakim periyot ve taban kesme kuvveti içi,n % 15 -20 ye varan bir farklılık gözlendi.

Analiz Yöntemi	Mod Birleştirme yöntemi
Deprem Bölgesi	1. Bölge
Bina Önem Katsayısı(I)	1
TaşıyıcıSistem Davranış Katsayısı (R)	8
Süneklilik Düzeyi	Yüksek
Zemin Hakim Periyodu(To)	0.25
Zati Yük Faktörü	1.4
Hareketli Yük Faktörü	1.6
Beton Birim Ağırlığı(t / m3)	2.5
Zemin Yatak Katsayısı(t / m3)	5000
Zemin Emniyet Gerilmesi (t / m2)	15
Zemin Sınıfı	Z2 (TA=0.15 ; TB=0.40)
Beton Sınıfı	C20
Çelik Sınıfı	ST I
Toprak Birim Ağırlığı (t / m3)	2.1
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı	0.3
Beton Güvenlik Katsayısı	1.5
Çelik Güvenlik Katsayısı	1.15

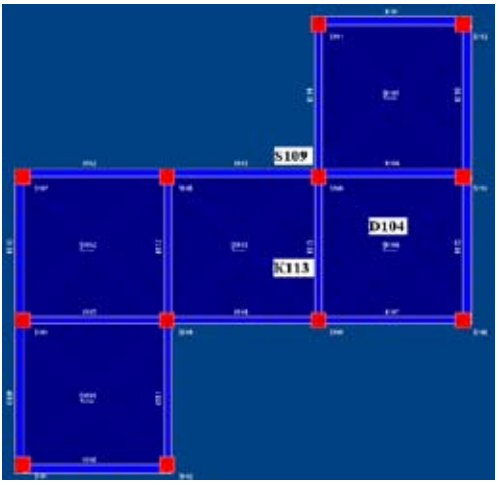
Tablo ……Örnek 4 ün Proje Parametreleri

İdestatik ve Sta4cad programı sonuçları Celep ve Kumbasar'ın taban kesme kuvveti sonuçlarına yakındır. Probina sonuçları ise biraz farklıdır (toplam bina ağırlığı ve periyot değerleri farklı olduğundan). Üç program da S108 kolonunun güçlü kolon-zayıf kiriş koşulunu sağlamadığı sonucuna ulaşmıştır. Her üç programın (ve Kitabın) ayrık temel sonuçları arasında büyük bir farklılık yoktur.





Şekil ……Örnek 5 'in 3D Görünüşü



Şekil …….Örnek 5 'in Ortak – Benzer Kat Kalıp Planı

	İdestatik	Probina	Sta4cad	Celep ve Kum-basar
X YÖNÜ	0.490	0.453	0.547	0.59
Y YÖNÜ	0.456	0.446	0.506	???

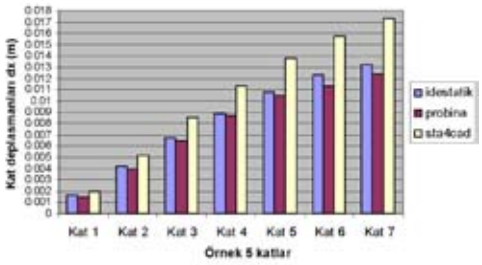
Tablo …..Örnek 4 ün Birinci Doğal Titreşim Periyotları Tr (sn)

	X YÖNÜ			Y YÖNÜ			
Kat No	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
VtB Mod birl.	???	62.44	65.54(1)	60.18	63.22	57.81(1)	62.16
Vt Eşd. stat.	69.7	70.17	85.46	67.04	74.30	81.14	71.34

Tablo ….Örnek 4 ün X ve Y yönü Kat Yükleri, Taban Kesme Kuvvetleri Fi (ton)

Örnek 5

7 katlı sadece çerçeveli bir yapı olan bu Örnek 5'in kat planı, Z şeklindedir; Temeli hem sürekli kiriş hem de kirişsiz radye olarak çözülmüştür. Kat ve bina ağırlıkları, doğal titreşim periyotları, kütle ve rijitlik merkezi yerleri, kat deprem yükleri ve taban kesme kuvvetleri, kat yanal deplasmanları, 2. mertebe etki indeksi, beton ve donatı metrajı konusunda aşırı bir farklılık (> %20) hiç yoktur. Fakat sadece A1 ve B2 düzensizliği konusunda, yazılımlar ayrı düşmektedir.



Örnek 6

Zayıf perdeli (perde kolonlu) ve çepe çevre konsollu-saplama kirişli 10 katlı bir yapı, 6. Örnek olarak seçilmiştir.

Analiz Yöntemi	Mod Birleştirme yöntemi
Deprem Bölgesi	1. Bölge
Bina Önem Katsayısı (I)	1
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	7
Süneklilik Düzeyi	Yüksek
Zemin Hakim Periyodu(To)	0.25
Zati Yük Faktörü	1.4
Hareketli Yük Faktörü	1.6
Beton Birim Ağırlığı (t / m3)	2.5
Zemin Yatak Katsayısı (t / m3)	10000
Zemin Emniyet Gerilmesi (t / m2)	50
Zemin Sınıfı	Z2 (TA=0.15 ; TB=0.40)
Beton Sınıfı	C30
Çelik Sınıfı	ST III
Toprak Birim Ağırlığı (t / m3)	2.1
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı	0.3
Beton Güvenlik Katsayısı	1.5
Çelik Güvenlik Katsayısı	1.15

Tablo …….. Örnek 6 nın Proje Parametreleri

Bina Bilgileri:

Döşeme Alanı 520 m2

Kat adedi 10 kat

Bodrum kat adedi yok

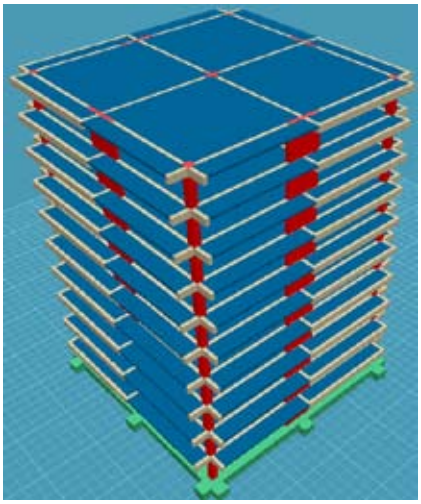
Kolon ebadı 50X50 (S1-S3-S7-S9)

Perde ebatları 30X300 (P2-P4-P6-P8)

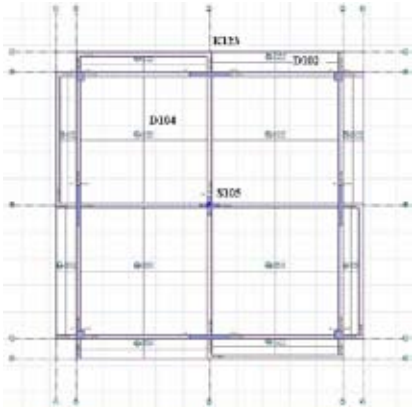
Yükleme Durumu

Döşeme bilgileri d=20 (D1-12) g kaplama =25 kg/m2 q=200 kg/m2

Kiriş ebatları 30X60 (K1-28) g=70 kg/m q=0



Şekil …..Örnek 6 ’nın 3D Görünüşü



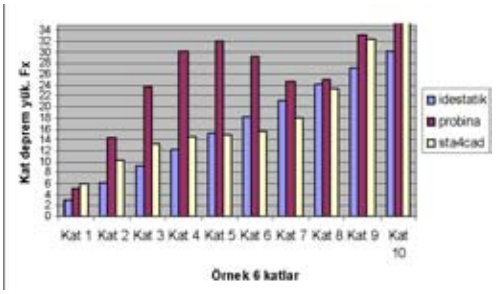
Şekil …. Örnek 6’nın Kat Kalıp Plan**ı**

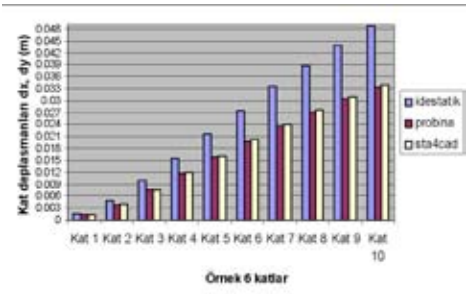
Kütle veya rijitlik merkezinin yeri açısından, Probina çıktıları biraz farklıdır. Bu fark, konsol ve saplama kirişlerin yanlış modellenmesinden oluşabilir (böyle bir kullanıcı hatası da hiç raporlanmaz). Doğal titreşim periyotları ise daha da farklıdır. İkinci mertebe etkisi indeksi Ji yi, üç program da, sınır değerin çok altında bulmuştur. Yine bu Örnek 6 için, yapı düzensizliği konusunda, her üç yazılım da uyum içindedir. Çok katlı Örnek 6 için, kat deprem yüklerinde % 50 ye varan farklılıklar vardır (hakim periyotlar büyük ve farklı olduğundan). Fakat perde modelleme hataları ile, büyük kat deprem yükleri için, daha küçük kat deplasmanları da oluşabilmektedir. Ayrıca R katsayısı seçimini etkileyen ABYYHY 1998 deki ($\alpha m < 0.75$) katsayısını Idestatik 0.40, Probina 0.22 ve Sta4cad ise 0.55 bulmaktadır. Asıl büyük uyumsuzluk budur.

Perde taban momentleri toplamının, üç program için bu kadar farklı olması, en önce perde modelleme hatasını akla getirmektedir. Sta4-cad programı poligonal kolonda kolon - kiriş kesme güvenliği raporu vermemiştir. Poligonal kesitli kolonun boyuna ve enine donatıları, her yazılım tarafından farklı verilmektedir.

Radye beton metrajı tutarlı, donatı metrajı ise çok farklı bulunmuştur. S105 poligon

kolonu zımbalama tahkikinin tutmadığını, üç program da farklı değerler (özellikle Up zımbalama çevresi) ile göstermektedir. Hesap aksının geçtiği yere göre kirişsiz radye temel boyuna donatılarının değiştiği de unutulmamalıdır.





Sonuçlar ve Öneriler

Üç ayrı statik betonarme yazılım(İdestatik V5.493, Probina V14-sp2 ve Sta4cad V12 versiyonları) ile 6 değişik yapının (farklı temel sistemleriyle) tasarımı yapılmıştır. Taşıyıcı sistem ve üzerindeki düşey yükler olabildiğince basit seçilmiştir. Farklı yazılımların çıktıları incelenerek, şu sonuçlara varılmıştır:

1-Farklı programların belli bir tasarıma ait çıktıları arasında farklar, az veya çok mutlaka oluşacaktır (modelleme, kodlama kabulleri hep farklıdır). Ancak bu fark¬lılığın küçük kalması da gerekir (% 15 -25 gibi). Belli bir dönemde, üç yazılımın belli versiyonları için, yazılım kaynaklı bu farklılıklar, bir tez çalışmasında hiç de küçük çıkmamıştır [Kandak (2006)].

2 -Hesap çıktılarında raporlanması gereken bilgiler, her program tarafından yeterince ve anlaşılır şekilde verilmektedir. Fakat bu çıktı değerleri, birbirine bire bir uymaz. Çünkü her yazılımın modelleme -kodlama kabulleri, referansı (danışmanı), örnek çözdüğü test problemi, vb. hep kendine aittir. Tasarımcının yazılım kaynaklı bu farklarıdikkate alması(reklama ve yazılımına takılıp kalmaması) da gerekir.

3 -Lisanslı yazılımların çıktıları arasındaki farklar aşırı ise, kullanılmaması gereken hatalı program (lar) da var demektir. Fakat sözgelimi SAP 2000 gibi genel amaçlı bir yazılım kullanılsa dahi, gündelik gerçek bir yapının tasarımı için, hangi yazılımın hata payının ne olduğunu göstermek de son derece zordur. Bu yüzden gerçek bir yapının daha tutarlı bir tasarımı için, tüm yazılımların kullanılması (ve çıktıların karşılaştırılması) da, öncelikle gerekmektedir.

4 -Uzmanlık gerektirten bu iş (tasarım yazılımının denenmesi), bir teknik kurula bırakılmalıdır. Bu Teknik Kurulda, İMO nın, Üniversitelerin, Bakanlığın, Yapı Denetim Büroları Birliğinin ve yazılım firmalarının temsilcileri yer almalıdır. Bu makalenin asıl amacı, işte bunu vurgulamaktır (yazılımları sıralamak yargılamak -ayıklamak değildir). Farklı yazılımların aynı – belli tip yapılar için verdiği farklı çıktıların, bu teknik kurul tarafından zaman zaman duyurulması bile, büyük bir kazanım (ve otokontrol) oluşturacaktır.

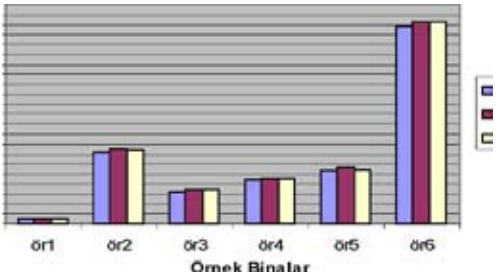
PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

5 – Buradaki çok basit altı (6) sorgulama – deneme tasarımı, adı geçen marka yazılımları geliştiren firmaların iş birliği ve yardımı ile bitirilmiştir (yazarlar katkıları için teşekkür borçludur). Ancak bu sırada, bazı önemli özelliklerin, sadece yeni versiyonda bulunduğu (veya mevcut versiyon için yama yazılım gönderileceği) belirtilmiştir. Nitekim marka yazılımların hepsi de hep adım adım geliştirilmiştir. Böyle güncellenen bir yazılımın Teknik Kurul huzurunda, rekabete açık saydam bir

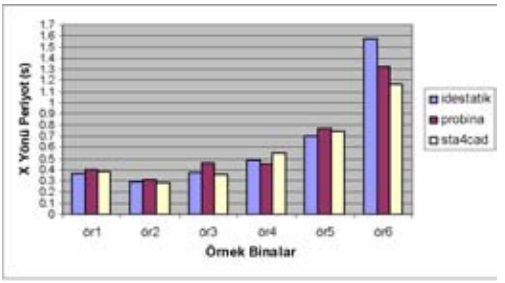
ortamda denenmesi – sınanması, yazılımcılar açısından da uygun olur. Eski hatalı kopya - kırık versiyonların (veya yenilerinin ortak) kullanımı, ancak böyle önlenebilir.

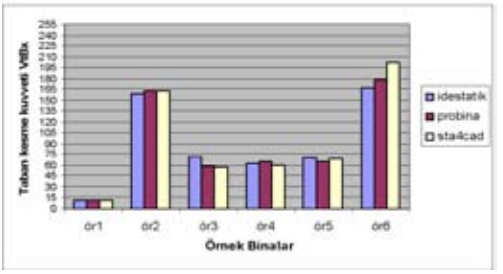
6 – Eleman ölçülerinin ilk girişi, her üç programda da mühendisin takdirine bırakılmıştır. Ancak yeni bir tasarım için, en son yönetmeliğin öngördüğü minimum ebatların altında bir değer girilse dahi, çözümleme -çizim çıktısı alınabilmektedir.

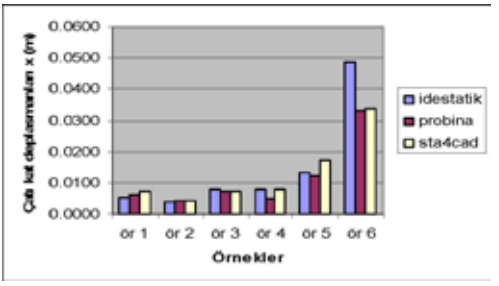
7 -Tasarım yazılımı, belli birçok kesitin hesabını ve donatı tayinini, taşıma gücü ile (ekstrem + / -etkiler için) yapar. Bu kesitlere, min. donatıdan fazla bir hesap donatısını yerleştirir. Bu hesap donatısı, donatı üst sınırını aşarsa, 'yetersiz enkesit' uyarısı raporlanır. Fakat özellikle yazılımların eski versiyonları için, bu raporların 'kafadan değiştirilmesi' veya 'bir şekilde gözden kaçırılması' hiç de zor değildir.

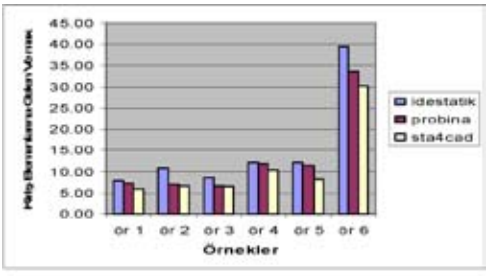


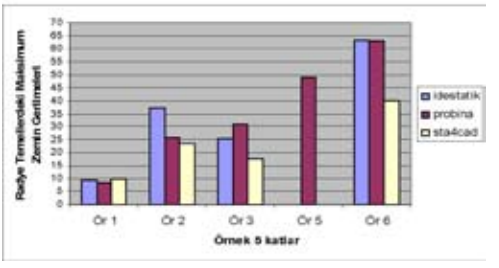
8-Ancak daha da kötüsü, böyle sakıncalı bir durumda dahi, çizimlerin yazıcıdan -çiziciden alınabilmesidir. Denetimi çok zor olan karmaşık bir yazılımın, kötüye kullanımı bu kadar kolay olmamalıdır. Farklı ve uygun her tasarım (run -icra) için, yazılımın rastgele ürettiği farklı bir proje kodu, hesap dosyasının her sayfasına ve her çizim paftası kapağına aynen konmalıdır. Böylece hem Oda vizesi sırasında tasarımın denetimi hızlandırılmış olur. Hem de eski yazılımların (veya yenilerinin ortak) kullanımını önlenebilir.



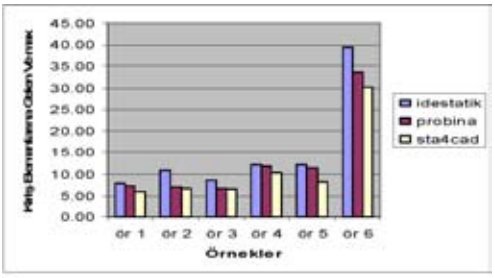


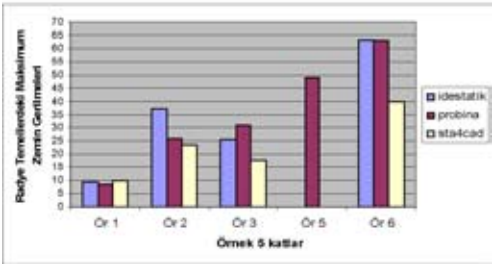






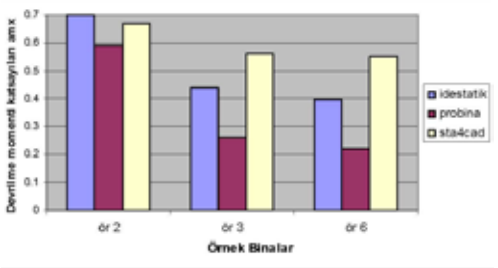
9-Statik değerlerdeki yazılım kaynaklı farklılıklar, özellikle çok katlı, planda verev (non ortogonal), perdeli ve düzensiz yapılar için, hiç de az değildir. Toplam yapı ağırlığıgibi birincil değerlerdeki farklılık, nisbeten küçüktür. Fakat özellikle perde rijitliğinin farklı modellenmesi, sonraki tüm değerleri (modal analizi, taban kesme kuvvetini, kiriş ve kolon -perde kesiti hesap etkisini v.b.), çok farklılıkmaktadır.





10 -Betonarme tasarıma (boyuna enine donatıya, süneklik kontrollerine vb.) ait farkların, ikinci planda kaldığı gibi bir izlenim oluştu. Çünkü donatı metrajındaki büyükçe farklılıklar, öncelikle farklı kesit tesirleri ile ilintilendi (eleman enkesitleri, malzeme özellikleri zaten hep aynıdır). Fakat buna ilişkin genel bir yargıya varmak da zordur (yazılımların kodlaması, output formatları ve donatı seçimleri çok farklıdır). Ancak donatı metrajındaki farklılıklar, kirişsiz radye temel durumunda çok daha belirgindir (radye temel sonlu eleman modellerinin çok farklıolmasından ötürü).

11 -Farklı değerler üreten yazılımlar, birçok önemli kararı da farklı almaktadır. Sözgelimi R yatay yük azaltma katsayısı, perde sünekliğine, perde sünekliği de, perde tabanı kesit tesirlerinin toplamına bağlıdır. Farklı perde modeli ile bu kesit tesiri toplamı ve m(şimdi s) oranı farklı bulunur (ve R katsayısı da değişir). Yine bir programın var dediği B2 (yumuşak kat) düzensizliğine diğerleri yok demektedir



12 -Bu tasarım programları, daha çok kullanım kılavuzları ile pazarlanmakta, eğitim çalışmaları ise hep ikinci planda kalmaktadır. Ne eğitim çalışmaları sırasında ne reklamlarda, burada örneklenen yazılım kaynaklı farklılıklara hiç yer verilmemektedir. Firma (rakip yazılım daha hatalı bile olsa) bu farklılık -hata payı konusunu gündeme hiç getirmemektedir. Ürünün ve reklamın bu şekilde tek sesli sunumu bile, başlı başına bir eksikliktir ("merak etmeyin bir aksaklık olamaz" gibi bir önyargı oluşuyor).

13 -Buradaki basit örnek tasarımların uygunluğu, kullanılan yazılımlarıno sıradaki olgunluğu ve özetlenen çıktıların doğruluğu, evet tartışmaya hep açıktır. Fakat önemli olan burada verilen sayısal değerlerin kendisi değildir. Bu konuda yapılmış benzer yeni bir çalışma da yoktur. Yazarlar bu yüzden, her hangi bir yazılım hakkında bir tercih -yargı belirtmekten özellikle kaçınmıştır.

14 -Bu 'olmazsa olmaz hazır yazılımların' doğruluk derecesini (hata payını) sorgulamaktan -görmekten hep kaçınıldı. Bilgisayar PC daha böyle yaygın değilken, yani daha işin (yazılım geliştirmenin) başındayken, belki bu da gerekli idi. Nitekim bu riskli sakıncalı

hareketsizliği bugün bir çok mühendis eleştirmektedir [Bağcı, (2004), Karayel (2007)]. Benzer bir karşılaştırma çalışması, TDY 2007 nin yeni 7. Bölümüne (mevcut yapıların değerlendirilmesi -onarımı – güçlendirilmesi) ait hesap modülü çıktıları için de gerekmektedir […….].

15 – Statik -betonarme tasarım – değerlendirme yazılımlarının çıktıları arasında belli bir fark hep olacaktır. Bu farkın duyurulması – sürekli izlenmesi, belli bir aralıkta tutulması, hiç kimsenin zararına değildir. Aksine bir durumda, yapılan bir tasarım hiçbir şekilde denetlenemez (operatör düzeyine düşmüş bir mühendisin insafına kalır).

Kaynaklar

ABYYHY (1998) “ Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hk. Yönetmelik ”, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.

…… (2005) “ Örnekler Kitabı ”, Afet İşleri Gn. Müdürlüğü, Deprem Araştırma

Dairesi, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, ..

Atımtay, E., (2004), ‘Örnekler ile Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında

Yönetmelik’, Cilt I ve II, Bizim Büro, Ankara.

Bağcı, M. (2004) ”İnşaat Paket Programlarının Deprem Yönetmeliği Bakımından

İncelenmesi ”. Teknokrat - İMO, Manisa..

Celep, Z. ve Kumbasar, N., (2000), “Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme

Dayanıklı Yapı Tasarımı” , Beta Dağıtım, İstanbul.

Celep, Z. ve Kumbasar, N., (1998), “Betonarme Yapılar” ,Beta Dağıtım, İstanbul.

İdeStatik (2006), “İdeSTATİK, IDS / NC Kullanım Kitabı”, İde Yapı Ltd. Şti, Bursa. .

Karayel V. (2007), ‘Yapısal Tasarımda Paket Bilgisayar Programını Kullanımının Ülkemizdeki Yapısal Tasarım Mühendislerinin Gelişimi Üzerindeki Etkileri’, İMO İstanbul Şubesi Dergisi, Sayı 91, İstanbul.

Kandak, Ö. Ö. (2006), ‘Ticari Paket Programların Deprem Yönetmeliği Açısından Karşılaştırılması’, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Kuyucular, A. (1998), “Betonarme Yapılar “ , Tuğra Matbaası , Isparta.

Prota Bilgisayar (2006) “Probina Orion Kullanım Kılavuzu” , Ankara..

Amasralı, S., (2000) “ Sta4-Cad Ver 8.1 Kullanma Kılavuzu”, Tasarım Matb.,İstanbul.

Wilson, E.L., (1970), “SOLID SAP - A Statik Analysis Program for 3D Solid

Structures”, Report No. UC SESM 70-20, Structural Engineering Laboratory,

University of California, Berkeley.