

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mert SANRI

**FARKLI TEKNİKLERLE GÜÇLENDİRİLEN BETONARME YAPILARIN
GÜÇLENDİRME MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2015

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI TEKNİKLERLE GÜÇLENDİRİLEN
BETONARME YAPILARIN GÜÇLENDİRME MALİYETLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Mert SANRI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 04/08/2015 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği /Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. A. Kamil TANRIKULU
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. İ. Hakkı ÇAĞATAY
ÜYE

.....
Yrd.Doç. Dr. Tanık BARAN
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI TEKNİKLERLE GÜÇLENDİRİLEN
BETONARME YAPILARIN GÜÇLENDİRME MALİYETLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Mert SANRI

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Ahmed Kamil TANRIKULU

Yıl: 2015, Sayfa: 104

Jüri : Prof. Dr. Ahmed Kamil TANRIKULU

: Prof. Dr. İsmail Hakkı ÇAĞATAY

: Yrd. Doç. Dr. Tarık BARAN

Bu çalışmada, Türk Deprem Yönetmeliği-1975 (TDY-1975) koşullarına göre projelendirilmiş, kullanım amaçları konut olan, aynı mimariye sahip değişik yüksekliklerde üç ayrı bina ele alınmıştır. Binaların performans analizleri, Deprem Bölgele-
rinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik'te (DBYBHY 2007) verilen doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan analiz yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu binalarda belirlenen performans yetersizliklerini gidermek amacıyla mantolama ve deprem perdesi ilavesi gibi birbirinden farklı güçlendirme teknikleri uygulanmış ve bu güçlendirme çalışmalarının maliyet hesaplamaları Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2015 yılı birim fiyat analizleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Güçlendirme tekniklerinin birbirleri ile olan fiyat karşılaştırmaları ve binaların yeniden yapım maliyetleri ayrı ayrı ele alınmış ve durum değerlendirmeleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar gözden geçirildiğinde, betonarme çerçeve taşıyıcı sistemlerin, deprem perdeleri ilave edilerek güçlendirilmesinin, mantolama tekniğine göre, rijitlik ve maliyet açısından daha uygun sonuçlar verdiği görülmüştür. Diğer taraftan, doğrusal elastik hesap yönteminin deprem güvenliği bakımından doğrusal elastik olmayan hesap yöntemine kıyasla daha güvenli tarafta kaldığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Güçlendirme, mantolama, deprem perdesi, güçlendirme maliyeti

ABSTRACT

M. SC. THESIS

| |
|--|
| COMPARISON OF STRENGTHENING COST OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES STRENGTHENED WITH DIFFERENT TECHNIQUES |
|--|

Mert SANRI

**ÇUKUROVAUNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**

Supervisor : Prof. Dr. Ahmed Kamil TANRIKULU

Year: 2015, Pages: 104

Jury : Prof. Dr. Ahmed Kamil TANRIKULU

: Prof. Dr. İsmail Hakkı ÇAĞATAY

: Yrd. Doç. Dr. Tarık BARAN

In this study, three different residential buildings having the same architecture but different heights, which have been designed according to the conditions of Turkish Earthquake Code-1975 (TEC-1975) were taken into account. Performance analyses of the buildings were performed using the linear and nonlinear analysis methods defined in Turkish Earthquake Code-2007 (TEC-2007). In order to overcome performance deficiencies identified in the buildings, different strengthening techniques such as jacketing or shear wall addition into the RC frames were applied and cost calculations of the works were carried out using the 2015 unit price analysis of the Ministry of Environment and Urban Planning. Cost comparisons between the different strengthening techniques and reconstruction costs of the buildings have been discussed separately. Analysis of consequences has revealed that strengthening of reinforced concrete load bearing frames with shear walls gives more appropriate results in the context of rigidity and cost prices than concrete jacketing technique. Moreover, it has been observed that linear analysis methods give more conservative results for earthquake resistant design than the nonlinear analysis methods.

Key Words: Strengthening, jacketing, shear wall, cost of strengthening

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca, bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren, özellikle tez çalışmam esnasında kıymetli zamanını benimle paylaşan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ahmed Kamil TANRIKULU'na ve üzerimde emeği olan tüm öğretim üyelerine teşekkürü bir borç bilir, saygılarımı sunarım.

Ayrıca bu günlere ulaşmamı sağlayan, benden desteklerini hiç esirgemeyen aileme, arkadaşlarıma, bu süreçte deneyimleriyle her konuda yardımcı olan İnşaat Yüksek Mühendisi Sayın Özgür Erdoğan'a ve her daim yanımda olan kadim dostum İnşaat Mühendisi Kutluhan KOCAMAZ'a sonsuz teşekkür ederim.

| İÇİNDEKİLER | SAYFA |
|--|--------------|
| ÖZ | I |
| ABSTRACT | II |
| TEŞEKKÜR | III |
| İÇİNDEKİLER | IV |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | VI |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | VIII |
| SİMGELER VE KISALTMALAR | X |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR | 3 |
| 3. MATERYAL VE METOD | 11 |
| 3.1. Materyal | 11 |
| 3.2. Metod | 11 |
| 3.2.1. Kolonların Betonarme Mantolanması | 12 |
| 3.2.2. Deprem Perdelerinin Eklenmesi | 15 |
| 3.2.3. Binaların Mevcut Durumunun Belirlenmesi | 17 |
| 3.2.3.1. Mevcut Binaların Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemiyle Analizi | 20 |
| 3.2.3.2. Mevcut Binaların Doğrusal Elastik Hesap Yöntemiyle Analizi | 21 |
| 3.2.3.3. İki Yöntemin Karşılaştırılması | 22 |
| 3.2.3.4. Güçlendirilmiş Binanın Deprem Performansının Belirlenmesi | 24 |
| 3.2.3.4.(1). Hemen Kullanım Performans Düzeyi | 25 |
| 3.2.3.4.(2). Can Güvenliği Performans Düzeyi | 25 |
| 3.2.3.4.(3). Göçme Öncesi Performans Düzeyi | 26 |
| 3.2.3.4.(4). Göçme Durumu | 26 |
| 3.2.3.5. Binalar İçin Hedeflenen Performans Düzeyleri | 27 |
| 3.2.4. Mevcut Binaların Güçlendirme Maliyet Analizleri | 29 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA | 31 |

| | |
|--|----|
| 4.1. Mevcut Binalar Üzerinde Gerçekleştirilen Güçlendirme Çalışmaları | 38 |
| 4.1.1. Mevcut Binaların Betonarme Mantolama İle Güçlendirilmesi | 39 |
| 4.1.1.1. Doğrusal Elastik Olmayan Yöntemle Analiz..... | 40 |
| 4.1.1.2. Doğrusal Elastik Yöntemle Analiz | 42 |
| 4.1.2. Mevcut Binaların Deprem Perdesi ile Güçlendirilmesi | 43 |
| 4.1.2.1. Doğrusal Elastik Olmayan Yöntemle Analiz..... | 44 |
| 4.1.2.2. Doğrusal Elastik Yöntemle Analiz | 46 |
| 4.2. Güçlendirme Yapılan Binalarda Maliyet Çalışması..... | 48 |
| 5. SONUÇLAR | 51 |
| KAYNAKLAR | 55 |
| ÖZGEÇMİŞ | 59 |
| EKLER | 61 |
| EK-1. Mevcut Yapıların Performans Analizlerine Ait Hasar Tabloları..... | 63 |
| EK-2. Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemine Göre Binaların Betonarme Mantolama İle Güçlendirilmesinin Aşamaları..... | 73 |
| EK-3. Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemine Göre Binaların Perde İle Güçlendirilmesinin Aşamaları | 77 |
| EK-4. Doğrusal Elastik Hesap Yöntemine Göre Binaların Perde İle Güçlendirilmesinin Aşamaları | 85 |
| EK-5. Maliyet Analizleri | 95 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

| | |
|--|----|
| Çizelge 3.1. Binalar için bilgi düzeyi katsayıları | 18 |
| Çizelge 3.2. Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar | 21 |
| Çizelge 3.3. Binalar için farklı deprem etkileri altında hedeflenen performans seviyeleri | 29 |
| Çizelge 3.4. Güçlendirilecek mevcut binalarda yapılacak olan işler | 30 |
| Çizelge 4.1. Mevcut binalar üzerindeki yük ve malzeme bilgileri | 32 |
| Çizelge 4.2. Mevcut bina bilgileri | 33 |
| Çizelge 4.3. Mevcut binaların doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi ile performans analizi sonuçları | 37 |
| Çizelge 4.4. Mevcut binaların doğrusal elastik hesap yöntemi ile performans analizi sonuçları | 37 |
| Çizelge 4.5. Güçlendirme elemanlarına ait malzeme özellikleri | 38 |
| Çizelge 4.6. Güçlendirilen binaların doğrusal elastik olmayan hesap yöntemine göre performans analizi sonuçları (mantolama, nihai durum) | 40 |
| Çizelge 4.7. Güçlendirilen binaların doğrusal elastik hesap yöntemine göre performans analizi sonuçları (mantolama, nihai durum) | 42 |
| Çizelge 4.8. Güçlendirilen binaların doğrusal elastik olmayan hesap yöntemine göre performans analizi sonuçları (perdeleme, nihai durum) | 46 |
| Çizelge 4.9. Güçlendirilen binaların doğrusal elastik hesap yöntemine göre performans analizi sonuçları (perdeleme, nihai durum) | 48 |
| Çizelge 4.10. Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi ile yapılan güçlendirme maliyetleri | 49 |
| Çizelge 4.11. Doğrusal elastik hesap yöntemi ile yapılan güçlendirme maliyetleri | 49 |
| Çizelge 5.1. Güçlendirme maliyetlerinin, binanın yeniden yapım maliyetine oranları | 52 |
| Çizelge 5.2. Doğrusal elastik hesap yöntemine göre bina periyotları | 52 |
| Çizelge 5.3. Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemine göre bina periyotları | 52 |

| | |
|---|----|
| Çizelge 5.4. Doğrusal elastik hesap yöntemine göre maksimum deplasman ve plastik dönme değerleri..... | 53 |
| Çizelge 5.5. Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemine göre maksimum deplasman ve plastik dönme değerleri..... | 53 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

| | |
|---|----|
| Şekil 3.1. Mantolamanın bir, iki, üç ve dört köşeden uygulanması | 13 |
| Şekil 3.2. Kolon mantolamasında, katlar arasındaki kesit ve donatı sürekliliğinin sağlanması | 14 |
| Şekil 3.3. Deprem perdelerinin eklenmesi | 16 |
| Şekil 3.4. Eksenel perdeler için donatı düzeni..... | 16 |
| Şekil 3.5. Kesit hasar sınırı ve eleman performans bölgeleri | 19 |
| Şekil 3.6. Performans seviyelerinin şekilsel gösterimi..... | 24 |
| Şekil 3.7. Farklı deprem etkileri için boyutsuz ivme spektrum eğrileri | 28 |
| Şekil 4.1. Mevcut binaların bodrum kat kalıp planı | 31 |
| Şekil 4.2. Mevcut binaların normal kat kalıp planı | 32 |
| Şekil 4.3. 5 katlı binanın mevcut durumunun Sta4CAD programında 3 boyutlu modeli..... | 33 |
| Şekil 4.4. 10 katlı binanın mevcut durumunun Sta4CAD programında 3 boyutlu modeli..... | 34 |
| Şekil 4.5. 15 katlı binanın mevcut durumunun Sta4CAD programında 3 boyutlu modeli..... | 35 |
| Şekil 4.6. Mevcut elemanlara malzeme bilgilerinin tanımlanması | 36 |
| Şekil 4.7. Sta4CAD programında betonarme mantolama uygulaması..... | 39 |
| Şekil 4.8. Betonarme manto ile güçlendirilen 5 katlı binanın nihai durumu (doğrusal elastik olmayan analiz)..... | 41 |
| Şekil 4.9. Betonarme manto ile güçlendirilen 10 katlı binanın nihai durumu (doğrusal elastik olmayan analiz)..... | 41 |
| Şekil 4.10. Betonarme manto ile güçlendirilen 15 katlı binanın nihai durumu (doğrusal elastik olmayan analiz)..... | 42 |
| Şekil 4.11. Sta4CAD programında mevcut kirişlerin deprem perdesine çevrilmesi | 44 |
| Şekil 4.12. Betonarme deprem perdesi ile güçlendirilen 5 katlı binanın nihai durumu (doğrusal elastik olmayan analiz) | 45 |

| | |
|--|----|
| Şekil 4.13. Betonarme deprem perdesi ile güçlendirilen 10 katlı binanın nihai durumu (doğrusal elastik olmayan analiz) | 45 |
| Şekil 4.14. Betonarme deprem perdesi ile güçlendirilen 15 katlı binanın nihai durumu (doğrusal elastik olmayan analiz) | 46 |
| Şekil 4.15. Betonarme deprem perdesi ile güçlendirilen 5 katlı binanın nihai durumu (doğrusal elastik analiz)..... | 47 |
| Şekil 4.16. Betonarme deprem perdesi ile güçlendirilen 10 katlı binanın nihai durumu (doğrusal elastik analiz)..... | 47 |
| Şekil 4.17. Betonarme deprem perdesi ile güçlendirilen 15 katlı binanın nihai durumu (doğrusal elastik analiz)..... | 48 |

SİMGELER VE KISALTMALAR

| | |
|-------------|---|
| mm | : Milimetre |
| cm | : Santimetre |
| m | : Metre |
| kg | : Kilogram |
| t | : Ton |
| f_{cd} | : Betonun tasarım basınç dayanımı |
| f_{ctd} | : Betonun tasarım çekme dayanımı |
| E_c | : Betonun elastisite modülü |
| f_{yd} | : Boyuna donatının tasarım akma dayanımı |
| f_{ywd} | : Enine donatının tasarım akma dayanımı |
| E_s | : Yapı çeliği elastisite modülü |
| $^{\circ}C$ | : Santigrat derece |
| MPa | : Megapaskal |
| H_N | : Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği |
| η_{bi} | : i'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı |
| R_a | : Deprem yükü azaltma katsayısı |
| T | : Binanın doğal titreşim periyodu |
| S(T) | : Spektrum katsayısı |
| ad | : Adet |
| V_c | : Betonun kesme dayanımına katkısı |

1. GİRİŞ

Ülkemizin önemli bir bölümü deprem kuşağında bulunmaktadır. Bu topraklarda da nüfusumuzun %95'i yaşamaktadır. Son yıllarda meydana gelen depremler, tehlikenin sadece kırsal ve nüfus yoğunluğunun az olduğu bölgelerde değil, aynı zamanda yoğun kentsel bölgelerde de söz konusu olduğunu göstermiştir. 1999 yılında oluşan depremler ülkemizdeki yapıların deprem dayanımının ne derecede önemli olduğunu göstermiştir. Yapılarda kullanılması gereken mühendislik bilgisinin ve gerekli denetim yetersizliklerinin sonucunda ülkemiz son derece büyük bir felaketi acı bir şekilde yaşamıştır.

Ülkemizdeki etkin faylara bakılarak oluşturulan deprem bölgeleri haritasına göre, topraklarımızın %92'sinin deprem bölgeleri içerisinde olduğu düşünülürse, yapıların deprem etkisine karşı daha güvenli hale getirilmesi gerekmektedir. Ülkemizde güçlendirilmesi gereken binanın çokluğu ve bir binanın güçlendirme maliyetinin o binanın yeniden yapım maliyetinin yaklaşık %30-%50'si olduğu dikkate alındığında ne kadar büyük bir kaynağa ihtiyaç duyulacağı görülmektedir.

Ülkemiz, Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH)'sının yaklaşık %6'sını inşaat yatırımlarına harcamaktadır. Harcanan bu kaynak, inşaat sektöründe çok geniş alanlarda kullanılmasına rağmen, binaların güçlendirilmesine ayrılan pay oldukça düşük olmaktadır. Bundan dolayı binaların güçlendirilmesi için ayrılan bu kıt kaynağın en verimli şekilde kullanılması gerekmektedir. Bunun içinde daha başlangıçta kaynak planlaması yapılırken güçlendirme maliyetinin doğru tahmin edilebilmesi önem kazanmaktadır.

Son depremlerde yaşanan can ve mal kayıpları sonucunda, ilgili kurum ve kuruluşlarca yapılan değerlendirmelerde, büyük hasar ve yıkımların çoğunluğunda bilgi eksikliğinden kaynaklanan yanlış yapım ve ilgili yönetmeliklere uyulmamasından kaynaklanan yapısal yetersizlikler gözlemlenmiştir. Aktif bir deprem kuşağı üzerinde bulunan ülkemizde, olası yeni depremlerde benzer olumsuz sonuçların yaşanmaması için özellikle deprem riski yüksek olan bölgelerdeki yapıların deprem güvenliğinin belirlenmesi ve yeterli güvenliğe sahip olmayanların güçlendirilmesi gerekir.

Bu çalışmada piyasada sıkça kullanılan bir paket program yardımıyla, geometrisi simetrik olan ve 1975 deprem yönetmeliğine göre inşa edilen bir binayı baz alarak üç farklı yüksekliğe göre, farklı hesap yöntemleri kullanılarak performans analizleri yapılmıştır. Betonarme binalara ayrı ayrı betonarme mantolama ve deprem perdeleri eklenmesi suretiyle farklı güçlendirme teknikleri uygulanmış ve bunlara göre maliyet karşılaştırılması yapılmıştır.

Bu tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde tez hakkında genel bir bilgi verilmektedir. İkinci bölümde konu ile ilgili bu güne kadar yapılmış çalışmalar yer almaktadır. Üçüncü bölümde kullanılan materyallerin tüm özellikleri ve metod olarak araştırma sırasında uygulanan yöntemler tanıtılmaktadır. Dördüncü bölümde konu ile ilgili bulgular sunulmakta ve elde edilen bulguların karşılaştırılması ve değerlendirilmesi yapılmaktadır. Son olarak beşinci bölümde ise sonuçlar yer almaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Betonarme binaların güçlendirilmesi konusunda ulusal ve uluslararası birçok lisansüstü tez çalışması ve makale mevcut olup, özellikle 1999 Marmara Depremi sonrası, onarım ve güçlendirme çalışmaları, akademik olarak daha geniş biçimde ele alınmaya başlanmıştır. Bu çalışmalardan bazıları burada verilmiştir.

Karadoğan ve ark (1993), “Deprem perdeleri ile güçlendirilmiş yapılar ve temelleri” isimli makalelerinde, depremde hasar görmüş yapıların yeni deprem perdeleri eklenerek daha büyük deprem yükleri taşıyabilir duruma getirilmesinin, yapının güçlendirilmesi için seçilen yollardan biri olduğunu belirtmişlerdir. Temelin deprem sırasındaki hareketiyle ortaya çıkan eylemsizlik kuvvetlerinin bu elemanlara aktarılması ve bu elemanların yapı davranışında oluşturacağı değişikliklerin dikkatle izlenmesi gerektiği vurgulanmıştır. İlave edilen perdelere toplanacak olası deprem kuvvetlerinin zemine aktarılması sırasında mevcut temellerin taşıma kapasitelerinden yararlanmak ve birleşik temellere yönelmenin uygun olacağı, bu tür temellerin gerçek davranışlarını tanımlayabilmek için de zeminin çekme alamama özelliğinin hesaplara yansıtılmasının özellikle normal kuvvetin az olduğu durumlarda önem kazandığını, böyle bir hesabın basitleştirilmesine gerek duyulduğunu belirtmişlerdir.

Özer ve ark (1993), “Mevcut betonarme binaların deprem güvenliklerinin belirlenmesi” isimli makalelerinde, yurdumuzda meydana gelen depremlerin büyüklüklerinin gerektiğinden çok daha fazla hasara, can ve mal kaybına neden olmasının dikkat çekici olduğunu, buna dayanarak deprem bölgelerinde inşa edilen binaların büyük çoğunluğunun deprem güvenliklerinin yetersiz olduğu vurgulanmıştır. Çalışmalarında mevcut betonarme binaların gerçek deprem güvenliklerinin belirlenmesi amacıyla, 1992 Erzincan depreminde hasar gören gerçek bir yapı üzerinde sayısal uygulamalarına ve sonuçlarına yer vermişlerdir.

Rodriguez ve Park (1994), yaptıkları deneysel çalışmada 35 cm x 35 cm boyutlarında ve 1970 yılından önceki yapısal elemanları temsil etmesi açısından az miktarda etriyesi olan dört adet kolon elemanı için deprem kuvvetleri altında onarım ve güçlendirme tekniklerinin etkinliğini araştırmışlardır. Testler sonucunda, mevcut orijinal elemanlarda düşük süneklik ve dayanım kaybı gözlenirken, güçlendirilmiş

elemanların daha sünek davrandığını ve daha az dayanım kaybına uğradığını belirtmişlerdir.

Demir (1995), “Depremlerden hasar gören yapıların kolonlarının onarım ve güçlendirilmesi” isimli makalesinde, depremlerden hasar görmüş yapıların kolonlarının onarım ve güçlendirilmesini ele almış ve bunlarla ilgili uygulamadaki metodları açıklamıştır. Önce genel bilgileri vermiş sonra her bir yöntemin uygulamasını açıklamıştır. Yerel onarımda, çeşitli reçine veya çimento harcı enjeksiyonu, hasarlı kısmın kısmen veya tamamen kaldırılması yöntemleri, güçlendirmede ise betonarme manto, çelik profil iskelet ve çelik levha kılıf geçirme metodlarını açıklamış ve sonunda da dikkat edilmesi gereken hususları vurgulamıştır.

Karaduman (1999), “Betonarme yapıların onarım ve güçlendirilmesinde karşılaşılan sorunlar ve bir uygulama örneği” isimli makalesinde, yapım aşamasında veya kullanılmakta olan bir yapıda ortaya çıkan hasar nedenlerinin belirlenmesi, yapılacak onarım ve/veya güçlendirme metodunun seçilmesiyle ilgili olarak proje üzerinde ve yapı yerinde yapılması gereken araştırmalar üzerinde durulmuştur. Güçlendirme projesinin hazırlanması ve uygulanmasında karşılaşılan sorunlar ele alınmış; uygulama örneği olarak seçilen bir binada tekil temeller ve döşemelerin güçlendirilmesindeki özel uygulamalardan söz edilmiştir.

Çatal ve ark (1999), “Perde-çerçeve sistemlerin bilgisayar ile çözüm modellerinin kıyaslanması” isimli makalelerinde, çok katlı betonarme yapılarda yapıya etkileyen yatay deprem yükleri nedeni ile oluşan iç tesirlerin ve deplasmanların hesabının önem kazandığını, büyük mertebedeki yatay kuvvetlerin oluşturduğu deplasmanları, yapı rijitliğini arttırmak suretiyle çok katlı yapılarda taşıyıcı perde elemanların kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Çalışmalarında lineer, homojen izotrop malzemeden imal edilmiş yatay ve düşey taşıyıcı elemanları ortogonal, döşemeleri kendi düzlemleri içerisinde sonsuz rijit varsayılan, uygulamada çok karşılaşılan perde-çerçeve sistemlerin düzlemsel olarak bilgisayar çözümü için hazırlanan modellerin karşılaştırılmasını yapmışlardır.

Can ve ark (1999), deneysel çalışmalarında eksenel yükler altındaki kolonlarda, fretli mantolamanın, onarım ve güçlendirme amaçlı kullanılabilirliğini test etmişlerdir. Araştırmalarda, spiralli, dairesel kesitli ve kare kesitli olmak üzere üç farklı tip

kolon kullanılmıştır. Çalışmada, mantolu kolon davranışları; dayanım düzeyi, dayanım azalması, süneklik, enerji tüketimi ve rijitlik değişimi açılarından irdelenmiş ve sonuçları yorumlanmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda, fretli mantolamanın betonarme kolonların onarım ve güçlendirilmesinin fazlasıyla başarılı olduğu görülmüştür.

Yakar (2001), “Betonarme ve çelik yapı elemanlarıyla güçlendirilen çok katlı bir betonarme yapının güçlendirme maliyetlerinin kıyaslanması” isimli yüksek lisans tez çalışmasının birinci bölümünde, mevcut yapılardaki onarım ve güçlendirme konusyla ilgili bilgiler verilmiş, hasar görmüş bir yapıdaki hasar tespit işlemi ve hasarların değerlendirilmesi sırasında gerekenlere değinmiştir. Yapı elemanlarındaki hasar biçimleri ve nedenlerini şekillerle açıklamış, onarım ve güçlendirmede kullanılan malzeme ve uygulama yöntemleri hakkında genel bilgiler vermiştir Uygulama yöntemleri arasındaki farkları, bu yöntemlerin hangi durumlarda kullanılması gerektiği ve sağladığı avantajları açıklamış, onarım ve güçlendirme işlemi yapılırken uyulması gereken ilkelerden bahsetmiştir. Betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının sırasıyla kolon, kiriş, kolon-kiriş birleşim bölgesi, perdeler, döşemeler ve temeller olmak üzere tek tek onarım ve güçlendirme yöntemleri hakkında detaylı bilgiler vermiş ve mevcut taşıyıcı sisteme yeni elemanlar eklenmesi suretiyle yapılan güçlendirme işlemi hakkında açıklamalar yapmıştır. Ayrıca bu yöntemlerin sağladığı avantajlar ve dezavantajları belirtmiştir. Çalışmasının ikinci ana bölümünde 1975 deprem yönetmeliğine göre inşa edilen çok katlı bir yapıyı ilk önce betonarme elemanlarla ikinci olarak çelik diyagonal elemanlarıyla güçlendirilip maliyet analizlerini yapmıştır. Statik hesapları Sap2000 yapı analiz programıyla gerçekleştirmiştir. Maliyet hesapları sonucunda mevcut yapının betonarmeye güçlendirilmesinin çelikle güçlendirilmeye göre daha ekonomik olduğunu tespit etmiştir.

Elibol (2001), “17 Ağustos depreminin ekonomik boyutları ile orta hasarlı binaların onarım-güçlendirme maliyet analizleri ve uygulamaları” isimli yüksek lisans tezinde, 17 Ağustos depreminin sanayileşmenin ve nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu bir bölgede meydana geldiğini ve ülkemizin bu depremden fazlasıyla etkilendiğini belirtmiştir. Bu depremden sonra resmi kaynaklardan yapılan açıklamalara göre 17480 vatandaşımızın öldüğünü, 43953 vatandaşımızın yaralandığını vurgulamıştır.

Depremın Türk ekonomisine ağır bir darbe vurduğunu ve pek çok makro ekonomik göstergelerin olumsuz yönde etkilendiğini belirtmiştir. Kamu ve özel sektör yatırımlarının etkilendiğini, bir süreliğine çalışma faaliyetlerinin durma noktasına geldiğini ifade etmiştir. 1997 Asya ve 1998 Rusya krizinden etkilenen Türkiye'nin 1999'un ikinci yarısında da deprem etkisiyle GSMH'da %6,4'lük bir gerileme ile 1999 yılını kapattığını ve deprem etkisi ile sanayi üretimi ve imalat sanayinde kapasite kullanım oranlarının da azaldığını belirtmiştir. Bölgede yıkılan konut sayısının 66441 adet, işyeri sayısının ise 10901 adet olduğunu belirtmiştir. Bu sonuçlara göre konut ve işyerlerinin %32'sinin ağır, %32'sinin orta, %36'sının ise az hasarlı olduğunu, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı'nca toplam 40665 adet kalıcı konut yapılmasının planlandığını açıklamıştır. Tespit edilen hasar görmüş konut ve işyeri sayısı toplamının 244383 adet olduğunu, bakanlığın orta hasarlı binaların onarım-güçlendirme projelerini yapma yetkisini yine bakanlık tarafından belirlenen proje müşaviri firmalara verdiğini belirtmiştir. Devlet yardımlarının yeterliliği ve yüklenicilerin karlılığı incelenerek bu konuda önerilerde bulunulmuş ve bu önerilerin uzman görüşleriyle desteklendiği belirtilmiştir.

Aydoğan ve ark (2002), "Betonarme yapılarda güçlendirme uygulamaları" isimli çalışmalarında, deprem sonrası bina tipi konut yapıları ile prefabrike sanayi yapılarında uygulanan iyileştirme ve güçlendirmelerden örnekler sunmuşlardır. İlk uygulama da, depremde hasar görmüş 6 katlı betonarme bir konut yapısının güçlendirilmesiyle ilgili bilgiler verilmiştir. İkinci olarak, 7 katlı betonarme bir binanın iyileştirilmesinden ve son olarak, tek katlı prefabrike bir fabrika binasının iyileştirilmesinden bahsedilmiştir. Uygulamaların her birinde iyileştirme ve güçlendirmede esas alınan prensipler açıklanmıştır.

Celep (2002), "Mevcut betonarme binaların deprem güvenliğinin belirlenmesi ve güçlendirilmesinde genel kurallar" isimli bildirisinde, mevcut betonarme binaların deprem güvenliğinin belirlenmesi ve güçlendirilmesi ile ilgili son yapılan uygulamalar ve konu ile ilgili yapılan tartışmaları incelemiş ve toplu olarak daha çok uygulamaya yönelik tavsiyeler vermiştir. Son bölümde de performans kavramını kısaca açıklamıştır.

Hasgür ve ark (2002), “Güçlendirme öncesi ve sonrası hasar indislerinin betonarme perdeli-çerçeve yapılarında tayini” isimli çalışmalarında, güçlendirme öncesi ve sonrasında betonarme perdeli-çerçeve yapıların farklı dayanım ve rijitlik özelliklerini doğrusal elastik olmayan hesap yöntemiyle inceleyen ve yıkıcı depremler etkisinde meydana gelebilecek hasarın mertebesini tanımlayan bir hasar parametresini verecek bir model tanımlamışlardır. Ayrıca 1999 Kocaeli depremi sonrasında Yalova bölgesinde güçlendirilmiş 10 adet betonarme perde-çerçeve taşıyıcı sistemden oluşan binayı gerek ampirik esaslı depreme dayanıklılık indeksleri, gerekse dinamik analiz sonuçlarına dayalı indisler olarak incelemiştir. Örnek olarak güçlendirme öncesi ve sonrası özellikleri tanımlanmış 4 katlı betonarme bir binayı detaylı olarak incelemişler ve bu indislerin doğrusal elastik olmayan dinamik analiz sonuçlarıyla da tutarlı olduğunu belirtmişlerdir.

Saatçioğlu (2002), “Yapıların depreme karşı güçlendirilmesinde yeni yöntemler” isimli makalesinde, mevcut yapıların büyük çoğunluğunun deprem yüklerine karşı yetersiz olmasından dolayı, bu yapıların deprem güvenliklerinin özellikle üzerinde durulması gereken konulardan biri olduğunu belirtmiştir. Bu bildiride, Kanada’nın Ottawa Üniversitesi’nde geliştirilmekte olan yeni güçlendirme metodları özetlenmiş ve gerekli tasarım önerileri sunulmuştur. Söz konusu güçlendirme metodlarının, betonarme kolon ile beton çerçeve dolgu duvarların davranışlarının iyileştirilmesini amaçladığını belirtmiştir. Geliştirilen yöntemlerin, yanal öngerme ve fiber takviyeli polimer uygulamaları içerdiğini belirtmiştir.

Kaltakçı ve ark (2003), “Kısmi betonarme perde duvar ile güçlendirilmiş sünek olmayan betonarme çerçevelerin deprem davranışı” isimli makalelerinde, hasar görmemiş ve halen kullanılmakta olan çok sayıda binanın öngörülen depremlere karşı yeterli güvenliğinin olmaması ve taşıyıcı sistemin orta şiddetteki bir deprem karşısında bile, hasara uğrayacak, hatta yıkılabilecek durumda bulduklarını, bugün ülkemizde en çok kullanılan “sistem iyileştirme/güçlendirme” yöntemi, dayanımı ve rijitliği yetersiz çerçevelerin uygun yerlerine tamamen betonarme dolgu ile doldurularak yeni bir yatay yük taşıyıcı sistem oluşturması ve kolon mantolaması şeklinde gerçekleştirildiğini belirtmişlerdir. Aynı perde duvar gibi davranış gösteren betonarme dolgulu çerçevelerin yatay yükün önemli bir bölümünü taşımakta olduğunu ve

binanın yanal rijitliğini arttırdığı vurgulanmış, kolonlar arasına betonarme perde duvar eklenen yapılarda kullanım amacına uygun olarak kapı ve pencere boşlukları bırakılması gerektiği, bu uygulamanın çoğu zaman göz ardı edildiğini belirtmişlerdir. Çalışmalarında bu boşluklar dikkate alınarak uygulamada görülen özelliklere sahip betonarme çerçeveye kısmi betonarme perde duvarlar eklenerek depremi benzeştiren yatay tersinir tekrarlanır yükler etkisi altında davranışının inceleneceğini belirtmişlerdir.

Sayın (2003), “Mevcut betonarme yapıların yeni deprem yönetmeliğine göre projelendirilmesi ve güçlendirme teknikleri” isimli yüksek lisans tezinde, deprem yüklerinin binaya etkileyen çok önemli bir yükleme olduğunu ve yapının ömrü boyunca en az bir kere bu yüke maruz kaldığını belirtmiştir. Binalarda taşıyıcı eleman olarak dikkate alınmayan dolgu duvarların etkisinin göz ardı edilmemesi gerektiği belirtilmiştir. Binalarda çerçeve boşluklarını dolduran dolgu duvarların deprem etkisi altında yapı davranışına olan etkisini ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Yapılmış olan deneysel ve analitik çalışmalar ışığında gerekli olan önerileri sunmuş, dolgu duvarların yapıda bulunduğu konumları araştırmış ve oluşturabileceği olumlu, olumsuz etkileri vurgulamıştır. Dolgu duvarlar ile ilgili deneysel ve analitik çalışmaları detaylı bir şekilde incelemiş, deneysel çalışmalardan dolgu duvarların yapı modellerine nasıl yansıtacağını saptamış, deneysel ve analitik çalışmalarında betonarme çerçevenin ve dolgu duvarın güçlü ve zayıf olduğu durumlara göre karşılaştırmalarını yapmıştır. Göçme mekanizmaları, yatay rijitlik, enerji yutma kapasitesi gibi davranış özelliklerini belirlemiştir. Çalışmanın sonucunda dolgu duvar panellerini iki ucu mafsallı basınç çubuğu olarak kabul etmenin gerçekçi bir yaklaşım olduğunu belirleyerek, yapı analiz programlarıyla dolgu duvarları, diyagonal basınç çubuğu ve diğer yöntemlerle modellemiştir. Örnek bina üzerinde analizler ve karşılaştırmalar yaparak sonuçlar elde etmiş ve öneriler sunmuştur.

Güneyisi ve ark (2004), “Farklı yöntemler kullanılarak güçlendirilmiş betonarme binaların performansa dayalı tasarıma göre deprem performanslarının belirlenmesi” isimli makalelerinde, İstanbul’daki betonarme binaların tipik özelliklerini temsil eden beş katlı betonarme bir binayı üç farklı yöntemle güçlendirerek, mevcut ve güçlendirilmiş binaların deprem performanslarını doğrusal elastik olmayan hesap

yöntemiyle incelemiştir. Mevcut ve güçlendirilmiş binaların performans düzeylerinin belirlenmesinde performansa dayalı tasarım yönteminden faydalanılmıştır. Mevcut binanın güçlendirilmesinde, ülkemizde yaygın olarak kullanılan ve uygulanması kolay olan güçlendirme tekniklerinin kullanılmış olduğu belirtilmektedir. Mevcut betonarme binanın doğru bir şekilde güçlendirilmesi için, binanın mimari özelliklerine, yapım maliyetine ve süresine dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Çalışmalarında, bina planında belirlenen yerlere sırası ile bina boyunca her kata perde eklenerek, sadece ilk iki kata perde eklenerek ve bina boyunca köşelere çelik elemanlar eklenerek üç farklı metod ile yeterli performans elde edilmeye çalışılmıştır. Bu bilgiler ışığında mevcut bina için performans noktası elde edilemezken, güçlendirilmiş binalar için bulunan performans noktalarında, farklı performans düzeyleri elde ettiklerini belirtmektedirler.

Yanmaz ve ark (2005), “Yapı güçlendirme yöntemlerinin fayda/maliyet analizi” isimli çalışmalarında, son zamanlarda meydana gelen depremlerin, konutlarda ve sanayi yapılarında oluşturduğu kayıplar nedeniyle Türkiye’nin genelinde deprem risk analizlerine dayanan detaylı bir deprem öncesi çalışmaya gereksinim duyulduğunu belirtmişlerdir. Mevcut bina stoğunu güçlendirmek, olası bir depremde karşılaşılabilecek zararları azaltmak için etkili bir seçenek olarak sunmuşlardır. Çalışmanın amacı, yapılarda çeşitli güçlendirme işlemleri sonucunda ortaya çıkabilecek fayda ve maliyetleri sistematik olarak tayin eden bir altyapıyı tartışmak ve önerilen yaklaşımın İstanbul’da bulunan mevcut bir binanın analizinde kullanılmasıyla elde edilen deneyimleri paylaşmaktır. Elde edilen sonuçlar, güçlendirme işlemlerinin deprem zararlarını azaltmak için ekonomik olarak etkili çözümler sunabileceklerini ve fayda maliyet analizinin en önemli parametrelerinin, yapıda barınan insan sayısı ve faiz oranı olduğunu göstermektedirler.

Gürol (2007), çalışmasında mevcut yapıların sismik etkilere karşı uygulanan güçlendirme metodlarından bahsetmiştir. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik kuralları çerçevesinde mevcut bir yapı incelenmiş ve yetersiz olduğu belirlenmiştir. Güçlendirme yöntemi, yapının durumuna göre seçilmiş ve doğrusal elastik olmayan statik artımsal itme analizi yardımı ile mevcut sistemden hareketle güçlendirilmiş sisteme ait yapısal kapasiteler bulunmuştur. Çalışmada güçlen-

dirme metodlarından bahsedilmiş ve bu yöntemlerin yapıya etkileri laboratuvar ortamında yapılmış deneysel çalışmalar ışığı altında belirlenmiştir. Sonuç olarak yapının bir bütün olarak değerlendirilmesi gerekliliğinden ve deprem güvenliğinin yetersiz olduğu belirlenen yapının bünyesine, perde duvar eklenerek güçlendirilmesi yoluna gidilmesinden bahsedilmiştir.

Aykaç ve Can (2008), mantolama ile güçlendirme yönteminin dikdörtgen kesitli betonarme kolonlarda uygulanabilirliğini incelemişlerdir. Yapılan bu deneysel çalışmada beş adet dikdörtgen kesitli betonarme kolon hazırlanmış ve bunlar üzerinde dokuz adet deneysel araştırma yapılmıştır. Deney elemanlarına yüksüz ortamda onarım, güçlendirme ve yeniden onarım işlemleri uygulanmış ve çeşitli yükler altında test edilmişlerdir. Çalışmalarında; dayanım, rijitlik, süneklik gibi davranışı belirleyici değişkenler incelenmiştir ve mantolama yönteminin yalnızca kare veya dairesel kesitli betonarme kolonlarda değil, dikdörtgen kesitli kolonların onarım ve güçlendirilmesinde de başarıyla uygulanabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Konu ile ilgili önceki çalışmalar değerlendirildiğinde, yapıların onarım ve güçlendirilmesi ile ilgili çok sayıda araştırmanın yapıldığı ancak, güçlendirme yöntemlerinin maliyet kıyaslamasına yönelik yeterli sayıda araştırmanın bulunmadığı görülmektedir. Bu nedenle bu tez çalışmasında, betonarme yapıların deprem performanslarının arttırılmasında en sık kullanılan güçlendirme yöntemlerinin maliyetlerinin karşılaştırılması üzerinde durulacaktır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu tez çalışmasının amacı, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) 2007'ye göre deprem performansı yetersiz değişik yüksekliklerdeki betonarme binaların, güçlendirme çalışmalarında en çok kullanılan manto-lama ve deprem perdesi ilavesi yöntemleri ile güçlendirilmesi ve güçlendirme maliyetlerinin kıyaslanmasıdır. Bu amaçla, özellikleri 4. Bölümde verilen üç farklı bina ele alınmıştır.

3.2. Metod

Bu tez çalışmasında ele alınan betonarme binaların deprem performansının belirlenebilmesi için Structural Analysis For Computer Aided Design (Sta4CAD) programı kullanılmıştır. Sta4CAD programı, çok katlı betonarme yapıların statik ve betonarme analizini, deprem, rüzgâr, kar, vb. değişken ve dinamik yükler altında sonlu elemanlar metodu kullanarak hesaplayan bir paket programdır. Bu program doğrusal elastik veya doğrusal elastik olmayan hesap esaslarına dayalı, 3 boyutlu matematiksel model oluşturarak çizimleri de ayrıca yapabilen bir programdır. Programda kullanılan standartlar aşağıda sıralanmıştır.

- Türkiye Deprem Yönetmeliği (1975)
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1997)
- Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007)
- Eurocode Yük Kombinasyonu
- TS 500 Betonarme Yapıların Hesap Standardı
- ACI (American Concrete Institute) Yük Kombinasyonu
- BS (British Standards) Standardı
- SNIP (Russian Construction Codes and Regulations) Standardı
- UBC (Uniform Building Code) Standardı

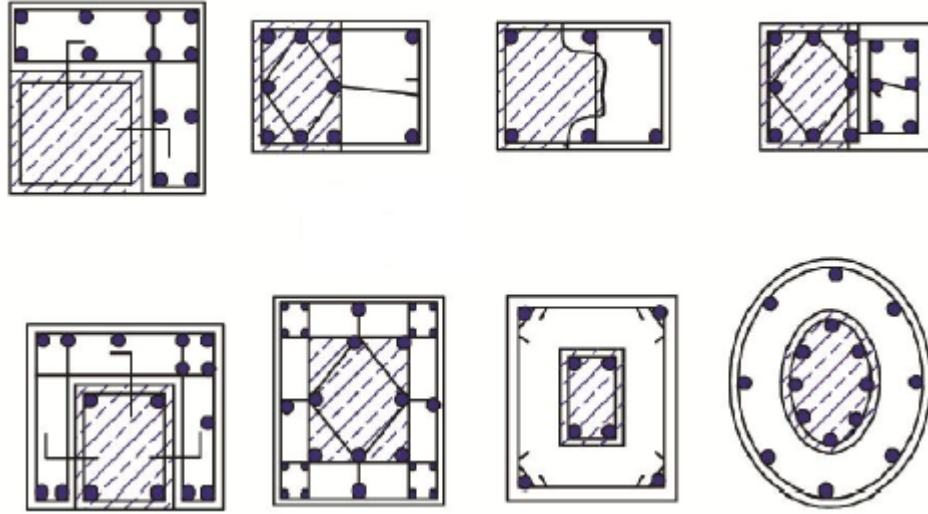
Bu çalışmada betonarme konut projelerini güçlendirmek amacıyla deprem perdelerinin eklenmesi ve kolonların betonarme mantolanması yöntemleri tercih edilmiştir. Her iki güçlendirme yöntemi, hem doğrusal elastik hem de doğrusal elastik olmayan hesap yöntemiyle Sta4CAD paket programı yardımıyla tüm binalar için yapılmıştır.

3.2.1. Kolonların Betonarme Mantolanması

Mantolama kolonlarda taşıma gücünün artırılması için kullanılan en yaygın yöntemdir. Mantolama işlemi, mevcut kolona ek beton kesit ve donatı eklenmesinden ibarettir. Kolonlar uygulama durumuna göre bir, iki, üç veya dört taraftan mantolanabilmektedir (Şekil 3.1.). Ancak mevcut kesitle ek kesit arasındaki en iyi kuvvet aktarımı ve aderans, dört tarafından mantolanan kesitlerde sağlanmaktadır. Beton dökümü sırasında boşluk kalmaması için, manto kalınlığının en az 10 cm olması tavsiye edilmektedir (Erdem, 2008). Kolon güçlendirmesinde, kolon askıya alınıp üzerindeki hasar görmüş gevşek beton kısmı kaldırılarak, kesitin çekirdek kısmına kadar kazılmalıdır. Böylece hasarlı kesitin boyuna ve enine donatılarına ulaşılır. Daha sonra mevcut beton basınçlı suyla yıkanarak toz ve gevşek malzemelerden arındırılmaktadır.

Ek kesitle mevcut kesitin aderansı, kesitin herhangi bir depremde monolitik (tekil) çalışması açısından son derece önemlidir. Bundan dolayı mantolama öncesi, mevcut beton yüzeyi azami ölçüde pürüzlendirilerek, sürtünme yüzeyi artırılmalıdır. Ek kesitin donatıları mevcut kesitin donatılarıyla uygun şekilde bağlanmalıdır. Beton dökülmesinden önce, beton yüzeyi iyice ıslatılarak suya doymuş hale getirilmelidir. Böylece ek kesitte meydana gelebilecek rötre çatlakları minimum düzeye indirilmesi mümkün olmaktadır.

Mantolanacak kolonlarda donatı yüzdesi en az %1 mertebesinde olmalıdır. Bununla beraber, donatı yüzdesi %1 mertebesinin çok üstünde olmamalıdır. Unutulmamalıdır ki yapılan çalışmalar donatı yüzdesi %1 olan kolonların hem ekonomik, hem de en iyi sünekliğe sahip kolonlar olduğunu göstermiştir (Erdem, 2008).



Şekil 3.1. Mantolamanın bir, iki, üç ve dört köşeden uygulanması (Şirin, 2006)

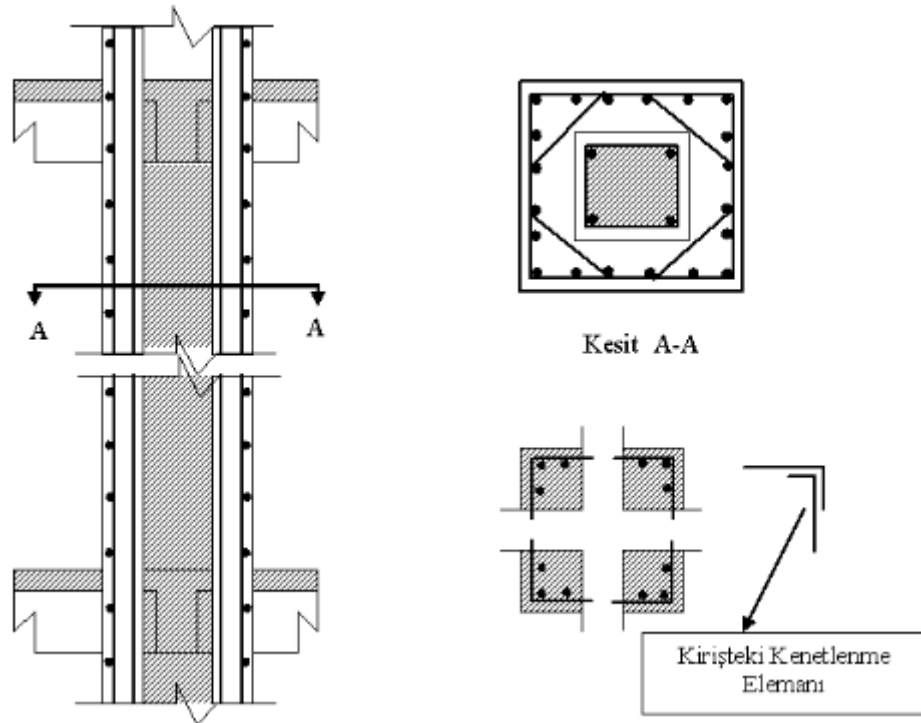
Onarılmış ve güçlendirilmiş kolonlardaki kesit büyümesi, önemli rijitlik artışlarına sebep olmaktadır. Bu artış, deprem momentlerinin ve dolayısıyla kesme kuvvetlerinin yeniden dağılımına neden olduğundan, güçlendirilmiş kolonların rijitlikleri en gerçekçi şekilde hesaplanmalıdır.

Güçlendirilmiş kolonun rijitliği, birleşik elemanın davranışına göre belirlenmelidir. Mevcut kolonla yeni manto betonu arasında iyi bir aderans varsa, bu iki kesit eşdeğer kesite dönüştürülerek hesaplar yapılır. Eğer aderansta bir şüphe varsa veya mevcut kolonun betonunun mukavemeti kısmen azalmışsa mevcut kolonun katkısı uygun görülen miktarda azaltılır. Eğer mevcut kolonunun tamamen kırılıp taşıma gücünü kaybetmesi durumuyla karşı karşıya kalırsa, yeni elemanın rijitliği olarak sadece manto rijitliği alınmalıdır çünkü bu durum mevcut kolonun, rijitliğe katkısı ihmal edilebilecek düzeydedir.

Kolonlarda mafsallaşma sonucunda düğüm noktalarına yakın yerlerde beton ufalanmış, boyuna donatılar burkulmuş ve etriyeler açılmış olabilir. Böyle bir durumda kolon ilk önce askıya alınarak, üzerindeki yük kaldırılır. Burkulan donatılar ısıtılarak veya başka yöntemlerle düzeltilir. Isıtma sırasında donatıya uygulanan ısı 500°C'den fazla olmamalıdır. Düzeltilen boyuna donatılar ek boyuna donatılarla kaynaklanır. Ek boyuna donatının çapı en az, burkulmuş boyuna donatının çapı kadar

olmalıdır. Kaynaklanmış bu bölge sık aralıklı etriyelerle sarılmasından sonra bölge yüksek dayanımlı betonla doldurulmalıdır.

Kolon mantolama işleminin katlar arasında devam ettiği uygulamada kolonun sadece kesme kuvveti ve normal kuvvet kapasitesi artarken, moment kapasitesinde herhangi bir artış görülmez. Ancak güçlendirme ek kesitin boyuna donatılarının döşeme ve kirişte açılan deliklerden geçirilerek birbirine bağlanması yöntemiyle yapılırsa kolonun normal kuvvet, kesme kuvveti ve moment taşıma kapasitelerinin hepsi birden artar (Şekil 3.2.). Kolonların sadece moment taşıma kapasitelerini artırmak için güçlendirme işlemi uygun görülmemektedir. Bunun yerine çerçeve açıklıkları perde duvarlarla doldurularak, yapı eğilmeye karşı daha rijit hale getirilmiş olur. Böylece yapıda artan rijitliklerden dolayı yeniden kuvvet dağılımı oluşur.



Şekil 3.2. Kolon mantolanmasında, katlar arasındaki kesit ve donatı sürekliliğinin sağlanması (Parlakoğlu, 2010)

Kolon güçlendirmesindeki en önemli ayrıntı, mantolanan kısmın boyuna donatılarının temel pabucunda açılacak deliklere özel harçlarla ankrajının yapılmasıdır. Bu uygulamayla kuvvet ve moment aktarımında süreklilik sağlanmış olur.

Kolona yeni eklenen bölümlerin ve ek boyuna donatıların, enine donatılar tarafından sık aralıklarla sarılması gerekir. Bilindiği gibi enine donatıların, boyuna donatıların burkulmalarını önlemek, kesme kuvvetlerini taşımak, betonu sararak yanal destek sağlamak gibi çok önemli sünekliliği artıran görevleri vardır. Bundan dolayı enine donatıların uçlarında bindirmeli kanca yerine kaynak veya bulonla sıkıştırılmalı bağlantı yapmak daha etkili olacaktır.

Yapılan deneyler sonucunda; hasarlı kolonlarda, güçlendirme kolon yükü askıya alınarak yapılırsa %80 verim, askıya alınmadan yapılırsa %50 verim alındığı gözlenmiştir. Hasarsız kolonlarda askıya alınarak yapılan güçlendirme işlemlerinden %90 verim alındığı tespit edilmiştir (Erdem, 2008). Bu sonuçlardan dolayı, hasarlı kolonlarda güçlendirme işlemi kolon askıya alınarak yapılmalıdır. Ek beton kesitin karakteristik basınç dayanımı mevcut betonun karakteristik basınç dayanımından en az 5 MPa fazla olmalıdır. Kullanılacak enine donatıların çapı en az 8 mm olmalı ve en büyük boyuna donatının çapının üçte birinden küçük olmamalıdır.

3.2.2. Deprem Perdelerinin Eklenmesi

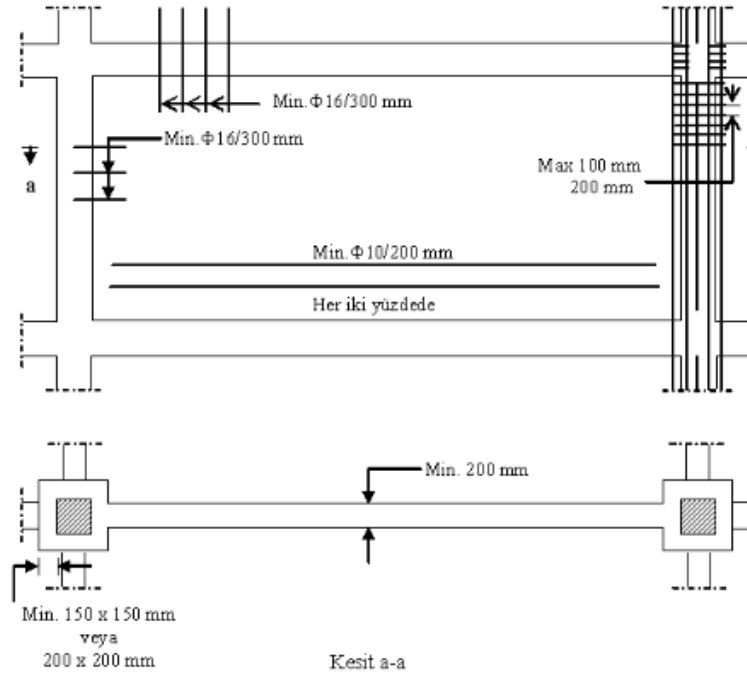
Betonarme yapıları yatay yüklere karşı güçlendirmek için en etkili yöntem yapıya betonarme deprem perdelerinin ilavesidir. Deprem perdelerinin en önemli özelliği, yüksek rijitliklerinden dolayı yanal ötelenmeleri kısıtlayarak ikinci mertebeye etkileri minimum düzeyde tutmalarıdır. Bu yöntem yüksek yapılarda, mevcut taşıyıcı sistemdeki kolon ve kirişlerin donatı ve beton kalitesinde belirsizlikler olduğu zaman tercih edilmektedir.

Perdeler yapının iç kısmında ve çevresinde olmak üzere iki şekilde taşıyıcı sisteme eklenmekte olup her iki durumda da perdeler mevcut kolon kiriş eksenlerine iç veya dış merkez olarak yerleştirilirler. Perdeler yerinde döküm (Şekil 3.3. ve 3.4.) veya prefabrike olarak teşkil edilmektedirler. Fakat yerleştirilmesi ve donatı ankrajı açısından prefabrike elemanların sisteme eklenmesi zor olmaktadır. Perdeler sisteme sonradan ilave edildikleri için perdeler kendi ağırlıkları dışında normal kuvvet etkilememektedir. Buna bağlı olarak perdeler etkiyen küçük normal kuvvet ve büyük moment sonucunda, perde temelinde çekme gerilmeleri ortaya çıkabilmektedir.



Şekil 3.3. Deprem perdelerinin eklenmesi (Şık, 2014)

Temellerin çekme gerilmesi almadığı hatırlanacak olursa, bu durumda perde-ler kolonları içine alacak şekilde beraberce oluşturularak kolonların normal kuvve-tinden yararlanılması sağlanabilmektedir.



Şekil 3.4. Eksenel perdeler için donatı düzeni (Parlakoğlu, 2010)

Buna ek olarak perde ve kolon temelleri plak temelle birleştirilerek temeldeki çekme gerilmelerinin oluşumu engellenebilmektedir. Perdelerin yapı çevresine ilave edilmesi, yapının iç kısmının fonksiyonelliğini bozmadığı için avantajlıdır. Fakat yapının dışında bulunan pencereler perdenin boşluklu olmasını zorunlu kılabilir.

Boşluklu perdeler dolu perdelerle göre daha sünek olmakla birlikte donatı yerleşimi çok detay içermektedir. Kesme kuvveti için gövde donatısının, moment içinde perde ucundaki düşey donatıların perde yüksekliği boyunca devam ettirilmesi gerekmektedir (Erdem, 2008).

Perdelerin yapı içerisine ilave edilmesi, yapının iç kısmının fonksiyonelliğini bozabilir. Döşemede açılan deliklere yerleştirilen köşegen çubuklarla kesme kuvveti karşılanır. Ayrıca perde uç bölgesi düşey donatıları da döşeme içinde açılan deliklerden geçirilerek birbirlerine bağlanırlar. Bu açılan deliklerden perde betonu dökülür (Yakar, 2001).

3.2.3. Binaların Mevcut Durumunun Belirlenmesi

Tezin bu bölümünde betonarme yapıların deprem güvenliğinin tetkikinin nasıl yapıldığına ilişkin bilgiler sunulmuştur. Bunun için yapıların bulunduğu yerleşke içerisinde zemin etüt çalışması gerçekleştirilip, mimari ve statik rölevesinin alınması, herhangi bir hasar olup olmadığının incelenmesi gerekmektedir. Mevcut malzeme dayanımlarının tespiti gereklidir (beton sertliği okumaları yapılması veya beton karot numunelerin alınması, donatı adet ve yerleşimlerinin belirlenmesi). Bu çalışmalar neticesinde elde edilen veriler ile yapı bilgisayar ortamında modellenerek düşey yükler ve deprem tesirleri altında detaylı olarak tahkik edilmelidir. Yapının mevcut durumunun hedeflenen performans seviyesini sağlamaması durumunda ise; yapının güçlendirme kat planları hazırlanarak, buna göre revize edilen bilgisayar modelleri tekrar tahkik edilerek, güçlendirilmiş haliyle hedeflenen performans seviyesini sağlar hale getirilmelidir.

Deprem bölgelerinde bulunan mevcut ve güçlendirilecek tüm binalar ile bina türündeki yapıların deprem etkileri altındaki davranışlarının değerlendirilmesinde uygulanacak hesap kuralları, güçlendirme kararlarının alınmasında esas alınacak ilkeler ve güçlendirilmesine karar verilen binaların güçlendirme tasarımı ilkeleri DBYBHY (2007) Bölüm 7’de verilmiştir (Uluöz, 2010).

Mevcut binaların deprem dayanımlarının değerlendirilmesi için binalardan ne tür veriler toplanacağı ve ne şekilde dikkate alınacağına dair kurallar DBYBHY (2007) Bölüm 7’de tanımlanmıştır.

Mevcut binaların deprem performanslarının değerlendirilmesinde kullanılmak üzere, taşıyıcı sistem geometrisine, elemanların en kesit özelliklerine, malzeme karakteristiklerine ve zemin özelliklerine ilişkin bilgiler, binaların projelerinden, ilgili raporlardan, binada yapılacak gözlem ve ölçümler ile binadan alınacak malzeme örneklerine uygulanacak deneylerden elde edilebilir. Binalardan toplanan bilginin kapsam ve güvenilirliğine bağlı olarak; sınırlı, orta ve kapsamlı bilgi düzeyi olmak üzere, yönetmelikte üç bilgi düzeyi tanımlanmış ve bu bilgi düzeyleri için eleman kapasitelerine uygulanacak bilgi düzeyi katsayıları Çizelge 3.1.’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Binalar için bilgi düzeyi katsayıları (DBYBHY, 2007)

| Bilgi Düzeyi | Bilgi Düzeyi Katsayısı |
|--------------|------------------------|
| Sınırlı | 0,75 |
| Orta | 0,90 |
| Kapsamlı | 1,00 |

Mevcut ve güçlendirilen binalar hakkındaki performans analizi değerlendirmesi düşey yükler ve deprem etkilerinin birleşik etkileri altında yapılmaktadır. Bina- nın deprem performansı, taşıyıcı sistem elemanlarının deprem hasar seviyesinin bir bütünü olarak ifade edilmektedir. Kesitin hasar durumunun belirlenmesi, çözüm neticesinde elde edilecek iç kuvvetler veya şekil değiştirmelerin, yönetmelikte tanımlanan sınır değerlerle karşılaştırılmasıyla yapılmaktadır.

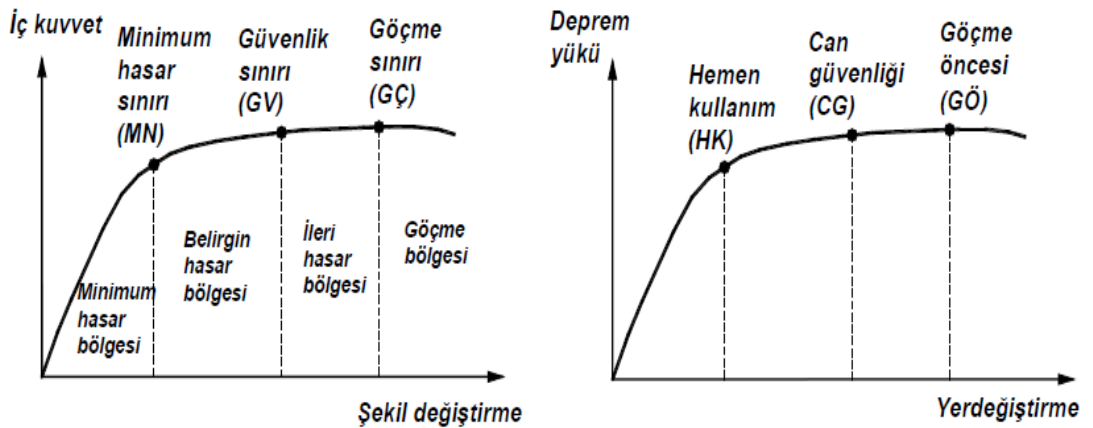
Taşıyıcı sistem elemanlarının hasar durumu, bu elemanın depremde en çok zorlandığı kabul edilen ve doğrusal olmayan şekil değiştirmenin ortaya çıkması beklenen kesitlerinin hasar durumları değerlendirilerek tanımlanmaktadır. Bir katın hasar durumu ise; o kattaki kolon ve kirişlerin hasar durumuna bağlı olarak belirlenmektedir.

Yapı elemanlarının hasar sınırlarının belirlenebilmesi için öncelikle elemanın kırılma türü belirlenmelidir. Sünek ve gevrek eleman tanımları, elemanların kapasitelerine hangi kırılma türünde ulaştığı ile ilgilidir. Buna göre; betonarme elemanlar,

kırılma türleri eğilme ise sünek; kırılma türleri eksenel basınç veya kesme ise gevrek olarak sınıflandırılmaktadır.

Kırılma türü kesme olan gevrek kiriş, kolon ve perdelerin etki/kapasite oranları, kritik kesitlerde hesaptan elde edilen kesme kuvvetinin TS 500'e göre hesaplanan kesme kuvveti dayanımına bölünmesi ile elde edilir. Kırılma türü basınç olan gevrek kolonların etki/kapasite oranları ise; hesaptan elde edilen basınç kuvvetinin TS 500'e göre hesaplanan basınç dayanımına bölünmesi ile elde edilir. Betonarme yapı elemanlarının kırılma türüne bağlı olarak kesit hasar sınırları tanımlanmaktadır. Sünek elemanlar için üç sınır durumu söz konusudur. Bunlar minimum hasar sınırı (MN), güvenlik sınırı (GV) ve göçme sınırı (GÇ)'dir. Minimum hasar sınırı kritik kesitte elastik ötesi davranışın başlangıcı, güvenlik sınırı kesitin dayanımını güvenli olarak sağlayabileceği elastik ötesi davranışın sınırı, göçme sınırı ise kesitin göçme öncesi davranışının sınırını tanımlamaktadır. Gevrek elemanlar için elastik ötesi davranışın oluşmasına izin verilmez. Gevrek olarak hasar gören elemanlarda bu sınıflandırma geçerli değildir (Uluöz, 2010).

Kritik kesitleri minimum hasar sınırına (MN) ulaşmayan elemanlar minimum hasar bölgesinde, minimum hasar sınırı (MN) ile güvenlik sınırı (GV) arasında kalan elemanlar belirgin hasar bölgesinde, güvenlik sınırı (GV) ile göçme sınırı (GÇ) arasında kalan elemanlar ileri hasar bölgesinde, göçme sınırını aşan elemanlar ise göçme bölgesinde kabul edilmektedir. Kesit hasar sınırları ve hasar bölgeleri Şekil 3.5.'te gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Kesit hasar sınırı ve eleman performans bölgeleri (DBYBHY, 2007)

Bu şekilde, maksimum hasar durumuna sahip kesitin hasar durumu ile elemanın hangi hasar bölgesinde olduğu belirlenir. Bu sınırların sadece sünek elemanlar için geçerli olduğu unutulmamalıdır. Gevrek elemanların sünek şekil değiştirme kapasitesi olmadığı için minimum güvenlik sınırını aşmasına izin verilmez.

Bina deprem performanslarını değerlendirme yöntemleri kuvvet bazlı ve deplasman bazlı olarak iki ayrı gruba ayrılır. Kuvvet bazlı değerlendirme (Doğrusal elastik hesap) yöntemlerinde hesaplanan iç kuvvetler eleman kapasiteleri ile karşılaştırılır. Deplasman bazlı değerlendirme (Doğrusal elastik olmayan hesap) yöntemlerinde ise hesaplanan deformasyonlar izin verilebilir limit deformasyon değerleri ile karşılaştırılır. Ancak, teorik olarak farklı yaklaşımları esas alan bu yöntemlerle yapılacak performans değerlendirmelerinin bire bir aynı sonuç vermesi beklenmemelidir. Mevcut binanın deprem performansının doğrusal elastik değerlendirme yöntemi ile belirlenmesi kuvvet esaslı olup betonarme taşıyıcı sistem elemanları için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları kullanılır. Buna karşılık doğrusal elastik olmayan değerlendirme yöntemi ile deprem performansı belirlenmesi ise, yer değiştirme esaslı olup hasar sınırlarının belirlenmesinde beton ve donatının birim boy değişimleri kullanılır (Uluöz, 2010).

3.2.3.1. Mevcut Binaların Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemiyle Analizi

Deprem etkisi altında mevcut binaların yapısal performanslarının belirlenmesi ve güçlendirme analizleri için kullanılacak doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinin amacı, verilen bir deprem için sünek davranışa ilişkin plastik şekil değiştirme istemleri ile gevrek davranışa ilişkin iç kuvvet istemlerinin hesaplanmasıdır. Daha sonra bu istem büyüklükleri karşılaştırılarak, kesit ve bina düzeyinde yapısal performans değerlendirmesi yapılmaktadır.

DBYBHY (2007) kapsamında kullanılan hesap yöntemleri; artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi, artımsal mod birleştirme yöntemi ve zaman tanım alanında hesap yöntemidir. Bu yöntemlerle, verilen bir deprem için, sünek davranışa ilişkin plastik şekil değiştirme istemleri ile gevrek davranışa ilişkin iç kuvvet istemleri hesaplanır.

Bu istem büyüklüklerinin, kesitlerin şekil değiştirme ve iç kuvvet kapasiteleri ile karşılaştırılması suretiyle, kesit ve bina düzeyinde yapısal performans değerlendirmesi yapılır. Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabilmesi için belirli kısıtlamalar bulunmaktadır. Bu kısıtlamalar Çizelge 3.2.'de özetlenmiştir.

Çizelge 3.2. Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar (DBYBHY, 2007)

| Deprem Bölgesi | Bina Türü | Toplam Yükseklik Sınırı |
|----------------|--|-------------------------|
| 1, 2 | Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı binalar | $H_N \leq 25$ m |
| 1, 2 | Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar | $H_N \leq 40$ m |
| 3, 4 | Tüm binalar | $H_N \leq 40$ m |

Çizelge 3.2.'nin kapsamına girmeyen tüm diğer binaların deprem hesabında mod birleştirme yöntemi veya zaman tanım alanında hesap yöntemi kullanılmaktadır.

Bu yöntemlerle, verilen bir deprem için, sünek davranışa ilişkin plastik şekil değiştirme istemleri ile gevrek davranışa ilişkin iç kuvvet istemleri hesaplanır. Bu istem büyüklüklerinin, kesitlerin şekil değiştirme ve iç kuvvet kapasiteleri ile karşılaştırılması suretiyle, kesit ve bina düzeyinde yapısal performans değerlendirmesi yapılır (Uluöz, 2010).

3.2.3.2. Mevcut Binaların Doğrusal Elastik Hesap Yöntemiyle Analizi

Sismik şartnamelerin öngördüğü kuvvetlerin yapı tarafından karşılanması beklenir. Dolayısıyla eleman düzeyinde hesaplanan kuvvetler eleman kapasiteleri ile karşılaştırılır. Talep kapasite oranları gerekli kapasitenin mevcut kapasiteye bölünmesi ile hesaplanır.

Yapı sistemlerinin doğrusal elastik hesap yöntemleri ile deprem performansının belirlenmesinde kullanılan doğrusal elastik hesap yöntemleri; eşdeğer deprem yükü yöntemi ve mod birleştirme yöntemidir. Bu yöntemlerle öncelikle, bir deprem

etkisi altında deprem yükü azaltma katsayısı uygulanmadan ($R_a=1$) hesaplanan deprem yükleri ile yapı elemanlarının artık kapasiteleri arasındaki etki/kapasite (r) oranları hesaplanır. Daha sonra hesaplanan bu ‘ r ’ değerlerinin, ilgili sınır değerler ile karşılaştırılması suretiyle yapı elemanlarının kesit hasar bölgeleri belirlenir ve bunlardan yararlanarak bina düzeyinde performans değerlendirmesi yapılır.

Doğrusal elastik hesap yöntemleri ile yapı elemanlarının hasar sınırlarının belirlenmesinde kiriş, kolon ve perde elemanların kritik kesitlerinin etki/kapasite oranları cinsinden ifade edilen sayısal değerleri kullanılmaktadır. Kırılma türü eğilme olan sünek kiriş, kolon ve perde kesitlerinin eğilme etki/kapasite oranı sadece deprem etkisi altında hesaplanan kesit momentinin kesit moment kapasitesine bölünmesi ile elde edilmektedir. Kesit moment kapasitesi, kesitin eğilme momenti kapasitesi ile düşey yükler altında kesitte hesaplanan moment etkisinin farkı olarak hesaplanmaktadır.

Eğilme etki/kapasite oranının hesaplanmasında, uygulanan deprem kuvvetinin yönü dikkate alınacaktır. Etki/kapasite oranlarının sınır değerleri yönetmelikte, sünek ve gevrek kiriş, kolon ve perde elemanlar için ayrı ayrı verilmiştir. Hesaplanan kiriş, kolon ve perde kesitlerinin etki/kapasite oranları elemanlar için verilen ilgili sınır değerler ile karşılaştırılarak elemanların hangi hasar bölgesinde bulunduğuna karar verilmektedir. Eleman hasarını, elemanın en fazla hasarlı olan kesiti belirlemektedir.

Doğrusal elastik yöntemlerle yapılan hesapta her bir deprem doğrultusunda, binanın herhangi bir katındaki kolon veya perdelerin görelî kat ötelemeleri, her bir hasar sınırı için yönetmelikte verilen değeri aşmamalıdır (Uluöz, 2010).

3.2.3.3. İki Yöntemin Karşılaştırılması

Binaların deprem etkileri altındaki performanslarının değerlendirilmesi genel olarak iki farklı kritere göre yapılmaktadır. Doğrusal elastik değerlendirme yöntemlerinin esasını oluşturan ve dayanım (kuvvet) bazlı değerlendirmede, yapı elemanlarının dayanım kapasiteleri elastik deprem yüklerinden oluşan ve doğrusal teoriye göre hesaplanan etkilerle karşılaştırılmakta ve yapı elemanının sünekliğini göz önü-

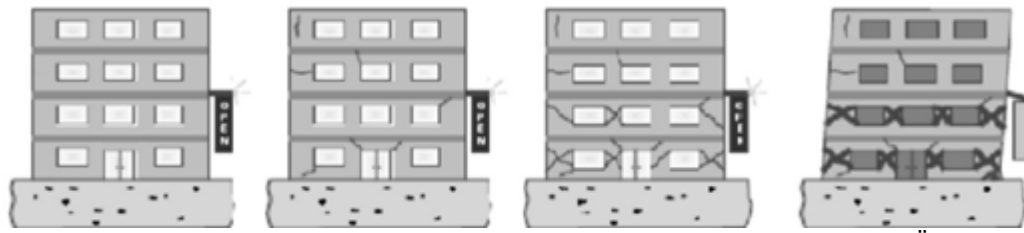
ne alan, eleman bazındaki bir tür deprem yükü azaltma katsayıları çerçevesinde, binadan beklenen performans hedefinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir. Doğrusal elastik olmayan değerlendirme yöntemlerinin esasını oluşturan, yer değiştirme ve şekil değiştirme bazlı değerlendirmenin esas alındığı, genel olarak malzeme ve geometri değişimleri bakımından doğrusal olmayan sistem hesabına dayanan ikinci yöntemde ise, belirli bir deprem etkisi için binadaki yer değiştirme istemine ulaşıldığında, yapıdan beklenen performans hedefinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir. Her iki yaklaşımda da, yapı elemanları için hasar sınırları ve hasar bölgeleri tanımlanmıştır. Yapı elemanlarının hasar sınırları, sünek ve gevrek olma durumlarına göre belirlenir. Sünek ve gevrek eleman tanımları ise, elemanların kapasitelerine hangi kırılma türü ile ulaştıkları ile ilgilidir.

Doğrusal değerlendirme yöntemi DBYBHY (2007)'de belirtilen yeni yapı tasarımının genişletilmesi (Yeni yapı tasarımında taşıyıcı sistemin elastik ötesi davranışı tek bir R_a deprem yükü azaltma katsayısı ile göz önüne alınmaktadır.) olup. Öngörülen bir R_a deprem yükü azaltma katsayısı kullanmak yerine, mevcut binada öngörülen deprem etkisi altında talep edilen r (etki/kapasite oranı) değeri hesaplanmakta ve bu değerle yönetmelikte verilen r sınır değerleri ile karşılaştırılarak oluşacak hasarın kabul edilme imkânının bulunup bulunmadığı araştırılmaktadır. Yönetmelikte r katsayısının sınır değeri elemandaki normal kuvvet ve kesme kuvvetinin değeri ile kesitte sargılama olup olmamasına ve binada kabul edilebilecek hasar seviyesine bağlı verilmiştir. Bu yöntemde taşıyıcı sistem çözümü doğrusaldır. Çözümün doğrusal olması büyük bir kolaylık getirmekte ve mevcut bilgisayar çözümlene programlarının kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Sistemin elastik ötesi davranışı ise etki/kapasite oranı ile göz önüne alınmaktadır. Buna karşılık doğrusal olmayan yöntemde, taşıyıcı sistemin doğrusal olmayan davranışı esas alınmaktadır. Yer değiştirme ve şekil değiştirme esaslı değerlendirmenin göz önüne alındığı bu yöntemde belirli bir yatay deprem yükü dağılımı için binadaki yer değiştirme istemine ulaşıldığında, binanın beklenen performans hedefinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir. Doğrusal olmayan hesap yöntemi, elastik ötesi davranışı daha gerçekçi biçimde ele almaktadır. Ancak bu yöntem için, taşıyıcı sisteme ait daha çok parametreye ihtiyaç duyulmaktadır ki bu özellikle mevcut binalar için bazen aşılması çok zor

olan büyük belirsizlikler ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca, mevcut doğrusal çözüm programları kullanılamamakta ve çok daha ayrıntılı çözüm tekniklerini içeren programlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun yanında doğrusal olmayan yöntemle yapılan çözümler daha çok düzenli binalar için yapılmıştır. Burulma düzensizliği olan binalarda daha çok çalışılması gerektiği anlaşılmaktadır (Uluöz, 2010).

3.2.3.4. Güçlendirilmiş Binanın Deprem Performansının Belirlenmesi

Performans kavramı, belirli bir deprem hareketi altında, bina için öngörülen yapısal performans hedefi olarak tanımlanır. Yapısal performans, bir yapıyı oluşturan taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanların performans seviyeleri ile tanımlanır. Deprem mühendisliğinde performansa dayalı değerlendirme, deprem etkisi altında yapıdan beklenen performans seviyesinin ortaya çıkması için kullanılacak yöntemleri verir. Performans seviyesi, depremden sonra yapıda meydana gelecek hasar seviyesi ile ölçülür. DBYBHY (2007)'de deprem performans seviyeleri hemen kullanım performans düzeyi, can güvenliği performans düzeyi, göçme öncesi performans düzeyi ve göçme durumu şeklinde verilmiştir (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Performans seviyelerinin şekilsel gösterimi (Ürünveren, 2010)

Deprem yönetmeliğinde tanımlanan sınır durumlar ile bina için performans seviyesi tanımlanır. Genel anlamda binanın küçük depremleri hasarsız atlması, büyük depremleri can güvenliğini sağlayan sınırlı hasarla atlması ve çok büyük depremleri de toptan göçme olmadan atlması gibi performans seviyeleri hedeflenmiştir. Alışlagelen depreme dayanıklı yapı tasarımında ‘‘Can Güvenliği’’ olarak tanımlanan performans seviyesine karşılık geldiği kabul edilen durum için tasarım yapılır.

Performansa dayalı değerlendirmede bu amaçlar daha belirgin Şekilde tanımlanarak kabul edilmiştir. Performans seviyeleri bir yapı için, verilen bir deprem etkisi altında öngörülen hasar miktarının sınır durumlarıdır. Bu sınır durumlar, binadaki taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlardaki hasarın miktarına, bu hasarın can güvenliği bakımından bir tehlike oluŐturup oluŐturmamasına, deprem sonrasında binanın kullanılıp kullanılmamasına ve hasarın neden olduğu ekonomik kayıplara bağlı olarak belirlenir. Binaların deprem performansı, uygulanan deprem etkisi altında, bir yapı sistemini oluşturan yapı elemanlarının hasar durumlarına bağlı olarak belirlenir (Uluöz, 2010).

3.2.3.4.(1). Hemen Kullanım Performans Düzeyi

Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %10'u belirgin hasar bölgesine geçebilir, ancak diğer taşıyıcı elemanlarının tümü minimum hasar bölgesindedir. Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydıyla, bu durumdaki binaların hemen kullanım performans düzeyinde olduğu kabul edilir (DBYBHY, 2007).

3.2.3.4.(2). Can Güvenliği Performans Düzeyi

Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydıyla, aşağıdaki koşulları sağlayan binaların can güvenliği performans düzeyinde olduğu kabul edilir:

İleri hasar bölgesindeki kolonların, her bir katta kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20'nin altında olmalıdır. En st katta ileri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvvetleri toplamının, o kattaki tüm kolonların kesme kuvvetlerinin toplamına oranı en fazla %40 olabilir.

Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %30'u ileri hasar bölgesine geçebilir.

Diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum hasar bölgesi veya belirgin hasar bölgesindedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden minimum hasar sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir.

Buna göre; uygulanan deprem etkisi altında yapısal elemanların bir kısmında hasar görülür, ancak bu elemanlar yatay rijitliklerinin ve dayanımlarının önemli bölümünü korumaktadırlar. Düşey elemanlar düşey yüklerin taşınması için yeterlidir. Yapısal olmayan elemanlar hasarlı olmakla birlikte dolgu duvarlar yıkılmamıştır. Yapıda az miktarda kalıcı ötelenmeler oluşabilir. Ancak gözle fark edilebilir düzeyde değildir (DBYBHY, 2007).

3.2.3.4.(3). Göçme Öncesi Performans Düzeyi

Gevrek olarak hasar gören tüm elemanların göçme bölgesinde olduğunun göz önüne alınması kaydıyla, aşağıdaki koşulları sağlayan binaların göçme öncesi performans düzeyinde olduğu kabul edilir:

Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %20'si göçme bölgesine geçebilir.

Diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum hasar bölgesi, belirgin hasar bölgesi veya ileri hasar bölgesindedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden minimum hasar sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir. Binanın mevcut durumunda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır (DBYBHY, 2007).

3.2.3.4.(4).Göçme Durumu

Bina göçme öncesi performans düzeyini sağlamıyorsa göçme durumundadır. Binanın kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır. Yapı uygulanan deprem

etkisi altında göçme durumuna ulaşır. Düşey elemanların bir bölümü göçmüştür. Göçmeyen elemanlar düşey yükleri taşıyabilmektedir; fakat rijitlikleri ve dayanımları çok azalmıştır. Yapısal olmayan elemanların büyük çoğunluğu göçmüştür. Yapıda belirgin kalıcı ötelenmeler oluşmuştur. Yapı tamamen göçmüştür veya yıkılmak üzeredir ve daha sonra meydana gelebilecek hafif şiddetteki bir yer hareketi altında bile yıkılma olasılığı yüksektir (DBYBHY, 2007).

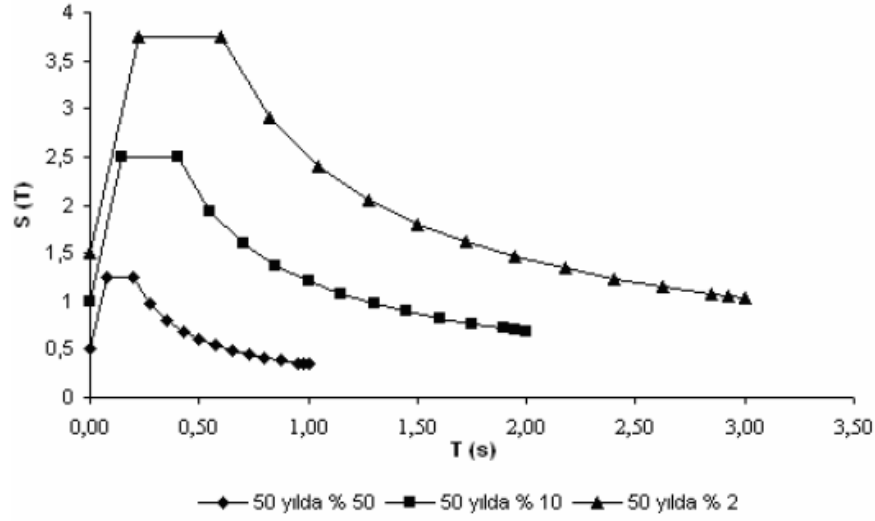
3.2.3.5. Binalar İçin Hedeflenen Performans Düzeyleri

Genel olarak yönetmeliklerin depreme dayanıklı yapı tasarımının ana ilkesi, hafif şiddetli depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanların hasar görmemesi, orta şiddetli depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek hasarın onarılabilir düzeyde kalması, şiddetli depremlerde ise can güvenliğinin sağlanması amacıyla yapının kısmen veya toptan göçmesinin önlenmesidir.

Performans hedefi, belirli bir deprem hareketi altında yapı için öngörülen performans seviyesi olarak ifade edilmektedir. Yapısal performans, deprem esnasında ve sonrasında binada yer alan insanların can güvenliklerinin sağlanması, yapının tekrar kullanımı için geçen sürenin uzunluğu, deprem sonrası olabilecek onarımın maliyeti vb. etkenlere bağlı olarak belirlenen, yapısal ve yapısal olmayan elemanların performans seviyeleri ile tanımlanmaktadır. Yapı için birden fazla deprem etki seviyesi altında farklı performans hedefleri öngörülerek çok seviyeli performans hedefleri elde edilebilir. Yapının performans hedefinin belirlenmesinde, deprem etkisini tanımlayan deprem etki seviyesi ve yapının performansını tanımlayan yapı performans seviyesi iki önemli bileşen olarak ön plana çıkmaktadır (Uluöz, 2010).

Mevcut binaların deprem güvenlik ve performanslarının değerlendirilmesinde göz önüne alınmak üzere, farklı düzeyde aşağıdaki deprem etkileri tanımlanmıştır. Bunlara karşı gelen spektrum eğrileri Şekil 3.7.'de verilmiştir.

- Kullanım depremi (50 yılda aşılma olasılığı %50 – dönüş periyodu 72 yıl)
- Tasarım depremi (50 yılda aşılma olasılığı %10 – dönüş periyodu 475 yıl)
- Maksimum deprem (50 yılda aşılma olasılığı %2 – dönüş periyodu 2475 yıl)



Şekil 3.7. Farklı deprem etkileri için boyutsuz ivme spektrum eğrileri (Sezer ve ark, 2007)

Yönetmelikte tanımlanan ve şiddetli depremlerde can güvenliğinin sağlanması amacı ile kalıcı yapısal hasar oluşumunun sınırlanmasını hedefleyen ivme spektrumu, 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem etkisini esas almaktadır. 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan depremin ivme spektrumu DBYBHY (2007)'de tanımlanan spektral ivmelerinin yarısı olarak, 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan depremin ivme spektrumu ise DBYBHY (2007)'de tanımlanan spektral ivmelerinin 1,5 katı alınacaktır (Uluöz, 2010).

Mevcut yapıların deprem güvenliğinin belirlenmesinde esas alınacak deprem etkileri ve hedeflenecek performans seviyeleri Çizelge 3.3.'de verilmektedir. Yapıların hesap yöntemlerinin ve performans seviyelerinin belirlenmesinde, yapının kullanım amacı ve türüne bağlı olarak bir performans seviyesi hedeflenmelidir.

Örneğin, kullanım amacı ve türü konut olan yapılar için 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan (tasarım depremi) deprem etkisi altında (CG) durumu, hedeflenen performans seviyesi olarak seçilmelidir. Depremde yapı performansının belirlenmesi için betonarme kiriş, kolon ve perde elemanları için DBYBHY (2007)'de verilen hesap yöntemleri ile belirlenen etki/kapasite oranlarının değerlendirilmesi ve ilgili elemanların hasar bölgelerine karar verilmesi ile yapı performans seviyesi belirlenir (Ürünveren, 2010).

Çizelge 3.3. Binalar için farklı deprem etkileri altında hedeflenen performans seviyeleri (DBYBHY, 2007)

| Binanın Kullanım Amacı | Deprem Aşılma Olasılığı | | |
|---|-------------------------|--------------|-------------|
| | 50 yılda %50 | 50 yılda %10 | 50 yılda %2 |
| Deprem Sonrası Kullanımı Gereken Binalar: Hastaneler, sağlık tesisleri, itfaiye binaları, haberleşme ve enerji tesisleri, ulaşım istasyonları, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, afet yönetim merkezleri, vb. | - | HK | CG |
| İnsanların Uzun Süreli Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar: Okullar, yatakhaneler, yurtlar, pansiyonlar, askeri kışlalar, cezaevleri, müzeler, vb. | - | HK | CG |
| İnsanların Kısa Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar: Sinema, tiyatro, konser salonları, kültür merkezleri, spor tesisleri. | HK | CG | - |
| Tehlikeli Madde İçeren Binalar: Toksik, parlayıcı ve patlayıcı özellikleri olan maddelerin bulunduğu ve depolandığı binalar. | - | HK | GÖ |
| Diğer Binalar: Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (konular, işyerleri, oteller, turistik tesisler, endüstri yapıları, vb.). | - | CG | - |

(HK: Hemen Kullanım, CG: Can Güvenliği, GÖ: Göçme Öncesi)

3.2.4. Mevcut Binaların Güçlendirme Maliyet Analizleri

Güçlendirme imalatının maliyeti, seçilen güçlendirme yöntemi çerçevesinde, yapılan imalatların miktarları ile o imalatların birim fiyatlarının çarpımının toplamına eşittir. Başka bir ifadeyle güçlendirme maliyeti birim fiyat yöntemine göre hesaplanmaktadır. Betonarme yapıların betonarme mantolama ve yeni deprem perdelerinin ilavesi yöntemi ile güçlendirilmesinde genel olarak uygulanan imalatlar, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın belirlemiş olduğu poz numaralarıyla beraber Çizelge 3.4.'te verilmiştir.

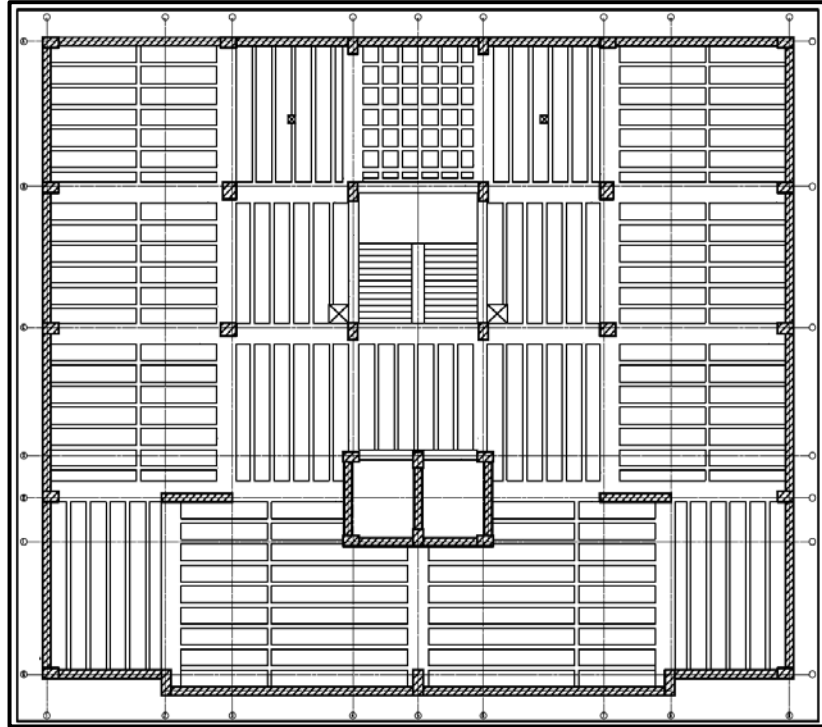
Çizelge 3.4. Güçlendirilecek mevcut binalarda yapılacak olan işler

| Poz No | Tanımı | Birimi |
|---------------|--|----------------|
| 15.148 | Moloz taşının, makine ile taşıtlara yükleme boşaltma ve figüresi | m ³ |
| Y.16.050/06 | Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında beton dökülmesi (Beton nakli dahil) | m ³ |
| 18.185 | Patlayıcı madde kullanmadan demirli ve demirsiz beton inşaatın yıkılması | m ³ |
| 18.192 | Her türlü iç sıva sökülmesi | m ² |
| 18.193 | Her türlü dış sıva sökülmesi | m ² |
| 18.19812 | Seramik, fayans vb. kaplama sökülmesi | m ² |
| 18.19820 | Her türlü kapı ve pencere camı sökülmesi | m ² |
| 19.090/003 Y | Yeni beton yüzeylere kür yapılması | m ² |
| Y.21.001/02.Y | Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması | m ² |
| 21.050/C01Y | Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası) | m ³ |
| Y.21.051/C01 | Çelik borudan tam güvenli cephe iş iskelesi yapılması (0,00-51,50 m arası) | m ² |
| 23.00901 | Takviye projeleri için temellerde epoksi ile nervürlü demir filizi eklenmesi | ad |
| 23.00902 | Takviye projeleri için kiriş ve kolonlarda epoksi ile nervürlü demir filizi eklenmesi | ad |
| 23.014.Y | Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması | Ton |
| 23.015.Y | Ø 14- Ø 28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması | Ton |
| 27.582 Y | Mala perdahlı şap yapılması | m ² |
| 29.153 | Bozuk betonarme yüzeylerin temizlenmesi | m ² |
| 29.158 | Paspayının kırılarak donatının açığa çıkarılması | m |

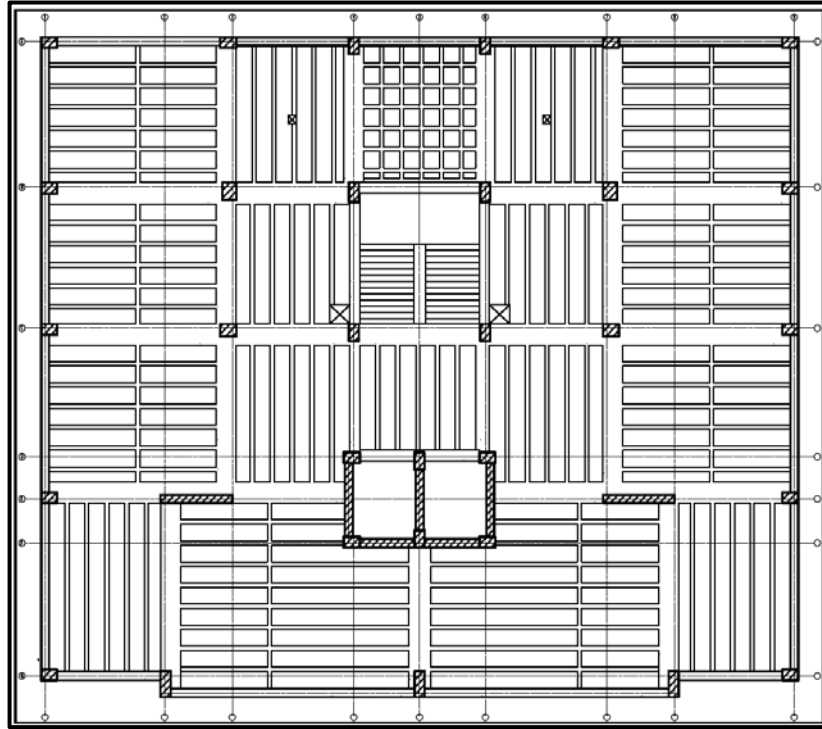
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tez çalışmasının amacı, mevcut betonarme yapılarda en çok tercih edilen betonarme mantolama ve deprem perdesi ilave edilerek güçlendirme yöntemlerinin maliyetlerinin kıyaslanmasıdır.

Bu amaçla, kat planları aynı, konut amaçlı kullanılan, birincisi Borum+Zemin +5 katlı, ikincisi Bodrum+Zemin+10 katlı, üçüncüsü ise Bodrum+Zemin+15 katlı (bu tez çalışmasında bu binalar sırasıyla 5, 10 ve 15 katlı bina olarak anılacaktır) üç adet betonarme bina ele alınmıştır. Binaların donatı ve beton kalitesinin sırasıyla BÇ-I ve BS10 standardında olduğu, mevcut taşıyıcı sistemlerinin 1975 yılı Türk Deprem Yönetmeliğine göre oluşturulduğu varsayılmıştır. Binalara ait borum kat ve normal kat kalıp planları sırasıyla Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.'de, yük ve malzeme bilgileri Çizelge 4.1.'de, bina genel bilgileri ise Çizelge 4.2.'de görülmektedir. Binaların 2. Derece deprem bölgesinde yer aldığı, zemin sınıfının Z2, zemin emniyet gerilmesi ve zemin yatak katsayısının ise sırasıyla 10 ton/m^2 ve 1200 ton/m^3 değerlerinde olduğu kabul edilmiştir.



Şekil 4.1. Mevcut binaların bodrum kat kalıp planı



Şekil 4.2. Mevcut binaların normal kat kalıp planı

Çizelge 4.1. Mevcut binalar üzerindeki yük ve malzeme bilgileri

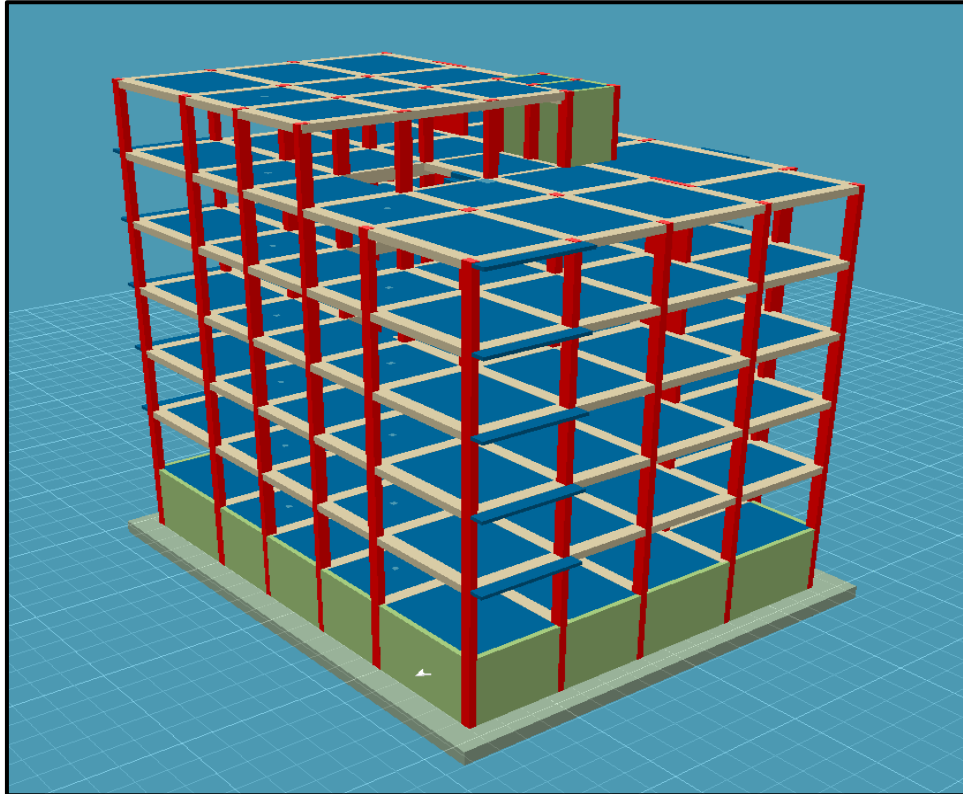
Yük ve Malzeme Bilgileri

| | |
|--------------------------|---|
| Beton Yoğunluğu | 2,5 t/m ³ |
| Dış-İç Duvar Yüğü | 0,864 t/m - 0,540 t/m |
| Kaplama Yüğü | 0,17 t/m ² |
| Hareketli Yüğü | 0,20 t/m ² |
| Beton (C10) | $f_{cd}= 66,67 \text{ kg/cm}^2$ $f_{ctd}= 7,33 \text{ kg/cm}^2$ $E_c= 242700 \text{ kg/cm}^2$ |
| Donatı (S220) | $f_{yd}= 1912 \text{ kg/cm}^2$ $f_{ywd}= 1912 \text{ kg/cm}^2$ $E_s= 2000000 \text{ kg/cm}^2$ |

Çizelge 4.2. Mevcut bina bilgileri

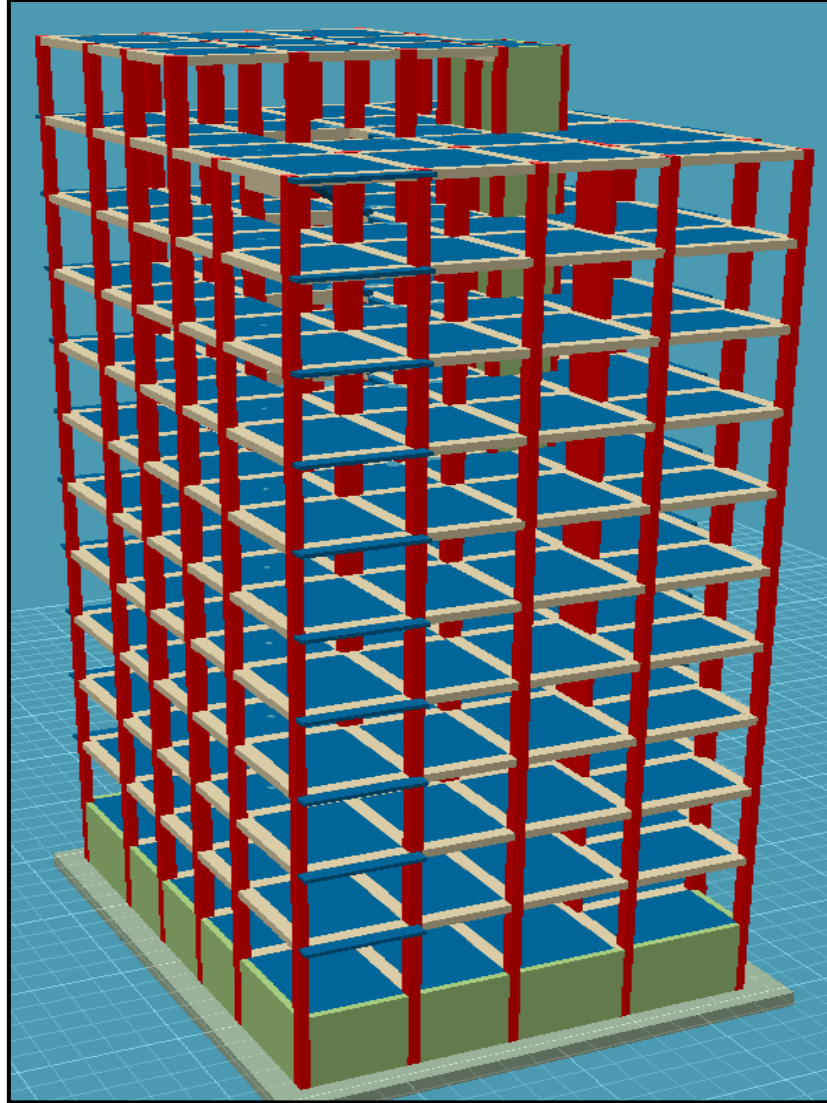
| Bina Bilgileri | |
|-----------------------|----------------------------------|
| Kat Adedi | Bodrum + Zemin + 5 / 10 / 15 Kat |
| Kat Yüksekliği | 3 m |
| Bina Yüksekliği | 21 m / 36 m / 51 m |
| Bina Oturum Alanı | 295 m ² |
| Kullanım Amacı | Konut |

Yukarıda açıklandığı şekilde kurgulanmış olan binaların yürürlükte olan DBYBHY 2007'ye göre performans analizleri, Sta4CAD Paket programı ile yapılmıştır. Mevcut binaların Sta4CAD programı ile hazırlanan 3 boyutlu modelleri, 5, 10 ve 15 katlı binalar için sırasıyla Şekil 4.3., 4.4. ve 4.5.'te görülmektedir.



Şekil 4.3. 5 katlı binanın mevcut durumunun Sta4CAD programında 3 boyutlu modeli

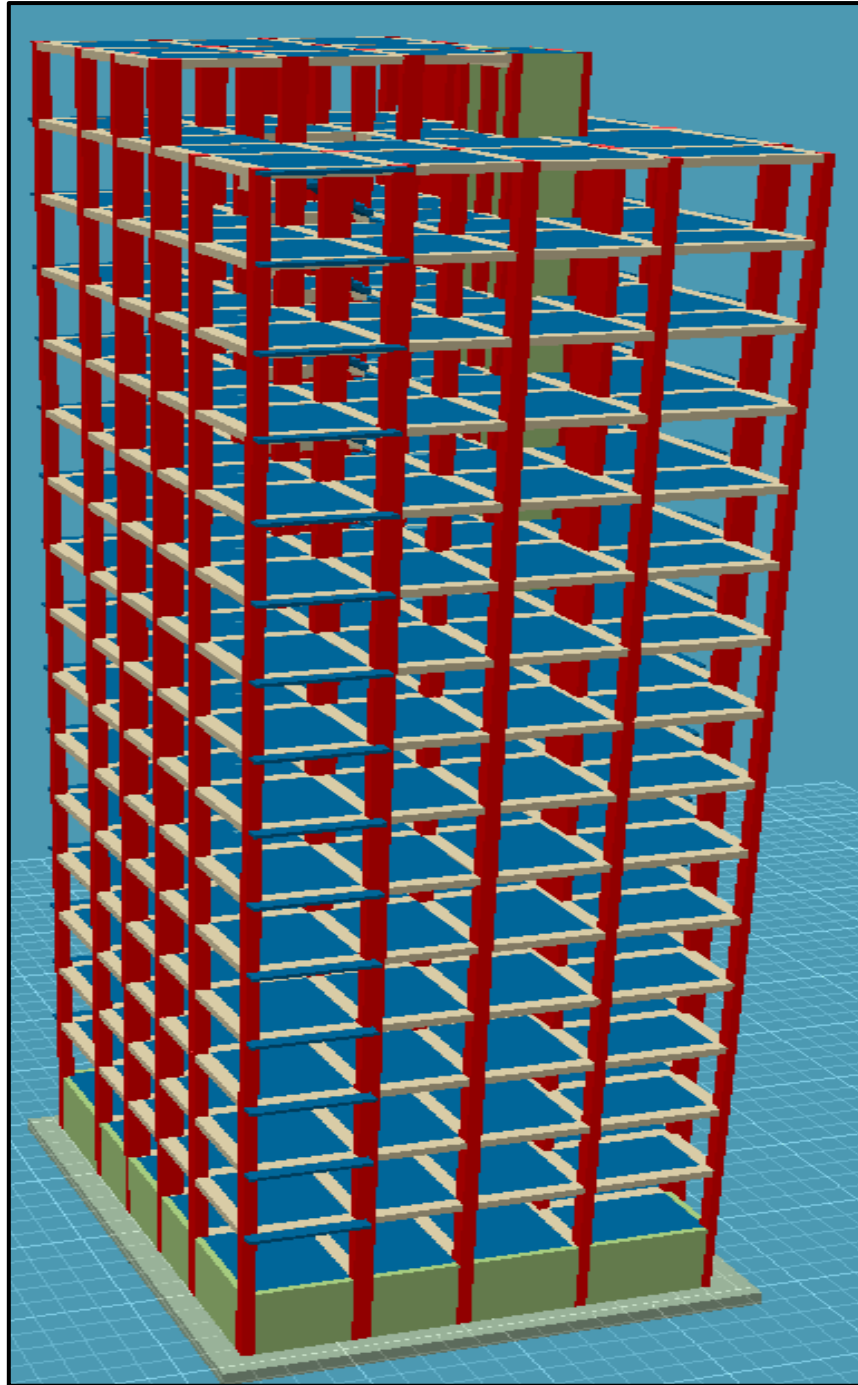
Sta4CAD paket programında binalar TS 500 ve TS 498 yönetmeliklerine uyularak modellenmiştir. TS 498'e göre kullanım amacı konut olan betonarme binalarda hareketli döşeme yükü $0,2 \text{ t/m}^2$ ve merdiven yükü $0,35 \text{ t/m}^2$ alınmıştır.



Şekil 4.4. 10 katlı binanın mevcut durumunun Sta4CAD programında 3 boyutlu modeli

Farklı kat yüksekliklerine sahip ve kullanım amaçları konut olan üç ayrı binanın betonarme tasarımları, mimarileri aynı kalacak şekilde, Türk Deprem Yönetmeliği (TDY) 1975'e göre 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem etkisi altında can güvenliği performans düzeyini sağlayacak şekilde yapılmıştır. TDY 1975 yö-

netmeliğine göre modellenirken, taşıyıcı elemanlar için, olabilecek en küçük kesitler seçilmiştir. Her üç binanın mimarisi aynı olmasına rağmen bina yüksekliklerindeki farklılıktan dolayı taşıyıcı elemanların betonarme kesitleri farklılık göstermektedir.



Şekil 4.5. 15 katlı binanın mevcut durumunun Sta4CAD programında 3 boyutlu modeli

Öncelikli olarak, eski elemanların malzeme karakteristikleri tüm elemanlara tanımlandıktan sonra (Şekil 4.6.), güçlendirme ve mevcut yapının durumunun değerlendirilebilmesi için mevcut donatıların belirlenmesi gerekmektedir. Burada ele alınan binalar gerçek bina olmadığından, binalara ait mevcut donatı miktarları, deprem ve rüzgar etkisi ihmal edilerek, yani sadece kendi ölü yükleri altında binaların yapıldığı yönetmelik şartlarına göre analiz edilerek elde edilmiştir. Böylece, binaya ait donatılar belli olmadığı için varsayım yapılarak, mevcut eleman donatısı minimum porsantaja göre düzenlenmiştir. Data giriş ekranında görülen korozyon oranı, donatılardaki alan kaybını ifade etmektedir. Hesaplarda donatı alanı bu oranda düşürülmektedir. Eğer azaltma yapılmıyorsa sıfır olarak bırakılmalıdır. Bu çalışmada bu oran sıfır olarak kabul edilmiştir.



Şekil 4.6. Mevcut elemanlara malzeme bilgilerinin tanımlanması

Binalardan bilgi toplama işleminin “kapsamlı bilgi düzeyi”nde gerçekleştirildiği varsayılmıştır. Dolayısıyla bilgi düzeyi katsayısı 1’e eşit alınmıştır.

Binaların mevcut donatıları belirlendikten sonra binanın gerçek performansını ortaya çıkarma işlemine başlanmıştır. Bu çalışmada binaların Adana’da yani 2. derece deprem bölgesinde olduğu varsayılarak performans analizleri gerçekleştirilmiştir. Binaların doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemine göre yapılan performans analizlerinden elde edilen kiriş ve kolon hasar dağılımları EK-1’de sunulmaktadır.

TDY 75’e göre projelendirilmiş üç binanın, mevcut betonarme binaların DBYBHY (2007) esaslarına göre incelenmesi sonucunda, hiçbir binanın can güvenliği performans düzeyi için gerekli koşulları sağlayamadığı anlaşılmıştır. Çizelge 4.3. ve 4.4.’te, incelenen projelerin can güvenliği performans sonuçları sırasıyla doğrusal elastik olmayan ve doğrusal elastik hesap yöntemlerine göre verilmiştir.

Çizelge 4.3. Mevcut binaların doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi ile performans analizi sonuçları

| Proje Adı | Kolon Hasar Oranı | Kiriş Hasar Oranı | Üst Kat V_c Oranı | Plastikleşen Kolon V_c Oranı | Can Güvenliği |
|-----------|---------------------------|-------------------|---------------------|--------------------------------|---------------|
| 5 Katlı | %89,3>%20 | %12<%20 | %0<%40 | %41,8>%30 | Sağlanmadı |
| 10 Katlı | IH=%3,5<%20 GB=%5,9>%0 | %4<%20 | %0<%40 | %10,6<%30 | Sağlanmadı |
| 15 Katlı | %86,7>%20 | %24>%20 | %0<%40 | %44>%30 | Sağlanmadı |

Çizelge 4.4. Mevcut binaların doğrusal elastik hesap yöntemi ile performans analizi sonuçları

| Proje Adı | Bina Yatay Yük Kapasite Oranı | Kiriş Hasar Oranı | Plastikleşen Kolon V_c Oranı | Can Güvenliği |
|-----------|-------------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------|
| 5 Katlı | 0,512 | %87,0>%20 | %12,6<%30 | Sağlanmadı |
| 10 Katlı | 0,523 | %91,3>%20 | %5,2<%30 | Sağlanmadı |
| 15 Katlı | 0,315 | %96,0>%20 | %5,9<%30 | Sağlanmadı |

Bu aşamada, yapıların DBYBHY (2007) esaslarına göre, yeterliliklerinin sağlanabilmesi açısından sistem ve eleman güçlendirmeleri gerekmektedir.

Deprem performansı yetersiz bulunan binalar için, hesap yöntemleri ve güçlendirme teknikleri değiştirilerek yapılan performans analizleri sonucunda, binalara yapılacak takviyelerin maliyetleri belirlenerek karşılaştırılmıştır. Güçlendirme için binaya ilave edilecek betonarme elemanların donatı ve beton kalitesinin sırasıyla BÇ-III ve BS30 kalite standardında olacağı varsayılmıştır. Kullanılacak malzeme özellikleri Çizelge 4.5'te verilmektedir.

Çizelge 4.5. Güçlendirme elemanlarına ait malzeme bilgileri

| Malzeme Bilgileri | |
|--------------------------|---------------------------------|
| Beton Yoğunluğu | 2,5 t/m ³ |
| Beton (BS30) | $f_{cd}= 200 \text{ kg/cm}^2$ |
| | $f_{ctd}= 12,7 \text{ kg/cm}^2$ |
| | $E_c= 317882 \text{ kg/cm}^2$ |
| Donatı (BÇ-III) | $f_{yd}= 3650 \text{ kg/cm}^2$ |
| | $f_{ywd}= 3650 \text{ kg/cm}^2$ |
| | $E_s= 2000000 \text{ kg/cm}^2$ |

Burada amaç mevcut bir binanın güçlendirme çalışmasından ziyade, bir binanın aynı şartlarda farklı güçlendirme ve farklı hesap yöntemlerinde oluşabilecek maliyet kıyaslamasıdır. Analizler sonucunda hangi takviyenin daha ekonomik olduğunun, farklı hesap yöntemlerinin verdiği sonuçlar karşılaştırılarak irdelenmesidir.

4.1. Mevcut Binalar Üzerinde Gerçekleştirilen Güçlendirme Çalışmaları

Bu bölümde, mevcut hali ile deprem performansı yeterli olmayan binalar üzerinde gerçekleştirilen güçlendirme çalışmaları sunulmaktadır. Güçlendirme çalışmalarında doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan analiz yöntemleri kullanılmıştır. Güçlendirme yapılırken,

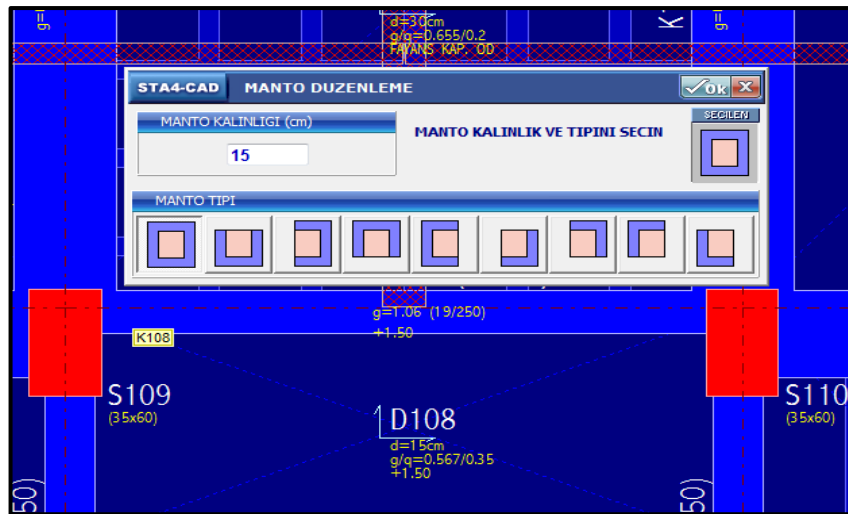
- a) Sadece betonarme mantolama ile güçlendirme,
- b) Sadece betonarme deprem perdesi ile güçlendirme

seçenekleri üzerinde durulmuş ve sonuçlar maliyet analizleri ile birlikte karşılaştırılmıştır.

4.1.1. Mevcut Binaların Betonarme Mantolama İle Güçlendirilmesi

Bu bölümde binaların sadece betonarme mantolama ile güçlendirilmesine yer verilmiştir. Bu güçlendirme yöntemi uygulanırken, maliyeti en aza indirmek amacıyla, minimum elemanın mantolanması ile sonuca ulaşılması ilkesi benimsenmiş ve bu ilkeye uygun olarak,

- a) öncelikli olarak, mevcut binanın performans analizleri sonucunda gevrek olduğu anlaşılan düşey taşıyıcı elemanların mantolanması,
- b) bu mantolamanın yeterli olmaması halinde, varsa göçme bölgesinde bulunan düşey taşıyıcı elemanların mantolanması,
- c) bunun da yeterli olmaması halinde, mantolanmamış elemanlar içinde, en çok hasar alan düşey taşıyıcı elemanlardan başlayarak yeterli minimum sayıda elemanın mantolanması



Şekil 4.7. Sta4CAD programında betonarme mantolama uygulaması

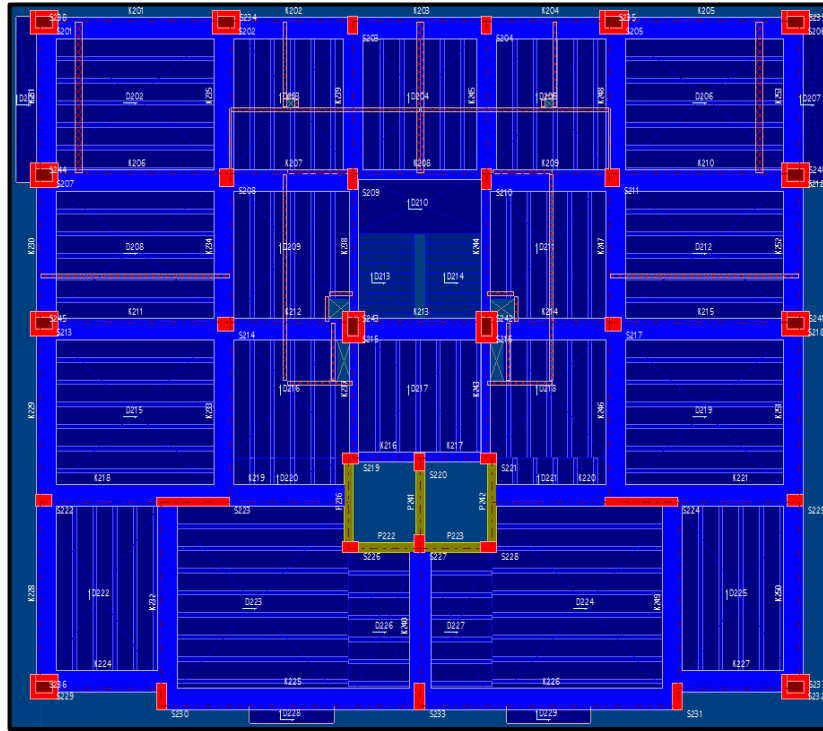
şeklinde aşamalı bir güçlendirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Mantolar ilave edilirken ayrıca, yapı ağırlık merkezi ile rijitlik merkezinin mümkün olduğu kadar birbirine yaklaşmasını sağlamaya çalışılmıştır. İlave edilecek manto kalınlıklarının 15 cm olması öngörülmüştür. Ayrıca mevcut kesitle ek kesit arasındaki en iyi kuvvet aktarımı ve aderans olacak şekilde dört taraflı mantolanacağı düşünülerek modellenmiştir. Şekil 4.7.'de, Sta4CAD programında uygulanabilecek mantolama seçenekleri görülmektedir.

4.1.1.1. Doğrusal Elastik Olmayan Yöntemle Analiz

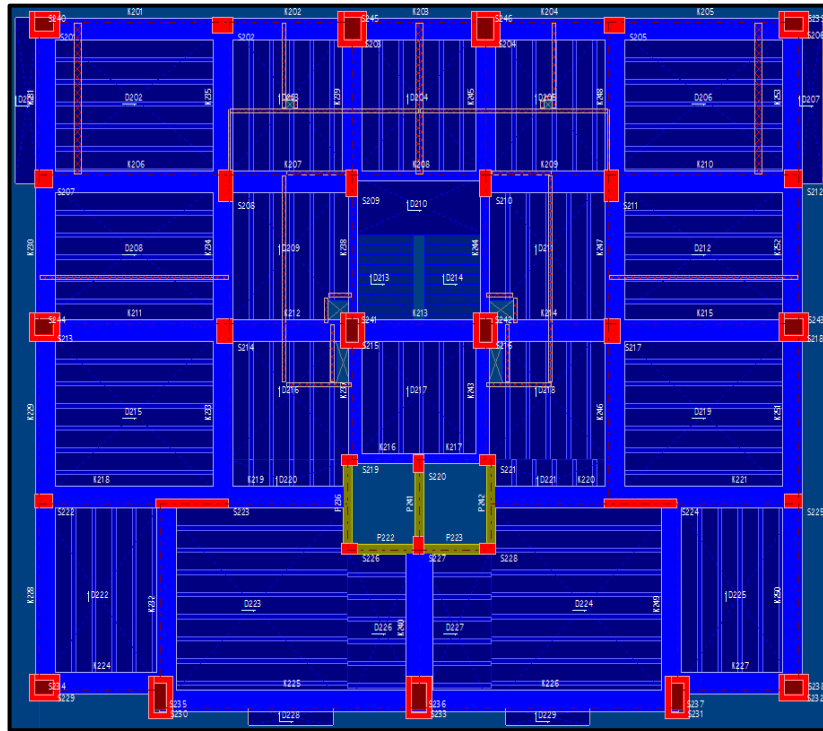
Yukarıda anlatılan güçlendirme çalışmaları, öncelikle doğrusal elastik olmayan analiz yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her üç bina için, minimum manto ilavesi ile güçlendirme sağlamak amacıyla izlenen güçlendirme aşamaları EK-2'de sunulmaktadır. Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi ile yapılan güçlendirme çalışmalarında, güçlendirmenin yeterli olduğu (can güvenliği performans düzeyinin sağlandığı) nihai duruma ait güçlendirme planları, 5, 10 ve 15 katlı bina için sırasıyla Şekil 4.8., 4.9. ve 4.10.'da, performans analiz sonuçları ise Çizelge 4.6.'da görülmektedir.

Çizelge 4.6. Güçlendirilen binaların doğrusal elastik olmayan hesap yöntemine göre performans analizi sonuçları (mantolama, nihai durum)

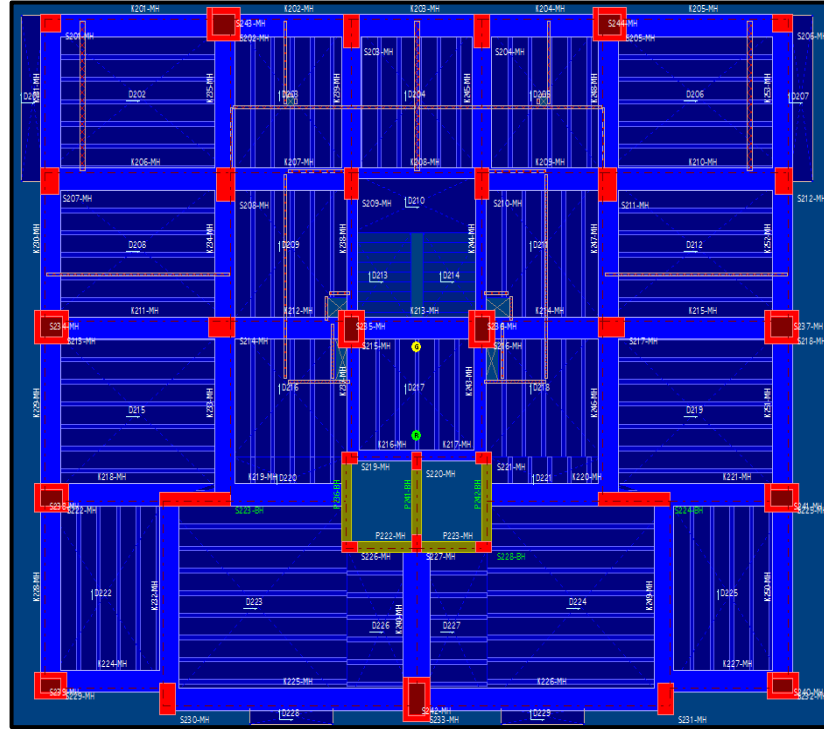
| Proje Adı | Kolon Hasar Oranı | Kiriş Hasar Oranı | Üst Kat V_c Oranı | Plastikleşen Kolon V_c Oranı | Can Güvenliği |
|-----------|-------------------|-------------------|---------------------|--------------------------------|---------------|
| 5 Katlı | %0<%20 | %0<%30 | %0<%40 | %16,3<%30 | Sağlandı |
| 10 Katlı | %0<%20 | %0<%30 | %0<%40 | %14<%30 | Sağlandı |
| 15 Katlı | %0<%20 | %0<%30 | %0<%40 | %14,3<%30 | Sağlandı |



Şekil 4.8. Betonarme mantolama ile güçlendirilen 5 katlı binanın nihai durumu (doğrusal elastik olmayan analiz)



Şekil 4.9. Betonarme mantolama ile güçlendirilen 10 katlı binanın nihai durumu (doğrusal elastik olmayan analiz)



Şekil 4.10. Betonarme mantolama ile güçlendirilen 15 katlı binanın nihai durumu (doğrusal elastik olmayan analiz)

4.1.1.2. Doğrusal Elastik Yöntemle Analiz

Aynı binaların güçlendirme çalışmaları, ikinci olarak doğrusal elastik analiz yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Ancak, her üç binada da, bütün düşey taşıyıcı elemanlar mantolanmasına rağmen, yeterli deprem performansına ulaşamamıştır. Nihai duruma (tüm düşey taşıyıcı elemanların mantolanmış olduğu durum) ait performans analiz sonuçları Çizelge 4.7.'de görülmektedir.

Çizelge 4.7. Güçlendirilen binaların doğrusal elastik hesap yöntemine göre performans analizi sonuçları (mantolama, nihai durum)

| Proje Adı | Bina Yatay Yük Kapasite Oranı | Kiriş Hasar Oranı | Plastikleşen Kolon V_c Oranı | Can Güvenliği |
|-----------|-------------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------|
| 5 Katlı | 0,974 | %84>%30 | %12,3<%30 | Sağlanmadı |
| 10 Katlı | 0,883 | %91,3>%30 | %6,5<%30 | Sağlanmadı |
| 15 Katlı | 0,551 | %100>%30 | %4,9<%30 | Sağlanmadı |

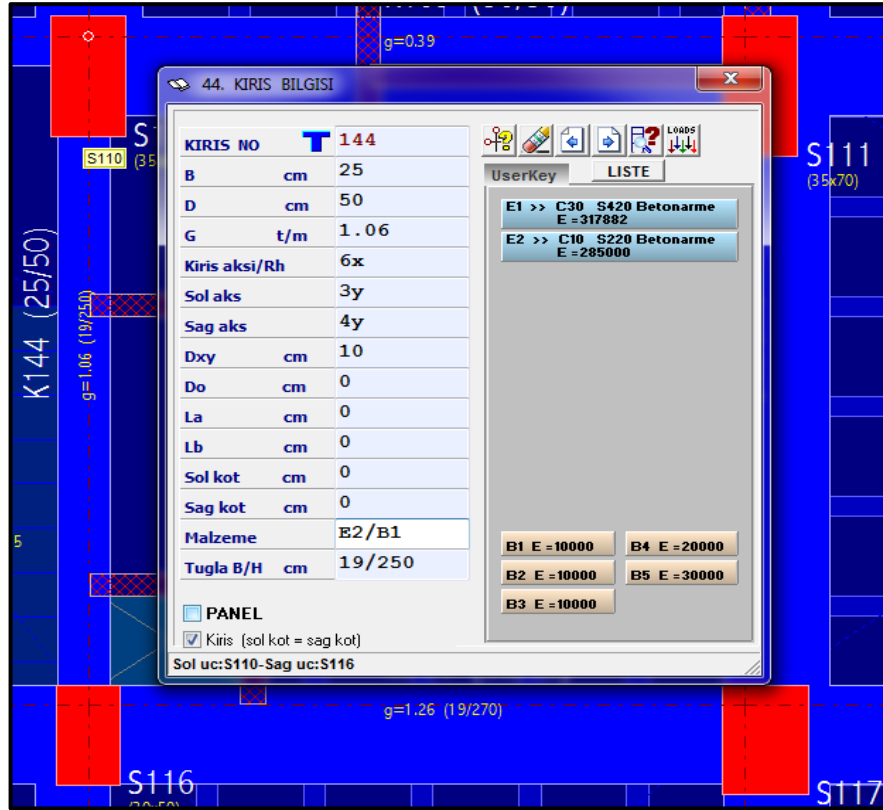
4.1.2. Mevcut Binaların Deprem Perdesi İle Güçlendirilmesi

Taşıyıcı sistemin depreme karşı güçlendirilmesinde, sisteme yeni perdelerin ilave edilmesine oldukça yaygın olarak rastlanmaktadır. Yeni perdeler, mevcut sistemin kapasite bakımından deprem güvenliğini artırırken diğer yandan taşıyıcı sistemdeki yanal yer değiştirmeleri de sınırlamaktadır. Eklenen yeni perdeler, tüm sistemin rijitliğini arttırdığı gibi binaya gelen toplam deprem kuvvetini de artırır. Etkiler sistemde değişik bir dağılımla ortaya çıkar. Bu durumda perdelerin sisteme yerleştirilmesine büyük özen gösterilmelidir. Perdeler, binada çok fazla eksantrisite meydana getirmeyecek şekilde uygun yerlere yapılmalıdır. Sisteme yeni perdeler eklemesindeki en önemli nokta, yapılan perdenin mevcut sistemle bir bütün halinde çalışmasını sağlamaktır. Bu yüzden mümkün olduğu kadar perde donatılarının katlar arasındaki sürekliliği sağlanmalıdır (Parlakoğlu, 2010).

Bu bölümde binaların sadece betonarme deprem perdesi ilavesi ile güçlendirilmesine yer verilmiştir. Bu güçlendirme yöntemi uygulanırken, maliyeti en aza indirmek amacıyla, minimum perde ilavesi ile sonuca ulaşılması ilkesi benimsenmiştir. Mantolama işleminde olduğu gibi takviye çalışması yine aşama aşama yapılmıştır. Gevrek elemanlar güçlendirildikten sonra binanın rijitlik merkezi ve ağırlık merkezi baz alınarak, bunları olabildiğince yaklaştıracak doğrultuda takviyeler eklenmiştir. Kuvvet dağılımının daha düzgün olması amacıyla, perdelerin daha küçük boyutlarda fakat sık olarak yapılması tercih edilmiştir. Aksi taktirde, az sayıda yapılan perdelerde aşırı derecede zorlanmalar meydana gelmektedir. Analizler, perde başlık bölgeleri olarak mevcut kolondan yararlanıldığı ve mevcut kirişlere epoksi yardımıyla filiz ekileceği düşünülerek yapılmıştır. Sta4CAD ile yapılan modellemede perde ekleme işlemi, isabet eden kirişler perdeye dönüştürülerek gerçekleştirilmiştir. Mevcut kirişlerin malzeme karakteristikleri değiştirilerek deprem perdesine çevrilmesi işlemi Şekil 4.11.'de gösterilmektedir.

Güçlendirme çalışmalarına öncelikli olarak gevrek kiriş elemanların yerine perde eklenmesi ile başlanılmıştır. Güçlendirilen elemanların sürekliliğini sağlamak amacıyla tüm katlarda perde devam ettirilmiştir. Mimari açıdan yerleştirmesi daha uygun olmasından dolayı öncelikli olarak bina dışına güçlendirme işlemi yapılmıştır.

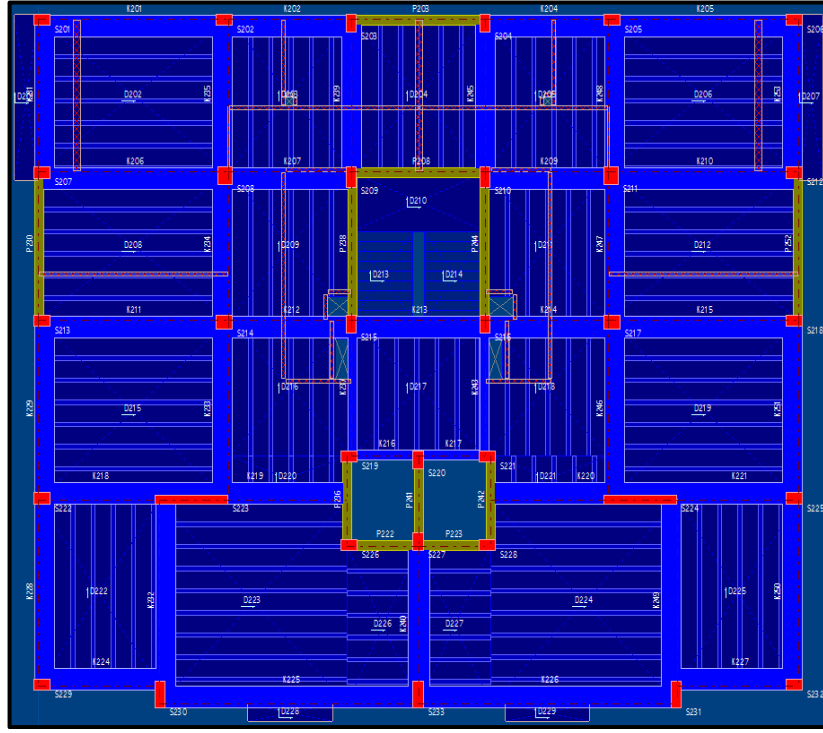
Analizler yapılırken yine, doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri kullanılmıştır.



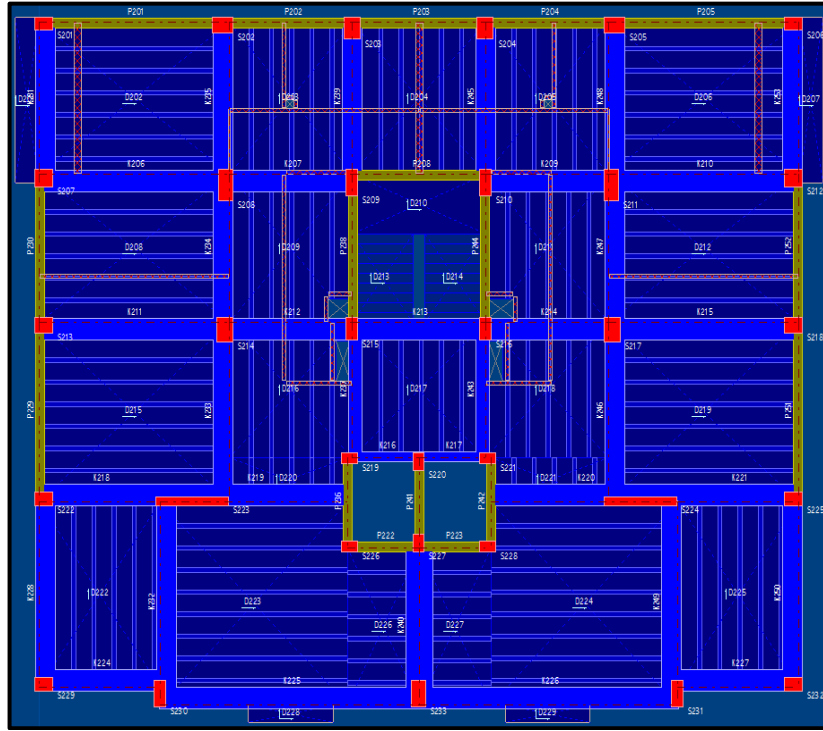
Şekil 4.11. Sta4CAD programında mevcut kirişlerin deprem perdesine çevrilmesi

4.1.2.1. Doğrusal Elastik Olmayan Yöntemle Analiz

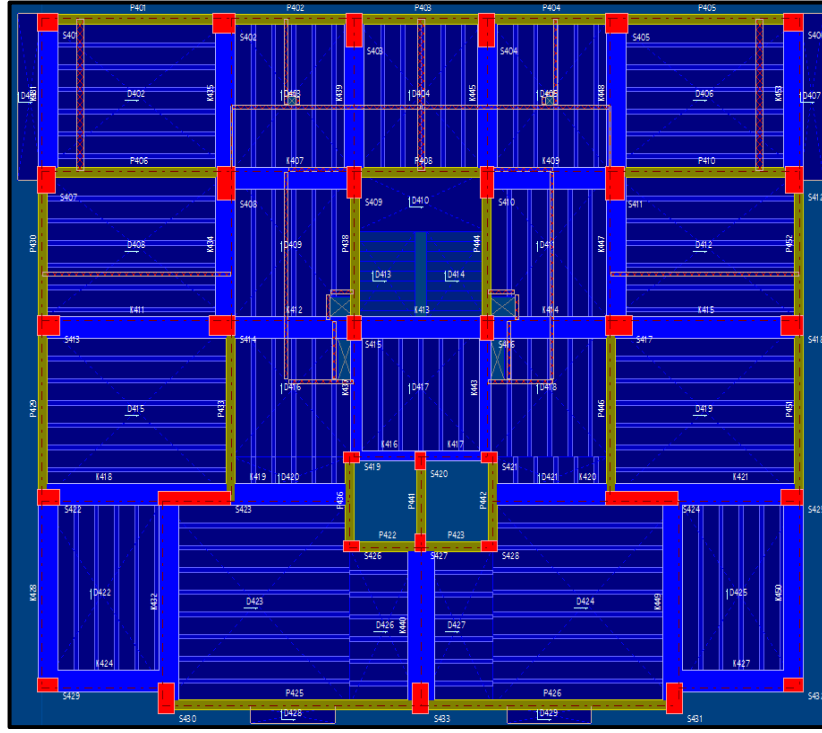
Yukarıda anlatılan güçlendirme çalışmaları, öncelikle doğrusal elastik olmayan analiz yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her üç bina için, minimum perde ilavesi ile güçlendirme sağlamak amacıyla izlenen güçlendirme aşamaları EK-3'te sunulmaktadır. Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi ile yapılan güçlendirme çalışmalarında, güçlendirmenin yeterli olduğu (can güvenliği performans düzeyinin sağlandığı) nihai duruma ait güçlendirme planları, 5, 10 ve 15 katlı bina için sırasıyla Şekil 4.12., 4.13. ve 4.14.'te, performans analiz sonuçları ise Çizelge 4.8.'de görülmektedir.



Şekil 4.12. Betonarme deprem perdesi ile güçlendirilen 5 katlı binanın nihai durumu (doğrusal elastik olmayan analiz)



Şekil 4.13. Betonarme deprem perdesi ile güçlendirilen 10 katlı binanın nihai durumu (doğrusal elastik olmayan analiz)



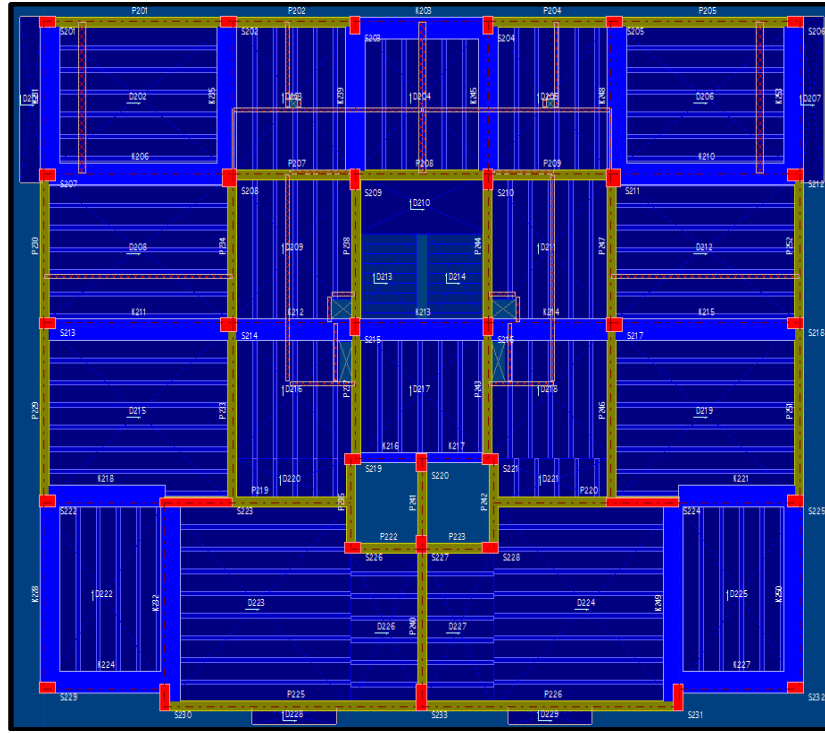
Şekil 4.14. Betonarme deprem perdesi ile güçlendirilen 15 katlı binanın nihai durumu (doğrusal elastik olmayan analiz)

Çizelge 4.8. Güçlendirilen binaların doğrusal elastik olmayan hesap yöntemine göre performans analizi sonuçları (perdeleme, nihai durum)

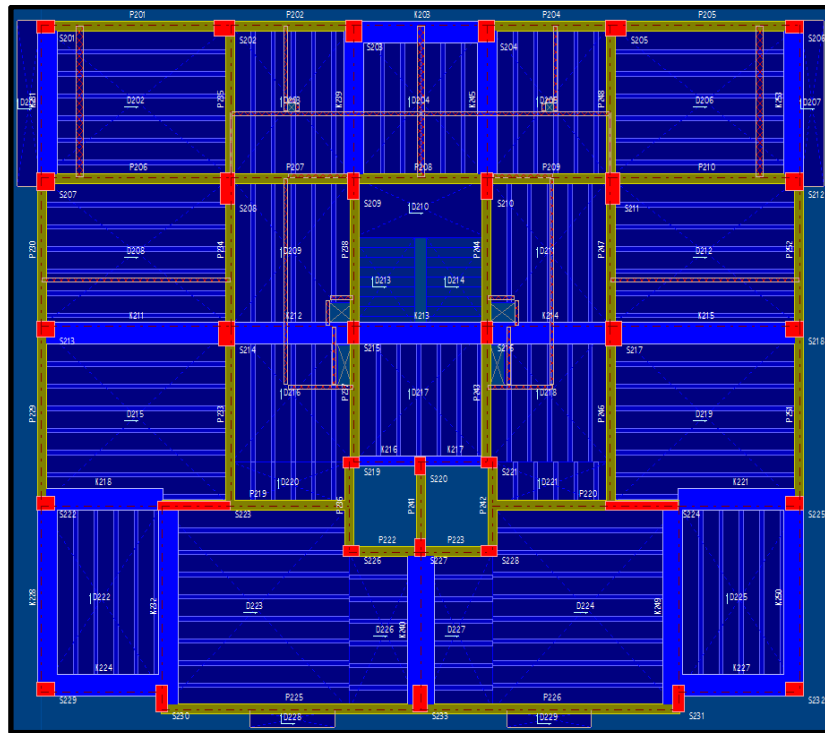
| Proje Adı | Kolon Hasar Oranı | Kiriş Hasar Oranı | Üst Kat V_c Oranı | Plastikleşen Kolon V_c Oranı | Can Güvenliği |
|-----------|-------------------|-------------------|---------------------|--------------------------------|---------------|
| 5 Katlı | %0<%20 | %0<%30 | %0<%40 | %1,2<%30 | Sağlandı |
| 10 Katlı | %0<%20 | %0<%30 | %0<%40 | %3,6<%30 | Sağlandı |
| 15 Katlı | %0<%20 | %0<%30 | %0<%40 | %24,4<%30 | Sağlandı |

4.1.2.2. Doğrusal Elastik Yöntemle Analiz

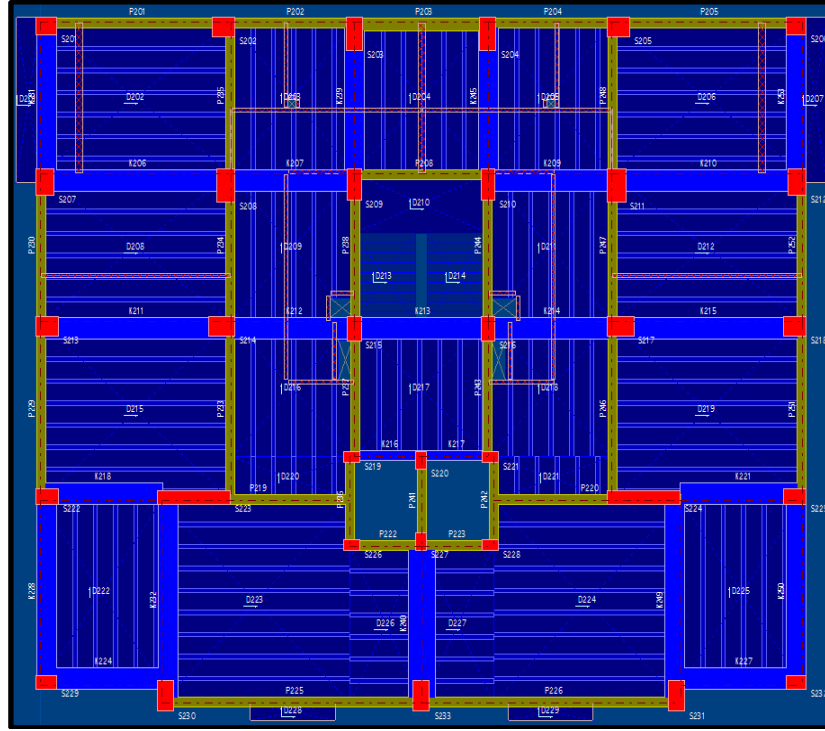
Aynı binaların güçlendirme çalışmaları, ikinci olarak doğrusal elastik analiz yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her üç bina için, minimum perde ilavesi ile güçlendirme sağlamak amacıyla izlenen güçlendirme aşamaları EK-4'te sunulmaktadır. Doğrusal elastik hesap yöntemi ile yapılan güçlendirme çalışmalarında, güçlendirmenin yeterli olduğu (can güvenliği performans düzeyinin sağlandığı) nihai duruma ait güçlendirme planları, 5, 10 ve 15 katlı bina için sırasıyla Şekil 4.15., 4.16. ve 4.17.'de, performans analiz sonuçları ise Çizelge 4.9.'da görülmektedir.



Şekil 4.15. Betonarme deprem perdesi ile güçlendirilen 5 katlı binanın nihai durumu (doğrusal elastik analiz)



Şekil 4.16. Betonarme deprem perdesi ilavesi ile güçlendirilen 10 katlı binanın nihai durumu (doğrusal elastik analiz)



Şekil 4.17. Betonarme deprem perdesi ilavesi ile güçlendirilen 15 katlı binanın nihai durumu (doğrusal elastik analiz)

Çizelge 4.9. Güçlendirilen binaların doğrusal elastik hesap yöntemine göre performans analizi sonuçları (perdeleme, nihai durum)

| Proje Adı | Bina Yatay Yük Kapasite Oranı | Kiriş Hasar Oranı | Plastikleşen Kolon V_c Oranı | Can Güvenliği |
|-----------|-------------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------|
| 5 Katlı | 1,992 | %0<%30 | %9,3<%30 | Sağlandı |
| 10 Katlı | 0,753 | %0<%30 | %4,1<%30 | Sağlandı |
| 15 Katlı | 0,560 | %0<%30 | %0<%30 | Sağlandı |

4.2. Güçlendirme Yapılan Binalarda Maliyet Çalışması

İncelemesi yapılan mevcut binaların güçlendirme maliyetleri, DBYBHY (2007) esaslarına göre yapılan güçlendirme çalışmaları ve yapı güvenliği kadar önemlidir. Maliyetler, 2015 yılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı birim fiyatları kullanılarak çıkarılmıştır. Maliyet analizleri EK-5'te detaylı olarak poz ve miktarları belirttikten sonra verilmiştir. Doğrusal elastik olmayan analiz yöntemi ile elde edilen maliyetler

Çizelge 4.10.'da, doğrusal elastik analiz yöntemi ile elde edilen maliyetler ise Çizelge 4.11.'de özetlenmektedir. Doğrusal elastik hesap yöntemi ile yapılan betonarme mantolama metoduyla güçlendirme çalışması sonucunda hiçbir bina için can güvenliği performans düzeyine ulaşamadığından, bu kalemle ilgili maliyet analizi yapılamamıştır.

Çizelge 4.10. Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi ile yapılan güçlendirme maliyetleri

| Proje Adı | Yeniden Yapım Maliyeti | Betonarme Mantolama ile Güçlendirme | Deprem Perdesi ile Güçlendirme |
|------------------|-------------------------------|--|---------------------------------------|
| 5 Katlı | 1.548.750,00 TL | 270.378,05 TL | 86.821,16 TL |
| 10 Katlı | 2.655.000,00 TL | 374.596,35 TL | 227.576,83 TL |
| 15 Katlı | 3.761.250,00 TL | 863.270,11 TL | 691.799,34 TL |

Çizelge 4.11. Doğrusal elastik hesap yöntemi ile yapılan güçlendirme maliyetleri

| Proje Adı | Yeniden Yapım Maliyeti | Betonarme Mantolama ile Güçlendirme | Deprem Perdesi ile Güçlendirme |
|------------------|-------------------------------|--|---------------------------------------|
| 5 Katlı | 1.548.750,00 TL | - | 406.715,74 TL |
| 10 Katlı | 2.655.000,00 TL | - | 956.023,23 TL |
| 15 Katlı | 3.761.250,00 TL | - | 1.389.748,25 TL |

5. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında, TDY 75 yönetmeliğine göre projelendirilmiş betonarme çerçeveli bir binanın mimarisi baz alınarak yapılan 5, 10 ve 15 katlı binalar ele alınmıştır. DBYBHY (2007) esaslarına göre, konut türü yapılardan beklenen, tasarım depremi (50 yılda aşılma olasılığı %10) etkisi altında can güvenliği performans düzeyini sağlayamayan bu binaların betonarme mantolama ve betonarme deprem perdesi ekleme yöntemleri ile güçlendirme çalışmaları yapılarak maliyet karşılaştırmaları gerçekleştirilmiştir.

İncelemeye alınan mevcut projeler üzerinde yapılan hesaplama ve değerlendirmeler sonrası, ortaya çıkan sonuçlar aşağıda sunulmaktadır.

Mevcut binalara ait performans analiz sonuçları incelendiğinde, en dikkat çeken husus, performans düzeylerinin kullanılan hesap yöntemine bağlı olarak çok değişkenlik göstermesidir. Doğrusal elastik hesap yöntemi ile performansı yetersiz bulunan bir bina, doğrusal elastik olmayan hesap yöntemiyle incelendiğinde yeterli bulunabilmektedir. Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemine göre betonarme mantolama ve deprem perdesi ilavesi yapılan örnek binaların tamamının bina performans seviyesini sağladığı, ancak doğrusal elastik hesap yöntemine kullanıldığında aynı bina örneklerinin bazılarında gereken performans seviyesinin sağlanamadığı sonucuna varıldığı görülmüştür. Bu sonuçların değerlendirilmesinden, doğrusal elastik analiz yöntemlerinin, doğrusal olmayan yöntemlere göre daha güvenli yönde sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır.

Doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerine göre güçlendirilen üç binanın maliyet analizlerinin, binaların yeniden yapım maliyetlerine oranları Çizelge 5.1.'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden görüleceği üzere, hesap yönteminden bağımsız olarak, betonarme deprem perdesi ilavesi ile yapılan güçlendirmenin, betonarme mantolamaya göre daha az maliyetli olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 5.1. Güçlendirme maliyetlerinin, binanın yeniden yapım maliyetine oranları

| Hesap Yöntemi | Bina | Mantolama | Deprem Perdesi |
|--------------------------|----------|-----------|----------------|
| Doğrusal Elastik | 5 Katlı | - | % 26 |
| | 10 Katlı | - | % 36 |
| | 15 Katlı | - | % 37 |
| Doğrusal Elastik Olmayan | 5 Katlı | % 17 | % 6 |
| | 10 Katlı | % 14 | % 9 |
| | 15 Katlı | % 23 | % 18 |

Tez çalışmasında ayrıca, güçlendirme amacı ile eklenen deprem perdelerinin ve betonarme mantolamanın binanın yapısal özelliklerine etkisi irdelenmiştir. Yapının manto veya perde ile güçlendirilmesi sonucunda periyot değerlerinin düştüğü görülmüştür (Çizelge 5.2. ve 5.3.).

Çizelge 5.2. Doğrusal elastik hesap yöntemine göre bina periyotları

| Bina Bilgileri | Mevcut Durum | | Mantolama | | Deprem Perdesi | |
|----------------|--------------|-------|--------------|-------|----------------|-------|
| | Periyot (sn) | | Periyot (sn) | | Periyot (sn) | |
| | T_x | T_y | T_x | T_y | T_x | T_y |
| 5 Katlı | 1,203 | 0,827 | 0,963 | 0,590 | 0,218 | 0,183 |
| 10 Katlı | 2,015 | 1,612 | 1,807 | 1,152 | 0,381 | 0,316 |
| 15 Katlı | 3,120 | 2,641 | 2,957 | 2,235 | 0,547 | 0,753 |

Çizelge 5.3. Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemine göre bina periyotları

| Bina Bilgileri | Mevcut Durum | | Mantolama | | Deprem Perdesi | |
|----------------|--------------|-------|--------------|-------|----------------|-------|
| | Periyot (sn) | | Periyot (sn) | | Periyot (sn) | |
| | T_x | T_y | T_x | T_y | T_x | T_y |
| 5 Katlı | 0,862 | 0,710 | 0,793 | 0,685 | 0,733 | 0,603 |
| 10 Katlı | 2,017 | 1,651 | 1,987 | 1,383 | 1,305 | 1,107 |
| 15 Katlı | 3,126 | 2,680 | 3,032 | 2,170 | 2,017 | 1,486 |

Birim şekil değiştirmeler ve plastik dönmeler, kesit hasar oranı ile doğrudan bağlantılı olduğundan, yapısal elemanlarda meydana gelen deformasyonların, elemanların ve nihayetinde tüm çerçeve sisteminin hasar durumunda önemli rolü vardır.

Analizler sonucunda, plastikleşen kesitlerin dönme değerinin güçlendirilmiş binalarda önemli miktarda azaldığı görülmüştür. Çizelge 5.4. ve 5.5.'te görüldüğü gibi mevcut sisteme güçlendirme tekniklerinden deprem perdesinin ilavesinin, dep-

lasmandaki düşüş nedeniyle bir diğer güçlendirme tekniğine kıyasla çok daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Çizelge 5.4. Doğrusal elastik hesap yöntemine göre maksimum deplasman ve plastik dönme değerleri

| Kat | Mevcut Durum | | | Mantolama | | | Deprem Perdesi | | |
|-----|--------------|------------|----------------|------------|------------|----------------|----------------|------------|----------------|
| | Δ_x | Δ_y | θ_{max} | Δ_x | Δ_y | θ_{max} | Δ_x | Δ_y | θ_{max} |
| 5 | 0,0306 | 0,0315 | 0,0036 | 0,0297 | 0,0197 | 0,0025 | 0,0129 | 0,0127 | 0,0003 |
| 10 | 0,0563 | 0,0665 | 0,0024 | 0,0465 | 0,0507 | 0,0018 | 0,0279 | 0,0321 | 0,0001 |
| 15 | 0,2034 | 0,1754 | 0,0050 | 0,1233 | 0,1446 | 0,0027 | 0,0985 | 0,0302 | 0,0001 |

Çizelge 5.5. Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemine göre maksimum deplasman ve plastik dönme değerleri

| Kat | Mevcut Durum | | | Mantolama | | | Deprem Perdesi | | |
|-----|--------------|------------|----------------|------------|------------|----------------|----------------|------------|----------------|
| | Δ_x | Δ_y | θ_{max} | Δ_x | Δ_y | θ_{max} | Δ_x | Δ_y | θ_{max} |
| 5 | 0,0397 | 0,0325 | 0,0029 | 0,0382 | 0,0305 | 0,0027 | 0,0224 | 0,0204 | 0,0005 |
| 10 | 0,0710 | 0,0674 | 0,0021 | 0,0606 | 0,0590 | 0,0018 | 0,0422 | 0,0451 | 0,0016 |
| 15 | 0,2255 | 0,1786 | 0,0041 | 0,1805 | 0,1505 | 0,0035 | 0,1003 | 0,0647 | 0,0024 |

KAYNAKLAR

- AYDOĞAN, M., ÖZTÜRK, T., 2002. Betonarme Yapılarda Güçlendirme Uygulamaları. Prof. Dr. Kemal Özden'i Anma Semineri, İTÜ İnşaat Fakültesi, 39-69.
- AYKAÇ, B., Can, H., 2008. Mantolama Yönteminin Dikdörtgen Kesitli Betonarme Kolonlarda Uygulanabilirliği. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Ankara, 23(1), 223-229.
- ÇEVRE ve ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI, 2007. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Ankara.
- ÇEVRE ve ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI, 1975. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara.
- ÇEVRE ve ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI, 2015. İnşaat Birim Fiyat Analizleri.
- CAN, H., CISDIK, M., AYKAÇ, S., 1999. Dairesel Manto İle Onarılmış / Güçlendirilmiş Betonarme Kolonların Eksenel Yük Altında Davranışı. İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergi, 10(3).
- CELEP, Z., 2002. Mevcut Betonarme Binaların Deprem Güvenliğinin Belirlenmesi ve Güçlendirilmesi Genel Kurallar. Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi Alanında Gelişmeler Bildiriler Kitabı, Maya Basın Yayın, İstanbul, 99-136.
- ÇATAL, H.H., DÜZGÜN, M., 1999. Perde-Çerçeve Sistemlerin Bilgisayar ile Çözüm Modellerinin Kıyaslanması. Türkiye İnşaat Mühendisliği 15. Teknik Kongre ve Sergisi Bildiriler Kitabı. Minpa Matbaacılık, Ankara, 352-365.
- DEMİR, H., 1995. Depremlerden Hasar Gören Yapıların Kolonlarının Onarım ve Güçlendirilmesi. 3. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 495-505.
- ELİBOL, O., 2001. 17 Ağustos Depreminin Ekonomik Boyutları İle Orta Hasarlı Binaların Onarım-Güçlendirme Maliyet Analizleri ve Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., İstanbul, 1-30.
- ERDEM, M.F., 2008. Perde Duvar ve Betonarme Mantolama Yöntemleriyle Güçlendirilen Binalarda Güçlendirme Maliyetinin İncelenmesi Akşehir İHL Örneği. Yüksek Lisans Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- GÜNEYİSİ, E.M., ALTAY, G., 2004. Farklı Yöntemler Kullanılarak Güçlendirilmiş Betonarme Binaların Performansa Dayalı Tasarıma Göre Deprem Performanslarının Belirlenmesi. Türkiye İnşaat Mühendisliği 17. Teknik Kongre ve Sergisi, İstanbul, 27-31.
- GÜROL, K.B., 2007. Deprem Dayanımı Yetersiz Betonarme Binaları Güçlendirme Yöntemleri. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- HASGÜR, Z., TAŞKIN, B., 2002. Güçlendirme Öncesi ve Sonrası Hasar İndislerinin Betonarme Perde-Çerçevesel Yapılarda Tayini, Prof. Dr. Kemal Özden'i Anma Semineri, İstanbul, 155-176.
- KALTAKÇI, M.Y., YAVUZ, G., 2003. Kısmi Betonarme Perde Duvar İle Güçlendirilmiş Sünek Olmayan Betonarme Çerçevelerin Deprem Davranışı. Yapı Mekaniği Laboratuvarları Toplantısı 2, S.Ü., Konya, 1-28.
- KARADOĞAN, F., ÜLKER, R., BODUROĞLU, H., YÜKSEL, E., 1993. Deprem Perdeleri İle Güçlendirilmiş Yapılar ve Temelleri. 2. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 1-8.
- KARADUMAN, M., KALTAKÇI M.Y., UMUCALILAR A., ÇINAR B., 1999. Betonarme Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesinde Karşılaşılan Sorunlar ve Bir Uygulama Örneği. Türkiye İnşaat Mühendisliği 15. Teknik Kongre ve Sergisi Bildiriler Kitabı. Minpa Matbaacılık, Ankara, 95-111.
- ÖZER, E., PALA, S., KARADAŞ, M., GİRGİN, K., ORAKDÖĞEN, E., 1993. Mevcut Betonarme Binaların Deprem Güvenliklerinin Belirlenmesi. 2. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, 469-480.
- PARLAÇOĞLU, H., 2010. 3-6 Katlı Betonarme Çerçevesel Binaların Karbon Takviyeli Elyaflar İle Güçlendirilmesi ve Diğer Güçlendirme Yöntemleri İle Maliyetlerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- RODRÍGUEZ, M., PARK, R., 1994. Seismic Load Tests on Reinforced Concrete Columns Strengthened by Jacketing. ACI Structural Journal, 91(2): 150-159.

- SAATÇIOĞLU, M., 2002.Yapıların Depreme Karşı Güçlendirilmesinde Yeni Yöntemler. Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi Alanında Gelişmeler Bildiriler Kitabı, Maya Basın Yayın, İstanbul, 221-244.
- SAYIN, B., 2003. Mevcut Betonarme Yapıların Yeni Deprem Yönetmeliğine Göre Projelendirilmesi ve Güçlendirme Teknikleri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-36.
- SEZER, F., GENÇOĞLU, M. ve CELEP, Z.,2007. Deprem Yönetmeliği Kuralları İle Betonarme Binaların Deprem Güvenliğinin Değerlendirilmesine Kıyaslamalı Bir Bakış. Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, 539-550.
- ŞİK, H., 2014. Deprem Güvenliği Yetersiz Betonarme Bir Bina İçin Farklı Güçlendirme Önerilerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- ŞİRİN, C., 2006. Yapılarda Oluşan Hasar Biçimleri ve Nedenleri ve Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi Teknikleri İle Bir Yapının Güçlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- TS-498, 1997. Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS-500, 2000. Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS-708, 2010. Çelik - Betonarme İçin - Donatı Çeliği, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- ULUÖZ, D., 2010. Mevcut Binaların Güçlendirme Maliyetlerine Etki Eden Parametreler. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- ÜRÜNVEREN, M.F., 2010. Çok Katlı Betonarme Yapılarda Deprem Performansının Belirlenmesi Yöntemleri ve Güçlendirme Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- YAKAR, T., 2001.Betonarme ve Çelik Yapı Elemanlarıyla Güçlendirilen Çok Katlı Bir Betonarme Yapının Güçlendirme Maliyetlerinin Kıyaslanması. Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-44.

YANMAZ, Ö., LUŞ H., 2005. Yapı Güçlendirme Yöntemlerinin Fayda-Maliyet Analizi. İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergi, 16(2).

ÖZGEÇMİŞ

05/07/1988 yılında Adana'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana'da tamamladı. 2006 yılında başladığı Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden 2011 yılında mezun oldu ve 2012 yılında Çukurova Üniversitesi'nde yüksek lisansa başladı.

EKLER

EK-1
MEVCUT YAPILARIN PERFORMANS
ANALİZLERİNE AİT
HASAR TABLOLARI

Doğrusal Elastik Hesap Yöntemine Göre 5 Katlı Binanın Mevcut Durum Sta4CAD Analiz Sonuçları

Bina Performans Sonucu

BINA PERFORMANS SONUCU:
 Bina yatay yük kapasite oranı 2. kat : $V_r/V_e=118.56/231.38=0.512$
 Göçme bölgesi Kiriş Hasar oranı= $\%87.0>\%20$ Göçmenin önlenmesi durumu \times
 Göçme durumu, Güçlendirme gereklidir. Can güvenliği \times
 Göçmenin önlenmesi durumu yeterlilik kontrolü:
 Göçme bölgesi Kiriş Hasar oranı= $\%87.0>\%20$ \times
 Plastiklesen kolon Vc oranı= $\%12.6<\%30$ \checkmark , (GB= $\%0$ \checkmark)

Kiriş Hasar Yüzdeleri

| KAT NO | (-X) | | | | (X) | | | | (-Y) | | | | (Y) | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB |
| 7 | 23.1 | 7.7 | 38.5 | 30.8 | 23.1 | 7.7 | 53.8 | 15.4 | 0.0 | 0.0 | 33.3 | 66.7 | 0.0 | 41.7 | 41.7 | 16.7 |
| 6 | 4.0 | 20.0 | 8.0 | 68.0 | 4.0 | 20.0 | 16.0 | 60.0 | 0.0 | 8.7 | 13.0 | 78.3 | 8.7 | 4.3 | 52.2 | 34.8 |
| 5 | 0.0 | 4.0 | 16.0 | 80.0 | 4.0 | 4.0 | 20.0 | 72.0 | 0.0 | 8.7 | 4.3 | 87.0 | 0.0 | 21.7 | 34.8 | 43.5 |
| 4 | 0.0 | 4.0 | 16.0 | 80.0 | 4.0 | 8.0 | 4.0 | 84.0 | 0.0 | 8.7 | 4.3 | 87.0 | 0.0 | 13.0 | 34.8 | 52.2 |
| 3 | 0.0 | 8.0 | 12.0 | 80.0 | 4.0 | 12.0 | 4.0 | 80.0 | 4.3 | 4.3 | 4.3 | 87.0 | 0.0 | 26.1 | 26.1 | 47.8 |
| 2 | 4.0 | 12.0 | 4.0 | 80.0 | 16.0 | 0.0 | 4.0 | 80.0 | 8.7 | 0.0 | 4.3 | 87.0 | 4.3 | 21.7 | 43.5 | 30.4 |
| 1 | 6.3 | 18.8 | 25.0 | 50.0 | 12.5 | 25.0 | 43.8 | 18.8 | 13.3 | 20.0 | 40.0 | 26.7 | 53.3 | 20.0 | 13.3 | 13.3 |
| Max. | | | | | | | 53.8 | | | | | 87.0 | 53.3 | 41.7 | | |

X yönü kiriş sayısı=16,25,25,25,25,25,13
 Y yönü kiriş sayısı=15,23,23,23,23,23,12

Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı

| KAT NO | (-X) | | | | (X) | | | | (-Y) | | | | (Y) | | | |
|--------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB |
| 7 | 85.7 | 7.1 | 5.5 | 1.7 | 83.7 | 9.2 | 5.9 | 1.1 | 88.6 | 1.2 | 9.8 | 0.3 | 89.0 | 6.0 | 2.5 | 2.6 |
| 6 | 81.3 | 8.9 | 3.2 | 6.6 | 79.9 | 9.4 | 6.8 | 3.9 | 82.8 | 10.7 | 5.0 | 1.5 | 84.7 | 10.5 | 2.6 | 2.2 |
| 5 | 79.4 | 4.6 | 8.1 | 7.9 | 79.8 | 5.3 | 8.1 | 6.8 | 88.5 | 5.2 | 3.0 | 3.4 | 89.9 | 4.1 | 3.6 | 2.4 |
| 4 | 79.4 | 4.3 | 4.0 | 12.3 | 80.0 | 3.3 | 6.6 | 10.1 | 87.9 | 4.3 | 3.5 | 4.3 | 88.7 | 3.2 | 5.7 | 2.4 |
| 3 | 78.5 | 4.1 | 3.6 | 13.8 | 79.1 | 3.7 | 3.0 | 14.2 | 89.1 | 2.7 | 4.0 | 4.3 | 89.5 | 3.1 | 5.0 | 2.4 |
| 2 | 66.3 | 12.7 | 3.3 | 17.7 | 65.7 | 13.8 | 3.0 | 17.5 | 83.4 | 5.5 | 6.5 | 4.6 | 83.6 | 5.0 | 7.4 | 4.1 |
| 1 | 98.4 | 1.4 | 0.1 | 0.0 | 98.6 | 1.2 | 0.1 | 0.1 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Max. | | | | 17.7 | | | 13.8 | | 100. | | 9.8 | | | | | |

Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı

| KAT NO | (-X) | | (X) | | (-Y) | | (Y) | |
|--------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|
| | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB |
| 7 | 88.5 | 11.5 | 87.4 | 12.6 | 90.6 | 9.4 | 92.9 | 7.1 |
| 6 | 93.3 | 6.7 | 89.4 | 10.6 | 93.0 | 7.0 | 95.6 | 4.4 |
| 5 | 100. | 0.0 | 98.5 | 1.5 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 4 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 3 | 97.3 | 2.7 | 100. | 0.0 | 99.2 | 0.8 | 99.2 | 0.8 |
| 2 | 97.7 | 2.3 | 100. | 0.0 | 99.2 | 0.8 | 99.2 | 0.8 |
| 1 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| Max. | 100. | | | 12.6 | | | | |

Doğrusal Elastik Hesap Yöntemine Göre 10 Katlı Binanın Mevcut Durum Sta4CAD Analiz Sonuçları

Bina Performans Sonucu

| |
|---|
| BINA PERFORMANS SONUCU: |
| Bina yatay yük kapasite oranı 2. kat : $V_r/V_e=114.65/219.04=0.523$ |
| Göçme bölgesi Kiriş Hasar oranı= $91.3>20$ Göçmenin önlenmesi durumu \times |
| Göçme durumu, Güçlendirme gereklidir. Can güvenliği \times |
| Göçmenin önlenmesi durumu yeterlilik kontrolü: |
| Göçme bölgesi Kiriş Hasar oranı= $91.3>20$ \times |
| Plastiklesen kolon V_c oranı= $5.2<30$ \checkmark , (GB= 0 \checkmark) |

Kiriş Hasar Yüzdeleri

| KAT NO | (-X) | | | | (X) | | | | (-Y) | | | | (Y) | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB |
| 12 | 30.8 | 38.5 | 7.7 | 23.1 | 30.8 | 53.8 | 15.4 | 0.0 | 0.0 | 16.7 | 0.0 | 83.3 | 0.0 | 16.7 | 58.3 | 25.0 |
| 11 | 24.0 | 0.0 | 20.0 | 56.0 | 12.0 | 28.0 | 40.0 | 20.0 | 8.7 | 4.3 | 13.0 | 73.9 | 8.7 | 21.7 | 52.2 | 17.4 |
| 10 | 16.0 | 4.0 | 12.0 | 68.0 | 16.0 | 4.0 | 28.0 | 52.0 | 8.7 | 0.0 | 13.0 | 78.3 | 0.0 | 17.4 | 30.4 | 52.2 |
| 9 | 8.0 | 12.0 | 8.0 | 72.0 | 16.0 | 0.0 | 20.0 | 64.0 | 4.3 | 4.3 | 4.3 | 87.0 | 0.0 | 17.4 | 21.7 | 60.9 |
| 8 | 8.0 | 12.0 | 4.0 | 76.0 | 12.0 | 4.0 | 16.0 | 68.0 | 4.3 | 4.3 | 0.0 | 91.3 | 0.0 | 8.7 | 21.7 | 69.6 |
| 7 | 0.0 | 20.0 | 4.0 | 76.0 | 4.0 | 12.0 | 12.0 | 72.0 | 0.0 | 8.7 | 0.0 | 91.3 | 0.0 | 8.7 | 8.7 | 82.6 |
| 6 | 0.0 | 16.0 | 8.0 | 76.0 | 4.0 | 12.0 | 8.0 | 76.0 | 0.0 | 8.7 | 0.0 | 91.3 | 0.0 | 4.3 | 13.0 | 82.6 |
| 5 | 0.0 | 20.0 | 4.0 | 76.0 | 4.0 | 8.0 | 16.0 | 72.0 | 0.0 | 8.7 | 0.0 | 91.3 | 0.0 | 4.3 | 17.4 | 78.3 |
| 4 | 0.0 | 8.0 | 16.0 | 76.0 | 4.0 | 4.0 | 16.0 | 76.0 | 0.0 | 8.7 | 0.0 | 91.3 | 0.0 | 4.3 | 21.7 | 73.9 |
| 3 | 0.0 | 8.0 | 16.0 | 76.0 | 4.0 | 8.0 | 20.0 | 68.0 | 4.3 | 4.3 | 0.0 | 91.3 | 0.0 | 4.3 | 21.7 | 73.9 |
| 2 | 4.0 | 4.0 | 20.0 | 72.0 | 8.0 | 4.0 | 24.0 | 64.0 | 8.7 | 0.0 | 0.0 | 91.3 | 0.0 | 21.7 | 17.4 | 60.9 |
| 1 | 25.0 | 62.5 | 0.0 | 12.5 | 56.3 | 31.3 | 12.5 | 0.0 | 13.3 | 13.3 | 33.3 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 6.7 | 13.3 |
| Max. | | 62.5 | | | 56.3 | | | | | | | 91.3 | | | 58.3 | |

X yönü kiriş sayısı=16,25,25,25,25,25,25,25,25,25,13
Y yönü kiriş sayısı=15,23,23,23,23,23,23,23,23,23,12

Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı

| KAT NO | (-X) | | | | (X) | | | | (-Y) | | | | (Y) | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-----|------|
| | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB |
| 12 | 87.4 | 12.6 | 0.0 | 0.0 | 89.3 | 10.7 | 0.0 | 0.0 | 86.3 | 5.0 | 7.7 | 1.0 | 89.3 | 8.1 | 0.0 | 2.6 |
| 11 | 82.5 | 16.6 | 0.0 | 0.9 | 86.1 | 13.0 | 0.0 | 0.9 | 80.8 | 13.3 | 5.6 | 0.3 | 84.6 | 11.7 | 1.2 | 2.5 |
| 10 | 91.5 | 8.5 | 0.0 | 0.0 | 91.3 | 8.7 | 0.0 | 0.0 | 89.7 | 6.2 | 4.1 | 0.0 | 91.1 | 5.5 | 0.0 | 3.4 |
| 9 | 89.1 | 9.4 | 1.5 | 0.0 | 89.2 | 9.3 | 1.5 | 0.0 | 90.1 | 4.1 | 5.8 | 0.0 | 91.0 | 5.3 | 0.0 | 3.8 |
| 8 | 88.3 | 7.3 | 4.4 | 0.0 | 88.2 | 7.4 | 4.5 | 0.0 | 90.3 | 4.0 | 1.9 | 3.8 | 91.0 | 4.4 | 0.8 | 3.9 |
| 7 | 85.5 | 10.2 | 4.3 | 0.0 | 85.4 | 9.0 | 5.6 | 0.0 | 88.8 | 4.9 | 2.7 | 3.7 | 89.5 | 3.9 | 2.7 | 3.9 |
| 6 | 85.9 | 5.2 | 6.3 | 2.6 | 85.7 | 5.1 | 6.4 | 2.7 | 88.3 | 4.6 | 3.7 | 3.4 | 89.8 | 1.6 | 5.0 | 3.6 |
| 5 | 84.7 | 5.5 | 7.2 | 2.6 | 85.5 | 3.2 | 8.6 | 2.7 | 87.2 | 5.1 | 2.6 | 5.1 | 88.2 | 3.4 | 4.2 | 4.2 |
| 4 | 83.7 | 3.9 | 8.3 | 4.1 | 83.5 | 4.8 | 7.5 | 4.2 | 86.3 | 5.2 | 3.5 | 5.0 | 87.6 | 3.3 | 5.1 | 4.0 |
| 3 | 82.5 | 2.0 | 10.8 | 4.6 | 81.8 | 1.7 | 10.4 | 6.2 | 84.9 | 6.0 | 4.3 | 4.8 | 87.3 | 4.0 | 4.9 | 3.9 |
| 2 | 66.8 | 11.7 | 5.7 | 15.8 | 72.0 | 6.1 | 4.0 | 17.8 | 81.8 | 1.7 | 2.5 | 14.0 | 79.8 | 4.4 | 3.9 | 11.8 |
| 1 | 99.1 | 0.8 | 0.1 | 0.0 | 97.4 | 2.4 | 0.1 | 0.1 | 98.6 | 0.8 | 0.5 | 0.2 | 99.1 | 0.2 | 0.5 | 0.2 |
| Max. | | 16.6 | 10.8 | | | | | 17.8 | | | | | 99.1 | | | |

Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı

| KAT NO | (-X) | | (+X) | | (-Y) | | (Y) | |
|--------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|
| | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB |
| 12 | 96.5 | 3.5 | 96.9 | 3.1 | 94.8 | 5.2 | 97.5 | 2.5 |
| 11 | 98.2 | 1.8 | 98.7 | 1.3 | 95.0 | 5.0 | 100. | 0.0 |
| 10 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 98.0 | 2.0 | 100. | 0.0 |
| 9 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 8 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 7 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 6 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 5 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 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 |
| 1 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| Max. | | | | | | 5.2 | 100. | |

Doğrusal Elastik Hesap Yöntemine Göre 15 Katlı Binanın Mevcut Durum Sta4CAD Analiz Sonuçları

Bina Performans Sonucu

| |
|---|
| BINA PERFORMANS SONUCU: |
| Bina yatay yük kapasite oranı 2. kat : $V_r/V_e=106.01/336.44=0.315$ |
| Göçme bölgesi Kiriş Hasar oranı= $\%96.0>\%20$ Göçmenin önlenmesi durumu \times |
| Göçme durumu, Güçlendirme gereklidir. Can güvenliği \times |
| Göçmenin önlenmesi durumu yeterlilik kontrolü: |
| Göçme bölgesi Kiriş Hasar oranı= $\%96.0>\%20$ \times |
| Plastiklesen kolon V_c oranı= $\%5.9<\%30$ \checkmark , (GB= $\%0$ \checkmark) |

Kiriş Hasar Yüzdeleri

| KAT NO | (-X) | | | | (X) | | | | (-Y) | | | | (Y) | | | |
|--------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB |
| 17 | 15.4 | 0.0 | 15.4 | 69.2 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 53.8 | 0.0 | 16.7 | 0.0 | 83.3 | 0.0 | 0.0 | 33.3 | 66.7 |
| 16 | 8.0 | 8.0 | 4.0 | 80.0 | 8.0 | 4.0 | 8.0 | 80.0 | 4.3 | 4.3 | 13.0 | 78.3 | 4.3 | 17.4 | 30.4 | 47.8 |
| 15 | 8.0 | 0.0 | 12.0 | 80.0 | 8.0 | 4.0 | 8.0 | 80.0 | 0.0 | 8.7 | 8.7 | 82.6 | 0.0 | 8.7 | 30.4 | 60.9 |
| 14 | 8.0 | 0.0 | 12.0 | 80.0 | 8.0 | 4.0 | 0.0 | 88.0 | 0.0 | 8.7 | 4.3 | 87.0 | 0.0 | 8.7 | 17.4 | 73.9 |
| 13 | 8.0 | 0.0 | 12.0 | 80.0 | 8.0 | 0.0 | 4.0 | 88.0 | 0.0 | 4.3 | 4.3 | 91.3 | 0.0 | 4.3 | 8.7 | 87.0 |
| 12 | 8.0 | 0.0 | 12.0 | 80.0 | 8.0 | 0.0 | 4.0 | 88.0 | 0.0 | 0.0 | 8.7 | 91.3 | 0.0 | 4.3 | 8.7 | 87.0 |
| 11 | 4.0 | 4.0 | 8.0 | 84.0 | 0.0 | 8.0 | 4.0 | 88.0 | 0.0 | 0.0 | 8.7 | 91.3 | 0.0 | 4.3 | 8.7 | 87.0 |
| 10 | 0.0 | 8.0 | 4.0 | 88.0 | 0.0 | 8.0 | 4.0 | 88.0 | 0.0 | 0.0 | 8.7 | 91.3 | 0.0 | 4.3 | 4.3 | 91.3 |
| 9 | 0.0 | 4.0 | 8.0 | 88.0 | 0.0 | 4.0 | 8.0 | 88.0 | 0.0 | 0.0 | 8.7 | 91.3 | 0.0 | 0.0 | 8.7 | 91.3 |
| 8 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | 88.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | 88.0 | 0.0 | 0.0 | 8.7 | 91.3 | 0.0 | 0.0 | 4.3 | 95.7 |
| 7 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | 88.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | 88.0 | 0.0 | 0.0 | 8.7 | 91.3 | 0.0 | 0.0 | 4.3 | 95.7 |
| 6 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 92.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 92.0 | 0.0 | 0.0 | 8.7 | 91.3 | 0.0 | 0.0 | 8.7 | 91.3 |
| 5 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 96.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 96.0 | 0.0 | 4.3 | 4.3 | 91.3 | 0.0 | 0.0 | 8.7 | 91.3 |
| 4 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 96.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 96.0 | 0.0 | 4.3 | 4.3 | 91.3 | 0.0 | 0.0 | 4.3 | 95.7 |
| 3 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 96.0 | 0.0 | 4.0 | 8.0 | 88.0 | 0.0 | 8.7 | 0.0 | 91.3 | 0.0 | 0.0 | 13.0 | 87.0 |
| 2 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 96.0 | 0.0 | 4.0 | 8.0 | 88.0 | 0.0 | 8.7 | 0.0 | 91.3 | 0.0 | 0.0 | 21.7 | 78.3 |
| 1 | 18.8 | 0.0 | 37.5 | 43.8 | 18.8 | 31.3 | 37.5 | 12.5 | 13.3 | 0.0 | 13.3 | 73.3 | 20.0 | 20.0 | 40.0 | 20.0 |
| Max. | | | | 96.0 | | 31.3 | | | | | | | 20.0 | | 40.0 | |

X yönü kiriş sayısı=16,25,25,25,25,25,25,25,25,25,25,25,25,13
Y yönü kiriş sayısı=15,23,23,23,23,23,23,23,23,23,23,23,23,12

Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı

| KAT NO | (-X) | | | | (+X) | | | | (-Y) | | | | (+Y) | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|-----|------|
| | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB |
| 17 | 0.0 | 92.7 | 3.2 | 4.1 | 0.0 | 90.1 | 6.0 | 3.8 | 84.7 | 9.8 | 5.5 | 0.0 | 89.7 | 3.7 | 3.8 | 2.8 |
| 16 | 0.0 | 82.4 | 14.0 | 3.6 | 0.0 | 90.6 | 4.6 | 4.7 | 0.0 | 93.3 | 6.7 | 0.0 | 0.0 | 95.7 | 1.5 | 2.8 |
| 15 | 0.0 | 94.0 | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 94.2 | 4.2 | 1.6 | 0.0 | 94.1 | 5.9 | 0.0 | 0.0 | 96.1 | 0.0 | 3.9 |
| 14 | 0.0 | 94.5 | 5.5 | 0.0 | 0.0 | 94.6 | 3.9 | 1.5 | 0.0 | 93.3 | 6.7 | 0.0 | 0.0 | 95.6 | 0.0 | 4.4 |
| 13 | 0.0 | 94.6 | 2.5 | 3.0 | 0.0 | 94.7 | 3.8 | 1.5 | 0.0 | 93.9 | 4.0 | 2.1 | 0.0 | 96.4 | 0.0 | 3.6 |
| 12 | 0.0 | 93.1 | 4.0 | 2.9 | 0.0 | 93.2 | 4.0 | 2.7 | 0.0 | 94.6 | 1.9 | 3.5 | 0.0 | 95.1 | 2.6 | 2.3 |
| 11 | 0.0 | 92.0 | 5.1 | 2.9 | 0.0 | 92.1 | 5.2 | 2.7 | 0.0 | 94.9 | 1.8 | 3.3 | 0.0 | 95.2 | 2.5 | 2.3 |
| 10 | 0.0 | 90.9 | 5.1 | 4.0 | 0.0 | 89.7 | 6.5 | 3.8 | 0.0 | 93.6 | 1.4 | 5.0 | 0.0 | 94.5 | 3.3 | 2.3 |
| 9 | 0.0 | 88.5 | 4.9 | 6.6 | 0.0 | 88.4 | 4.7 | 6.9 | 0.0 | 92.4 | 2.8 | 4.8 | 0.0 | 93.1 | 4.7 | 2.2 |
| 8 | 0.0 | 87.5 | 5.6 | 6.8 | 0.0 | 88.6 | 4.7 | 6.7 | 0.0 | 91.8 | 3.4 | 4.8 | 0.0 | 93.1 | 2.2 | 4.7 |
| 7 | 0.0 | 86.7 | 6.8 | 6.6 | 0.0 | 86.7 | 6.8 | 6.5 | 0.0 | 91.4 | 4.0 | 4.6 | 0.0 | 93.1 | 2.2 | 4.6 |
| 6 | 0.0 | 86.8 | 5.6 | 7.6 | 0.0 | 86.9 | 4.5 | 8.6 | 0.0 | 91.0 | 4.6 | 4.5 | 0.0 | 92.2 | 3.2 | 4.6 |
| 5 | 0.0 | 86.0 | 5.3 | 8.7 | 0.0 | 85.8 | 4.1 | 10.1 | 0.0 | 88.5 | 7.1 | 4.4 | 0.0 | 90.6 | 4.9 | 4.6 |
| 4 | 0.0 | 83.0 | 6.0 | 10.9 | 0.0 | 82.9 | 5.6 | 11.5 | 0.0 | 85.6 | 9.6 | 4.8 | 0.0 | 88.0 | 6.0 | 6.1 |
| 3 | 0.0 | 81.1 | 2.3 | 16.6 | 0.0 | 80.7 | 1.9 | 17.4 | 0.0 | 87.0 | 5.0 | 8.1 | 0.0 | 86.8 | 5.7 | 7.5 |
| 2 | 65.6 | 0.0 | 6.1 | 28.3 | 67.8 | 0.0 | 2.9 | 29.3 | 28.9 | 51.0 | 2.4 | 17.8 | 27.2 | 51.4 | 2.0 | 19.4 |
| 1 | 97.8 | 0.1 | 1.5 | 0.6 | 96.8 | 0.1 | 2.5 | 0.6 | 98.2 | 0.9 | 0.2 | 0.7 | 97.9 | 0.9 | 0.1 | 1.0 |
| Max. | | | 14.0 | | | | | 29.3 | 98.2 | | | | | 96.4 | | |

Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı

| KAT NO | (-X) | | (+X) | | (-Y) | | (+Y) | |
|--------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|
| | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB |
| 17 | 95.9 | 4.1 | 96.2 | 3.8 | 95.6 | 4.4 | 100. | 0.0 |
| 16 | 97.8 | 2.2 | 97.8 | 2.2 | 94.1 | 5.9 | 99.0 | 1.0 |
| 15 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 14 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 13 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 12 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 11 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 10 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 9 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 8 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 7 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 6 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 5 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 4 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 3 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 98.6 | 1.4 | 100. | 0.0 |
| 2 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 98.8 | 1.2 | 100. | 0.0 |
| 1 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| Max. | | | | | | 5.9 | 100. | |

Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemine Göre 5 Katlı Binanın Mevcut Durum Sta4CAD Analiz Sonuçları

Bina Performans Sonucu

| |
|---|
| BINA PERFORMANS SONUCU: |
| Kolon Vc oranı=%89.3>%20 ✗ |
| Göçme bölgesi durumu, Güçlendirme gereklidir. Can güvenliği ✗ |
| Can güvenliği yeterlilik kontrolü: |
| Kiriş Hasar oranı=(IH=%12<=%20 ✓), (GB=%0 ✓) |
| Kolon Hasar oranı=(IH=%89.3>=%20 ✗) |
| Üst kat Vc oranı=(IH=%0.0<=%40 ✓), (GB=%0 ✓) |
| Plastiklesen kolon Vc oranı=(BH+IH+GB=%41.8>=%30 ✗) |

Kiriş Hasar Yüzdeleri

| KAT NO | (-X) | | | | (+X) | | | | (-Y) | | | | (+Y) | | | |
|--------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB |
| 7 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 92.3 | 7.7 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 96.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 88.0 | 12.0 | 0.0 | 0.0 | 95.7 | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 92.0 | 0.0 | 4.0 | 4.0 | 84.0 | 12.0 | 0.0 | 4.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 91.3 | 8.7 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 88.0 | 0.0 | 8.0 | 4.0 | 88.0 | 8.0 | 0.0 | 4.0 | 95.7 | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 91.3 | 8.7 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 88.0 | 0.0 | 8.0 | 4.0 | 88.0 | 8.0 | 0.0 | 4.0 | 95.7 | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 91.3 | 8.7 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 92.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 92.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 91.3 | 8.7 | 0.0 | 0.0 | 91.3 | 8.7 | 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. | | 8.0 | 4.0 | | 12.0 | | | | | | | | | | |

X yönü giriş sayısı=16,25,25,25,25,13
Y yönü giriş sayısı=15,23,23,23,23,12

Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı

| KAT NO | (-X) | | | | (+X) | | | | (-Y) | | | | (+Y) | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB |
| 7 | 64.5 | 33.2 | 2.2 | 0.0 | 66.6 | 31.1 | 2.2 | 0.0 | 84.8 | 15.2 | 0.0 | 0.0 | 84.8 | 15.2 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 66.9 | 27.0 | 3.2 | 3.0 | 66.8 | 27.1 | 4.0 | 2.2 | 94.8 | 5.2 | 0.0 | 0.0 | 94.8 | 5.2 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 66.4 | 15.4 | 9.0 | 9.1 | 36.9 | 50.7 | 3.3 | 9.1 | 87.5 | 11.9 | 0.6 | 0.0 | 92.3 | 7.7 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 23.0 | 39.5 | 12.1 | 25.4 | 53.6 | 7.9 | 12.1 | 26.4 | 90.4 | 9.1 | 0.1 | 0.5 | 88.5 | 10.5 | 1.0 | 0.0 |
| 3 | 67.9 | 6.8 | 8.6 | 16.7 | 68.4 | 6.8 | 0.3 | 24.5 | 94.3 | 5.6 | 0.1 | 0.0 | 92.9 | 7.0 | 0.1 | 0.0 |
| 2 | 73.9 | 9.8 | 0.0 | 16.3 | 75.0 | 8.7 | 0.0 | 16.3 | 41.4 | 58.6 | 0.0 | 0.0 | 87.5 | 12.5 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 87.7 | 12.3 | 0.0 | 0.0 | 87.5 | 12.5 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Max. | | | 12.1 | | | | | 26.4 | 100. | 58.6 | | | | | | |

Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı

| KAT NO | (-X) | | (+X) | | (-Y) | | (+Y) | |
|--------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|
| | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB |
| 7 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 6 | 98.6 | 1.4 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 5 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 4 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 3 | 99.1 | 0.9 | 98.5 | 1.5 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 2 | 99.5 | 0.5 | 99.7 | 0.3 | 78.3 | 21.7 | 100. | 0.0 |
| 1 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| Max. | 100. | | | | | 21.7 | | |

Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemine Göre 10 Katlı Binanın Mevcut Durum Sta4CAD Analiz Sonuçları

Bina Performans Sonucu

BINA PERFORMANS SONUCU:
Kolon Vc oranı=%5.9>%0 ✗
Göçme bölgesi durumu, Güçlendirme gereklidir. Can güvenliği ✗
Can güvenliği yeterlilik kontrolü:
Kiriş Hasar oranı=(IH=%4.0<=%20 ✓), (GB=%0 ✓)
Kolon Hasar oranı=(IH=%3.5<=%20 ✓), (GB=%5.9>%0 ✗)
Üst kat Vc oranı=(IH=%0.0<=%40 ✓), (GB=%0 ✓)
Plastiklenen kolon Vc oranı=(BH+IH+GB=%10.6<=%30 ✓)

Kiriş Hasar Yüzdeleri

| KAT NO | (-X) | | | | (+X) | | | | (-Y) | | | | (+Y) | | | |
|--------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB |
| 12 | 92.3 | 7.7 | 0.0 | 0.0 | 92.3 | 7.7 | 0.0 | 0.0 | 91.7 | 8.3 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | 96.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 84.0 | 12.0 | 4.0 | 0.0 | 73.9 | 26.1 | 0.0 | 0.0 | 87.0 | 13.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 96.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 84.0 | 12.0 | 4.0 | 0.0 | 73.9 | 26.1 | 0.0 | 0.0 | 91.3 | 8.7 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | 96.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 84.0 | 12.0 | 4.0 | 0.0 | 73.9 | 26.1 | 0.0 | 0.0 | 91.3 | 8.7 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 96.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 84.0 | 12.0 | 4.0 | 0.0 | 78.3 | 21.7 | 0.0 | 0.0 | 82.6 | 17.4 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 96.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 84.0 | 12.0 | 4.0 | 0.0 | 91.3 | 8.7 | 0.0 | 0.0 | 73.9 | 26.1 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 96.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 84.0 | 12.0 | 4.0 | 0.0 | 95.7 | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 78.3 | 21.7 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 92.0 | 4.0 | 4.0 | 0.0 | 84.0 | 12.0 | 4.0 | 0.0 | 95.7 | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 82.6 | 17.4 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 96.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 84.0 | 12.0 | 4.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 91.3 | 8.7 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 96.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 80.0 | 16.0 | 4.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 91.3 | 8.7 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 92.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 95.7 | 4.3 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 93.8 | 6.3 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Max. | | | 4.0 | | | | | | | 26.1 | | | 100. | | | |

X yönü giriş sayısı=16,25,25,25,25,25,25,25,25,25,13
Y yönü giriş sayısı=15,23,23,23,23,23,23,23,23,23,12

Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı

| KAT NO | (-X) | | | | (+X) | | | | (-Y) | | | | (+Y) | | | |
|--------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB |
| 12 | 94.8 | 5.2 | 0.0 | 0.0 | 94.8 | 5.2 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | 91.7 | 8.3 | 0.0 | 0.0 | 90.9 | 9.1 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 89.4 | 10.6 | 0.0 | 0.0 | 89.2 | 10.8 | 0.0 | 0.0 | 98.6 | 1.4 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | 83.7 | 16.3 | 0.0 | 0.0 | 83.7 | 15.7 | 0.6 | 0.0 | 96.2 | 3.8 | 0.0 | 0.0 | 96.2 | 3.8 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 78.7 | 18.6 | 2.4 | 0.4 | 78.7 | 19.8 | 0.7 | 0.7 | 89.4 | 10.6 | 0.0 | 0.0 | 89.4 | 10.6 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 76.8 | 16.4 | 0.9 | 5.9 | 76.2 | 17.8 | 2.6 | 3.4 | 77.1 | 22.9 | 0.0 | 0.0 | 88.0 | 12.0 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 56.1 | 39.0 | 2.0 | 2.9 | 55.2 | 39.1 | 1.0 | 4.7 | 78.0 | 22.0 | 0.0 | 0.0 | 84.5 | 15.5 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 38.3 | 60.8 | 0.7 | 0.1 | 39.1 | 55.3 | 3.5 | 2.2 | 78.4 | 21.6 | 0.0 | 0.0 | 82.4 | 17.6 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 75.9 | 22.8 | 1.1 | 0.3 | 77.3 | 22.7 | 0.0 | 0.0 | 81.1 | 18.9 | 0.0 | 0.0 | 92.3 | 7.7 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 80.9 | 19.1 | 0.0 | 0.0 | 93.2 | 6.8 | 0.0 | 0.0 | 66.5 | 33.5 | 0.0 | 0.0 | 85.4 | 14.6 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 96.5 | 3.5 | 0.0 | 0.0 | 96.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 39.6 | 60.4 | 0.0 | 0.0 | 90.5 | 9.5 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 87.5 | 12.5 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 99.1 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 99.2 | 0.8 | 0.0 | 0.0 |
| Max. | | 60.8 | | 5.9 | | | 3.5 | | 100. | | | | | | | |

Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı

| KAT NO | (-X) | | (+X) | | (-Y) | | (+Y) | |
|--------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|
| | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB |
| 12 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 11 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 10 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 9 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 8 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 7 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 6 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 5 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 4 | 96.3 | 3.7 | 99.2 | 0.8 | 100. | 0.0 | 99.1 | 0.9 |
| 3 | 98.4 | 1.6 | 97.1 | 2.9 | 100. | 0.0 | 99.8 | 0.2 |
| 2 | 99.8 | 0.2 | 100. | 0.0 | 89.4 | 10.6 | 100. | 0.0 |
| 1 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 99.7 | 0.3 |
| Max. | 100. | | | | | 10.6 | | |

Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemine Göre 15 Katlı Binanın Mevcut Durum Sta4CAD Analiz Sonuçları

Bina Performans Sonucu

| BİNA PERFORMANS SONUCU: | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Göçme bölgesi Kiriş hasar oranı=%24.0>%20 Göçmenin önlenmesi durumu × | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Göçme durumu, Güçlendirme gereklidir. Can güvenliği × | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Göçmenin önlenmesi durumu yeterlilik kontrolü: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Göçme bölgesi Kiriş Hasar oranı=%24.0>%20 × | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kolon Vc oranı=%86.7>%20 × | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ust kat Vc oranı=%0.0<%40 ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Plastiklesen kolon Vc oranı=%44.0>%30 × | | | | | | | | | | | | | | | | |

Kiriş Hasar Yüzdeleri

| KAT NO | (-X) | | | | (+X) | | | | (-Y) | | | | (+Y) | | | |
|--------|------|------|-----|-----|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB |
| 17 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 83.3 | 16.7 | 0.0 | 0.0 | 91.7 | 8.3 | 0.0 | 0.0 |
| 16 | 88.0 | 12.0 | 0.0 | 0.0 | 84.0 | 12.0 | 4.0 | 0.0 | 69.6 | 30.4 | 0.0 | 0.0 | 73.9 | 26.1 | 0.0 | 0.0 |
| 15 | 96.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 72.0 | 4.0 | 4.0 | 20.0 | 69.6 | 30.4 | 0.0 | 0.0 | 69.6 | 30.4 | 0.0 | 0.0 |
| 14 | 96.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 84.0 | 4.0 | 0.0 | 12.0 | 69.6 | 30.4 | 0.0 | 0.0 | 65.2 | 34.8 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 80.0 | 0.0 | 0.0 | 20.0 | 69.6 | 30.4 | 0.0 | 0.0 | 65.2 | 34.8 | 0.0 | 0.0 |
| 12 | 96.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 76.0 | 0.0 | 0.0 | 24.0 | 73.9 | 26.1 | 0.0 | 0.0 | 60.9 | 39.1 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | 96.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 84.0 | 0.0 | 0.0 | 16.0 | 69.6 | 30.4 | 0.0 | 0.0 | 60.9 | 39.1 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 96.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 80.0 | 0.0 | 0.0 | 20.0 | 69.6 | 30.4 | 0.0 | 0.0 | 69.6 | 30.4 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | 92.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 80.0 | 0.0 | 0.0 | 20.0 | 69.6 | 30.4 | 0.0 | 0.0 | 69.6 | 30.4 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 92.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 80.0 | 0.0 | 0.0 | 20.0 | 73.9 | 26.1 | 0.0 | 0.0 | 69.6 | 30.4 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 92.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 80.0 | 0.0 | 0.0 | 20.0 | 78.3 | 21.7 | 0.0 | 0.0 | 73.9 | 26.1 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 92.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 84.0 | 0.0 | 0.0 | 16.0 | 82.6 | 17.4 | 0.0 | 0.0 | 69.6 | 30.4 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 92.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 84.0 | 0.0 | 0.0 | 16.0 | 82.6 | 17.4 | 0.0 | 0.0 | 73.9 | 26.1 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 92.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 84.0 | 0.0 | 0.0 | 16.0 | 95.7 | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 87.0 | 13.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 96.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 84.0 | 0.0 | 0.0 | 16.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 95.7 | 4.3 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 96.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 93.8 | 0.0 | 0.0 | 6.3 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Max. | 100. | | | | | | 4.0 | 24.0 | | | | | | 39.1 | | |

X yönü kiriş sayısı=16,25,25,25,25,25,25,25,25,25,25,25,25,13
Y yönü kiriş sayısı=15,23,23,23,23,23,23,23,23,23,23,23,23,12

Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı

| KAT NO | (-X) | | | | (+X) | | | | (-Y) | | | | (+Y) | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB | MH | BH | IH | GB |
| 17 | 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 |
| 16 | 67.6 | 9.7 | 22.8 | 0.0 | 67.6 | 9.7 | 22.8 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 15 | 12.6 | 10.5 | 31.9 | 45.0 | 12.6 | 10.5 | 36.1 | 40.8 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 14 | 6.2 | 6.9 | 0.2 | 86.7 | 6.2 | 6.9 | 0.2 | 86.7 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 17.9 | 48.2 | 29.7 | 4.2 | 17.9 | 51.2 | 26.7 | 4.2 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 12 | 8.6 | 9.8 | 65.7 | 16.0 | 8.6 | 2.8 | 74.7 | 13.9 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | 43.5 | 0.1 | 20.1 | 36.3 | 43.5 | 2.1 | 22.7 | 31.7 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 61.7 | 0.0 | 8.3 | 29.9 | 61.7 | 0.0 | 12.9 | 25.4 | 97.8 | 2.2 | 0.0 | 0.0 | 100. | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | 54.5 | 7.3 | 10.0 | 28.3 | 60.0 | 0.0 | 6.3 | 33.7 | 90.1 | 9.9 | 0.0 | 0.0 | 95.9 | 4.1 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 58.2 | 7.3 | 4.6 | 29.8 | 32.1 | 30.4 | 1.0 | 36.6 | 71.1 | 28.9 | 0.0 | 0.0 | 86.0 | 14.0 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 44.6 | 11.3 | 20.6 | 23.5 | 41.4 | 13.7 | 0.6 | 44.3 | 71.6 | 28.4 | 0.0 | 0.0 | 80.9 | 19.1 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 67.0 | 16.4 | 0.2 | 16.3 | 38.0 | 43.2 | 1.8 | 17.0 | 82.7 | 17.3 | 0.0 | 0.0 | 76.5 | 23.5 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 71.6 | 19.4 | 0.4 | 8.5 | 72.6 | 17.3 | 1.5 | 8.6 | 84.0 | 16.0 | 0.0 | 0.0 | 76.8 | 23.2 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 97.1 | 1.6 | 0.1 | 1.2 | 96.8 | 3.1 | 0.0 | 0.0 | 91.8 | 8.2 | 0.0 | 0.0 | 92.9 | 7.1 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 78.5 | 21.2 | 0.2 | 0.0 | 96.9 | 3.1 | 0.0 | 0.0 | 48.1 | 51.9 | 0.0 | 0.0 | 97.3 | 2.7 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 85.5 | 14.1 | 0.0 | 0.4 | 95.4 | 3.9 | 0.0 | 0.8 | 58.5 | 41.5 | 0.0 | 0.0 | 88.2 | 11.8 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 97.6 | 2.4 | 0.0 | 0.0 | 96.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 98.2 | 1.8 | 0.0 | 0.0 | 95.6 | 4.4 | 0.0 | 0.0 |
| Max. | 100. | | | 86.7 | | | 74.7 | | | 51.9 | | | | | | |

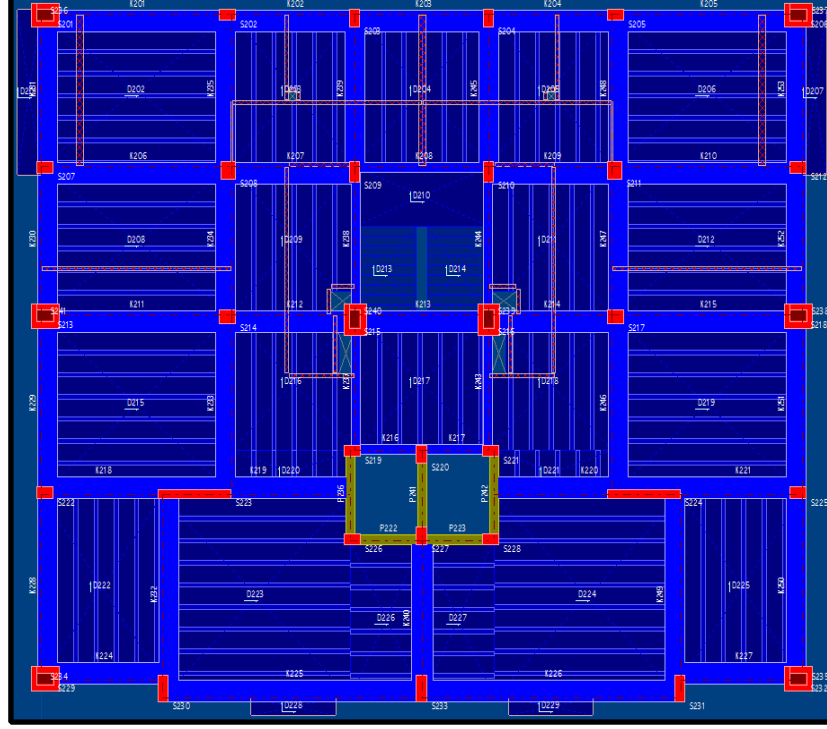
Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı

| KAT NO | (-X) | | (X) | | (-Y) | | (Y) | |
|--------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|
| | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB | MH | BH+IH+GB |
| 17 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 16 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 15 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 14 | 99.0 | 1.0 | 98.5 | 1.5 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 13 | 85.0 | 15.0 | 84.3 | 15.7 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 12 | 63.1 | 36.9 | 63.1 | 36.9 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 11 | 57.4 | 42.6 | 57.4 | 42.6 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 10 | 65.9 | 34.1 | 65.9 | 34.1 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 9 | 63.6 | 36.4 | 62.1 | 37.9 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 8 | 67.4 | 32.6 | 65.3 | 34.7 | 100. | 0.0 | 100. | 0.0 |
| 7 | 56.0 | 44.0 | 56.0 | 44.0 | 99.1 | 0.9 | 100. | 0.0 |
| 6 | 80.8 | 19.2 | 82.9 | 17.1 | 98.7 | 1.3 | 98.3 | 1.7 |
| 5 | 91.1 | 8.9 | 91.1 | 8.9 | 95.3 | 4.7 | 90.8 | 9.2 |
| 4 | 98.8 | 1.2 | 100. | 0.0 | 93.5 | 6.5 | 94.7 | 5.3 |
| 3 | 99.8 | 0.2 | 100. | 0.0 | 86.1 | 13.9 | 99.4 | 0.6 |
| 2 | 99.6 | 0.4 | 98.6 | 1.4 | 89.3 | 10.7 | 93.1 | 6.9 |
| 1 | 100. | 0.0 | 99.8 | 0.2 | 100. | 0.0 | 95.6 | 4.4 |
| Max. | 100. | | | 44.0 | | | | |

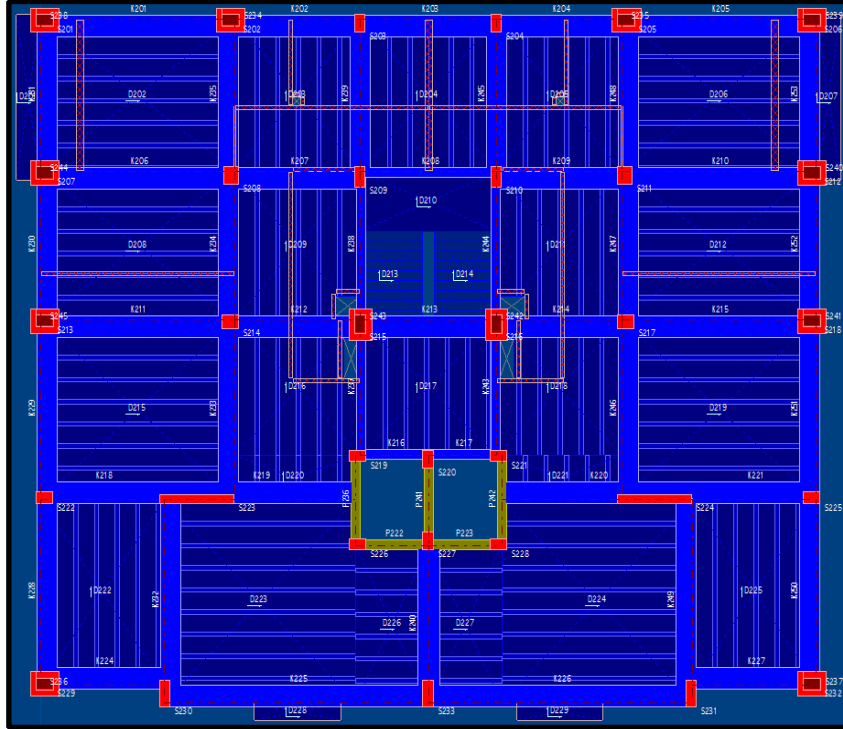
EK-2
DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN HESAP
YÖNTEMİNE GÖRE
BİNALARIN BETONARME MANTOLAMA
İLE GÜÇLENDİRİLMESİNİN AŞAMALARI

Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemine Göre 5 Katlı Binanın Betonarme Mantolama İle Güçlendirilmesinin Aşamaları

1. Aşama

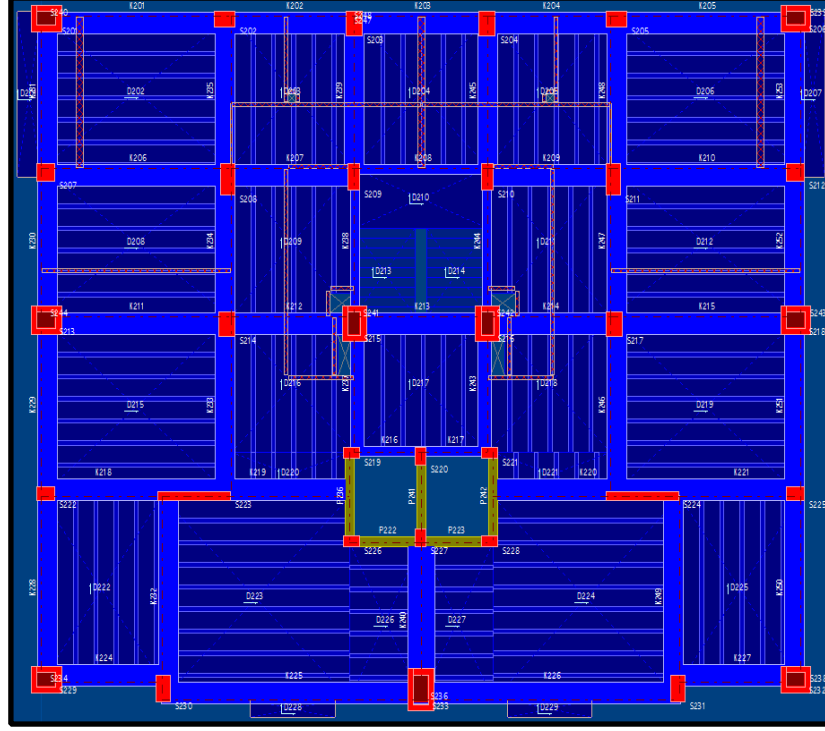


2. Aşama (Can Güvenliği Durumu)

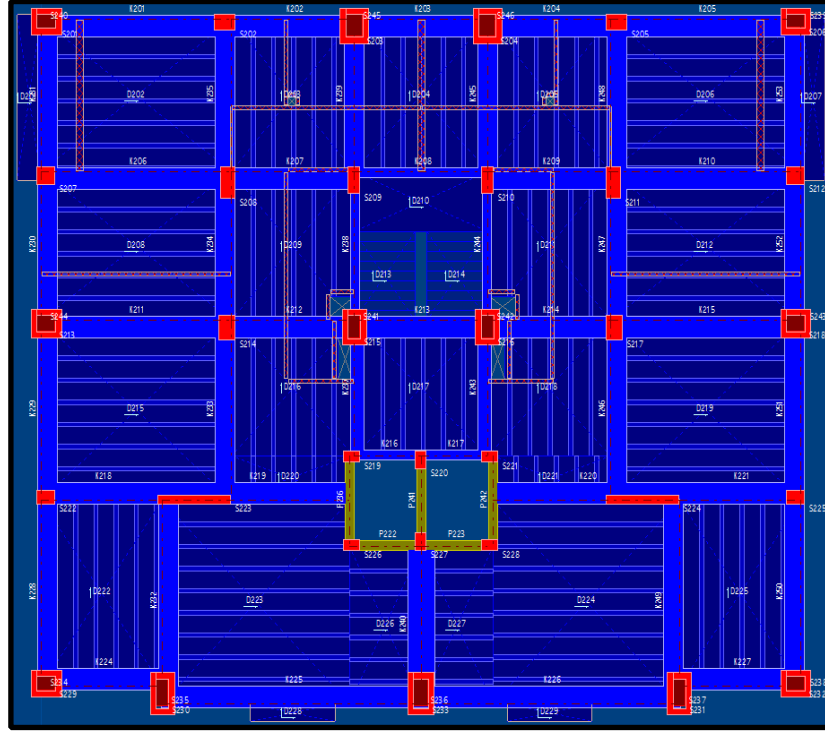


Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemine Göre 10 Katlı Binanın Betonarme Mantolama İle Güçlendirilmesinin Aşamaları

1. Aşama

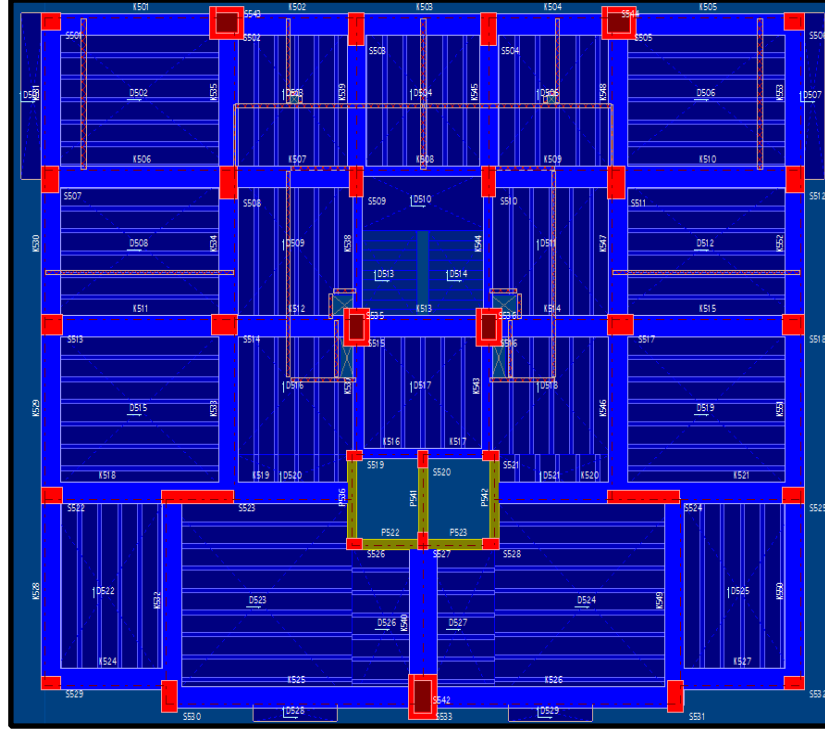


2. Aşama (Can Güvenliği Durumu)

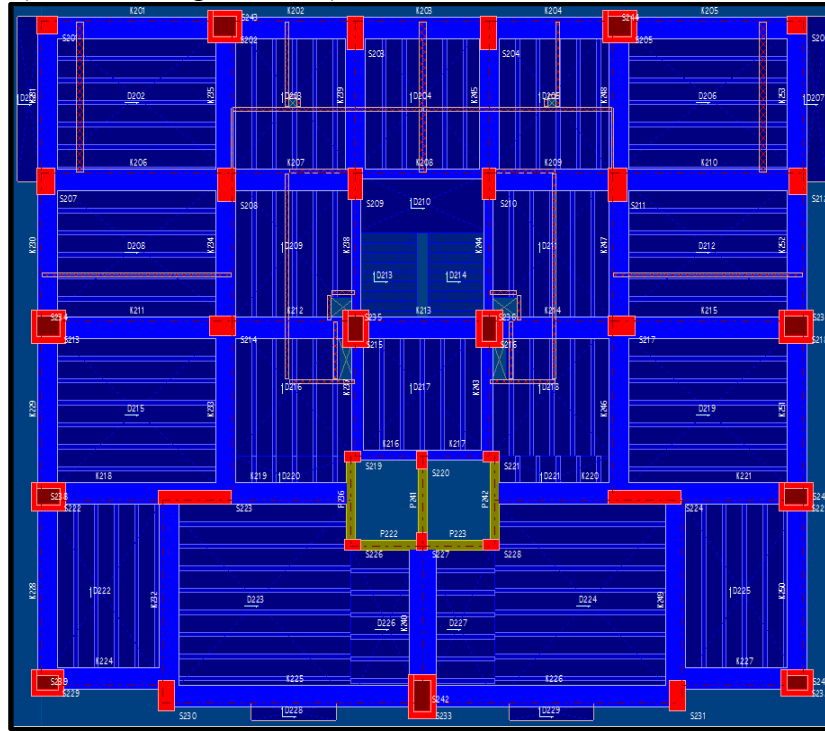


Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemine Göre 15 Katlı Binanın Betonarme Mantolama İle Güçlendirilmesinin Aşamaları

1. Aşama



2. Aşama (Can Güvenliği Durumu)

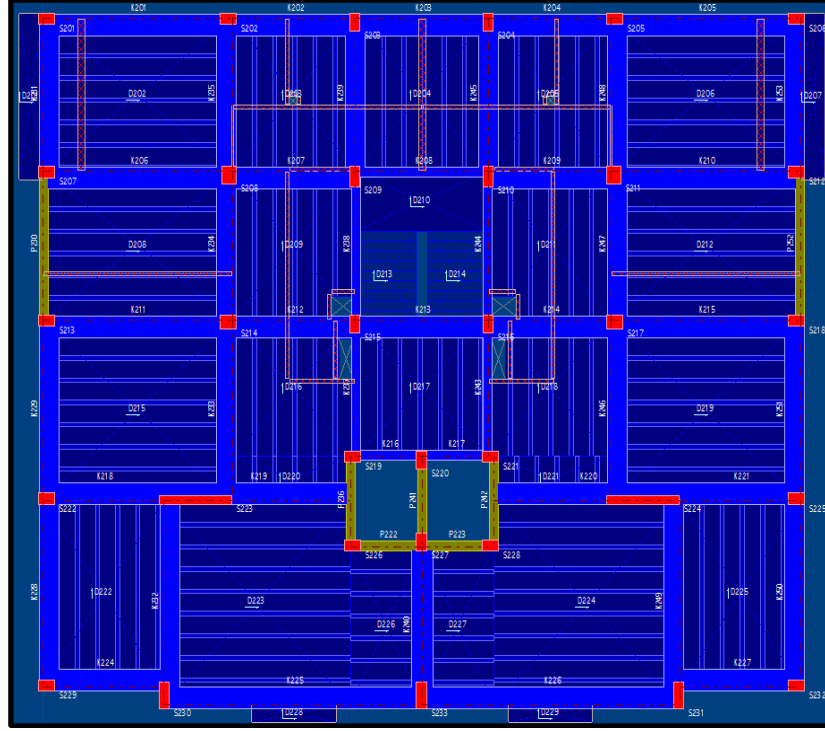


EK-3

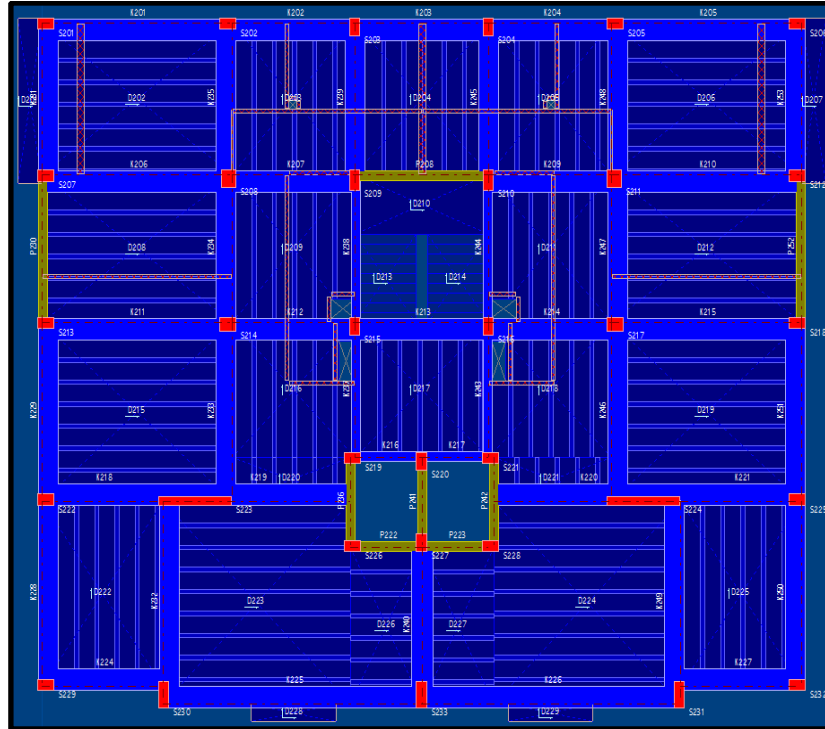
**DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN HESAP
YÖNTEMİNE GÖRE BİNALARIN PERDE
İLE GÜÇLENDİRİLMESİNİN AŞAMALARI**

Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemine Göre 5 Katlı Binanın Perde İle Güçlendirilmesinin Aşamaları

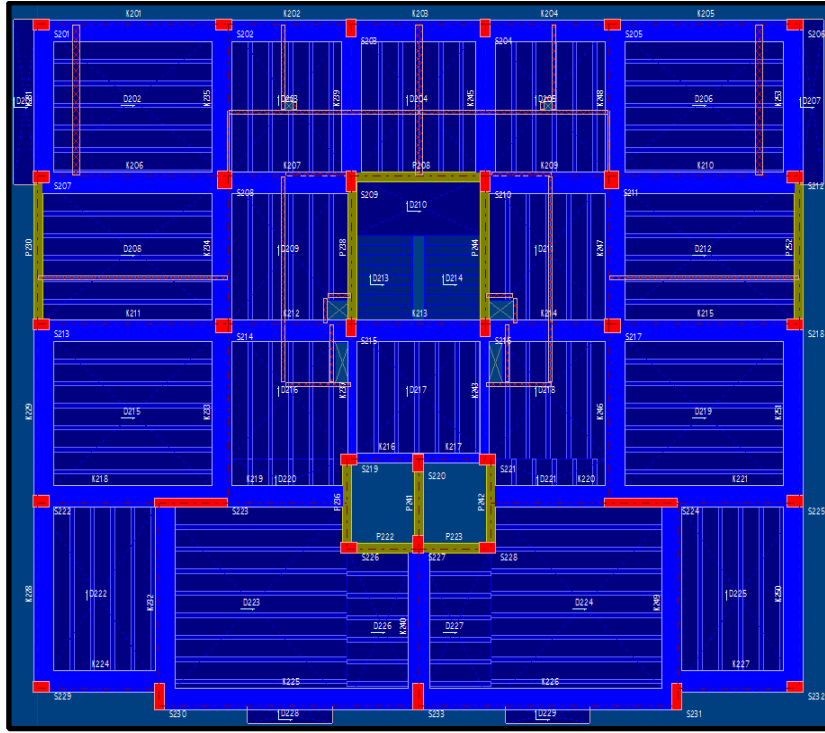
1. Aşama



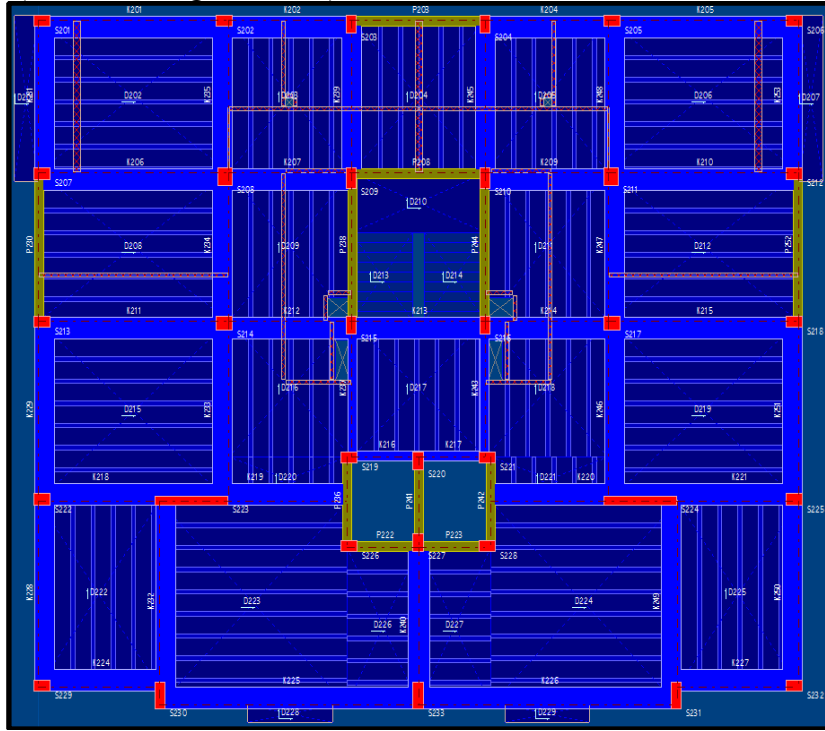
2. Aşama



3. Aşama

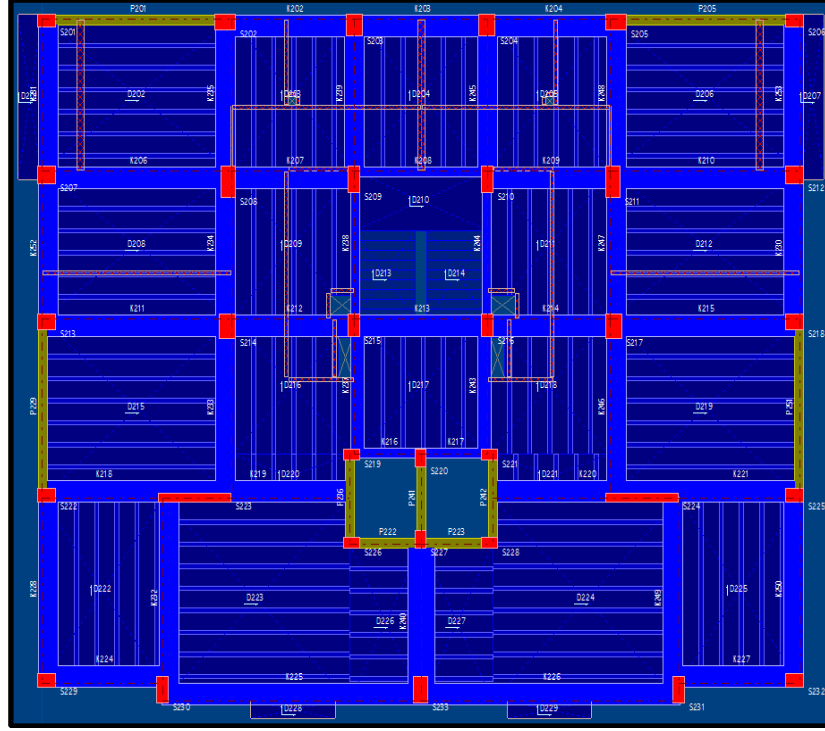


4. Aşama (Can Güvenliği Durumu)

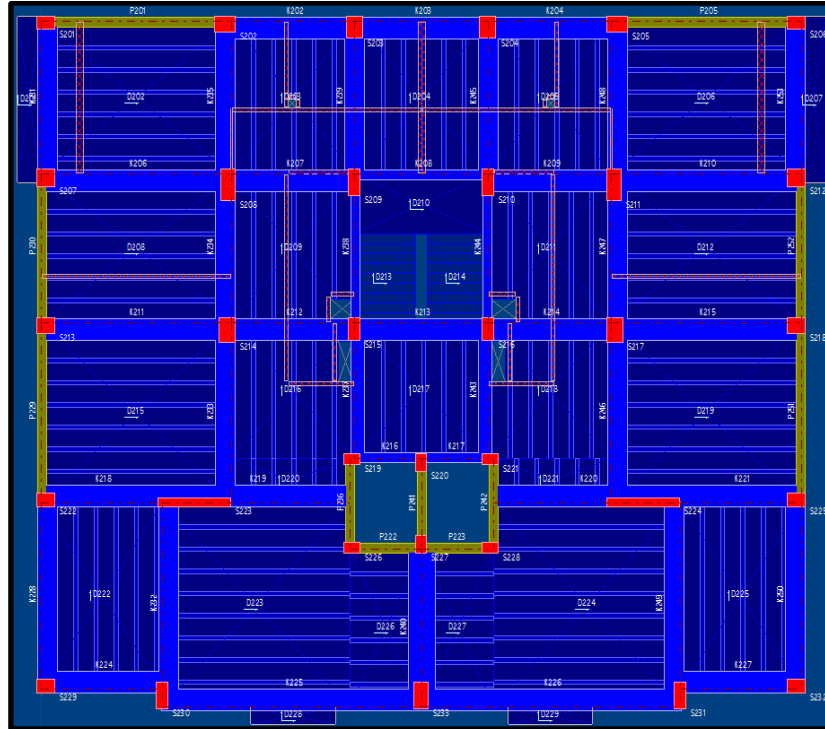


Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemine Göre 10 Katlı Binanın Perde İle Güçlendirilmesinin Aşamaları

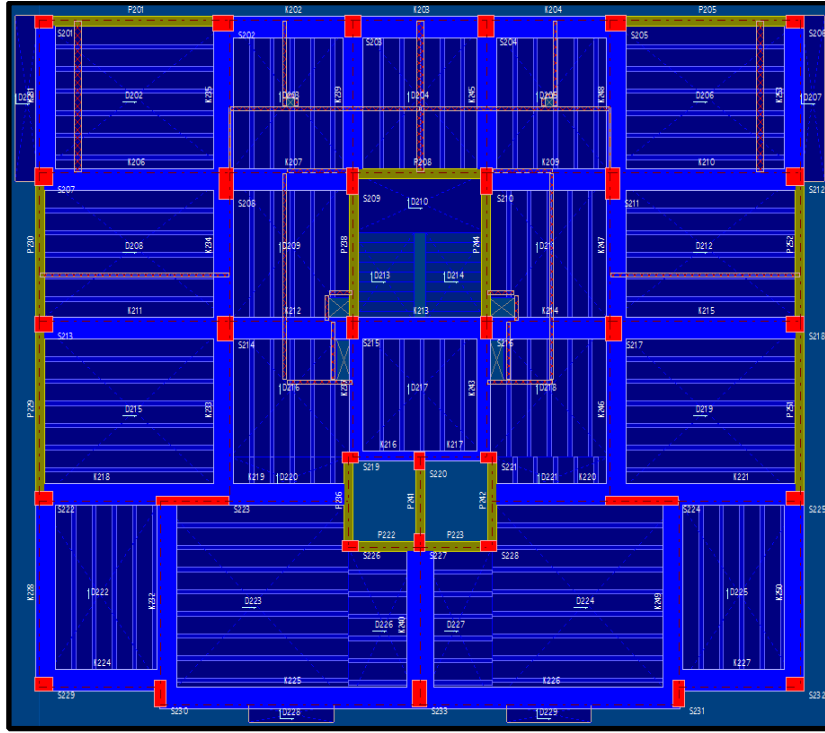
1. Aşama



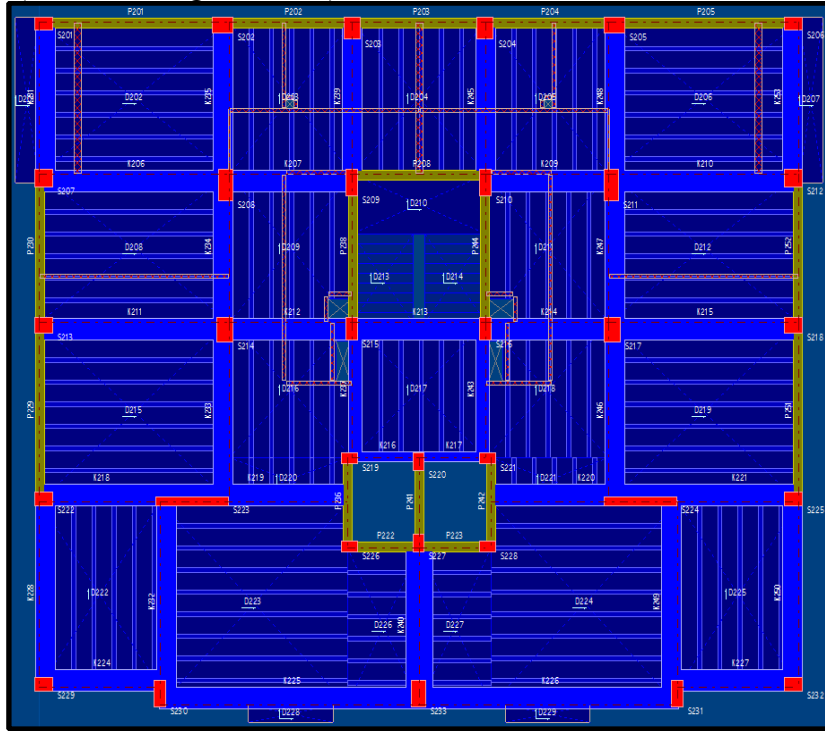
2. Aşama



3. Aşama

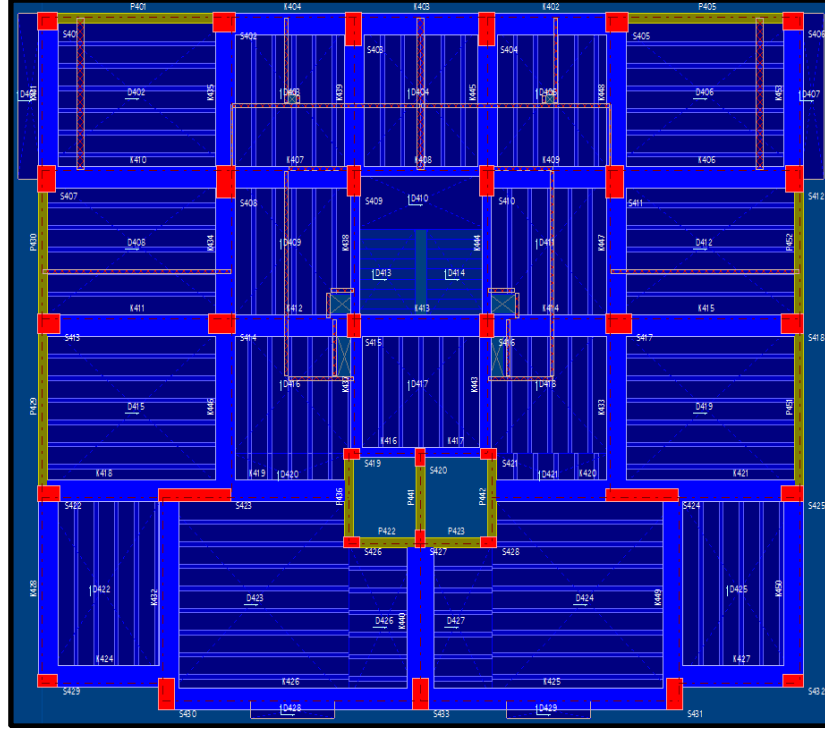


4. Aşama (Can Güvenliği Durumu)

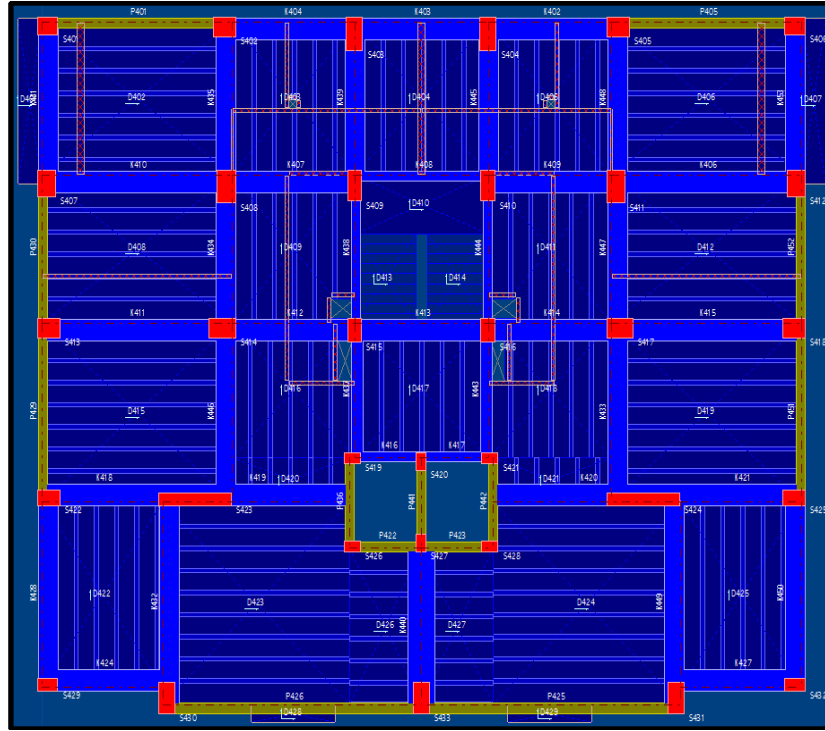


Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemine Göre 15 Katlı Binanın Perde İle Güçlendirilmesinin Aşamaları

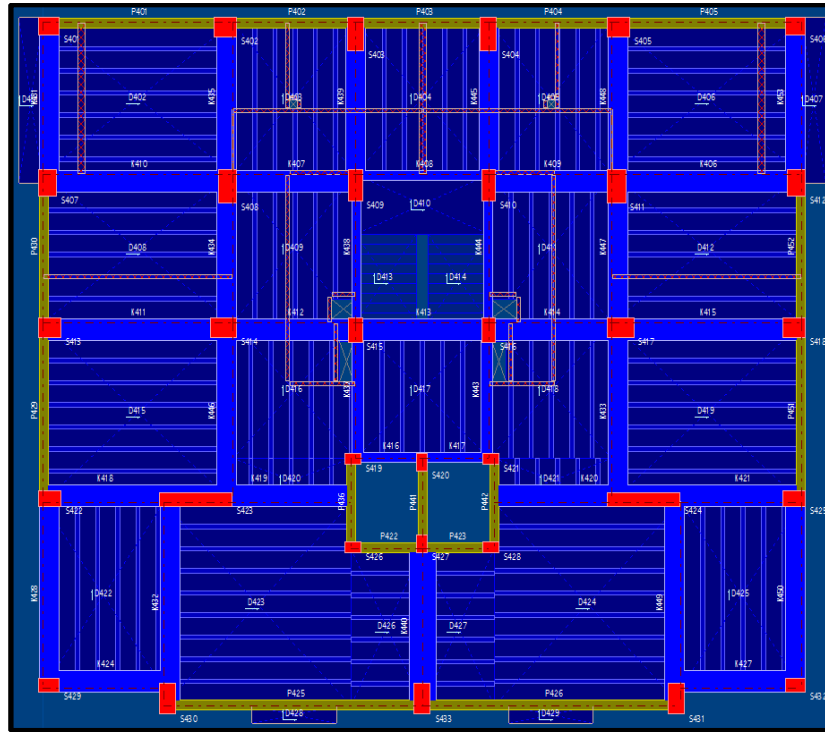
1. Aşama



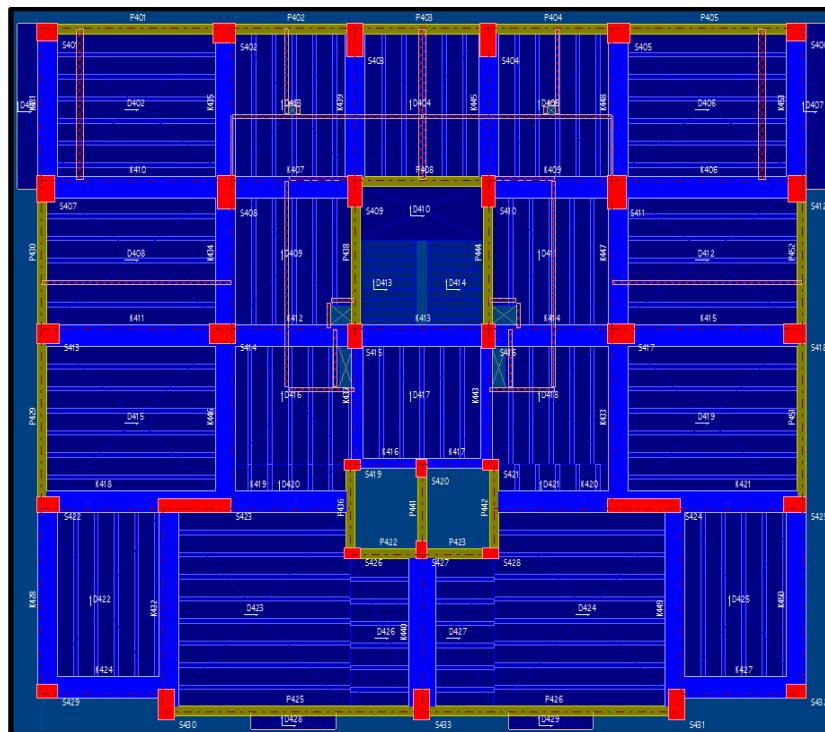
2. Aşama



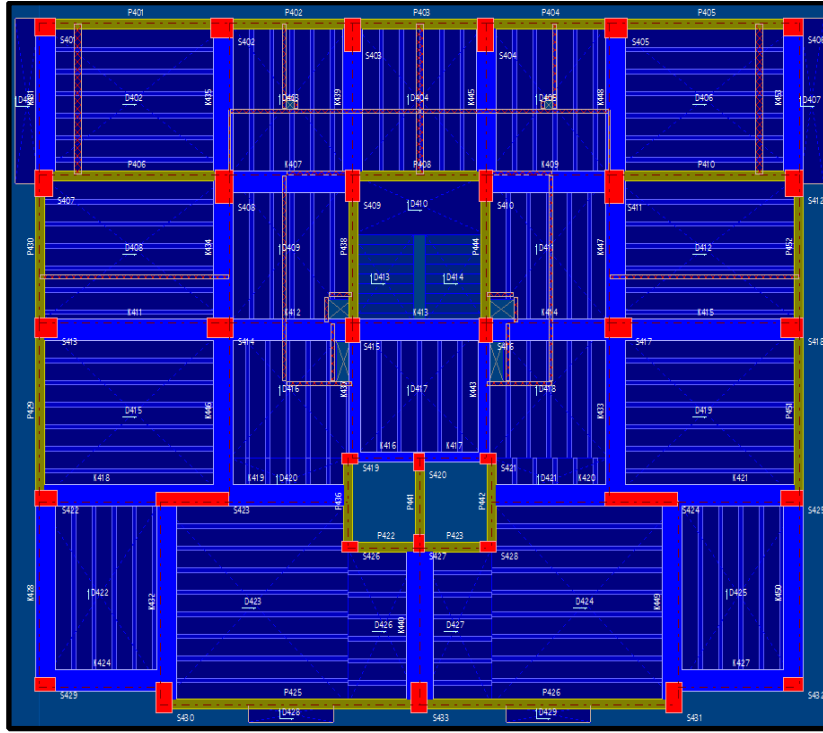
3. Aşama



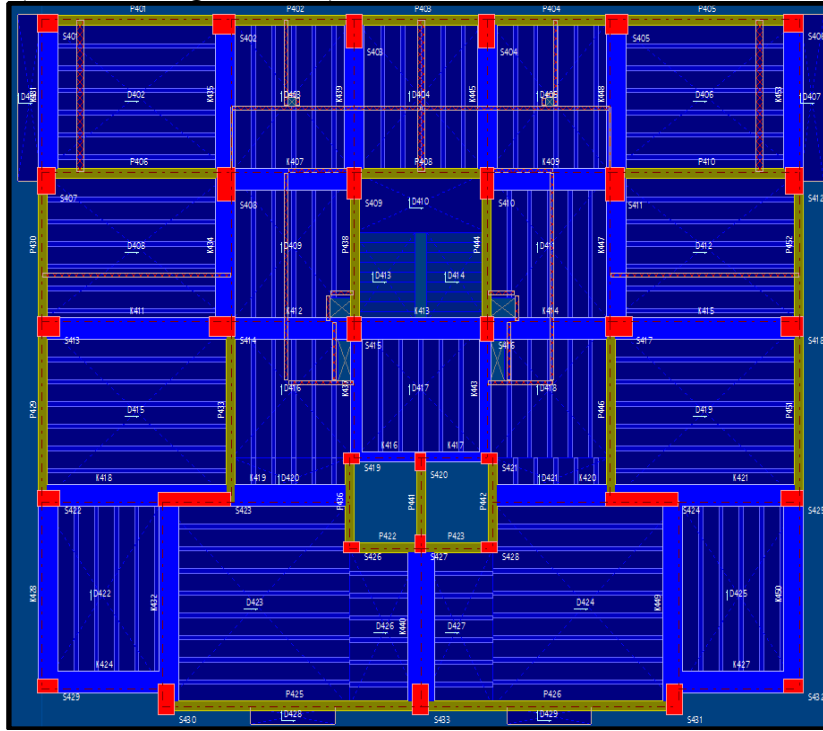
4. Aşama



5. Aşama



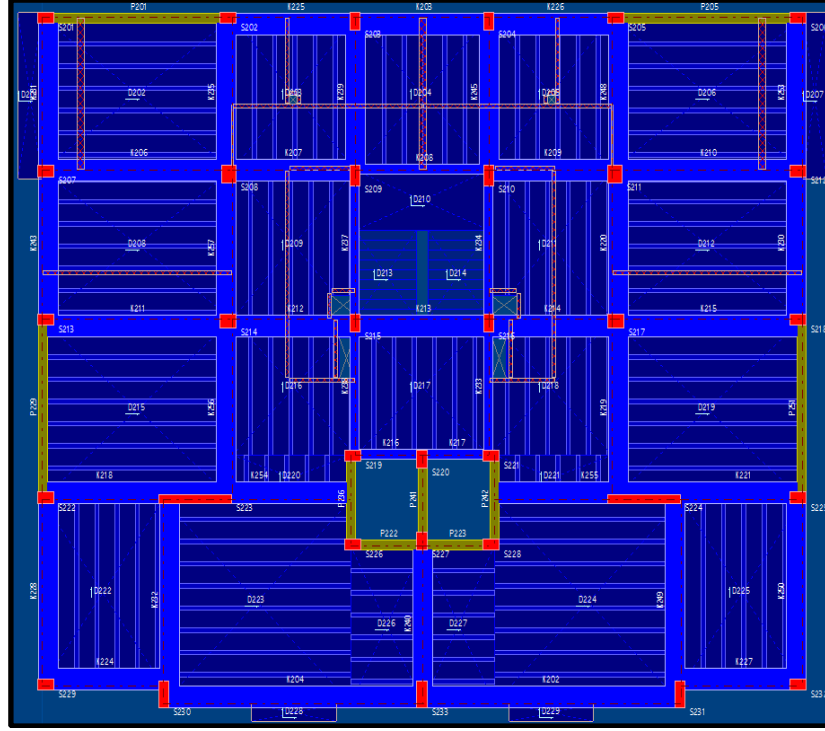
6. Aşama (Can Güvenliği Durumu)



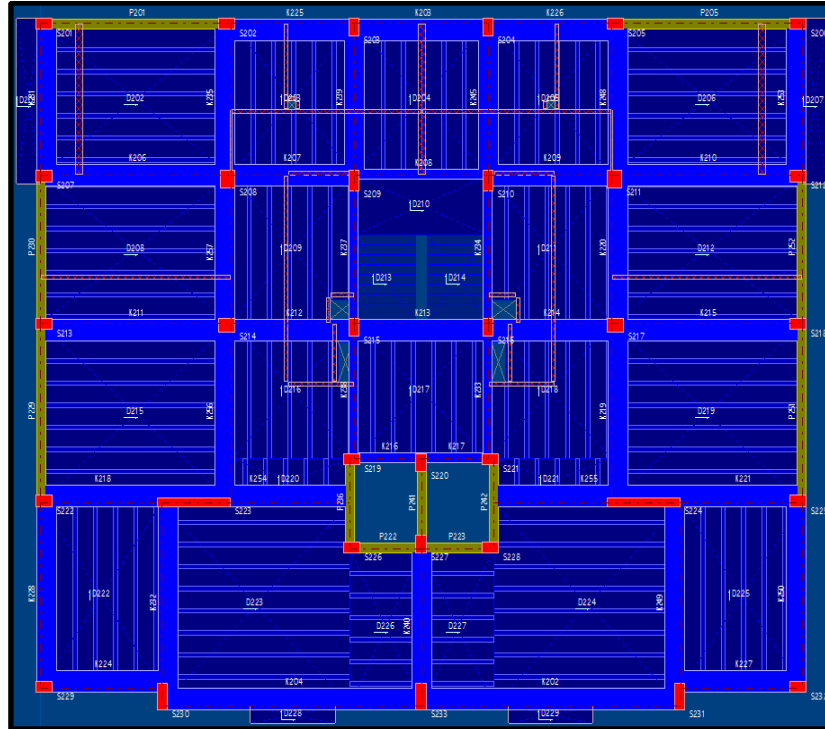
EK-4
DOĞRUSAL ELASTİK HESAP YÖNTEMİNE
GÖRE BİNALARIN PERDE İLE
GÜÇLENDİRİLMESİNİN AŞAMALARI

Doğrusal Elastik Hesap Yöntemine Göre 5 Katlı Binanın Perde İle Güçlendirilmesinin Aşamaları

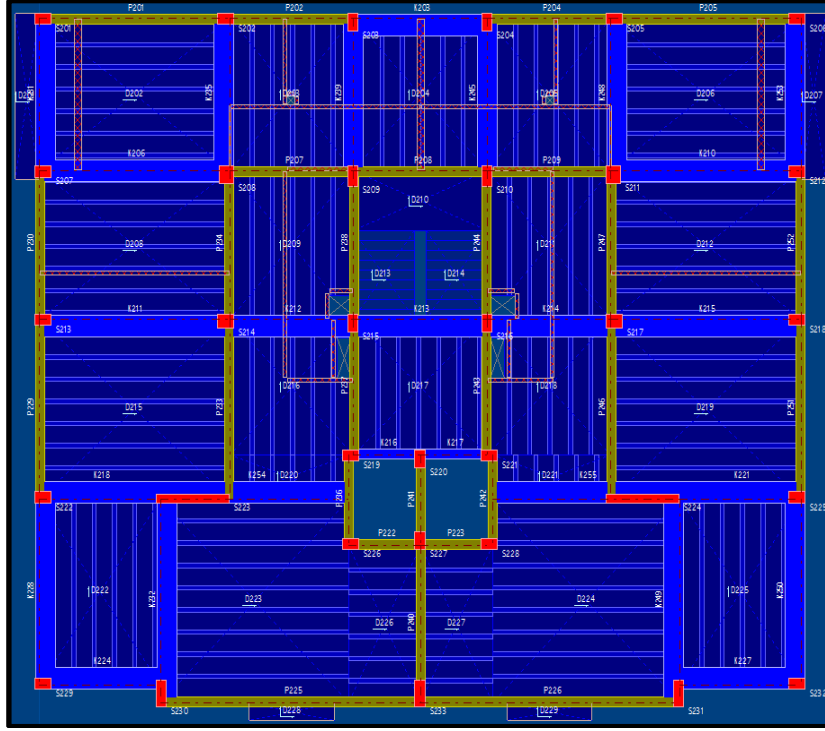
1. Aşama



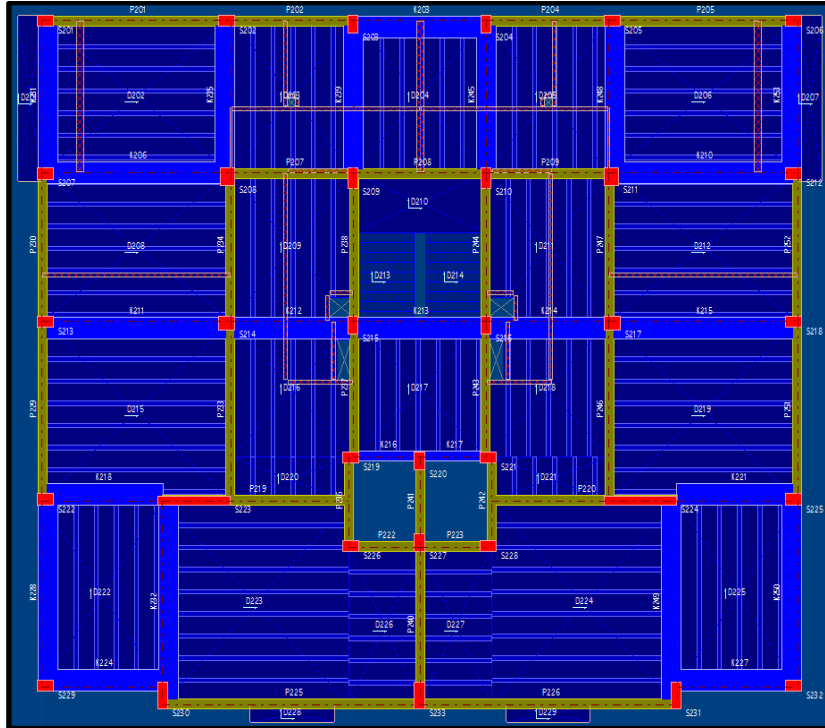
2. Aşama



5. Aşama

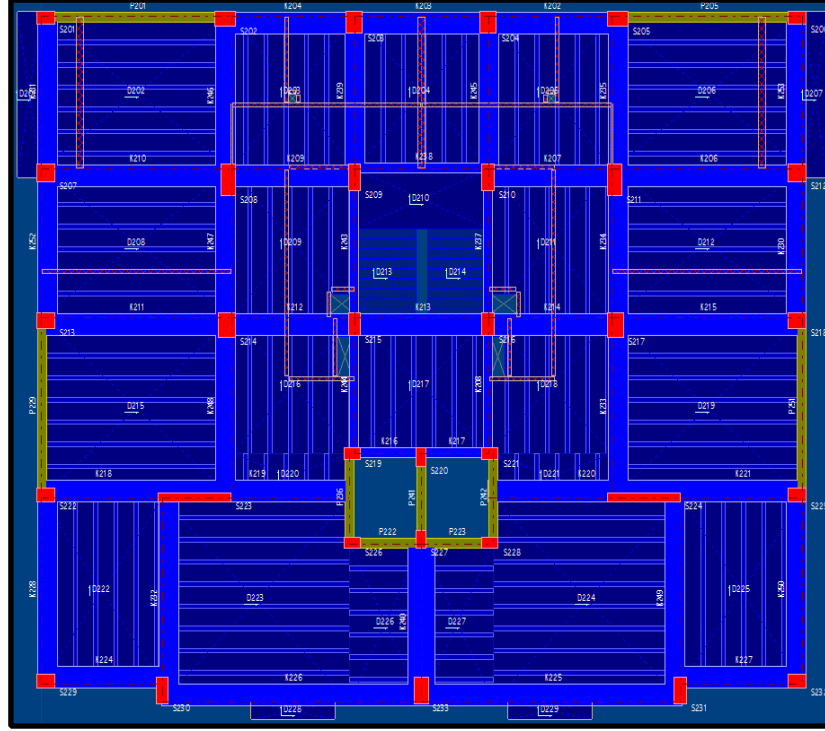


6. Aşama (Can Güvenliği Durumu)

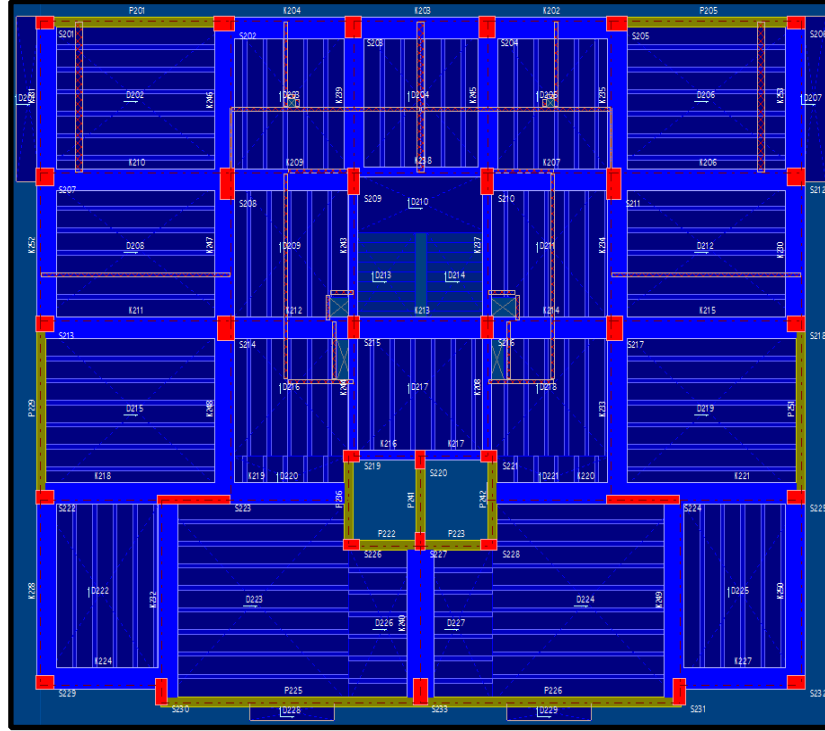


Doğrusal Elastik Hesap Yöntemine Göre 10 Katlı Binanın Perde İle Güçlendirilmesinin Aşamaları

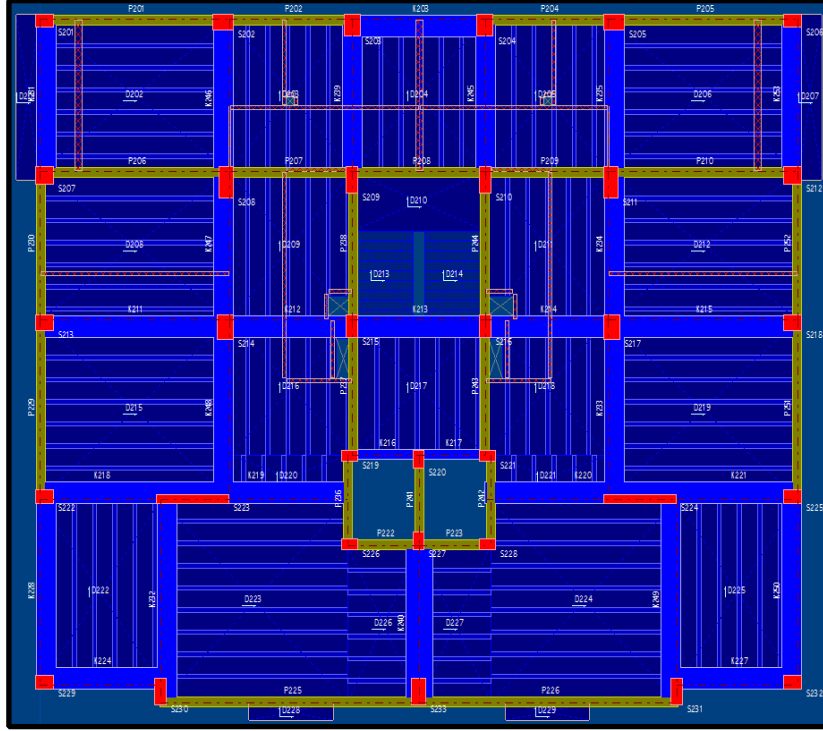
1. Aşama



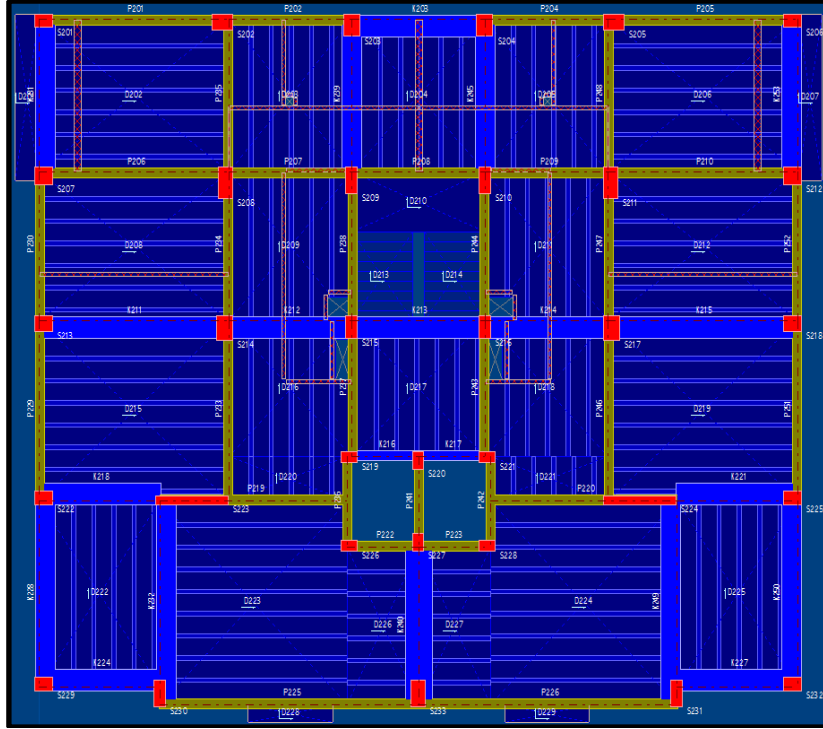
2. Aşama



5. Aşama

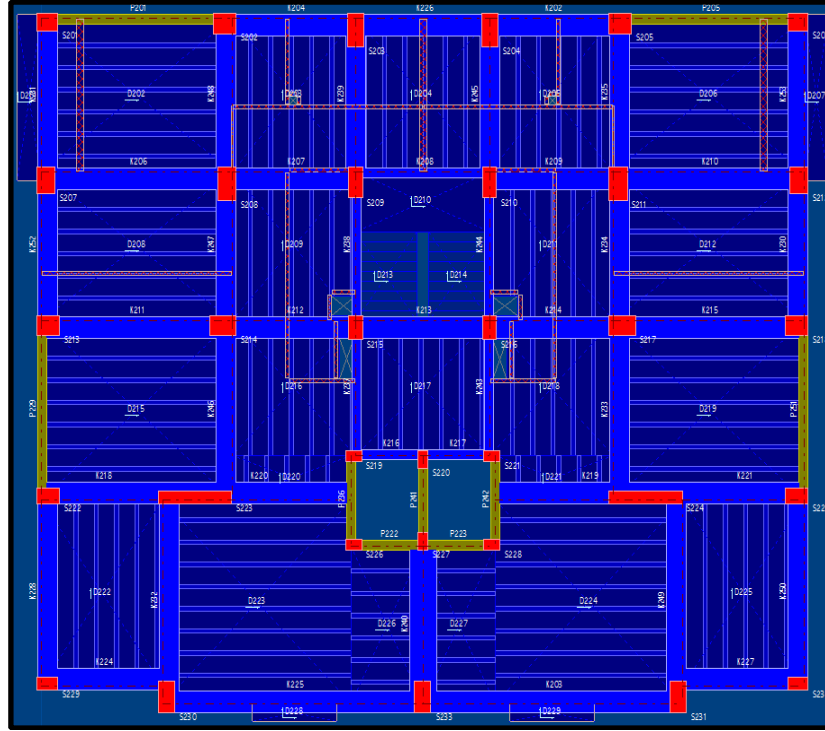


6. Aşama (Can Güvenliği Durumu)

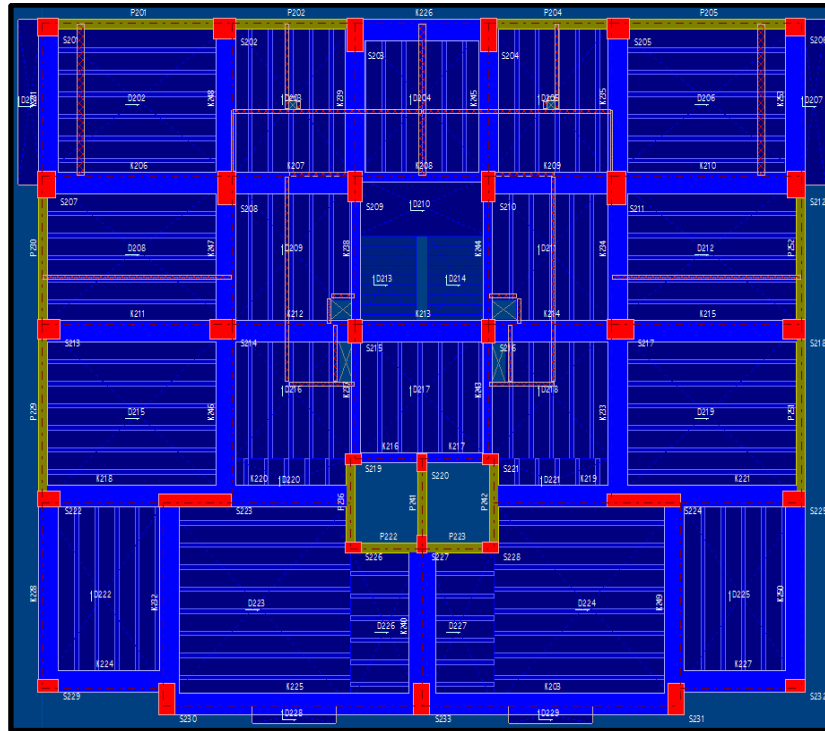


Doğrusal Elastik Hesap Yöntemine Göre 15 Katlı Binanın Perde İle Güçlendirilmesinin Aşamaları

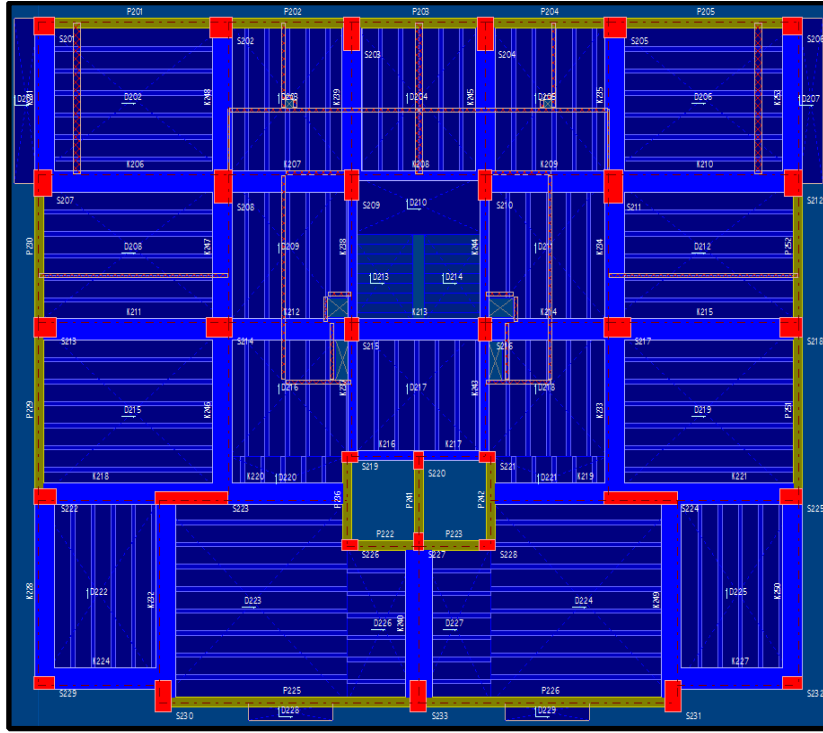
1. Aşama



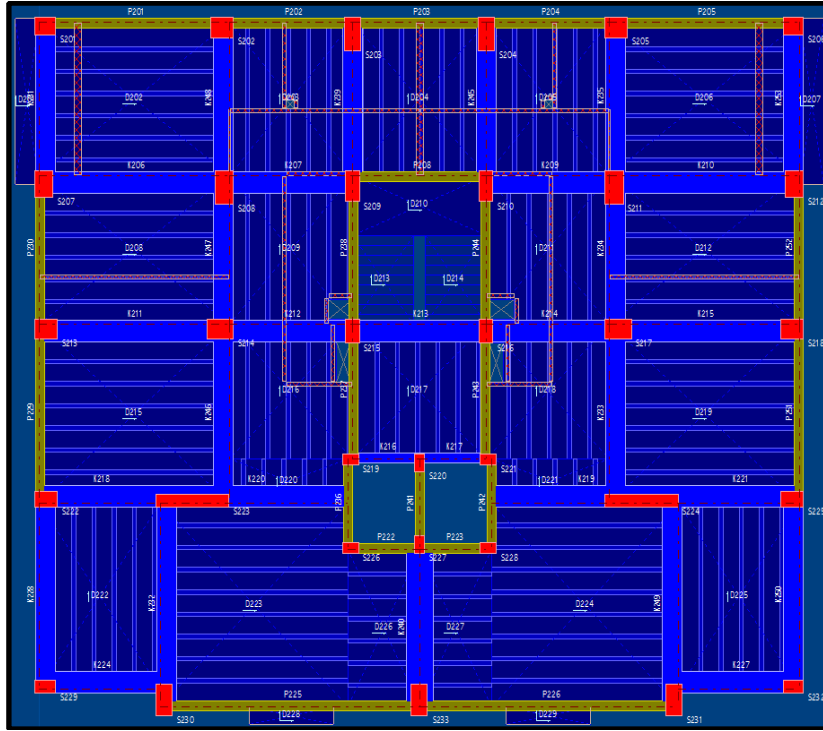
2. Aşama



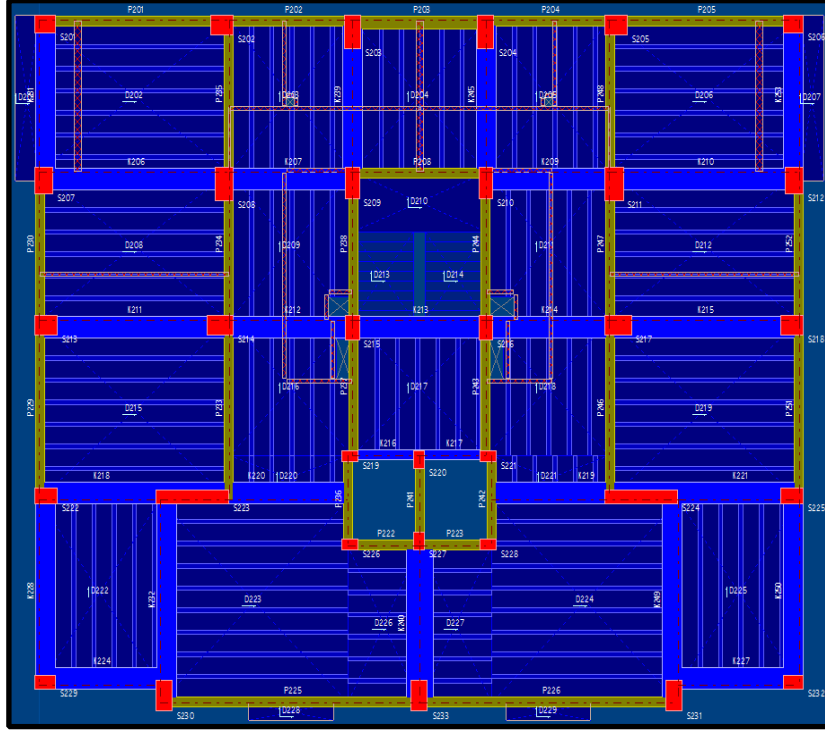
3. Aşama



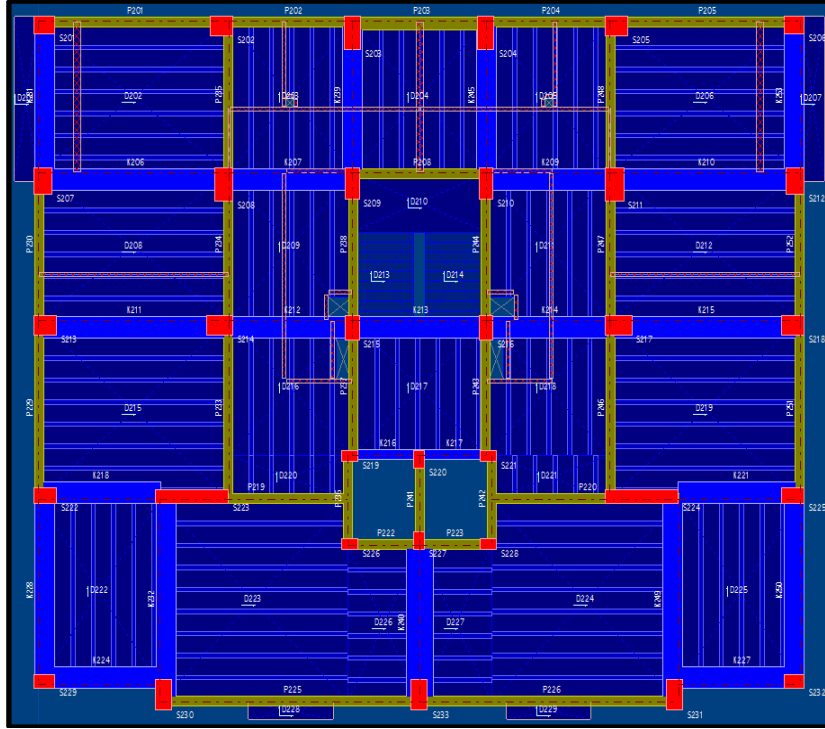
4. Aşama



5. Aşama



6. Aşama (Can Güvenliği Durumu)



EK-5

MALİYET ANALİZLERİ

Doğrusal Elastik Hesap Yöntemine Göre 5 Katlı Binanın Perde İle Güçlendirilmesinin Maliyet Analizi

| BİNA NO: | 5 KATLI BİNANIN PERDE İLE GÜÇLENDİRİLMESİ (DOĞRUSAL ELASTİK HESAP YÖNTEMİ) | | | | |
|---------------|---|----------------|---------------|----------------------|-----------------------------|
| Poz No | Tanımı | Birimi | Toplam Miktar | 2015 Birim Fiyatı | Toplam Tutar (TL) |
| 15.148 | Moloz taşının, makine ile taşıtlara yükleme boşaltma ve fiğuresi | m ³ | 291,6 | 6,33 TL | 1.845,83 TL |
| Y.16.050/06 | Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C30/37 basınç dayanım sınıfında beton dökülmesi (Beton nakli dahil) | m ³ | 357,3 | 172,38 TL | 61.591,37 TL |
| 18.185 | Patlayıcı madde kullanmadan demirli ve demirsiz beton inşaatın yıkılması | m ³ | 291,6 | 111,41 TL | 32.487,16 TL |
| 18.192 | Her türlü iç sıva sökülmesi | m ² | 2430 | 4,33 TL | 10.521,90 TL |
| 18,19812 | Seramik, fayans vb. saplama sökülmesi | m ² | 1080 | 8,04 TL | 8.683,20 TL |
| 19.090/003 Y | Yeni beton yüzeylere kür yapılması | m ² | 2916 | 1,29 TL | 3.761,64 TL |
| Y.21.001/02.Y | Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması | m ² | 2406,9 | 30,04 TL | 72.303,28 TL |
| 21.050/C01Y | Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası) | m ³ | 2430 | 4,59 TL | 11.153,70 TL |
| Y.21.051/C01 | Çelik borudan tam güvenli cephe iş iskelesi yapılması (0,00-51,50 m arası) | m ² | 648 | 4,83 TL | 3.129,84 TL |
| 23,00902 | Takviye projeleri için kiriş ve kolonlarda epoksi ile nervürlü demir filizi eklenmesi | ad | 4488 | 21,24 TL | 95.325,12 TL |
| 23.014.Y | Ø8-Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması | Ton | 26,1 | 1.972,66 TL | 51.486,43 TL |
| 23.015.Y | Ø14-Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması | Ton | 1,2 | 1.939,23 TL | 2.327,08 TL |
| 27.582 Y | Mala perdahlı şap yapılması | m ² | 1080 | 8,01 TL | 8.650,80 TL |
| 29.153 | Bozuk betonarme yüzeylerin temizlenmesi | m ² | 2916 | 14,90 TL | 43.448,40 TL |
| | | | | <u>TOPLAM</u> | <u>406.715,74 TL</u> |

Doğrusal Elastik Hesap Yöntemine Göre 10 Katlı Binanın Perde İle Güçlendirilmesinin Maliyet Analizi

| BİNA NO: | 10 KATLI BİNANIN PERDE İLE GÜÇLENDİRİLMESİ (DOĞRUSAL ELASTİK HESAP YÖNTEMİ) | | | | |
|---------------|---|----------------|---------------|----------------------|-----------------------------|
| Poz No | Tanımı | Birimi | Toplam Miktar | 2015 Birim Fiyatı | Toplam Tutar (TL) |
| 15.148 | Moloz taşının, makine ile taşıtlara yükleme boşaltma ve fiğuresi | m ³ | 1158,3 | 6,33 TL | 7.332,04 TL |
| Y.16.050/06 | Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C30/37 basınç dayanım sınıfında beton dökülmesi (Beton Nakli Dahil) | m ³ | 742 | 172,38 TL | 127.905,96 TL |
| 18.185 | Patlayıcı madde kullanmadan demirli ve demirsiz beton inşaatın yıkılması | m ³ | 1158,3 | 111,41 TL | 129.046,20 TL |
| 18.192 | Her türlü iç sıva sökülmesi | m ² | 4662,9 | 4,33 TL | 20.190,36 TL |
| 18.193 | Her türlü dış sıva sökülmesi | m ² | 1422,3 | 7,91 TL | 11.250,39 TL |
| 18,19812 | Seramik, fayans vb. kaplama sökülmesi | m ² | 2145 | 8,04 TL | 17.245,80 TL |
| 18,19820 | Her türlü kapı ve pencere camı sökülmesi | m ² | 1163,7 | 7,28 TL | 8.471,74 TL |
| 19.090/003 Y | Yeni beton yüzeylere kür yapılması | m ² | 5791,5 | 1,29 TL | 7.471,04 TL |
| Y.21.001/02.Y | Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması | m ² | 5008,3 | 30,04 TL | 150.449,33 TL |
| 21.050/C01Y | Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00m arası) | m ³ | 5265 | 4,59 TL | 24.166,35 TL |
| Y.21.051/C01 | Çelik borudan tam güvenliklı cephe iş iskelesi yapılması (0,00-51,50 m arası) | m ² | 1293 | 4,83 TL | 6.245,19 TL |
| 23,00901 | Takviye projeleri için temellerde epoksi ile nervürlü demir filizi eklenmesi | ad | 500 | 52,07 TL | 26.035,00 TL |
| 23,00902 | Takviye projeleri için kiriş ve kolonlarda epoksi ile nervürlü demir filizi eklenmesi | ad | 9548 | 21,24 TL | 202.799,52 TL |
| 23.014.Y | Ø8-Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması | Ton | 55,4 | 1.972,66 TL | 109.285,36 TL |
| 23.015.Y | Ø14-Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması | Ton | 2,4 | 1.939,23 TL | 4.654,15 TL |
| 27.582 Y | Mala perdahlı şap yapılması | m ² | 2145 | 8,01 TL | 17.181,45 TL |
| 29.153 | Bozuk betonarme yüzeylerin temizlenmesi | m ² | 5791,5 | 14,90 TL | 86.293,35 TL |
| | | | | <u>TOPLAM</u> | <u>956.023,23 TL</u> |

Doğrusal Elastik Hesap Yöntemine Göre 15 Katlı Binanın Perde İle Güçlendirilmesinin Maliyet Analizi

| BİNA NO: | 15 KATLI BİNANIN PERDE İLE GÜÇLENDİRİLMESİ (DOĞRUSAL ELASTİK HESAP YÖNTEMİ) | | | | |
|---------------|--|----------------|---------------|----------------------|-------------------------------|
| Poz No | Tanımı | Birimi | Toplam Miktar | 2015 Birim Fiyatı | Toplam Tutar (TL) |
| 15.148 | Moloz taşımın, makine ile taşıtlara yükleme boşaltma ve figüresi | m ³ | 1382,4 | 6,33 TL | 8.750,59 TL |
| Y.16.050/06 | Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında beton dökülmesi (Beton nakli dahil) | m ³ | 979,3 | 172,38 TL | 168.811,73 TL |
| 18.185 | Patlayıcı madde kullanmadan demirli ve demirsiz beton inşaatın yıkılması | m ³ | 1382,4 | 111,41 TL | 154.013,18 TL |
| 18.192 | Her türlü iç sıva sökülmesi | m ² | 2851,2 | 4,33 TL | 12.345,70 TL |
| 18.193 | Her türlü dış sıva sökülmesi | m ² | 1879,2 | 7,91 TL | 14.864,47 TL |
| 18,19812 | Seramik, fayans vb. kaplama sökülmesi | m ² | 6,2 | 8,04 TL | 49,85 TL |
| 18,19820 | Her türlü kapı ve pencere camı sökülmesi | m ² | 1879,2 | 7,28 TL | 13.680,58 TL |
| 19.090/003 Y | Yeni beton yüzeylere kür yapılması | m ² | 6912 | 1,29 TL | 8.916,48 TL |
| Y.21.001/02.Y | Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması | m ² | 6514,9 | 30,04 TL | 195.707,60 TL |
| 21.050/C01Y | Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası) | m ³ | 5702,4 | 4,59 TL | 26.174,02 TL |
| Y.21.051/C01 | Çelik borudan tam güvenli cephe iş iskelesi yapılması (0,00-51,50 m arası) | m ² | 2088 | 4,83 TL | 10.085,04 TL |
| 23,00901 | Takviye projeleri için temellerde epoksi ile nervürlü demir filizi eklenmesi | ad | 364 | 52,07 TL | 18.953,48 TL |
| 23,00902 | Takviye projeleri için kiriş ve kolonlarda epoksi ile nervürlü demir filizi eklenmesi | ad | 23232 | 21,24 TL | 493.447,68 TL |
| 23.014.Y | Ø8-Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması | Ton | 75,5 | 1.972,66 TL | 148.935,83 TL |
| 23.015.Y | Ø14-Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması | Ton | 6,2 | 1.939,23 TL | 12.023,23 TL |
| 29.153 | Bozuk betonarme yüzeylerin temizlenmesi | m ² | 6912 | 14,90 TL | 102.988,80 TL |
| | | | | <u>TOPLAM</u> | <u>1.389.748,25 TL</u> |

Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemine Göre 5 Katlı Binanın Perde ve Mantolama İle Güçlendirilmesinin Maliyet Analizi

| BİNA NO: 5 KATLI BİNANIN PERDE İLE GÜÇLENDİRİLMESİ (DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN HESAP YÖNTEMİ) | | | | | |
|--|---|----------------|----------------------|--------------------------|----------------------------|
| Poz No | Tanımı | Birimi | Toplam Miktar | 2015 Birim Fiyatı | Toplam Tutar (TL) |
| 15.148 | Moloz taşının, makine ile taşıtlara yükleme boşaltma ve figüresi | m ³ | 92,4 | 6,33 TL | 584,89 TL |
| Y.16.050/06 | Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C30/37 basınç dayanım sınıfında beton dökülmesi (Beton nakli dahil) | m ³ | 38,3 | 172,38 TL | 6.602,15 TL |
| 18.185 | Patlayıcı madde kullanmadan demirli ve demirsiz beton inşaatın yıkılması | m ³ | 92,4 | 111,41 TL | 10.294,28 TL |
| 18.192 | Her türlü iç sıva sökülmesi | m ² | 324 | 4,33 TL | 1.402,92 TL |
| 18.19812 | Seramik, fayans vb. kaplama sökülmesi | m ² | 60 | 8,04 TL | 482,40 TL |
| 19.090/003 Y | Yeni beton yüzeylere kür yapılması | m ² | 324 | 1,29 TL | 417,96 TL |
| Y.21.001/02.Y | Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması | m ² | 267,7 | 30,04 TL | 8.041,71 TL |
| 21.050/C01Y | Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası) | m ³ | 120 | 4,59 TL | 550,80 TL |
| 23,00901 | Takviye projeleri için temellerde epoksi ile nervürlü demir filizi eklenmesi | ad | 98 | 52,07 TL | 5.102,86 TL |
| 23,00902 | Takviye projeleri için kiriş ve kolonlarda epoksi ile nervürlü demir filizi eklenmesi | ad | 1974 | 21,24 TL | 41.927,76 TL |
| 23.014.Y | Ø8-Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması | Ton | 2,8 | 1.972,66 TL | 5.523,45 TL |
| 23.015.Y | Ø14-Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması | Ton | 0,3 | 1.939,23 TL | 581,77 TL |
| 27.582 Y | Mala perdeli şap yapılması | m ² | 60 | 8,01 TL | 480,60 TL |
| 29.153 | Bozuk betonarme yüzeylerin temizlenmesi | m ² | 324 | 14,90 TL | 4.827,60 TL |
| | | | | <u>TOPLAM</u> | <u>86.821,16 TL</u> |

| BİNA NO: | 5 KATLI BİNANIN MANTO İLE GÜÇLENDİRİLMESİ (DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN HESAP YÖNTEMİ) | | | | |
|-----------------|---|----------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Poz No | Tanımı | Birimi | Toplam Miktar | 2015 Birim Fiyatı | Toplam Tutar (TL) |
| 15.148 | Moloz taşının, makine ile taşıtlara yükleme boşaltma ve figüresi | m ³ | 265,14 | 6,33 TL | 1.678,34 TL |
| Y.16.050/06 | Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C30/37 basınç dayanım sınıfında beton dökülmesi (Beton nakli dahil) | m ³ | 58,7 | 172,38 TL | 10.118,71 TL |
| 18.185 | Patlayıcı madde kullanmadan demirli ve demirsiz beton inşaatın yıkılması | m ³ | 265,14 | 111,41 TL | 29.539,25 TL |
| 18.192 | Her türlü iç sıva sökülmesi | m ² | 990 | 4,33 TL | 4.286,70 TL |
| 18.193 | Her türlü dış sıva sökülmesi | m ² | 882 | 7,91 TL | 6.976,62 TL |
| 18,19812 | Seramik, fayans vb. kaplama sökülmesi | m ² | 144 | 8,04 TL | 1.157,76 TL |
| 18,19820 | Her türlü kapı ve pencere camı sökülmesi | m ² | 900 | 7,28 TL | 6.552,00 TL |
| 19.090/003 Y | Yeni beton yüzeylere kür yapılması | m ² | 540 | 1,29 TL | 696,60 TL |
| Y.21.001/02.Y | Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması | m ² | 898,6 | 30,04 TL | 26.993,94 TL |
| 21.050/C01Y | Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası) | m ³ | 388,8 | 4,59 TL | 1.784,59 TL |
| Y.21.051/C01 | Çelik borudan tam güvenli cephe iş iskelesi yapılması (0,00-51,50 m arası) | m ² | 825 | 4,83 TL | 3.984,75 TL |
| 23,00901 | Takviye projeleri için temellerde epoksi ile nervürlü demir filizi eklenmesi | ad | 228 | 52,07 TL | 11.871,96 TL |
| 23,00902 | Takviye projeleri için giriş ve kolonlarda epoksi ile nervürlü demir filizi eklenmesi | ad | 5760 | 21,24 TL | 122.342,40 TL |
| 23.014.Y | Ø8-Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması | Ton | 4,2 | 1.972,66 TL | 8.285,17 TL |
| 23.015.Y | Ø14-Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması | Ton | 6,6 | 1.939,23 TL | 12.798,92 TL |
| 27.582 Y | Mala perdahlı şap yapılması | m ² | 144 | 8,01 TL | 1.153,44 TL |
| 29.153 | Bozuk betonarme yüzeylerin temizlenmesi | m ² | 540 | 14,90 TL | 8.046,00 TL |
| 29.158 | Pas payının kırılarak donatının açığa çıkarılması | m | 280,8 | 43,13 TL | 12.110,90 TL |
| | | | | <u>TOPLAM</u> | <u>270.378,05 TL</u> |

Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemine Göre 10 Katlı Binanın Perde ve Mantolama İle Güçlendirilmesinin Maliyet Analizi

| BİNA NO: | 10 KATLI BİNANIN PERDE İLE GÜÇLENDİRİLMESİ (DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN HESAP YÖNTEMİ) | | | | |
|-----------------|--|----------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Poz No | Tanımı | Birimi | Toplam Miktar | 2015 Birim Fiyatı | Toplam Tutar (TL) |
| 15.148 | Moloz taşımın, makine İle taşıtlara yükleme boşaltma ve figüresi | m ³ | 212,45 | 6,33 TL | 1.344,81 TL |
| Y.16.050/06 | Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C30/37 basınç dayanım sınıfında beton dökülmesi(Beton nakli dahil) | m ³ | 148,9 | 172,38 TL | 25.667,38 TL |
| 18.185 | Patlayıcı madde kullanmadan demirli ve demirsiz beton inşaatın yıkılması | m ³ | 212,45 | 111,41 TL | 23.669,05 TL |
| 18.192 | Her türlü iç sıva sökülmesi | m ² | 1028,7 | 4,33 TL | 4.454,27 TL |
| 18.193 | Her türlü dış sıva sökülmesi | m ² | 434,7 | 7,91 TL | 3.438,48 TL |
| 18,19812 | Seramik, fayans vb. kaplama sökülmesi | m ² | 287,1 | 8,04 TL | 2.308,28 TL |
| 18,19820 | Her türlü kapı ve pencere camı sökülmesi | m ² | 434,7 | 7,28 TL | 3.164,62 TL |
| 19.090/003 Y | Yeni beton yüzeylere kür yapılması | m ² | 1193,4 | 1,29 TL | 1.539,49 TL |
| Y.21.001/02.Y | Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması | m ² | 1029,4 | 30,04 TL | 30.923,18 TL |
| 21.050/C01Y | Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası) | m ³ | 381 | 4,59 TL | 1.748,79 TL |
| Y.21.051/C01 | Çelik borudan tam güvenli cephe iş iskelesi yapılması (0,00-51,50 m arası) | m ² | 483 | 4,83 TL | 2.332,89 TL |
| 23,00901 | Takviye projeleri için temellerde epoksi ile nervürlü demir filizi eklenmesi | ad | 98 | 52,07 TL | 5.102,86 TL |
| 23,00902 | Takviye projeleri için kiriş ve kolonlarda epoksi ile nervürlü demir filizi eklenmesi | ad | 3762 | 21,24 TL | 79.904,88 TL |
| 23.014.Y | Ø8-Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması | Ton | 11,1 | 1.972,66 TL | 21.896,53 TL |
| 27.582 Y | Mala perdahlı şap yapılması | m ² | 287,1 | 8,01 TL | 2.299,67 TL |
| 29.153 | Bozuk betonarme yüzeylerin temizlenmesi | m ² | 1193,4 | 14,90 TL | 17.781,66 TL |
| | | | | <u>TOPLAM</u> | <u>227.576,83 TL</u> |

| BİNA NO: | 10 KATLI BİNANIN MANTO İLE GÜÇLENDİRİLMESİ (DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN HESAP YÖNTEMİ) | | | | |
|-----------------|---|----------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Poz No | Tanımı | Birimi | Toplam Miktar | 2015 Birim Fiyatı | Toplam Tutar (TL) |
| 15.148 | Moloz taşının, makine ile taşıtlara yükleme boşaltma ve figüresi | m ³ | 255,36 | 6,33 TL | 1.616,43 TL |
| Y.16.050/06 | Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C30/37 basınç dayanım sınıfında beton dökülmesi (Beton nakli dahil) | m ³ | 75,2 | 172,38 TL | 12.962,98 TL |
| 18.185 | Patlayıcı madde kullanmadan demirli ve demirsiz beton inşaatın yıkılması | m ³ | 255,36 | 111,41 TL | 28.449,66 TL |
| 18.192 | Her türlü iç sıva sökülmesi | m ² | 1047 | 4,33 TL | 4.533,51 TL |
| 18.193 | Her türlü dış sıva sökülmesi | m ² | 1047 | 7,91 TL | 8.281,77 TL |
| 18,19812 | Seramik, fayans vb. kaplama sökülmesi | m ² | 110 | 8,04 TL | 884,40 TL |
| 18,19820 | Her türlü kapı ve pencere camı sökülmesi | m ² | 1047 | 7,28 TL | 7.622,16 TL |
| 19.090/003 Y | Yeni beton yüzeylere kür yapılması | m ² | 666,6 | 1,29 TL | 859,91 TL |
| Y.21.001/02.Y | Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması | m ² | 1139,2 | 30,04 TL | 34.221,57 TL |
| 21.050/C01Y | Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası) | m ³ | 297 | 4,59 TL | 1.363,23 TL |
| Y.21.051/C01 | Çelik borudan tam güvenli cephe iş iskelesi yapılması (0,00-51,50m arası) | m ² | 825 | 4,83 TL | 3.984,75 TL |
| 23,00901 | Takviye projeleri için temellerde epoksi ile nervürlü demir filizi eklenmesi | ad | 173 | 52,07 TL | 9.008,11 TL |
| 23,00902 | Takviye projeleri için giriş ve kolonlarda epoksi ile nervürlü demir filizi eklenmesi | ad | 9702 | 21,24 TL | 206.070,48 TL |
| 23.014.Y | Ø8-Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması | Ton | 5,2 | 1.972,66 TL | 10.257,83 TL |
| 23.015.Y | Ø14-Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması | Ton | 8,7 | 1.939,23 TL | 16.871,30 TL |
| 27.582 Y | Mala perdeli şap yapılması | m ² | 110 | 8,01 TL | 881,10 TL |
| 29.153 | Bozuk betonarme yüzeylerinin temizlenmesi | m ² | 666,6 | 14,90 TL | 9.932,34 TL |
| 29.158 | Pas payının kırılarak donatının açığa çıkarılması | m | 389,4 | 43,13 TL | 16.794,82 TL |
| | | | | <u>TOPLAM</u> | <u>374.596,35 TL</u> |

Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemine Göre 15 Katlı Binanın Perde ve Mantolama İle Güçlendirilmesinin Maliyet Analizi

| BİNA NO: | 15 KATLI BİNANIN PERDE İLE GÜÇLENDİRİLMESİ (DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN HESAP YÖNTEMİ) | | | | |
|---------------|---|----------------|---------------|----------------------|-----------------------------|
| Poz No | Tanımı | Birimi | Toplam Miktar | 2015 Birim Fiyatı | Toplam Tutar (TL) |
| 15.148 | Moloz taşının, makine ile taşıtlara yükleme boşaltma ve figüresi | m ³ | 489,15 | 6,33 TL | 3.096,32 TL |
| Y.16.050/06 | Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C30/37 basınç dayanım sınıfında beton dökülmesi (Beton nakli dahil) | m ³ | 355,5 | 172,38 TL | 61.281,09 TL |
| 18.185 | Patlayıcı madde kullanmadan demirli ve demirsiz beton inşaatın yıkılması | m ³ | 489,15 | 111,41 TL | 54.496,20 TL |
| 18.192 | Her türlü iç sıva sökülmesi | m ² | 2197,5 | 4,33 TL | 9.515,18 TL |
| 18.193 | Her türlü dış sıva sökülmesi | m ² | 1237,5 | 7,91 TL | 9.788,63 TL |
| 18,19812 | Seramik, fayans vb. kaplama sökülmesi | m ² | 600 | 8,04 TL | 4.824,00 TL |
| 18,19820 | Her türlü kapı ve pencere camı sökülmesi | m ² | 1113,8 | 7,28 TL | 8.108,46 TL |
| 19.090/003 Y | Yeni beton yüzeylere kür yapılması | m ² | 3091,5 | 1,29 TL | 3.988,04 TL |
| Y.21.001/02.Y | Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması | m ² | 2454,7 | 30,04 TL | 73.739,19 TL |
| 21.050/C01Y | Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası) | m ³ | 2052 | 4,59 TL | 9.418,68 TL |
| Y.21.051/C01 | Çelik borudan tam güvenli cephede iş iskelesi yapılması (0,00-51,50 m arası) | m ² | 1237,5 | 4,83 TL | 5.977,13 TL |
| 23,00901 | Takviye projeleri için temellerde epoksi ile nervürlü demir filizi eklenmesi | ad | 336 | 52,07 TL | 17.495,52 TL |
| 23,00902 | Takviye projeleri için kiriş ve kolonlarda epoksi ile nervürlü demir filizi eklenmesi | ad | 15392 | 21,24 TL | 326.926,08 TL |
| 23.014.Y | Ø8-Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması | Ton | 26,5 | 1.972,66 TL | 52.275,49 TL |
| 27.582 Y | Mala perdahlı şap yapılması | m ² | 600 | 8,01 TL | 4.806,00 TL |
| 29.153 | Bozuk betonarme yüzeylerin temizlenmesi | m ² | 3091,5 | 14,90 TL | 46.063,35 TL |
| | | | | <u>TOPLAM</u> | <u>691.799,34 TL</u> |

| BİNA NO: | 15 KATLI BİNANIN MANTO İLE GÜÇLENDİRİLMESİ (DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN HESAP YÖNTEMİ) | | | | |
|-----------------|---|----------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Poz No | Tanımı | Birimi | Toplam Miktar | 2015 Birim Fiyatı | Toplam Tutar (TL) |
| 15.148 | Moloz taşının, makine ile taşıtlara yükleme boşaltma ve figüresi | m ³ | 577,34 | 6,33 TL | 3.654,56 TL |
| Y.16.050/06 | Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C30/37 basınç dayanım sınıfında beton dökülmesi (Beton nakli dahil) | m ³ | 157,1 | 172,38 TL | 27.080,90 TL |
| 18.185 | Patlayıcı madde kullanmadan demirli ve demirsiz beton inşaatın yıkılması | m ³ | 577,34 | 111,41 TL | 64.321,45 TL |
| 18.192 | Her türlü iç sıva sökülmesi | m ² | 4604,4 | 4,33 TL | 19.937,05 TL |
| 18.193 | Her türlü dış sıva sökülmesi | m ² | 2790 | 7,91 TL | 22.068,90 TL |
| 18,19812 | Seramik, fayans vb. kaplama sökülmesi | m ² | 384 | 8,04 TL | 3.087,36 TL |
| 18,19820 | Her türlü kapı ve pencere camı sökülmesi | m ² | 3235,95 | 7,28 TL | 23.557,72 TL |
| 19.090/003 Y | Yeni beton yüzeylere kür yapılması | m ² | 1622,4 | 1,29 TL | 2.092,90 TL |
| Y.21.001/02.Y | Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması | m ² | 2369 | 30,04 TL | 71.164,76 TL |
| 21.050/C01Y | Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00 m arası) | m ³ | 1036,8 | 4,59 TL | 4.758,91 TL |
| Y.21.051/C01 | Çelik borudan tam güvenlikli cephe iş iskelesi yapılması (0,00-51,50 m arası) | m ² | 1170 | 4,83 TL | 5.651,10 TL |
| 23,00901 | Takviye projeleri için temellerde epoksi ile nervürlü demir filizi eklenmesi | ad | 327 | 52,07 TL | 17.026,89 TL |
| 23,00902 | Takviye projeleri için kiriş ve kolonlarda epoksi ile nervürlü demir filizi eklenmesi | ad | 22176 | 21,24 TL | 471.018,24 TL |
| 23.014.Y | Ø8-Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması | Ton | 10,7 | 1.972,66 TL | 21.107,46 TL |
| 23.015.Y | Ø14-Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması | Ton | 19 | 1.939,23 TL | 36.845,37 TL |
| 27.582 Y | Mala perdahlı şap yapılması | m ² | 384 | 8,01 TL | 3.075,84 TL |
| 29.153 | Bozuk betonarme yüzeylerin temizlenmesi | m ² | 1622,4 | 14,90 TL | 24.173,76 TL |
| 29.158 | Pas payının kırılarak donatının açığa çıkarılması | m | 988,8 | 43,13 TL | 42.646,94 TL |
| | | | | <u>TOPLAM</u> | <u>863.270,11 TL</u> |