

Utkutuğ, Z., Al Hürol, Y., (1992) "Yüksek Bina Strüktürel Sistemlerinin Mimari Biçimlenme Olanak ve Kısıtları." *Yüksek Binalar II. Ulusal Sempozyumu*. İTÜ Mimarlık Fakültesi, Taşkılla. 4-6 Kasım. İstanbul: İTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları. pp.219-228.

5

219

**YÜKSEK BİNA STRÜKTÜREL SİSTEMLERİNİN
MİMARİ BİÇİMLENME OLANAK VE KISITLARI**

Doç.Dr. Ziya UTKUTUĞ
Arş.Gör. Yonca AL. HÜROL

Gazi Üniversitesi
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Mimarlık Bölümü

Amacı, tübüler sistemli yüksek binaların mimari biçimlenme olanak ve kısıtlarının bazı mimari yaklaşımlara aykırı düştüğünün gösterilmesi olan bu bildiri, dört kısımdan oluşmaktadır. İlk kısımda, mimari biçim tanımlanmakta ve mimari biçimlenme olanak ve kısıtı kavramları mimari biçimlenme anlayışına bağlı olarak açıklanmaktadır. İkinci kısımda, yüksek bina strüktürel sistemleri sınıflandırılmakta ve strüktürel sistemin belirlediği mimari biçimlenme olanak ve kısıtları, gerekçeleri ile ortaya çıkarılmaktadır. Üçüncü kısımda, güncel mimari yaklaşımlar ile tasarlanmış binaların mimari biçimlenme özelliklerinin saptanmasının ardından dördüncü kısımda, tübüler sistemli yüksek binaların mimari biçimlenme olanak ve kısıtlarının bazı güncel mimari yaklaşımlara aykırı düştüğü gösterilmekte ve mimari yaklaşımın strüktürel sistem seçimi üzerindeki etkisine, mevcut açıklamalardan farklı bir açıklama getirilmektedir.

ARCHITECTURAL FORM GIVING POSSIBILITIES AND CONSTRAINTS OF
HIGH-RISE BUILDING STRUCTURAL SYSTEMS

Assoc. Prof. Dr. Ziya ÖZKURTUĞ
Rest. Asst. Yonca AL HÜRÖL

Gazi University,
Faculty Engineering and Architecture
Department of Architecture

The aim of this paper is to show that, architectural form giving possibilities of high-rise building structural systems may be in contradiction with some contemporary architectural approaches. The paper consists of four parts. Concepts of architectural form giving possibilities and constraints are discussed in the first part in relation with architectural approach. High rise building structural systems are classified in the second part of the paper; and their architectural form giving possibilities and constraints are also discussed. The third part includes, listing of architectural form properties used by contemporary architectural approaches. In the fourth and last part it is shown that the architectural form giving possibilities of the tubular high rise building structures are in contradiction with some contemporary architectural approaches. As a result, it is also discussed that there is an important effect of architectural approach on the structural system selection.

YÜKSEK BİNA STRÜKTÜREL SİSTEMLERİNİN
MİMARİ BİÇİMLENME OLANAK VE KISITLARI

Doç.Dr. Ziya UTKUTUĞ
Arş.Gör. Yonca AL. HÜROL

Gazi Üniversitesi
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Mimarlık Bölümü

Amacı, yüksek bina strüktürel sistemlerinin mimari biçimlenme olanaklarının güncel mimari yaklaşımlarda tercih edilmiş biçimlenme özellikleri ile karşılaştırılması olan bu bildiri; mimari biçimlenme olanak ve kısıtı kavramlarının mimari biçimlenme anlayışına bağlı olarak tanımlandığı, yüksek bina strüktürel sistemlerinin mimari biçimlenme olanak ve kısıtlarının belirlendiği, güncel mimari yaklaşımlarda tercih edilmiş biçimlenme özelliklerinin belirlendiği ve bu özelliklerin yüksek bina strüktürel sistemlerinin mimari biçimlenme olanakları ile karşılaştırıldığı dört kısımdan oluşmaktadır.

Mimari biçimlenme anlayışına ait olan mimari biçimin ifade aracı olarak kullanılıp kullanılmaması, biçim aracılığı ile teknoloji ya da kültür konularının işlenmesi, binanın daha iyi algılanan kısımlarının biçimsel özelliklerinin diğerlerinden farklı olması gibi özellikler, mimari biçimi oluşturan strüktürel ve diğer mimari biçim faktörleri üzerinde somutlaşır.

Yüksek binaların mimari biçimlenme olanakları, strüktürel biçim faktörlerini de içeren mimari biçim faktörlerinin mimari biçimlenme olanaklarının teker teker incelenmesi ile elde edilir. Şekil 1'de görülen bu faktörler, dokuz ana grupta ve aşağıdaki gibi ele alınabilirler.

1. Strüktürel kütle biçiminin ölçeği,
2. Strüktürel kütle biçiminin oranları,
3. Strüktürel kütle biçiminin geometrik özelliği,
4. Strüktürel kütle biçimine uygulanan kütle eklemelerin biçimi,
5. Strüktürel kütle biçimine uygulanan kütle çıkarmaların biçimi,
6. Strüktürel elemanların ekleniş biçimi,
7. Yüzeysel eklemelerin biçimi,
8. Strüktürel eleman biçimi,
9. Çizgisel eklemelerin biçimi.

Genel olarak yukarıdaki biçim faktörlerinin teknolojik açıdan optimum biçim özelliklerine sahip olmadığı durumlar, o biçim faktörünün ifade aracı olduğu durumlar olarak nitelendirilebilir. Yüksek binalarda en önemli maliyet belirleyici unsur strüktürel sistem olduğundan (Conlin, W.W.F., 1972)(Rich, C., 1972), özellikle strüktürel biçime ait faktörlerin ifade aracı olarak kullanılıp kullanılmayacağı strüktürel davranış özelliklerine (iç kuvvetler dağılımı, deformasyon) dayanarak belirlenebilir.

Yüksek binalarda biçim faktörlerinin ifade aracı olmadığı durumlarda, strüktürel açıdan optimum biçim özellikleri ile strüktürel sistemin başka bir strüktürel sisteme dönüşmesini önleyen zorunlu biçim özellikleri, mimari biçimlenme olanaklarını belirlerler. Mimari biçim faktörlerinin ifade aracı olduğu durumlarda ise sadece zorunlu biçim özelliklerine uyulur.

Sözkonusu zorunlu biçim özelliklerinin; mukavemet, stabilite ve deformasyon azalışının sağlanması gibi strüktürel gerekliliklerle ilgisi yoktur. Bu özellikler strüktürel davranışın olumlu yada olumsuz olmasını da belirlemeyebilirler. Örneğin kubbe strüktürel sistemlerinin membran yada döşeme sistemlerine dönüşmemesi için, belirli strüktürel kütle biçimi özelliklerine sahip olması, zorunlu bir biçim özelliğidir. Kubbenin en az strüktürel malzeme kullanarak geçebileceği açıklık ise, bir optimum biçim özelliğidir. Gerek zorunlu gerekse optimum biçim özellikleri, mimarlıkta sonsuz sayıda alternatif içerirken; matematiksel analiz yöntemleri yardımı ile optimum alternatiflerinin sayısı teke indirilir.

Yüksek bina strüktürel sistemlerinin mimari biçimlenme olanaklarının, mimari biçimin ifade aracı olarak kullanılmadığı mimari biçimlenme anlayışları açısından belirlenmesi, farklı optimum ve zorunlu biçim özelliklerine sahip strüktürel sistemlerin ayrı ayrı ele alınmasını gerektirir. Yani literatürde yer verilen tüm yüksek bina strüktürel sistemleri ayrı ayrı ele alınacaktır. Çünkü, literatürde yer verilmiş tüm strüktürel sistemlerin birbirinden farklı optimum biçim özellikleri vardır.

Yüksek bina strüktürel sistemlerinin mimari biçimlenme olanaklarının, mimari biçimin ifade aracı olarak kullanıldığı mimari biçimlenme anlayışları açısından belirlenmesi ise, aynı zorunlu biçim özelliğine sahip strüktürel sistemlerin birarada incelenmesini gerektirir. Aynı zorunlu biçim özelliklerine sahip sistemler, aynı strüktürel ünitenin kendi kendisine eklenmesi ile elde edilen ve benzer davranış özellikleri gösteren strüktürel sistemler ile kompozit sistemlerdir. Örneğin kubbe ve pozitif eğrilikli kabukların mimari biçimlenme olanakları aynı başlık altında ele alınabilirlerken, kablo ve kemer sistemlerinin eklenmesi ile elde edilen negatif eğrilikli kabukların mimari biçimlenme olanakları ayrıca ele alınmalıdır.

Mimari biçimin ifade aracı oluşumun benimsendiği durumlarda, literatürde yer verilmiş yüksek bina strüktürel sistemleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler (Şekil 2).

1. Çevresel sistemler,
2. Perde duvarlı sistemler,
3. Çerçeve ve perde duvarlı sistemler,
4. Tübüler çerçeveler ve tübüler çerçevelerin eklenmesi ile elde edilen bağlı, çifte ve içiçe tüpler,
5. Tübüler makaslar; tübüler makasların eklenmesi ile elde edilen bağlı, çifte ve içiçe tüpler ve TV kulesi sistemleri,
6. Tübüler çerçeveler ve perde duvarlı sistemlerin eklenmesi ile elde edilen içiçe tüpler,
7. Tübüler makas ve perde duvarlı sistemlerin eklenmesi ile elde edilen içiçe tüpler.

Tübüler çerçeve sistemler, çerçeve sistemlerin eklenmesi ile elde edilmekle birlikte, farklı zorunlu biçim özellikleri olduğundan ayrı bir grupta ele alınmaları gerekir.

Yüksek bina strüktürel sistemlerinin mimari biçimlenme olanakları sadece mimari

biçimin ifade aracı oluşunun benimsendiği ve 1970 sonrasında yaygınlaşan mimari biçimlenme anlayışları açısından saptanacak olursa, yüksek bina strüktürel sistemlerinin aşağıdaki zorunlu biçim özelliklerine sahip olduğu görülmüştür (Tablo 1).

1. Çerçeve sistemlerin sadece strüktürel elemanların ekleniş biçimi faktör açısından zorunlu biçim özellikleri vardır. Elemanlar ve kurgusunda sadece yatay ile düşey elemanlar bulunan bu sistemlerin tüm elemanları birbirlerine eksenel ve kesme kuvvetleri ile moment aktarmalıdır. Çerçeve sistemlerin kurgusunda yatay ve düşey elemanlara ek olarak diyagonal elemanların da yer alması halinde çerçeve sistem perde duvarlı sistemlere dönüşür. Elemanların birbirleriyle eksenel ve kesme kuvvetleri ile moment aktarmadıkları durumlarda ise çerçeve sistem, ilkel kolon ve kirişli sistemlere dönüşmektedir.
2. Perde duvarlı sistemlerin sadece strüktürel elemanların ekleniş biçimi faktörü açısından zorunlu biçim özellikleri vardır ve bu sistemlerde boş yüzey alanının tüm yüzey alanına oranı $\frac{1}{60}$ 'ın altında olamaz (Lin, T.Y., 1981). Bu oranın düşmesi durumunda, perde duvarlı sistem çerçeve veya tübüler çerçeve sistemlere benzer davranış özellikleri göstermeye başlar.
3. Tübüler çerçevesiz sistemlerin oran, kütleli çıkarma biçimi, strüktürel elemanların ekleniş biçimi ve strüktürel eleman biçimi faktörleri açısından zorunlu biçim özellikleri vardır. Tübüler çerçevelerde strüktürel kütle biçiminin narin olmadığı ve kısa-derin kirişlerin kullanılmadığı durumlarda yatay yüklere dik olan duvarlar fonksiyonlarını yitirdiklerinden (Şekil 3), sistem iki çerçeveden oluşan bir çerçeve sisteme dönüşmektedir (Khan, F.R., 1985)(Hambly, E.C., 1976)(Oden, J.T., 1981)(Hürol, Y., 1987). Kütleli çıkarma biçimi faktörünün strüktürel davranış özelliklerini bozması için ise tüp duvarları arasındaki kuvvet aktarımı üzerinde önemli rolü olan döşeme sistemlerinin tüp duvarları ile ilişkisinin kesilmemesi gerekir (Schueller, W., 1977)(Lin, T.Y., 1981). Strüktürel elemanların ekleniş biçimi açısından, tübüler çerçevelerin kurgusunda yatay ve düşey strüktürel elemanların bulunduğu ve bu elemanların birbirlerine eksenel ve kesme kuvvetleri ile moment aktarmaları gerektiği söylenebilir. Tübüler çerçevelerin kurgusunda yatay ve düşey elemanlara ek olarak diyagonal elemanların bulunması durumunda, tübüler çerçeve, tübüler makas sisteme dönüşür. Elemanların birbirlerine eksenel ve kesme kuvvetleri ile moment aktarmadığı durumlarda ise, sistem ilkel kolon-kirişli sistemlere dönüşmektedir.
4. Tübüler makaslı sistemlerin kütleli çıkarma biçimi ve strüktürel elemanların ekleniş biçimi faktörleri açısından zorunlu biçim özellikleri vardır. Kütleli çıkarma biçimi faktörünün biçimlenme olanakları kısıtlıdır çünkü, sistemin çerçeve sistemlere dönüşmesini engellemek için tüp duvarları ile döşeme sistemlerinin ilişkisi kesilmemelidir. Strüktürel elemanların ekleniş biçimi açısından ise sistemin kurgusunda yatay, düşey ve diyagonal elemanlar bulunmalı ve bu elemanlar birbirlerine eksenel ve kesme kuvvetleri ile moment aktarmalıdır. Sistemin kurgusunda diyagonal elemanlar yoksa, sistem bir tübüler çerçeve sisteme dönüşür. Elemanların birbirlerine eksenel ve kesme kuvvetleri ile moment aktarmadığı durumlarda ise sistem ilkel kolon-kirişli sistemlere benzer davranışlar gösterir.
5. Tübüler çerçeve veya tübüler makasların perde duvarlı sistemler ile eklenmesi ile elde edilen içiçe tüplerde ve perde duvarlı sistemlerde ise her bileşen sistem kendine özgü zorunlu biçimlenme özelliklerini beraberinde

getirmekle birlikte, sistemlerin birleşim yerlerinin ayrıca ele alınması gerekebilmektedir (Ferwer, G.W., 1974)(Tomii, M., 1972)(Paparoni, M., 1972).

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi mimari biçimlenme olanakları en az olan yüksek bina yapısal sistemleri sırası ile, tübüler çerçeve ve tübüler makaslı sistemlerdir. En fazla olanlar ise, çerçeve ile perde duvarlı sistemlerdir.

Biçimlenme olanakları kasıtlı olan mimari biçim faktörleri, zorunlu biçim özelliklerine uyulması koşulu ile ifade aracı olarak kullanılabilir. Birlikte, prensipte sözkonusu yapısal sistemin o mimari biçim faktörünün ifade aracı olarak kullanımının tercih edildiği mimari yaklaşımlar için uygun olmadığı söylenebilir. Örneğin, yapısal ve mimari kütle biçiminin geometrik özelliğinin ifade aracı olarak kullanımının tercih edildiği mimari yaklaşımlar için kabuk sistemlerin uygun olması genellemesi yapılabilir.

Güncel mimari yaklaşımların Modernizm dönemi mimari yaklaşımlarından en önemli farkı, pek çok mimari biçim faktörünün ifade aracı olarak kullanımının yaygın olmasıdır. Bu mimari yaklaşımlar R.A.M. Stern'in Klasisist mimari yaklaşımları sınıflamasından (Stern, R. A. M., 1988), C. Jencks'in ise tüm güncel mimari yaklaşımları sınıflamasından (Jencks, C., 1988) yararlanarak aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler.

1. Modernizm döneminin devamı niteliğindeki mimari yaklaşımlar.
 - 1.1. R. Meier'in mimarisi
 - 1.2. C. Jencks'in "Slick-tech" olarak isimlendirdiği yaklaşım.
 - 1.3. C. Jencks'in "Intuitive Modernism" olarak isimlendirdiği yaklaşım.
 - 1.4. High-tech
 - 1.4.1. Yapısal sistemin abartılı olduğu,
 - 1.4.2. Konstrüksiyonel sistemin abartılı olduğu,
 - 1.4.3. Mekanik sistemin abartılı olduğu,
2. Klasisizm,
 - 2.1. İronik Klasisizm,
 - 2.2. Asal Klasisizm,
 - 2.3. Saklı Klasisizm,
 - 2.4. Kanonik Klasisizm,
 - 2.5. Modern Gelenekselcilik,
3. Dekonstrüktivizm.

Bu mimari yaklaşımlar, özellikle ifade aracı olarak kullanılmış olan mimari biçim faktörleri açısından aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler.

1. Hiç bir mimari biçim faktörünün ifade aracı olmadığı R. Meier'in mimarisi,
2. Prensip olarak tüm mimari biçim faktörlerinin ifade aracı olduğu Kanonik Klasisizm,
3. Mekanik sistemin ifade aracı olduğu High-tech örnekleri,
4. Özellikle yüzey ve çizgisel eklemelerin ifade aracı olduğu İronik Klasisizm, konstrüksiyonel sistemin abartılı olduğu High-tech ve C. Jencks'in "Slick-tech" olarak isimlendirdiği yaklaşım,
5. Özellikle kütle biçimi ile yüzey ve çizgisel eklemelerin ifade aracı olduğu, Asal ve Saklı Klasisizm ile "Intuitive Modernism" ve Dekonstrüktivizm,
6. Özellikle kütle biçimi ile yapısal eleman ve yapısal elemanların ekleniş biçiminin ifade aracı olduğu Modern Gelenekselcilik ve yapısal sistemin abartılı olduğu High-tech.

Yüksek bina yapısal sistemlerinin biçimlenme kasıtları, güncel mimari yaklaşımlarda ifade aracı olarak kullanılan mimari biçim faktörleri ile

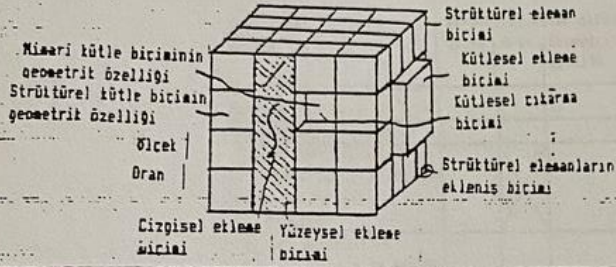
birlikte düşünülecek olursa, özellikle tübüler çerçeveli sistemlerin, kütle biçimi ile strüktürel eleman ve strüktürel elemanların ekleniş biçiminin ifade aracı olmasının tercih edildiği Modern Gelenekselcilik ve strüktürel elemanların abartılı olduğu High-tech için prensipte uygun olmadığı görülür. Bu durumun nedeni, tübüler çerçeveli sistemlerin; oran, kütleli çıkarma biçimi, strüktürel eleman biçimi ve strüktürel elemanların ekleniş biçimi faktörlerinin zorunlu biçim özellikleri olması ve bunların arasından strüktürel eleman biçiminin en etkili davranış belirleyici rolü oynamasıdır.

Tübüler sistemli binalarda; ölçek, strüktürel kütle biçiminin geometrik özelliği, strüktürel kütle biçimine uygulanan kütleli eklemelerin biçimi ve yüzeyli ve çizgisel eklemelerin biçimi faktörleri ifade aracı olarak kullanılabilirler. Oran, kütleli çıkarmaların biçimi, strüktürel elemanların ekleniş biçimi ve strüktürel eleman biçimi faktörleri ise sadece zorunlu biçim özelliklerinin dışına çıkılmadan ifade aracı olabilirler. Bu durum, sözkonusu faktörlerin binanın farklı algılanma özelliği olan kaide, sütun ve başlık kısımlarında bu faktörlerin farklı özelliklere sahip olması şeklinde gerçekleşebilse de, strüktürel davranış diğer biçim faktörlerinin ifade olduğu durumlara göre kötüleşebilir.

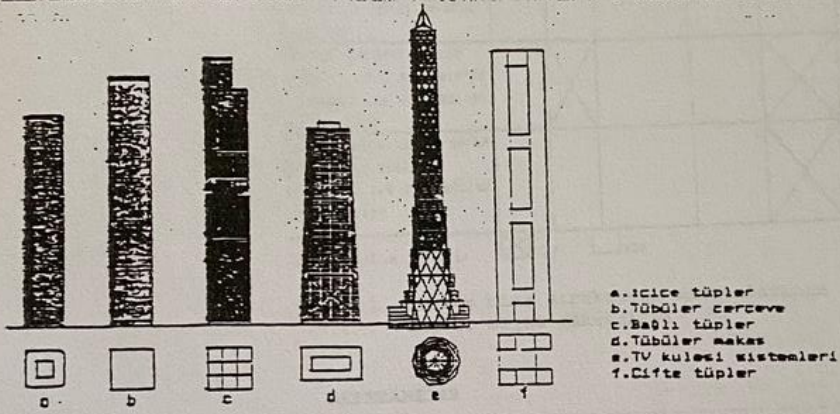
Tüm yüksek bina strüktürel sistemlerinde, biçim faktörlerinin ifade aracı olmasının sözkonusu olduğu kaide ve başlık kısımlarından daha kolaylıkla biçimlendirilebileni, başlık kısmıdır. Bu kısmın biçimlenmesi, sadece binaya etki eden rüzgar yüklerinin miktarı üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Bu nedenle de geniş bir spakturunda sisteme bağımlı ve/veya bağımsız nitelikte çeşitli ekleme türünde biçimlenme olanaklarına sahiptir. Kaide kısmında, sisteme etki eden devrilme momenti en üst düzeyde olduğundan, bu kısımda meydana gelecek bir biçimsel farklılaşma davranış özelliklerini belirleyebilir. Kaide kısmında rahatlıkla gerçekleştirilebilecek biçimsel farklılaşmalar; bina yanına başka binalar eklenmesi yolu ile kütleli algılanışının değiştirilmesi ve yüzeyli ve çizgisel eklemelerin sütun kısmından farklılaştırılmasıdır.

Yüksek bina strüktürel sistemleri ile gerçekleştirilmiş mimari biçimlenme olanakları incelendiğinde; tübüler sistemli olmayan binaların kaide ve başlık kısımlarında özellikle kütleli ekleme ve çıkarmaların biçiminin ve yüzeyli ve çizgisel eklemelerin biçiminin kaide-sütun-başlık ayrımını gerçekleştirerek; tübüler sistemli binalarda ise ölçek, oran, strüktürel kütle biçiminin geometrik özelliği, strüktürel eleman biçimi ve strüktürel elemanların ekleniş biçimi faktörlerinin kaide-sütun-başlık ayrımını gerçekleştirilmeden ifade aracı olduğu görülür. Oysa tübüler sistemli binalarda rahatlıkla ifade aracı olarak kullanılacak biçim faktörleri bunlar değildir. Strüktürel biçime ait olmayan biçim faktörlerinin ifade aracı olması daha kolaydır.

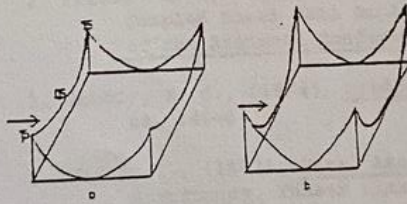
Özellikle 1975'ten sonra yüksek binalarda ifadenin önem kazanmaya başlaması ile, tübüler sistemli binaların biçimlenme özellikleri yeniden düşünülebilir. Ancak bunu yaparken mimari yaklaşım ile strüktürel sistem seçimi ilişkisi gözönüne alınmak zorundadır. Bu ilişki genellikle biçim ve strüktürel sistem ilişkisi boyutunda tartışılmaktadır. Oysa, güncel mimari yaklaşımlar yukarıdaki gibi sınıflandırıldıklarında, ortada herhangi bir biçim yokken dahi mimari yaklaşıma uygun strüktürel sistem seçiminden söz edilebilir.



Şekil 1. Mimari biçim faktörleri



Şekil 2. Yüksek bina strüktürel sistemleri



- a. Narin strüktürel kütle biçimli ve kısa-derinkirişli
b. Derin strüktürel kütle biçimli ve uzun-narin kirişli

Şekil 3. Tübüler çerçevelerin yatay yüklere dik duvar lonolarında, strüktürel kütle biçiminin oranlarına ve kiriş uzunluklarına bağlı olarak meydana gelen aksenal kuvvet dağılımı

Strüktürel Sistem	Strüktürel ölçek		Kütlese geometrik özellik	Kütlese eklemel. biçim	Kütlese çıkarmal. biçim	Strüktürel elemanların ekleniş biç.	Yüzeysel eklemel. biçim	Strüktü. eleman biçim	Gizli eklemel. biçim
	Ölçek	Oran							
Çerçeve sistemler									
Perde duvarlı sistemler									
Tubular çerçeveler ve eklenmesi ile elde edilen bağlı, çifte ve üçte tüpler		X							X
Tubular sakaslar ve eklenmesi ile elde edilen bağlı, çifte ve üçte tüpler ile TV kümesi sistemleri									
Çerçeve ve perde duvarlı sistemler									
Tubular çerçeveler ile perde duvarlı sistemlerin eklenmesi ile elde edilen üçte tüpler		X							X
Tubular sakaslar ve perde duvarlı sistemlerin eklenmesi ile elde edilen üçte tüpler									

Düzenli biçim özelliği: Var Yok

Tablo 1. Yüksek bina strüktürel sistemlerinin zorunlu biçim özelliğine sahip mimari biçim faktörleri

REFERANSLAR

1. Conlin, W. F., (1972), Economics of High-rise Buildings, ASCE- IABSE, Proceedings of the International Conference on Planning and Design of Tall Building, Volla, Pennsylvania, Sa. 128
2. Farwer, G. W, Mark, M. H., Lawrence, J. R., (1974), Practical Design of Coupled Shear Wall Buildings, Asian Institute of Technology, Proceedings of the Regional Conference on Tall Buildings, Sa. 50
3. Hambly, E. C., (1976), Bridge Deck Behavior, London, Chapman and Hall Ltd. sa. 146-6
4. Hürol, Y., (1987), Some Aspects of Behavior in Framed Tube Skyscraper Structures, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Mimarlık Fakültesi, Sa. 79
5. Jenks, C., (1988), Architecture Today, London, Academy Editions
6. Khan, F. R., (1985), Tubular Structures for Tall Buildings, Handbook of Concrete Engineering, 2nd ed., New York, Van Nostrand Reinhold, Sa. 348
7. Lin, T. Y., Stotesbury, S.D., (1981), Structural Concepts and Systems for Architects and Engineers, 1st. ed., Mahhattan, John Wiley and Sons

8. Oden, J. T., Ripperger, E. A., (1981), Mechanical of Elastic Structures, 2nd New York, Hemisphere Publishing Corp., Sa. 128-35
 9. Páparoni, M., (1972), Model Studies of Coupling Beams, ASCE, IABSE, Proceedings of the International Conference on Planning and Design and Design of Tall Buildings, Vol 3, Pennsylvania, Sa. 671-3
 10. Rich, C., (1972), Parking Design and Requirements for High-rise Buildings, ASCE- IABSE- Proceedings of the International Conference on Planning and Design of Tall Buildings, Wolla, Pennsylvania, Sa. 285.
 11. Schueller, W., (1977), High-rise Building Structures, 1st ed., Canada, John Wiley and Sons Inc.
-