

GÜÇLENDİRİLEN YAPILARDA YAPI ÖZELLİKLERİ – MALİYET İLİŞKİLERİ ÜZERİNE İSTATİSTİKSEL BİR ÇALIŞMA

A.C. Sayar², İ.H.Başıoğlu¹, S. Yıldırım¹, Y.İ. Tonguç¹

¹ İnş. Yük. Müh., Promer Müh. Müh. Ltd. Şti., Ankara

² İnş. Müh., Promer Müh. Müh. Ltd. Şti., Ankara
Email: info@promerengineering.com.tr

ÖZET:

Bu çalışma İstanbul'da Ismep (İstanbul Seismic Risk Mitigation and Emergency Preparedness Project) kapsamında kamu yapılarını kapsamak üzere 2006-2007 yıllarında 72 adet (6 adet yığma) ve 2012-2013 yıllarında 118 adet (14 adet yığma) kamuya ait kampüsden betonarme olan (okul, yurt, emniyet yapıları) kampüsleri kapsayan mevcut durum değerlendirme ve güçlendirme çalışması sonuçlarının istatistiksel yöntemlerle ilişkilendirilmesini kapsamaktadır. Çalışmada dikkat çekilmek istenen konu, yapıların yapım yılı, beton kalitesi, zemin durumu, kolon ve perde alanı oranları gibi yapı özelliklerinin birbirleri ile olan ilişkileri, ilave olarak bu özelliklerin kapasite indeksi, güçlendirme maliyeti ile olan ilişkileridir. Bu amaçla toplamda takribi 294 adet binanın ilgili özellikleri tablolastırılmıştır. Bu özelliklerin birbiri ile olan ilişkilerini ortaya koyma amacı ile tablolar ve grafiklerden faydalanılmıştır. Yapılan karşılaştırmalarda yapı özellikleri ile yapı inşaa yılı, beton kalitesi, kapasite indeksi ve güçlendirme maliyetleri arasında ilgi çekici ilişkiler bulunmuş olup sonuçlar burada sunulmaktadır.

ANAHTAR KELİMELER : Güçlendirme, güçlendirme maliyet oranı, beton kalitesi, kapasite indeksi

1. GİRİŞ

1999 Kocaeli ve Düzce depremlerinden sonra Türkiye'deki mevcut yapı stoğunun değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi konusunda gerek bilimsel ortamda gerekse özel firmalar bazında birçok çalışma yapılmıştır. Promer olarak 2000 li yıllardan itibaren yapılan güçlendirme çalışmalarında elde edilen veriler ve bilgi birikiminden azami faydalanılabilmesi amacıyla bu ve benzeri çalışmalar yayınlanmaya başlanmıştır. Bu çalışmanın konusu olan kamu yapıları özel yapılardan ayrılarak verileri değerlendirilmiştir. Bunun sebebi özel yapıların malzeme, yapım tekniği olarak kamu yapıları ile farklılaşmasıdır. Özel yapılar ayrı bir çalışma konusu olabilir. Kamu yapılarının da yine kendi içinde okullar gibi kamu tarafından yaptırılmış ve yurtlar ve idari binalar gibi sonradan satın alınarak dönüştürülmüş olanları farklı karakteristikler göstermektedir. Bu çalışma içinde bu ayrım yapılmamış ancak ilerleyen bölümlerde istatistiksel veriler yorumlanırken atıf yapılacaktır.

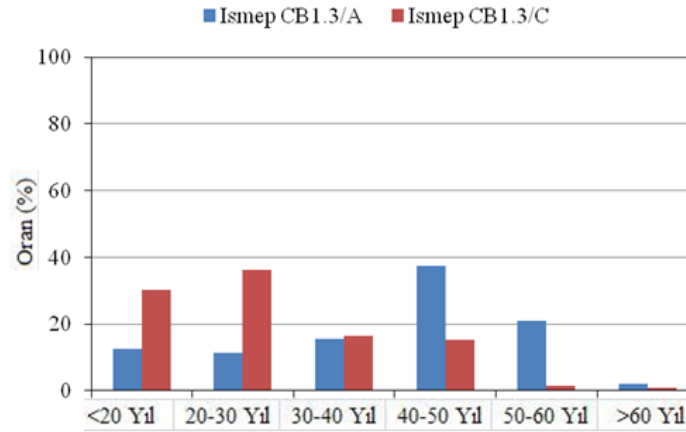
Bu çalışma kapsamında hızlı yapı değerlendirme teknikleri içinde bahsi geçen kapasite indeksi üzerine de çalışma yapma imkanı olmuştur. Yapı modellemesi yapılarak TDY 2007'ye göre performans analizi yapılan yapıların kaynaklarda verilen çalışmalarda A.Yakut (2004) bildirisinde öngörülen teknikler ile kapasite indeksleri hesaplanmış ve tablolastırılarak yorumlanmıştır.

Çalışmaya dayanak olan veriler 2006-2007 yıllarında yapılan cb13.a paketi 72 kampus ve 124 binadan oluşmaktadır. 2012-2013 yıllarında yapılan cb13.c paketi 123 kampüs ve yaklaşık 170 binadan oluşmaktadır.

2. KARŞILAŞTIRMA PARAMETRELERİ

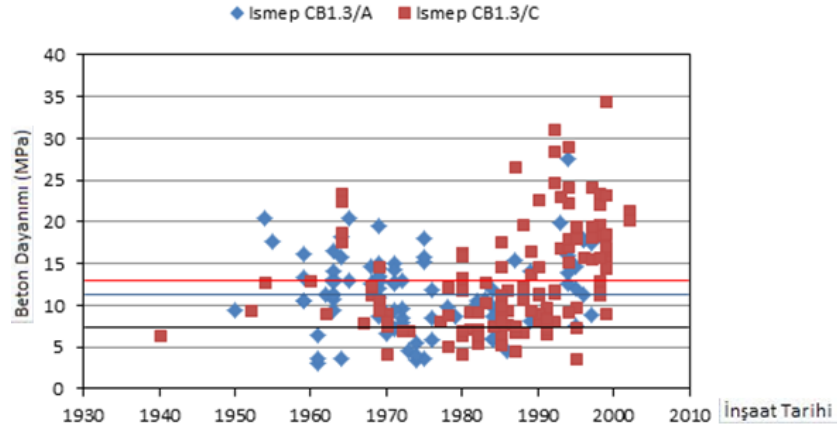
2.1 Bina Yaşı, Beton kalitesi

Şekil 1 de görülen grafikte mavi renkli cb1.3/A paketindeki yapıların yaşları incelendiğinde ağırlıklı olarak 40-50 yaş grubunda ağırlık görülmektedir. Aynı durum cb1.3/c paketinde 20-30 yaş grubunda birikmekle birlikte 20 yıldan daha genç yapı miktarı da dikkate değerdir. Bu istatistik ilerleyen bölümlerdeki yorumlarda gözönünde bulundurulması gereken bir durumdur.



Şekil 1: Çalışılan grupların bina yaşı dağılımı

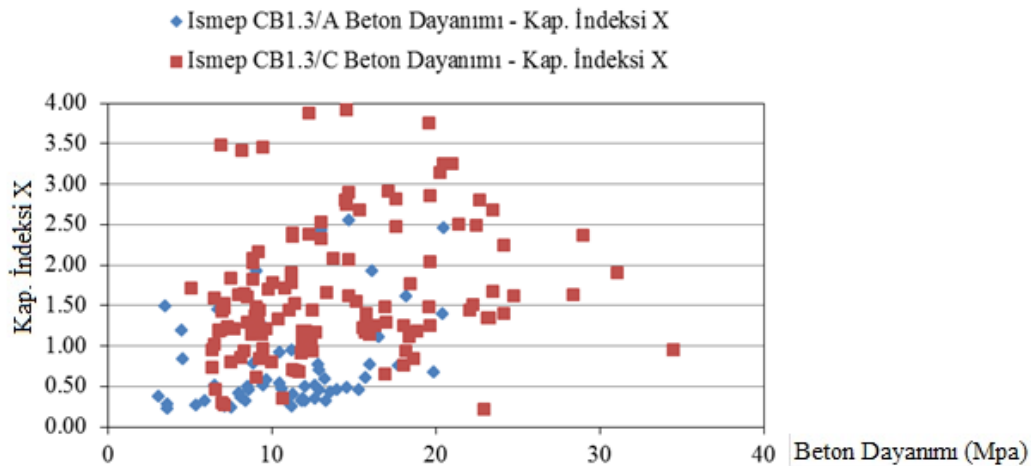
Şekil 2 de görülen inşaat yapım yıllarına göre tesbit edilen beton kalitesinin dağılımı grafik halinde sunulmuştur. Grafikte göreceli olarak daha genç yapılar içeren kırmızı noktalar ile gösterilen Cb1.3/c paketinde yine göreceli olarak daha yüksek beton kalitesi tesbiti yapılmıştır. Kamu yapılarında 1990'lı yıllara kadar C20'nin üzerine çok nadiren çıkıldığı görülmüştür. 1990 yıllardan itibaren gelişen hazır beton ile beton kalitesinde C25 lerin üzerinde değerler görülmektedir. Ancak bu yıllarda yine de çok düşük değerlerin görülmesi bu yıllardaki kontrol mekanizması ile ilgili problemleri düşündürmektedir. Eldeki veriler ile yapılan değerlendirmede 30-50 yaş grubu olarak genellenebilen Cb1.3/a paketindeki ortalama beton kalitesi 11.6 Mpa ve 20-30 yaş grubuna genellenebilen Cb1.3/c paketindeki ortalama beton kalitesi ise 13.3 Mpa olmuştur. 1990'lı yıllarda tekil örneklerde yükseldiği görülen beton kalitesinin ortalamada 1.7 Mpa arttığı görülmektedir. Burada istisnalar olmasına karşın genel bir uygulama olarak 6.0 Mpa beton değerinin altında olan yapılara güçlendirme yapılmasının tercih edilmediğini belirtmek gerekiyor.



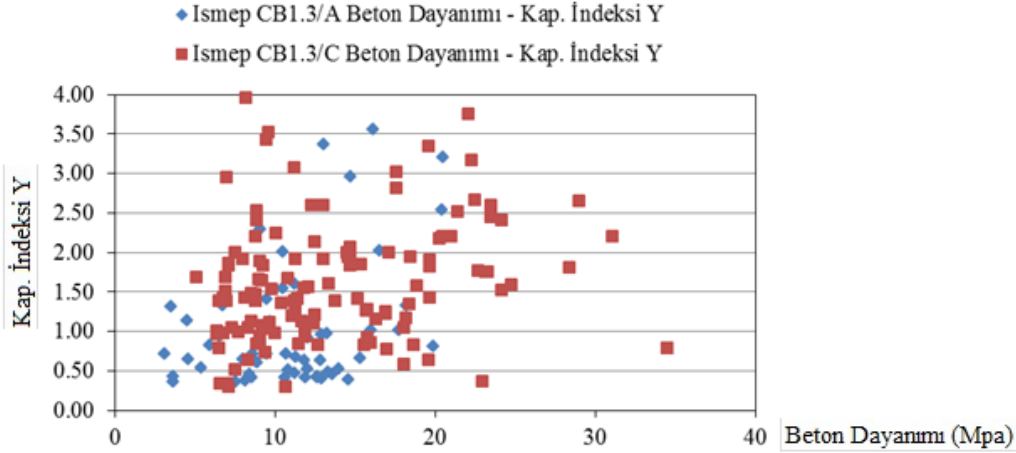
Şekil 2: Bina Yaşı- beton dayanımı

2.2 Kapasite İndeksi-Beton Dayanımı

Şekil 3 ve şekil 4 de kapasite indeksi-beton dayanımı ilişkisini ifade eden grafikler yer almıştır. Bu grafiklerde beton dayanımı ile kapasite indeksi arasında birebir olmasa da bir bağlantı gözlenmiştir. Beton kalitesi yükseldikçe kapasite indeksi de yükselmektedir. Bir genelleme yapılması gerekirse 10 Mpa üzeri beton kalitesi ile yüksek kapasite indeksi elde etmenin daha kolay olduğu görülmektedir. Ayrıca yine grafiklerde düşük kaliteli betonlar ile de yüksek kapasite indeksi elde etmenin mümkün olduğunu görmek mümkündür. Bu durum yüksek taşıyıcı eleman alanları kullanarak mümkün olmaktadır. Bu tesbitin tersi olarak yüksek beton kalitesi ile düşük kapasite indeksi elde etmek de mümkün olmaktadır. Bu sonuca kullanılan düşey taşıyıcı eleman alanlarının düşük olması sebep olmaktadır. Yine bu grafikten daha genç yapı stoğuna sahip olan Cb1.3c paketinin kapasite indeksinin daha yüksek olduğu görülebilir. Cb1.3c paketinin genel kapasite indeksi 1 değerinin üstünde ve Cb1.3a paketinin genel kapasite indeksi 1 değerinin altında görünmektedir.



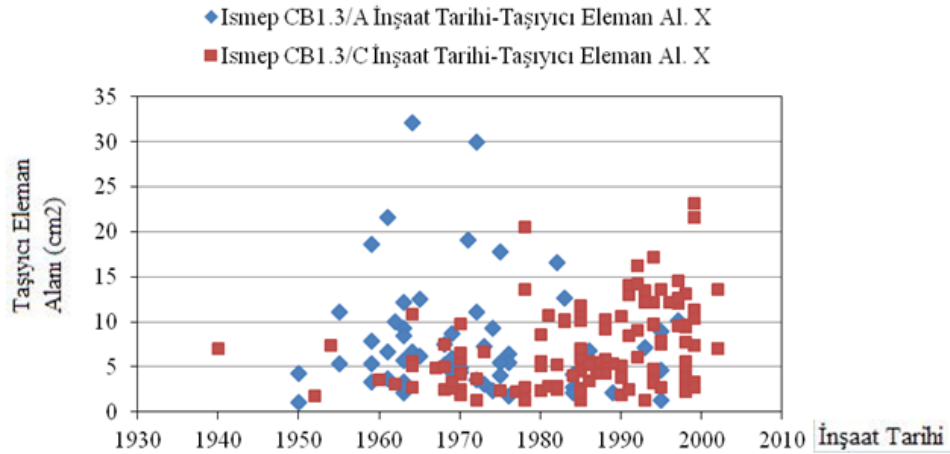
Şekil 3: Kapasite indeksi x yön - Beton dayanımı



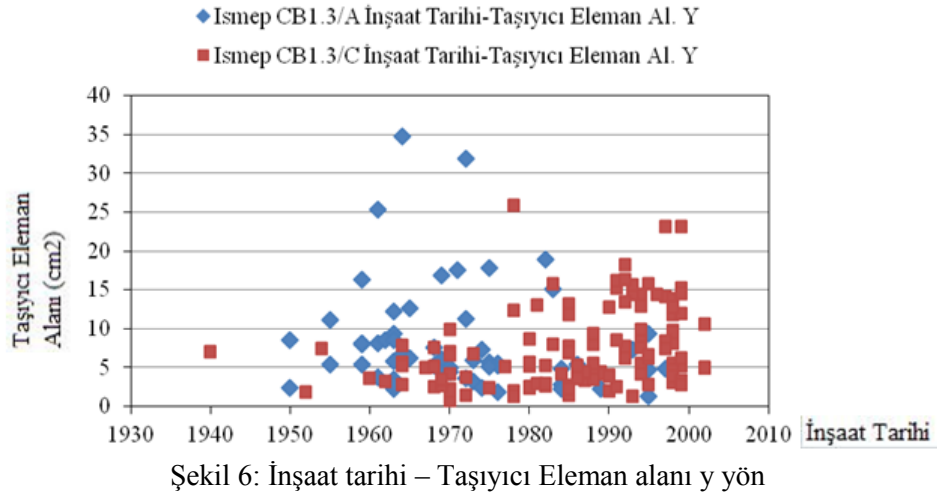
Şekil 4: Kapasite indeksi y yön - Beton dayanımı

2.3 İnşaat Tarihi-Taşıyıcı Eleman Alanı

Şekil 5 ve Şekil 6'da çalışma konusu kamu yapılarının yapım yılına göre düşey taşıyıcı eleman alanlarının değişimi grafik olarak ifade edilmiştir. Grafiklerde göreceli olarak daha yeni tarihlerde yapılan yapılarda daha düşük düşey taşıyıcı alanı kullanıldığı dikkat çekmektedir. Bu durumun normal şartlarda gelişen beton kalitesi ile gerçekleşmesi gerekir. Ancak bir önceki beton kalitesi – inşaat yılı grafiğinde görüldüğü üzere gelişen yıllar ile ortalama beton kalitesi gelişimi doğru orantılı olmamıştır. Göreceli olarak yükselen beton kalitesinin aynı oranda kapasite indeksinde yükselmeye yol açmamasının sebebi olarak taşıyıcı eleman alanındaki azalma olduğu düşünülebilir.

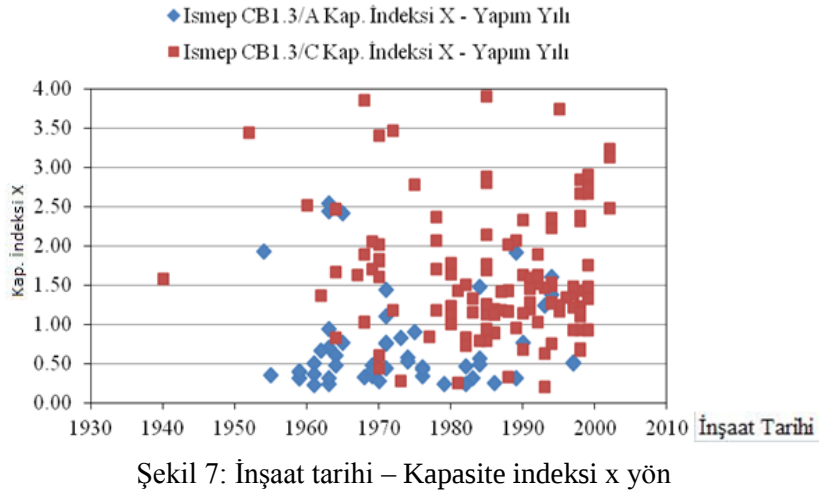


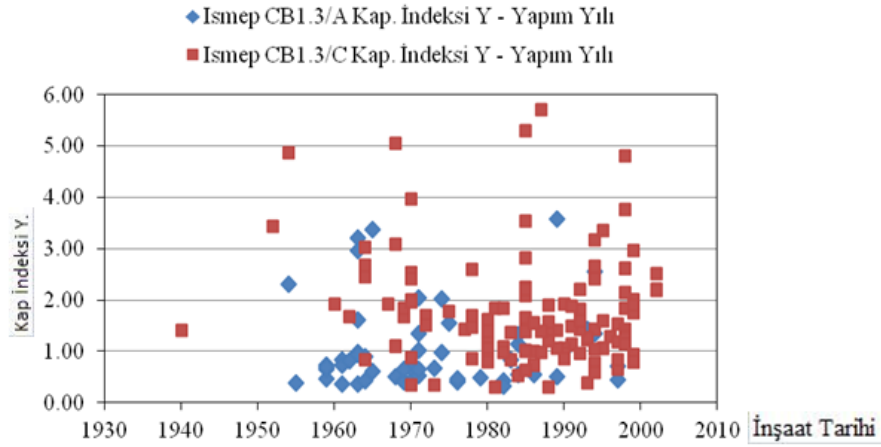
Şekil 5: İnşaat tarihi – Taşıyıcı Eleman alanı x yön



2.4 İnşaat Tarihi-Kapasite İndeksi

Şekil 7 ve şekil 8’de çalışma konusu kamu yapılarının yapım yılına göre kapasite indeksi değişimi grafik olarak ifade edilmiştir. Grafiklerde daha eski yapım tarihi olan Cb1.3a paketi yapılarının kapasite indekslerinin 1 ve altında yoğunlaştığı ve daha yeni yapım tarihleri olan Cb1.3c paketi yapılarının kapasite indekslerinin ise 1 ve 2 arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Cb1.3c paketi yapılarının daha yüksek kapasite indeksine sahip olduğu görülmektedir. Çok belirgin olmasa da yapım yılının gelişmesi ile kapasite indeksinde hafif bir yükselme farkedilmektedir.

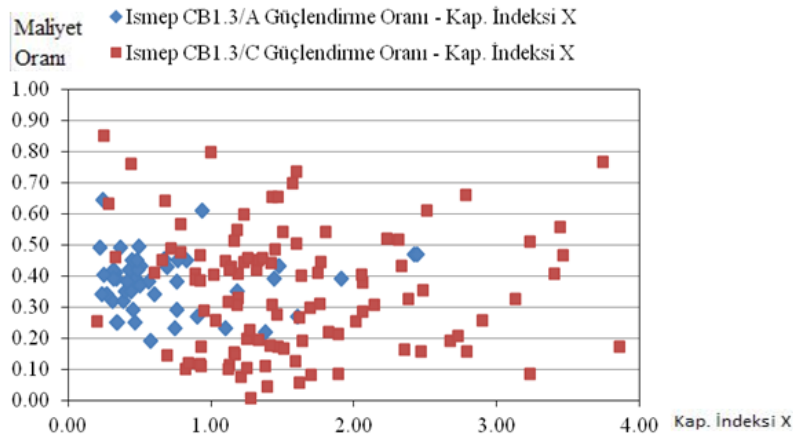




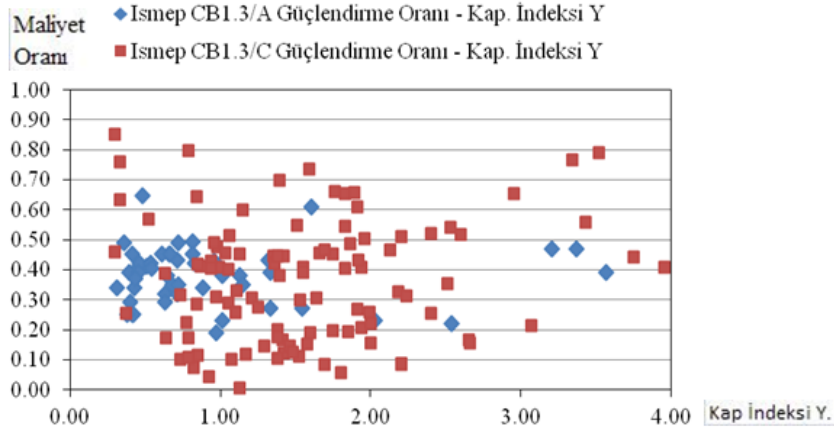
Şekil 8: İnşaat tarihi – Kapasite indeksi y yön

2.5 Güçlendirme / Yeniden Yapım oranı - Kapasite İndeksi

Şekil 10 ve 11 güçlendirme maliyeti ve yeniden yapım maliyetinin oranı ile kapasite indeksi ilişkisini grafikletirmektedir. Grafikte görülen 0.40 ın üzeri oranların istisnalar olmakla birlikte genel olarak yıkım kararı ile sonuçlanmaktadır. 11 istisna yapı gözardı edilir ise kapasite indeksi 1. 60 üzeri yapıların güçlendirme / yeniden yapım oranının 0.40 ın altında olduğu söylenebilir. Cb1.3c paketinin kapasite indekslerinin göreceli olarak yüksek olduğu görülmektedir. Bunun yanında yine aynı pakatte yüksek güçlendirme / yeniden yapım maliyetleri de dikkat çekmektedir. Bunun sebebi için yıkım sebepleri ve güçlendirme maliyetlerine bakıldığında 2006-2007 yıllarındaki yıkım sebeplerinde teknik sebepler ve beton kalitesi öne çıkarken 2010 lu yıllarda fonksiyonel yetersizlik, işlevsellik gibi sebepler de yeniden yapım kararına gerekçe olabilmektedir. 2010 lu yıllarda güçlendirmeye bakış açısında da farklılaşma olduğunu ve sadece teknik ve statik bakış açısı ile değil fonksiyonellik ve mimari gözle de yapılar değerlendirildiği dikkat çekmektedir. 3 istisna yapı gözardı edildiğinde yükselen kapasite indeksi ile güçlendirme / yeniden yapım maliyet oranının düştüğü tesbit edilebilir.



Şekil 9: Güçlendirme_yeniden yapım oranı – Kapasite indeksi x yön



Maliyet Oranı: Güçlendirme Maliyeti / Yeniden Yapım Maliyeti

Şekil 10: Güçlendirme_yeniden yapım oranı – Kapasite indeksi y yön

3. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

İstanbuldaki İsmep kapsamında güçlendirme projeleri hazırlanan 294 adet Okul ve İdare binasının verileri baz alınarak yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda aşağıda sıralanan sonuçlar yorumlanmıştır.

- Özellikle 1990 lı yıllardan sonra olmak üzere hazır betonun gelişmesi ile beton kalitesinde bir iyileşme olmuştur. Ancak bu iyileşme 2000 yılına kadar yapılan kamu yapılarında istenen düzeye gelmemiştir.
- Yapı yaşı 10-20 yıl içindeki yapılarda daha eski yapılara göre beton kalitesi ve kapasite indeksi yükselmiş ve düşey taşıyıcı elemanların kesit alanı oranlarında nisbi bir azalma görülmüştür.
- Yükselen kapasite indeksi ile güçlendirme maliyetlerine azalmaktadır. Son yıllardaki güçlendirme çalışmalarında statik güçlendirmenin yanında yapıya fonksiyonellik kazandırma ve mimari de önem kazanmaktadır.

KAYNAKLAR

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, 2007,

A.Yakut, G.Özcebe, M.S.Yücemen (2006). Seismic vulnerability assessment using regional empirical data. *Earthquake Engineering&Structural Dynamics*

A.Yakut (2004). Preliminary seismic performance assessment procedure for existing RC buildings. *Engineering Structures* 26(2004) 1447-1461

ASCE 41-06. (2006), Seismic Rehabilitation of Existing Buildings. *American Society of Civil Engineers*.

FEMA 356. (2000), Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings. *Federal Emergency Management Agency*.