

**T. C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BATI AKDENİZ BÖLGESİNDE DEPREM GÜÇLENDİRİLMESİ
YAPILAN BAZI İLKÖĞRETİM OKULLARININ İNCELENMESİ**

YUSUF TAHİR ALTUNCI

Danışman: Doç. Dr. Celalettin BAŞYİĞİT

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
YAPI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
ISPARTA-2009**

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu çalışma jürimiz tarafından YAPI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI'nda oybirliği ile YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan :Doç. Dr. Celalettin BAŞYİĞİT

Süleyman Demirel Üniversitesi -- Teknik Eğitim Fakültesi -- Yapı Eğitimi Bölümü

Üye : Prof. Dr. Mümin FİLİZ

Süleyman Demirel Üniversitesi -- Teknik Eğitim Fakültesi -- Yapı Eğitimi Bölümü

Üye : Yrd. Doç. Dr. Neşe DİKMEN

Süleyman Demirel Üniversitesi--Mühendislik Mimarlık Fakültesi--Mimarlık Bölümü

ONAY

Bu tez 16 / 04 / 2009 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda, yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|------|
| İÇİNDEKİLER | i |
| ABSTRACT | iv |
| TEŞEKKÜR | v |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | vi |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | vii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ | viii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Deprem | 3 |
| 1.1.1. Depremler Hakkında Genel Bilgi | 3 |
| 1.2. Yapı ve Deprem | 4 |
| 1.3. Güçlendirme | 6 |
| 1.3.1. Güçlendirme Temel İlkeleri | 6 |
| 1.3.2. Güçlendirmede Kullanılan Bağlayıcılar | 8 |
| 1.3.2.1. Geleneksel Betonlar | 8 |
| 1.3.2.2. Rötresiz Betonlar | 9 |
| 1.3.2.3. Polimerli Betonlar | 9 |
| 1.3.2.4. Reçineli Betonlar | 10 |
| 1.3.2.5. Püskürtme Betonlar | 10 |
| 1.3.2.6. Reçineler | 11 |
| 1.3.2.7. Çimentolu Harçlar | 11 |
| 1.3.3. Güçlendirme Teknikleri | 11 |
| 1.3.3.1. Mantolama | 12 |
| 1.3.3.2. Epoksi Enjeksiyonu | 12 |
| 1.3.4. Güçlendirme Çeşitleri | 13 |
| 1.3.4.1. Kolon Güçlendirmesi | 13 |
| 1.3.4.2. Kiriş Güçlendirmesi | 13 |
| 1.3.4.3. Döşeme Güçlendirmesi | 14 |
| 1.3.4.4. Perde Güçlendirmesi | 15 |
| 1.3.4.5. Temel Güçlendirmesi | 15 |
| 1.3.5. Mevcut Yapıların Güçlendirilmesi | 16 |

| | |
|--|----|
| 1.3.5.1. Yığma Yapıların Güçlendirilmesi | 16 |
| 1.3.5.2. Betonarme Yapıların Güçlendirilmesi | 19 |
| 2. KAYNAK ÖZETİ | 21 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM | 24 |
| 3.1. Araştırma Materyali | 24 |
| 3.2. Araştırma Yöntemi | 25 |
| 3.2.1. Yapıların Deprem Güvenliğinin Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler | 25 |
| 3.2.1.1. Karot Numune Alma Deneyi | 25 |
| 3.2.1.2. Schmidt Çekiç Deneyi | 26 |
| 3.2.2. Yapı Analizi | 27 |
| 3.2.3. 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre Güçlendirme | 28 |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI | 32 |
| 4.1. Kesme İlköğretim Okulu Binasının İncelenmesi | 32 |
| 4.1.1. Yapının Genel Özellikleri | 32 |
| 4.1.2. Yapının Oturduğu Zeminin Özellikleri | 34 |
| 4.1.3. Yapının Malzeme Özellikleri | 34 |
| 4.1.3.1. Karot Numune Alma Deneyi Sonuçları | 34 |
| 4.1.3.2. Schmidt Çekiç Deneyi Sonuçları | 35 |
| 4.1.4. Yapının 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre Değerlendirilmesi | 35 |
| 4.2. Selahattin Seçkin ve Öğretmenler İlköğretim Okulu Binasının İncelenmesi | 42 |
| 4.2.1. Yapının Genel Özellikleri | 42 |
| 4.2.2. Yapının Oturduğu Zeminin Özellikleri | 43 |
| 4.2.3. Yapının Malzeme Özellikleri | 44 |
| 4.2.3.1. Karot Numune Alma Deneyi Sonuçları | 44 |
| 4.2.3.2. Schmidt Çekiç Deneyi Sonuçları | 44 |
| 4.2.4. Yapının 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre Değerlendirilmesi | 45 |
| 4.3. Çalışmaya Esas Alınan Diğer Okullar ve Özellikleri | 50 |
| 4.3.1. Betonarme İlköğretim Okulları | 50 |
| 4.3.2. Yığma İlköğretim Okulları | 52 |
| 5. TARTIŞMA VE SONUÇ | 56 |
| 6. KAYNAKLAR | 58 |
| ÖZGEÇMİŞ | 61 |

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BATI AKDENİZ BÖLGESİNDE DEPREM GÜÇLENDİRİLMESİ YAPILAN BAZI İLKÖĞRETİM OKULLARININ İNCELENMESİ

Yusuf Tahir ALTUNCI

Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yapı Eğitimi Anabilim Dalı

Jüri: Prof. Dr. Mümin FİLİZ
Doç. Dr. Celalettin BAŞYİĞİT (Danışman)
Yrd. Doç. Dr. Neşe DİKMEN

Milli Eğitim Bakanlığı Yatırım ve Tesisler Genel Müdürlüğü'nün Nisan 2007'de açıkladığı rapora göre, yurdumuzun %92'si deprem bölgesi içerisinde olup, Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı eğitim binalarının güçlendirilmesi gereken toplam alanı 120 milyon m²'dir. Olası bir deprem anında bu durum dikkate alınacak olursa eğitim binalarının önemi büyüktür. Bu nedenle eğitim binalarının depreme karşı olan dayanımını arttırmak amacıyla, mevcut durumları üzerinden deprem güçlendirmesi yapılması şarttır.

Bu çalışma, Antalya, Burdur, Isparta illeri ve bu illere bağlı ilçelerde deprem güçlendirilmesi yapılan bazı ilköğretim okullarını kapsamaktadır. Bu okullarda hangi gerekçelerle ve hangi yöntemlerle güçlendirme yapıldığı ve yapılan bu güçlendirme çalışmalarının ne derece tatmin edici sonuçlar verdiği, gerek gözlemsel gerekse okullardan alınan numuneler aracılığıyla incelenmiş, incelemeler yapılırken bazı statik hesap programları kullanılmış, bilimsel ve objektif yaklaşımlar sergilenmiş, karşılaşılan sorunlarla ilgili birtakım öneriler getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Güçlendirme, Okul, Antalya, Burdur, Isparta

2009, 61 sayfa

ABSTRACT

Master of Science Thesis

INVESTIGATION OF THE EARTHQUAKE STRENGTHENING FOR SOME PRIMARY EDUCATION SCHOOLS IN WEST MEDITERRANEAN REGION

Yusuf Tahir ALTUNCI

**Süleyman Demirel University, Graduate School of Applied and Natural
Sciences Construction Education Department**

**Thesis Commity: Prof. Dr. Mümin FİLİZ
Assoc. Prof. Celalettin BAŞYIĞİT (Supervisor)
Asist. Prof. Dr. Neşe DİKMEN**

According to the report announced by Ministry of National Education, Department of Investments and Facilities in April 2007, 92% percent of our country is in the earthquake region, and also the educational facilities which need strengthening and are connected to Ministry of National Education are totally 120 million m². If this is considered for any possible earthquake, the importance of educational facilities are great. Therefore, it is necessary to strengthen the educational facilities considering their current situations, in an effort to make them more resistant to the earthquakes.

This study includes some primary education schools strengthened against to earthquake in the cities of Antalya, Burdur, Isparta and counties of these cities. The issues of for which reasons and by which methods the strengthenings were made in these schools and to what extent these strengthening works have produced satisfying results, have been studied, by both observable and samples taken from the schools. During the studies, some static programs and scientific and objective approaches have been used, and a certain number of suggestions have been put forward for the problems encountered.

Keywords: Earthquake, Strengthening, School, Antalya, Burdur, Isparta

2009, 61 pages

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada Batı Akdeniz Bölgesindeki bazı deprem güçlendirmesi yapılan ilköğretim okullarının hangi gerekçelerle ve hangi yöntemlerle güçlendirme yapıldığı ve bu güçlendirme çalışmalarının ne derecede tatmin edici sonuçlar verdiği; bilimsel ve objektif yaklaşımlarla sergilenmeye çalışılmıştır.

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca, bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen danışman hocam sayın Doç. Dr. Celalettin BAŞYİĞİT'e, gerek bu tezin hazırlanma aşamasında gerekse diğer zamanlarda bana karşı son derece anlayışlı olan ve destek veren değerli hocam sayın Prof. Dr. Mümin FİLİZ'e, 1640-YL-08 numaralı proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi Başkanlığına teşekkürlerimi iletmeyi bir borç bilirim.

Ayrıca eğitim ve öğretim hayatım boyunca beni sabır ve şefkatle destekleyen ailemin tüm fertlerine de ayrıca teşekkür eder ve bu çalışmanın ülkemize faydalı olmasını temenni ederim.

Yusuf Tahir ALTUNCI
Isparta, 2009

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Şekil 1.1. Epoksi enjeksiyonu ile çelik mantolama..... | 12 |
| Şekil 1.2. Kolon güçlendirmesi..... | 13 |
| Şekil 1.3. Kiriş güçlendirmesi..... | 14 |
| Şekil 1.4. Döşeme güçlendirmesi..... | 14 |
| Şekil 1.5. Perde güçlendirmesi..... | 15 |
| Şekil 1.6. Temel güçlendirmesi..... | 16 |
| Şekil 1.7. Hasır donatı uygulaması | 18 |
| Şekil 1.8. Püskürtme beton uygulaması | 18 |
| Şekil 1.9. Güçlendirme yapılmaya hazırlanan bina örneği | 19 |
| Şekil 1.10. Temel güçlendirmesi..... | 20 |
| Şekil 1.11. Perde güçlendirmesi..... | 20 |
| Şekil 3.1. Nonlineer analiz açıklaması..... | 29 |
| Şekil 3.2. Yapı performans seviyesi..... | 30 |
| Şekil 4.1. Güçlendirmeden önceki kalıp planı | 33 |
| Şekil 4.2. Isparta Selahattin Seçkin ve Öğretmenler İlköğretim Okulu..... | 43 |
| Şekil 4.3. Isparta Selahattin Seçkin ve Öğretmenler İ. O. bilgisayar model görünüşü..... | 45 |
| Şekil 4.4. 50 yılda gelme olasılığı %10 olan deprem için pushover analiz grafiği.... | 47 |
| Şekil 4.5. 50 yılda gelme olasılığı %2 olan deprem için pushover analiz grafiği..... | 50 |
| Şekil 4.6. Karot numunesi alınan yapı elemanı | 51 |
| Şekil 4.7. Çelik hasır uygulaması..... | 53 |
| Şekil 4.8. Püskürtme beton üzerine sıva uygulaması..... | 54 |
| Şekil 4.9. Güçlendirme uygulaması tamamlanan yığma yapı..... | 54 |
| Şekil 4.10. Yığma yapı güçlendirmesinde temel-duvar birleşimi..... | 55 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Çizelge 1.1. Hasarlı binalara uygulanacak çelik hasır ve püskürtme beton uygulamasının kapsamı..... | 17 |
| Çizelge 3.1. İncelemeye tabi tutulan okullar ve okullardaki binaların listesi | 24 |
| Çizelge 4.1. Karot dayanımları | 35 |
| Çizelge 4.2. Binanın ortalama schmidt değerleri | 35 |
| Çizelge 4.3. Karot dayanımları | 44 |
| Çizelge 4.4. Binanın ortalama schmidt değerleri | 45 |
| Çizelge 4.5. Betonarme ilköğretim okullarının karot ve schmidt çekici okuma değerleri | 51 |
| Çizelge 4.6. Yığma ilköğretim okulları ve özellikleri..... | 52 |

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|---------------|---|
| TS | Türk Standartı |
| DBYBHY | Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik |
| qa | Zemin Emniyet Gerilmesi |
| Ao | Etkin Yer İvmesi Katsayısı |
| ks | Zemin Yatak Katsayısı |
| Z | Yerel zemin |
| T | Spektrum periyodu |
| İ.O. | İlköğretim Okulu |
| P.İ.O. | Pansiyonlu İlköğretim Okulu |

1. GİRİŞ

Dünyanın oluşumundan beri sismik yönden aktif bulunan bölgelerde depremlerin ardışıklı olarak oluştuğu ve sonucundan da milyonlarca insanın ve barınakların yok olduğu bilinmektedir. Bilindiği gibi yurdumuz dünyanın en etkin deprem kuşaklarından birinin üzerinde bulunmaktadır. Geçmişte yurdumuzda birçok yıkıcı depremler olduğu gibi, gelecekte de sık sık oluşacak depremlerle büyük can ve mal kaybına uğrama riskiyle karşı karşıyayız.

Deprem Bölgeleri Haritası'na göre, yurdumuzun %92'sinin deprem bölgeleri içerisinde olduğu, nüfusumuzun %95'inin deprem tehlikesi altında yaşadığı ve ayrıca büyük sanayi merkezlerinin %98'i ve barajlarımızın %93'ünün deprem bölgesinde bulunduğu bilinmektedir.

Son 58 yıl içerisinde depremlerden, 58. 202 vatandaşımız hayatını kaybetmiş, 122.096 kişi yaralanmış ve yaklaşık olarak 411.465 bina yıkılmış veya ağır hasar görmüştür. Sonuç olarak denilebilir ki, depremlerden her yıl ortalama 1.003 vatandaşımız ölmekte ve 7. 094 bina yıkılmaktadır.

Türkiye Cumhuriyeti, Dünya Bankası'ndan Temel Eğitim Projesi İkinci Fazında kullanılmak üzere kredi almıştır. Bu kredinin bir bölümünün 'Temel Eğitimin Yaygınlaştırılması' amacıyla okulların güçlendirme/onarım işi ile ilgili sözleşmeleri kapsamında geçerli ödemeler için kullanılmasını öngörmektedir.

Bu öngörünün temel amacı; yüz binlerce çocuğumuzun eğitim gördüğü okulları deprem anında gelebilecek en kuvvetli yer hareketlerine dayanabilecek şekilde güçlendirmek ve depremden kaynaklı olası can kaybını minimuma indirmektir.

Bu krediyle ilk etapta deprem bölgesinde olan ilköğretim okullarının ve yatılı pansiyonlarının deprem güçlendirme ve onarım çalışmaları yapılmıştır. Bunun nedeni Türkiye'nin bir deprem ülkesi olmasıdır. Bu bilinç ile yaşamak, bu bilinç ile depreme dayanıklı yapılar inşa etmek ve bu bilinç ile yetersiz dayanıma sahip binalarımızı güçlendirmek zorundayız.

Tipik bir konutun, şiddetli bir depremde hasar görmesi normal karşılanabilir. Önemli olan, yapıların göçmesinin önlenmesidir. Binaların şiddetli bir depremi tamamen hasarsız olarak atlattığını sağlayacak şekilde projelendirilmesi ekonomik değildir. Ancak; yönetmeliklerimiz, en şiddetli depremlerde bile yapıların göçmesini engelleyecek önlemleri en detaylı şekilde içermektedir. Bu durumda, depremi hasarlı olarak atlattığı bir yapının taşıyıcı sisteminin onarımı gündeme gelmektedir

Bugüne kadar, çeşitli depremlerde hasar görmüş on binlerce yapıya onarım ve güçlendirme uygulanmıştır. Güçlendirme, yapıların deprem esnasındaki düzensizliklerini en aza indirebilmek, mukavemetlerini yükseltmek için yapılan uygulamadır. Bu uygulamanın ana hedefi, yapıdaki hasarı onarmanın ötesinde, yapıyı; gelebilecek en kuvvetli yer hareketlerine dayanabilecek şekilde güçlendirmektir. Güçlendirme çalışmaları bu derece yaygın uygulandığı için güçlendirme yapılan binalarda ne gibi bir güçlendirme yapıldığının ve güçlendirme yapılan binaların istenilen düzeye gelip gelmediğinin bilinmesi büyük önem taşır. Bu doğrultuda güçlendirme yapılmış binaların incelenmesi ve eleştirel yaklaşımlar sunulması yeryüzünde dengeleri alt üst eden depremlere karşı bir sinerjik güç oluşturacaktır.

Tez çalışması, Antalya, Burdur, Isparta illeri ve bu illere bağlı ilçelerde deprem güçlendirilmesi yapılan bazı ilköğretim okullarını kapsamaktadır. Bu okullarda hangi gerekçelerle ve hangi yöntemlerle güçlendirme yapıldığı ve yapılan bu güçlendirme çalışmalarının ne derece tatmin edici sonuçlar verdiği okullardan alınan numuneler aracılığıyla incelenmiştir. İncelemeler yapılırken bazı deneysel yöntemler kullanılmış, bilimsel ve objektif yaklaşımlar sergilenmiştir.

Betonarme İlköğretim Okulları incelenirken 06/03/2007 tarihinde 26454 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY 2007 veya 2007 Deprem Yönetmeliği olarak anılacaktır) esasları uyarınca mevcut betonarme binaların değerlendirilmesi ve güçlendirme yeterlilik kontrolünde doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri kullanılmıştır.

Yığma İlköğretim okulları için de 1998 deprem yönetmeliği esasları uyarınca Z. Celep, N. Kumbasar, Deprem Mühendisliğine Giriş (Beta Dağıtım, İstanbul 2004) kitabında tarif edilen yöntemlerden yola çıkarak yorum yapılmıştır.

Betonarme binaların hesaplarında STA 4-CAD, ve İdeCAD Statik hesap programlarından yararlanılmıştır.

Yapılan çalışmalar neticesinde hedeflenen amaç, inceleme konusu binalarda yapılan güçlendirmelerin deprem yönetmeliği revizyonları öncesi ve sonrasında yeterli düzeyde olup olmadığının belirlenmesi ve binalar hakkında genel bir değerlendirme kanaati oluşmasıdır.

Bu proje çalışması ile Batı Akdeniz Bölgesinde deprem güçlendirilmesi yapılan bazı ilköğretim okullarındaki güçlendirme çalışmalarının sonuçları materyal ve metod kısmında belirtilen yöntemlerle irdelenecek ve yapılan güçlendirme çalışmalarının başarı düzeyleri belirlenerek, binaların güçlendirme düzeylerinin yeterliliği incelenecektir.

1.1. Deprem

Deprem yer içinde fay denilen kırıklar üzerinde biriken biçim değiştirme enerjisinin aniden boşalması sonucunda meydana gelen yer değiştirme hareketinin neden olduğu karmaşık dalga hareketidir. Ayrıca deprem, bir elastik enerji kaynağından yayılan sismik dalgaların yeryüzünde yaptığı sarsıntı olarak da tarif edilebilir (Mertol 2002).

1.1.1. Depremler Hakkında Genel Bilgi

Türkiye bir deprem ülkesidir. Türkiye'nin yüzölçümünün 2/3'ü I. ve II.derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Türkiye nüfusunun %44'ü I.derece deprem bölgesinde, %26'sı II.derece deprem bölgesinde, %15'i III.derece deprem bölgesinde, %13'ü IV.derece deprem bölgesinde ve %2'si V.derece deprem bölgelerinde olmak üzere 29 milyon vatandaşımızda I.derece deprem bölgesinde yaşamaktadır. Türkiye dünyadaki etkin deprem kuşaklarından Alpin Kuşağı üzerinde bulunan, Kuzey Anadolu Fay

Zonu, Doğu Anadolu Fay Zonu ve Batı Anadolu Fay Sistemi gibi çok sayıda diri fayın etkinliğini sürdürdüğü bir ülkedir. Türkiye'deki depremlerin çoğunluğu bu belirtilen faylar üzerinde oluşmaktadır. Ayrıca Türkiye ekonomisi ve sanayisi fay hatları üzerinde kurulmuştur. Son 60 yılda depremlerden dolayı yaklaşık 60000 insan kaybı olmuş, 500000 den fazla konut yıkılmıştır. Depremler belli zaman aralıkları ile doğar, 30 ile 50 yıl gibi sürelerde tekrarlar. Depremlerin ne zaman ve nerede ne büyüklükte olacağı kestirilemez. Depremlere karşı gerekli önlemlerin alınmasında da bir zaruret vardır. Geçmiş depremlerin hasarlarının detaylı incelenmesi ile depreme dayanıklı yapıların nasıl olması gerektiğine dair çeşitli prensipler çıkarılmıştır. Deprem tesiri ile arazide yarıma ve çatlaklar ve yer kaymaları meydana gelir. Esas can kaybı, depremlerin doğurduğu yer hareketleri ile depreme karşı dayanıksız yapılmış yapıların yıkılmasından doğar. İstatistiklere göre ülkemizde her yıl bir tane 8'den büyük Richter ölçeğinde, 3 tane 8. 5 den büyük, 15 tane de 7 büyüklüğünde, büyük deprem olmaktadır.

1.2. Yapı ve Deprem

Depremde meydana gelen sarsıntılar, yer yüzeyinde her yönde yatay ve düşey hareketler meydana getirir. Yatay hareketlerin ivmeleri yapılar için önemlidir. Yatay ivmeler yapılarda yatay atalet kuvvetleri oluşturur. Bu kuvvetlere dayanabilen yapılarda hasar oluşmaz. Yapının hareket etme zamanı ile zeminin hareket etme zamanı eşgüdümlü değil ise, yapı şiddetli bir depremde yıkılabilir. Güçlü deprem titreşimleri, alt katlardan başlar ve üst katlara yayılarak devam eder. Şayet üst katlar eski harekete devam ederken, yer hareketi yön değiştirirse yapının sarsıntısı artar ve yapı çöker. Yapının ve zeminin etkileşimi ile yapılarda yatay yönde kuvvetler ortaya çıkar ve bu durum her yapı için farklıdır.

Deprem yükleri altında yapının davranışı, düşey bir konsol kirişe benzer. Etkiyen yatay kuvvet temele, taban kesme kuvveti ve devirici moment olarak aktarılır. Katlara etkiyen kesme kuvveti bilirse, kat kesme kuvvetleri ve devirici momentler hesaplanabilir. En şiddetli depremden yapının hiç hasar görmemesini istediğimiz zaman, ekonomik olmayan maliyetle karşılaşırız. Şiddetli bir depremde elastik sınırın aşılıp akma sınırına ulaşacağı ve bilhassa donatının şekil değiştirmelerinin akma

sınırını da geçeceği kabul edilir. Bundan sonra yapının stabilitesi, plastik mafsal özelliklerine ve enerji yutma kapasitesine bağlıdır. Sistemin kopmadan deforme olabilme kapasitesi az ise, yapı deprem etkilerine dayanamaz, aniden yıkılır. Yeteri kadar sünekliği olan yapıda, donatının uzaması sayesinde plastik mafsallarda kırılmadan önemli dönmeler meydana gelir.

Deprem anında yapı kendi ağırlığıyla zemin hareketlerine karşı bir direnç gösterir. Yapı ağırlığı bu harekete karşı koyar. Yapının tekrar eski halini almasını ister. Yapı sağa sola sallanıp kaykılarak deprem sırasında hareket eder. Gidip gelme hareketi sırasında oluşan atalet kuvvetleri ve deprem kuvvetleri yapıyı iki ucundan çekmeye başlarlar. Yapıyı meydan getiren elemanlar arasında yeterli bir direnç varsa, yapı çatlama olmadan durabilir. Aksi halde çatlaklar oluşur. Deprem devam etmesi ile çatlaklar genişler kolonların parçalanıp dağılmasına ve katların birbirini üstüne çökmesine kadar varır.

Deprem bölgelerinde inşa edilen yapıların çoğunluğunun yeterli bir deprem güvenliğine sahip olmaması nedeniyle, deprem hasarları, depremin büyüklüğüyle doğru orantılı olarak çok fazla olmaktadır. Deprem bölgelerindeki mevcut yapıların, deprem öncesinde, güvenliklerinin belirlenmesi, yeterli güvenlikte olmayanların mutlaka güçlendirilmesi gerekmektedir. Yapıların depreme karşı güvenliği, yeterli dayanım, gerekli süneklik ve fazla olabilecek yanal deplasmanların önlenmesini sağlayacak yeterli rijitliğin temini ile gerçekleştirilir. Yapıyı oluşturan elemanların tümünün, yukarıdaki koşulları sağlaması gerekmektedir.

Deprem sonrası oluşabilecek hasarların azaltılabilmesi için alınacak önlemler iki grupta toplanabilir.

a) Yeni yapılacak yapılarda: Yeni yapılacak yapıların projelendirilme, tasarım ve yapım esnasında depreme dayanıklı yapı kurallarına ve konstrüktif kurallara, mühendislik prensiplerine, deprem yönetmeliklerine uyulması ve uygulamada gerekli tüm denetimlerin gerçek olarak yapılması gerekmektedir

b) Mevcut yapılarda: Daha önce inşa edilmiş olan mevcut yapılarda, deprem aktivitesi yüksek olan bölgelerde yapılmış olan kamu yapıları, hastane, okul, toplu konutlara ait binaların deprem güvenliklerinin belirlenerek, gerekenlerin güçlendirmesi yapılmalıdır. Mevcut yapı dökümanlarının bulunmaması veya yetersiz olması durumunda, taşıyıcı sistemin modelinin oluşturulması için gerekli bilgiler, röleve donatı miktarı ölçümleri, malzeme deneyleri gözlemlerle tesbit edilir. Zeminin geoteknik etüdü yapılır. Zeminin tüm karakteristikleri, zemin mekaniğine uygun olarak belirlenir. Mevcut dökümanlara uyup uymadığı araştırılır. Yapının kullanım sürecinde, yapıda oluşmuş hasarlar ve nedenleri araştırılır. Yapı güvenliğine tesiri olup olmadığı değerlendirilir. Yapıya ait tüm bilgiler ve dökümanların değerlendirilmesi ile taşıyıcı sistem modeli oluşturulur. Bu model düşey ve yatay yüklere göre lineer olmayan teoriye göre hesaplanır ve göçme yükü bulunur. Yeterli güvenliği olmayan yapılar gerekli şekilde güçlendirilir. Güçlendirilmiş yapı sistemi lineer olmayan teoriye göre yeniden hesaplanarak kontrolü sağlanmış olunur.

1.3. Güçlendirme

Yapının hasarlı kısımlarını depremden önceki durumundan daha yüksek bir düzeye getirme işi güçlendirmedir. Burada deprem yönetmeliklerinin istediği koşullar sağlanır. Güçlendirmede; yapı elemanı, öngörülen bir güvenlik düzeyine çıkarılır. Güçlendirme düzeyinin seçimi, son derece önemli olduğundan, uzmanlık dalı deprem mühendisliği olan kişiler tarafından yapılmalıdır. Aksi durumda, yanlış önerilerle doğru olmayan çözümlerle ve ekonomik kayıplarla karşılaşılır ve güçlendirmede istenilen hedefe varılamaz.

1.3.1. Güçlendirme Temel İlkeleri

Onarım ve güçlendirmede hasarlara bağlı olarak, hasarın meydana getirdiği dayanım kayıplarının belirlenmesi ve giderilmesi için çeşitli prensipler mevcuttur. Bu prensipler, tamamen depreme dayanıklı yapı ilkeleri ile direkt bağlantılıdır. Depreme dayanıklı yapı tasarımı teorik kurallarına ve uygulamadaki konstrüktif kurallara uygun prensipler ışığında aşağıda belirtilen hususlara uyulmalıdır.

1-Yapının ağırlığı azaltılmalıdır:

Deprem yükü ağırlıkla orantılı olduğundan, yük taşırken çatlamış hasar görmüş yapıda yüklerin azaltılması ile deprem kuvvetleri azaltılmış olacaktır Yapının hafifletilmesi için iç bölme duvarları hafif boşluklu malzemelerden seçilir. Yapıda önemli yük artışlarının gerekli olduğu durumlarda, mevcut katlardan bir veya ikisi kaldırılabilir (Mertol 2002).

2-Yapı sünek davranacak şekilde güçlendirilmelidir:

Yapının deprem tesirlerinden hasar görmemesi için yapının sünek davranması, plastik mafsallarla deprem enerjisini tüketebilmesi gerekir. Bunun için onarım ve güçlendirmede kesitlerin büyütülmesi, yeni rijit elemanların eklenmesi yapının dayanımını artırır fakat sünekliği arttırmaz. Kesitlere konulan donatı yüzdesi arttıkça süneklik azalır (Mertol 2002).

3-Yapının taşıma gücü artırılmalıdır:

Yapıda hasarlar genel olarak dayanımın az olmasından kaynaklanır. Depremden hasar görmüş, deprem öncesindeki yetersiz taşıma gücünü haiz yapının, taşıma gücünün artırılması, deprem kuvvetlerini karşılayacak düzeye mutlaka getirilmesi gerekir (Mertol 2002).

4-Yapının dinamik özellikleri iyileştirilmelidir:

Yapıda hasarlar, yapının dinamik özelliklerinin yeterli olmamasından kaynaklanır. Hasar rezonans olayı ile ilgili ise, yapı hakim periyodu ile zemin hakim periyodunun birbirine yakın olmasının önlenmesi gerekir. Bunun için zemin gerçek dinamik özellikleri tespit edilir, yapı periyodunun büyütülmesi veya küçültülmesi gerçekleştirilir. Yapı periyodunun büyütülmesi için yapı daha esnek ve rijit duruma getirilir. Yapının rijitliği artırılırsa periyodu kısalır. Yapıya yeni elemanlar eklenmesi ile yapı rijitliği ve taşıma gücü artacak yapı periyodu da değişecektir (Mertol 2002).

5-Burulma etkisi azaltılmalıdır:

Hasarların çoğu, katlardaki kütle ve rijitlik merkezlerinin birbiri ile çakışmamasından doğan burulma etkilerinden kaynaklanmaktadır. Onarım ve güçlendirmede eklenen perdeler ve diğer elemanlar yapının rijitlik merkezini değiştirecektir. Eklenen perdelerden dolayı yapı rijitlik merkezinin değişmemesi burulma etkisinin çıkmaması için gerekli önlemlerin alınması gerekir (Mertol 2002).

6-Yapıya ek yeni elemanlar konulmalıdır:

Yatay yüklerin karşılanmasında yapı elemanları yetersiz ise, bu elemanların ya yatay yük taşıma kapasiteleri artırılır yada yapıya ek yeni yatay yük taşıyabilecek elemanlar ilave edilir. Güçlendirmede yapı sisteminin, depreme dayanımını arttırmak için gerekli tüm olanaklar kullanılarak, yapının depremden yıkıcı hasar görmesi önlenir, can kayıpları olmaması sağlanır (Mertol 2002).

1.3.2. Güçlendirmede Kullanılan Bağlayıcılar

Güçlendirme tekniğinin belirlenmesi aynı zamanda kullanılacak malzemenin belirlenmesini de kapsamaktadır. Zira her tekniğin uygulanmasında kullanılacak özel malzemeler olabilmektedir. Kullanılacak malzemenin belirlenmesinde daha önceki uygulamalardan elde edilen sonuçlar ve malzemeler üzerinde yapılan deneysel çalışmaların sonuçları önemli olmaktadır. Güçlendirmede kullanılan bağlayıcı malzemeler yedi grupta toplanabilir.

1.3.2.1. Geleneksel Betonlar

Yerinde döküm geleneksel beton, güçlendirme işlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu betonlarla yapılan onarım ve güçlendirmede başarılı sonuçlara ulaşabilmek için rötrelerini minimuma indirmek gerekmektedir. Rötre dolayısıyla oluşabilecek hacim değişiklikleri mevcut betonla yeni beton arasındaki temasın kaybolmasına sebep olmakta dolayısıyla da temas yüzeyinde gerilme geçişi azalmakta veya yitirilmektedir. Ayrıca güçlendirmede kullanılan beton dayanımının

en az mevcut beton dayanımına eşit olması da gerekmektedir. Yeni betonun etkisiyle kenetlenmesinin istenen düzeyde sağlanabilmesi ve dayanımın en az mevcut beton dayanımına eşit olması (Demir, 1992) için;

- Yeni betonla temas edecek eski beton yüzeylerini pürüzlendirip temizlenmesi,
- Kalıpların temizliğinin denetlenmesi ve mevcut beton yüzeylerinin ıslatılması,
- Betonun boşluk oranını azaltmak için kalıplara dıştan vibratör uygulanması,
- Yeni dökülen beton kürünün uygun bir şekilde yapılması gerekmektedir.

1.3.2.2. Rötresiz Betonlar

Bu tür betonlar genişleyen çimentolarla yapılmakta, dolayısıyla başlangıçta betonda bir hacim artışı oluşturulması ve daha sonra meydana gelen rötre ile oluşturulan hacim artışının pratik olarak yok edilmesi planlanmaktadır. Ancak bunun için, rötresiz betonların üretiminde aşağıdaki hususların gereğinin de yerine getirilmesi zorunlu olmaktadır.

- Beton dayanıklılığı yönünden, genişleyen çimentonun agrega ile uyumlu olduğunun belirlenmesi gerekmektedir.
- Rötrenin yok edilebilmesi için, katkı maddesi dahil, beton bileşimi yeterli laboratuvar deneyleriyle ayarlanmalıdır.

1.3.2.3. Polimerli Betonlar

Bu tür betonlar normal çimentonun bir kısmının yerine bağlayıcı özelliklere sahip bazı polimerlerin kullanılmasıyla elde edilebilmektedir. Burada bu betonların alkalitelerinin geleneksel betondan daha az olduğunu ve kullanılmadan önce mevcut betonla uyumlu olduklarının kanıtlanması gerektiğini belirtmek uygun olmaktadır.

1.3.2.4. Reçineli Betonlar

Bu tür betonlarda çimento yerine bağlayıcı madde olarak bileşenlerinden biri, epoksi, polyester, poliüretan, akrilik gibi sıvı reçineler, diğeri ise sertleştirici olan iki bileşenli bir reçine kullanılmaktadır. Bu betonlar az hasarların onarılmasında ve küçük çaplı güçlendirmelerde kullanılmaktadır. Kullanılmaları durumunda aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

- Reçine donmadan işi bitirilmelidir.
- Nem ve sıcaklığa karşı duyarlı olduklarından, uygun koşullarda kullanılmalıdırlar.
- Bu tür betonların geleneksel betonla kenetleşmelerinin tam olarak sağlanması için, mevcut beton yüzeyine uygun kalınlıklı sıvı reçine sürülmelidir.
- Bu betonların dayanımları geleneksel betonlara göre daha yüksek olduğundan elastisite modüllerinin farklılığından doğabilecek problemler irdelenmelidir.

Burada, başarı ihtimalini arttırmak için, bu tür betonları kullanmadan önce gerekli incelemelerin tam olarak yapılması ve inşaatta bu betonu daha önce kullanmış elemanların bulundurulması gerektiğini belirtmek uygun olmaktadır.

1.3.2.5. Püskürtme Betonlar

Şantiye donanımı ve işçilik yönünden bir sıkıntının bulunmaması durumunda, bazı üstünlüklerinin mevcut olmasından dolayı, yapıların güçlendirilmesinde püskürtme betonlarda kullanılmaktadır. Bu tür betonların kullanılmasının başlıca üstünlükleri aşağıda verilmektedir.

- Uygulanacağı yüzey iyi hazırlanmış ve püskürtmenin uygun olarak yapılmış olması koşuluyla eski beton ve yeni donatıyla daha iyi kenetleşmektedir.
- Eğik ya da düşey konumdaki elemanların her yüzeyine uygulanabilmektedir.

Burada bu betonların genellikle rötrelere göre çok daha fazla olduğunu ve bundan dolayı oluşacak çatlamlara karşı önlem alınması gerektiğini belirtmek uygun olmaktadır. Bunun için donatı miktarı ve düzeninin uygun olması ve betonun kürünün de özenle yapılması gerektiği açıktır.

Püskürtme beton konusunda yukarıda verilen bilgiler bunların bileşim hesaplarının özenle yapılması ve kullanılmalarının da deneyimli elemanlarla gerçekleştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

1.3.2.6. Reçineler

Biri epoksi, polyester, poliüretan, akrilik gibi sıvı bileşen, diğeri sertleştirici olmak üzere iki bileşenden meydana gelen reçineler, uygun boyutlardaki beton ya da çelik elemanların yapıştırılması ve enjeksiyon işlerinde kullanılmaktadır. Bunların güçlendirme işlerinde uygun olarak kullanılmaları gerekmektedir.

1.3.2.7. Çimentolu Harçlar

Çimentolu harçlar, reçinelere benzer şekilde, daha çok basınç etkisindeki elemanlarda meydana gelen büyük çatlaklar ve diğer boşlukların doldurulmasında, oldukça sık kullanılan malzemelerdir. Bunlar çatlak ya da boşluğun şekline göre seçilecek uygun bir kıvamda hazırlanmalı, gerekli hallerde su miktarını azaltmak için akışkanlaştırıcı katkı maddelerinden yararlanmalıdır. Aksi halde rötresiz çimentoları kullanmak gerekmektedir. Bunlar yapılmadığı takdirde, yapıda istenmeyen çatlakların meydana gelmesi zorunlu olmaktadır.

1.3.3. Güçlendirme Teknikleri

Güçlendirme hem hasarlı hem de hasarsız yapılara uygulanabilmektedir. Yapı hasarlarının genellikle birçok nedeni olmakla birlikte bunlardan hangisinin ya da hangilerinin daha fazla etkili olduğunu belirlemek, bu konudaki uzmanlar için bile güç olmaktadır. Ancak söz konusu hatalar yapılamamış olsa bile, projelendirme

aşamasında da bazı deprem yükleri altında yapıların hasar görmesi peşinen kabul edilmektedir.

1.3.3.1. Mantolama

Kirişlerin alt ve yan, kolonların ise düşey yüzeylerinin belirli aralıklarla delinerek, o deliklere epoksi yapıştırıcılar sıkılmak suretiyle uygulanan çelik elemanların sabitlenmesi işlemine denir. Epoksi enjeksiyonu ile çelik mantolama şekil 1.1.'de verilmiştir(Isparta Kesme P. İ. O.).



Şekil 1.1. Epoksi enjeksiyonu ile çelik mantolama (Isparta Kesme P. İ. O.)

1.3.3.2. Epoksi Enjeksiyonu

Epoksi reçineleri yapıştırma özellikleri çok iyi olan sentetik reçinelerdir. Çatlağın iki yüzünü yapıştırır. Betona, yığma yapıya ve çeliğe çok iyi yapışır. Betonarme perdelerde, kolonlarda, döşemelerde, kirişlerdeki çatlaklarda geniş şekilde kullanılır.

1.3.4. Güçlendirme Çeşitleri

1.3.4.1. Kolon Güçlendirmesi

Betonarme kolonların güçlendirilmesinin hedefi, aksenal yük, moment ve kesme kuvveti taşıma güçlerinin artırılmasıdır. Eğilme dayanımının artırılması için betonarme kesit alanının artırılmasına, yeni ek kesit alanının büyütülmesine ve ek donatıların konulmasına ihtiyaç duyulur. Kolon güçlendirmesi şekil 1.2.'de verilmiştir(Yalvaç Kumdanlı İ. O.).



Şekil 1.2. Kolon güçlendirmesi (Yalvaç Kumdanlı İ. O.)

1.3.4.2. Kiriş Güçlendirmesi

Güçlendirilecek kirişe epoksi enjeksiyonu kullanarak, çelik plaka veya karbon liflerle güçlendirme uygulanır. Kiriş güçlendirmesi şekil 1.3. 'de verilmiştir(Isparta Selahattin Seçkin ve Öğretmenler İ. O.).



Şekil 1.3. Kiriş güçlendirmesi (Isparta Selahattin Seçkin ve Öğretmenler İ. O.)

1.3.4.3. Döşeme Güçlendirmesi

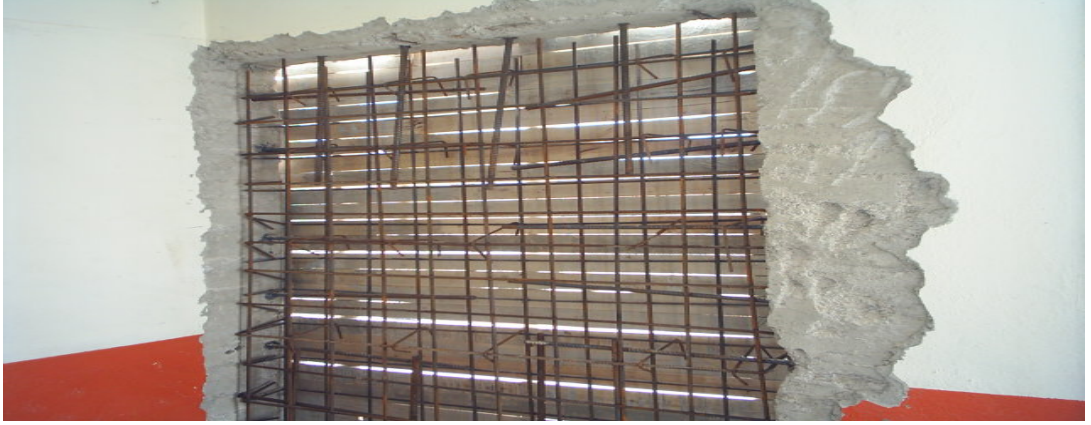
Döşemelerde hasarlar, döşeme ortasında çökme ve döşeme kenarlarında çatlaklar olarak görülür. Çatlaklar epoksi, çimento şerbeti, beton yapıştırıcı harcı ve özel yapıştırıcı harçlarla onarılabilir. Döşeme güçlendirmesi şekilde 1.4.'de verilmiştir (Isparta Selahattin Seçkin ve Öğretmenler İ. O.).



Şekil 1.4. Döşeme güçlendirmesi (Isparta Selahattin Seçkin ve Öğretmenler İ. O.)

1.3.4.4. Perde Güçlendirmesi

Çok katlı yapıların deprem yüklerinin karşılanmasında perdeler kullanılır. Depremden hasar görmüş yapılara, perdeler ilave edilir veya mevcut hasar gören perdeler güçlendirilir. Mevcut perde duvar yetersiz ise mantolama tekniği ile dayanımı arttırılır. Perde güçlendirmesi Şekil 1.5.'de verilmiştir(Yalvaç Kumdanlı İ. O.).



Şekil 1.5. Perde güçlendirmesi (Yalvaç Kumdanlı İ. O.)

1.3.4.5. Temel Güçlendirmesi

Kötü zemin şartlarından dolayı temelerde aşırı çökmelerin olması, deprem yüklerinden dolayı temelerde hasarın oluşması, güçlendirme işleri sonucu oluşan ölü yükler ve ilave edilen katlar v.b. nedenlerden dolayı temelerde güçlendirme söz konusu olmaktadır. Temel güçlendirmesi şekil 1.6.'de verilmiştir.(Isparta Kesme P. İ.O).



Şekil 1.6. Temel güçlendirmesi (Isparta Kesme P. İ. O)

1.3.5. Mevcut Yapıların Güçlendirilmesi

Depremde yapının hasar görmesi normal bir durumdur. Ancak yapı, depremden dolayı çökmemeli ve can kaybı olmamalıdır. Depremden dolayı hasarlı yapıların, taşıyıcı sistemlerinin onarımı ve güçlendirilmesi söz konusudur. Mevcut yapılarda güçlendirmeyi iki ana başlık altında sınıflayabiliriz.

1.3.5.1. Yığma Yapıların Güçlendirilmesi

Yığma yapılarda düşey yükler ve deprem yükleri taşıyıcı duvarlarla karşılanır. Bu tür yapılarda taşıyıcı duvarlardan başka, ince bölme duvarlarda bulunur. Bunların kuvvetler taşımasındaki katkıları küçük olduğu için ihmal edilir. Yığma duvarlar özellikle çekme gerilmelerine karşı zayıftırlar ve güç tükenmesini bu gerilmeler kontrol eder. Bu zayıflık duvarda donatı kullanılarak giderilmeye çalışılır. Ancak, bu tür donatılı yığma duvar uygulaması yurdumuzda yaygın değildir. Buna karşılık küçük yerleşim birimlerinde donatısız yığma yapı yaygın olarak kullanılır. Depremlerde yığma yapılarda önemli hasarlar meydana gelir. Bu hasar seviyesinin belirlenmesi için, önce genel bir inceleme yapılır, binanın yük taşıma sistemi ve hasarı tespit edilir.

Yapılan ilk incelemede yığma yapılar hasarlarına göre; hafif, orta ve ağır olmak üzere üç gruba ayrılarak, hafif hasarlılar onarılır ve ağır hasarlılar yıkılır. Orta hasarlılar için hasar tespiti yapılarak güçlendirme projesi hazırlanır. Orta hasarlı olup da, mimari düzeni eski olan yapılarında yıkılmasına karar verilebilir. Bazı durumlarda da orta hasarlı bina bir kat azaltılarak, kullanımına karar verilebilir. Hasarlı binalara uygulanacak çelik hasır ve püskürtme beton uygulamasının kapsamı çizelge 1.1.'de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Hasarlı binalara uygulanacak çelik hasır ve püskürtme beton uygulamasının kapsamı

| Kat | Birinci kat | İkinci kat | Üçüncü kat |
|------------------------------------|--|--|--|
| Bir katlı orta (ağır) hasarlı bina | Binanın dış köşelerine (duvarlarına) dışardan (ve içerden) çelik hasır ve püskürtme beton uygulaması | - | - |
| İki katlı orta (ağır) hasarlı bina | Binanın dış köşelerine (duvarlarına) dışardan ve içerden çelik hasır ve püskürtme beton uygulaması | Binanın dış köşelerine dışardan (ve içerden) çelik hasır ve püskürtme beton uygulaması | - |
| Üç katlı orta (ağır) hasarlı bina | Binanın dış duvarlarına dışardan ve içerden çelik hasır ve püskürtme beton uygulaması | Binanın dış köşelerine dışardan ve içerden çelik hasır ve püskürtme beton uygulaması | Binanın dış köşelerine dışardan (ve içerden) çelik hasır ve püskürtme beton uygulaması |

Yığma yapıların güçlendirilmesinde, köşelerde çift olmak üzere bütün duvar yüzeyine hasır donatı yerleştirilir. Hasır donatı uygulaması şekil 1.7.'de verilmiştir. (Demre Yusuf Özek İ. O.).



Şekil 1.7. Hasır donatı uygulaması (Demre Yusuf Özek İ. O.)

Yerleştirilen bu hasır donatı belli aralıklarla duvarın iki yüzündende çıkacak şekilde ankraj çubuklarıyla bağlanır. Hasır donatının paspayları bırakılarak minimum 5 cm'lik şatkrit uygulaması yapılarak güçlendirme tamamlanır. Püskürtme beton uygulaması şekil 1.8. 'de verilmiştir. (Turunçova Çavdır İ. O.).



Şekil 1.8. Püskürtme beton uygulaması (Turunçova Çavdır İ. O.)

1.3.5.2. Betonarme Yapıların Güçlendirilmesi

Hasarlı veya hasarsız binaların deprem performansı deprem hesabı ile belirlenmektedir. Bu amaçla doğrusal elastik veya doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri kullanılabilir. Ancak, teorik olarak farklı yaklaşımları esas alan bu yöntemlerle yapılacak performans değerlendirmelerinin birebir aynı sonucu vermesi beklenmemelidir. Ayrıca doğrusal elastik veya doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri, 2007 deprem yönetmeliği ile şekillenmiştir.

*Bir binaya güçlendirme uygularken hasarlı kısımlar veya kırılacak yerler kırılarak yapı elemanı temizlenir. Güçlendirme yapılmaya hazırlanan bina örneği şekil 1.9.'da verilmiştir(Burdur Sakarya İ. O.).



Şekil 1.9. Güçlendirme yapılmaya hazırlanan bina örneği (Burdur Sakarya İ. O.)

*Burkulan donatılar alınır, yerine yeni donatılar, ilave donatı parçaları ile beraber konulur. Yeni donatılar eski donatılara sık etriyelerle bağlanır. Şekil 3.10.'da temel güçlendirmesi yapılan bina örneği verilmiştir(Isparta Kesme P. İ. O.).



Şekil 1.10. Temel güçlendirmesi (Isparta Kesme P. İ. O)

*Hazırlanan donatılar yüksek dozajlı betonla doldurulur. Kalıbı alınmış perde güçlendirmesi şekil 3.11.'de verilmiştir(Isparta Selahattin Seçkin ve Öğretmenler İ. O.).



Şekil 1.11. Perde güçlendirmesi (Isparta Selahattin Seçkin ve Öğretmenler İ. O.)

2. KAYNAK ÖZETİ

Literatürde binaların deprem güçlendirmesi ile ilgili farklı çalışmalar yapılmıştır.

Fukuyama, Higashibata ve Miyauchi (2000), 17 Ocak 1995 tarihli Hyogoken-Nanbu depremi sonrası izlenimleri sonucunda, söz konusu depremde yaygın biçimde uygulanan, hasarlı kolonların betonarme, çelik plaklarla mantolanması ile yapılan onarım ve güçlendirme yöntemlerinin etkinliklerini araştırmışlar ve bu yöntem ile onarılan veya güçlendirilen betonarme kolonların kesme dayanımını ve sünekliğini incelemek amacıyla sekiz adet kolon numunesini sabit eksenel basınç yükü ve tersinir kesme dayanımı ve sünekliğinin ilk hasar seviyesinin üzerine çıkabileceği belirtilmiştir.

Yıldızlar v. d., (2003), İ. Ü. Mühendislik Fakültesi Bloklarına ait güçlendirme projeleri üzerinde çalışmışlar, hasar görmüş binaların güçlendirme tekniğinin seçimi ve uygulanmasını incelemişler. Hasar görmüş yapıların taşıma sistemlerinde sağlaması gereken kuralları belirtmişlerdir.

Gürsoy v. d., (2003), mevcut bina stokunun deprem riski açısından durumunun tespiti açısından çalışmışlardır. Bu çalışmada mevcut binaların olası depremler karşısında hasar riskinin belirlenmesi için kullanılması önerilen yöntem ve durum tespiti çalışmalarında karşılaşılan olası emniyetsizlik nedenleri ve yeni öneriler yer almaktadır.

Hayashi, Niva ve Fukuhara (2005), çalışmalarında betonarme kolonların hasır donatı kullanılarak mantolanması halindeki davranışlarını incelemişlerdir. Yapılan deneysel çalışmada dört adet numune denenmiş, numunelerin üç tanesi farklı kalınlıklarda hasır ve harç ile güçlendirilmiş, bir tanesi ise orijinal numune olarak düşünülüp güçlendirme uygulamasına tabi tutulmuşlardır. Deney sonucunda, mevcut kolon çevresini, gevrek kayma göçmelerini önlemek üzere harç ve hasır donatı ile güçlendirerek kesme mukavemetini ve sünekliğini arttırmanın yani diğer bir deyişle mantolamanın güçlendirme tekniği olarak yeterli olduğu belirtilmiştir.

Bett, Klinger ve Jirsa (1998), üç farklı onarım ve güçlendirme tekniğinin yatay yük etkisinde betonarme kısa kolonlar üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla 1950 ve 1960'lı yılların yapısal elemanlarını temsil etmeleri açısından, söz konusu yılların tipik özelliklerine sahip 2/3 ölçekli 457mm×457mm boyutlarında üç adet özdeş geometri ve donatıya sahip deney numunesi üretilmiş, numunelerden biri test edilmiş, betonarme mantolanarak güçlendirildikten sonra tekrar teste tabi tutulmuştur. Kalan iki numune ise herhangi bir hasar verilmeden betonarme mantolanarak güçlendirilmiştir. Tüm kolonlarda aynı yükleme aşamaları ve aynı eksenel yük seviyesi uygulanmıştır. Hem onarıldıktan sonra güçlendirilen hem de doğrudan güçlendirilen numunelerin orijinal duruma göre daha iyi performans gösterdikleri görülmüş, mantolanarak güçlendirilen kolonların güçlendirilmemiş duruma göre daha rijit ve yanal dayanımlarının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Şakar (2000), çalışmasında; hastanelerde yapısal olmayan elemanların da depreme dayanıklı hale getirilmesini düşünerek, yapısal olmayan deprem hasarlarının azaltılması için neler yapılabileceği konusunu incelemiştir.

Ersoy, Tankut ve Altın (1992), yaptıkları deneylerde, çerçeve sistemin içine yerleştirilen betonarme perdenin çerçeve ile bağlanmaması durumunda tersinir ve devresel yüklemeler altında etkili olmadığını gözlemlemişlerdir. Buna karşılık, betonarme perdenin donatılarının çerçeve donatıları ile kaynaklı olarak bağlanması durumunda iyi bir davranış gözlemlendiğini, perde duvarın donatısının çerçevenin kolon ve kirişlerine yerleştirilmiş kamalarla bindirmeli olarak yapılması ile üstün bir davranış elde edildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında, çerçeve açıklığına betonarme perde konulmadan önce çerçevenin kolonlarının güçlendirilmesini önermektedirler.

Tassios (1997), çalışmasında; kolonların mantolanmasında farklı parametrelerin etkinliğini araştırmıştır. Et kalınlığı 5 cm olan mantolamada, et kalınlığı 10 cm olan mantolamaya göre kullanılan V demirlerinin kuvvet aktarımına daha çok katkısının olduğunu, buna karşılık mantolama da ise 5 cm et kalınlıklı mantolamaya göre eski ve yeni beton arasındaki sürtünmenin kuvvet aktarımına daha çok etkisi olduğu vurgulanmıştır.

Can H. ve Tankut T. (1991), eski ve yeni donatısı U veya Z şekilli demirler ile kaynaklanmış, daha önce denenmiş ve tekrarlı yükler etkisinde test etmişlerdir. Deney sonucunda yapılan onarım neticesinde monolitik kiriş ideal dayanımının %90'ına erişilebilmiştir. Onarım katmanının kirişe kaynaşmasında kullanılan U etriyeleri ve Z demirlerinin aynı derecede başarılı olduğu, davranış ve dayanımda herhangi bir farklılık oluşturmadığı görülmüştür. Yeni donatı uçlarının eski donatıya kaynak yolu ile birleştirilmesinin, kenetlenme açısından oldukça yararlı olduğu belirtilmiştir.

Wang v. d., (2001), çalışmalarında, depreme maruz kalan çerçeve ve perdeli yapılarda, perde yüksekliğinin dayanıma etkisini araştırmışlardır. İncelemede kullanılan yapı elemanlarının yapısal modelini ve matris tekniğini temel alan genel bir metot sunmuşlardır. Geliştirilen bu metot, bina yüksekliği ile malzeme özelliklerinin ve geometrik değişimlerin adım adım değiştirilmesine izin verir. Bu yöntem ile; yapıdaki maksimum yer değiştirme, kat seviyesindeki kesme kuvvetleri ve doğal titreşim periyotlarının elde edilmesi mümkün olabilmektedir.

DBYBHY 2007'nin 7. Bölümü, mevcut binaların deprem performansının belirlenmesi ve güçlendirilmesiyle ilgilidir. Bu bölümde performans ve hasar düzeyi tanımlamaları, doğrusal ve doğrusal olmayan analiz yöntemleri, hesap esasları, güçlendirme çalışmalarında uyulması gereken kurallar, binalar için hedeflenen performans düzeyleri vb. tanımlamalar yapılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Materyali

Bu proje kapsamında incelemeye tabi tutulan okullar ve okullardaki binaların listesi çizelge 3.1 de verilmiştir.

Çizelge 3.1. İncelemeye tabi tutulan okullar ve okullardaki binaların listesi

| | İli | İlçesi/Köyü | Okul Adı | Blok Numarası | Yapı Sistemi | Kat Adedi |
|----|---------|---------------|---|------------------|--------------|-----------|
| 1 | Isparta | Merkez | Selahattin Seçkin ve Öğretmenler İ. O. | - | Betonarme | 4 |
| 2 | Isparta | Şarkikaraağaç | Belçeğiz İ. O. | - | Yığma | 2 |
| 3 | Isparta | Yalvaç | Kumdanlı İ. O. | A Blok | Betonarme | 3 |
| 4 | Isparta | Yalvaç | Kumdanlı İ. O. | B Blok | Yığma | 1 |
| 5 | Isparta | Sütçüler | Kesme P. İ. O. | A Blok | Yığma | 2 |
| 6 | Isparta | Sütçüler | Kesme P. İ. O. | B Blok | Yığma | 2 |
| 7 | Isparta | Sütçüler | Kesme P. İ. O. | C Blok | Yığma | 1 |
| 8 | Isparta | Sütçüler | Kesme P. İ. O. | D Blok | Betonarme | 4 |
| 9 | Burdur | Merkez | Sakarya İ. O. | - | Betonarme | 4 |
| 10 | Burdur | Merkez | Kışla Mahallesi İ. O. | A Blok I. Kısım | Yığma | 1 |
| 11 | Burdur | Merkez | Kışla Mahallesi İ. O. | A Blok II. Kısım | Betonarme | 2 |
| 12 | Burdur | Merkez | Kışla Mahallesi İ. O. | B Blok | Yığma | 1 |
| 13 | Burdur | Tefenni | 75. Yıl Başpınar Şehit Ömer Kızılkaya İ. O. | A Blok | Yığma | 1 |
| 14 | Burdur | Tefenni | 76. Yıl Başpınar Şehit Ömer Kızılkaya İ. O. | B Blok | Yığma | 1 |
| 15 | Burdur | Tefenni | 77. Yıl Başpınar Şehit Ömer Kızılkaya İ. O. | C Blok | Yığma | 1 |
| 16 | Burdur | Göhlhisar | Yusufoğlu İ. O. | A Blok | Yığma | 2 |
| 17 | Burdur | Göhlhisar | Yusufoğlu İ. O. | B Blok | Yığma | 1 |
| 18 | Burdur | Göhlhisar | Yusufoğlu İ. O. | C Blok | Yığma | 1 |
| 19 | Burdur | Göhlhisar | Yusufoğlu İ. O. | D Blok | Yığma | 1 |
| 20 | Antalya | Finike | Turuoçova avdır İ. O. | A Blok | Yığma | 2 |
| 21 | Antalya | Finike | Turuoçova avdır İ. O. | B Blok | Yığma | 2 |
| 22 | Antalya | Finike | Turuoçova avdır İ. O. | C Blok | Yığma | 1 |
| 23 | Antalya | Kale | Yusufoğlu İ. O. | A Blok | Yığma | 3 |
| 24 | Antalya | Kale | Yusufoğlu İ. O. | B Blok | Yığma | 1 |
| 25 | Antalya | Kaş | Sütleoğen P. İ. O. | A Blok | Yığma | 2 |
| 26 | Antalya | Kaş | Sütleoğen P. İ. O. | B Blok | Yığma | 2 |
| 27 | Antalya | Korkuteli | Korkuteli P. İ. O. | A Blok | Yığma | 2 |
| 28 | Antalya | Korkuteli | Korkuteli P. İ. O. | B Blok | Yığma | 2 |
| 29 | Antalya | Korkuteli | Korkuteli P. İ. O. | C Blok | Yığma | 2 |
| 30 | Antalya | Merkez | Çalkaya Güzelyurt İ. O. | A Blok | Yığma | 1 |
| 31 | Antalya | Merkez | Çalkaya Güzelyurt İ. O. | B Blok | Yığma | 1 |
| 32 | Antalya | Merkez | Mimar Sinan İ. O. | - | Yığma | 3 |

3.2. Araştırma Yöntemi

3.2.1. Yapıların Deprem Güvenliğinin Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler

3.2.1.1. Karot Numune Alma Deneyi

Mevcut bir betonun karakteristik basınç dayanımının tespiti, en gerçekçi olarak, betondan karot numunesi alınıp bu numunenin serbest basınç deneyine tabi tutulmasıyla yapılabilmektedir. Ancak karot numunesi alımı mevcut yapıyı tahrip ettiğinden en son tercih edilmesi gereken bir yöntemdir.

Numune alımıyla ilgili olarak şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Numune alımıyla oluşan boşlukların, yapı elemanında önemli gerilme yığılmalarına yol açtığı unutulmamalıdır.
- Numune mevcut nem oranını koruyacak şekilde saklanmalıdır.
- Numune en kısa sürede deneye tabi tutulmalıdır. Bu sürede en az 24 saat olmalıdır.
- Numune, kesitine dik doğrultuda donatı içeriyorsa basınç deneyi için kullanılmaz.
- Numune, kesitine paralel doğrultuda donatı içeriyorsa kullanımı uzmanının tecrübesine kalmıştır.
- Su, betonu kesme anında ortaya çıkan parçaları çabuk temizleyecek tazyikte ayarlanmalıdır.
- Numune alınacak mevcut tesisata dikkat edilmelidir.
- Numune, mümkün olduğunca elemanın düşey ekseninden ve orta noktasından alınmalıdır.
- Numune, kısa kenarı 45 cm'den az olan elemanlardan alınmamalıdır.

- Numune boyutu çaptan küçük olmamalıdır.
- Açılan delik, en kısa sürede düşük çökme değerli ve yüksek dozlu harçla veya özel rötresiz harçla kapatılmalıdır.
- Alınan numune, deneye tabi tutuluncaya kadar örselenmeden muhafaza edilmelidir.

3.2.1.2. Schmidt Çekiç Deneyi

Beton basınç dayanımını bulmak için yaygın olarak geri tepmeli (schmidt) beton çekici kullanılmaktadır. Test çekici belirli bir kuvvetle betona vurur ve vurduğu yüzeyin sertliğine göre geri teper. Geri tepme sayısı R. algılayıcı mekanizma tarafından ölçülerek alet üstünde yer alan ibrede gösterilir.

Beton çekiciyle ilgili olarak şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Beton çekici yalnız gözeneksiz betonlar için uygundur.
- Ölçüm yapılacak yüzey temiz, düz ve kuru bir satıh olmalıdır. Bunun için beton yüzeyi boya, yağ, toz gibi maddelerden arındırılarak düzgün bir hale getirilmelidir. Temizleme işlemi çekiç ile birlikte verilen zımpara taşı ile yapılabilir.
- Hiçbir şekilde sıva üzerinden okuma yapılmamalıdır.
- Beton çekiçi, yüzeyle tam 90^0 açılı yapacak şekilde tutulmalı ve kilitleme düğmesine dokunulmamalıdır (Solak 1996).
- Darbe tetikleninceye kadar çekiç ile test yüzeyine yavaşça bastırılır.
- Tetiklemeden sonra alt tarafta bulunan düğmeye basılarak darbe çubuğu kilitlenir.
- Göstergeden geri tepme sayısı okunur.

- Her bir örnek üzerinden 10 okunma alınmalı ve her okuma noktası arasında 20 mm bulunmalıdır.
- 10 adet okuma yapıldıktan sonra en büyük ve en küçük değerler ihmal edilerek kalan 8 adet okumanın aritmetik ortalaması alınır. Böylece o test yüzeyini temsil eden ortalama bir R değeri elde edilmiş olunur.
- Bulunan R değeri o test yüzeyini temsil eden dönüşüm eğrisinde yerine konularak R değerine karşılık gelen beton basınç dayanımı bulunur.

3.2.2. Yapı Analizi

Yapıların yatay yükler etkisindeki davranış özelliklerinin ve performanslarının tespitine yönelik olarak yapılan itme (pushover) analizleri, genel olarak yapıda adım adım arttırılan yanal yüklerin etkisinde rijitlik ile dayanım değişiminin yapı elemanlarındaki inelastik davranış özellikleri dikkate alınarak hesaplandığı ve bu hesapların belli performans değerleri için tariflendiği sayısal bir inceleme yöntemidir.

Push over (Statik itme) analizin yapılmasının amacı :

- Yapı Sistemlerinin artan yatay yükler altında doğrusal olmayan davranışının ve göçme şeklinin belirlenmesini sağlamak
- Oluşan yapı hasarlarının (plastik kesitlerin) belirlenmesini sağlamak
- Toplam ve göreceli yer değiştirmelerin belirlenmesini sağlamak
- Plastik kesitlerdeki şekil değiştirmenin belirlenmesini sağlamak ve
- Yapıların süneklik düzeyini belirlemektir.

a) Sta4-CAD:

Sta4-Cad programı; çok katlı betonarme yapıların statik, deprem, rüzgar ve betonarme analizini entegre olarak yapan bir paket programdır. Program; statik ve betonarme analizleri, standart ve yönetmelikleri esas alacak şekilde yapabilmektedir. Program, statik analizde rijit kat diyaframını dikkate almakta, her noktada 6 serbestlikli 3 boyutlu stiffness metodu ile kullanılmaktadır. Plan aplikasyon olarak grafik ortamda girilen yapı bilgileri, eş zamanlı olarak planda ve 3 boyutlu görüntüde işlenmektedir. Veri girişinde, akıllı menülerle; yük, boyut ve yönetmelikle ilgili bilgiler mouse ile düzenlenebilmektedir.

Program otomatik olarak yapısal 3D modelleme yapmakta, analiz opsiyonlarına göre bir defada çözmektedir. Çözüm sonrası tüm çizimler hazır duruma gelmektedir. Analiz sonrası; eleman optimizasyonu, maliyet analizleri ve deprem yönetmeliğinin tüm kontrolleri yapılabilmektedir.

b) İde-CAD:

Genel amaçlı bir analiz tasarım ve çizim programı olan İdeCAD ile katları olan veya olmayan, katlarda rijit diyafram tanımlanmış veya rijit diyaframsız yapılar analiz edilebilir. Malzeme olarak beton,çelik,ahşap gibi istenilen bir malzeme seçilebilir.

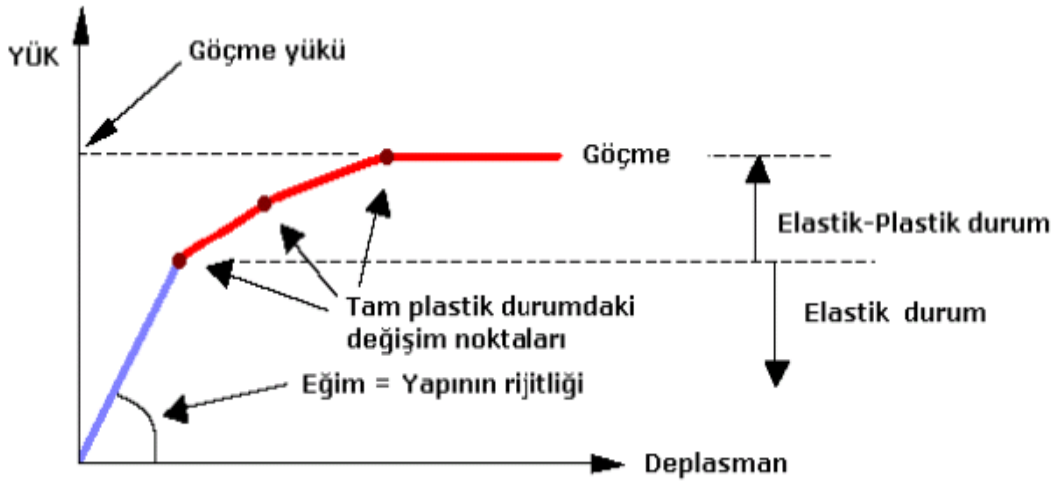
Çubuklar ile birlikte ve aynı sistem içine entegre edilmiş shell elemanlar kullanılabilir. Döşemelerin, perdelerin, çubukların, temellerin hepsi bir arada analize sokulabilir.

Analiz olanakları açısından İdeCAD, lineer statik, nonlineer statik, modal, response spektrum, buckling, time history gibi çok gelişmiş analiz olanaklarıyla donatılmıştır.

3.2.3. 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre Güçlendirme

Hasar görmüş yapıda hem onarım, hem de güçlendirme yapılabilir. Hasarlı veya az hasarlı veya hiç hasar görmemiş yapı elemanlarının güçlendirilmesi veya ilave

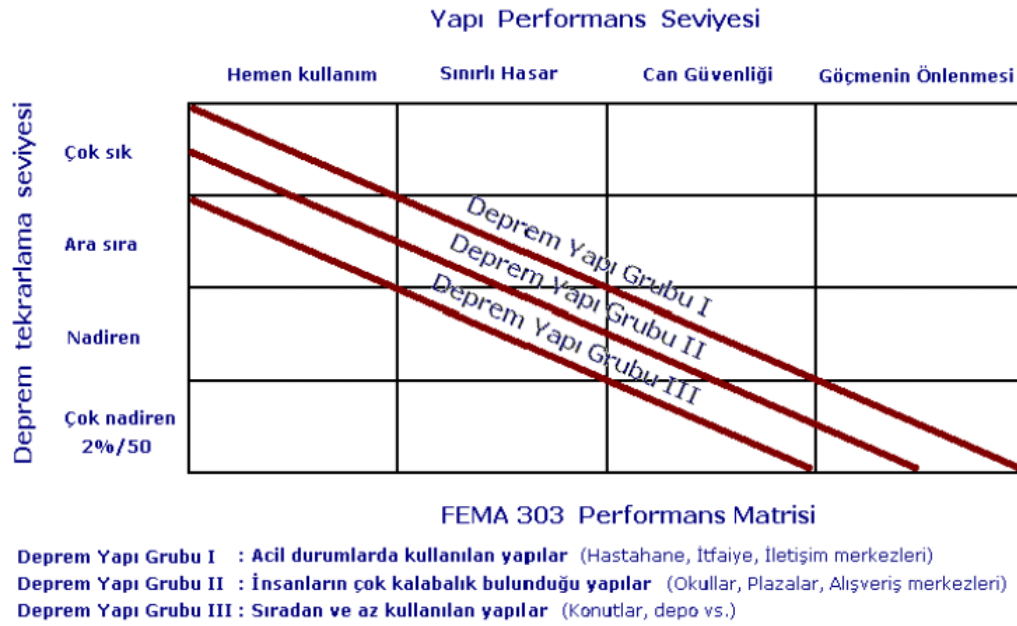
elemanlar ile sistem güçlendirilmesi yapılabilir. Hasarlı veya hasarsız mukavemeti düşük yapıların güçlendirilmesi için yapıya ilave elemanlar ile veya yeni sistemlerle dayanım kazandırılır. Kolon kiriş perde gibi elemanlar onarılır veya güçlendirilir. Statik çözümlerinde bazı genel kabuller vardır. Bunlar yapıların nonlineer analiz açıklamalarını kapsayan şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Nonlineer analiz açıklaması

Lineer yapısal çözümlerde, malzemenin ve yapının doğrusal elastik davrandığı kabul edilerek, yük ve deplasmanlar orantılı olarak artar ve azalır. Elemanlardaki statik etkilere göre betonarme boyutlandırma yapılır. Yetersizlik durumunda da kesitler büyütülerek yeniden çözüme göre boyutlandırılır. Son 30 yılda yapılan araştırmalar ve depremlerde meydana gelen göçme mekanizmaları, yapının lineer olmayan hesaplamalara yöneltmiştir. Depremde yapının bazı elemanlarının lineer ötesi davranış göstererek, akma sınırlarına erişebilmektedir. Lineer olmayan, nonlineer çözümlerde elemanların donatı sünekliğine bağlı olarak bulunan, kapasite ve dönmeleri dikkate alınarak iteratif olarak yapılan analiz tekniği oldukça geliştirilmiştir. Böylelikle gerek deprem yükü, gerekse düşey yüklerden oluşan yükler artırılarak, her elemanın uç noktalarındaki plastik kapasitelerinin üzerine çıkması durumunda, bu bölgede sünekliğe bağlı olarak plastikleşme kabul edilerek güç tükenmesi meydana gelecektir. Plastikleşme oluşmasıyla, bu bölgede momentler, kapasite momentlerine eşit olacaktır. Yapıdaki enerjinin yeniden dağılımıyla

plastikleşmeyen noktalardaki tesirler artacaktır. Yükünde artırılarak yeniden yapılan çözümlerde plastikleşen eleman sayısı artacaktır. Bu şekilde yapılan iteratif çözümler sonucunda yapının tüm elemanları plastikleşerek, güç tükenmesiyle kapasite değerlerine ulaşarak, göçme noktasına kadar devam edecektir. Bu da yapının göçme yükünün bulunmasını ve yapının performans seviyesi hakkında bize çok önemli bilgi verecektir. Yapıların performans seviyeleri şekil 3.2.'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Yapı performans seviyesi

Performans seviyesi mevcut yapılarda olduğu gibi, yeni yapılarda da belirlenebilir.

Mevcut yapıların güçlendirilmesine karar verilmesinde pushover eğrisinden faydalanılabilir. Yapının güçlendirilmesinde kullanılması durumunda yapının performansının bulunmasının yanında, nonlinear analizle çözüldüğü için depremdeki gerçek dağılımla yeni elemanlar boyutlandırılmış olacaktır. Örneğin kolonun mantolanmasında, mevcut kolon kapasitesini aştığı durumda, manto daha fazla taşıyıcı olarak, toplam yük paylaşımı optimize olacaktır. Aynı şekilde perde ve kolonlarda kapasiteleri oranında paylaşım olacağı için daha ekonomik çözüm yapılabilecektir. Yeni yapılarda; yapı grupları ve deprem tekrarlama seviyesine göre daha ekonomik yapı tasarımı oluşturmak mümkün olabilecektir. Lineer çözümlerde, özellikle perdelerin rijit yönüne bağlı kirişlerde deprem etkilerinden dolayı fazla

donatı çıkabilmektedir. Bu gibi durumlarda kirişin bu uçlarında plastikleşme olacağı kabul edilerek plastik mafsallara konularak çözülmektedir. Bazı kiriş ve kolonlarda fazla donatı alanının olduğu yeni yapılarda Nonlineer analizle çözümlenmesi durumunda toplam plastikleşme oranı çok az olacak şekilde performans seviyesine göre tasarım yapılabilir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

5'i betonarme, 27 tanesi de yığma olmak üzere 32 kısımdan oluşan 12 tane ilköğretim okulu incelemeye tabi tutulmuştur. Betonarme ve yığma olarak ikiye ayrılan bu okullar, kendi gurupları içerisinde hem plan olarak hem de uygulanan güçlendirme yöntemleri olarak birbirine çok benzemektedir.

Betonarme İlköğretim okullarının statik hesap sonuçları birbirine çok benzediği için 2 tane İlköğretim Okulunun hesap sonuçları verilmiş diğer betonarme İlköğretim Okullarının ise sadece malzeme değerleri verilmiştir. Statik çözümleme yapılırken Kesme İlköğretim Okulu için İde-CAD ve Selahattin Seçkin İlköğretim Okulu için de Sta 4-CAD statik hesap programları kullanılmıştır. Analiz sonuçları yüzlerce sayfadan oluştuğu ve dolayısıyla çok yer kaplayacağı için sadece gerekli görülen kısımları verilmiştir.

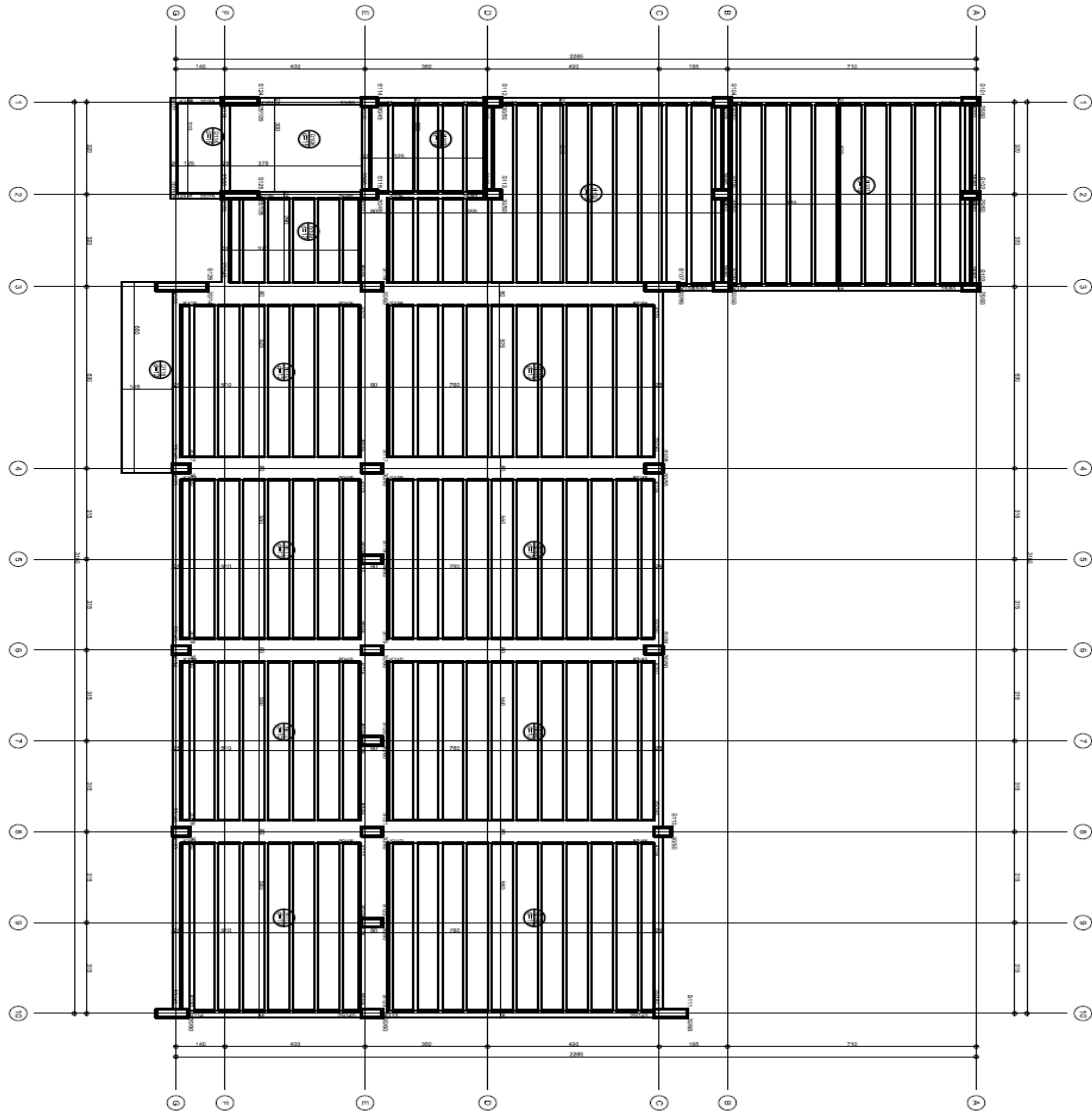
Ele alınan 9 tane yığma İlköğretim Okulunun gerek plan gerekse, güçlendirmede uygulanan yöntemler olarak birbirine çok benzemesi ve yönetmelikte yığma yapılar ile ilgili net bir hüküm olmadığı için bu 9 tane okul tek bir başlık altında ele alınmış olup, belirtmek istenilen düşünceler bu kısımda verilmiştir.

4.1. Kesme İlköğretim Okulu Binasının İncelenmesi

4.1.1. Yapının Genel Özellikleri

Mevcut okul Isparta ili Kesme kırsalında olup, toplam inşaat alanı yaklaşık olarak 975 m² dir. Bina zemin kat + bir normal kattan oluşmaktadır. Bina planda L şeklinde yapılmıştır. Bina yapı sistemi döküm (monolitik) betonarme karkastır. Binanın kuzey güney doğrultusunda (binanın uzun yönü) (*x yönü olarak anılacaktır*) 31, 90 m, Kuzey Güney doğrultusunda (binanın kısa yönü) (*y yönü olarak anılacaktır*) 23 m uzunluğundadır. Binanın x yönünde 10 adet aks y yönünde ise 5 adet aks mevcuttur. Köşe kolonlar hariç olmak üzere kolon boyutları bina x aksları doğrultusunda sabittir. Binanın kat yüksekliği döşeme üstünden döşeme üstüne 390 cm dir. Döşeme sistemi olarak asmolen döşeme, kiriş sistemi olarak bina içinde yassı kiriş

kullanılmıştır. Asmolen döşeme malzemesi tuğladır. Döşeme kalınlığı asmolen tuğlası ile beraber 50 cm dir. Döşeme kaplama malzemesi mermer ve karo mozaiktir. Yassı kiriş yüksekliği 50 cm dir. Kirişler asmolen döşeme kalınlığı ile aynı olduğundan dışarıdan görülememektedir. Bina dış cephesinde bulunan ve altında ve üzerinde penceresiz duvar bulunan kirişlerin boyutları 25/60 olduğu kabul edilmektedir. Bina dış cephesindeki kirişler ise pencere üst kotundan başlamaktadır ve 140 cm yüksekliktedir. Şekil 4.1.'de güçlendirmeden önceki kalıp planı verilmiştir.



Şekil 4.1. Güçlendirmeden önceki kalıp planı (Isparta Kesme İ. O.)

4.1.2. Yapının Oturduğu Zeminin Özellikleri

Isparta Kesme İlköğretim Okulu binasının alanı Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'na 1996 yılında yayınlanan ve beş bölgeye ayrılan Türkiye Deprem Haritası'ndaki konumlarına göre 1.derece deprem kuşağı bölgesinde yer almaktadır.

'Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik uyarınca,

*Zemin Emniyet Gerilmesi; $q_a=16.5 \text{ t/m}^2$

*Etkin yer ivmesi katsayısı; $A_0=0.40$

*Zemin grubu; D

*Yerel zemin sınıfı; Z3

*Spektrum periyotları; $T_A=0.15 \text{ sn.}, T_B=0.60 \text{ sn.}$ 'dir.

*zemin yatak katsayısı; $k_s=12000 \text{ kn/m}^3$

4.1.3. Yapının Malzeme Özellikleri

Mevcut binanın malzeme özelliklerini belirleyebilmek için karot numune alma ve schmidt çekiç deneyi olmak üzere iki çeşit deney yapılmıştır.

4.1.3.1. Karot Numune Alma Deneyi Sonuçları

İnceleme konusu betonarme binada TS-10465'de belirtilen koşullara uygun şekilde en az iki adet beton örneği (karot) alınarak deney yapılmıştır. Çizelge 4.1.'de karot dayanımları verilmiştir.

Çizelge 4.1. Karot dayanımları (Burdur Kışla İ. O.)

| Karot No | Deney Yapılan Eleman | Bina Beton Mukavemeti Mpa |
|-----------------|-----------------------------|----------------------------------|
| K1 | Zemin Kat B2 Aksı Kolonu | 14.8 |
| K2 | 1.Kat E4 Aksı Kolonu | 13.5 |

Yapılan karot deneyi sonucunda elde edilen 13.5 Mpa değeri karot değerlerinin en küçüğü olduğu için DBYBHY 2007 Madde 7. 2.4.3 gereğince bina beton sınıfı olarak kabul edilmiştir.

4.1.3.2. Schmidt Çekiç Deneyi Sonuçları

Yapının karot alınan yapı elemanlarında, Schmidt çekici okumaları yapılarak sonuçları çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Binanın ortalama schmidt değerleri (Burdur Kışla İ. O.)

| Deney No | Deney Yapılan Eleman | Ortalama Schmidt Sayısı |
|-----------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 1 | Zemin Kat B2 Aksları Arası Kolon | 33 |
| 2 | 1.Kat E4 Aksları Arası Kolon | 31 |

Yapılan schmidt çekiç deneyleri sonucunda elde edilen değerlerin ortalaması 32 bulunduğu için schmidt çekiç sayısı 32 olarak kabul edilmiştir.

4.1.4. Yapının 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre Değerlendirilmesi

a. Parametreler

Kat Yüksekliği= 4 m

Kiriş Yüksekliği= 0, 45 m

Bir buçuk tuğla kalınlığında delikli tuğla= 600 kg/m²

Bir Tuğla Kalınlığında delikli tuğla= 420 kg/m²

Yarım Tuğla Kalınlığında Delikli Tuğla= 250 kg/m²

b. 20 lik duvarlar

Duvar Genişliği = 0, 2 m

Duvar Yüku = (Kat Yüksekliği - Kiriş Yüksekliği) × Duvar Genişliği × Duvar Birim Hacim Ağırlığı

Duvar Yüku = 3,55m × 0,2m × 690 kg/m³

Duvar Yüku = 491 kg/m

c. Pvc veya aliminyum doğramalı camlı bölme panelleri

Birim Alan Ağırlığı = 50 kg/m²

Birim Uzunluk ağırlığı=50 × 3, 55 = 178 kg/m

d. 20 lik duvarlar 25/140 kiriş altı

Duvar Genişliği = 0, 2 m

Pencere Yüksekliği = 1, 2 m

Pencere Birim Alan Ağırlığı = 50 kg/m²

Duvar Yüku = (Kat Yüksekliği - Kiriş Yüksekliği) × Duvar Genişliği × Duvar Birim Hacim Ağırlığı

Duvar Yüku = 3,55 m × 0,2 m × 900 kg/m³

Duvar Yüku = 640 kg/m

e. Zemin kat tavanı

Kaplama(Mermer) $2200 \text{ kg/m}^3 \times 0,02 \text{ m} = 44 \text{ kg/m}^2$

Kaplama harcı $2200 \text{ kg/m}^3 \times 0,02 \text{ m} = 44 \text{ kg/m}^2$

Tesfiye betonu $2200 \text{ kg/m}^3 \times 0,04 \text{ m} = 80 \text{ kg/m}^2$

Tavan sıvası $2200 \text{ kg/m}^3 \times 0,02 \text{ m} = 44 \text{ kg/m}^2$

Asmolen dolgu malzemesi $1800 \text{ kg/m}^3 \times 0,32 \text{ m} \times 0,82 = 473$

Döşeme zati program hesabında otomatik olarak ilave edilmektedir.

Toplam $= 685 \text{ kg/m}^2$

f. Birinci kat tavanı

İzolasyon $50 \text{ kg/m}^3 \times 0,08 \text{ m} = 4 \text{ kg/m}^2$

Kaplama harcı $2200 \text{ kg/m}^3 \times 0,02 \text{ m} = 44 \text{ kg/m}^2$

Tesfiye betonu $2200 \text{ kg/m}^3 \times 0,03 \text{ m} = 60 \text{ kg/m}^2$

Tavan sıvası $2200 \text{ kg/m}^3 \times 0,02 \text{ m} = 44 \text{ kg/m}^2$

Döşeme zati program hesabında otomatik olarak ilave edilmektedir.

Toplam $= 152 \text{ kg/m}^2$

a-50 Yılda Gelme Olasılığı %10 Olan Deprem İçin Hesabı

Binanın statik analizi 06.03.2007 tarihinde yürürlüğe giren ve 03.05. 2007 tarihinde revize edilen “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007” (DBYBHY 2007 olarak anılacaktır) esaslarına göre yapılmıştır.

Depremde bina performansının belirlenmesi için DBYBHY 2007 Madde 7. Sesasları (Depremde Bina Performansının Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri ile Belirlenmesi) uygulanmıştır.

Doğrusal Analiz İle Yapı Performansı Raporu

50 YILDA GELME OLASILIĞI %10 OLAN DEPREM İÇİN HESAP

Performans analiz yöntemi : Mod Birleştirme
Yapının Bilgi düzeyi : Orta
Yapı önem katsayısı : 1
7.8.1 için ivme spektrum ordinat çarpanı : 1
Taşiyici sistem davranış katsayıları (Rx/Ry) = 1 alınmıştır.
Malzeme güvenlik katsayıları kullanılmamış, bilgi düzeyi katsayısı dikkate alınmıştır.
7.5.2.6 kolon-kiriş kesme güvenliği kontrolü yapılmıştır.

| Kat | Fx | Fy | HYK |
|-----------|--------|--------|-----|
| 1. KAT | 920.8 | 809.06 | 0.3 |
| ZEMİN KAT | 746.76 | 656.13 | 0.3 |

Donatı korozyon oranı ve çelik akma gerilmesi faktörü tüm elemanlarda 1 tanımlanmıştır.

YAPİ PERFORMANSI

Deprem Yükleme : +E(x) HEMEN KULLANIM
Deprem Yükleme : -E(x) HEMEN KULLANIM
Deprem Yükleme : +E(y) HEMEN KULLANIM
Deprem Yükleme : -E(y) HEMEN KULLANIM

Deprem Yükleme : +E(x)

| Kiriş | Uç | Tip | Ftki | Kap. | DışYük | ArtıkK. | D.Oranı | Sar. | V(e) | Vr | V/bdfctm | F/K | Hasar Yeri | Hasar |
|---------------|----|-------|-------|-------|--------|---------|---------|------|-------|-------|----------|------|------------|-------|
| 1. KAT | | | | | | | | | | | | | | |
| K201(Minimum) | I | Eğil. | 2.46 | 7.81 | 0.23 | 8.04 | -1.06 | | 0.28 | 11.77 | 0.02 | 0.31 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 1.61 | 16.05 | 0.69 | 15.36 | 1.06 | | 0.28 | 11.77 | 0.02 | 0.1 | Üst | <MN |
| K202(Minimum) | I | Eğil. | 2.06 | 9.18 | 0.67 | 9.84 | -1.06 | | 0.45 | 11.77 | 0.03 | 0.21 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 3.46 | 14.88 | 0.23 | 14.64 | 1.06 | | 0.45 | 11.77 | 0.03 | 0.24 | Üst | <MN |
| K203(Minimum) | I | Eğil. | 0.93 | 7.95 | 0.43 | 8.38 | -0.78 | Var | 0.83 | 18.09 | 0.04 | 0.11 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 0.17 | 16.74 | 0.58 | 16.16 | 0.78 | Var | 0.83 | 18.09 | 0.04 | 0.01 | Üst | <MN |
| K204(Minimum) | I | Eğil. | 3.2 | 9.37 | 0.65 | 10.03 | -0.78 | Var | 1.55 | 18.09 | 0.08 | 0.32 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 5.98 | 16.5 | 0.9 | 15.6 | 0.78 | Var | 1.55 | 18.09 | 0.08 | 0.38 | Üst | <MN |
| K205(Minimum) | I | Eğil. | 13.15 | 48.86 | 0.01 | 48.87 | -0.73 | Var | 21.97 | 43.04 | 0.48 | 0.27 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 52.12 | 84.45 | 0.11 | 84.34 | 0.79 | Var | 21.97 | 43.04 | 0.48 | 0.62 | Üst | <MN |
| K206(Minimum) | I | Eğil. | 41.55 | 41.93 | 1.99 | 43.92 | -1.08 | | 10.9 | 28 | 0.28 | 0.95 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 39.08 | 81.41 | 1.55 | 79.86 | 1.1 | | 10.9 | 28 | 0.28 | 0.49 | Üst | <MN |
| K207(Minimum) | I | Eğil. | 30.03 | 41.93 | 1.78 | 43.71 | -1.1 | | 7.83 | 28 | 0.2 | 0.69 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 31.38 | 78.07 | 2.02 | 76.05 | 1.1 | | 7.83 | 28 | 0.2 | 0.41 | Üst | <MN |
| K208(Minimum) | I | Eğil. | 33.67 | 41.93 | 1.9 | 43.83 | -1.1 | | 9.03 | 28 | 0.23 | 0.77 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 34.99 | 78.07 | 2.07 | 75.99 | 1.1 | | 9.03 | 28 | 0.23 | 0.46 | Üst | <MN |
| K209(Minimum) | I | Eğil. | 24.49 | 41.93 | 2.44 | 44.37 | -1.1 | | 3.53 | 28 | 0.09 | 0.55 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 13.43 | 77.57 | 1.2 | 76.36 | 1.09 | | 3.53 | 28 | 0.09 | 0.18 | Üst | <MN |
| K210(Minimum) | I | Eğil. | 5.44 | 7.81 | 0.21 | 8.02 | -1.06 | | 3.51 | 11.77 | 0.21 | 0.68 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 6.32 | 16.22 | 0.19 | 16.02 | 1.06 | | 3.51 | 11.77 | 0.21 | 0.39 | Üst | <MN |
| K211(Minimum) | I | Eğil. | 5.15 | 7.81 | 0.22 | 8.03 | -1.02 | | 1.73 | 11.77 | 0.1 | 0.64 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 3.05 | 22.81 | 0.56 | 22.24 | 2.54 | | 1.73 | 11.77 | 0.1 | 0.14 | Üst | <MN |
| K212(Minimum) | I | Eğil. | 7.06 | 14.93 | 0.02 | 14.95 | -0.89 | | 6.15 | 19.36 | 0.15 | 0.47 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 12.98 | 25.2 | 1 | 24.21 | 1.09 | | 6.15 | 19.36 | 0.15 | 0.54 | Üst | <MN |
| K213(Minimum) | I | Eğil. | 10.26 | 12.75 | 1.83 | 14.58 | -1.09 | | 0.98 | 19.36 | 0.02 | 0.7 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 10.41 | 25.95 | 1.81 | 24.15 | 1.09 | | 0.98 | 19.36 | 0.02 | 0.43 | Üst | <MN |
| K214(Minimum) | I | Eğil. | 11.84 | 12.75 | 0.15 | 12.89 | -1.09 | | 5.06 | 19.36 | 0.13 | 0.92 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 4.37 | 24.9 | 1.17 | 23.73 | 1.09 | | 5.06 | 19.36 | 0.13 | 0.18 | Üst | <MN |
| K215(Minimum) | I | Eğil. | 4.32 | 12.75 | 1.17 | 13.92 | -1.09 | | 3.83 | 19.36 | 0.09 | 0.31 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 11.69 | 24.9 | 0.33 | 24.57 | 1.09 | | 3.83 | 19.36 | 0.09 | 0.48 | Üst | <MN |
| K216(Minimum) | I | Eğil. | 12.01 | 12.75 | 0.38 | 13.13 | -1.09 | | 5.52 | 19.36 | 0.14 | 0.91 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 5.11 | 24.9 | 1.26 | 23.64 | 1.09 | | 5.52 | 19.36 | 0.14 | 0.22 | Üst | <MN |
| K217(Minimum) | I | Eğil. | 3.24 | 12.75 | 1.26 | 14.01 | -1.09 | | 1.94 | 19.36 | 0.05 | 0.23 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 7.75 | 24.9 | 0.55 | 24.34 | 1.09 | | 1.94 | 19.36 | 0.05 | 0.32 | Üst | <MN |
| K218(Minimum) | I | Eğil. | 5.09 | 12.75 | 0.19 | 12.93 | -1.09 | | 1.14 | 19.36 | 0.03 | 0.39 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 0.66 | 24.91 | 0.94 | 23.97 | 1.09 | | 1.14 | 19.36 | 0.03 | 0.03 | Üst | <MN |
| K219(Minimum) | I | Eğil. | -0.04 | 25.34 | 1.03 | 24.31 | 1.09 | | 1.25 | 19.36 | 0.03 | 0 | Üst | <MN |
| | J | Eğil. | 1 | 25.72 | 0.29 | 25.43 | 1.11 | | 1.25 | 19.36 | 0.03 | 0.04 | Üst | <MN |

Doğrusal Analiz İle Yapı Performansı Raporu

Deprem Yüklemesi : +E(x)

| Panel | Uç | Tip | Etki | Kap. | Ne | ArtıkK. | Sar. | V(e) | Vr | E/K | rs Çarpan | Gör.Depl. | Hasar |
|----------------|----|-------|----------|---------|-------|---------|------|--------|--------|------|-----------|-----------|-------|
| GP203(Minimum) | J | Eğil. | -380.64 | 1393.31 | | 1394.57 | Var | 112.32 | 418.01 | 0.27 | | 0.00553 | <MN |
| | J | | 0 | 1395.83 | | 1395.83 | Var | 112.32 | 418.01 | 0 | | 0.00553 | <MN |
| GP204(Minimum) | J | Eğil. | -364.87 | 1249.43 | | 1250.73 | Var | 103.14 | 439.11 | 0.29 | | 0.00529 | <MN |
| | J | | 0 | 1252.02 | | 1252.02 | Var | 103.14 | 439.11 | 0 | | 0.00529 | <MN |
| GP205(Minimum) | J | Eğil. | -364.87 | 859.41 | | 860.71 | Var | 103.14 | 386.14 | 0.42 | | 0.00529 | <MN |
| | J | | 0 | 862 | | 862 | Var | 103.14 | 386.14 | 0 | | 0.00529 | <MN |
| GP206(Minimum) | J | Eğil. | 4.23 | 855.7 | | 856.03 | Var | 1.15 | 180.63 | 0 | | 0.00552 | <MN |
| | J | | 0 | 855.7 | | 855.7 | Var | 1.15 | 180.63 | 0 | | 0.00552 | <MN |
| GP207(Minimum) | J | Eğil. | 34.97 | 2963.56 | | 2967.05 | Var | 9.26 | 717.95 | 0.01 | | 0.00553 | <MN |
| | J | | 0 | 2963.56 | | 2963.56 | Var | 9.26 | 717.95 | 0 | | 0.00553 | <MN |
| GP208(Minimum) | J | Eğil. | 31.67 | 2161.63 | | 2164.98 | Var | 8.85 | 508.43 | 0.01 | | 0.00589 | <MN |
| | J | | 0 | 2161.63 | | 2161.63 | Var | 8.85 | 508.43 | 0 | | 0.00589 | <MN |
| GP209(Minimum) | J | Eğil. | 3.6 | 855.7 | | 856.04 | Var | 0.96 | 180.63 | 0 | | 0.00552 | <MN |
| | J | | 0 | 855.7 | | 855.7 | Var | 0.96 | 180.63 | 0 | | 0.00552 | <MN |
| GP210(Minimum) | J | Eğil. | -18.91 | 176.78 | 23.52 | 174.79 | Var | 9.85 | 80.93 | 0.11 | | 0.0053 | <MN |
| | J | | -20.4 | 177.53 | | 175.16 | Var | 9.85 | 80.93 | 0.12 | | 0.0053 | <MN |
| GP211(Minimum) | J | Eğil. | 0.12 | 493.97 | | 493.98 | Var | 0.03 | 147.39 | 0 | | 0.00471 | <MN |
| | J | | 0 | 493.97 | | 493.97 | Var | 0.03 | 147.39 | 0 | | 0.00471 | <MN |
| GP212(Minimum) | J | Eğil. | -8.53 | 1756.38 | | 1759.28 | Var | 4.4 | 419.34 | 0 | | 0.00722 | <MN |
| | J | | 0 | 1762.18 | | 1762.18 | Var | 4.4 | 419.34 | 0 | | 0.00722 | <MN |
| GP213(Minimum) | J | Eğil. | -19.6 | 3739.95 | | 3748.72 | Var | 10.91 | 883.7 | 0.01 | | 0.00723 | <MN |
| | J | | 0 | 3757.48 | | 3757.48 | Var | 10.91 | 883.7 | 0 | | 0.00723 | <MN |
| ZEMİN KAT | | | | | | | | | | | | | |
| GP101(Minimum) | J | Eğil. | -1086.79 | 729.84 | | 730.65 | Var | 97.68 | 196.56 | 1.49 | | 0.00334 | <MN |
| | J | | 215.44 | 731.46 | | 730.74 | Var | 97.68 | 196.56 | 0.29 | | 0.00334 | <MN |
| GP102(Minimum) | J | Eğil. | -1804.4 | 1497.05 | | 1498.4 | Var | 194.92 | 372.86 | 1.2 | | 0.00298 | <MN |
| | J | | 227.58 | 1499.74 | | 1498.73 | Var | 194.92 | 372.86 | 0.15 | | 0.00298 | <MN |
| GP103(Minimum) | J | Eğil. | -1975.56 | 1885.51 | | 1887.03 | Var | 253.96 | 418.01 | 1.05 | | 0.00334 | <MN |
| | J | | 380.64 | 1888.54 | | 1887.28 | Var | 253.96 | 418.01 | 0.2 | | 0.00334 | <MN |
| GP104(Minimum) | J | Eğil. | -2150.81 | 1704.93 | | 1706.6 | Var | 229.4 | 439.11 | 1.26 | | 0.00324 | <MN |
| | J | | 364.87 | 1708.28 | | 1706.98 | Var | 229.4 | 439.11 | 0.21 | | 0.00324 | <MN |
| GP105(Minimum) | J | Eğil. | -2150.81 | 1414.1 | | 1415.77 | Var | 190.34 | 386.14 | 1.52 | | 0.00324 | <MN |
| | J | | 364.87 | 1417.45 | | 1416.15 | Var | 190.34 | 386.14 | 0.26 | | 0.00324 | <MN |
| GP106(Minimum) | J | Eğil. | 1.08 | 870.21 | | 870.87 | Var | 0.7 | 202.4 | 0 | | 0.00333 | <MN |
| | J | | -4.23 | 870.87 | | 870.54 | Var | 0.7 | 202.4 | 0 | | 0.00333 | <MN |
| GP107(Minimum) | J | Eğil. | 20.23 | 3237.14 | | 3243.67 | Var | 3.56 | 580.72 | 0.01 | | 0.00334 | <MN |
| | J | | -34.97 | 3244.11 | | 3240.63 | Var | 3.56 | 580.72 | 0.01 | | 0.00334 | <MN |
| GP108(Minimum) | J | Eğil. | 19.93 | 2222.31 | | 2228.27 | Var | 2.99 | 398.56 | 0.01 | | 0.00348 | <MN |
| | J | | -31.67 | 2229 | | 2225.65 | Var | 2.99 | 398.56 | 0.01 | | 0.00348 | <MN |
| GP109(Minimum) | J | Eğil. | 1.12 | 870.21 | | 870.85 | Var | 0.56 | 202.4 | 0 | | 0.00333 | <MN |
| | J | | -3.6 | 870.89 | | 870.55 | Var | 0.56 | 202.4 | 0 | | 0.00333 | <MN |
| GP110(Minimum) | J | Eğil. | -4.33 | 198.37 | 55.95 | 198.02 | Var | 2.48 | 80.93 | 0.02 | | 0.00324 | <MN |
| | J | | -9.74 | 199.51 | | 198.59 | Var | 2.48 | 80.93 | 0.05 | | 0.00324 | <MN |
| GP111(Minimum) | J | Eğil. | 0.04 | 494.53 | | 494.55 | Var | 0.02 | 147.39 | 0 | | 0.00298 | <MN |
| | J | | -0.12 | 494.55 | | 494.54 | Var | 0.02 | 147.39 | 0 | | 0.00298 | <MN |
| GP112(Minimum) | J | Eğil. | 4.88 | 1794.14 | | 1797.52 | Var | 3.08 | 319.37 | 0 | | 0.00397 | <MN |
| | J | | 8.53 | 1794.14 | | 1791.24 | Var | 3.08 | 319.37 | 0 | | 0.00397 | <MN |
| GP113(Minimum) | J | Eğil. | 6.76 | 3159.77 | | 3171.64 | Var | 5.54 | 639.07 | 0 | | 0.00397 | <MN |
| | J | | 19.6 | 3183.5 | | 3174.74 | Var | 5.54 | 639.07 | 0.01 | | 0.00397 | <MN |

YAPI PERFORMANSI

| Kat | Eleman Tipi | Minimum Hasar Bölgesi | Belirgin Hasar Bölgesi | İleri Hasar Bölgesi | Göçme Bölgesi |
|-----------|-------------|-----------------------|------------------------|---------------------|---------------|
| 1. KAT | Kirişler | 47 (%100) | | | |
| | Kolonlar | 32 (%100) | | | |
| | Perdeler | 13 (%100) | | | |
| ZEMİN KAT | Kirişler | 48 (%100) | | | |
| | Kolonlar | 32 (%100) | | | |
| | Perdeler | 13 (%100) | | | |

Doğrusal Analiz İle Yapı Performansı Raporu

Deprem Yüklemesi : -E(x)

| Panel | Uç | Tip | Etki | Kap. | Ne | ArtıkK. | Sar. | V(e) | Vr | E/K | rs Çarpan | Gör.Depl. | Hasar |
|----------------|----|-------|---------|---------|-------|---------|------|--------|--------|------|-----------|-----------|-------|
| GP105(Minimum) | J | Eğil. | -364.87 | 1710.86 | | 1709.57 | Var | 229.66 | 439.11 | 0.21 | | 0.00324 | <MN |
| | J | | 2150.81 | 1417.45 | | 1419.12 | Var | 190.56 | 386.14 | 1.52 | | 0.00324 | <MN |
| GP106(Minimum) | J | Eğil. | -364.87 | 1420.03 | | 1418.74 | Var | 190.56 | 386.14 | 0.26 | | 0.00324 | <MN |
| | J | | -1.08 | 868.89 | | 869.55 | Var | 0.57 | 202.4 | 0 | | 0.00333 | <MN |
| GP107(Minimum) | J | Eğil. | 4.23 | 870.21 | | 869.88 | Var | 0.57 | 202.4 | 0 | | 0.00333 | <MN |
| | J | | -20.23 | 3224.09 | | 3230.61 | Var | 2.34 | 580.72 | 0.01 | | 0.00334 | <MN |
| GP108(Minimum) | J | Eğil. | 34.97 | 3237.14 | | 3233.65 | Var | 2.34 | 580.72 | 0.01 | | 0.00334 | <MN |
| | J | | -19.93 | 2210.37 | | 2216.34 | Var | 1.9 | 398.56 | 0.01 | | 0.00348 | <MN |
| GP109(Minimum) | J | Eğil. | 31.67 | 2222.31 | | 2218.96 | Var | 1.9 | 398.56 | 0.01 | | 0.00348 | <MN |
| | J | | -1.12 | 868.92 | | 869.56 | Var | 0.43 | 202.4 | 0 | | 0.00333 | <MN |
| GP110(Minimum) | J | Eğil. | 3.6 | 870.21 | | 869.87 | Var | 0.43 | 202.4 | 0 | | 0.00333 | <MN |
| | J | | 4.33 | 197.67 | 55.95 | 197.31 | Var | 2.98 | 80.93 | 0.02 | | 0.00324 | <MN |
| GP111(Minimum) | J | Eğil. | 9.74 | 197.67 | | 196.74 | Var | 2.98 | 80.93 | 0.05 | | 0.00324 | <MN |
| | J | | -0.04 | 494.47 | | 494.5 | Var | 0.01 | 147.39 | 0 | | 0.00298 | <MN |
| GP112(Minimum) | J | Eğil. | 0.12 | 494.53 | | 494.51 | Var | 0.01 | 147.39 | 0 | | 0.00298 | <MN |
| | J | | -4.88 | 1787.38 | | 1790.76 | Var | 3.31 | 319.37 | 0 | | 0.00397 | <MN |
| GP113(Minimum) | J | Eğil. | 8.53 | 1799.94 | | 1797.04 | Var | 3.31 | 319.37 | 0 | | 0.00397 | <MN |
| | J | | -6.76 | 3159.77 | | 3171.64 | Var | 7.02 | 639.07 | 0 | | 0.00397 | <MN |
| | J | | -19.6 | 3201.03 | | 3192.26 | Var | 7.02 | 639.07 | 0.01 | | 0.00397 | <MN |

YAPI PERFORMANSI

| Kat | Eleman Tipi | Minimum Hasar Bölgesi | Belirgin Hasar Bölgesi | İleri Hasar Bölgesi | Göçme Bölgesi |
|-----------|-------------|-----------------------|------------------------|---------------------|---------------|
| 1. KAT | Kirişler | 47 (%100) | | | |
| | Kolonlar | 32 (%100) | | | |
| | Perdeler | 13 (%100) | | | |
| ZEMİN KAT | Kirişler | 48 (%100) | | | |
| | Kolonlar | 32 (%100) | | | |
| | Perdeler | 13 (%100) | | | |

Doğrusal Analiz İle Yapı Performansı Raporu

Deprem Yükleme : +E(y)

| Kolon | Yön | Uç | Tip | Etki | Kap. | Ne | ArtıkK. | Nk/Acfcm | Sar. | V(e) | Vr | Nk | NMax | V/bdfctm | E/K | Gör.Depl. | Hasar |
|---------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|---------|----------|------|-------|-------|--------|--------|----------|----------|-----------|-------|
| S130(Minimum) | Minör | J | Eğil. | -1.3 | 82.62 | 2.14 | 82.1 | 0.09 | | 0.04 | 61.49 | 73.33 | 799.2 | 0 | 0.02 | 0.000641 | <MN |
| | | | Eğil. | -0.97 | 81.58 | 2.14 | 80.56 | 0.09 | | 0.04 | 61.49 | 73.33 | 799.2 | 0 | 0.01 | 0.000641 | <MN |
| | Majör | J | Eğil. | 8.33 | 114.26 | 2.12 | 117.82 | 0.08 | | 0.14 | 62.74 | 67.81 | 799.2 | 0 | 0.07 | 0.000563 | <MN |
| | | | Eğil. | 1.68 | 99.85 | 2.12 | 107.05 | 0.08 | | 0.14 | 62.74 | 67.81 | 799.2 | 0 | 0.02 | 0.000563 | <MN |
| S131(Minimum) | Minör | J | Eğil. | -1.28 | 81.35 | 2.12 | 81.37 | 0.08 | | 0.14 | 61.49 | 67.81 | 799.2 | 0 | 0.02 | 0.000563 | <MN |
| | | | Eğil. | -0.93 | 81.23 | 2.12 | 81.31 | 0.08 | | 0.14 | 61.49 | 67.81 | 799.2 | 0 | 0.01 | 0.000563 | <MN |
| | Majör | J | Eğil. | 7.33 | 114.36 | 2.15 | 117.96 | 0.09 | | 0.32 | 62.74 | 70.15 | 799.2 | 0.01 | 0.06 | 0.000486 | <MN |
| | | | Eğil. | 1.75 | 99.81 | 2.15 | 107.08 | 0.09 | | 0.32 | 62.74 | 70.15 | 799.2 | 0.01 | 0.02 | 0.000486 | <MN |
| S132(Minimum) | Minör | J | Eğil. | -1.22 | 81.3 | 2.15 | 81.39 | 0.09 | | 0.32 | 61.49 | 70.15 | 799.2 | 0.01 | 0.01 | 0.000486 | <MN |
| | | | Eğil. | -0.8 | 81.05 | 2.15 | 81.26 | 0.09 | | 0.32 | 61.49 | 70.15 | 799.2 | 0.01 | 0.01 | 0.000486 | <MN |
| | Majör | J | Eğil. | 7.16 | 72.44 | 8.04 | 73.54 | 0.15 | | 1.75 | 20.48 | 38.2 | 250.56 | 0.06 | 0.1 | 0.000408 | <MN |
| | | | Eğil. | 5.95 | 72.44 | 8.04 | 74.65 | 0.15 | | 1.75 | 20.48 | 38.2 | 250.56 | 0.06 | 0.08 | 0.000408 | <MN |
| Minör | J | Eğil. | -0.24 | 21.68 | 8.04 | 21.53 | 0.15 | | 1.75 | 16.75 | 38.2 | 250.56 | 0.06 | 0.01 | 0.000408 | <MN | |
| | | Eğil. | -0.22 | 21.38 | 8.04 | 21.1 | 0.15 | | 1.75 | 16.75 | 38.2 | 250.56 | 0.06 | 0.01 | 0.000408 | <MN | |

| Panel | Uç | Tip | Etki | Kap. | Ne | ArtıkK. | Sar. | V(e) | Vr | F/K | rs Çarpın | Gör.Depl. | Hasar |
|----------------|----|-------|---------|---------|------|---------|------|--------|--------|------|-----------|-----------|-------|
| 1. KAT | | | | | | | | | | | | | |
| GP201(Minimum) | I | Eğil. | -11.06 | 713.76 | | 714.48 | Var | 3.46 | 174.43 | 0.02 | | 0.00134 | <MN |
| | | | 0 | 715.19 | | 715.19 | Var | 3.46 | 174.43 | 0 | | 0.00134 | <MN |
| GP202(Minimum) | I | Eğil. | -13.4 | 1026.6 | | 1027.61 | Var | 3.6 | 372.86 | 0.01 | | 0.00114 | <MN |
| | | | 0 | 1028.62 | | 1028.62 | Var | 3.6 | 372.86 | 0 | | 0.00114 | <MN |
| GP203(Minimum) | I | Eğil. | -2.55 | 1393.31 | | 1394.57 | Var | 1.12 | 418.01 | 0 | | 0.00134 | <MN |
| | | | 0 | 1395.83 | | 1395.83 | Var | 1.12 | 418.01 | 0 | | 0.00134 | <MN |
| GP204(Minimum) | I | Eğil. | 6.23 | 1252.02 | | 1253.31 | Var | 1.39 | 439.11 | 0 | | 0.000665 | <MN |
| | | | 0 | 1252.02 | | 1252.02 | Var | 1.39 | 439.11 | 0 | | 0.000665 | <MN |
| GP205(Minimum) | I | Eğil. | 6.23 | 862 | | 863.29 | Var | 1.39 | 386.14 | 0.01 | | 0.000588 | <MN |
| | | | 0 | 862 | | 862 | Var | 1.39 | 386.14 | 0 | | 0.000588 | <MN |
| GP206(Minimum) | I | Eğil. | 32.79 | 855.7 | | 856.03 | Var | 9.55 | 180.63 | 0.04 | | 0.00138 | <MN |
| | | | 0 | 855.7 | | 855.7 | Var | 9.55 | 180.63 | 0 | | 0.00138 | <MN |
| GP207(Minimum) | I | Eğil. | 639.15 | 2963.56 | | 2967.05 | Var | 186.96 | 717.95 | 0.22 | | 0.00138 | <MN |
| | | | 0 | 2963.56 | | 2963.56 | Var | 186.96 | 717.95 | 0 | | 0.00138 | <MN |
| GP208(Minimum) | I | Eğil. | 667.16 | 2161.63 | | 2164.98 | Var | 207.44 | 508.43 | 0.31 | | 0.00146 | <MN |
| | | | 0 | 2161.63 | | 2161.63 | Var | 207.44 | 508.43 | 0 | | 0.00146 | <MN |
| GP209(Minimum) | I | Eğil. | 28.38 | 855.7 | | 856.04 | Var | 8.25 | 180.63 | 0.03 | | 0.00129 | <MN |
| | | | 0 | 855.7 | | 855.7 | Var | 8.25 | 180.63 | 0 | | 0.00129 | <MN |
| GP210(Minimum) | I | Eğil. | 2.22 | 155.71 | 1.01 | 153.72 | Var | 2.42 | 80.93 | 0.01 | | 0.00124 | <MN |
| | | | 2.01 | 155.71 | | 153.35 | Var | 2.42 | 80.93 | 0.01 | | 0.00124 | <MN |
| GP211(Minimum) | I | Eğil. | -0.37 | 493.95 | | 493.96 | Var | 0.09 | 147.39 | 0 | | 0.00103 | <MN |
| | | | 0 | 493.97 | | 493.97 | Var | 0.09 | 147.39 | 0 | | 0.00103 | <MN |
| GP212(Minimum) | I | Eğil. | 129.48 | 1762.18 | | 1765.08 | Var | 48.68 | 419.34 | 0.07 | | 0.00075 | <MN |
| | | | 0 | 1762.18 | | 1762.18 | Var | 48.68 | 419.34 | 0 | | 0.00075 | <MN |
| GP213(Minimum) | I | Eğil. | 656.54 | 3757.48 | | 3766.24 | Var | 249.14 | 883.7 | 0.17 | | 0.00075 | <MN |
| | | | 0 | 3757.48 | | 3757.48 | Var | 249.14 | 883.7 | 0 | | 0.00075 | <MN |
| ZEMİN KAT | | | | | | | | | | | | | |
| GP101(Minimum) | I | Eğil. | -29.82 | 729.84 | | 730.65 | Var | 3.77 | 196.56 | 0.04 | | 0.00087 | <MN |
| | | | 11.06 | 731.46 | | 730.74 | Var | 3.77 | 196.56 | 0.02 | | 0.00087 | <MN |
| GP102(Minimum) | I | Eğil. | -46.75 | 1497.05 | | 1498.4 | Var | 6.01 | 372.86 | 0.03 | | 0.000777 | <MN |
| | | | 13.4 | 1499.74 | | 1498.73 | Var | 6.01 | 372.86 | 0.01 | | 0.000777 | <MN |
| GP103(Minimum) | I | Eğil. | -1.48 | 1885.51 | | 1887.03 | Var | 0.16 | 418.01 | 0 | | 0.00087 | <MN |
| | | | 2.55 | 1888.54 | | 1887.28 | Var | 0.16 | 418.01 | 0 | | 0.00087 | <MN |
| GP104(Minimum) | I | Eğil. | 27.64 | 1708.28 | | 1709.95 | Var | 4.08 | 439.11 | 0.02 | | 0.000507 | <MN |
| | | | -6.23 | 1710.86 | | 1709.57 | Var | 4.08 | 439.11 | 0 | | 0.000507 | <MN |
| GP105(Minimum) | I | Eğil. | 27.64 | 1417.45 | | 1419.12 | Var | 4.08 | 386.14 | 0.02 | | 0.000465 | <MN |
| | | | -6.23 | 1420.03 | | 1418.74 | Var | 4.08 | 386.14 | 0 | | 0.000465 | <MN |
| GP106(Minimum) | I | Eğil. | 285.17 | 870.21 | | 870.87 | Var | 50.41 | 202.4 | 0.33 | | 0.000893 | <MN |
| | | | -32.79 | 870.87 | | 870.54 | Var | 50.41 | 202.4 | 0.04 | | 0.000893 | <MN |
| GP107(Minimum) | I | Eğil. | 2541.47 | 3237.14 | | 3243.67 | Var | 379.86 | 580.72 | 0.78 | | 0.000893 | <MN |
| | | | -639.15 | 3244.11 | | 3240.63 | Var | 379.86 | 580.72 | 0.2 | | 0.000893 | <MN |
| GP108(Minimum) | I | Eğil. | 2279.48 | 2222.31 | | 2228.27 | Var | 273.17 | 398.56 | 1.02 | | 0.00093 | <MN |
| | | | -667.16 | 2229 | | 2225.65 | Var | 273.17 | 398.56 | 0.3 | | 0.00093 | <MN |
| GP109(Minimum) | I | Eğil. | 271.88 | 870.21 | | 870.85 | Var | 48.64 | 202.4 | 0.31 | | 0.000848 | <MN |
| | | | -28.38 | 870.89 | | 870.55 | Var | 48.64 | 202.4 | 0.03 | | 0.000848 | <MN |
| GP110(Minimum) | I | Eğil. | 28.98 | 162.04 | 2.24 | 161.68 | Var | 5.85 | 80.93 | 0.18 | | 0.000823 | <MN |
| | | | -0.12 | 162.04 | | 161.12 | Var | 5.85 | 80.93 | 0 | | 0.000823 | <MN |
| GP111(Minimum) | I | Eğil. | 11.57 | 494.53 | | 494.55 | Var | 2.13 | 147.39 | 0.02 | | 0.000718 | <MN |
| | | | 0.37 | 494.53 | | 494.51 | Var | 2.13 | 147.39 | 0 | | 0.000718 | <MN |
| GP112(Minimum) | I | Eğil. | 790.64 | 1794.14 | | 1797.52 | Var | 157.31 | 319.37 | 0.44 | | 0.000544 | <MN |
| | | | -129.48 | 1799.94 | | 1797.04 | Var | 157.31 | 319.37 | 0.07 | | 0.000544 | <MN |
| GP113(Minimum) | I | Eğil. | 2329.47 | 3183.5 | | 3195.37 | Var | 397.58 | 639.07 | 0.73 | | 0.000544 | <MN |
| | | | -656.54 | 3201.03 | | 3192.26 | Var | 397.58 | 639.07 | 0.21 | | 0.000544 | <MN |

YAPI PERFORMANSI

| Kat | Eleman Tipi | Minimum Hasar Bölgesi | Belirgin Hasar Bölgesi | İleri Hasar Bölgesi | Göçme Bölgesi |
|-----------|-------------|-----------------------|------------------------|---------------------|---------------|
| 1. KAT | Kirişler | 47 (%100) | | | |
| | Kolonlar | 32 (%100) | | | |
| | Perdeler | 13 (%100) | | | |
| ZEMİN KAT | Kirişler | 48 (%100) | | | |
| | Kolonlar | 32 (%100) | | | |
| | Perdeler | 13 (%100) | | | |

YAPI PERFORMANSI

| Kat | Eleman Tipi | Minimum Hasar Bölgesi | Belirgin Hasar Bölgesi | İleri Hasar Bölgesi | Göçme Bölgesi |
|-----------|-------------|-----------------------|------------------------|---------------------|---------------|
| 1. KAT | Kirişler | 47 (%100) | | | |
| | Kolonlar | 32 (%100) | | | |
| | Perdeler | 13 (%100) | | | |
| ZEMİN KAT | Kirişler | 48 (%100) | | | |
| | Kolonlar | 32 (%100) | | | |
| | Perdeler | 13 (%100) | | | |

Lineer analiz sonucunda bulunan değerler incelendiğinde güçlendirilmiş durumda binanın 50 yılda gelme olasılığı %10 olan depremde hemen kullanım performans düzeyini sağlayabileceği kanaatine varılmıştır.

b- 50 Yılda Gelme Olasılığı %2 Olan Deprem İçin Hesabı

Doğrusal Analiz İle Yapı Performansı Raporu

50 yılda gelme olasılığı %2 olan deprem hesabı

Performans analiz yöntemi : Mod Birleştirme
 Yapının Bilgi düzeyi: Orta
 Yapı önem katsayısı : 1
 7.8.1 için ivme spektrum ordinat çarpanı : 1.5
 Taşıyıcı sistem davranış katsayıları (Rx/Ry) = 1 alınmıştır.
 Malzeme güvenlik katsayıları kullanılmamış, bilgi düzeyi katsayısı dikkate alınmıştır.
 7.5.2.6 kolon-kiriş kesme güvenliği kontrolü yapılmıştır.

| Kat | Fx | Fy | HYK |
|-----------|---------|---------|-----|
| 1. KAT | 1381.2 | 1213.59 | 0.3 |
| ZEMİN KAT | 1120.14 | 984.19 | 0.3 |

Donatı korozyon oranı ve çelik akma gerilmesi faktörü tüm elemanlarda 1 tanımlanmıştır.

YAPI PERFORMANSI

Deprem Yüklemesi : +E(x) CAN GÜVENLİĞİ
 Deprem Yüklemesi : -E(x) CAN GÜVENLİĞİ
 Deprem Yüklemesi : +E(y) HEMEN KULLANIM
 Deprem Yüklemesi : -E(y) HEMEN KULLANIM

Deprem Yüklemesi : +E(x)

| Kiriş | Uç | Tip | Etki | Kap. | DüşYük | ArtıkK. | D.Oranı | Sar. | V(e) | Vr | V/bdfctm | F/K | Hasar Yeri | Hasar |
|---------------|----|-------|-------|-------|--------|---------|---------|------|-------|-------|----------|------|------------|-------|
| 1. KAT | | | | | | | | | | | | | | |
| K201(Minimum) | I | Eğil. | 3.69 | 7.81 | 0.23 | 8.04 | -1.06 | | 0.96 | 5.25 | 0.06 | 0.46 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 2.41 | 16.05 | 0.69 | 15.36 | 1.06 | | 0.96 | 5.25 | 0.06 | 0.16 | Üst | <MN |
| K202(Minimum) | I | Eğil. | 3.08 | 9.18 | 0.67 | 9.84 | -1.06 | | 1.38 | 5.25 | 0.08 | 0.31 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 5.19 | 14.88 | 0.23 | 14.64 | 1.06 | | 1.38 | 5.25 | 0.08 | 0.35 | Üst | <MN |
| K203(Minimum) | I | Eğil. | 1.39 | 7.95 | 0.43 | 8.38 | -0.78 | Var | 0.65 | 10.5 | 0.03 | 0.17 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 0.26 | 16.74 | 0.58 | 16.16 | 0.78 | Var | 0.65 | 10.5 | 0.03 | 0.02 | Üst | <MN |
| K204(Minimum) | I | Eğil. | 4.8 | 9.37 | 0.65 | 10.03 | -0.78 | Var | 3.11 | 10.5 | 0.16 | 0.48 | Alt | <MN |
| | J | Eğil. | 8.97 | 16.5 | 0.9 | 15.6 | 0.78 | Var | 3.11 | 10.5 | 0.16 | 0.58 | Üst | <MN |
| K205(Minimum) | I | Kesme | 33.73 | 48.86 | 0.01 | 24.97 | -0.73 | Var | 33.73 | 24.97 | 0.74 | 1.35 | | <MN |

YAPI PERFORMANSI

| Kat | Eleman Tipi | Minimum Hasar Bölgesi | Belirgin Hasar Bölgesi | İleri Hasar Bölgesi | Göçme Bölgesi |
|-----------|-------------|-----------------------|------------------------|---------------------|---------------|
| 1. KAT | Kirişler | 47 (%100) | | | |
| | Kolonlar | 32 (%100) | | | |
| | Perdeler | 11 (%85) | | 2 (%15) | |
| ZEMİN KAT | Kirişler | 48 (%100) | | | |
| | Kolonlar | 32 (%100) | | | |
| | Perdeler | 13 (%100) | | | |

YAPI PERFORMANSI

| Kat | Eleman Tipi | Minimum Hasar Bölgesi | Belirgin Hasar Bölgesi | İleri Hasar Bölgesi | Göçme Bölgesi |
|-----------|-------------|-----------------------|------------------------|---------------------|---------------|
| 1. KAT | Kirişler | 47 (%100) | | | |
| | Kolonlar | 32 (%100) | | | |
| | Perdeler | 11 (%85) | | 2 (%15) | |
| ZEMİN KAT | Kirişler | 48 (%100) | | | |
| | Kolonlar | 32 (%100) | | | |
| | Perdeler | 13 (%100) | | | |

YAPI PERFORMANSI

| Kat | Eleman Tipi | Minimum Hasar Bölgesi | Belirgin Hasar Bölgesi | İleri Hasar Bölgesi | Göçme Bölgesi |
|-----------|-------------|-----------------------|------------------------|---------------------|---------------|
| 1. KAT | Kirişler | 47 (%100) | | | |
| | Kolonlar | 32 (%100) | | | |
| | Perdeler | 13 (%100) | | | |
| ZEMİN KAT | Kirişler | 48 (%100) | | | |
| | Kolonlar | 32 (%100) | | | |
| | Perdeler | 13 (%100) | | | |

Lineer analiz sonucunda bulunan değerler incelendiğinde güçlendirilmiş durumda binanın 50 yılda gelme olasılığı %2 olan depremde de can güvenliği performans düzeyini sağlayabileceği kanaatine varılmıştır.

4.2. Selahattin Seçkin ve ğretmenler İlköğretim Okulu Binasının İncelenmesi

4.2.1. Yapının Genel zellikleri

İsmi aldığı hayırsever tarafından 1990 yılında yaptırılan bu okul Isparta Merkez Zafer mahallesinde olup zemin artı 3 kat ve 19 derslikden oluşmaktadır. Yapı 9. 6 m yüksekliktedir ve toplam kullanım alanı 1652m²'dir. Taşıyıcı sistemi temel, döşeme, kolon, kiriş ve perdelerden oluşmaktadır. Yapıda dolgu malzemesi olarak yatay delikli tuğla, beton malzemesi olarak iri taneli kum-çakıl ve elik olarak da BI kullanılmıştır. Yerinde yapılan gözlemler sonucunda, yapının dış cephelerinde yer altı su seviyesinden meydana gelen problemler göze çarpmaktadır. Suyun kılcal olarak yükselmesi sonucunda çiçeklenmeler dış cephe duvarlarında görülmektedir. Su izolasyonunun yapılmamış olması problemin gerçekleşmesine neden olmuştur. Yeterli sıva kalınlığı bulunmasına rağmen, özellikle zemin kat kolonlarında donatı pas payı yeterli olmadığı için ve su etkisi ile korozyona rastlanmıştır. Bunun yanısıra yapının mevcut taşıyıcı sisteminde herhangi bir hasara rastlanmamıştır. Fakat kesit yetersizliğinden dolayı güçlendirme yapıldığı gözle görülür şekilde açıktır. Isparta Selahattin Seçkin ve ğretmenler İlköğretim Okulu Binası şekil 4.2.'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Isparta Selahattin Seçkin ve Öğretmenler İlköğretim Okulu

4.2.2. Yapının Oturduğu Zeminin Özellikleri

Isparta Selahattin Seçkin ve Öğretmenler İlköğretim Okulu binasının alanı Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nca 1996 yılında yayınlanan ve beş bölgeye ayrılan Türkiye Deprem Haritası'ndaki konumlarına göre 1.derece deprem kuşağı bölgesinde yer almaktadır.

'Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik' uyarınca,

*Zemin Emniyet Gerilmesi; $q_a = 17 \text{ t/m}^2$

*Etkin yer ivmesi katsayısı; $A_0 = 0.40$

*Zemin grubu; C

*Yerel zemin sınıfı; Z2

*Spektrum periyotları; $T_A = 0.15 \text{ sn.}$, $T_B = 0.40 \text{ sn.}$ 'dir.

*Zemin yatak katsayısı; $k_s = 18000 \text{ kn/m}^3$

4.2.3. Yapının Malzeme Özellikleri

Mevcut binanın malzeme özelliklerini belirleyebilmek için karot numune alma ve schmidt çekiç deneyi olmak üzere iki çeşit deney yapılmıştır.

4.2.3.1. Karot Numune Alma Deneyi Sonuçları

İnceleme konusu betonarme binada TS-10465'de belirtilen koşullara uygun şekilde en az iki adet beton örneği (karot) alınarak deney yapılmıştır. Çizelge 4.3.'de karot dayanımları belirtilmiştir.

Çizelge 4.3.Karot dayanımları (Isparta Selahattin Seçkin ve Öğretmenler İ. O.)

| Karot No | Deney Yapılan Eleman | Bina Beton Mukavemeti Mpa |
|----------|--------------------------|---------------------------|
| K1 | Zemin Kat A2 Aksı Kolonu | 14.4 |
| K2 | 1.Kat B2 Aksı Kolonu | 15.2 |

Yapılan karot deneyi sonucunda elde edilen 14.4 Mpa değeri karot değerlerinin en küçüğü olduğu için DBYYHY 2007 Madde 7. 2.4.3 gereğince bina beton sınıfı olarak kabul edilmiştir.

4.2.3.2. Schmidt Çekiç Deneyi Sonuçları

Yapının karot alınan yapı elemanlarında, tahribatsız beton deney yöntemi Schmidt çekici okumaları yapılarak sonuçları aşağıda Çizelge 4.4.'de verilmiştir,

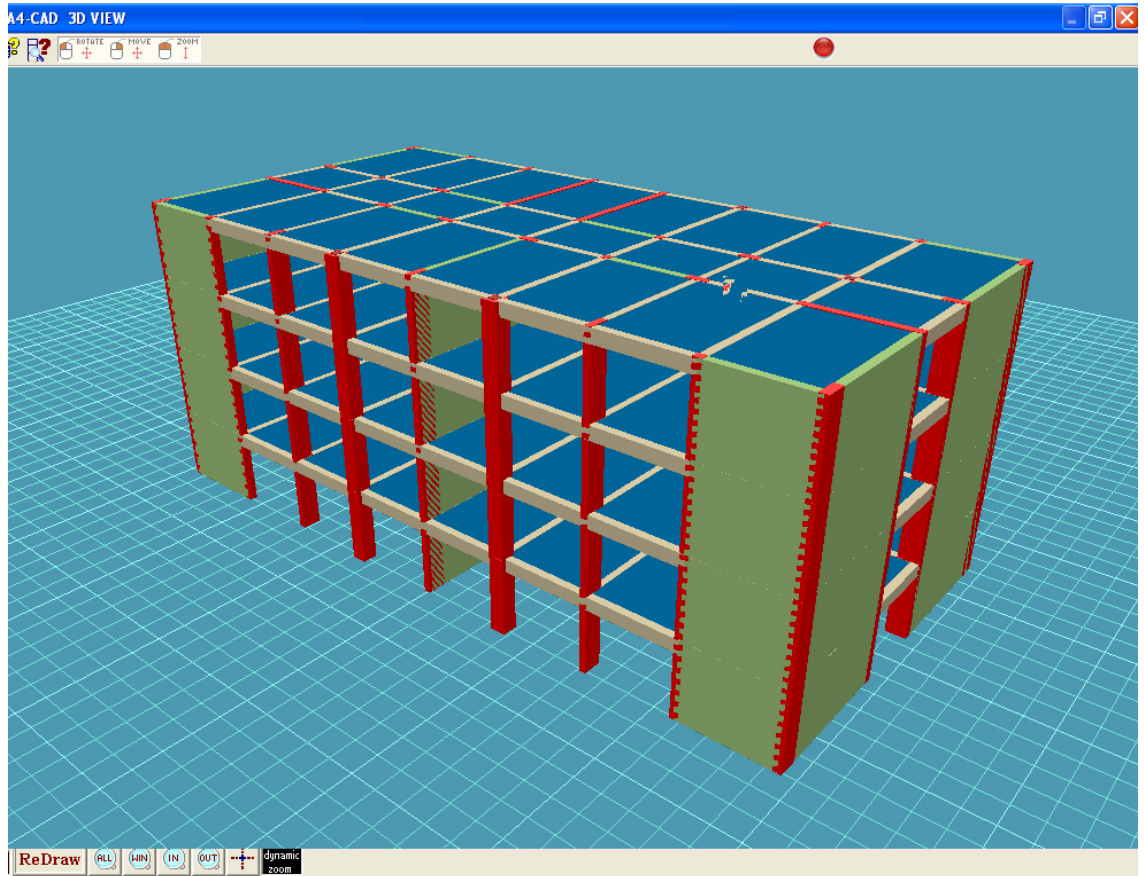
Çizelge 4.4. Binanın ortalama schmidt değerleri (Isparta Selahattin Seçkin ve Öğretmenler İ. O.)

| Deney No | Deney Yapılan Eleman | Ortalama Schmidt Sayısı |
|----------|----------------------------------|-------------------------|
| 1 | Zemin Kat A2 Aksları Arası Kolon | 30 |
| 2 | 1.Kat B2 Aksları Arası Kolon | 32 |

Yapılan schmidt çekiç deneyleri sonucunda elde edilen değerlerin ortalaması 31 bulunduğu için schmidt çekiç sayısı 31 olarak kabul edilmiştir.

4.2.4. Yapının 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre Değerlendirilmesi

Isparta Selahattin Seçkin ve Öğretmenler İ. O. bilgisayar model görünüşü şekil 4.3.'de verilmiştir.



Şekil 4.3. Isparta Selahattin Seçkin ve Öğretmenler İ. O. bilgisayar model görünüşü

a- 50 Yılda Gelme Olasılığı %10 Olan Deprem İçin Hesabı

MEVCUT ve GÜÇLENDİRİLMİŞ DURUMDAKİ GÖÇME YÜKÜ MUKAYESE TABLOSU

| Kat no | X YÖNÜ | | | Y YÖNÜ | | |
|--------|-------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|
| | Deprem yükü Ve | Mevcut Yapı Vr | Güçlendirilmiş Yapı Vr | Deprem yükü Ve | Mevcut Yapı Vr | Güçlendirilmiş Yapı Vr |
| 4 | 219.71 | 427.94 ÷ | 4294.70 ÷ | 200.11 | 581.15 ÷ | 5881.05 ÷ |
| 3 | 369.16 | 429.20 ÷ | 2879.84 ÷ | 339.53 | 518.25 ÷ | 3917.53 ÷ |
| 2 | 457.36 | 423.09 × | 2212.77 ÷ | 424.02 | 494.56 ÷ | 2977.75 ÷ |
| 1 | 492.61 | 371.72 × | 1739.14 ÷ | 459.39 | 438.39 × | 2285.63 ÷ |

GUCLENDIRME PROJESİ; MEVCUT DONATILARA GORE KOLONLARIN KAPASİTE TABLOSU

| | |
|--|--------|
| BINA BILGI DUZEYI KATSAYISI | : 1.0 |
| KUSATILMIS KOLON KESME KONTROLU | : × |
| CATLAMIS KESİTE GORE ANALİZ | : ÷ |
| HAREKETLİ YUK AZALTMA ORANI | : 0.6 |
| KIRIS DUSEY YUK MOMENT AZALTMA ORANI | : 1. |
| DONATI KENETLENME BOYU, KAPASİTE AZALTMA ORANI | : 1. |
| KOLON min. BOYUNA DONATI ORANI | : 0.01 |
| DONATI KOROZYON ORANI | : 0 |
| KIRISLERDE RIJIT BOLGELI KAPASİTE KONTROLU | : ÷ |
| TASARIM SPECTRUM CARPANI | : 1.0 |
| (Deprem aşılma olasılığı, 50 yılda %10) | |
| YAPI LINEER KAPASİTE HESABINDA R=1 ALINARAK ÇÖZÜM YAPILMIŞTIR. | |

GORELİ KAT ÖTELEME KONTROLU [max(R·δ/h)=0,02 Can güvenliği]

| Kat | hi | X yönü Rx·δx/h | Y yönü Ry·δy/h |
|-----|------|----------------|----------------|
| 4 | 3.00 | 0.0025858 ÷ | 0.0012109 ÷ |
| 3 | 3.00 | 0.0026114 ÷ | 0.0012597 ÷ |
| 2 | 3.00 | 0.0022434 ÷ | 0.0011050 ÷ |
| 1 | 3.00 | 0.0012172 ÷ | 0.0006440 ÷ |

BINA PERFORMANSI

KİRİŞ HASAR YÜZDELERİ

| KAT NO | (-X) | | | | (X) | | | | (-Y) | | | | (Y) | | | |
|--------|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB |
| 4 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 95.5 | 4.5 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Max. | 100. | | | | | 4.5 | | | | | | | | | | |

X yönü kiriş sayısı=22,22,22,22
Y yönü kiriş sayısı=20,20,20,20

KOLON KESME KUVVETİ DAĞILIMI

| KAT NO | (-X) | | | | (X) | | | | (-Y) | | | | (Y) | | | |
|--------|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB |
| 4 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Max. | 100. | | | | | | | | | | | | | | | |

ALT VE ÜST KESİTLERİNDE MİNİMUM HASAR BÖLGESİNİ AŞAN KOLONLARIN KESME KUVVETİ DAĞILIMI

| KAT NO | (-X) | | (X) | | (-Y) | | (Y) | |
|--------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|
| | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB |
| 4 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 3 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 2 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |

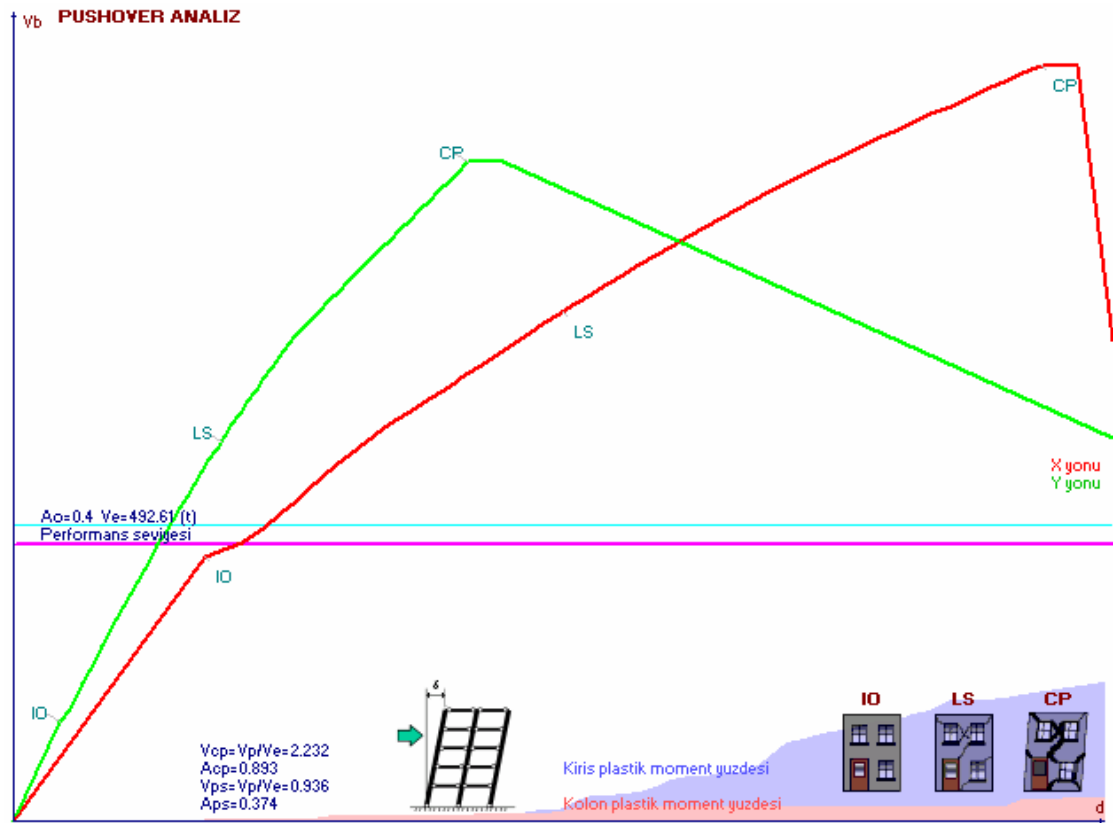
| KAT NO | (-X) | | (X) | | (-Y) | | (Y) | |
|--------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|
| | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB |
| 1 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| Max. | 100. | | | | | | | |

Bina yatay yük kapasite oranı 1. kat : $V_r/V_e=1739,14/492,61=3,53$
Belirgin Kiriş Hasar oranı= $4,5 < 10$ Hemen kullanım ö
(Gevrek hasar gören elemanların güçlendirilmesi koşulu ile)

DAN GUVENLIGINI SAGLAMAYAN ELEMEN DAĞILIMI

| KAT NO | Kiriş (%) | X yönü | | Kiriş (%) | Y yönü | |
|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | Kolon (%) | Kolon (%) | | Kolon (%) | Kolon (%) |
| 4 | 0/22 (%0,0) | 0/50 (%0,0) | 0/50 (%0,0) | 0/20 (%0,0) | 0/50 (%0,0) | 0/50 (%0,0) |
| 3 | 0/22 (%0,0) | 0/50 (%0,0) | 0/50 (%0,0) | 0/20 (%0,0) | 0/50 (%0,0) | 0/50 (%0,0) |
| 2 | 0/22 (%0,0) | 0/50 (%0,0) | 0/50 (%0,0) | 0/20 (%0,0) | 0/50 (%0,0) | 0/50 (%0,0) |
| 1 | 0/22 (%0,0) | 0/50 (%0,0) | 0/50 (%0,0) | 0/20 (%0,0) | 0/50 (%0,0) | 0/50 (%0,0) |

Şekil 4.4.'de 50 yılda gelme olasılığı %10 olan deprem için pushover analiz grafiği verilmiştir.



Şekil 4.4. 50 yılda gelme olasılığı %10 olan deprem için pushover analiz grafiği (Isparta Selahattin Seçkin ve Öğretmenler İ.O)

b- 50 Yılda Gelme Olasılığı %2 Olan Deprem İçin Hesabı

Selahattin Seçkin İlköğretim Okulu'nun 2007 deprem yönetmeliği doğrusal hesap yöntemi ile yapılan 50 yılda gelme olasılığı %2 olan deprem için yapılan hesapta güçlendirme öncesinde 1.ve 2.katlarda güçlendirilmemiş durum için kat kesme kuvvetlerinin sağlamadığı, güçlendirilmiş durum için ise kat kesme kuvvetleri kapasitesinin yeterli geldiği görülmektedir.

MEVCUT ve GÜÇLENDİRİLMİŞ DURUMDAKİ GÖÇME YÜKÜ MUKAYESE TABLOSU

| Kat no | X YÖNÜ | | | | Y YÖNÜ | | | |
|--------|-------------------|-------------------|------------------------|----|-------------------|-------------------|------------------------|----|
| | Deprem yükü Ve | Mevcut Yapı Vr | Güçlendirilmiş Yapı | Vr | Deprem yükü Ve | Mevcut Yapı Vr | Güçlendirilmiş Yapı | Vr |
| 4 | 279.80 | 427.94 ÷ | 4294.70 ÷ | | 260.14 | 581.15 ÷ | 5881.05 ÷ | |
| 3 | 470.13 | 429.20 × | 2879.84 ÷ | | 441.38 | 518.25 ÷ | 3917.53 ÷ | |
| 2 | 582.46 | 423.09 × | 2212.77 ÷ | | 551.22 | 494.56 × | 2977.75 ÷ | |
| 1 | 627.35 | 371.72 × | 1777.09 ÷ | | 597.19 | 438.39 × | 2287.48 ÷ | |

GÜÇLENDİRME PROJESİ; MEVCUT DONATILARA GÖRE KOLONLARIN KAPASİTE TABLOSU

| | |
|--|--------|
| BINA BILGI DÜZEYİ KATSAYISI | : 1.0 |
| KUSATILMIŞ KOLON KESME KONTROLÜ | : × |
| CATLAMIS KESİTE GÖRE ANALİZ | : ÷ |
| HAREKETLİ YÜK AZALTMA ORANI | : 0.6 |
| KİRİŞ DÜSEY YÜK MOMENT AZALTMA ORANI | : 1. |
| DONATI KENETLENME BOYU, KAPASİTE AZALTMA ORANI | : 1. |
| KOLON min. BOYUNA DONATI ORANI | : 0.01 |
| DONATI KOROZYON ORANI | : 0 |
| KİRİŞLERDE RİJİT BÖLGELİ KAPASİTE KONTROLÜ | : ÷ |
| TASARIM SPECTRUM ÇARPANI | : 1.5 |

(Deprem aşılma olasılığı, 50 yılda %2)
YAPI LINEER KAPASİTE HESABINDA R=1 ALINARAK ÇÖZÜM YAPILMIŞTIR.

Görel kat ötelemelerinin öngörülen sınır içinde kaldığı görülmektedir

GORELİ KAT ÖTELEME KONTROLÜ [max(R·δ/h)=0,03 Hemen kullanım]

| Kat | hi | X yönü Rx·δx/h | Y yönü Ry·δy/h |
|-----|------|----------------|----------------|
| 4 | 3.00 | 0.0037070 ÷ | 0.0017069 ÷ |
| 3 | 3.00 | 0.0037453 ÷ | 0.0017618 ÷ |
| 2 | 3.00 | 0.0032502 ÷ | 0.0015376 ÷ |
| 1 | 3.00 | 0.0017768 ÷ | 0.0008796 ÷ |

BINA PERFORMANSI

KİRİŞ HASAR YÜZDELERİ

| KAT NO | (-X) | | | | (X) | | | | (-Y) | | | | (Y) | | | |
|--------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB |
| 4 | 68.2 | 31.8 | 0.0 | 0.0 | 63.6 | 36.4 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 68.2 | 31.8 | 0.0 | 0.0 | 72.7 | 27.3 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 81.8 | 18.2 | 0.0 | 0.0 | 81.8 | 18.2 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 90.9 | 9.1 | 0.0 | 0.0 | 77.3 | 22.7 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Max. | | | | | | 36.4 | | | 100. | | | | | | | |

X yönü giriş sayısı=22,22,22,22
Y yönü giriş sayısı=20,20,20,20

KOLON KESME KUVVETİ DAĞILIMI

| KAT NO | (-X) | | | | (X) | | | | (-Y) | | | | (Y) | | | |
|--------|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB |
| 4 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 99.9 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 93.1 | 6.9 | 0.0 | 0.0 | 91.3 | 8.7 | 0.0 | 0.0 |
| Max. | 100. | | | | | | | | | | | | | 8.7 | | |

ALT VE ÜST KESİTLERİNDE MİNİMUM HASAR BÖLGESİNİ AŞAN KOLONLARIN KESME KUVVETİ DAĞILIMI

| KAT NO | MH | (-X) | | (X) | | (-Y) | | (Y) | |
|--------|------|----------|--|------|----------|------|----------|------|----------|
| | | BH+IH+GB | | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB |
| 4 | 100. | 0.0 | | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 3 | 100. | 0.0 | | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 2 | 100. | 0.0 | | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |

Binanın can güvenliği performans seviyesini sağladığı görülmektedir.

| KAT NO | MH | (-X) | | (X) | | (-Y) | | (Y) | |
|--------|------|----------|--|------|----------|------|----------|------|----------|
| | | BH+IH+GB | | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB |
| 1 | 100. | 0.0 | | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| Max. | 100. | | | | | | | | |

Bina yatay yük kapasite oranı 1. kat : $V_r/V_e=1777,09/627,35=2,833$
 Belirgin Kiriş Hasar oranı= $36,4 > 10$ Hemen kullanım X
 Can güvenliği durumu, Güçlendirme yeterlidir.
 (Gevrek hasar gören elemanların güçlendirilmesi koşulu ile)

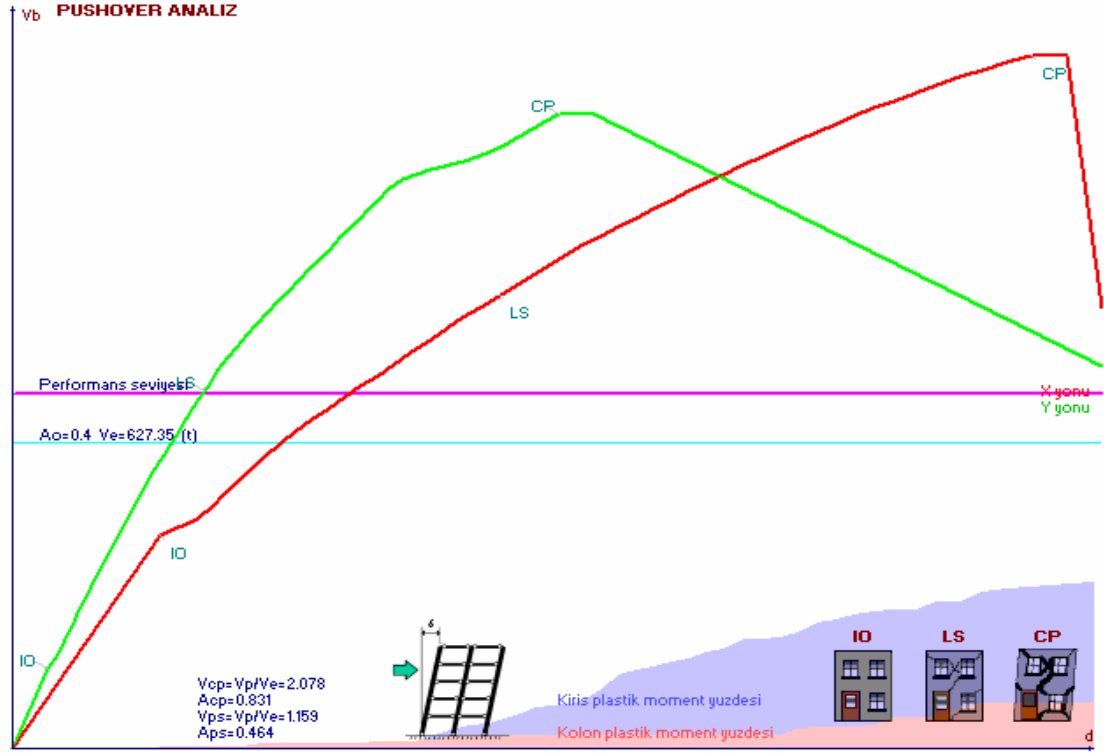
Can güvenliği yeterlilik kontrolü:
 Kiriş Hasar oranı= $(IH=0,0 < 20 \text{ } \checkmark)$, $(GB=0, \text{ } \checkmark)$
 Kolon Hasar oranı= $(IH=0,0 < 20 \text{ } \checkmark)$, $(GB=0, \text{ } \checkmark)$
 Üst kat Vc oranı= $(IH=0,0 > 40 \text{ } \times)$, $(GB=0, \text{ } \checkmark)$
 Plastiklesen kolon Vc oranı= $BH+IH+GB=0,0 < 30 \text{ } \checkmark$

CAN GUVENLIGINI SAGLAMAYAN ELEMEN DAĞILIMI

| KAT NO | X yönü | | Y yönü | |
|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Kiriş (%) | Kolon (%) | Kiriş (%) | Kolon (%) |
| 4 | 0/22 (%0,0) | 0/50 (%0,0) | 0/20 (%0,0) | 0/50 (%0,0) |
| 3 | 0/22 (%0,0) | 0/50 (%0,0) | 0/20 (%0,0) | 0/50 (%0,0) |
| 2 | 0/22 (%0,0) | 0/50 (%0,0) | 0/20 (%0,0) | 0/50 (%0,0) |
| 1 | 0/22 (%0,0) | 0/50 (%0,0) | 0/20 (%0,0) | 0/50 (%0,0) |

Bina pushover analiz sonucundan görüldüğü gibi performans seviyesi can güvenliği sınır durumunu hem doğrusal elastik yöntemde hem de doğrusal elastik olmayan yöntemde sağlamaktadır.

Şekil 4.5.'de 50 yılda gelme olasılığı %2 olan deprem için pushover analiz grafiği verilmiştir.



Şekil 4.5. 50 yılda gelme olasılığı %2 olan deprem için pushover analiz grafiği (Isparta Selahattin Seçkin ve Öğretmenler İ. O)

4.3. Çalışmaya Esas Alınan Diğer Okullar ve Özellikleri

4.3.1. Betonarme İlköğretim Okulları

İncelenen betonarme ilköğretim okullarının birbirine oldukça benzemesi ve benzer şekilde güçlendirme yapılmasından dolayı analiz sonuçları pek farklılık göstermemektedir. Bu yüzden sadece Kışla Mahallesi İlköğretim Okulu ve Selahattin Seçkin ve Öğretmenler İlköğretim Okulu binalarının analiz sonuçları açıklanmış diğer betonarme ilköğretim okulu binalarının ise sadece malzeme özellikleri verilmiştir. Şekil 4.6.'da karot numunesi alınan yapı elemanı verilmiştir. (Sütçüler Kesme P. İ. O.)



Şekil 4.6. Karot numunesi alınan yapı elemanı (Sütçüler Kesme P. İ. O.)

Ele alınan diğer betonarme ilköğretim okullarının, beton mukavemet değerleri ve Schmidt çekici okuma değerleri çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Betonarme ilköğretim okullarının karot ve schmidt çekici okuma değerleri

| | İli | İlçesi/Köyü | Okul Adı | Blok Numarası | Bina Beton Mukavemeti Mpa | Ortalama Sschmidt Sayısı |
|---|---------|-------------|----------------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| 1 | Isparta | Yalvaç | Kumdanlı İ. O. | A Blok | 14, 1 | 33 |
| 2 | Isparta | Sütçüler | Kesme P. İ. O. | D Blok | 11, 3 | 32 |
| 3 | Burdur | Merkez | Sakarya İ. O. | - | 18, 5 | 35 |

Yapılan güçlendirmeler genel olarak açıklanacak olursa, temelde;mevcut temellerin alanları arttırılmıştır. Bina köşelerinin iki tarafına ve simetrik olarak orta noktalardaki akslar arasına betonarme perdeler yapılmıştır. Zemin ve en üst katta, altında duvar olmayan kirişlere çelik köşebentlerle kiriş güçlendirmesi yapılmıştır. Yetersiz kesitteki kolonlarada kolon güçlendirmesi yapılmıştır. Aynı zamanda okulların mevcut tesisatları, kaplama malzemeleri ve eskiyen kapı-pencereleri de güçlendirme sırasında yenilenmiştir.

4.3.2. Yığma İlköğretim Okulları

Çalışmaya esas alınan yığma ilköğretim okulları ve malzeme özellikleri çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Yığma ilköğretim okulları ve özellikleri

| | İli | İlçesi/Köyü | Okul Adı | Blok No | Yapı Sistemi | Kat Ad. |
|----|---------|---------------|---|--------------------|--------------|---------|
| 1 | Isparta | Şarkikaraağaç | Belceğiz İ. O. | - | Yığma | 2 |
| 2 | Isparta | Yalvaç | Kumdanlı İ. O. | B Blok | Yığma | 1 |
| 3 | Isparta | Sütçüler | Kesme P. İ. O. | A Blok | Yığma | 2 |
| 4 | Isparta | Sütçüler | Kesme P. İ. O. | B Blok | Yığma | 2 |
| 5 | Isparta | Sütçüler | Kesme P. İ. O. | C Blok | Yığma | 1 |
| 6 | Burdur | Merkez | Kışla Mahallesi İ. O. | A Blok I. Kısım | Yığma | 1 |
| 7 | Burdur | Merkez | Kışla Mahallesi İ. O. | B Blok | Yığma | 1 |
| 8 | Burdur | Tefenni | 75. Yıl Başpınar Şehit Ömer Kızılkaya İ. O. | A Blok | Yığma | 1 |
| 9 | Burdur | Tefenni | 76. Yıl Başpınar Şehit Ömer Kızılkaya İ. O. | B Blok | Yığma | 1 |
| 10 | Burdur | Tefenni | 77. Yıl Başpınar Şehit Ömer Kızılkaya İ. O. | C Blok | Yığma | 1 |
| 11 | Burdur | Göhlisar | Yusufça İ. O. | A Blok | Yığma | 2 |
| 12 | Burdur | Göhlisar | Yusufça İ. O. | B Blok | Yığma | 1 |
| 13 | Burdur | Göhlisar | Yusufça İ. O. | C Blok | Yığma | 1 |
| 14 | Burdur | Göhlisar | Yusufça İ. O. | D Blok | Yığma | 1 |
| 15 | Antalya | Finike | Turunçova Çavdır İ. O. | A Blok | Yığma | 2 |
| 16 | Antalya | Finike | Turunçova Çavdır İ. O. | B Blok | Yığma | 2 |
| 17 | Antalya | Finike | Turunçova Çavdır İ. O. | C Blok | Yığma | 1 |
| 18 | Antalya | Kale | Yusuf Özek İ. O. | A Blok | Yığma | 3 |
| 19 | Antalya | Kale | Yusuf Özek İ. O. | B Blok | Yığma | 1 |
| 20 | Antalya | Kaş | Sütleğen P. İ. O. | A Blok | Yığma | 2 |
| 21 | Antalya | Kaş | Sütleğen P. İ. O. | B Blok | Yığma | 2 |
| 22 | Antalya | Korkuteli | Korkuteli P. İ. O. | A Blok | Yığma | 2 |
| 23 | Antalya | Korkuteli | Korkuteli P. İ. O. | B Blok | Yığma | 2 |
| 24 | Antalya | Korkuteli | Korkuteli P. İ. O. | C Blok | Yığma | 2 |
| 25 | Antalya | Merkez | Çalkaya Güzelyurt İ. O. | A Blok | Yığma | 1 |
| 26 | Antalya | Merkez | Çalkaya Güzelyurt İ. O. | B Blok | Yığma | 1 |
| 27 | Antalya | Merkez | Mimar Sinan İ. O. | - | Yığma | 3 |

İncelenen yığma ilköğretim okullarının tümünde yapı malzemesi olarak taş, tuğla, kerpiç harç, beton vb. malzemeler kullanıldığından ve tüm okullar için uygulanan güçlendirme yöntemleride aynı olduğundan dolayı yığma ilköğretim okulları tek başlık altında ele alınmıştır.

Mevcut yığma ilköğretim okullarının incelenmesi için temin edilen projeler, yeni çizildiğinden ve okullar çok eski tarihlerde yapıldığından dolayı uygulamada bu projeler yetersiz kalmaktadır. Binaların yıkılıp yerine standartlara uygun betonarme binalar yapmak aslında en uygun ve kökten çözümdür. Fakat maddi yükümlülüğün fazlalığından dolayı bu durum hemen hemen imkansızdır. İşte bu yüzden, bu okulların betonarme yapı gibi çalışmasını sağlayacak şekilde güçlendirme uygulaması yapılmıştır. Çelik hasır uygulaması yapılan Demre Yusuf Özek İlköğretim Okulu şekil 4.7.'de verilmiştir.



Şekil 4.7. Çelik hasır uygulaması (Demre Yusuf Özek İ. O.)

Püskürtme beton üzerine sıva uygulaması yapılan Turunçova Çavdır İlköğretim Okulu şekil 4.8.'de verilmiştir.



Şekil 4.8. Püskürtme beton üzerine sıva uygulaması (Turunçova Çavdır İ. O.)

Güçlendirme uygulaması tamamlanan Isparta Kesme İlköğretim Okulu şekil 4.9.'da verilmiştir.



Şekil 4.9. Güçlendirme uygulaması tamamlanan yığma yapı (Isparta Kesme İ. O.)

Bu ilköğretim okullarının tümü için uygulanan yöntemde, köşelerde çift ve temele 50cm girecek şekilde bütün duvar yüzeyine hasır donatı yerleştirilmiştir. Yerleştirilen hasır donatı ankraj çubuklarıyla sabitlenmiş ve üzerine 5 cm'lik püskürtme beton uygulanmıştır. Şekil 4.10.'da yığma yapı güçlendirmesinde temel-duvar birleşimi

verilmiştir (Demre Yusuf Özek İ.O.). Ayrıca okulların mevcut tesisatları, kaplama malzemeleri ve eskiyen kapı-pencereleride güçlendirme sırasında yenilenmiştir.



Şekil 4.10. Yığma yapı güçlendirmesinde temel-duvar birleşimi (Demre Yusuf Özek İ. O.)

Mevcut ilköğretim okullarının analiz sonuçlarında bir problem olmamasına rağmen Isparta Sütçüler Kesme Pansiyonlu İlköğretim Okulu güçlendirme işinde kullanılan BS20 sınıfı betonun, Kesme'ye en erken 4 saatte getirilebileceği düşünülürse, transmikser üzerindeki betonun özelliğini bir miktar kaybedeceği akla gelmektedir. Bununla beraber güçlendirme yapılan elemanların kürünün çok iyi yapılması gerekmektedir. Çünkü statik programlarda BS20 olarak girilen bu değer beton bakımının iyi yapılmadığı zaman istenilen seviyede olmayacağı unutulmamalıdır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan çalışmalar sonucunda mevcut ilköğretim okullarının deprem güçlendirmesinin 1998 Deprem yönetmeliğine göre yapıldığı belirlenmiştir. En son çıkan 2007 deprem yönetmeliğine göre bir karşılaştırma yapılacak olursa uyumsuzlukların olması kaçınılmaz bir gerçektir. İşte bu yüzden bu okulların incelenmesinde bazı durumlar gözardı edilmiş, 1998 deprem yönetmeliği esasları kısmende olsa göz önünde bulundurulmuştur.

Güçlendirme yapılan betonarme okulları estetik açıdan ele alacak olursak, güçlendirmelerin hazırlık ve uygulama aşamasında sadece mühendisler tarafından kontrol edilmesi ve mimarların güçlendirme işine sokulmaması sonucunda güçlendirme yapılan okul binalarının dış cepheleri estetik açıdan bozulmuş, kullanım alanları daraltılmış, kimi sınıflarda güneş ışığından hemen hemen hiç yararlanılamayacak durumlara gelinmiştir. Yığma binalarda ise estetik açıdan bir problem olamamıştır.

Uygulamada yaşanan diğeri bir problem ise güçlendirme yapılan okul binalarının tesisat planlarının olmayışı ve tesisatla ilgili olarak kararı yüklenici firmanın veriyor olmasıdır. Ayrıca tesisat projesi olmadığından, tesisatları döşeyecek ustaların, güçlendirme yapılan elemanlara zarar vermeden, malzemelerini büyük bir ustalıklarla döşemesi gerekmektedir.

Güçlendirme yapılan okulların denetimine gelince, akla ilk olarak yapı denetim firmaları gelmektedir. Fakat bu firmaların denetimi tamamen sağlanamadığından, kontrollük işlerinin Bayındırlık İl Müdürlükleri tarafından yapılmasının en uygun olacağı düşünülmektedir. Çünkü sadece başıboş olarak ustaya bırakılmış bir güçlendirme işinde mantolaması kurallara göre yapılmamış elemanların üzeri betonla kaplandığı zaman, o elemanlar binayı güçlendirmez, aksine binaya ekstra yük bindirirler ve en ufak bir deprem anında binadan bağımsız çalışarak çok büyük tehlike arz ederler.

Sonuç olarak depremde can ve mal kayıplarının fazlalığı göz önüne alınacak olursa ve bu eğitim binalarında Türk neslini devam ettirecek çocuklarımızın olduğu düşünülürse toplumumuza deprem bilincinin yerleştirilmesi şarttır. Özellikle bu konuyla alakalı olan belediyelerin, Bayındırlık İl Müdürlüklerinin, inşaat mühendisleri ve mimarlar odalarının, denetim firmalarının vb. ilgili kurumların deprem yönetmeliği kurallarının uygulanmasında ve uygulatılmasında çok dikkatli ve itinalı olması gerekmektedir. Ayrıca deprem mühendisliği dersine önem vererek, proje aşamasında, uygulamada ve imal sonrasında yapıların deprem davranışı konusunda bilgilenmiş uzmanlar yetiştirilmelidir.

6. KAYNAKLAR

Alemdar, A. S., 1996. Mevcut Betonarme Yapıların Deprem Güvenliklerinin Belirlenmesi Yapı Sistemlerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bayraktar. A., 2005. Tarihi Yığma Yapıların Depreme Karşı Güçlendirilmesi, Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Bayülke, N., 1989, Depremler ve Depreme Dayanıklı Betonarme Yapılar, Teknik Yayınevi, Ankara.

Bayülke, N., 1999. Depremlerde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi, İzmir İMO, İzmir.

Bayülke, N., 2001. Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yığma Yapı Tasarımı, İzmir İMO, İzmir.

Celep, Z., Kumbasar, N., 2000. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, İstanbul.

Dünya Bankası Dokümanı, 2002. Rapor No: 21831-TU, Temel Eğitim Programının İkinci Fazını Destekleyen Temel Eğitim Projesi İçin Türkiye Cumhuriyeti'ne Önerilen 300 Milyon ABD Doları Bedelli Uyarlanabilir Program İkrarı İle İlgili Proje Ön Değerlendirme Dokümanı.

Ekiz, M., 2003. Konya'daki Bazı Eğitim Binalarının Deprem Güvenliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Ersoy, U., Emin, A., 1978, Ülkemizin Deprem Güvenliği Sorunu, Türkiye İnşaat Mühendisliği 7. Teknik Kongresi, Ankara.

Gürgün, M., 1998. Mevcut Betonarme Bir Binanın Güçlendirme Öncesi ve Sonrası Deprem Güvenliğinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Jingqian X., 1986. Quansheng H. Model test of brick masonry building strengthened with R. C. Tie columns. Middle East and Mediterranean Regional Conference on Earthen and Low-Strength Masonry Buildings in Seismic Areas, Ankara.

Koçak, A., 2003. 17 Ağustos 1999 Körfez ve 12 Kasım 1999 Düzce Depremi Sonrası Marmara Bölgesi'nde Betonarme Binaların Onarım ve Güçlendirmelerinde Yapılan Hatalar, Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul.

Kubin, J., 2003. İnşaat Yük. Mühendisi, ODTÜ, Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı ve Onarım/Güçlendirme Teknikleri, Ankara.

Kumbasar, N., Celep, Z., 1994. Three Dimensional Elasticity Solution of Thick Cylindrical Shells for Rotationally Asymmetrical Loading, Bulletin of the Technical University of İstanbul.

Mertol, A., Kılınçarslan, Ş., Çandar, O., 2001. Taşıyıcı Sistemlerde Düşey Elemanların Süreksizliğinin İncelenmesi ve Yönetmeliğin İrdelenmesi, Teknik Bildiri İ. M. O XVI Teknik Kongre, Ankara.

Mertol, A., Mertol, H. C., 2002. Deprem Mühendisliği ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Ankara.

Mouton, Y., 1999. Some Thoughts About Gluing and its Applications in Construction, Second International RILEM Symposium on Adhesion Between Polymers and Concrete.

Özgen, K., 1990. Betonarme Yapılarda Taşıyıcı Sistem Hasarları, Onarım ve Güçlendirme, Yapı Dergisi, İstanbul.

Plecnic, J. M., Gaul, R. W., Pham, M., Cousins, T. ve Howard, J., 1986. Epoxy Penetration, Concrete International, Design&Construction.

Sev, A., 2000. Yüksek Yapılarda Deprem Hasarlarını Önleme Teknolojileri, Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu, İzmir.

TS 10465/Kasım, 1992. Yapı ve Yapı Bileşenlerinde Sertleşmiş Betondan Numune Alınması ve Basınç Mukavemetinin Tayini (Tahribatlı Metot).

Türk Deprem Yönetmeliği, 1998. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, İMO İzmir Şubesi, İzmir.

Türkiye Cumhuriyeti Milli Eğitim Bakanlığı Eğitim Yapıları Güçlendirme/Onarım İnşaatı İşi Teknik Şartnameler Kitapçığı, 2006. Ankara.

Yankelevsky, D. Z., Adin, M. A., ve Farhey, D. L., 1993. Cyclic Behaviour of Epoxy – Repaired Reinforced Concrete Beam - Column Joints, ACI Structural Journal.

Sta4-CAD, 2009. İnternet Sitesi. <http://www.sta.com.tr>. Erişim Tarihi: 12.03.2009.

İde-CAD, 2009. İnternet Sitesi. <http://www.idecad.com.tr>. Erişim Tarihi: 08.03.2009.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Yusuf Tahir ALTUNCI
Doğum Yeri ve Yılı : Serik-1983
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dil : İngilizce



Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Antalya Endüstri Meslek Lisesi-Yapı Ressamlığı Bölümü 1996-2000

Lisans : S.D.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi-Yapı Eğitimi Bölümü 2001-2005

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Çardak Konut Prefabrike Yapı Elemanları üretim firması, 2007- Halen çalışmaya devam etmektedir.

S.D.Ü. Eğirdir M.Y.O.'nda sözleşmeli öğretim görevlisi, 2008- Halen çalışmaya devam etmektedir.