

BETONARME KOLONLARDAKİ DÜZ EY DERZLERİN FARKLI ZEMİN SINIFLARINDAKİ ETKİSİ

G.Eren¹, K. Beyen²

¹ *Doçent Dr., İnşaat Müh. Bölümü, Kocaeli Üniversitesi, Umuttepe*
² *Doçent Dr., İnşaat Müh. Bölümü, Kocaeli Üniversitesi, Umuttepe*
Email: g.eren34@hotmail.com

ÖZET:

Bu çalışmada, tarihi yapılarda görülen fakat yeni yapıların tasarımında dikkatlenmeyen düz eysel taıyıcı elemanlara uygulanan düz eysel derzlerin, betonarme kolonlarda olu turularak tipik bir yapı üzerindeki etkileri incelenmiştir. 5 katlı betonarme yapı farklı zemin sınıflarında (Z1,Z2,Z3,Z4) aynı kesitlerle modellenip, eksenel kuvvetin fazla oldu u iç akslarda kalan kolonları düz eysel derz ile 4 e it parçaya bölünmü tür. Yatay deplasmanlar sınır de erler içinde kalmak ko uluyla yapı periyodu uzatılarak, yapıya gelen deprem kuvvetleri azaltılmı tür. Böylelikle kolonlardaki eksenel kuvvetin sünekli i azaltıcı etkisinin yapıdan uzaklaşması sa lanmı tür. Ayrıca, spektral analiz yöntemiyle deprem hesabı yapılan yapıda, yapı yükseklikleri arttıkça azalma e ilimi gösteren modal kütle katılım oranının arttı ı gözlemlenmiştir. Aynı yapının itme analizi yöntemiyle performans seviyeleri karşılaştırılmı tür. Analizler sonucunda depremden dolayı olu an taban kesme kuvvetinin lineer analiz yöntemine oranla daha çok azaldı ı gözlemlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER : Düz eysel Derz, Spektral Analiz, İtme Analizi, Tarihi Yapılar, Tıdy 2007

1. GİRİŞ

Türkiye'deki ve dünyadaki mevcut yapı yönetmelikleri her geçen gün geliştirilmekte ve deneysel çalışmalarla desteklenmektedir. İüphesiz bu çalışmalar, depremi ve onun yapıya etkilerini daha açık şekilde ortaya koymaktadır. Fakat geçmişten bugüne kadar gelen yapılarla ilgili böyle bir yönetmelik bulunmamaktadır. Dolayısıyla böyle yapılar herhangi bir artname altında toplanamamaktadır. Günümüzde yapılan yapıların genelinde betonarme ve çelik taıyıcı sistemlere ait olmasının da etkisiyle, eski yapılardan bir tasarım felsefesi aktarımının yetersiz olacağı dikkatlenebilir. Aksine böyle yapıların ayakta kalmasına sebep olan etkenlerin titizlikle incelenmesi ve günümüz koşullarında yeni yapılacak yapılara buradaki mevcut tasarım felsefesini aktarmak gereklidir. Sonuçta yük, deprem, kesit tasarımı vb. kavramlar tarihi yapılarda da günümüz yapılarında da olmazsa olmaz kavramlardır. Bu çalışmada, tarihi yapılarda uygulanan düz eysel derz uygulamasının günümüz betonarme yapılarında uygulanması durumunda ortaya çıkabilecek sonuçları tartışılmı tür.

2. TARİHİ YAPILARDA DÜZ EY DERZ UYGULAMALARI

Geçmişten günümüze birçok tarihi yapıda düz eysel taıyıcılara uygulanan düz eysel derzleri görebilmekteyiz. Ancak bu çalışmada sadece 2 ayrı yapıda uygulanan düz eysel derz örnekleri verilmiştir.

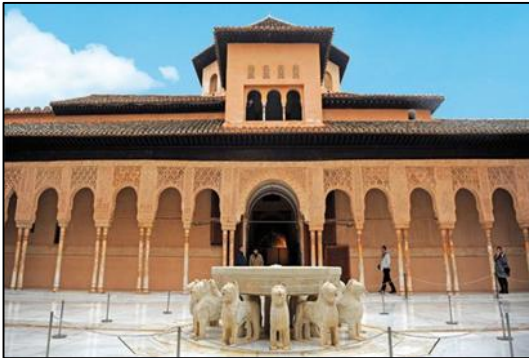
2.1. Aya İrini Kilisesi - İstanbul / Türkiye



ekil 1. Aya İrini Kilisesi

Bizans'ın ilk kilisesi olan Aya İrini Kilisesi'nde (ekil 1) yapının ana taşıyıcı kemerlerinden birinin altı duvarlarla desteklenirken bir diğ erinin altı mimari gereği boşlukta bulunmaktadır. Altı duvarla örülü kemerin rijitliği yatay etkiler altında oldukça kötü tesirler oluşturabilir. Bunun etkisini öngören mühendisler kemerlerin taşıyıcı ayakları 4 e bölme parçaya bölerek diğ er taşıyıcıların atalet moment kapasitesini diğ erüüp daha esnek bir tasarım oluşturmu lardır.

2.2. Al Hamra Sarayı (Aslanlı Bahçe) - Granada / İspanya



ekil 2. Al Hamra Sarayı

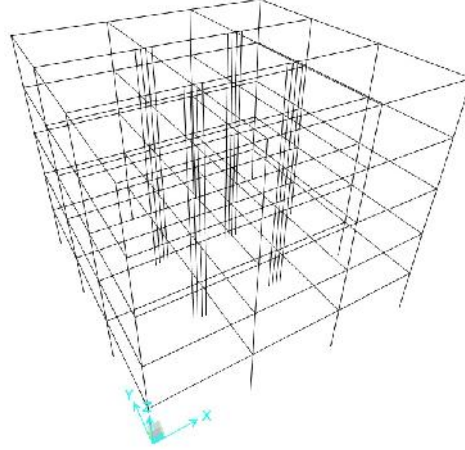
ekil 2 de görüldü ü üzere diğ er taşıyıcı elemanlar 2 kolonlu ve tek kolonlu olarak ayrı ayrı tasarlanmıştır. Bu mevcut kolonlar üzerindeki diğ er yükleri tek olarak gözetilse bile, yapının içinden dışarıya aktarılan kemerlerin oturduğu kolonlara daha büyük rijitlik gerekmektedir. Bu da aslında daha büyük kesitli kolon demektir. İki kolonlu bölüme arkadan taşıyıcı kemerler gelirken, tek kolonlu bölüm konstrüktif olarak tasarlanmıştır ve arkadan kemerlerle desteklenmemiştir. Bu avluyu tasarlayan mühendisler, diğ er yükü altında gerekli olan kesit alanını sağlamış fakat yatay deprem yüklerinde büyük rijitlikle burulma oluşturabilecek büyük bir tek kolon yerine iki tane aynı kesitte küçük kolon tercih etmişlerdir.

Tüm bu örneklerden yola çıkılarak mühendisler, diğ er yükü fazla olan diğ er taşıyıcıları daha esnek bir yapıya kavuşturmu lardır. Yapıların bir yönünün diğ erine göre daha rijit olmasının yapı deprem tesirleri açısından hasarı artırabilir yönde bir eğilimi olduğunu öngörmüşlerdir. Bugün diğ er yüklerin büyük kısmını taşıyan iç kolonların sahip olduğu aksel kuvvetten dolayı deprem sırasında yeterli derecede süneklik

kazanamamaktadırlar. Ayrıca düey yükü taşıyabilmek için kesitlerin büyütülmesi artan rijitlikle beraber yapıya daha büyük kuvvetleri getirmektedir. Yapılan sayısallaştırılmış çalımda, eksenel kuvveti fazla olan iç kolonların düey derzle bölünmesi durumunda ortaya çıkan sonuçlar tartışılmıdır.

3. SAYISALLAŞTIRILMIŞ ÇALIŞMA

Sayısal analizlerin yapıldığı matematik modele ait 3 boyutlu görünümü ve tipik kat planı ekil 4 ve bina bilgileri Tablo 1’de verilmiştir.



ekil 3. Örnek binanın düey derzli 3 boyutlu çerçeve modeli

Tablo 1. Bina bilgileri

Bina Kat Adedi	5
Kat Yükseklikleri (m)	3.0
Bina Kullanım Amacı	Konut
Beton Sınıfı	C25
Donatı Çeliği	S420
Bina Aks Mesafeleri(m)	5.5 x 3 (x ve y yönü)
Kiri Boyutları (cm)	30x60
Kolon Boyutları (cm)	30x60,30x120
Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n)	0.3
Deprem Bölgesi	1.derece ($A_0=0.4$)
Bina Önem Katsayısı (I)	1.0
Döşeme Kalınlığı (cm)	15.0
Zemin Sınıfı,Periyot (sn)	Z1,Z2,Z3,Z4
Döşeme Yükleri (kn/m^2)	2.0 (kaplama), 3.5 (hareketli)
Taşıma .Sis.Dav.Kat. (R)	8

Yapılan analizde, 30x120 cm iç kolonlar 4 eksenli parçaya bölünerek 30x30 cm olarak tasarlanıp, döşeme hizasında rijit kirişlerle birbirlerine bağlanmıştır. Yapının döşeme hizasında rijit diyafram olarak çalışması kabul edilmiştir. Farklı zemin sınıflarında aynı taşıyıcı sistem kullanılarak spektral analiz yöntemiyle lineer sınırlar içerisinde görel kat ötelemeleri, ikinci mertebe etkileri, periyot değerimleri, modal kütle katılım oranı ve taban kesme kuvvetlerinin de i imi incelenmiştir.

3.1. Görel Kat Ötelemelerinin Tahkiki

Yapılan analizler sonucu tablonun uzun olması sebebiyle sadece z4 zemin sınıfına ait görel kat ötelemeleri sonuçları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Göreli kat ötelemeleri de erleri

X YÖNÜ		DERZS Z TASARIM					DERZL TASARIM				
Kat	hi (m)	dix (m)	ix (m)	ix = R ix(m)	ix / hi	0.02	dix (m)	ix (m)	ix = R ix(m)	ix / hi	0.02
5	3	0,012	0,002	0,013	0,004	☑	0,019	0,002	0,015	0,005	☑
4	3	0,011	0,002	0,020	0,007	☑	0,017	0,003	0,026	0,009	☑
3	3	0,008	0,003	0,025	0,008	☑	0,014	0,004	0,035	0,012	☑
2	3	0,005	0,003	0,026	0,009	☑	0,009	0,005	0,041	0,014	☑
1	3	0,002	0,002	0,015	0,005	☑	0,004	0,004	0,032	0,011	☑

Y YÖNÜ		DERZS Z TASARIM					DERZL TASARIM				
Kat	hi	diy (m)	iy (m)	iy = R iy(m)	iy / hi	0.02	diy (m)	iy (m)	iy = R iy(m)	iy / hi	0.02
5	3	0,016	0,002	0,012	0,004	☑	0,017	0,002	0,014	0,005	☑
4	3	0,014	0,003	0,022	0,007	☑	0,015	0,003	0,024	0,008	☑
3	3	0,011	0,004	0,030	0,010	☑	0,012	0,004	0,033	0,011	☑
2	3	0,008	0,004	0,034	0,011	☑	0,008	0,005	0,037	0,012	☑
1	3	0,003	0,003	0,026	0,009	☑	0,003	0,003	0,027	0,009	☑

3.2. İkinci Mertebe Etkilerinin Tahkiki

Yapılan analizler sonucu tablonun uzun olması sebebiyle sadece z3 zemin sınıfına ait ikinci mertebe etkileri Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. İkinci mertebe de erleri

X YÖNÜ		DERZS Z TASARIM					DERZL TASARIM						
Kat	hi (m)	wi (kN)	wi (kN)	Vx (kN)	(ix)ort (m)	0.12	wi (kN)	wi (kN)	Vx (kN)	(ix)ort (m)	0.12		
1	3	2699	13495	1370	0,002	0,006	☑	2699	13495	1279	0,004	0,014	☑
2	3	2699	10796	1289	0,003	0,009	☑	2699	10796	1186	0,005	0,016	☑
3	3	2699	8097	1106	0,003	0,008	☑	2699	8097	998	0,004	0,012	☑
4	3	2699	5398	821	0,002	0,005	☑	2699	5398	732	0,003	0,008	☑
5	3	2699	2699	458	0,002	0,003	☑	2699	2699	395	0,002	0,004	☑

Y YÖNÜ		DERZS Z TASARIM					DERZL TASARIM						
Kat	hi (m)	wi (kN)	wi (kN)	Vy (kN)	(iy)ort (m)	0.12	wi (kN)	wi (kN)	Vy (kN)	(iy)ort (m)	0.12		
1	3	2699	13495	1384	0,003	0,010	☑	2699	13495	1326	0,003	0,011	☑
2	3	2699	10796	1287	0,004	0,012	☑	2699	10796	1235	0,005	0,014	☑
3	3	2699	8097	1085	0,004	0,009	☑	2699	8097	1043	0,004	0,011	☑
4	3	2699	5398	794	0,003	0,006	☑	2699	5398	765	0,003	0,007	☑
5	3	2699	2699	426	0,002	0,003	☑	2699	2699	413	0,002	0,004	☑

3.3. Modal Kütle Katılım Oranları ve Periyot De iimleri

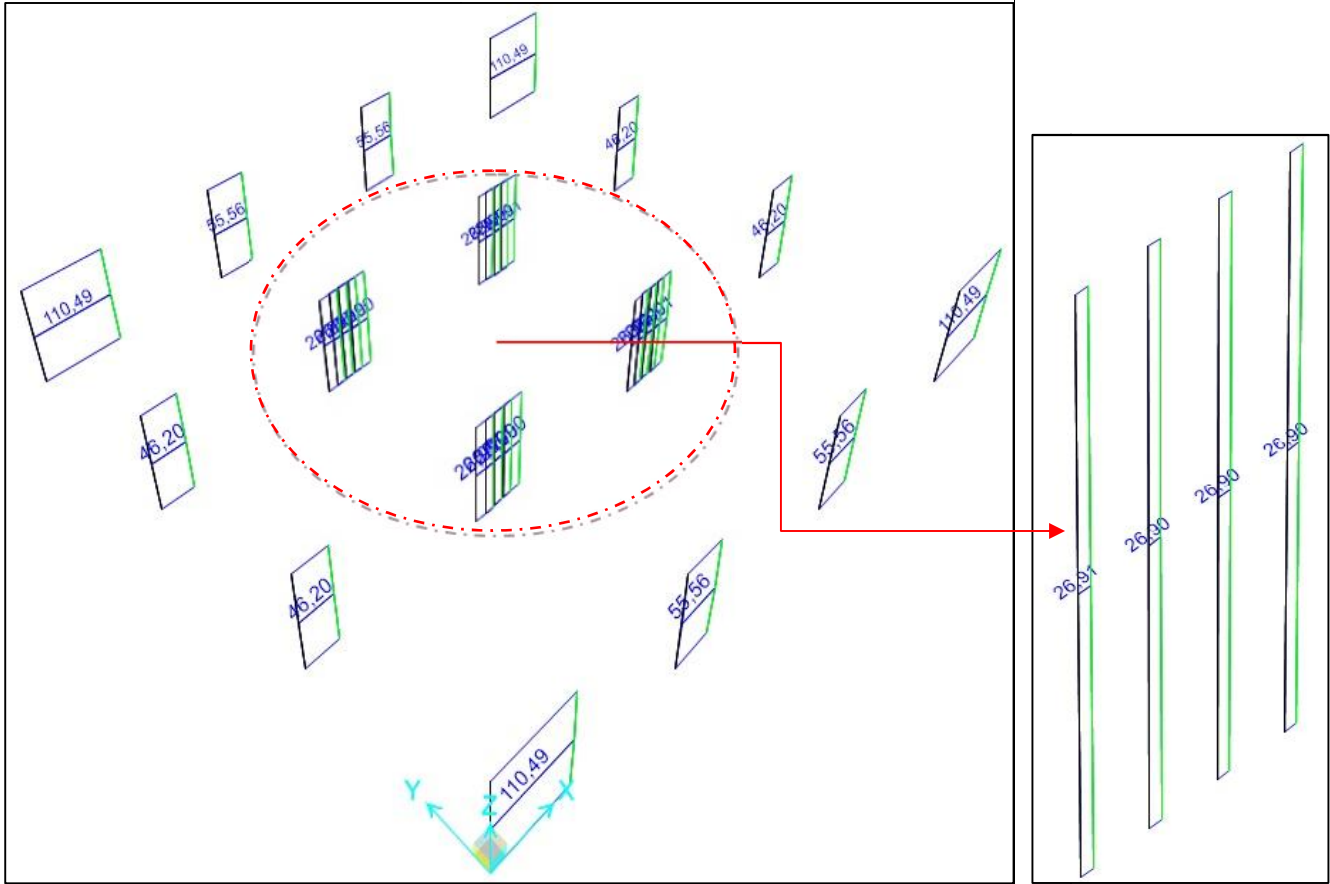
Yapılan derz uygulaması sonucu binanın modal parametrelerindeki de iim Tablo 4’de gösterilmiştir.

Tablo 4. Modal kütle katılım oranları ve periyot de erleri

	DERZS Z TASARIM		DERZL TASARIM	
	KÜTLE KATILIM ORANI (%)	PER YOT (sn)	KÜTLE KATILIM ORANI (%)	PER YOT (sn)
X YÖNLÜ MOD	80	0,55	84	0,69
Y YÖNLÜ MOD	83	0,63	84	0,65

3.4. Taban Kesme Kuvveti

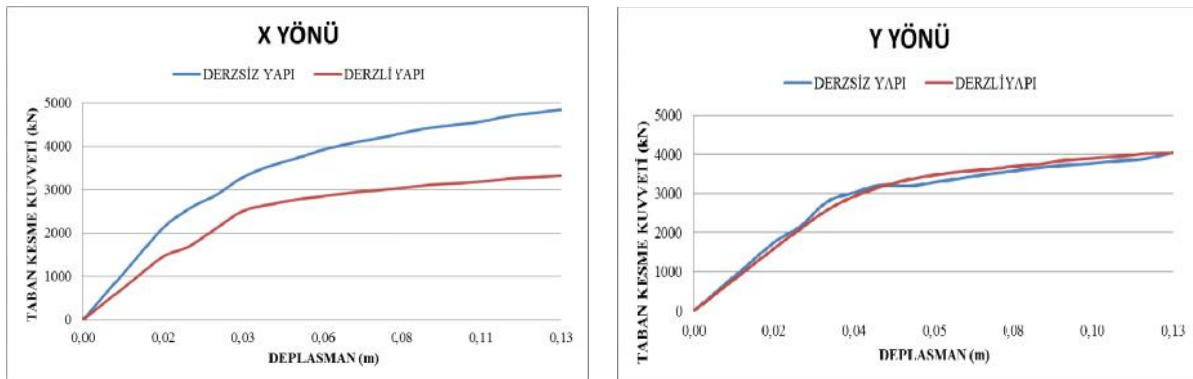
Çalımanın ana konusu olan farklı zemin sınıflarındaki yapının dü ey derzlerle tasarlanması sonucu taban kesme kuvvetlerinin de iimi Tablo 5’de gösterilmiştir.



ekil 5. Derzli tasarım durumunda kat kesme kuvvetlerinin dağılımı

3.6. Derzli ve Derzsiz Tasarıma Göre İtme Analizi Sonucu Kat Kesme Kuvvetlerinin Dağılımı

Tasarımı yapılan örnek yapı, mevcut yapı olarak değerlendirilip itme analizi yöntemiyle analiz edilip kat kesme kuvveti-tepe deplasman eğrileri ekil 6 da gösterilmiştir. Derzsiz yapının x yönündeki taban kesme kuvveti 4843 kN, derzli yapının taban kesme kuvveti 3322 kN'dur. Derzsiz yapının y yönündeki taban kesme kuvveti 4056 kN, derzli yapının taban kesme kuvveti 4039 kN'dur. X yönünde düz derzlerle azaltılan atalet momenti itme eğrisi diyagramında önemli değişiklikler yapılmıştır. Y yönünde atalet moment kapasitesinin değişimi, birbirine yakın sonuçları vermektedir.



ekil 6. Taban kesme kuvveti - tepe deplasmanı eğrileri

4. TARTI MA

Bu çalı mada, farklı zemin sınıflarında aynı kesitlerle tasarlanmı 5 katlı betonarme binanın, iç akslarda kalan 4 kolonun dü ey derzlerle 4'er e it parçaya ayrılması durumunda ortaya çıkan sonuçlar tartı lımı tır. Buna göre, yapı tasarımında orta aksların ta ıyaca ı büyüklükteki kolonlar yapının yatay hareketi sırasında istenilmeyen yatay yükleri kendilerine çekmektedirler. Yapılan örnekte orta akstaki bir kolonun aldı ı yatay kuvvet dı akslardaki ortalama 8 kolonun yükünü çekmektedir. Bu durumda yapı 4 kolonla yatay yüklerin büyük bir kısmını ta ımaktadır. Bu kolonlardan birinin hasar alması durumunda yapı yatay yüklerinin da ılımı daha karma ık bir hale gelebilir. Yapılan dü ey derz uygulamasıyla yatay yükler daha homojen bir ekilde da ıtılarak, yapının depremin her anında bütün kesitlerinin e it yüklerle yüklenmesine çalı ılımlı tır. Bu yapı tasarımıyla yapının hiperstatiklik derecesi de artırılmı tır. Z1, Z2, Z3 zemin sınıflarında dü ey derzle bölünen kolonlarla yapının periyodu uzatılmı ve yapıya gelen taban kesme kuvveti azaltılmı tır. Z4 zemin sınıfında artmı tır.??? Büyüyen üst yapı periyodunun yerel saha hakim periyotlarıyla olan ili kisi incelendi inde zemin sınıfının karakteristik özelliklerinin önemli oldu u ve üst yapı davranı mın zemin ile etkile im olasılı mın göz ardı edilmemesi gerekti i anla ılmaktadır. Deprem talebinin rezonans ko ullarıyla yükselmesi ihtimal dahilindedir. zlenen deplasman de erleri yönetmeli in istedi i sınır de erlerin altında kalmaktadır. Dü ey derzle yapının modal kütle katılım oranı da artmı tır. tme analizi sonucunda taban kesme kuvvetinin de i imi daha belirgin bir ekilde ortaya çıkmaktadır. Dü ey derz sayısı artırıldıkça yapı daha az kesme kuvvetlerine maruz kalsa da deplasman faktörüne oldukça dikkat edilmesi gerekmektedir. Ayrıca yumu atılan her kolon, rijitlik kaybı nedeniyle hasarların kiri lerden önce kolonlarda olu masına sebep olabilir. Dolayısıyla kolonların derzlenmesi yapılırken kiri rijitliklerinin de dü ünülmesi gereklidir. Yapıya gelen deprem kuvvetinin azalması yapı temelinde olu acak momentlerin küçülmesiyle beraber daha ekonomik temel tasarımını da sa layabilir. Yapı performansı, farklı deprem kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında do rusal olmayan analiz yöntemiyle incelenirse daha do ru sonuçlar elde edilebilir. Yapı tasarımında burulma etkisini olu turabilecek plana göre kö ede kalan asansör perdeleri, tek cephesi bodrum perdeli yapılar vb. sistemlerde derz etkisinin ayrıca incelenmesi ba ka bir çalı manın konusu olabilir.

5. SONUÇLAR

Yapılan çalı ma sonucunda, kolonlara uygulanan betonarme derzlerin deplasman ko ulları ve kiri rijitliklerine dikkat etmek ko uluyla yapı tasarımında daha güvenilir sonuçlar ortaya koymu tur. Yapılan sayısal çalı malar çe itlendirilerek, deneysel verilerle de ispatlanmı olursa, yeni yapı tasarımında büyük kolaylıklar sa lanacaktır. Ayrıca tarihi yapıların yeni yapılara örnek te kil edebilecek birçok hususunun da titizlikle incelenmesi gerekmektedir. Yeni yapıların tasarımında tarihi yapıların mühendisli e kazandırdı ı deneyimlerden faydalanılması daha güvenilir yapılar yapılmasına da katkı sa layacaktır.

KAYNAKLAR

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY). (2007). T. C. Bayındırlık ve şkan Bakanlığı 1, Afet leri Genel Müdürlü ü, Deprem Ara tırma Dairesi, <http://www.deprem.gov.tr>.

CSI (2013). SAP2000: Static and Dynamic Finite Element Analysis of Structures 15.2.1., Computers and Structures, Inc., Berkeley, California.

TS500, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, 2000.

TS498, Yapi Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap De erleri, Türk Standartları Enstitüsü, 1997.