

**ONBİR KATLI KİRİŞSİZ DÖŞEMELİ BİR YAPININ
DEPREME KARŞI GÜVENLİĞİNİN ARTIRILMASI**

**INCREASING THE SEISMIC SAFETY OF A FLAT-SLAB
BUILDING WITH ELEVEN STOREYS**

Hasan Bodurođlu¹ ve Niyazi Parlar²

SUMMARY

In this paper, a brief history of aseismic codes of Turkey was given. Because of the changes in these codes, buildings may need strengthening to increase their seismic safety. In this context, a flat-slab building having two basements, a ground storey and seven storeys and a pent-house was investigated for its resistance against seismic loads. The building was designed and constructed using the aseismic code of 1968. It was found out that the building needs strengthening according to the aseismic code of 1975 in order to increase its seismic safety. A three dimensional structural analysis of the existing building showed that the strength of the columns was low and relative storey displacements were higher than the required values in the 1975 code. To achieve this, new shear walls were added to the building which helped to reduce seismic loads on existing columns and also the relative storey displacements within the constraints of the code. Connection details of newly added shear walls to the existing structure was given.

¹Prof.Dr. İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, Maslak, İstanbul

²Parlar Mühendislik ve Mimarlık Ltd. Şti.

ÖZET

Bu bildiride 1975 yılından önce yapılmış olan iki bodrum, zemin, yedi normal ve bir çatı katından oluşan taşıyıcı sistemi kirişsiz döşemeli binanın depreme karşı güvenliğinin artırılması projesi açıklanmıştır ve bu tür binalarda karşılaşılabilecek sorunlar tartışılmıştır. Binanın statik ve betonarme projeleri bulunmadığından öncelikle binanın betonarme rölevesi çıkarılmıştır. Daha sonra yapıda beton kalitesini belirlemek için malzeme deneyleri yapılarak malzeme özellikleri saptanmış ve binanın üç boyutlu deprem hesapları yapıldıktan sonra yapının deprem güvenliğinin hem mukavemet hem de bağıl kat yer değiştirmeleri bakımından yetersiz olduğu görülmüştür. Yapının mevcut deprem yönetmeliğine göre perdelerle güçlendirilerek üç boyutlu hesaplar ve kesit ve bağıl yer değiştirme kontrolleri yapılmış ve güçlendirme projeleri hazırlanmıştır. Güçlendirme projesinin ayrıntıları verilmiştir.

GİRİŞ

Deprem mühendisliğinde elde edilen yeni bilgiler yönetmeliklere aktararak yapıların deprem güvenliklerinin iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. Deprem etkisi altında olan çeşitli ülkelerde mevcut yapı stoğunun değişen yönetmeliklere göre deprem güvenliklerinin artırılması için çalışmalar yapılmaktadır. Ülkemizde deprem yönetmelikleri ile ilgili çalışmalar İtalyan Yapı Talimatnamesinin çevirisi ile 1940 yılında başlamış [1] ve 1940 yılında Zelzele Mintakaları Muvakkat Yapı Talimatnamesi çıkarılmıştır [2]. 1942 de bu talimatname yenileştirilmiştir [3]. 1944 yılında ise Deprem Bölgeleri Esaslı Tamir Talimatnamesi çıkarılmıştır [4]. 1948 yılında ise Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği yayınlanmıştır [5]. 1949 yılında ise bu yönetmelik yenilenmiştir [6]. 1953 de Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik çıkarılmıştır [7]. 1961 yılında ise Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik şeklini almıştır [8]. Bu yönetmelik 1962, 1968 ve 1975 yıllarında yenilenmiştir [9,10,11].

Tüm yönetmeliklerin karşılaştırılması yerine incelenen binanın inşa edildiği 1968 ve 1975 yönetmelikleri kısaca karşılaştırıldığında depreme dayanıklı binaların hesap esaslarında epey değişiklik olduğu görülmektedir. Bunlar yatay yük katsayısının belirlenmesinden yatay

yükün dağıtımına kadar ve yatay burulma momenti etkisine kadar çeşitli adımları kapsamaktadır. Ayrıca betonarme yapılar ile ilgili de değişiklikler olmuştur. Bu değişikliklere göre hesaplar tekrar yapılarak yapının mevcut deprem yönetmeliğine göre güçlendirme projesi hazırlanmıştır. Yapının statik ve betonarme projelerinin bulunamamış olması nedeniyle betonarme rölevesi çıkarılmıştır. Tipik bir kat planı ve görünüş Şekil 1 de verilmiştir.

YAPININ BETON KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

Ayrıca yapının beton kalitesi deneylerle tesbit edilmiştir. Yapıdan beş adet karot alınmış ve oniki yerde Schmidt deneyi yapılarak ortalama beton küp mukavemeti 176. kg/cm² ve TS 500 (12) de öngörülen şekliyle % 90 güvenli beton küp mukavemeti 106 kg/cm² olarak hesaplanmıştır.

YAPIYA GELEN DEPREM YÜKLERİNİN 1968 ve 1975 YÖNETMELİKLERİNE GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI

1968 yönetmeliğine göre deprem nedeniyle yapıya gelecek toplam deprem kuvveti aşağıdaki C deprem katsayısının W bina toplam ağırlığıyla çarpılmasıyla elde edilmektedir.

$$C = C_0 \times \alpha \times \beta \times \gamma \quad (1)$$

Burada C_0 deprem bölge katsayısı, α deprem zemin katsayısı, β bina önem katsayısı, γ bina dinamik katsayısıdır. Mevcut yapının üç boyutlu olarak SAP90 ile birinci moda ait titreşim periyodu 2.05 saniye olarak hesaplanmıştır. Buna ait modelleme Şekil 2 de sunulmuştur. Eşdeğer çerçeve ile yapılan hesapta ise periyot 1.95 saniye olarak bulunmuştur. Yönetmelikteki yaklaşık bağıntıya göre hesap yapıldığında bu değer

$$T = 0.09 H / \sqrt{D} = 0.67 \quad (2)$$

olmaktadır. Burada yaklaşık bağıntıdaki hatanın ne kadar büyük olduğunu göstermektedir. Bu da yapının kirişsiz döşemeli olmasından kaynaklanmaktadır. 1968 yönetmeliğine göre incelenen bina ve zemin koşulları için bu deprem katsayısı

$$C=0.04 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.46 = 0.018 \quad (3)$$

olarak bulunur. Bina toplam ağırlığı ise 1968 yönetmeliğine göre hareketli yük katsayısı gözönüne alınarak 4929.6 ton olarak hesaplanmıştır. Bu durumda binaya gelen deprem yükü 90.70 ton olmaktadır.

1975 yönetmeliğine göre benzer işlemler yapıldığında bu yönetmelikteki deprem katsayısı

$$C=C_0 \times K \times S \times I \quad (4)$$

bağıntısıyla verilmektedir. Burada C_0 deprem bölge katsayısı, K yapı tipi katsayısı, S yapı dinamik katsayısı ve I yapı önem katsayısıdır. Bu deprem katsayısı ise incelenen bina için

$$C=0.08 \times 1.0 \times 0.38 \times 1.0 = 0.030 \quad (5)$$

olarak hesaplanmıştır. 1975 yönetmeliğine göre hareketli yük katsayısı göz önüne alınarak 4642.28 ton olmaktadır. Bu yönetmeliğe göre binaya gelen deprem yükü 139.26 ton olmaktadır. Bu durumda iki yönetmelik arasındaki deprem katsayısı farkı % 57 ve deprem yükü farkı ise %35 olmaktadır. Bu nedenle yapının statik-betonarme hesapları 1975 yönetmeliğine göre tekrarlanmalıdır. Bu yapıldığında yapının kenar ve orta kolonlarında sıra ile % 68 ve % 63 donatı eksikliği görülmüştür. Ayrıca 1975 yönetmeliğindeki katlar arasındaki bağıl yer değiştirme kısıtlaması tahkik edildiğinde bu değerlerin kat yüksekliğinin % 0.25 ini geçmemesi gerekmektedir. Mevcut yapı için bu kısıtlama 0.68 cm olmaktadır. Yapının üç boyutlu analizinde bu değerler çeşitli katlarda % 20 ile %30 oranında aşılmaktadır. Bu durumda yapının güçlendirilmesi gerekmektedir.

GÜÇLENDİRME PROJESİ

Yapının mimari durumu ile uygun olacak biçimde dört adet güçlendirme perdesi yapılması düşünülmüştür. Bunların yerleri Şekil 1 de gösterilmiştir. Bu sistem yine SAP90 ile çözülmüştür. Bu duruma ait

Şekil 3 de gösterilmiştir. Yeni eklenen perdeler deprem yüklerinin smını almaları nedeniyle mevcut kolonlar deprem yükleri ndan yeterli hale gelmiştir. Ayrıca yer değiştirme kısıtlamaları da mış bulunmaktadır.

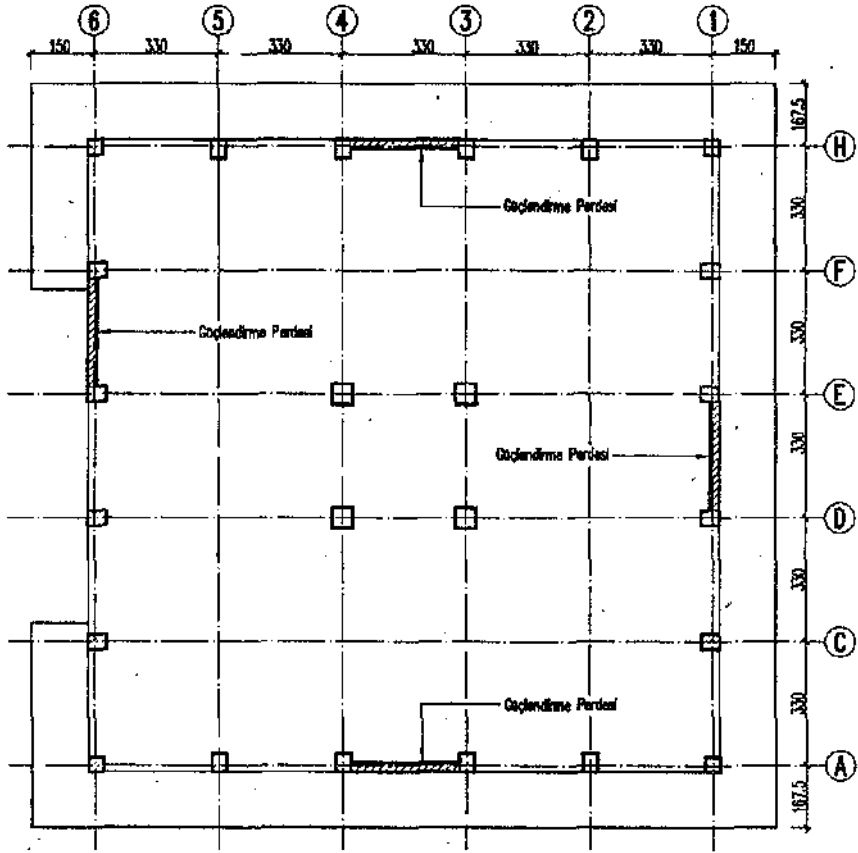
LENDİRME SİSTEMİNİN ESKİ SİSTEM İLE DAŞTIRILMASI

ya eklenen perdelerle mevcut sistemin birarada çalışmasını sağlamak mevcut kolonlara uygulanacak ankraj çubukları ile perde donatıları na sargı donatısı yerleştirilmiştir, bu detaylar Şekil 4 de rilmiştir. Ayrıca 30 cm kalınlığındaki döşeme delinerek perde tıları üst katlara uzatılacaktır. Böylece mevcut çerçeve içleri urularak güçlendirme perdeleri elde edilecektir. Deprem yüklerinin ne aktarılması için eski temel ile yeni temelin birarada çalışmasını anyan bir düzen kurulmuştur.

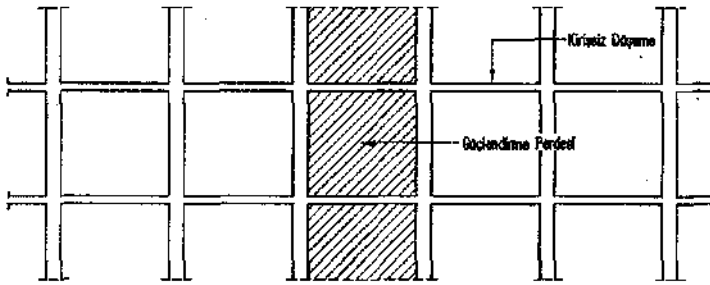
NAKLAR

- Yüngül, N.,(1940), "Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata Ait alyan Yapı Talimatnamesi Çevirisi", T.C. Nafia Vekaleti Neşriyatı, eri:2,Sayı 10, Ankara.
- (1940), "Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi", Ankara Devlet Matbaası
- (1942), "Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi", Ulusal Matbaa, Ankara.
- (1944), "Deprem Bölgeleri Esaslı Tamir Talimatnamesi", Başvekalet Devlet Matbaası,Ankara.
- (1948), "Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği", Çankaya Matbaası, Ankara.
- (1949), "Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği", Güney Matbaacılık ve Gazetecilik T.A.O., Ankara.
- (1953), "Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik", İdeal Matbaa, Ankara.
- (1961), "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik", Devrim Basım ve Cilt Evi, Ankara.
- (1962), "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik", Devrim Matbaası, Ankara.

- 10.(1968), "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik",
Başbakanlık Devlet Matbaası, Ankara.
- 11.(1975), "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik",
Ankara.
- 12.(1985), TS 500, "Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları"
Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.

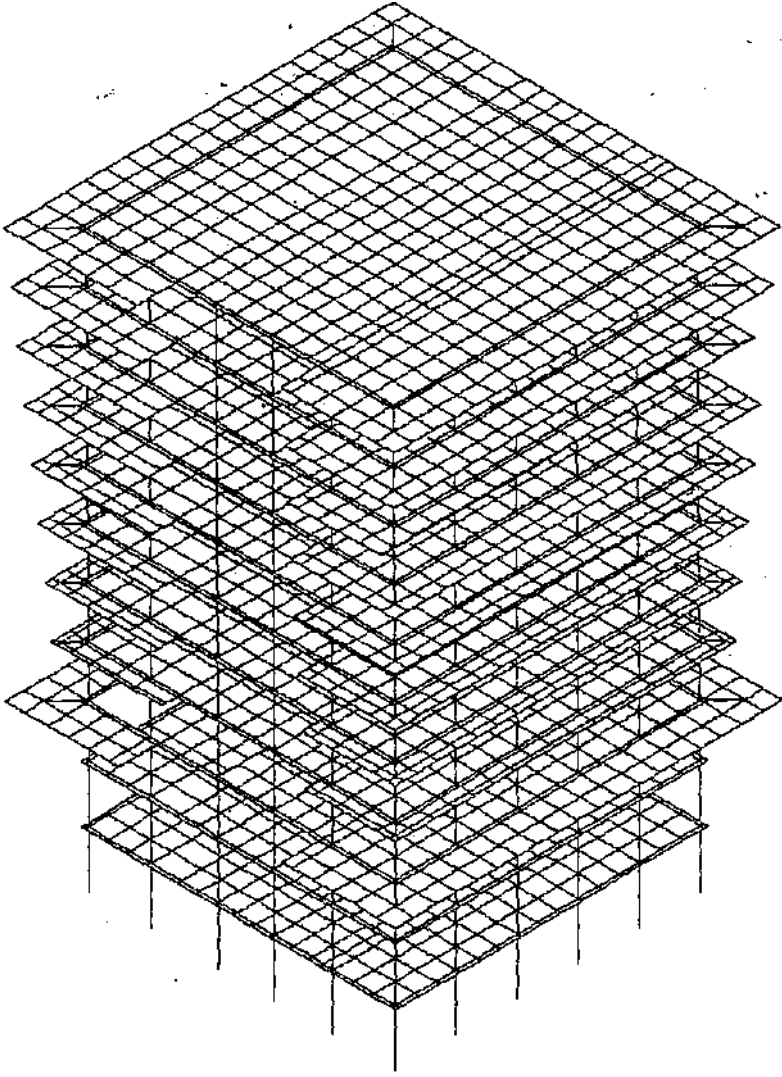


KAT PLANI

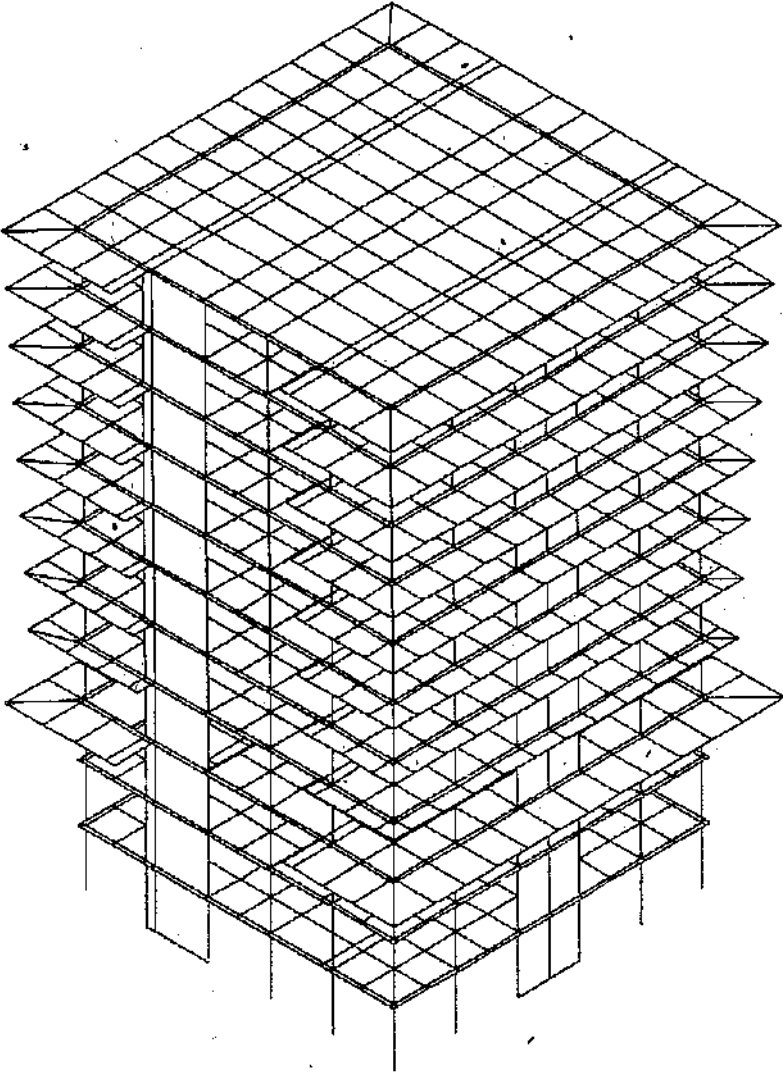


GÖRÜŞ

Şekil 1

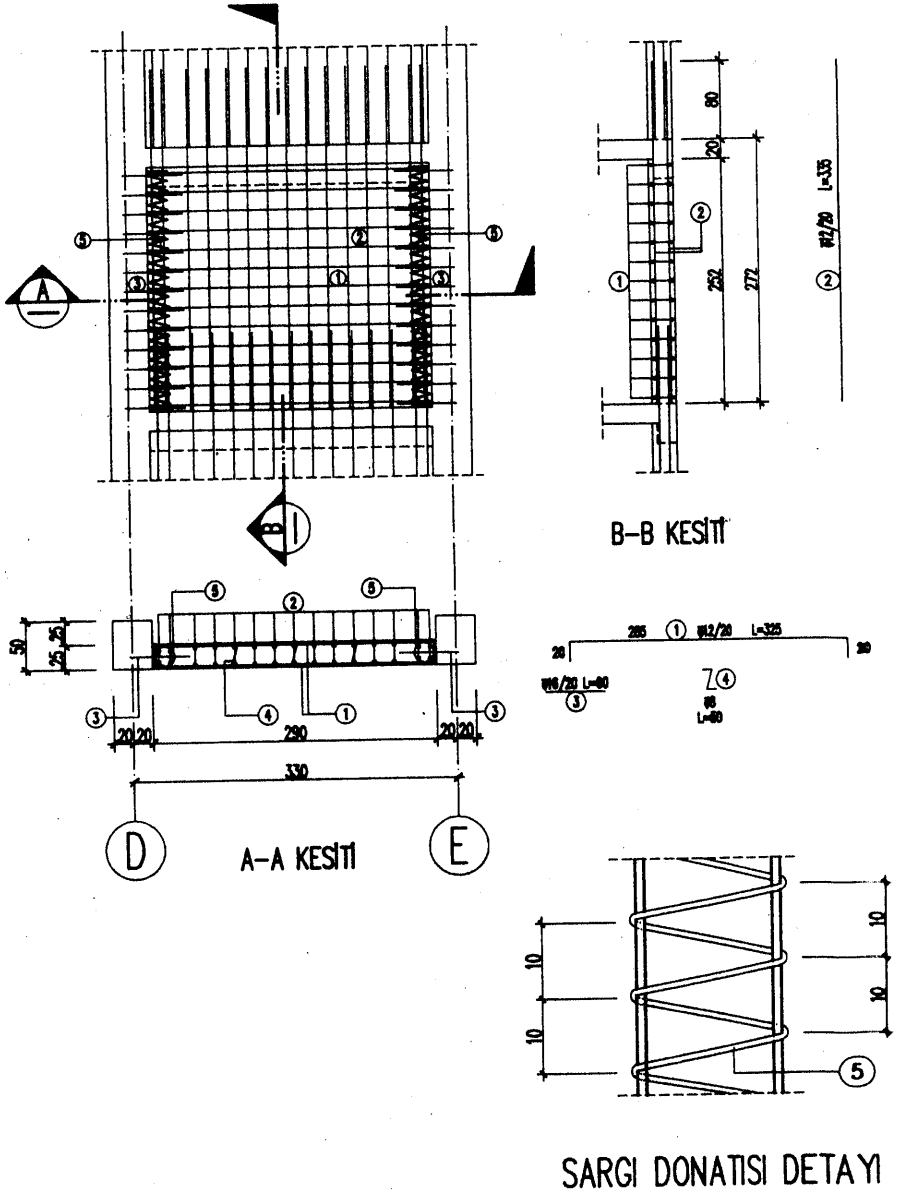


Şekil 2



Şekil 3

1 AKSI ÜZERİ D VE E AKSI ARASI GÖÇLENDİRME PERDESİ



Şekil 4