

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**KENTSEL DÖNÜŞÜMÜN DENEYSEL VERİLERİ İŞİĞINDA DOĞRUSAL
OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE RİSKLİ YAPILARIN YENİDEN
KULLANILABİLİRLİĞİ VE YARARLARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mustafa OLBAK

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

İnşaat Mühendisliği Programı

Şubat, 2016

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**KENTSEL DÖNÜŞÜMÜN DENEYSEL VERİLERİ IŞIĞINDA DOĞRUSAL
OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE RİSKLİ YAPILARIN YENİDEN
KULLANILABİLİRLİĞİ VE YARARLARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mustafa OLBAK

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

İnşaat Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Sepanta NAİMİ

Şubat, 2016



T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi

Enstitümüzde İlaçat Mühendisliği Ana Bilim Dalı İnşaat Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı Y1213.090105 numarası öğrencisi Mustafa ÇELBAK'ın "KENTSEL DÖNÜŞÜMÜN DENEYSEL VERİLERİ İŞİĞİNDA DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE RİSKLİ YAPILARIN YENİDEN KULLANILABİLİRLİĞİ VE YARARLARI" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 17/11/2015 tarih ve 2015/26 sayılı kararıyla oğuşunlar jüri tarafından *gönlüğü* ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak *kabul* edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi :17/02/2016

1) Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Sepanta KAIMI

2) Jüri Üyesi : Doç. Dr. Mehmet Fatih ALTAN

3) Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. İsmail Cengiz VII MAZ

Not: Öğrencinin Tez savunmasında Başarıla olması halinde bu form imzalanacaktır. Aksi takdirde geçersizdir.

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Kentsel Dönüşümün Deneysel Verileri Işığında Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleri İle Riskli Yapıların Yeniden Kullanılabilirliği ve Yararları”adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (17/02/2016)

Mustafa OLBAK

Bugüne kadar desteklerini esirgemeyen aileme ve arkadaşlarıma ithaf olunur...

ÖNSÖZ

Tez çalışmamda statik projelerin güçlendirilmesinde akıl danıştığım İnş.Müh. Mehmet DOĞAN' a, tezin düzenlenme aşamasının her bir adımında vaktini ayıran ve bilgisini esirgemeyen kıymetli arkadaşım İş Güvenliği Uzmanı Kadir HAYRİOĞLU' na, İnş. Müh. Çağrı UYSAL' a tezin özet bölümünü İngilizceye çeviren arkadaşım Burak PAKSOY' a, tezi yazdığım zamanlarda yanımda olan Furkan KIRDAR' a, yazım kurallarında yardımcı olan Kimya Mühendisi Özlem BUDAK' a, kentsel dönüşüm kapsamında alınan numuneler ile ilgili verilerin toparlanması konusunda desteğini hiçbir zaman esirgemeyen T.C.Ümraniye Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü Kentsel Yenileme Şefi ve şefim Murat Alptuğ BALCI' ya, yüksek lisans eğitimimin başından sonuna kadar ve hayatım boyunca yanımda olup maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen babam Ahmet OLBAK' a, annem Dilek OLBAK' a ve kardeşim Osman OLBAK' a, tezin son düzenlenme aşamasında başından sonuna kadar yazım hataları için vaktini ayıran sevgili anneme, tez konusunun belirlenmesinden bitimine kadar bilgisini ve vaktini ayıran değerli hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Sepanta NAİMİ' ye teşekkürü bir borç bilirim.

Subat 2016

Mustafa OLBAK

İÇİNDEKİLER

SAYFA

| | |
|---|-----------|
| ÖNSÖZ..... | iii |
| İÇİNDEKİLER..... | v |
| KISALTMALAR..... | vii |
| ÇİZELGE LİSTESİ..... | x |
| ŞEKİL LİSTESİ..... | xii |
| ÖZET..... | xvi |
| ABSTRACT..... | xviii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Binaların Yıkım ve Yapımında Meydana Gelen Çevre Problemleri..... | 8 |
| 2. MATERYAL VE YÖNTEM | 13 |
| 2.1. Süneklik Kavramı..... | 17 |
| 2.2. Plastik Mafsalsal Hipotezi..... | 20 |
| 2.2.1. Plastik Mafsalsal Hipotezinin Esasları..... | 24 |
| 2.3. Doğrusal Elastik Hesap Yöntemi..... | 24 |
| 2.4. Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemi..... | 25 |
| 2.4.1. Doğrusal Elastik Olmayan Yöntemde Kullanılan Mander Beton Modeli..... | 28 |
| 2.4.2. Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi(AEDYY)..... | 31 |
| 2.4.2.1. AEDYY kullanılabilmesi için gerekli şartlar..... | 31 |
| 2.4.2.2. AEDYY ile analize genel bakış..... | 31 |
| 2.4.2.3. DBYBHY2007' ye göre AEDYY ile yapılacak hesaplarda kullanılacak olan koordinat dönüşümü için kullanılan formüller..... | 32 |
| 2.4.3. Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi(AMBY)..... | 37 |
| 2.4.3.1. AEDYY' nin AMBY' ne göre sakıncaları..... | 37 |
| 2.4.3.2. DBYBHY2007' ye göre AMBY ile modal ölçeklendirmede kullanılan formüller..... | 38 |
| 2.4.3.3. DBYBHY2007' ye göre AMBY ile istem büyüklüklerinin belirlenmesi..... | 42 |
| 2.5. Sta4Cad İle Performans Analizi..... | 44 |
| 3. ANALİZ YÖNTEMLERİ | 47 |
| 3.1. STA4CAD Hesap Kabulleri..... | 47 |
| 3.1.1. Sta4Cad programında doğrusal olmayan analiz prosedürü..... | 48 |
| 3.1.2. Yapı rijitlik matrisinin belirlenmesi..... | 49 |
| 3.1.3. Kiriş rijitlik matrisinin düzenlenmesi..... | 49 |
| 3.1.4. Kolon rijitlik matrisinin düzenlenmesi..... | 50 |
| 3.2. DBYBHY2007 ye Göre Bilgi Düzeyleri..... | 50 |
| 3.2.1. Sınırlı bilgi düzeyi..... | 51 |
| 3.2.2. Orta bilgi düzeyi..... | 52 |
| 3.2.3. Kapsamlı bilgi düzeyi..... | 53 |
| 3.3. Riskli Yapıların Tespit Edilmesinde Kullanılan Bilgi Düzeyleri, Donatı ve Malzeme Tespiti..... | 54 |

| | |
|---|------------|
| 3.3.1. Riskli yapıların tespit edilmesinde donatı tespiti ve malzeme özelliklerinin belirlenmesi..... | 54 |
| 3.4. Yapılan Saha Çalışmaları ve Testler | 56 |
| 3.4.1. Beton test çekici (Schmidt Hammer) uygulaması ve okunan değerler..... | 56 |
| 3.4.2. Karot numune alma işlemi, yapılan testler ve bulunan değerler | 62 |
| 3.4.3. Tahribatlı yöntem (sıyırma) ile donatı tespiti işlemleri | 73 |
| 3.4.4. Tahribatsız yöntem(röntgen taraması) ile donatı tespiti işlemleri..... | 78 |
| 4. SECÇİLMİŞ BİNALAR HAKKINDA GENEL BİLGİLER VE YAPI ANALİZ SONUÇLARI..... | 83 |
| 4.1 Analizlerde Kullanılan Mevcut Beton Dayanımı ve Elastisite Modülü Hesap Çizelgeleri ile Saha Çalışmaları Sonucu Bulunan Donatı Gerçekleşme Oranları | 106 |
| 4.2. Seçilen Yapıların Mevcut Durumdaki Sta4Cad Modellemeleri..... | 111 |
| 4.3. Seçilen Yapılardan Yapıların Mevcut Durumdaki Sta4Cad 3D Modelleri... | 114 |
| 4.4. Seçilen Yapıların Mevcut Durum Performans Analiz Sonuçları..... | 116 |
| 4.5. Seçilen Yapıların Güçlendirilmiş Durum Sta4Cad Modellemeleri | 124 |
| 4.6. Seçilen Yapıların Güçlendirilmiş Durum 3D Modellemeleri..... | 128 |
| 4.7. Seçilen Yapıların Güçlendirilmiş Durum Performans Analiz Sonuçları | 130 |
| 5. SONUÇ..... | 139 |
| KAYNAKÇA..... | 141 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 145 |

KISALTMALAR

ARAAD : Afet riski altındaki alanların değerlendirilmesi

DBYBHY2007 : Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik 2007

BÜT : Beton üretim tesisleri

AKM: Askıda katı madde

İSKİ: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi

İMO: İnşaat Mühendisleri Odası

TSDS: Tek Serbestlik Dereceli Sistem

ÇSDS: Çok Serbestlik Dereceli Sistem

SEMBOLLER

μ : Süneklik

δ_u : Güç tükenme durumundaki maksimum şekil değiştirme

δ_y : Elastik sınır durumundaki şekil değiştirme

F : Kuvvet

F_u : En büyük kuvvet değeri

M : Eğilme momenti

M_{cr} : Çatlama anında eğilme momenti

M_u : Nihai durum eğilme momenti

M_y : Akma anında eğilme momenti

M_p : Plastik moment

M_p' : İndirgenmiş plastik moment

N : Normal kuvvet

φ, χ : Eğrilik

φ_u, χ_{maks} : Oluşan en büyük eğrilik

φ_y, χ_y : Akma eğriliği

φ_{cr} : Çatlama anındaki eğrilik

δ : Düşey deplasman

φ_p : Plastik mafsalın dönmesi

l_p : Plastik mafsal boyu

σ : Gerilme

ϵ : Birim boy değişmesi

ϵ_{cu} : Betonun izin verilen en büyük birim kısalması

ϵ_{su} : Beton çeliğinin izin verilen en büyük birim kısalması

r : Etki/kapasite oranı

G : Sabit yükler

Q : Hareketli yükler

n : Hareketli yük katılım katsayısı

S_a : Spektral ivme
 S_d : Spektral yerdeğiştirme
 A_s : Boyuna donatı alanı
 a_i : Kesit çevresindeki düşey donatıların eksenleri arasındaki uzaklık
 b_0 : Göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutu
 E_c : Betonun elastisite modülü
 E_s : Donatı çeliğinin elastisite modülü
 f_c : Sargılı betonda beton basınç gerilmesi
 f_{cc} : Sargılı beton dayanımı
 f_{co} : Sargısız betonun basınç dayanımı
 f_e : Etkili sargılama basıncı
 f_s : Donatı çeliğindeki gerilme
 f_{sy} : Donatı çeliğinin akma dayanımı
 f_{su} : Donatı çeliğinin kopma dayanımı
 f_{yw} : Enine donatının akma dayanımı
 h_0 : Göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutu
 k_e : Sargılama etkinlik katsayısı
 s : Etriye aralığı
 ρ_s : Toplam enine donatının hacımsal oranı
 ρ_x, ρ_y : İlgili doğrultulardaki enine donatı hacim oranı
 ϵ_c : Beton basınç birim şekil değiştirmesi
 ϵ_{cu} : Sargılı betondaki maksimum basınç birim şekil değiştirmesi
 ϵ_{sy} : Donatı çeliğinin akma birim şekil değiştirmesi
 ϵ_s : Donatı çeliğinin pekleşme başlangıcındaki birim şekil değiştirmesi
 ϵ_{su} : Donatı çeliğinin kopma birim şekil değiştirmesi
 $a_I^{(i)}$: (i)' nci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait modal ivme
 $V_{x1}^{(i)}$: x deprem doğrultusunda (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait taban kesme kuvveti
 M_{x1} : x deprem doğrultusunda doğrusal elastik davranış için tanımlanan birinci (hakim) moda ait etkin kütle
 $d_1^{(i)}$: (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait modal yerdeğiştirme
 $U_{xN1}^{(i)}$: Binanın tepesinde (N'inci katında) x deprem doğrultusunda tepe yer değiştirme istemi
 Φ_{xN1} : Binanın tepesinde (N'inci katında) x deprem doğrultusunda birinci moda ait mod şekli genliği
 Γ_{x1} : x deprem doğrultusunda birinci moda ait katkı çarpanı
 M_1 : 1'inci doğal titreşim moduna ait modal kütle
 $d_1^{(p)}$: Birinci moda ait modal yerdeğiştirme istemi
 S_{d1l} : Birinci moda ait doğrusal olmayan spektral yerdeğiştirme
 S_{de1} : İtme analizinin birinci moda ait doğrusal elastik spektral
 C_{R1} : Birinci moda ait spektral yerdeğiştirme oranı
 $S_{ae1}^{(1)}$: İtme analizinin ilk adımında birinci moda ait elastik spektral ivme
 $\omega_1^{(1)}$: Başlangıçtaki (i=1) itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hakim) titreşim moduna ait doğal açısal frekans
 ω_B : 6.4'de tanımlanan ivme spektrumundaki karakteristik periyoda karşı gelen doğal açısal frekans
 $T_1^{(1)}$: Başlangıçtaki (i=1) itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hakim) titreşim moduna ait doğal titreşim periyodu
 T_B : 6.4'de tanımlanan ivme spektrumundaki karakteristik periyod

R_{yI} : Birinci moda ait Dayanım Azaltma Katsayısı
 a_{y1} : Birinci moda ait eşdeğer akma ivmesi
 $\Delta u_{sn}^{(i)}$: (i)'inci itme adımında n'inci doğal titreşim modu için sistemin herhangi bir (s) serbestlik derecesine ait yerdeğiştirme artımı
 $\Phi_{sn}^{(i)}$: (i)'inci itme adımında, o adımdaki plastik kesit konfigürasyonu gözönüne alınarak belirlenen n'inci mod şeklinin (s) serbestlik derecesine ait genliği
 $\Gamma_{xn}^{(i)}$: (i)'inci itme adımında, x doğrultusundaki deprem için n'inci doğal titreşim moduna ait katkı çarpanı
 $\Delta d_n^{(i)}$: (i)'inci itme adımında n'inci moda ait modal yerdeğiştirme artımı
 $d_n^{(i)}$: (i)'inci itme adımı sonunda n'inci moda ait modal yerdeğiştirme
 $S_{den}^{(1)}$: İtme analizinin ilk adımında n'inci moda ait doğrusal elastik spektral yerdeğiştirme
 $\tilde{F}^{(i)}$: (i)'inci itme adımına ait birikimli spektrum ölçek katsayısı
 $\Delta \tilde{F}^{(i)}$: (i)'inci itme adımında artımsal spektrum ölçek katsayısı
 $S_{aen}^{(1)}$: İtme analizinin ilk adımında n'inci moda ait doğrusal elastik spektral ivme
 $\omega_n^{(1)}$: Başlangıçtaki (i=1) itme adımında n'inci titreşim moduna ait doğal açısız frekans
 $r_j^{(i)}$: (i)'inci itme adımı sonunda, herhangi bir (j) noktasında veya kesidinde oluşan tipik yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme veya iç kuvvet
 $\tilde{r}_j^{(i)}$: (i)'inci itme adımında $\Delta \tilde{F}^{(i)} = 1$ alınarak yapılan doğrusal (lineer) mod birleştirme analizi sonucunda, (j) noktasında veya kesidinde hesaplanan tipik yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme veya iç kuvvet
 $M_{j,x}^{(i)}$: (i)'inci itme adımı sonunda, (j) plastik kesidinde x eksenini etrafında oluşan eğilme momenti
 $\tilde{M}_{j,x}^{(i)}$: (i)'inci itme adımında $\Delta \tilde{F}^{(i)} = 1$ alınarak yapılan doğrusal (lineer) mod birleştirme analizi sonucunda, (j) plastik kesidinde x eksenini etrafında hesaplanan eğilme momenti
 $M_{j,y}^{(i)}$: (i)'inci itme adımı sonunda, (j) plastik kesidinde y eksenini etrafında oluşan eğilme momenti
 $\tilde{M}_{j,y}^{(i)}$: (i)'inci itme adımında $\Delta \tilde{F}^{(i)} = 1$ alınarak yapılan doğrusal (lineer) mod birleştirme analizi sonucunda, (j) plastik kesidinde y eksenini etrafında hesaplanan eğilme momenti
 $N_j^{(i)}$: (i)'inci itme adımı sonunda, (j) plastik kesidinde oluşan aksiyel kuvvet
 $\tilde{N}_j^{(i)}$: (i)'inci itme adımında $\Delta \tilde{F}^{(i)} = 1$ alınarak yapılan doğrusal (lineer) mod birleştirme analizi sonucunda, (j) plastik kesidinde hesaplanan aksiyel kuvvet
 $\alpha_{jk,x}$: (j) plastik kesidinde x eksenini etrafındaki momentle ilgili olarak (k)'inci akma düzlemini veya çizgisini tanımlayan katsayı
 $\alpha_{jk,y}$: (j) plastik kesidinde y eksenini etrafındaki momentle ilgili olarak (k)'inci akma düzlemini veya çizgisini tanımlayan katsayı
 β_{jk} : (j) plastik kesidindeki aksiyel kuvvetle ilgili olarak (k)'inci akma düzlemini veya çizgisini tanımlayan katsayı
 $\Delta a_n^{(i)}$: (i)'inci itme adımında n'inci moda ait modal ivme artımı

$\omega_n^{(i)}$: (i)'inci itme adımında, o adımdaki plastik kesit konfigürasyonu gözönüne alınarak belirlenen n'inci titreşim moduna ait doğal açısal frekans

$\Delta f_{sn}^{(i)}$: (i)'inci itme adımında n'inci doğal titreşim modu için sistemin herhangi bir (s) serbestlik derecesine etkiyen deprem yükünün artımı

m_s : Herhangi bir (s) serbestlik derecesinin kütlesi

$\Phi_{sn}^{(i)}$: (i)'inci itme adımında, o adımdaki plastik kesit konfigürasyonu gözönüne alınarak belirlenen n'inci mod şeklinin (s) serbestlik derecesine ait genliği

$\Gamma_{xn}^{(i)}$: (i)'inci itme adımında, x doğrultusundaki deprem için n'inci doğal titreşim moduna ait katkı çarpanı

$\Delta a_n^{(i)}$: (i)'inci itme adımında n'inci moda ait modal ivme artımı

$a_n^{(i)}$: (i)'inci itme adımı sonunda n'inci moda ait modal ivme

C_{Rn} : n'inci moda ait spektral yerdeğiştirme oranı

S_{di} : Doğrusal elastik olmayan spektral yerdeğiştirme

$S_{den}^{(1)}$: İtme analizinin ilk adımında n'inci moda ait doğrusal elastik spektral Yerdeğiştirme

$T_n^{(1)}$: Başlangıçtaki (i=1) itme adımında n'inci titreşim moduna ait doğal titreşim periyodu

T_B : 6.4'de tanımlanan ivme spektrumundaki karakteristik periyod

R_{yn} : n'inci mod için çizilen iki doğrulu modal kapasite diyagramından elde edilen *dayanım azaltma katsayısı*

a_{yn} : n'inci moda ait eşdeğer akma ivmesi

$S(T)$: Spektrum katsayısı

T : Bina doğal titreşim periyodu (s)

T_I : Binanın birinci doğal titreşim periyodu (s)

T_A, T_B : Spektrum karakteristik periyotları (s)

$[K]$: Global rijitlik matrisi

$[K]_b$: Kiriş rijitlik matrisi

$[K]_c$: Kolon rijitlik matrisi

$[K]_f$: Temel rijitlik matrisi

$[K]_g$: Kat rijitlik matrisi

$[P_0]$: Kuvvet matrisi

$[P_y]$: Plastik moment kapasitesi

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

| | |
|---|-----|
| Çizelge 1.1 : Türkiye’ de meydana gelmiş olan yıkıcı depremler | 1 |
| Çizelge 2.1 : DBYBHY2007’ ye göre binalardan beklenen minimum performans seviyeleri | 15 |
| Çizelge 2.2 : Donatı çeliğinin karakteristik özellikleri..... | 30 |
| Çizelge 3.1 : Binalar için kullanılan bilgi düzeyi katsayıları..... | 51 |
| Çizelge 3.2 : Riskli yapı tespitinde bilgi düzeyi katsayıları | 54 |
| Çizelge 3.3 : Test Çekici Uygulanan Yapı Elemanları..... | 60 |
| Çizelge 3.4 : Karot numune alınan yapı elemanlarının basma deneyi sonuçları | 71 |
| Çizelge 3.5 : Tahribatlı yöntem (sıyırma işlemi) ile kolonlarda bulunan donatı miktarları | 77 |
| Çizelge 3.6 : Tahribatsız yöntem (Röntgen tarama işlemi) ile kolonlarda bulunan donatı miktarları | 82 |
| Çizelge 4.1 : Mevcut binaların kategorilendirilmesi | 83 |
| Çizelge 4.2 : Mevcut binaların zemin parametreleri | 83 |
| Çizelge 4.3 : (1, 2, 6, 9, 11 ve 15) Nolu binaların mevcut beton dayanımı ve elastisite modülü | 106 |
| Çizelge 4.4 : Tahribatlı yöntem (sıyırma işlemi) ve tahribatsız yöntem (röntgen işlemi) uygulanan yapı elemanlarında donatı tespiti | 108 |
| Çizelge 4.5 : Saha çalışmaları ile bulunan donatılara göre donatı gerçekleşme oranları | 110 |

ŞEKİL LİSTESİ

SAYFA

| | |
|---|----|
| Şekil 1.1 : Türkiye ve yakın çevresinde meydana gelmiş depremler | 2 |
| Şekil 1.2 : Türkiye deprem bölgeleri haritası [Url-3]..... | 3 |
| Şekil 1.3 : Türkiye’ de hasara neden olan depremler(1900-2013 yılları arası) [Url-4]3 | |
| Şekil 1.4 : Deprem bölgelerinin ülkemizdeki dağılımı | 4 |
| Şekil 1.5 : 1990 ve 1997 yıllarında deprem bölgelerindeki tahmini nüfus miktarları | 5 |
| Şekil 1.6 : Performans seviyeleri ve riskli yapı tespiti performans noktası..... | 7 |
| Şekil 2.1 : Farklı deprem aşılma olasılıkları için spektrum eğrileri..... | 15 |
| Şekil 2.2 : Binaların performans düzeyleri | 16 |
| Şekil 2.3 : Kesitlerdeki hasar düzeyleri | 16 |
| Şekil 2.4 : Kesit, eleman ve sistem etki-şekil (yer) değiştirme ilişkisi | 17 |
| Şekil 2.5 : Eğilme Altında Bir Betonarme Elemanın Moment ve Eğrilik Diyagramları..... | 18 |
| Şekil 2.6 : İki halkalı zincirde oluşan gevrek ve sünek güç tükenmesi durumu | 20 |
| Şekil 2.7 : Eğilme momenti-eğrilik diyagramı..... | 21 |
| Şekil 2.8 : Doğrusal olmayan şekil değiştirmeler | 22 |
| Şekil 2.9 : Plastik mafsalın boyu ve yeri | 23 |
| Şekil 2.10 : Talep spektrumunun spektral ivme-spektral yerdeğiştirme cinsine dönüştürülmesi..... | 27 |
| Şekil 2.11 : İtme eğrisinin elde edilmesi ve kapasite spektrumuna dönüştürülmesi | 27 |
| Şekil 2.12 : ÇSDS’ in TSDS’ e dönüştürülmesi | 27 |
| Şekil 2.13 : Sargılı ve sargısız beton modelleri | 30 |
| Şekil 2.14 : Donatı çeliği için gerilme-şekil değiştirme grafiği..... | 31 |
| Şekil 2.15 : Modal kapasite diyagramı(d_1, a_1), davranış spektrumu(S_d, S_a)..... | 34 |
| Şekil 2.16 : Modal kapasite diyagramı(d_1, a_1), davranış spektrumu(S_d, S_a)..... | 35 |
| Şekil 2.17 : Modal kapasite diyagramı(d_1, a_1), davranış spektrumu(S_d, S_a)..... | 36 |
| Şekil 2.18 : Modal kapasite diyagramı(d_1, a_1), davranış spektrumu(S_d, S_a)..... | 39 |
| Şekil 2.19 : Yük – deplasman eğrisi..... | 45 |
| Şekil 3.1 : IO,LS,CP performans seviyeleri..... | 48 |
| Şekil 3.2 : Test çekici uygulamaları | 57 |
| Şekil 3.3 : Test çekici uygulamaları | 57 |
| Şekil 3.4 : Test çekici uygulamaları | 58 |
| Şekil 3.5 : Test çekici uygulamaları | 58 |
| Şekil 3.6 : Test çekici uygulamaları | 59 |
| Şekil 3.7 : Karot numune alma işlemi | 63 |
| Şekil 3.8 : Karot numune alma işlemi | 63 |
| Şekil 3.9 : Karot numune alma işlemi | 64 |
| Şekil 3.10 : Karot numune alma işlemi | 64 |
| Şekil 3.11 : Karot numune alma işlemi | 65 |
| Şekil 3.12 : Karot numune alma işlemi | 65 |
| Şekil 3.13 : Karot numune alma işlemi | 66 |
| Şekil 3.14 : Karot numune alma işlemi | 66 |
| Şekil 3.15 : Başlıklama işlemi uygulanmış karot numune örnekleri..... | 67 |

| | |
|---|-----|
| Şekil 3.16 : Başlıklama işlemi uygulanmış karot numune örnekleri | 67 |
| Şekil 3.17 : Başlıklama işlemi uygulanmış karot numune örnekleri | 68 |
| Şekil 3.18 : Basma deneyi uygulanmış karot numune örnekleri | 68 |
| Şekil 3.19 : Basma deneyi uygulanmış karot numune örnekleri | 69 |
| Şekil 3.20 : Basma deneyi uygulanmakta olan karot numune örnekleri..... | 69 |
| Şekil 3.21 : Basma deneyi uygulanmakta olan karot numune örnekleri..... | 70 |
| Şekil 3.22 : Tahribatlı yöntem(sıyırma) ile donatı tespiti işlemi | 74 |
| Şekil 3.23 : Tahribatlı yöntem(sıyırma) ile donatı tespiti işlemi | 74 |
| Şekil 3.24 : Tahribatlı yöntem(sıyırma) ile donatı tespiti işlemi | 75 |
| Şekil 3.25 : Tahribatlı yöntem (sıyırma) ile donatı tespiti işlemi | 75 |
| Şekil 3.26 : Tahribatlı yöntem(sıyırma) ile donatı tespiti işlemi | 76 |
| Şekil 3.27 : Tahribatlı yöntem(sıyırma) ile donatı tespiti işlemi | 76 |
| Şekil 3.28 : Tahribatsız yöntem (röntgen taraması) ile donatı tespiti işlemi..... | 78 |
| Şekil 3.29 : Tahribatsız yöntem (röntgen taraması) ile donatı tespiti işlemi..... | 78 |
| Şekil 3.30 : Tahribatsız yöntem (röntgen taraması) ile donatı tespiti işlemi..... | 79 |
| Şekil 3.31 : Tahribatsız yöntem (röntgen taraması) ile donatı tespiti işlemi..... | 79 |
| Şekil 3.32 : Tahribatsız yöntem (röntgen taraması) ile donatı tespiti işlemi..... | 80 |
| Şekil 3.33 : Tahribatsız yöntem (röntgen taraması) ile donatı tespiti işlemi..... | 80 |
| Şekil 3.34 : Tahribatsız yöntem (röntgen taraması) ile donatı tespiti işlemi..... | 81 |
| Şekil 3.35 : Tahribatsız yöntem (röntgen taraması) ile donatı tespiti işlemi..... | 81 |
| Şekil 4.1 : (1) Nolu bina mimari zemin kat planı | 84 |
| Şekil 4.2 : (1) Nolu bina temel aplikasyon planı | 85 |
| Şekil 4.3 : (1) Nolu bina normal kat kalıp planı | 86 |
| Şekil 4.4 : (2) Nolu bina mimari zemin kat planı | 87 |
| Şekil 4.5 : (2) Nolu bina temel aplikasyon planı | 88 |
| Şekil 4.6 : (2) Nolu bina normal kat kalıp planı | 89 |
| Şekil 4.7 : (11) Nolu bina mimari zemin kat planı | 90 |
| Şekil 4.8 : (11) Nolu bina temel aplikasyon planı | 91 |
| Şekil 4.9 : (11) Nolu bina zemin kat kalıp planı..... | 92 |
| Şekil 4.10 : (9) Nolu bina temel aplikasyon planı | 93 |
| Şekil 4.11 : (9) Nolu bina 2.bodrum kat kalıp planı | 94 |
| Şekil 4.12 : (9) Nolu bina 1.bodrum kat kalıp planı | 95 |
| Şekil 4.13 : (9) Nolu bina zemin ve normal kat kalıp planı | 96 |
| Şekil 4.14 : (6) Nolu bina temel aplikasyon planı | 97 |
| Şekil 4.15 : (6) Nolu bina kalıp planı..... | 98 |
| Şekil 4.16 : (6) Nolu bina mimari kat planları..... | 99 |
| Şekil 4.17 : (6) Nolu bina mimari kat planları..... | 100 |
| Şekil 4.18 : (15) Nolu bina mimari bodrum kat planı..... | 101 |
| Şekil 4.19 : (15) Nolu bina mimari zemin kat planı | 102 |
| Şekil 4.20 : (15) Nolu bina temel aplikasyon planı | 103 |
| Şekil 4.21 : (15) Nolu bina bodrum kat kalıp planı | 104 |
| Şekil 4.22 : (15) Nolu bina zemin kat kalıp planı..... | 105 |
| Şekil 4.23 : (1) Nolu bina modelleme kat planı..... | 111 |
| Şekil 4.24 : (2) Nolu bina modelleme kat planı..... | 111 |
| Şekil 4.25 : (11) Nolu bina modelleme kat planı..... | 112 |
| Şekil 4.26 : (9) Nolu bina modelleme kat planı..... | 112 |
| Şekil 4.27 : (6) Nolu bina modelleme kat planı..... | 113 |
| Şekil 4.28 : (15) Nolu bina modelleme kat planı..... | 113 |
| Şekil 4.29 : (2) Nolu bina üç boyutlu modeli | 114 |
| Şekil 4.30 : (9) Nolu bina üç boyutlu modeli | 115 |

| | |
|---|-----|
| Şekil 4.31 : (6) Nolu bina üç boyutlu modeli..... | 115 |
| Şekil 4.32 : (1) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY) | 116 |
| Şekil 4.33 : (1) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY) | 116 |
| Şekil 4.34 : (2) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY) | 116 |
| Şekil 4.35 : (2) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY) | 117 |
| Şekil 4.36 : (11) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY) | 117 |
| Şekil 4.37 : (11) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY) | 117 |
| Şekil 4.38 : (9) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY) | 118 |
| Şekil 4.39 : (9) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY) | 118 |
| Şekil 4.40 : (6) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY) | 118 |
| Şekil 4.41 : (6) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY) | 119 |
| Şekil 4.42 : (15) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY) | 119 |
| Şekil 4.43 : (15) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY) | 119 |
| Şekil 4.44 : (1) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY) | 120 |
| Şekil 4.45 : (1) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY) | 120 |
| Şekil 4.46 : (2) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY) | 120 |
| Şekil 4.47 : (2) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY) | 121 |
| Şekil 4.48 : (11) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY) | 121 |
| Şekil 4.49 : (11) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY) | 121 |
| Şekil 4.50 : (9) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY) | 122 |
| Şekil 4.51 : (9) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY) | 122 |
| Şekil 4.52 : (6) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY) | 122 |
| Şekil 4.53 : (6) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY) | 123 |
| Şekil 4.54 : (15) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY) | 123 |
| Şekil 4.55 : (15) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY) | 123 |
| Şekil 4.56 : (1) Nolu bina modellemesi güçlendirilmiş kat planı | 124 |
| Şekil 4.57 : (2) Nolu bina modellemesi güçlendirilmiş kat planı | 125 |
| Şekil 4.58 : (11) Nolu bina modellemesi güçlendirilmiş kat planı | 125 |
| Şekil 4.59 : (9) Nolu bina modellemesi güçlendirilmiş kat planı | 126 |
| Şekil 4.60 : (6) Nolu bina modellemesi güçlendirilmiş kat planı | 126 |
| Şekil 4.61 : (15) Nolu bina modelleme kat planı | 127 |
| Şekil 4.62 : (2) Nolu bina güçlendirme uygulanmış üç boyutlu modeli | 128 |
| Şekil 4.63 : (9) Nolu bina güçlendirme uygulanmış üç boyutlu modeli | 129 |
| Şekil 4.64 : (6) Nolu bina güçlendirme uygulanmış üç boyutlu modeli | 129 |
| Şekil 4.65 : (1) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY) | 130 |
| Şekil 4.66 : (1) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY) | 130 |
| Şekil 4.67 : (2) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY) | 130 |
| Şekil 4.68 : (2) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY) | 131 |
| Şekil 4.69 : (11) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY) | 131 |
| Şekil 4.70 : (11) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY) | 131 |
| Şekil 4.71 : (9) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY) | 132 |
| Şekil 4.72 : (9) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY) | 132 |
| Şekil 4.73 : (6) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY) | 132 |
| Şekil 4.74 : (6) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY) | 133 |
| Şekil 4.75 : (15) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY) | 133 |
| Şekil 4.76 : (15) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY) | 133 |
| Şekil 4.77 : (1) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY) | 134 |
| Şekil 4.78 : (1) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY) | 134 |
| Şekil 4.79 : (2) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY) | 134 |
| Şekil 4.80 : (2) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY) | 135 |

| | |
|--|-----|
| Şekil 4.81 : (11) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY)..... | 135 |
| Şekil 4.82 : (11) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY)..... | 135 |
| Şekil 4.83 : (9) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY)..... | 136 |
| Şekil 4.84 : (9) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY)..... | 136 |
| Şekil 4.85 : (6) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY)..... | 136 |
| Şekil 4.86 : (6) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY)..... | 137 |
| Şekil 4.87 : (15) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY)..... | 137 |
| Şekil 4.88 : (15) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY)..... | 137 |

KENTSEL DÖNÜŞÜMÜN DENEYSEL VERİLERİ İŞİĞİNDA DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE RİSKLİ YAPILARIN YENİDEN KULLANILABİLİRLİĞİ VE YARARLARI

ÖZET

Bu tez çalışması dahilinde, kentsel dönüşüm kanunu kapsamında yıkılıp yeniden yapılacak olan birçok bina arasından yapılmış olan saha çalışmalarından ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen gerçek verilerden yararlanılmıştır. Bu yapılar arasından 20 adet bina seçilmiş olup 10 tane en kritik olan binanın altısına Sta4Cad programı kullanılarak Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, 2007 (DBYBHY2007)'ye göre güçlendirilip denetlenmiştir. Kentsel dönüşüm kanununa göre yapılan çalışmalardan elde edilen veriler bütün binaya genellenerek hızlı bir çalışma olması amacı ile bu binaların ilk olarak mevcut performans seviyeleri bulunmuştur. Konut tipi olan bu yapılarda DBYBHY2007' ye göre can güvenliği performans seviyesinin sağlanması hedeflenmiştir. Seçilmiş olan yapılardan bir kısmına perde duvarlar eklenerek, bir kısmına kolonlarda mantolama uygulanarak, bazılarında ise karma olarak hem perde duvar hem de kolonlara mantolama uygulanarak can güvenliği performans seviyesine ulaşılmıştır. Bu güçlendirme teknikleri modellemeler üzerinde uygulanmış olup doğrusal olmayan hesap yöntemlerinden Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi (AEDYY) ve Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi (AMBY) kullanılmıştır. Analizler gerçekleştirilmeden programa mevcut malzeme dayanımları, donatı ile ilgili koşullar ve zemin özellikleri ile ilgili değerler gerçekte yapılmış ve kullanılmış olan zemin parametrelerinden yararlanılarak programa aktarılmıştır. Kentsel dönüşüm kapsamında bütün binaların hemen hemen rapor alınarak yıkılmasının gerekli olup olmadığı bu tez kapsamında araştırılmış olup güçlendirilemeyecek kadar kötü durumda olan yapılar dışında seçilen binalar arasında güçlendirme yöntemleri kullanılarak gerekli performans seviyelerinin elde edildiği görülmüştür. Her binanın yıkılmasına gerek olmadan, güçlendirilerek sağlam yapılarda oturulabileceği ve estetik açıdan da binaların dış cephesinde yenilemeler yapılarak hem çevre hem de insan sağlığı açısından yararlar sağlayabileceği sonuçlarına ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kentsel Dönüşüm, Güçlendirme, Sta4Cad, Doğrusal Olmayan Yapı Analizi, Deprem Yönetmeliği.

BENEFITS AND REUSABILITY OF BUILDINGS UNDER RISK: NONLINEAR ANALYSES WITH THE EXPERIMENTAL DATAS OF URBAN REGENERATION

ABSTRACT

In this thesis, correct real datas which taken from labrotory studying and field work which have been done with lots of buildings that will rebuilt within law of urban renewal have been benefited 20 of these buildings have been selected. In these selected 20 buildings the most critical ten buildings have been chosen and six of them have been reinforced and controled with respect to 2007 Turkish Earthquake Regulations(TER) using Sta4Cad programme. Firstly, these buildings have been found existing performance level with datas which have been taken from made working with respect to law of urban renewal for quick. Have been generalized all flor of buildings. In these constructions which is used for dwelling had been aimed to provide performance level of life safety with respect to 2007 TER. Some parts of construction have been done with adding shear wall and some of these have been done with adding jacketing. In addition with these methods have been reached performance level of life safety. These reinforcement techniques have been applied on modelling and incremental equivalent seismic load method and incremental mode superposition method which are nonlinear calculation methods, have been used. Analysis being preformed, or previously preformed, program available material strength equip related conditions, values related to soil properties, and actually made and used values related to soil properties, were transferred to programs benefiting from actually made and used soil parameters. In researching that thesis in the scope of urban transformation, reports from all buildings have been taken to determine whether they are or are not necessarily the cause of the destruction. Out of structures from among the chosen buildings, with strength that is not as bad, using strengthening methods, is has been shown to obtain the required performance levels. All buildings without the need of demolition can be lived in, with solid structural strengthening, and with aesthetic renovation to the facades of buildings, results are achieved both for the environment can provide benefits to human health.

Key Words: Urban Renewal, Reicnforcement, Sta4Cad, Nonlinear Structural Analysis, Seismic Code.

1. GİRİŞ

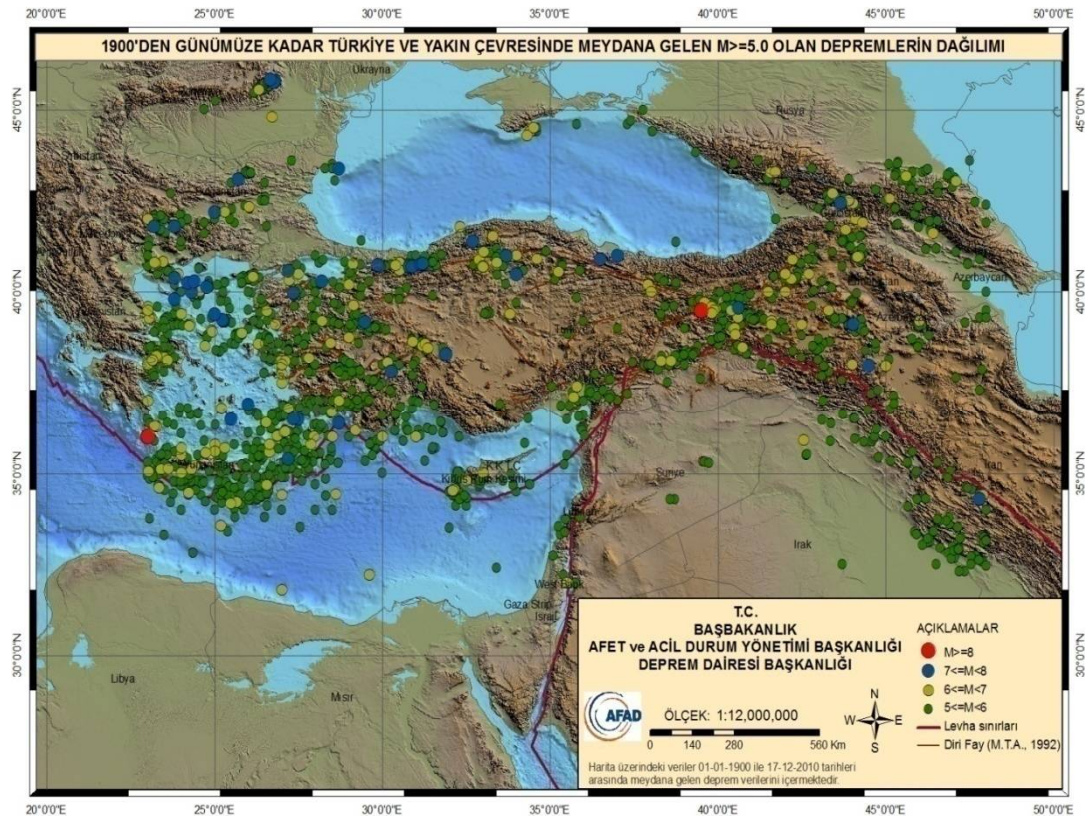
İnsanlık tarihi boyunca çok büyük ve ağır hasarlara yol açan, can ve mal kayıplarına sebep olan doğal afetlerle karşı karşıya kalındığı bir gerçektir. Hem sosyal hem de ekonomik açıdan telafi edilmesi en zor olan doğal afetlerin başında depremler gelmektedir. Deprem tehlikesi ise hasar ve can kaybına yol açabilecek büyüklükte bir depremden kaynaklanan yer hareketinin belli bir yerde belli bir zaman periyodu içerisinde belirlenmesi olarak tanımlanmaktadır [1]. Ülkemiz bulunduğu coğrafi konumu sebebi ile deprem kuşağında kalmakta, yüzyıllar boyu ağır ve yıkıcı depremler yaşanmaktadır. Bu yaşanan ve yaşanabilecek depremlerin ağır ve yıkıcı etkileri daha önce çok kez yaşanmış ve yaşanması da her zaman ihtimaller arasındadır [Url-1]. Deprem ile iç içe yaşanılması kaçınılmaz coğrafyamızda ne yazık ki deprem öncesi ve sonrası alınması gereken önlemlerin ve eğitimlerin eksikliği ülkemizde yaşanmaktadır. Yapılarımızda yıllar boyu bu yıkıcı felaketler meydana gelmiş olmasına rağmen mühendislik ve sahadaki uygulamalar açısından çok da ileri bir düzeyde olduğumuz söylenemez. Türkiye’ de meydana gelen ağır ve yıkıcı depremlerin bir kısmı Çizelge 1.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 1.1 : Türkiye’ de meydana gelmiş olan yıkıcı depremler [Url-2]

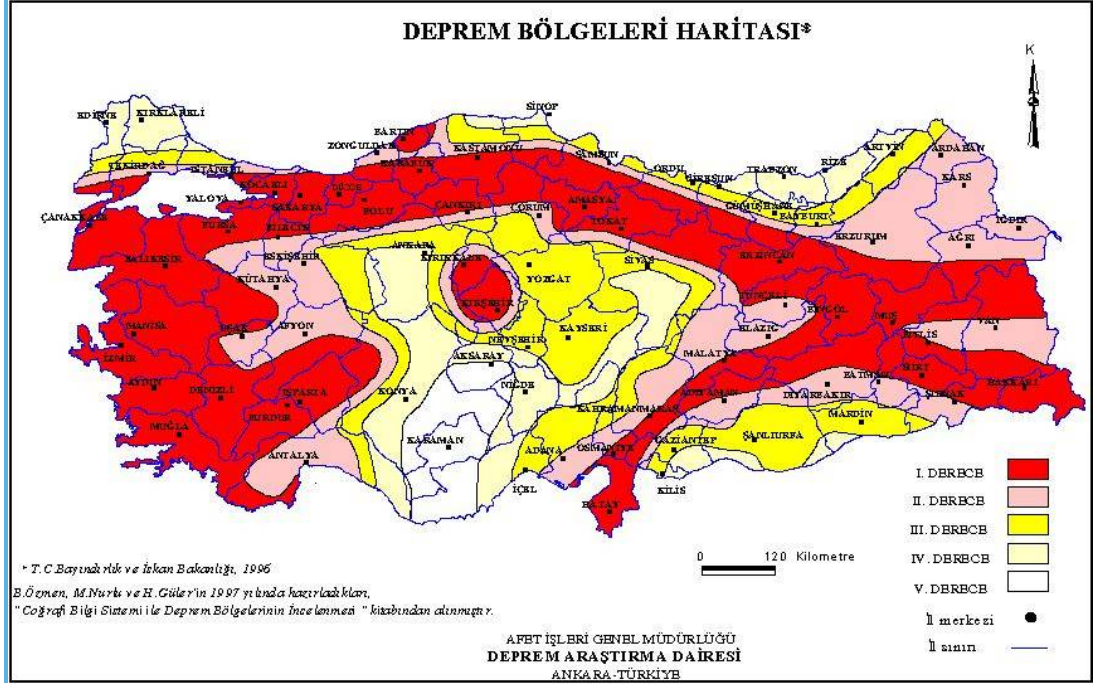
| YER | YIL | BÜYÜKLÜK | KAYIP (Kişi Sayısı) | HASARLI BİNA SAYISI |
|---------------------------------|------------|----------|---------------------------|------------------------|
| Malazgirt(MUŞ) | 29.04.1903 | 6,7 | 600 | 450 |
| Mürefte(TEKİRDAĞ) | 09.08.1912 | 7,3 | 216 | 5540 |
| Türkiye-İran Sınırı(HAKKARİ) | 07.05.1930 | 7,2 | 2514 | - |
| Erzincan | 27.12.1939 | 7,9 | 32968 | 116720 |
| Erbaa(TOKAT) | 20.12.1942 | 7,1 | 3000 | 32000 |
| Ladik (SAMSUN) | 27.11.1943 | 7,2 | 4000 | 40000 |
| Gerede-Çerkeş(BOLU) | 01.02.1944 | 7,2 | 3959 | 20865 |
| Yenice(ÇANAKKALE) | 18.03.1953 | 7,2 | 265 | 6750 |
| Varto(MUŞ) | 19.08.1966 | 6,9 | 2396 | 20007 |

Çizelge 1.1 (devam) : Türkiye’ de meydana gelmiş olan yıkıcı depremler [Url-2]

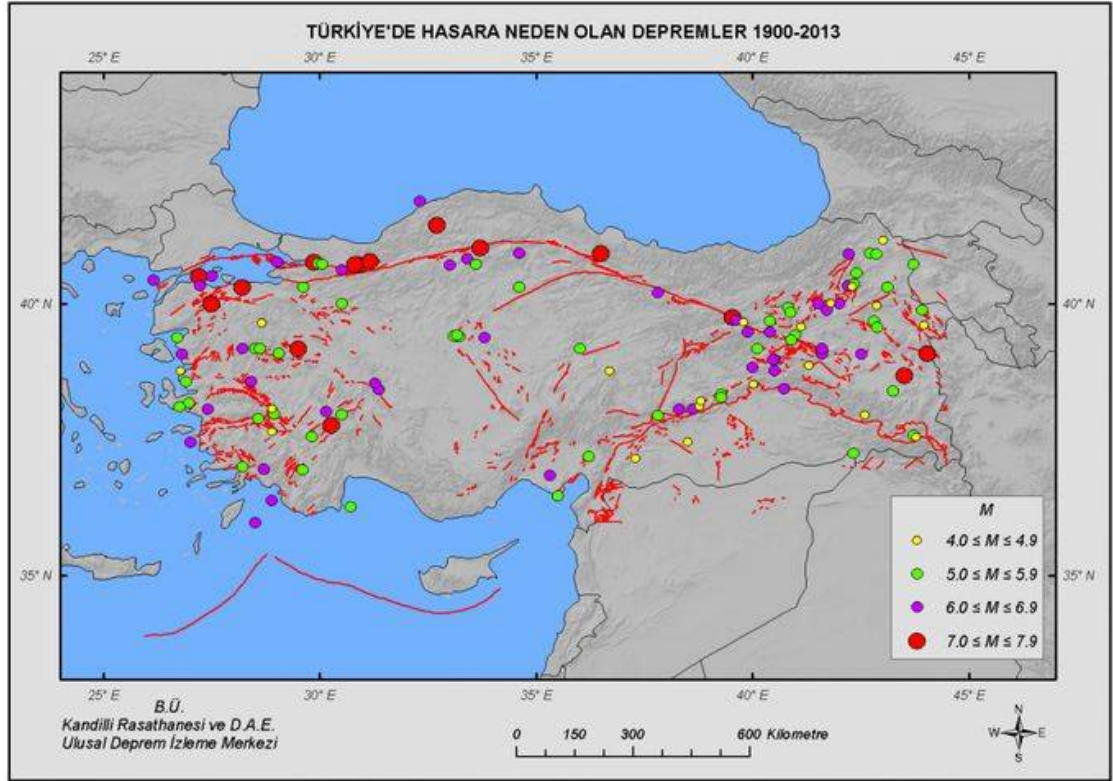
| | | | | |
|-----------------------|------------|-----|-------|-------|
| Gediz(KÜTAHYA) | 28.03.1970 | 7,2 | 1086 | 19291 |
| Lice(DİYARBAKIR) | 06.09.1975 | 6,6 | 2385 | 8149 |
| Muradiye(VAN) | 24.11.1976 | 7,5 | 3840 | 9232 |
| Erzurum/Kars | 30.10.1983 | 6,9 | 1155 | 3242 |
| Erzincan | 13.03.1992 | 6,8 | 653 | 8057 |
| Dinar(AFYON) | 01.10.1995 | 6,1 | 90 | 14156 |
| Ceyhan(ADANA) | 27.06.1998 | 6,2 | 146 | 31463 |
| Gölcük(KOCAELİ) | 17.08.1999 | 7,8 | 17480 | 73342 |
| Düzce | 12.11.1999 | 7,5 | 763 | 35519 |
| Çay-Sultandağı(AFYON) | 03.02.2002 | 6,4 | 44 | 622 |
| Bingöl | 01.05.2003 | 6,4 | 176 | 6000 |
| Van | 23.10.2011 | 7,2 | 644 | 17005 |



Şekil 1.1 : Türkiye ve yakın çevresinde meydana gelmiş depremler



Şekil 1.2 : Türkiye deprem bölgeleri haritası [Url-3]



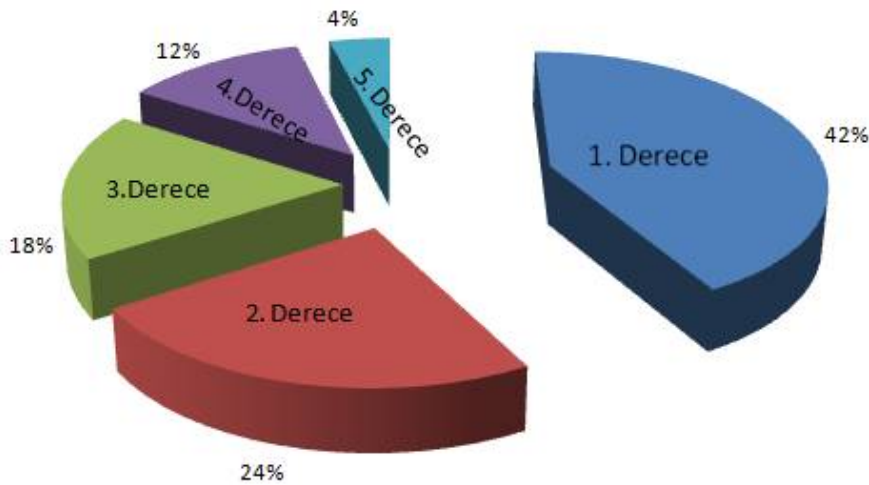
Şekil 1.3 : Türkiye' de hasara neden olan depremler(1900-2013 yılları arası) [Url-4]

Ülkemiz Alp-Himalaya deprem kuşağında yer almakta olup meydana gelen depremler, Afrika-Arabistan levhalarının kuzey ve kuzeydoğuya doğru hareket

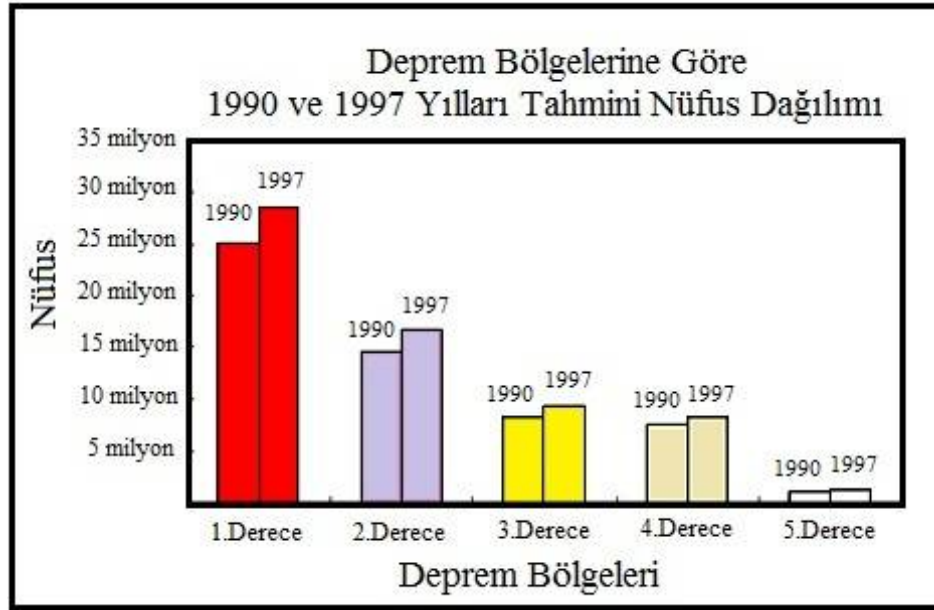
etmesi ile ilişkilidir. Kızıldenizin uzun eksenini boyunca bugün de devam etmekte olan deniz tabanının yayılması sebebiyle Arabistan levhası kuzeye doğru itilmekte ve Avrasya levhasının altına doğru dalmaya zorlanmaktadır. Bu sebeplerden dolayı Doğu Anadolu Bölgesi Avrasya kıtası ve Arabistan levhası arasında yoğun sıkışmakta olan bir bölgede kalmaktadır. Bu sıkışma etkisi ile Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayı gibi faylar harekete geçmektedir. Yüzyıllar boyu devam eden ve günümüzde yaşadığımız depremlerin asıl sebepleri ise bu büyük fayların harekete geçmesi ile oluşmaktadır [2].

Yapılan araştırmalar sonucunda ülkemiz yüzölçümünün %42 si 1.derece deprem bölgesi, % 24 ü 2.derece deprem bölgesi, %18 i 3.derece deprem bölgesi, %12 si 4. derece deprem bölgesi ve % 4 ü 5.derece deprem bölgesinde yer aldığı görülmekte olup alan hesaplamaları, Arc/Info yazılımı kullanılarak Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasının Lambert Conformal Conic projeksiyon sistemine dönüştürülmesinden sonra göllerin kapladığı alanlar da dahil edilerek bu sonuca ulaşılmıştır. Devlet İstatistik Enstitüsü'nce açıklanmış olan verilere göre göller hariç Türkiye yüzölçümü 774,815 km² dir. Ayrıca nüfusumuzun % 44'ü 1.Derece deprem bölgesinde, % 26'sı 2.Derece deprem bölgesinde, % 15'i 3.Derece deprem bölgesinde, % 13'ü 4.Derece deprem bölgesinde ve % 2'si de 5.Derece deprem bölgesinde yaşamakta olup, nüfus tahmini Devlet İstatistik Enstitüsünden alınan “ İllere göre Yıl Ortası Nüfus Tahminleri, 1991-2000” adlı kaynaktan yararlanılarak hesaplandığı görülmüştür.

Yüzölçümü Dağılımı Deprem Bölgelerine Göre



Şekil 1.4 : Deprem bölgelerinin ülkemizdeki dağılımı



Şekil 1.5 : 1990 ve 1997 yıllarında deprem bölgelerindeki tahmini nüfus miktarları

[3]

Türkiye’ de aktif fay hatlarının çokluğuna, yüzyıllar boyu yaşanan deprem felaketlerinin verdiği ağır hasarlara bakacak olursak almamız gereken önlemlerin başında, yapılarımızın depreme karşı güvenliğinin sağlanması için proje aşamasından uygulama aşamasının sonuna kadar hassas ve titiz bir mühendislik çalışması yürütülmesi gerekmektedir ve deprem gerçeği olan ülkemizde insanların her an felaket senaryolarına karşı eğitilmiş bir şekilde bulunmasını sağlamalıdır. Bu denli sürekli yer hareketlerinin meydana geldiği, her an deprem riski altında yaşanan ülkemizde şuan kullanılmakta olan, 06 Mart 2007 tarih ve 26454 sayılı Resmi Gazete’ de yayımlanan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY2007) yürürlüğe girmiştir. Yeni yapılacak yapılarda ise TS500-1984 Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları’ na detaylı düzenleme getirilerek 2000 yılında kabul edilip yürürlüğe giren TS500 Standardı kuralları uygulanmaya başlanılmış ve bu standart üzerinde bazı tadilatlar uygulanarak kullanılmaya devam edilmektedir [4]. Ülkemizde bugüne kadar dokuz adet deprem yönetmeliği çıkarılmış olup bunlar ise sırası ile, 1940 Zلزle Mıntıklarında Yapılacak İnşaat Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi, 1944 Zلزle Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi, 1949 Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği, 1953 Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1962 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY), 1968 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar

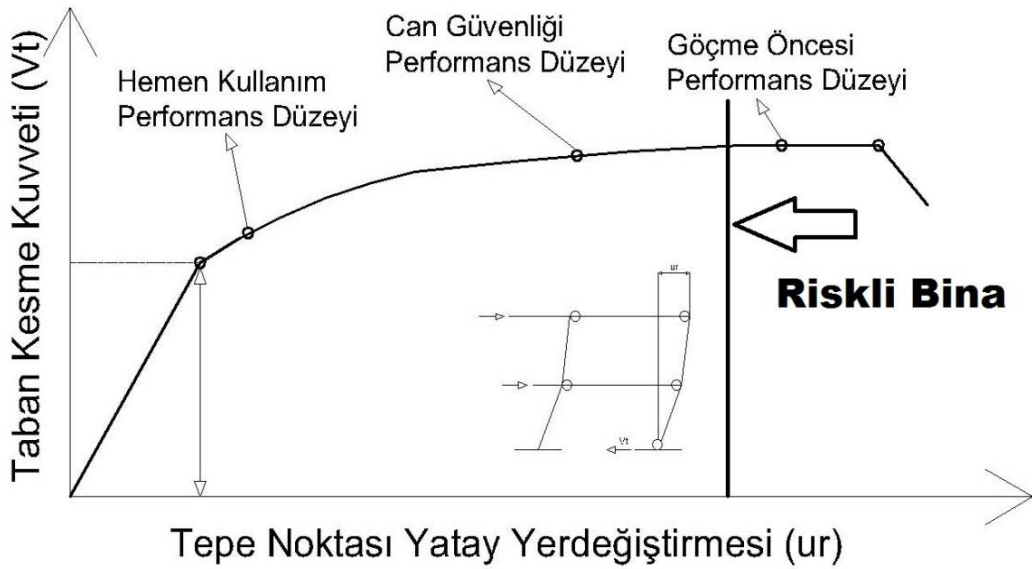
Hakkında Yönetmelik (ABYYHY), 1975 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY), 1998 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY) ve 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY)' tir. 1949 Deprem Yönetmeliğine kadar yürürlüğe giren deprem yönetmeliklerinin betonarme binaların kullanımının yaygın olmamasından dolayı deprem hesabı ile ilgili çalışmaların olmadığı ilk deprem hesabının basit bile olsa 1949 Deprem Yönetmeliğinde bulunduğu görülmektedir [5]. Daha önce çıkarılmış olan yönetmeliklerinden farklı olarak Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 (DBYBHY2007)' nin 7.bölümünde mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi eklenmiş, deprem bölgelerinde bulunun mevcut yapıların performanslarının belirlenmesi ve güçlendirilerek istenilen performans hedef seviyelerine ulaşmak için kullanılması gereken hesap yöntemleri, güçlendirme kararlarında esas alınacak ilkeler ve güçlendirilmesi planlanan binaların güçlendirme tasarımı ilkeleri anlatılmıştır [6].

31 Mayıs 2012 tarih ve 28309 sayı ile yürürlüğe giren 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi (ARAAD) Hakkında Kanun ile T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı' nın lisanslandırarak yetki verdiği kurum ve kuruluşlar tarafından Temmuz 2013 tarihinde yürürlüğe giren Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanunun Uygulanma Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik ile Ocak 2014 tarihine kadar riskli yapı tespit raporlarının DBYBHY2007' nin 7. Bölümüne göre hazırlanabilmesine izin verilmiş olup bu tarihten sonra riskli yapıların tespit edilmesine ilişkin hesap kuralları bu yönetmeliğin Ek-2 (Riskli yapıların tespit edilmesine ilişkin esaslar) kısmında belirtilen şekilde hazırlanmaya başlanmıştır. Fakat Ek-2 de belirtilen hesap yöntemlerinin bina yüksekliğinin 25 metreyi geçmediği veya zemin döşemesi üstü 8 katı geçmediği tespit edilen yapılar için kullanılabileceği aksi durumda ise DBYBHY2007' deki yöntemler kullanılarak göçme öncesi performans seviyesini sağlayamayan yapıların riskli yapı kapsamında değerlendirileceği belirtilmiştir [7].

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının çıkarmış olduğu 6306 Sayılı ARAAD Hakkında Kanun ile insanların can güvenliği için risk teşkil eden yapıların tespit edilerek bir an önce yıkılıp yerine yeni yapıların yapılması, bakanlığın vermiş olduğu maddi desteklerden dolayı büyük bir ivme kazanmıştır. Gerek resmi kurumlara verilen harçlardan muafiyet gerekse kira ya da kredi destekleri müteahhitleri ve yapı

sahipleri için teşvik edici olmuştur. 6306 Sayılı ARAAD Hakkında Kanun kapsamında nüfus yoğunluğunun çok fazla olduğu ve çok fazla eski yapı stoğunu içerisinde barındıran İstanbul ilinde riskli yapı olarak tespiti gerçekleştirilen bina sayısı gün geçtikçe yapılan bu tespitlerin sayısı bir hayli arttırmıştır.

Kentsel dönüşüm kapsamında mevcut eski yapıların yıkılıp yeniden yapılması deprem kuşağında olan ülkemizde ne kadar önemli olsa da mevcut yapıların güçlendirilip güçlendirilemeyeceği düşünülmemektedir. Riskli yapıların tespit edilmesi amacı ile yapılan hesaplarda yapının riskli olarak değerlendirilebilmesi için şekil 1.6' daki gibi yapının yaklaşık olarak can güvenliği performans seviyesi ile göçme öncesi performans seviyesi arasında, göçme öncesi performans seviyesine daha yakın bir sınırı aşması gerekmektedir [8].



Şekil 1.6 : Performans seviyeleri ve riskli yapı tespiti performans noktası

Bu sebeple yapının gerçek performans seviyesi ile ilgili yorum yapmak gerçeklikten uzaklaşmakta ve yapılan hesaplar sonucu yapının riskli yapı kapsamına girmesi sadece yapının ağır hasar görme riski olup olmadığı hakkında genel bir bilgi vermektedir [7].

Mevcut olan yapıların gerçek performans seviyesini belirlemek için titizlik ile yapılan bir çalışma, doğru güçlendirme tekniği, doğru bir performans analizi ve

güçlendirme projesinin düzgün uygulanması ile sağlıklı ve can güvenliğini sağlayacak sağlam yapılar meydana getirmek mümkündür.

Riskli yapı tespiti yapılan binaların İstanbul'da çokluğu sebebi ile son zamanlarda eski yapılarda yapılan saha çalışmaları olan mevcut malzeme dayanımlarını bulmaya yönelik test çekici işlemleri ve karot numune alma işlemleri ile donatı tespiti için kullanılan tahribatlı ve tahribatsız yöntemler verilerin çoğalmasını sağlamıştır. Bu yapılan işlemler ise yapıların kritik katı olan yanal ötelenmesi zemin tarafından tutulmamış veya betonarme perde duvarları ile çerçevenmemiş olan ilk kattan yapılmakta, yapının yıllar boyu en fazla yüke maruz kaldığı ve zarar görmüş olabileceği düşünülen kattan gerçekleştirilmektedir.

1.1. Binaların Yıkım ve Yapımında Meydana Gelen Çevre Problemleri

Yeni yapılacak betonarme yapılarda kullanılacak betonun üretimi hazır beton üretim tesislerinde (BÜT) gerçekleştirilmektedir. BÜT'nde gerçekleştirilen faaliyetlerin yol açabileceği çevresel sorunlar genel başlıkları ile özetlenecek olursa, bunlardan ilki su kirliliğidir. Su kirliliği yönünden ise en önemli kirletici olarak askıda katı maddelerin(AKM) bulunmasıdır. İstanbul ilinde bulunan endüstriyel tesislerin atıksuları için İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi(İSKİ) tarafından yaptırımlar uygulanmaktadır. Debisi fark etmeksizin AKM konsantrasyonu 2000 mg/l 'den fazla olan atıksuların kanalizasyon şebekesi olan yerlerde kanalizasyona verilemeyeceği belirtilmektedir. Kollektör sisteminin kullanıldığı yerlerde endüstriden kaynaklı meydana gelen atıksuların AKM konsantrasyonunun ön arıtma uygulanarak 350 mg/l 'nin altında tutulması zorunludur [9].

Kollektör sisteminin bulunmadığı veya projelendirme yapılmamış yerlerde yer alan endüstriyel tesislerden meydana gelen, AKM konsantrasyonuna izin verilen maksimum değer ise 2 saatlik kompozit numunelerde 100mg/l olarak belirlenmiştir [10].

Yönetmeliklerimizde çevre kirliliğini engellemeye yönelik yaptırımlar olmasına rağmen bunların takibi ve bu kurallara uyulup uyulmadığı tam olarak bilinmemektedir. Beton mikserlerinin temizliği sırasında çamurlu ve kirli bir su çıkmakta olup AKM konsantrasyonu yüksek atıksular meydana gelmektedir. Bunların temizliği esnasında kurallara tam olarak uyulmaması durumunda ise sızıntı

suları toprak kirliliğine yol açabilmektedir. Beton mikserlerinin tam doldurulmasının önüne geçilemediği durumlarda ve eğimli yerlerde, yol kenarlarına veya yola dökülen betonun çevreyi kirlletmesine engel olunamamaktadır. Beton tesislerinin bazı faaliyetleri esnasında oluşan katı maddelerin su ortamına taşınması ile göl ve göletlerde birikerek su depolama kapasitesininin düşmesi, göllere ve denizlere ulaşan akarsuların yataklarının daralması, suda yaşayan canlıların yaşam ortamının bozulması, hastalık yapabilecek bakterilerin su ortamına taşınması gibi problemler ortaya çıkabilmektedir. Oluşabilecek katı atıkların belediyelerin gösterdiği yerlerde depolanması katı atık kirliliğine yol açmaktadır. Üretimden kaynaklanan emisyonların havayı kirlletmemesi için gerekli tedbirlerin alınmaması ise hava kirliliğine sebep olmaktadır. Ayrıca tesislerde makine ve araçlardan kaynaklı gürültü seviyeleri gerekli ölçümlerle yönetmeliklerde belirtilen seviyelerin altında kalmadığı durumlarda da gürültü kirliliğine sebep olmaktadır [11,12].

Çimento fabrikalarında gerekli önlemlerin alınmaması veya alınsa bile kontrollerin düzenli yapılmaması sonucu; çimento üretiminde çimento klinkerini yakmak için kullanılan döner fırınlarda açığa çıkan gazlar (CO, NO, SO), çimento tozu ve toz halindeki kireç taşı çevreyi en çok kirlleten maddeler arasındadır. Çevreye yayılan zararlı kimyasallar toprak yoluyla bitkilere, solunun yolu ve bitkilerin tüketilmesi ile de insan ve hayvanlara geçmektedir. Bu durum insanların sağlığına zarar vermekte olup, tarımsal ürünlerin kalitesinin düşmesine ve toprak üzerinde olumsuz etkilerin görülmesine sebep olmaktadır [13].

Eski yapıların yıkım aşamasında tozun rüzgarla karışıp çalışanların ve o bölgede yaşayan insanların sağlığını etkilememesi gerekmektedir. Ayrıca dünyada çok iyi bir yalıtım malzemesi olmasından dolayı inşaatlarda 1980'li yıllardan önce asbest adı verilen malzeme çok fazla kullanılmıştır. Bu yıllardan sonra asbestin inşaatlarda kullanımı dünyada birçok ülkede yasaklanmıştır. Asbestin yasaklandığı ülkelerde yaklaşık 30 yıldır inşaatlarda bu maddenin kullanılmadığı tahmin edilebilir. Fakat bu aynı yaklaşım ise ülkemizde asbest kullanımı ile ilgili son yıllara kadar ciddi boyutta yasaklama getirilmediği için kullanılamamaktadır. Mevcut yapıların yıkım işlemi sırasında çıkacak toz ve asbest liflerinin, rüzgar ile uzaklara taşınması ihtimali çok yüksek olup insanlar tarafından solunması veya su yolu ile alınması ile başta kanser olmak üzere birçok hastalığa yol açmaktadır [14].

Türkiye’ de özellikle de betonarme yapı stoğunun çok fazla olduğu İstanbul’ da kentsel dönüşüm kapsamında devletin vermiş olduğu desteklerden dolayı yıkımına karar verilip yeniden yapılması planlanan binaların sayısı gün geçtikçe artmış ve artmaya devam etmektedir. Kentsel dönüşüm kapsamında yapı müteahhitleri için cazip olmayan yerler devlet tarafından verilen harç muafiyetleri ve maliklere verilen kira yardımları ile cazip hale getirilmiş, mal sahiplerinden çok müteahhitlerin faydasına olan bir uygulama başlatılmıştır. Kentsel dönüşüm uygulamalarının amacı, eski binaların yıkılıp yapılarak mal sahiplerinin ve gelir düzeyi düşük olan insanların alabileceği yapılar olmaktan çıkıp kar amacının çok fazla güdüldüğü bir uygulama haline getirilmiş, çevresel düzenlemeler ile ilgili çok fazla planlamalar yapılmadan uygulamaya geçirilmiştir. Gün geçtikçe artan bu yıkım ve yapım faaliyetlerinin artması çevresel problemler ile insan sağlığını etkileyecek problemlere yol açacaktır.

1.2. Önceki Çalışmalar

Amerika Birleşik Devletlerinde “Applied Tecnology Council, California” tarafından 1996 yılında yayınlanmış olan ATC-40 [15] ve 2001 yılında yayınlanmış olan ATC-55 [16], “Federal Emergency Management Agency, Washington” tarafından 1997 yılında FEMA-273 [17], FEMA-274 [18] ve 2000 yılında yayınlanmış olan FEMA-356 [19] deprem performans hesapları için çıkartılmış olan önemli kaynaklardandır. Yurtiçinde yapılan çalışmaların bir kısmı ise şu şekildedir.

2007 yılında İnşaat Mühendisleri Odası(İMO) İstanbul Şubesinin düzenlemiş olduğu “Mevcut Betonarme Binaların Deprem Güvenliğinin Değerlendirilmesi” isimli Zekai Celep tarafından hazırlanan meslek içi eğitim kursunda henüz yeni çıkmış olan DBYBHY2007’ nin 7.Bölümü ile ilgili teorik hesaplar ve uygulamaların çözümleri anlatılmıştır [20].

2008 yılında Mustafa Kutanis’ in İMO Sakarya Bülteni için hazırlamış olduğu “Yapı ve Deprem Mühendisliğinde Performans Yaklaşımı-2” isimli makalesinde doğrusal olmayan hesap yöntemi ile ilgili bilgiler verilmiş ve hesapların çözümleri yapılmıştır [21].

2006 yılında Kasım Armağan Korkmaz ve Mustafa Düzgün tarafından yayınlanan “Statik Artımsal İtme Analizinde Kullanılan Yük Dağılımlarının Değerlendirilmesi” isimli çalışmalarında doğrusal elastik olmayan artımsal itme analizleri ile doğrusal

elastik olmayan hesap yöntemlerinden zaman tanım alanında yapılan hesapların karşılaştırılması yapılmıştır [22].

2007 yılında Gökay Uygun ve Zekai Celep tarafından hazırlanan “Betonaarme Bir Binanın Deprem Güvenliğinin Deprem Yönetmeliği (2007) deki Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Yöntemlerle Karşılaştırmalı İncelenmesi” isimli çalışmada doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemlerinin sonuçları karşılaştırılmıştır [23].

Özer E., (1987)’de, düzlem çerçevelerde ikinci mertebe limit yükün hesabı için genel bir yük artımı yöntemi geliştirmiştir. Bu çalışmada malzemenin elasto-plastik davranışı ve geometri değişimlerinin denge denklemlerine etkisi göz önüne alınarak, plastik mafsal hipotezi, bileşik iç kuvvet durumunu da kapsayacak şekilde genişletilmektedir. Buna bağlı olarak yöntemde düşey yüklere bağlı olarak hesaplanan normal kuvvetler için sabit düşey yükler ve monotonik artan yatay yükler altında hesap yapılarak, ikinci mertebe etkileri doğrusallaştırılmaktadır. Sistemde her plastik dönme yeni bir bilinmeyen olarak alınmakta ve plastik kesitteki akma koşulunu ifade eden her yeni denklem mevcut denklem takımına ilave edilmektedir. Sonuç olarak; her plastik kesit oluşumunda yeni bilinmeyene ait satır ve kolonun indirgenmesiyle denklem takımının yeniden kurulup çözülmesine gerek duyulmamaktadır. Geliştirilen bu yöntemde, plastik kesitlerdeki plastik şekildeğişiklikler ilave bir hesap yapmaya gerek kalmadan direkt olarak hesaplanabilmektedir [24,25].

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Mevcut eski veya malzeme ve uygulama aşamasında uygun olmayan yöntemler ile imal edilmiş yeni yapıların depreme karşı güvenliğinin yetersiz olduğu durumlarda, yapının eleman ve sistem düzeyinde performansının iyileştirilmesi olarak yapılan mühendislik çalışmaları güçlendirme olarak tarif edilebilir. Herhangi bir yapının güçlendirilmeye ihtiyaç duyulması birkaç sebepten kaynaklanabilir. Bu sebeplerden bazıları ise; deprem kuşağında yer alan ülkemizde yıllar boyu depremlerin meydana gelmiş olması, mevcut yapıların deprem görmüş olma ihtimalinin çok fazla olduğunun bilinmesi ve bu depremler sonucu hasar seviyelerinin deprem güvenliği açısından yapı için ne durumda olduğunun öğrenilmek istenilmesi ile depremlerde hasar gören yapıların deprem güvenliğinin arttırılmak istenmesidir [26].

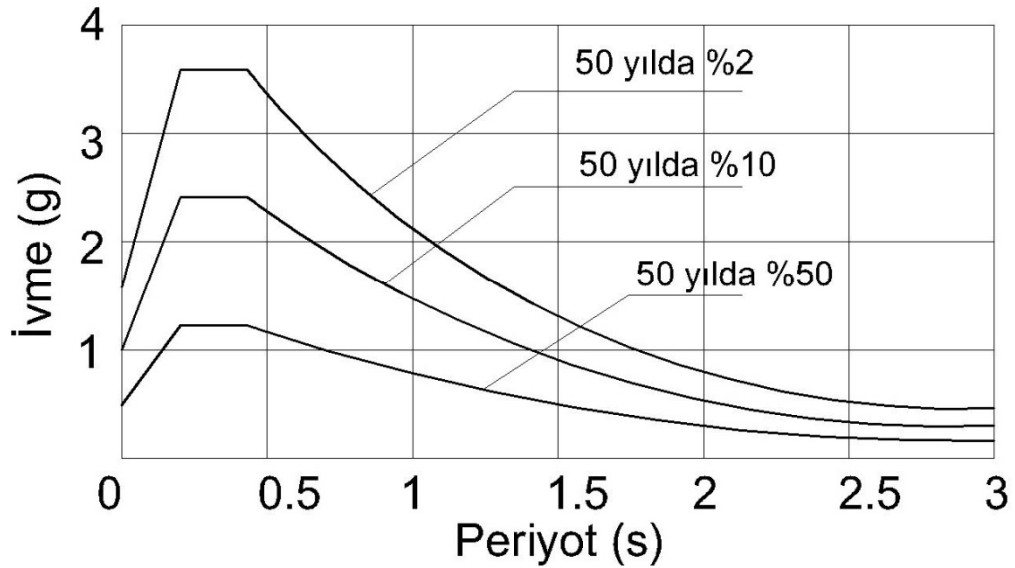
Bina performansı kavramı hemen hemen DBYBHY2007'nin çıkması ile karşımıza çıkmıştır. Deprem performans kavramı, deprem kuvvetleri karşısında taşıyıcı sistemde oluşabilecek hasarların sistemin hangi kısımlarında ve ne seviyede olduğunun derecesine bağlı yapı güvenliği olarak tarif edilebilmektedir. Taşıyıcı sistemde her kattaki elemanların hasar düzeyleri ve sonra bu hasar gören elemanların hasar seviyeleri, sayıları ve dağılımları da bulunarak binanın deprem performans seviyesi tespit edilir. İlk olarak taşıyıcı sistemdeki elemanların genel olarak gevrek ya da sünek hasar seviyesinde olup olmadığı belirlenir. Elemanlarda gevrek hasar seviyesinin oluşması ile kesme kırılmasının yani göçmenin meydana geldiği, sünek hasar görmüş ise de hesaplanmış olan yerdeğiştirme veya iç kuvvetler ile DBYBHY2007'nin 7.bölümünde tanımlanan minimum, belirgin, ileri veya göçme hasar seviyelerinde olduğu kabul edilir. Binaların performansı ise yine DBYBHY2007'de tanımlanarak dört performans seviyesine ayrılmıştır. Yapılan deprem performansının belirlenmesine yönelik hesapların sonucunda, depremden hemen sonra kullanılabilir olan yapıların hemen kullanım performans seviyesinde, gözle görülür hasarlar oluşsa bile deprem anında içeride yaşayan canlıları tehlikeye sokmayacak şekilde davranış göstermesi düşünülen yapıların can güvenliği performans seviyesinde, taşıyıcı sistemdeki elemanların büyük bir kısmının ileri

hasar düzeyinde olduğu, komple göçmenin meydana gelmediği yapıların göçme öncesi performans seviyesinde fakat göçme öncesi performans seviyesinin bile sağlanamadığı toptan göçmenin meydana geleceği düşünülen yapıların göçme performans seviyesinde kaldığı kabul edilmektedir [17]. Yapıların güçlendirilmesi; taşıyıcı sistemdeki eleman bazında ve sistem bazında güçlendirme olarak iki kısma ayrılabilir. Yapının deprem yüklerini karşılayan elemanların dayanım ve şekil değiştirme kapasitelerini arttırmaya yönelik çalışmalar eleman bazında güçlendirme, binanın taşıyıcı sisteminin dayanım ve şekil değiştirme kapasitesinin artırılması amacı ile yeni elemanların eklenerek deprem kuvvetlerinin azaltılmasına yönelik yapılan çalışmalar ise sistem güçlendirilmesi olarak tanımlanmaktadır [6].

Ülkemizdeki mevcut eski veya yeni yapılmış olan binaların deprem performanslarının belirlenmesi ve güçlendirilmesi DBYBHY2007'nin 7.bölümünde verilen hesap kurallarına göre yapılması gerekmektedir. Deprem yönetmeliğinin 7.bölümün 1.kısımında yönetmeliğin kapsamı tanımlanmış, 2. kısımda mevcut yapılardan nasıl bilgi toplanacağı, 3. kısımda yapıların hasar sınırları ve hasar bölgeleri, 4. kısımda deprem hesaplarının nasıl ve yönetmeliğin hangi bölümlerine göre yapılacağı, 5. kısımda mevcut yapının deprem performans hesabının doğrusal elastik yöntem ile yapılması durumunda izlenecek adımlar ve hesap kuralları, 6. kısımda deprem performans hesaplarının doğrusal elastik olmayan yöntem ile hesaplanması durumunda izlenecek adımlar ve hesap kuralları, 7. kısımda binanın deprem performansının hangi seviyede olduğu, hasar düzeylerinin dağılımı ve yüzdelerine göre nasıl isimlendirileceği, 8. kısımda yapının kullanım türüne göre hangi performans seviyesinde olması gerektiği çizelge halinde anlatılmış ve yeni yapılacak binalarda kullanılan ivme spektrumu değerine göre 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem hareketi hesaplara katılmakta olmasına karşılık bu bölümün bu kısmında iki farklı deprem hareketi daha tanımlanmıştır. Eklenen bu iki farklı deprem hareketi ise 50 yılda aşılma olasılığı %2 ve %50 olan deprem hareketleri olarak tanımlanmış olup farklı aşılma olasılıkları Şekil 2.1' de gösterilmektedir. Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri Çizelge 2.1'deki şekilde, binaların düzeyinde Şekil 2.2 ve kesit düzeyindeki hasar sınırları da Şekil 2.3' teki gibi DBYBHY2007' de gösterilmiştir. Aşılma olasılığı %10 olan depremin ivme spektrumu, aşılma olasılığı %2 olan ivme spektrumunun yaklaşık üçte ikisi, aşılma olasılığı %50 olan ivme spektrumunun ise

yaklaşık olarak iki katı olarak kabul edilmektedir. Deprem hareketlerinin tanımlanması ise elli yıllık bir zaman diliminde aşılma olasılıkları ile yaklaşık olarak aynı depremlerin oluşumları arasındaki zaman aralığı olarak ifade edilmektedir [21].

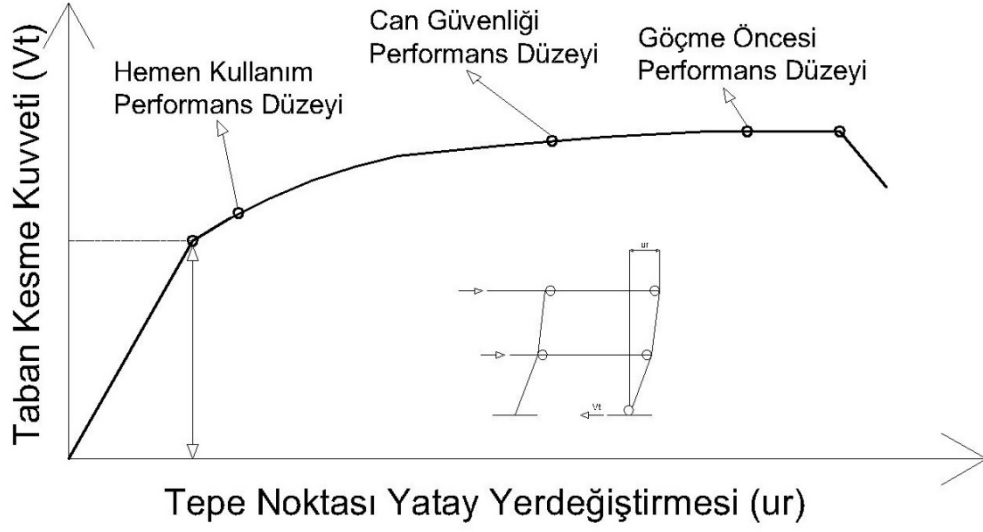
9. kısımda binaların güçlendirilmesi ile ilgili genel kurallara değinilmiş, 10. kısımda güçlendirme teknikleri hakkında bilgiler verilmiştir [6].



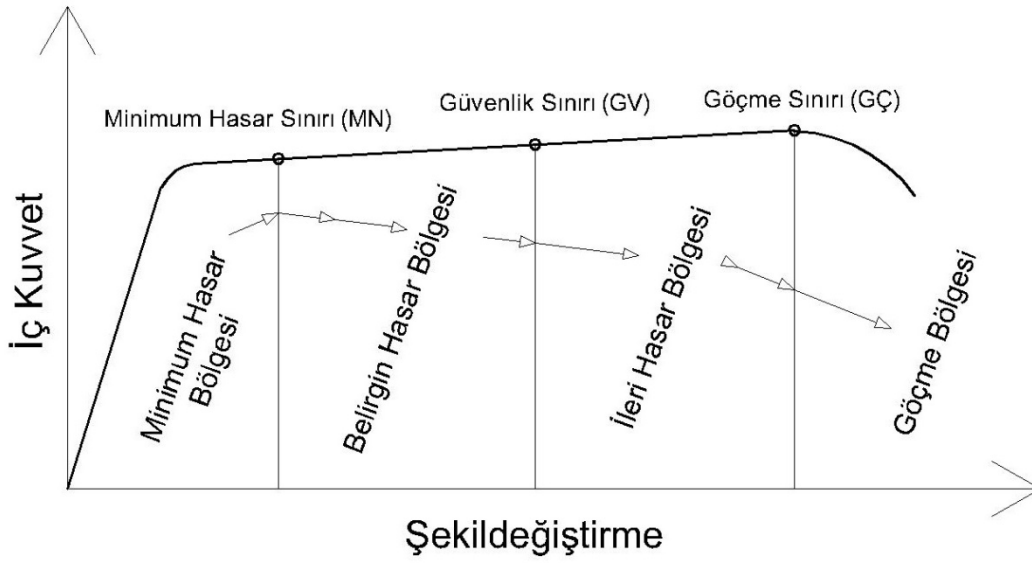
Şekil 2.1 : Farklı deprem aşılma olasılıkları için spektrum eğrileri

Çizelge 2.1 : DBYBHY2007' ye göre binalardan beklenen minimum performans seviyeleri

| Binanın Kullanım Amacı ve Türü | 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 ve 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 (konutlar, işyerleri, oteller, turistik tesisler, endüstri yapıları, vb.) | - | CG | - |



Şekil 2.2 : Binaların performans düzeyleri

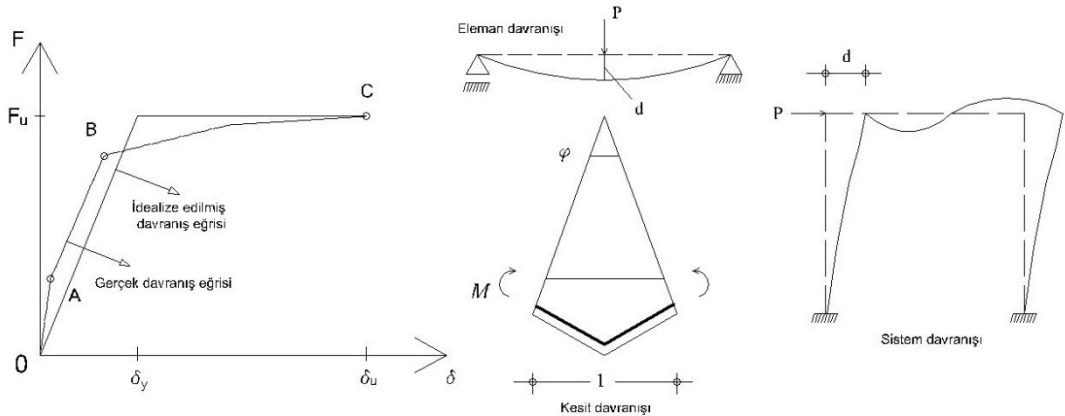


Şekil 2.3 : Kesitlerdeki hasar düzeyleri

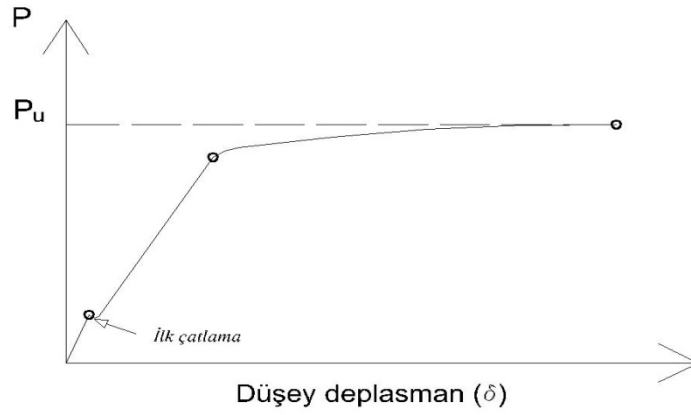
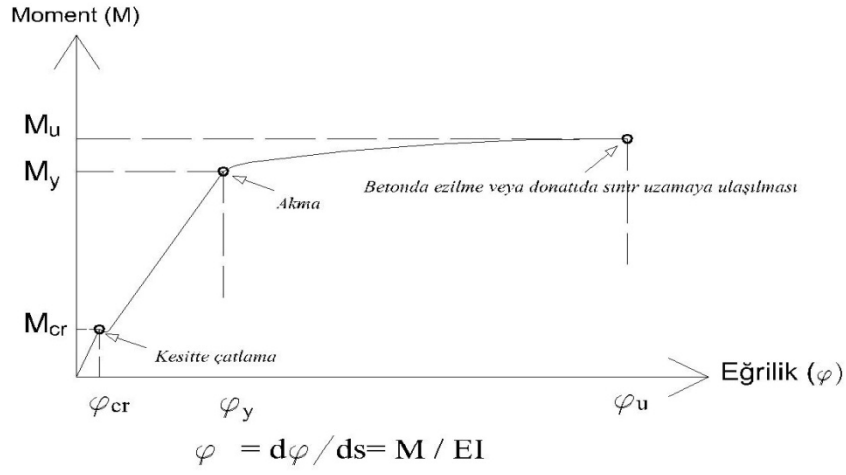
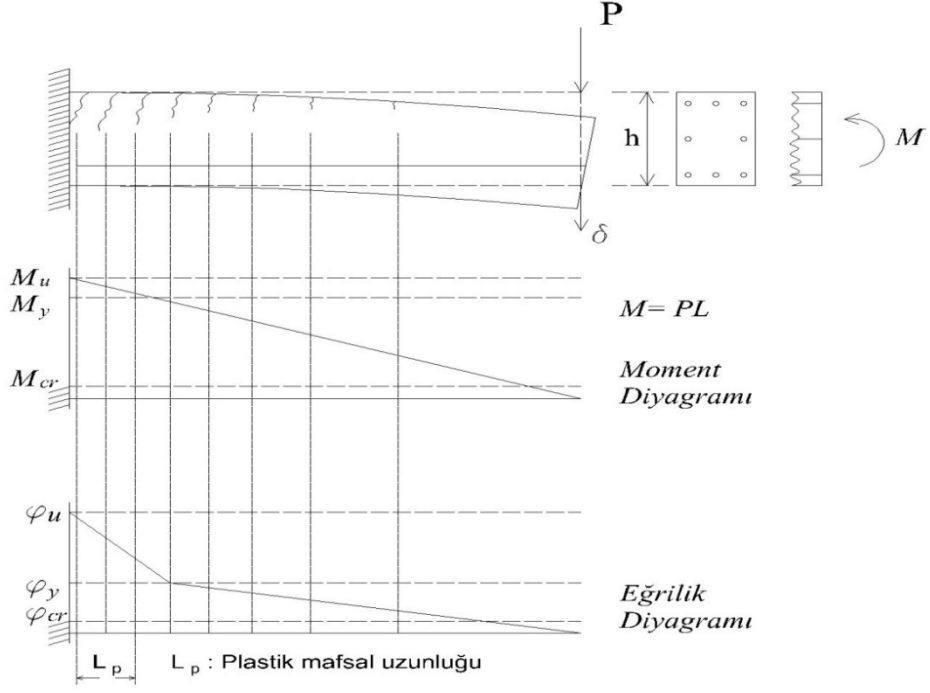
Mevcut yapıların performans seviyeleri doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan yöntemler ile belirlenmektedir. Mevcut yapıların güçlendirme öncesi ve sonrasında performans seviyelerinin belirlenmesi, doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinden hangisinin kullanılacağı DBYBHY2007 ile proje mühendisinin kararına bırakılmıştır.

2.1. Süneklik Kavramı

Süneklik, taşıyıcı sistemdeki bir elemanın, kesitinin veya bir taşıyıcı sistemin, dış yüklerde ciddi bir değişme olmaksızın, elastik ötesi şekil değiştirme yapabilme, dolayısıyla yer değiştirme yapma yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Sayısal olarak tarif edilecek olursa, güç tükenme durumundaki yer değiştirmenin, elastik sınır durumundaki şekil değiştirmeye oranı olarak $\mu = \delta_u / \delta_y$ şeklinde tarif edilebilmektedir. Süneklik herhangi bir etki karşısında ve meydana gelen şekil değiştirme için tanımlanabilir. Şekil 2.4' de F bir kuvveti ve δ ise bu kuvvetten dolayı meydana gelen şekil değiştirmeyi göstermektedir. F_u bu yükten meydana gelen en büyük değerine, δ_y elastik davranışın sona erdiğine akma şekil değiştirmesine ve δ_u maksimum şekil değiştirmesine karşı gelmektedir. Eğilme momenti etkisi altında bir kesitte meydana gelen şekil değiştirme miktarı eğrilik olarak kabul edilmekte ve kesitin eğrilik sünekliği kavramı ile tarif edilmektedir. Bunun gibi orta bölgesinden yüklenmiş bir kirişte, düşey yükleme sonucu meydana gelen düşey yer değiştirme durumu göz önüne alındığında elemanın düşey yer değiştirme sünekliği, yatay olarak yük etkilmiş çerçevelerde ise bu durum göz önüne alındığında taşıyıcı sistemin yatay yer değiştirme sünekliği olarak tariflenebilmektedir. Şekil 2.5'te de eğilme altındaki betonarme bir elemanın moment-eğrilik diyagramı ve temsili olarak betonarme kesitte meydana gelen deformasyonlar gösterilmektedir [28].



Şekil 2.4 : Kesit, eleman ve sistem etki-şekil (yer) değiştirme ilişkisi

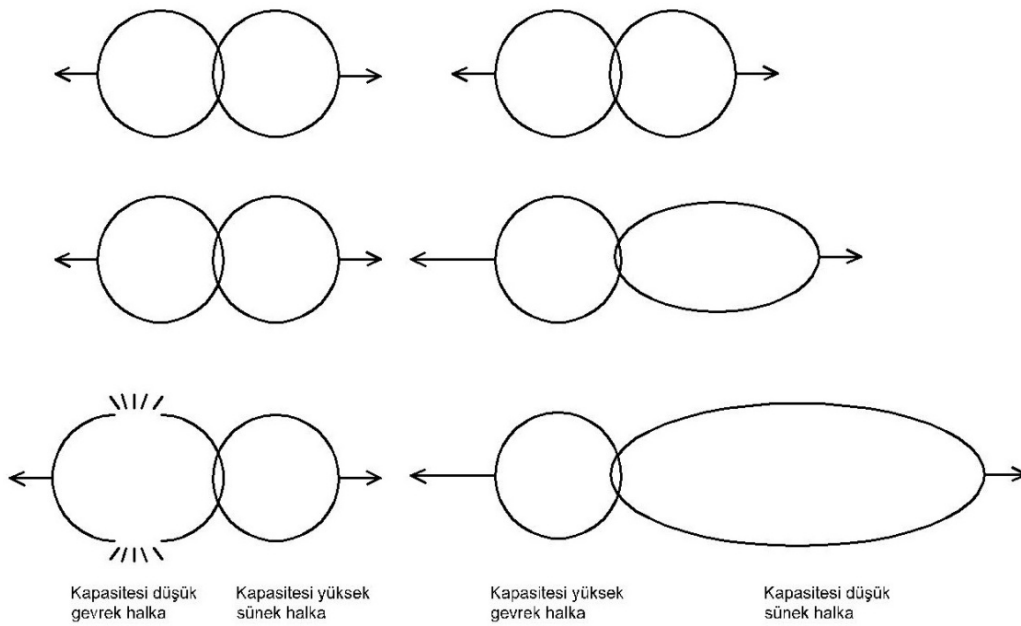


Şekil 2.5 : Eğilme Altında Bir Betonarme Elemanın Moment ve Eğrilik Diyagramları

Seyrek olarak meydana gelme ihtimali olan şiddetli deprem etkisinde, yapının elastik ötesi bir davranış göstereceği tahmin edilmektedir. Bu tip durumların meydana gelme ihtimalinin gerçekleştiği durumlarda ise elastik olmayan davranış önem kazanmaya başlamaktadır. Yapının elastik davranışından sonraki aşamalarda kesit tesirlerinde büyük bir artış meydana gelmeden şekil değiştirme yapması beklenmektedir. Bu şekilde ise deprem kuvvetlerinin etkisi, meydana gelen elastik ötesi ve geri dönüşümü olmaması beklenen bir enerji türüne dönüşerek yutulmaktadır. Süneklik kavramı başka bir tarifile güç tükenmesinin meydana geldiği esnada elastik olmayan büyük yer değiştirme ya da şekil değiştirmelerin oluşması şeklinde tanımlanabilmektedir. Eğer bir yapı sünek bir davranış gösteriyor ise deprem esnasında zeminden yapıya geçmeye çalışan enerjinin büyük bir kısmı sönümlenir. Süneklik sağlanması durumunda, statik ve dinamik yükleme miktarı çok fazla artmasa bile akma noktasına erişen kesitlerde plastik şekil değiştirmeler ile enerji alınmakta ve oluşan iç kuvvetler az zorlanan kesitlere dağılmaktadır. Yapı sisteminin sünek davranış gösterebilmesi için yüksek dereceden hiperstatik olması ve elemanlarda plastikleşme bölgeleri oluşması gerekmektedir. Yapılarda toptan göçmenin meydana gelmesi, yapıya etkiyen yatay yükler sonucu yer değiştirmelerin elastik ötesi davranış ile karşılanması sayesinde engellenebilmektedir. Bu elastik ötesi davranış ise sünekliğin sağlanması ile mümkün olabilmektedir. Şekil ve yer değiştirmeler artması durumunda bile dayanımın büyük bir kısmını kaybetmemesi sünekliğin sağlanması ile mümkün olabilmektedir.

Taşıyıcı sistemlerin sünek davranışının sağlanması kullanılan malzemelerin gerilme altında sünek bir davranış sergilemesine bağlıdır. Betonarme yapı elemanlarında bulunan betonun gevrek davranışı, donatı kullanımı ile yeterli derecede sünek duruma getirilebilmektedir. Donatı katkısının çok az olduğu, normal kuvvetin etkili olduğu betonarme kesitlerde, güç tükenmesi durumuna erişmede tek başına betonun etkili olduğu durumlarda boyuna donatının kullanılmasının önemli miktarda süneklik sağlamadığı görülmektedir. Bu tip durumlarda basınç gerilmeleri düşürülerek kesitin taşıyabileceği normal kuvvetin maksimum değerinin daha alt sınıra indirildiği öngörülmür. Betonda etriyelerin sık yerleştirilmesi ile yanal basınç oluşturarak, betonun basınç dayanımı ve buna bağlı olarak en büyük birim kısalma değeri azaltılmış olur. Bu şekilde de sünekliğin artırılması mümkündür. Betonarme

elemanların donatılarının akma gerilmelerine ulaşması ile meydana gelen güç tükenmesi durumu, eğilme momenti etkisi altında gerçekleşen sünek bir güç tükenmesi durumudur. Fakat bu güç tükenmesi durumu kesme kuvveti altında eğik basınç gerilmeleri ya da eğik çekme gerilmeleri ile oluşuyor ise gevrek olarak gerçekleşen bir güç tükenmesi durumu olarak belirtilmektedir. Donatının betondan sıyrılması gibi aderansın sağlanamadığı durumlardaki güç tükenmesi durumu gevrek güç tükenmesi durumuna örnek olarak verilebilmekte olup bu tip durumların genel olarak anlatılabilmesi amacı ile iki halkalı zincirin gevrek ve sünek olup olmamasında bağlı olarak temsili Şekil 2.6' daki gibi gösterilebilmektedir. [28,29].

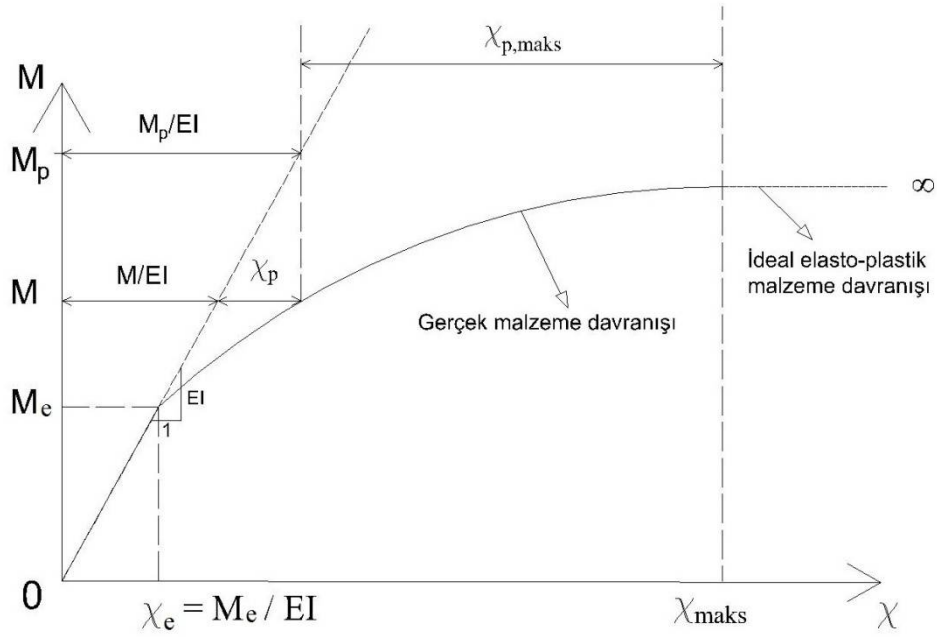


Şekil 2.6 : İki halkalı zincirde oluşan gevrek ve sünek güç tükenmesi durumu

2.2. Plastik Mafsal Hipotezi

Sünek davranış gösterebilme ihtimali olan yapı sistemlerinde, plastik mafsal hipotezi kullanılarak hesaplar ciddi ölçülerde azaltılabilmektedir. Elastik ötesi davranış yapabilme yeteneğinin büyük olduğu ve doğrusal olmayan şekil değiştirme miktarlarının küçük bir kısma yayıldığı yapı sistemlerinde, doğrusal olmayan eğilme sonucu oluşan şekil değiştirmelerinin plastik mafsal olarak tanımlanan belirli kesitlerde yoğunlaştığı, bu kesitlerin dışındaki kısımlarda yapı sisteminin *doğrusal-elastik* davranış gösterdiği varsayımı yapılabilir. Literatürde bu hipoteze plastik mafsal hipotezi adı verilmektedir [29]. Normalde gerçekleşmesi beklenen *eğilme*

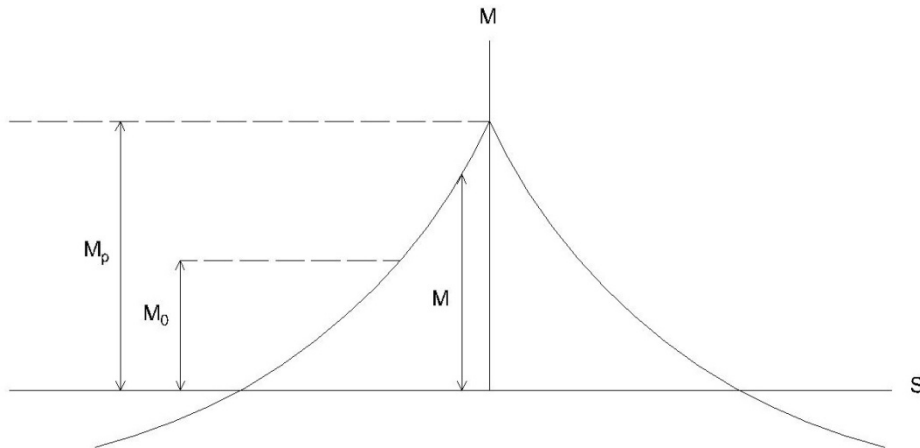
momenti – eğrilik grafiği Şekil 2.7’de ve doğrusal olmayan şekil değiştirmeler ile ilgili grafikler Şekil 2.8’de gösterilmektedir.

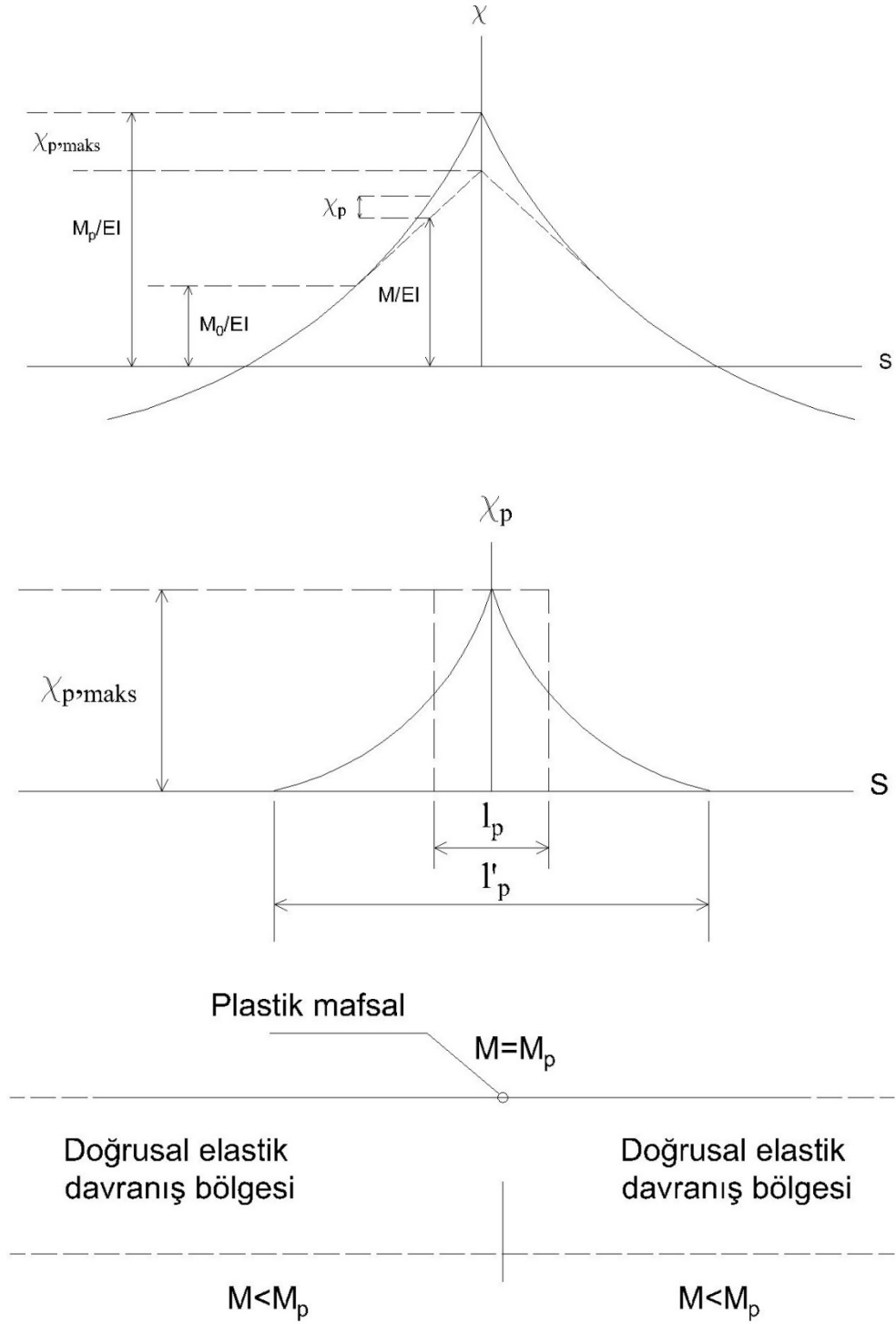


Şekil 2.7 : Eğilme momenti-eğrilik diyagramı

Plastik mafsal hipotezi ile yapı elemanının çubuk eleman olarak tarif edildiği ve bu elemanın boyu üzerinde l_p uzunluğundaki bir kısımda yayılan, doğrusal olmayan şekil değiştirme bağıntısı Şekil 2.1’de gösterilen miktarda, plastik mafsal olarak tarif edilen bu noktada toplandığı varsayımı yapılmaktadır. Bu bağıntıda φ_p plastik mafsalın dönmesini olarak gösterilmektedir [29].

$$\varphi_p = \int_{l_p} \chi_p ds \quad (2.1)$$





Şekil 2.8 : Doğrusal olmayan şekil değiştirmeler

Plastik mafsal hipotezinin uygulanmasında, normalde gerçekleşmesi beklenen *eğilme momenti – eğrilik* grafiği, iki doğru parçasından oluşacak şekilde idealleştirilebilmektedir. Bu idealleştirme işleminin denklem 2.2 ve denklem 2.3 bağıntılarındaki formüllere göre yapılabildiği görülmektedir.

$$M \leq M_p \quad \text{için} \quad \chi = \frac{M}{EI} \quad (2.2)$$

$$M = M_p \quad \text{için} \quad \chi \rightarrow \chi_{p,maks} \quad (2.3)$$

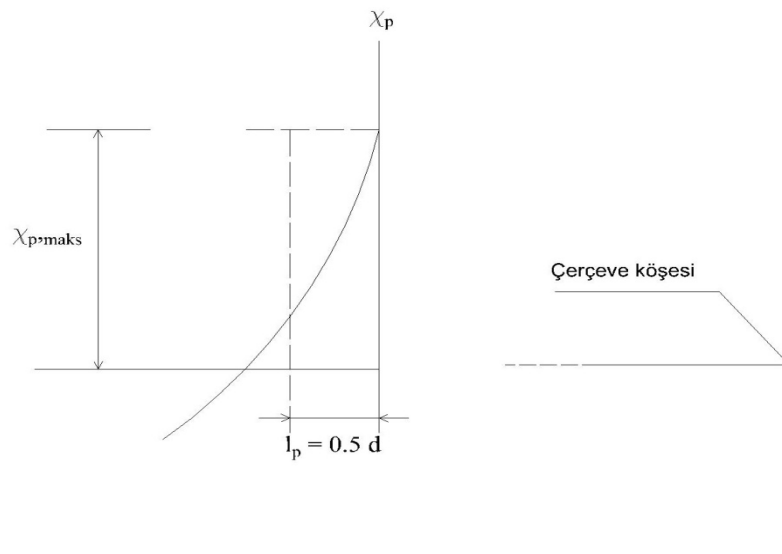
Artmakta olan dış yükler etkisinde plastik mafsalsın dönme miktarı artarak dönme kapasitesi olarak tarif edilen bir sınır değere eşit olduğunda, meydana gelecek büyük miktarlarda plastik şekil değiştirmelerden dolayı kesit kullanılamayacak hale gelmeye başlar. Yapı sisteminin birçok kesitinde meydana gelecek plastik mafsals dönmelerinin dönme kapasitelerine ulaşması durumunda ise yapı mekanizma durumuna gelmekte ve göçme durumuna ulaşmaktadır. Dönme kapasitesi eğilme momenti diyagramı ve $M-\chi$ bağıntısı yardımı ile denklem (2.4) bağıntısındaki formül ile bulunabilmektedir [29].

$$\varphi_{p,maks} = \int_{l_p} \chi_p ds \quad (\chi_p \rightarrow \chi_{p,maks}) \quad (2.4)$$

Dönme kapasitelerinin hesabı için yaklaşık olarak denklem (2.5) bağıntısı kullanılabilir.

$$\varphi_{p,maks} = l_p \chi_{p,maks} \quad (2.5)$$

Yukarıdaki denklemlerde, l_p plastik bölge uzunluğunu (plastik mafsals boyunu) ifade etmekte olup, Şekil 2.9'da gösterildiği gibi yaklaşık olarak enkesit yüksekliğinin (d) yarısı kabul edilmektedir.



Şekil 2.9 : Plastik mafsalsın boyu ve yeri

Yapı sistemlerinde dönme kapasitesinin ($\chi_{p,maks}$) değeri farklı birçok etkene bağlıdır. Bu etkenlerin önemli bir kısmı aşağıda verilmiştir.

- a) Beton ve beton çeliğinin $\sigma - \varepsilon$ diyagramlarını belirleyen ε_{cu} ve ε_{su} sınır birim boy değişimleri,
- b) Betonun ε_{cu} birim boy değişimine etki eden sargı donatısının miktarı, biçimi ve yerleşim düzeni,
- c) Enkesit boyutlarına bağlı olarak değişen plastik bölge uzunluğu,
- d) Eğilme momenti diyagramı [29].

2.2.1. Plastik Mafsal Hipotezinin Esasları

Plastik mafsal hipotezinin esasları üç temel madde halinde aşağıda sıralanmıştır;

1. Herhangi bir kesitte oluşan eğilme momenti, M_p plastik moment değerine eşit olduğu zaman o kesitte bir plastik mafsal meydana gelir. Bu noktadan sonra, kesitteki eğilme momenti sabit kalır ve kesit serbest bir şekilde hareket eder. Plastik mafsalda oluşan φ_p plastik dönme miktarı artış göstererek $\varphi_{p,maks}$ dönme kapasitesine ulaşır. Bu durumda kesit kullanılamaz hale gelir.
2. Plastik mafsallar arasında kalan bölgelerin davranışının *doğrusal - elastik* olduğu kabul edilmektedir.
3. Betonarme kesite eğilme momenti ile normal kuvvetin aynı anda etkimesi durumunda, M_p plastik momenti yerine, kesitteki N normal kuvvetine bağlı akma koşulundan hesaplanan indirgenmiş plastik moment (M_p') değeri kullanılmamaktadır [25,29].

2.3. Doğrusal Elastik Hesap Yöntemi

Bu yöntem dayanıma(kuvvet) bağlı bir değerlendirme yöntemidir. Elastik deprem yüklerinden oluşan ve doğrusal teoriye göre bulunan etkiler ile her bir yapı elemanının kapasitesi karşılaştırılmaktadır. Betonarme elemanların hasar sınırlarını geçip geçmediğini belirlemek için r olarak tanımlanan etki/kapasite oranları kullanılmaktadır. Eğilme cinsinden kırılma meydana gelen yapı elemanlarının etki/kapasite oranı hesaplanması ise sadece deprem yükleri altında hesaplanan kesit eğilme momenti kapasitesinin artık eğilme momenti kapasitesine bölünmesi ile bulunmaktadır. Etki/kapasite oranlarının hesaplanması ile sınır değerler kıyaslanarak

kesitlerin hasar bölgeleri bulunur ardından bu bilgiler ışığında da genel olarak yapının performans seviyesi belirlenir [30]. DBYBHY2007(7.bölüm)' de, yapıların deprem performanslarının belirlenmesine yönelik doğrusal elastik hesap yöntemleri eşdeğer deprem yükü ve mod birleştirme yöntemi olmak üzere iki alt başlıkta yer almaktadır.

Doğrusal yöntemlerde kullanılan kuvvet esaslı hesaplar ile bulunan ve gerçekte mevcut binaların kapasitelerine bağlı olan deprem yüklerinin yerine elastik deprem yükleri kullanılmaktadır. Taşıyıcı sisteme aynı anda bulunan deprem kuvvetlerinin tamamının etkilmesi, kesitlerin süneklik istemlerinin kuvvete dayalı hesapla yaklaşık bulunması ve kesitler ile elemanlar arasındaki yeniden dağılımın ihmal edilmesi, kullanılan doğrusal yöntemin etkilerek kesitler/elemanlar arasındaki yeniden dağılım etkisinin ihmal edilmesi ve kesitlerdeki süneklik taleplerinin kuvvet esaslı bir yaklaşımla temsil ediliyor olması bu yöntemlerin temel eksiklikleri arasında bulunmaktadır.

2.4. Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemi

DBYBHY2007(7.bölüm)' de, yapıların deprem performanslarının belirlenmesine yönelik doğrusal olmayan elastik hesap yöntemleri artımsal eşdeğer deprem yükü, artımsal mod birleştirme yöntemi ve zaman tanım alanında hesap yöntemleri olmak üzere üç alt başlıkta yer almaktadır.

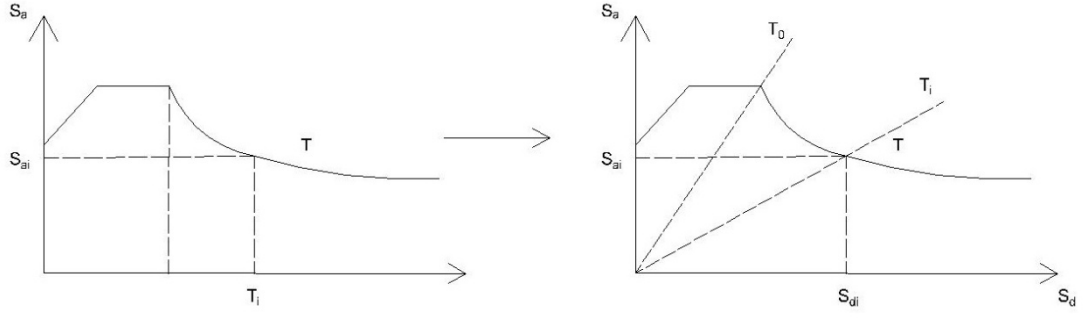
Pushover olarak bilinen statik itme analizi yapıların performans seviyesinin belirlenmesi amacı ile kullanılan ve bilimsel çalışmalar sonucu dünyada kabul görmüş doğrusal olmayan bir statik analiz yöntemidir. Yapıların deprem sonrası hasar miktarının tahmini için kullanılan bu yöntem ile yapı elemanlarındaki kuvvet dağılımları ve yapının genel olarak davranışının tespiti mümkün olabilmektedir. Genel hatları ile itme analizi tariflenecek olursa, belirlenen bir yatay yük dağılımına göre bu yüklerin yapı sistemine adım adım arttırılarak etki ettirilmesi ile yapının stabilitesinin bozulduğu veya daha önceden hesaplanmış olan bir yatay yer değiştirme miktarı olarak tanımlanmış sınır değere ulaşması kabulüne dayanmaktadır. Bu yöntemde her yükleme adımında yapı elemanlarındaki iç kuvvetler, yer değiştirmeler ve plastik şekil değiştirme miktarları hesap edilerek, yapının her itme adımında bulunan taban kesme kuvveti ve tepe yer değiştirmesinin

doğrusal olmayan değişiminin gösterildiği kapasite eğrisi (statik itme eğrisi) belirlenir [31].

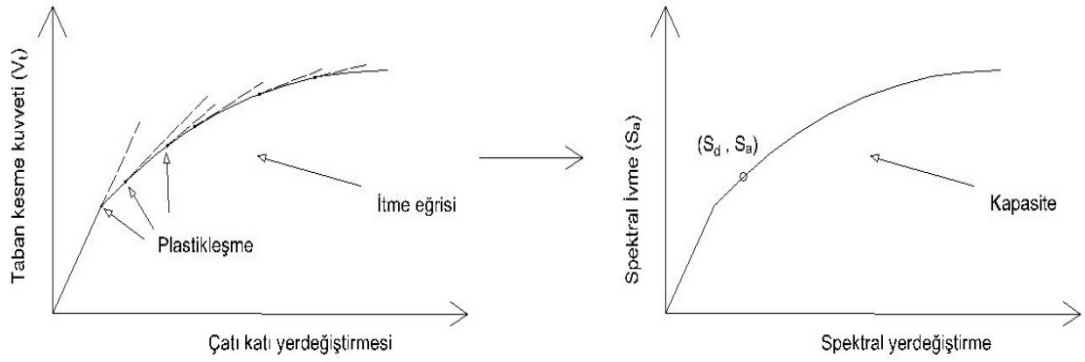
Artımsal itme analizinde kullanılacak hesapların tabanını oluşturan yöntemler ise artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi (AEDYY) ve artımsal mod birleştirme yöntemidir (AMBY).

Yapıların performansının belirlenmesinde uygulanacak adımlar genel hatları ile şu şekilde sıralanmaktadır:

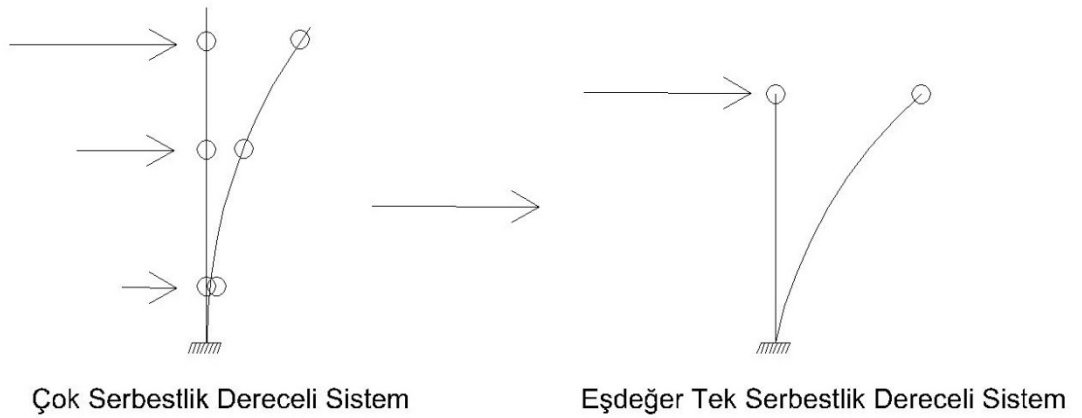
1. İtme analizinden önce ilk olarak kullanma yükleri ($G+nQ$) dikkate alınıp analizler yapılarak taşıyıcı sistemde kirişlerin uç kesitlerindeki eğilme moment kapasiteleri elde edilir ve bu analiz sonuçları artımsal itme analizinin başlangıç değerleri olarak dikkate alınır [20].
2. Farklı aşılma olasılıkları olan yapılar için kullanılacak elastik davranış spektrumlarından hangisinin kullanılacağına karar verildikten sonra elastik davranış spektrumu (deprem ivme spektrumu, talep spektrumu) spektral ivme-spektral yerdeğiştirme grafiği şekline dönüştürülür (Şekil 2.10). AEDYY ile hesap yapılması durumunda birinci titreşim modu ile orantılı olacak şekilde taşıyıcı sisteme yatay yüklerin etkilmesiyle tepe yerdeğiştirmesi-taban kesme kuvveti eğrisi (statik itme eğrisi) elde edilir ve bu itme eğrisine uygulanan koordinat dönüştürme işlemi ile modal yerdeğiştirme-modal ivme grafiği (modal kapasite diyagramı) elde edilir (Şekil 2.11). Farklı olarak AMBY ile hesaplanması durumunda bütün modlara ait modal kapasite diyagramları ve modal yerdeğiştirme istemleri bulunur. İtme eğrilerinin spektral gösterim şekline dönüştürülmesinin en önemli sebeplerinden biri performans seviyelerinin tespiti için dönüşüm uygulanan talep spektrumu ile karşılaştırılacak olmasıdır. Ayrıca talep spektrumları tek serbestlik derecesi olan sistemlere ait olduğundan çok serbestlik dereceli sistemlerin (ÇSDS), tek serbestlik dereceli sisteme (TSDS) denk gelen eşdeğeri bir sisteme dönüştürülmesi gerekmektedir [32] (Şekil 2.12).



Şekil 2.10 : Talep spektrumunun spektral ivme-spektral yerdeğiştirme cinsine dönüştürülmesi



Şekil 2.11 : İtme eğrisinin elde edilmesi ve kapasite spektrumuna dönüştürülmesi



Şekil 2.12 : ÇSDS' in TSDS' e dönüştürülmesi

3. Modal yerdeğiştirme istemlerine denk gelecek olan yerdeğiştirme, plastik Şekil değiştirmeler ve i kuvvet istemleri bulunur.
4. Sünek kesitlerde hesaplanan plastik dönme istemlerinden plastik eğrilik istemleri ve toplam eğrilik istemleri belirlenir. Bu eğrilik istemlerine göre betonarme kesitlerde bulunan beton ve donatıda oluşacak birim Şekil değiştirmeler hesap edilir.
5. Bulunan birim Şekil değiştirme değerleri, DBYBHY2007’ de kesit düzeyinde belirtilen çeşitli hasar sınır aralıklarının hangisinde kaldığı tespit edilir ve kesitlerin hasar çeşitine bağlı olarak performans seviyesi bulunmuş olur. Ayrıca DBYBHY2007’ ye göre kesme kuvveti dayanımının kesme kuvveti isteminden kk olduğu taşıyıcı sistem elemanları, gevrek olarak hasar gören elemanlar olarak tanımlanmaktadır [6].
6. Kolon ve kirişlerin uç bölgelerinde meydana gelecek hasar seviyeleri belirlenerek deprem etkisi altında yapının performans seviyesi belirlenir. Greli kat ötelemesi sınırları kontrol edilir.
7. Mevcut veya güçlendirilmiş olan yapıların performans seviyesinin hedeflenen güvenlik sınırları içerisinde kalıp kalmadığının kontrolü yapılarak, yapılan hesaplar sonunda güçlendirme yetersiz ise tekrar bir mühendislik çözümü üretilmesi gerekmektedir [31,20].

2.4.1. Doğrusal Elastik Olmayan Yöntemde Kullanılan Mander Beton Modeli

Mander ve Priestley tarafından doğrusal olmayan hesap yöntemlerinde kullanılmak üzere hazırlanan ve DBYBHY2007’ de de başka bir model alınmadığı sürece kullanılması önerilen beton ve donatı çeliği için sargılı-sargısız beton basınç gerilmesi-beton basınç birim Şekil değiştirme ve donatı çeliği gerilme-donatı çeliği pekleşme başlangıcı birim Şekil değiştirme modelleri bulunmaktadır.

Sargılı betonda beton basınç gerilmesi, f_c , beton basınç birim Şekil değiştirmesi, ϵ_c ’nin fonksiyonu olarak Denklem 2.6 bağıntısında verilmektedir.

$$f_c = \frac{f_{cc} x r}{r-1+x^r} \quad (2.6)$$

Denklem 6.3 ile belirtilen sargılı beton dayanımı f_{cc} ile sargısız beton dayanımı f_{c0} arasındaki bağıntı Denklem 2.7 ‘de verilmiştir.

$$f_{cc} = \lambda_c f_{co} \quad ; \quad \lambda_c = 2.254 \sqrt{1 + 7.94 \frac{f_e}{f_{co}} - 2 \frac{f_e}{f_{co}}} - 1.254 \quad (2.7)$$

Bu bağıntıda yer alan etkili sargılama basıncı olan f_e , dikdörtgen kesitlerde birbirine dik iki doğrultu için Denklem 2.8 ile hesaplanan değerlerin ortalaması olarak alınabilmektedir.

$$f_{ex} = k_e \rho_x f_{yw} \quad ; \quad f_{ey} = k_e \rho_y f_{yw} \quad (2.8)$$

Denklem 2.8 te yer alan f_{yw} enine donatının akma dayanımı, ρ_x ve ρ_y ilgili doğrultulardaki enine donatıların hacimsel oranları, k_e ise Denklem 2.9' da tanımlanan sargılama etkinlik katsayısı olarak tanımlanmaktadır.

$$k_e = \left(1 - \frac{\sum a_i^2}{6b_0h_0}\right) \left(1 - \frac{s}{2b_0}\right) \left(1 - \frac{s}{2h_0}\right) \left(1 - \frac{A_s}{b_0h_0}\right)^{-1} \quad (2.9)$$

Denklem 2.9' da kesit düşey donatı eksenleri arasındaki uzaklık a_i , etriye eksenleri arasında kalan kesit boyutları b_0 ve h_0 , etriyeler arasındaki aralık s ve boyuna donatı alanları ise A_s ile gösterilmektedir.

Denklem 2.6' da yer alan x ile r değişkenine ilişkin bağıntılar denklem 2.10 ve denklem 2.11' de verilmiştir.

$$x = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{cc}} \quad ; \quad \varepsilon_{cc} = \varepsilon_{co} [1 + 5(\lambda_c - 1)] \quad ; \quad \varepsilon_{co} \cong 0.002 \quad (2.10)$$

$$r = \frac{E_c}{E_c - E_{sec}} \quad ; \quad E_c = 5000 \sqrt{f_{co}} \quad [MPa] \quad ; \quad E_{sec} = \frac{f_{cc}}{\varepsilon_{cc}} \quad (2.11)$$

Sargılı betonda meydana gelecek olan en büyük basınç birim şekil değiştirmesi ε_{cu} ise Denklem 2.12 ile bulunabilmektedir.

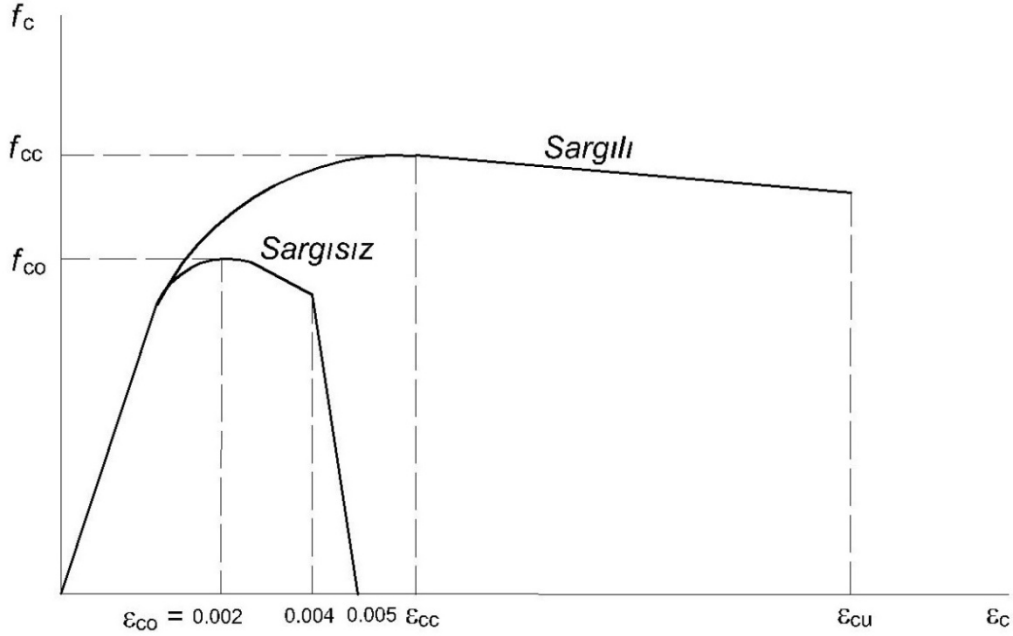
$$\varepsilon_{cu} = 0.004 + \frac{1.4 \rho_s f_{yw} \varepsilon_{su}}{f_{cc}} \quad (2.12)$$

Denklem 2.12' de ρ_s toplam enine donatının hacimsel oranını (dikdörtgen kesitlerde $\rho_s = \rho_x + \rho_y$), ε_{su} , enine donatı çeliğinde maksimum gerilme altındaki birim uzama şekil değiştirmesini göstermektedir.

Sargılı beton için verilen Denklem 2.6, $\varepsilon_c = 0.004$ 'e kadar olan bölgede sargısız beton için de geçerlidir. Sargısız betonda etkin sargılama basıncı, $f_e = 0$ ve buna bağlı olarak Denklem 2.7'den $\lambda_c=1$ olacağından Denklem 2.10 ve Denklem 2.11'de $f_{cc} =$

f_{co} ve $\epsilon_{cc} = \epsilon_{co}$ alınır. $\epsilon_c = 0.005$ 'de $f_c = 0$ olarak tanımlanır. $0.004 < \epsilon_c \leq 0.005$ aralığında ise gerilme – şekil değiştirme ilişkisi doğrusaldır.

Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinde kullanılmak üzere hazırlanan sargılı ve sargısız Mander beton modelleri Şekil 2.13 da gösterilmiştir.



Şekil 2.13 : Sargılı ve sargısız beton modelleri

Donatı çeliği için verilen gerilme-şekil değiştirme bağıntıları ise denklem 2.13a, 2.13b ve 2.13c' deki şekilde aşağıdaki gibidir.

$$f_s = E_s \epsilon_s \quad (\epsilon_s \leq \epsilon_{sy}) \quad (2.13a)$$

$$f_s = f_{sy} \quad (\epsilon_{ys} < \epsilon_s \leq \epsilon_{sh}) \quad (2.13b)$$

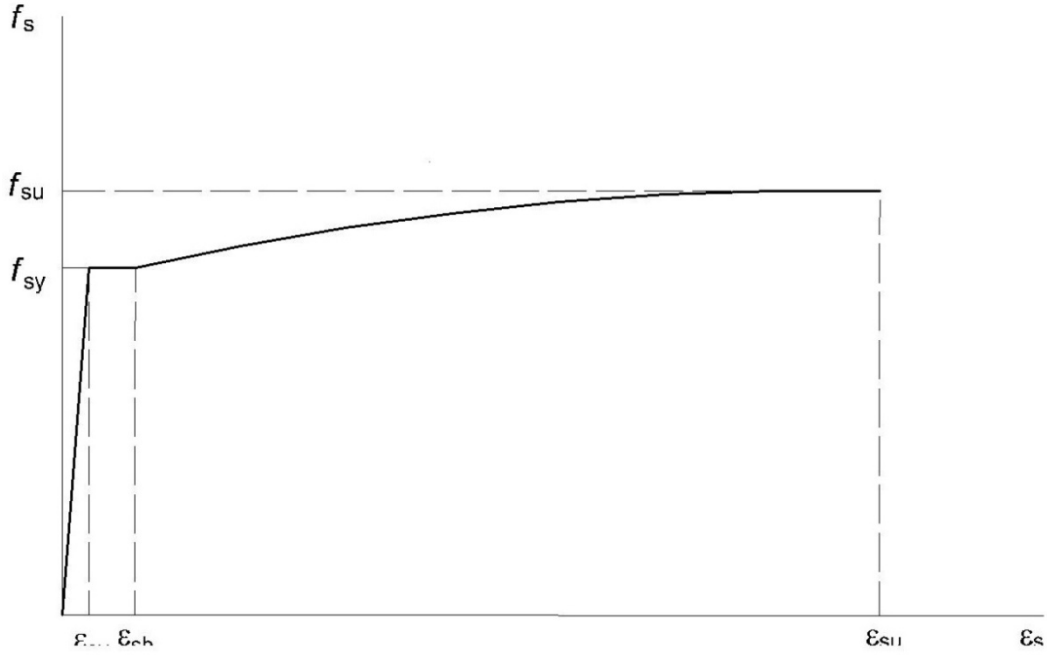
$$f_s = f_{su} - (f_{su} - f_{sy}) \frac{(\epsilon_{su} - \epsilon_s)^2}{(\epsilon_{su} - \epsilon_{sh})^2} \quad (\epsilon_{sh} < \epsilon_s \leq \epsilon_{su}) \quad (2.13c)$$

Donatı çeliğinin elastiklik modülü $E_s = 2 \times 10^5$ MPa olarak alınabilmekte olup, S220 ve S420 kalitesindeki donatı çeliklerine ait karakteristik özellikler ise DBYBHY2007' ye göre Çizelge 2.2' den alınabilmektedir.

Çizelge 2.2 : Donatı çeliğinin karakteristik özellikleri

| Kalite | f_{sy} (Mpa) | ϵ_{sy} | ϵ_{sh} | ϵ_{su} | f_{su} (Mpa) |
|--------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| S220 | 220 | 0.0011 | 0.011 | 0.16 | 275 |
| S420 | 420 | 0.0021 | 0.008 | 0.10 | 550 |

Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinde kullanılmak üzere donatı çeliği gerilme-şekil değiştirme modeli Şekil 2.14'te gösterilmiştir [6,33].



Şekil 2.14 : Donatı çeliği için gerilme-şekil değiştirme grafiği

2.4.2. Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi(AEDYY)

2.4.2.1. AEDYY kullanılabilmesi için gerekli şartlar

DBYBHY2007' ye göre binanın bodrum hariç 8 katı geçmemesi, ek dışmerkezlik göz önüne alınmadan hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı η_{bi} 'nin 1.4 değerinden küçük olması, deprem doğrultularının her birinde doğrusal elastik davranışa göre hesaplanan birinci(hakim) moda ait etkin kütlelerin toplam bina kütlelerine oranının 0.7 'den az olmaması bu yöntemin uygulanabilmesi için zorunludur [6].

2.4.2.2 AEDYY ile analize genel bakış

Birinci(hakim) modun etkili olduğu, çok fazla kat sayısı olmayan ve burulma düzensizliğinin çok olmadığı durumlarda AEDYY ile yapılan hesapların yeterli yaklaşım gösterdiği görülmektedir. Bu yöntemle, taşıyıcı sistem yatay kapasitesi ile

deprem tesirlerinin talebi karşılaştırılarak deprem etkisi altında yapının performansı belirlenmektedir [28].

AEDYY ile analizlerde daha önce itme analizlerinde uygulanacak adımlarda da belirtildiği üzere kütleler ile uyumlu olacak şekilde düşey yüklerin dikkate alınarak yapıldığı G+nQ yüklemesi ile analiz yapılmakta ve bu analiz sonuçları artımsal itme analizinin başlangıç koşulları olarak kabul edilmektedir. Bu yöntemle yapılan analizlerde plastik kesitlerin oluşmasından bağımsız bir şekilde eşdeğer deprem kuvvetlerinin sabit kabul edildiği varsayımı yapılmaktadır. Eşdeğer deprem kuvvetleri doğrusal hesaptaki kurallara göre bulunmakta olup bu deprem kuvvetleri farklı olarak tek bir seferde binaya etkitilmeyerek adım adım etkitilmektedir. Eşdeğer deprem yükü dağılımı, doğrusal elastik davranış için hesaplanan, her katta deprem doğrultusu için bulunan birinci(hakim) doğal titreşim mod şekli genliği ve ilgili kütlenin çarpılması sonucu ($m_i \Phi_{i1}$) bulunacak değerle orantılı olacak şekilde tanımlanmaktadır. Yapılan analiz sonunda yapının taban kesme kuvveti-tepe yer değiştirme eğrisi elde edilir. Yapının performans noktasının belirlenebilmesi için ise bu taban kesme kuvveti-tepe yerdeğiştirmesi eğrisinin dönüşüm formülleri uygulanarak modal ivme-modal yer değiştirme eğrisine dönüştürülmesi gerekmektedir [34].

2.4.2.3. DBYBHY2007' ye göre AEDYY ile yapılacak hesaplarda kullanılacak olan koordinat dönüşümü için kullanılan formüller

Birinci(hakim) moda ait modal ivmenin hesabı, i itme adımını göstermek üzere denklem 2.14 ile hesap edilir.

$$a_1^{(i)} = \frac{V_{x1}^{(i)}}{M_{x1}} \quad (2.14)$$

Birinci(hakim) moda ait modal yer değiştirmenin hesabı, i itme adımını, U_{xN1} tepe yer değiştirmesini, Γ_{x1} modal katkı çarpanını göstermek üzere denklem 2.15 ile hesap edilir.

$$d_1^{(i)} = \frac{U_{xN1}^{(i)}}{\Phi_{xN1} \Gamma_{x1}} \quad (2.15)$$

Modal yer değiştirmenin hesabında kullanılan Γ_{x1} modal katkı çarpanı ise DBYBHY2007'nin 2.kısımında verilmiş olan denklem(2.16) ile x deprem

doğrultusunda taşıyıcı sistemin başlangıç adımında doğrusal davranış için tanımlanan L_{x1} ve M_1 ' e göre hesap edilir.

$$\Gamma_{x1} = \frac{L_{x1}}{M_1} \quad (2.16)$$

İtme analizleri sonunda tepe yer değiştirmesi-taban kesme kuvveti grafiğine uygulanan koordinat dönüştürme işlemleri ile bulunan modal kapasite diyagramı ile birlikte DBYBHY2007' nin 2.bölümünde tanımlanan elastik davranış spektrumu (farklı aşılma olasılıkları var ise bu spektrumda gerekli değişiklikler yapılır.) dikkate alınarak birinci(hakim) moda ait en büyük modal yer değiştirme(modal yer değiştirme istemi) hesaplanmaktadır. Modal yer değiştirme istemi olan $d_1^{(p)}$, doğrusal olmayan spektral yer değiştirme S_{di1} ' e eşit alınmaktadır. ($d_1^{(p)} = S_{di1}$)

Modal yer değiştirme isteminin denklem 2.16' da yerine konulması ile tepe yer değiştirme istemi elde edilecek olup denklem 2.17' deki halini almaktadır.

$$u_{xN1}^{(p)} = \Phi_{xN1} \Gamma_{x1} d_1^{(p)} \quad (2.17)$$

Denklem 2.17 ile bulunan tepe yer değiştirme istemi olan $U_{xN1}^{(p)}$ değerine karşılık gelecek olan yer değiştirme, şekil değiştirme ve iç kuvvet istemleri hesaplanmakta veya bu tüm istem büyüklükleri tepe yer değiştirme istemine ulaşılan kadar itme analizi uygulanarak bulunabilmektedir.

Tepe yer değiştirme isteminin bulunmasında kullanılan doğrusal olmayan spektral yer değiştirme S_{di1} ' in hesabı ise denklem 2.18 ile gösterilmektedir .

$$S_{di1} = C_{R1} S_{de1} \quad (2.18)$$

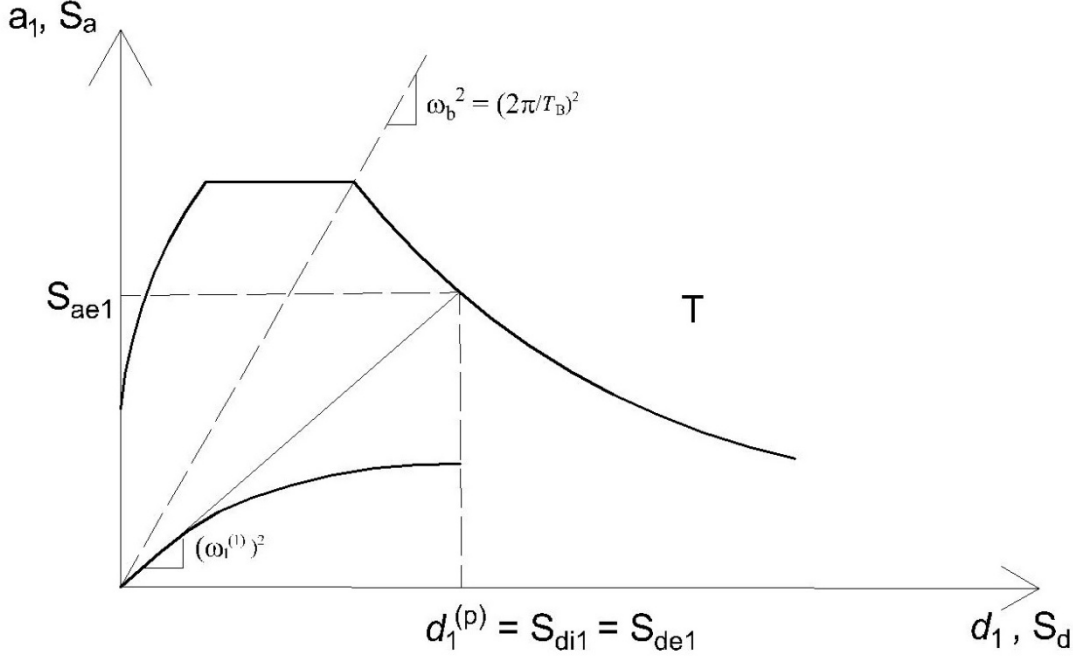
Denklem 2.18' de bulunan doğrusal elastik spektral yer değiştirme S_{de1} ve birinci moda ait elastik spektral ivme olan S_{ae1} yardımıyla denklem 2.19 ile hesaplanabilmektedir.

$$S_{de1} = \frac{S_{ae1}}{(\omega_1^{(1)})^2} \quad (2.19)$$

S_{di1} 'in hesabında kullanılan ve birinci moda ait spektral yer değiştirme oranı olan C_{R1} iki farklı duruma göre hesap edilmektedir.

$T_1^{(1)}$ başlangıç periyodunun DBYBHY2007' nin 2. Bölümünde tanımlanan ivme spektrumundaki karakteristik periyod T_B ' ye eşit veya daha uzun olması durumunda

$(T_1^{(1)} \geq T_B$ veya $(\omega_1^{(1)})^2 \leq \omega_B^2$) S_{di1} , eşit yer değiştirme kuralına göre doğal periyodu yine $T_1^{(1)}$ olan eşlenik doğrusal elastik sisteme ait S_{de1} ' e eşit alınmaktadır (Şekil 2.15). Bu durumda $C_{R1}=1$ alınmaktadır.



Şekil 2.15 : Modal kapasite diyagramı(d_1, a_1), davranış spektrumu(S_d, S_a)

T_1 başlangıç periyodunun DBYBHY2007' nin 2.4 kısmında belirtilen ivme spektrumundaki karakteristik periyod T_B ' den kısa olması halinde ($T_1^{(1)} < T_B$ veya $(\omega_1^{(1)})^2 > \omega_B^2$) ise C_{R1} ardışık yaklaşımla aşağıdaki hususlara uyularak bulunmaktadır.

a) İtme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı, Şekil 2.16' da gösterildiği üzere, yaklaşık olarak iki doğrusal diyagrama dönüştürülür. Bu diyagramın başlangıç doğrusunun eğimi, itme analizinin ilk adımındaki doğrunun eğimi olan birinci moda ait özdeğere, $(\omega_1^{(1)})^2$, eşit alınmaktadır ($T_1^{(1)} = 2\pi / \omega_1^{(1)}$).

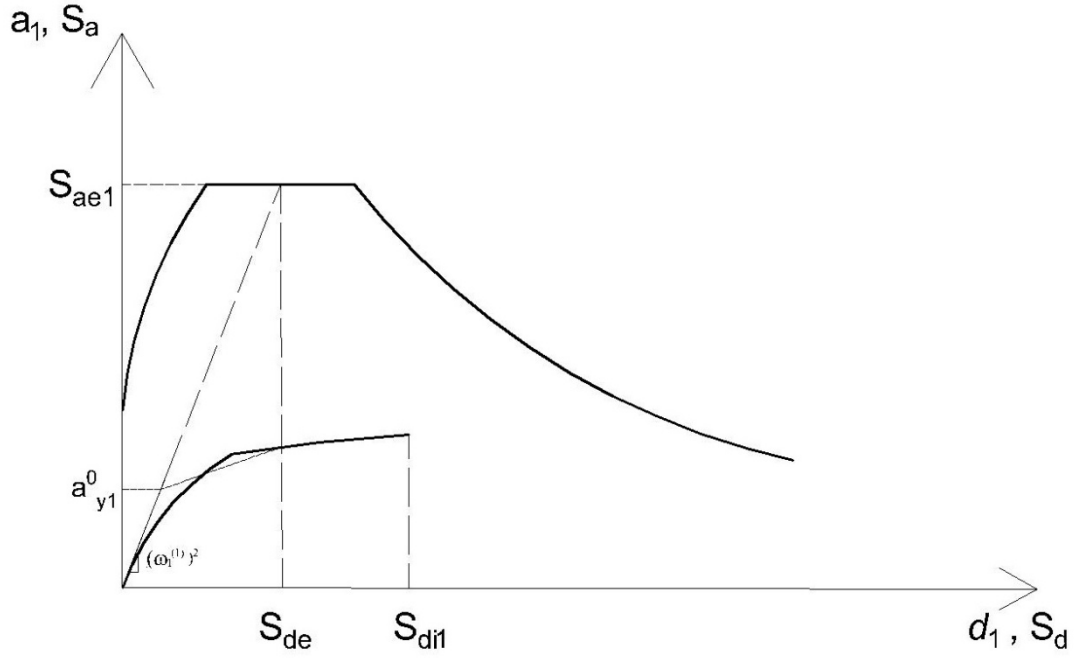
b) Ardışık yaklaşım ile ilk adımında $C_{R1} = 1$ kabul edilir, eşit alanlar kuralı ile de eşdeğer akma noktasının koordinatları bulunmuş olur. Şekil 2.16' da görülen α_{y1}^0 esas alınarak C_{R1} aşağıdaki denklem 2.20 ile bulunur.

$$C_{R1} = \frac{1 + (R_{y1} - 1)T_B/T_1^{(1)}}{R_{y1}} \geq 1 \quad (2.20)$$

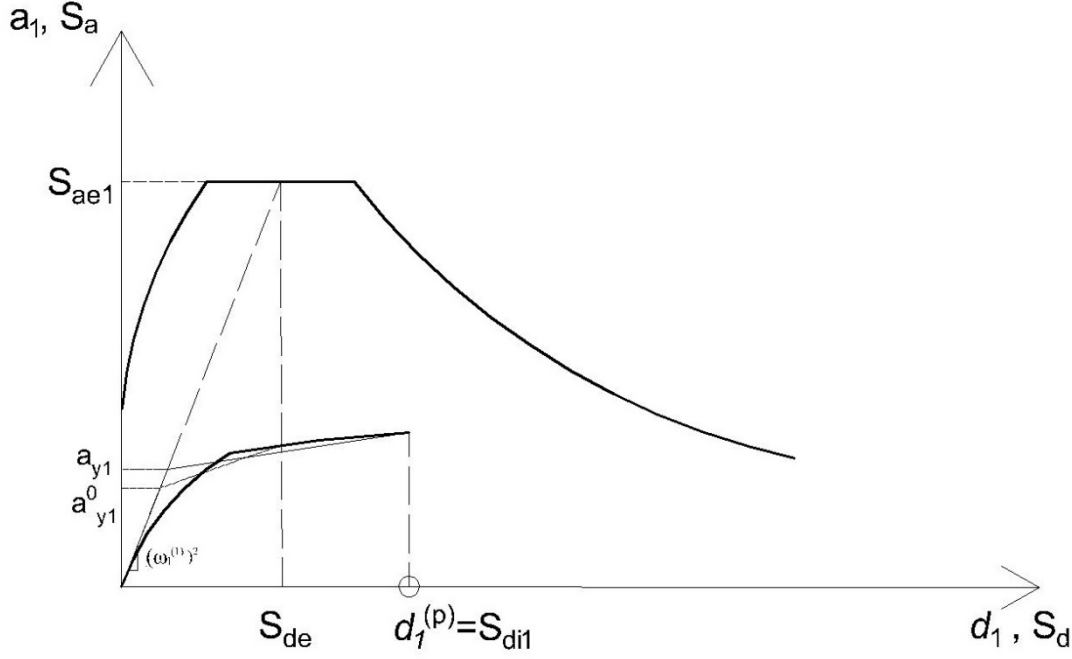
Denklem 2.20 ile bulunan R_{y1} birinci moda ait dayanım azaltma katsayısı denklem 2.21 ile hesap edilebilir.

$$R_{y1} = \frac{S_{ae1}}{a_{y1}} \quad (2.21)$$

c) Denklem 2.20' den bulunan C_{R1} kullanılarak denklem 2.18 ' e göre hesaplanan S_{d1} esas alınarak eşdeğer akma noktası'nın koordinatları, Şekil 2.17'de gösterildiği üzere, eşit alanlar kuralı ile yeniden belirlenir ve bunlara göre, a_{y1} , R_{y1} ve C_{R1} tekrar hesaplanır. Ardışık iki adımda elde edilen sonuçların kabul edilebilir ölçüde birbirlerine yaklaştıkları adımda ardışık yaklaşıma son verilir.



Şekil 2.16 : Modal kapasite diyagramı(d_1, a_1), davranış spektrumu(S_d, S_a)



Şekil 2.17 : Modal kapasite diyagramı(d_1, a_1), davranış spektrumu(S_d, S_a)

Statik itme analizinin adımlarında yapı elemanlarında meydana gelebilecek güç tükenme çeşidinin bulunması gereklidir. Güç tükenmesi durumu gevrek olarak meydana geliyor ise, yapı sisteminin bu itme adımına ulaşmadan güç tükenmesinin meydana geleceğine karar verilir. Bu tip durumlarda önceki adımlara bakılarak kesit etkileri dayanımlarla karşılaştırılır ve ulaşılabilecek itme adımının ne olacağı bulunur. Bulunacak olan bu adım eğer depremin talep yer değiştirmesinden küçük kalıyor ise deprem etkisinin karşılanamadığı anlamına gelmektedir. Kesitlerde hesap edilen normal kuvvet ve eğilme momenti değerleri belli olduğu için bu değerler ile kesitlerdeki şekil değiştirmelerin miktarları bulunmuş olur. Bulunan bu değerler DBYBHY2007' nin 7. bölümündeki sınır değerler ile kıyaslanarak kesitlerde oluşabilecek hasar durumlarının çeşitleri bulunmuş olur. Bu aşamalardan sonra ise özelden genele gitme mantığı çerçevesinde, kesitlerdeki hasar seviyeleri belirlenerek elemanlardaki hasar seviyeleri tespit edilir. Elemanların hasar seviyelerinin katlar içerisindeki dağılımları hesap edilerek katlardaki hasar seviyeleri bulunur. Katlardaki hasar seviyesinin durumuna göre yapının düşey yükler ve deprem tesirleri altında nasıl bir davranış göstereceği tahmin edilir. Bu duruma göre yapının performans seviyesi belirlenir. Binaların doğrusal elastik olmayan yöntemlere göre değerlendirilmesinde kesitlerde meydana gelecek betonun birim kısalması ve donatının birim şekil değiştirmesi yönetmeliklerdeki sınır değerlerle

karşılaştırılmaktadır. Bu sınır değerler elastik sınırın üzerinde olup, kesitlerde elastik ötesi davranışın olması beklenir. Yönetmelikte belirtilen hasar seviyelerinin çeşidine göre ise bu sınır değerler belirlenmiştir. Yönetmelikte bu sınır değerlerin verilmiş olduğu kısım incelenecek olursa, hasar sınırının artması ile donatıda daha büyük şekil değiştirmelere izin verildiği görülmektedir. Bu kısımda hasar sınırlarının belirlenmesinde betonun birim şekil değiştirmesi minimum hasar sınırında en dış betondaki ϵ_{cu} birim kısalma esas alınmakta iken güvenlik ve göçme hasar sınırlarında ise enine donatı içinde kalan betonun ϵ_{cg} birim kısalma esas alınmaktadır [28,6].

2.4.3. Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi(AMBY)

Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ile itme analizinde, deprem istem limitine kadar her bir titreşim modunda monotonik olarak arttırılan *modal yerdeğiştirmelere* göre Mod Birleştirme Yöntemi, ardışık iki plastik mafsallı oluşumu arasındaki her bir itme adımında artımsal olarak uygulanır. Bu itme adımlarında taşıyıcı sistemde meydana gelen yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme ve iç kuvvet artımları ile bu büyüklüklere ait birikimli değerler ve son itme adımında deprem istemine karşı gelen maksimum değerler hesaplanır. Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi, tüm binalara uygulanabilir [35,6].

2.4.3.1. AEDYY' nin AMBY' ne göre sakıncaları

AEDYY ile itme analizinde yapılan varsayıma göre, taşıyıcı sistemin deprem davranışının sadece birinci doğal titreşim modundaki davranış olarak sayılması ve kat sayısı fazla olmayan, deprem doğrultusuna göre planda simetrik veya simetriğe yakın olan binalarla sınırlı olması bu yöntemin kullanımını kısıtlamakta ve analiz sonuçlarında elde edilen verilerin güvenilirliğini azaltmaktadır. Planda simetrik olmayan ve yüksek katlı yapılarda kullanılmak için ise sadece bir mod değil birden çok titreşim modunun da göz önüne alındığı çok sayıda itme analizi yöntemi olmasına karşın kullanılan bu yöntemlerin çoğunda taşıyıcı sistemin global dayanım ve kesitlerde oluşabilecek hasar kapasitelerinin belirlenmesi ile yetinilmektedir. Herhangi bir deprem etkisi altında yapının performansının bulunabilmesi için gerekli istem büyüklüklerinin elde edilebilmesi amacıyla kullanılan yöntemlerin sayısı henüz çok sayıda bulunmamaktadır[6].

2.4.3.2. DBYBHY2007' ye göre AMBY ile modal ölçeklendirmede kullanılan formüller

Sırası ile oluşacak olan iki plastik kesitin arasındaki herhangi bir (i)'inci doğrusal itme adımında, bir n'inci doğal titreşim modu için taşıyıcı sistemin (s) serbestlik derecesine ait sistemin denlem 2.22 ile yerdeğiştirme artımı yazılabilir:

$$\Delta u_{sn}^{(i)} = \Phi_{sn}^{(i)} \Gamma_{xn}^{(i)} \Delta d_n^{(i)} \quad (2.22)$$

Denklem 2.23 ile tanımlanan $d_n^{(i)}$, denklem 2.22' de gösterilen ve deprem yönetmeliğinde tanımlanan n'inci moda (i)' nci itme adımındaki yerdeğiştirme artımı olarak temsil edilen $\Delta d_n^{(i)}$ bir önceki itme adımı sonunda bulunan modal yerdeğiştirme miktarının toplanması ile elde edilmektedir.

$$d_n^{(i)} = d_n^{(i-1)} + \Delta d_n^{(i)} \quad (2.23)$$

Modların görelî katkılarının göz önüne alınabilmesi için birikimli modal yerdeğiştirme, TSDS' e özgü eşit yerdeğiştirme kuralı'na göre, aynı moda birinci adımdaki (i=1) elastik spektral yerdeğiştirme $S_{den}^{(1)}$ ile orantılı olarak denklem 2.24 ile tanımlanmaktadır.

$$d_n^{(i)} = S_{den}^{(1)} \tilde{F}^{(i)} \quad (2.24)$$

Denklem 2.24' deki $\tilde{F}^{(i)}$, (i)'inci itme adımında modların hepsi için sabit olduğu kabul edilen birikimli spektrum ölçek katsayısı' nı tanımlamaktadır. Denklem 2.23 ve denklem 2.24'ün sonucu olarak, n'inci moda meydana gelecek olan modal yerdeğiştirme artımı denklem 2.25 ile tanımlanmaktadır.

$$\Delta d_n^{(i)} = S_{den}^{(1)} \Delta \tilde{F}^{(i)} \quad (2.25)$$

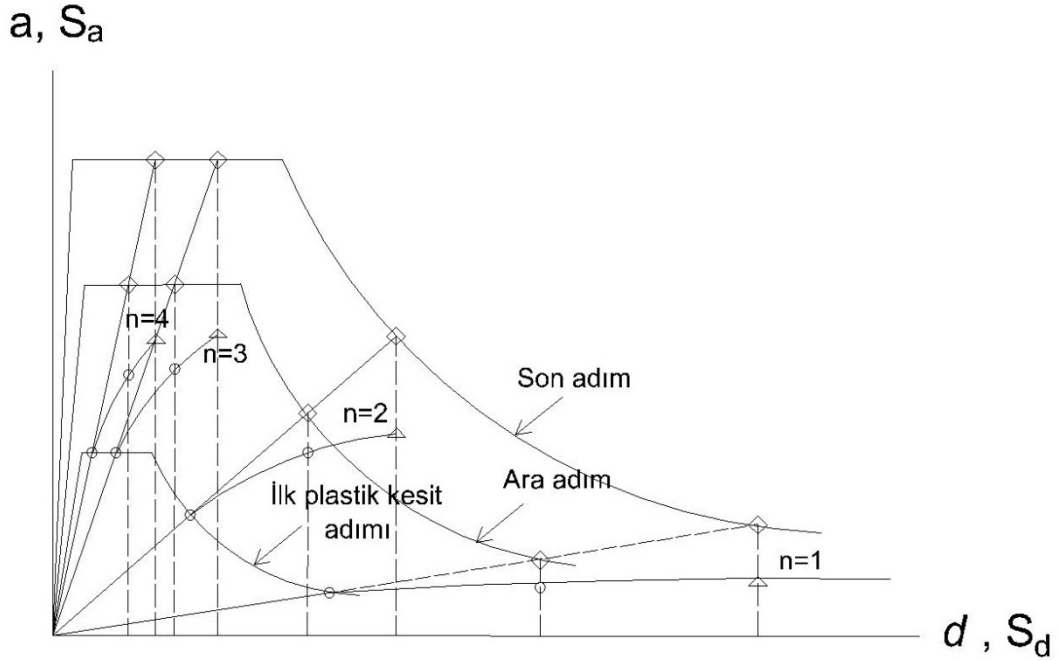
Denklem 2.25' te bulunan $\Delta \tilde{F}^{(i)}$, yine (i)'inci adımda bütün modlar için sabit varsayılan artımsal spektrum ölçek katsayısı'dır. Böylece her bir itme adımındaki tüm modal yerdeğiştirme artımları, tek bir parametreye bağılı olarak ifade edilmiş olmaktadır. Artımsal ve birikimli spektrum ölçek katsayıları arasındaki ilişki denklem 2.26 şeklinde yazılabilir.

$$\tilde{F}^{(i)} = \tilde{F}^{(i-1)} + \Delta \tilde{F}^{(i)} \leq 1 \quad (2.26)$$

Yukarıdaki bağıntılarda yer alan ve birinci itme adımı ($i=1$) için tanımlanan *elastik spektral yerdeğiştirme* $S_{den}^{(1)}$, aynı adım için DBYBHY2007 nin 2.4 kısmında tanımlanmış olan denklem 2.27 ile elastik spektral ivmeden elde edilebilir.

$$S_{den}^{(1)} = \frac{S_{aen}^{(1)}}{(\omega_n^{(1)})^2} \quad (2.27)$$

Denklem 2.24 ve denklem 2.25 ile verilen modal ölçeklendirme bağıntıları, yeni bir plastik kesitin oluştuğu her bir itme adımı sürecinde elastik spektral yerdeğiştirmenin monotonik olarak arttırılmasına karşı gelmektedir. Diğer deyişle, spektral yerdeğiştirmeler bakımından deprem etkisi, sıfırdan başlayarak her bir itme adımında belirli bir miktarda büyütülmüş olmaktadır.



Şekil 2.18 : Modal kapasite diyagramı(d_1, a_1), davranış spektrumu(S_d, S_a)

Denklem 2.27’ den yararlanılarak “*spektral yerdeğiştirme (Sd) – spektral ivme (Sa)*” koordinatlarında çizilen davranış spektrumunun, sistemdeki ilk plastik kesitin oluştuğu doğrusal elastik birinci adım sonundaki ölçeklendirilmiş durumu ($\tilde{F}^{(1)} \leq 1$) Şekil 2.18’ de gösterilmiştir. Spektrumun daha sonraki herhangi bir (i)’inci ara adım sonundaki ölçeklendirilmiş durumu da ($\tilde{F}^{(i)} \leq 1$) aynı şekilde görülmektedir. (p)’inci son itme adımı sonunda ise, eşit yerdeğiştirme kuralı uyarınca, elastik davranış

spektrumunun kendisine varılmaktadır ($\tilde{F}^{(p)} = 1$). “*Modal yerdeğiştirme (d) – modal ivme (a)*” koordinatları ile tanımlanan ve aşağıda elde edilecek olan modal kapasite diyagramları da, göz önüne alınan tipik bir taşıyıcı sistemin ilk dört modu için, şematik olarak Şekil 2.18’de gösterilmiştir [6].

Daha önce açıklanan modal ölçeklendirme işlemi ile AMBY uygulanarak yapılacak olan itme analizlerinin esas adımları şu şekilde özetlenebilmektedir;

(1) AMBY’ nin hızlı bir şekilde uygulanabilmesi amacı ile her bir (i)’ inci itme adımında $\Delta \tilde{F}^{(i)} = 1$ alındığı doğrusal bir *Mod Birleştirme Analizi* yapılmakta olup, analizlerde bir önceki adımın sonunda bulunmuş olan eksenel kuvvetler esas alınmaktadır ve ikinci mertebe etkileri hesaba katılabilmektedir. Analizlerdeki mod sayısı ise birinci itme adımında bulunan modal büyüklükler dikkate alınarak DBYBHY2007’ nin **2.8.3** kısmında göre belirlenir. Bu analizde;

(a) Denklem 2.22 ve denklem 2.25’ e göre tipik n’inci mod için birinci itme adımında hesaplanan elastik spektral yerdeğiştirme olan $S_{den}^{(1)}$ göz önüne alınmaktadır ve tüm itme adımlarında aynı şekilde kullanılmaktadır.

(b) Yerdeğiştirme, şekildeğiştirme ve iç kuvvet büyüklüklerine modal katkıların hesaplanması amacı ile DBYBHY2007 **2.8.4** kısmında belirtilen *Tam Karesel Birleştirme Kuralı* kullanılmakta olup, bu kuralın uygulanmasında ise kritik sönüm oranı tüm modlarda 0.05 olarak alınmaktadır.

(2) Denklem 2.28 ile belirtilen $r_j^{(i)}$ art arda meydana gelen iki plastik kesit oluşumu arasında herhangi bir i’ nci itme adımının sonunda taşıyıcı sistemin herhangi bir kesitinde veya bir j noktasında meydana gelen yerdeğiştirmeyi, plastik şekildeğiştirmeyi veya iç kuvvetleri temsil etmektedir. Bilinmeyen olarak ise sadece (i)’inci itme adımına ait olan artımsal ölçek katsayısı $\Delta \tilde{F}^{(i)}$ cinsinden denklem 2.28 ile gösterilen şekilde ifade edilmektedir.

$$r_j^{(i)} = r_j^{(i-1)} + \tilde{r}_j^{(i)} \Delta \tilde{F}^{(i)} \quad (2.28)$$

(3) Her bir itme adımında denklem 2.28’ de genel olarak verilen bağıntı kirişlerde plastik kesit oluşma ihtimali olan her bir kesitte eğilme momenti için yazılmakta olup kolon ve perdeler için akma yüzeyinin koordinatlarını oluşturan iç kuvvetlerin bulunması amacı ile özel olarak yazılmaktadır. Üç boyutlu davranışta ise iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet durumlarında denklem 2.29a, denklem 2.29b ve denklem 2.29c ile hesap edilebilmektedir.

$$M_{j,x}^{(i)} = M_{j,x}^{(i-1)} + \tilde{M}_{j,x}^{(i)} \Delta \tilde{F}^{(i)} \quad (2.29a)$$

$$M_{j,y}^{(i)} = M_{j,y}^{(i-1)} + \tilde{M}_{j,y}^{(i)} \Delta \tilde{F}^{(i)} \quad (2.29b)$$

$$N_j^{(i)} = N_j^{(i-1)} + \tilde{N}_j^{(i)} \Delta \tilde{F}^{(i)} \quad (2.29c)$$

(4) Genel anlamda dikkate alınan üç boyutlu davranış durumlarında, (j) kesitinde doğrusallaştırılan akma yüzeylerinden herhangi birine denk gelen (k)'nci düzlem parçası matematiksel olarak denklem 2.30 ile ifade edilebilir.

$$\alpha_{jk,x} M_{j,x} + \alpha_{jk,y} M_{j,y} + \beta_{jk} N_j = 1 \quad (2.30)$$

Denklem 2.29a, 2.29b ve 2.30c'deki büyüklüklerin denklem 2.30 ile hesaplanması ile (i)'nci adımdaki artımsal ölçek katsayısı, ardışık yaklaşım kullanılmaksızın denklem 2.31 ile hesaplanmaktadır.

$$(\Delta \tilde{F}^{(i)})_{jk} = \frac{1 - \alpha_{jk,x} M_{j,x}^{(i-1)} - \alpha_{jk,y} M_{j,y}^{(i-1)} - \beta_{jk} N_j^{(i-1)}}{\alpha_{jk,x} \tilde{M}_{j,x}^{(i)} + \alpha_{jk,y} \tilde{M}_{j,y}^{(i)} + \beta_{jk} \tilde{N}_j^{(i)}} \quad (2.31)$$

Potansiyel bir (j) plastik kesitinde, tüm (k) akma yüzeyleri için elde edilen $(\Delta \tilde{F}^{(i)})_{jk}$ değerlerinden pozitif olanlarının en küçüğü bulunmaktadır. Bunlardan da taşıyıcı sistem içerisinde hesaplanan değerlerden en küçüğü, (i)'inci hesap adımının sonundaki $\Delta \tilde{F}^{(i)}$ artımsal ölçek katsayısı olarak elde edilmektedir. Bu değere tekabül eden (j) kesiti ise, yeni oluşması beklenen plastik kesitin taşıyıcı sistem içerisindeki konumunu belirlemektedir.

(5) (i)'inci itme adımında $\Delta \tilde{F}^{(i)}$ elde edildikten sonra, birikimli spektrum ölçek katsayısı, $\Delta \tilde{F}^{(i)}$, denklem 2.26 ile hesaplanır. $r_j^{(i)}$, denklem 2.28'e göre, tüm modlara ait modal yerdeğiştirme artımları denklem 2.25'e göre, (i)'inci itme adımının sonundaki birikimli modal yerdeğiştirmeler ise denklem 2.23 veya denklem 2.24'e göre hesap edilmektedir.

(6) (i)'inci itme adımındaki tüm modlardaki *modal ivme* artımları denklem 2.32'deki bağıntı ile hesaplanır.

$$\Delta a_n^{(i)} = \left(\omega_n^{(i)} \right)^2 \Delta d_n^{(i)} \quad (2.32)$$

Modal deprem yükü artımı $\Delta f_{sn}^{(i)}$, modal ivme artımı $\Delta a_n^{(i)}$ 'ye bağlı olarak denklem 2.33 ile tanımlanmaktadır.

$$\Delta f_{sn}^{(i)} = m_s \Phi_{sn}^{(i)} \Gamma_{xn}^{(i)} \Delta a_n^{(i)} \quad (2.33)$$

Birikimli modal ivme değerleri, (i)'inci itme adımı sonunda denklem 2.34 ile elde edilmektedir.

$$a_n^{(i)} = \Delta a_n^{(i-1)} + \Delta a_n^{(i)} \quad (2.34)$$

(7) Modal yerdeğiştirmelerin ve modal ivmelerin temsili olarak gösterildiği tipik *modal kapasite diyagramları* Şekil 2.18 ile gösterilmektedir. Tipik kapasite diyagramlarında (n'inci moda), ait ardışık iki plastik kesit oluşumları arasındaki doğrunun eğiminin n'inci modun doğal açısal frekansının karesine eşit olduğu grlmektedir. Plastik Şekil değiştirmelerin artması ile ikinci mertebe etkilerinden kaynaklı ilgili modal kapasite diyagramlarının eğimleri, herhangi bir bir itme adımımdan sonra negatif değerler alabilmektedirler. İkinci mertebe etkileri mod Őekillerini değiştirebilmekte ve modal deprem istemi üzerindeki etkilerinin ise genelde terkedilebilir düzeyde olduğu grlmektedir.

(8) Uygulanan her itme adımı tamamlandıktan sonra, bu adımların sonunda meydana gelen plastik kesitler göz önüne alınmakta ve sistemin rijitlik matrisinde gerekli değişiklikler yapılmaktadır. Bu aşamalardan sonra ise yeni itme adımı için işlemlere başlanılmaktadır [6].

2.4.3.3. DBYBHY2007' ye göre AMBY ile istem büyüklüklerinin belirlenmesi

(1) AMBY ile analizlerde modal yerdeğiştirmeler en üst sınırına bütün modlarda birlikte ulaşmakta ve bütün itme adımlarının sonunda denklem 2.26 ile hesaplanan birikimli spektrum ölçek katsayısının, maksimum değer olan birim değeri geçip geçmediğinin kontrolü yapılmaktadır. Maksimum değerin aşılmadığı durumlarda analizlere önceden belirtilen Şekilde devam edilmektedir. Aşması durumunda ise;

(a) Denklem 2.35 ile tanımlanan ve ulaşılan itme adımı son itme adımı olarak tanımlanmakta olup (p) st indisi Şeklinde tanımlanmaktadır. i = p olacak Şekilde ve $\tilde{F}^{(p)} = 1$ olduğu göz önüne alınarak, son adıma ait artımsal spektrum ölçek katsayısı denklem 2.26 ile hesaplanmaktadır.

$$\Delta \tilde{F}^{(p)} = 1 - \tilde{F}^{(p-1)} \quad (2.35)$$

(b) Ancak denklem 2.25 ile tanımlanan n'inci moddaki modal yerdeğiştirmenin, son itme adımımda aşağıdaki denklem 2.36 yeniden tanımlanması gereklidir:

$$\Delta d_n^{(p)} = C_{Rn} S_{den}^{(1)} \Delta \tilde{F}^{(p)} \quad (2.36)$$

Herhangi bir modda 2. kısma göre $C_{Rn} > 1$ olması durumunda, deprem verisi olarak bir önceki modal ölçeklendirme işlemi esas alınarak, AMBY ile yapılacak itme analizinin ana adımları başlığı altında 2. maddede anlatılan, $S_{den}^{(1)}$ yerine $C_{Rn} S_{den}^{(1)}$ alınmakta olup Mod Birleştirme Yöntemi kullanılarak tipik büyüklüklere ait $\tilde{r}_j^{(p)}$ değeri tekrar hesaplanmaktadır.

(c) Tipik yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme veya iç kuvvetin maksimum değerleri (tipik istem büyüklükleri) denklem 2.28' e göre denklem 2.37 ile elde edilmektedir.

$$r_j^{(p)} = r_j^{(p-1)} + \tilde{r}_j^{(p)} \Delta \tilde{F}^{(p)} \quad (2.37)$$

(2) Herhangi bir n'inci moda ait *spektral yerdeğiştirme oranı* C_{Rn} aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

- $T_n^{(1)} > T_B$ [veya $(\omega_n^{(1)})^2 < \omega_B^2$] durumunda $C_{Rn} = 1$ alınır.
- $T_n^{(1)} < T_B$ [veya $(\omega_n^{(1)})^2 > \omega_B^2$] olması durumunda ise C_{Rn} yaklaşık olarak aşağıdaki denklem 2.38, denklem 2.39, denklem 2.40 ve denklem 2.41 yardımı ile belirlenmektedir.

$$\lambda_n^{(p)} = \frac{(\omega_n^{(p)})^2}{(\omega_n^{(1)})^2} \quad (2.38)$$

$$C_{Rn} = \frac{1+(R_{yn}-1)T_B/T_n^{(1)}}{R_{yn}} \geq 1 \quad (\lambda_n^{(p)} \leq 0.10) \quad (2.39)$$

$$C_{Rn} = \frac{1+(R_{yn}-1)T_B/T_n^{(1)}}{10 \lambda_n^{(p)} R_{yn}} \geq 1 \quad (\lambda_n^{(p)} > 0.10) \quad (2.40)$$

Bu bağıntıda yer alan ve denklem 2.41 ile hesaplanan R_{yn} ise n'inci moddaki modal kapasite diyagramından bulunan *dayanım azaltma katsayısı*'nı göstermektedir.

$$R_{yn} = \frac{S_{aen}^{(1)}}{a_{yn}} \quad (2.41)$$

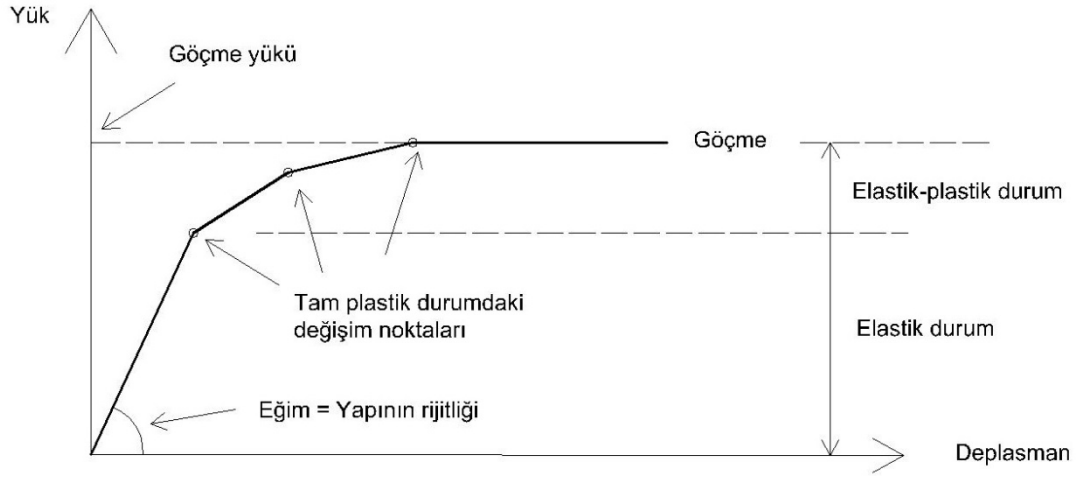
İki doğrulu modal kapasite diyagramına ilişkin ardışık yaklaşımla ilgili olarak, DBYBHY2007' ye göre AEDYY ile yapılacak hesaplarda kullanılacak olan koordinat dönüşümü için kullanılan formüller başlıklı kısımda anlatılan, birinci mod için verilmiş olan yaklaşımdan yararlanılmaktadır (Şekil 2.16 ve Şekil 2.17) [6].

2.5. Sta4Cad İle Performans Analizi

Ülkemizde yaygın olarak kullanılmakta olan, geçerliliği kanıtlanmış, DBYBHY2007 ile uyumlu olarak çok katlı yapıların analizi ve tasarımı Sta4Cad paket programı ile doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemlerine göre yapılabilmektedir. Mevcut yapıların projeleri mevcut ise proje ile uyumunun sahada yapılan araştırmalar sonucu uygunluğuna göre, projeleri mevcut değilse de sadece saha ölçümlerinden elde edilen veriler ve hesaplar sonucu mevcut yapının malzeme ve işçilik kalitesi belirlenir. Mevcut yapıların gerçekteki malzeme özellikleri Sta4cad yazılımına aktarıldıktan sonra bu yapıların performans seviyeleri doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlere göre belirlenebilmekte, güçlendirme tekniklerinden uygun olanlarının mühendisin kararı ile bu program yardımıyla mevcut yapı üzerine uygulanabilmektedir. Proje üzerinde güçlendirme uygulanan yapının izin verilen performans seviyesinde güvenlik sınırları içerisinde kalıp kalmadığı tekrar bulunabilmektedir.

Son yıllarda meydana gelen yıkıcı depremlerim yapılarda oluşturduğu göçme mekanizmaları yapılan araştırmaları arttırmış ve lineer(doğrusal) olmayan hesaplamaların gelişmesini sağlamıştır. Yapıların sünek olarak tasarlanması lineer olmayan davranış sergilemesine ve akma sınırlarına ulaşabilmesini sağlamaktadır. Doğrusal olmayan çözümlerinde elemanların donatı sünekliliğine bağlı olarak bulunan kapasite ve dönmelerinin bulunduğu iteratif analiz yöntemini geliştirmiştir. Düşey ve yatay yüklerden oluşan tesirlerin artırılması sonucu elemanların uç noktalarındaki plastik kapasitelerinin üstüne çıkması ile sünekliliğe bağlı olarak plastikleşme durumunun meydana geldiği güç tükenmesi durumunun oluşacağı kabul edilmektedir. Yapı elemanlarında plastikleşme oluşması ile uç noktalarda oluşan momentler kapasite momentlerine eşit olmakta ve yapıda enerjinin yeniden dağılımı ile plastikleşmenin oluşmadığı bölgelerde tesirler artmış olacaktır. Yüklerin artırılarak yeniden çözümlenmenin yapılması ile de plastikleşen eleman sayısı artmış olacaktır. Bu şekilde yapılan iteratif çözümler sonucunda tüm elemanlar plastikleşerek güç tükenmesiyle kapasite değerlerine ulaşmakta ve göçme noktasına kadar devam etmektedir (Şekil 2.19). İteratif yöntemle yapılan çözümler, yapıdaki göçme yükünün bulunması ve yapının performansının bulunması için önemli sonuçlar vermektedir [36].

Lineer yapısal çözümlerde, malzemenin ve yapının doğrusal elastik davrandığı kabul edilmekte olduğu, yükler ve yerdeğiştirmelerin orantılı olarak arttığı ve azaldığı görölmektedir. Doğrusal hesap yöntemleri ile yapılan analizlerde sadece betonun elastisite modülü ve kesit özellikleri dikkate alınarak analiz yapılmaktadır. Fakat betonun çatlaması ile elemanların rijitliği değişmektedir. Akma dayanımından sonraki değişimlerin ise çok büyük değerlerde olduğu görölmektedir. Lineer olmayan analiz yöntemlerinden itme analizi prosedüründe ise yapıya adım adım yük artırımı yapılmakta, yapıda sırasıyla plastikleşen noktalar belirlenmekte ve sonucunda da göçme yükü bulunarak yapının kapasitesi ve hasar seviyeleri hakkında önemli bilgilere ulaşılmaktadır [36].



Şekil 2.19 : Yük – deplasman eğrisi

Doğrusal hesap yöntemlerinin, doğrusal olmayan yöntemlere göre yapıların gerçek davranışı ve performans seviyelerinin tespitinde yetersiz kalmasından dolayı tezde yapılan çalışmalarda hesap yöntemi olarak doğrusal olmayan hesap yöntemi kullanılmıştır.

3. ANALİZ YÖNTEMLERİ

3.1. STA4CAD Hesap Kabulleri

Son yıllarda çıkan deprem yönetmeliklerinde, hafif şiddetli depremler altında yapı elemanlarının hasar görmemesi, orta şiddetli depremlerde yapı elemanlarının onarılabilecek seviyede hasarların olması, şiddetli depremler tesirleri altında ise öncelikli olarak yapıda yaşayanların can güvenliğinin sağlanması, yapının belirli bölgelerinde hasarların oluşması ve yapıda taşıyıcı sistemin tamamen göçmesinin önlenmesi amaçlanmaktadır. Şiddetli bir deprem oluşması durumunda, bu yönetmeliklere göre tasarlanmış binalarda dahi yapının performans seviyesi hakkında net bir bilgi edinilememekte, yapıda oluşacak hasar miktarı ve yapının göçme noktasının ne olduğu bilinmemektedir.

Doğrusal olmayan hesap yöntemleri ile yapılan analizlerde performans seviyeleri belirlenmiş bir deprem seviyesi altında yapıda oluşabilecek hasar miktarının sınır durumları belirlenmektedir. Yapının taşıyıcı sistem elemanlarında oluşması beklenen hasarlar, yaşayanların can güvenliğinin sağlanıp sağlanamayacağı ve yapının deprem sonrası kullanılıp kullanılmayacağı gibi etkenlere bağlı olarak sınır değerler belirlenmektedir. Bu sınır durumları ile ilgili ATC40, FEMA273 ve FEMA356 standartları konuya açıklık getirmiş olmasına karşın sayısal değerler cinsinden belirtilmemiştir. Bu sınır değerlerin tanımları ise aşağıda belirtilen şekilde ifade edilmektedir.

- **Hemen kullanım (Immediate Occupancy (IO))**

Taşıyıcı sistemde çok düşük miktardaki hasarları ifade etmektedir. Yapının yatay ve düşey taşıyıcı elemanlarının, deprem oluşmadan önceki özelliklerini koruduğu anlamına gelmektedir.

- **Can güvenliği (Life Safety) (LS)**

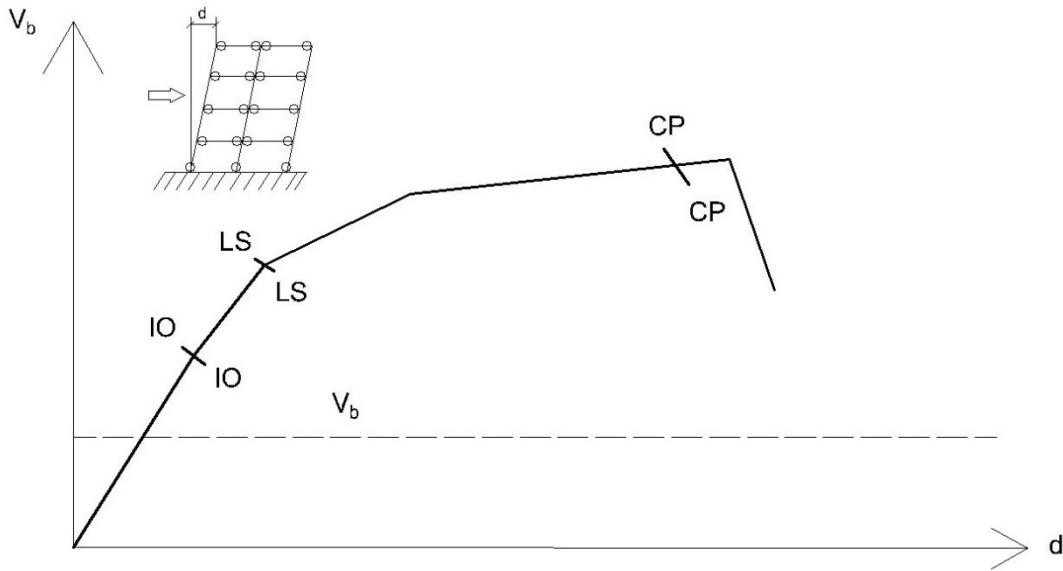
Yapıda, depremden sonra önemli hasarlar oluşabileceği fakat toptan göçme ve ağır hasarların oluşmayacağı durumunu ifade etmektedir. Kirişlerde ufak çaplı hasarların olması beklenebilmektedir. Taşıyıcı sistemde küçük hasarlar beklenmesine karşın

kalıcı deformasyonlar beklenmez. Deprem anında yaralanmalar meydana gelse bile yapıda meydana gelebilecek hasarlardan kaynaklı olmayıp, yer hareketi sonucu eşyalardan kaynaklı yaralanmalar beklenebilir. Ölüm riski ise çok düşük ihtimal olarak görülmektedir.

- **Stabilitenin korunması (Collapse Prevention) (CP)**

Depremden sonra yapıda ağır hasarlar oluşmasını, yapının bir kısmının veya tamamının göçme ihtimalini temsil etmektedir. Taşıyıcı sistem elemanlarında önemli hasarların oluşması, yapının rijitliğinde ve dayanımında fazla bir düşüş beklenmektedir. Beklenen büyük hasarlar sonucu deformasyonlar kabul edilebilir düzeyin de dışına çıkmakta olup kalıcı hasarlar meydana gelmektedir. Bu yıkıcı hasarlara rağmen yapı düşey yükleri taşımaya devam edebilmektedir. Yapı komple göçme riski taşımakla beraber can güvenliği riski de taşımaktadır.

Minimum performans hedeflerinden hemen kullanım (IO), can güvenliği (LS) ve stabilitenin korunması (CP) performans seviyeleri, bir yapının taban kesme kuvveti ve yerdeğiştirme grafiği üzerinde temsili olarak Şekil 3.1 ile gösterilmektedir [36].



Şekil 3.1 : IO,LS,CP performans seviyeleri

3.1.1. Sta4Cad programında doğrusal olmayan analiz prosedürü

a) Betonarme yapıların performansı belirlenirken bu mevcut yapılara güçlendirme işlemi uygulanmadan önce yapının modeli oluşturulur ve tüm elemanlarda mevcut

bulunan donatılar Sta4Cad yazılımına girilerek elamanların kapasiteleri belirlenir. Yapının donatıları bilinmiyor ise, yapının yapıldığı yılın deprem yönetmeliği ve şartlarına bağlı olarak belirli bir deprem yükü alınabilmekte veya deprem yükü alınmadan sadece düşey yükler altında lineer çözüm sonucundaki donatılar esas alınabilmektedir. Fakat yapılan çalışmalarımızda saha çalışmaları neticesi elde edilen verilere göre donatılar belirlenip programa mevcut donatılar girilmiştir.

b) Program tarafından ilk iterasyon, lineer çözüme esas olacak deprem yükleriyle başlatılmaktadır. Deprem yükü hesabı parametresi olarak alınan $R=1$ ilk çözüm sonuçlarının kapasite kontrollerinde en küçük plastikleşme oranı R_n 'i belirlemektedir.

c) R_n değerinde oluşacak yerdeğiştirme oranı iterasyonda eşit yerdeğiştirmeleri sağlayacak şekilde yük artımı yapılmakta ve iterasyona devam edilmektedir.

d) İterasyonlar sonunda elemanların kapasite kontrolleri yapılmakta, plastikleşen yapı elemanlarının uç noktaları bulunmakta ve elemanların rijitlik matrisinde düzeltmeler yapılmaktadır.

e) Yeniden oluşturulan global yapı matrisinin determinant değerinin sıfır olması durumunda ise göçme oluşacağı için iterasyona son verilmektedir. Global yapı matrisinin determinant değeri sıfır olmuyor ise (c) maddesinden işlemler tekrar edilmektedir [36].

3.1.2. Yapı rijitlik matrisinin belirlenmesi

Yapının bir bütün olarak bütün davranışının dikkate alınması doğrusal olmayan yöntem ile yapılan analizlerde önemli bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır. Sta4Cad programının hesaplarda kullandığı genel yapı matrisi denklem 3.1 ile gösterilmektedir. Denklem 3.1' de bulunan $[K]$ global rijitlik matrisini, $[K]_b$ kiriş rijitlik matrisini, $[K]_c$ kolon rijitlik matrisini, $[K]_f$ temel rijitlik matrisini ve $[K]_g$ kat rijitlik matrisini belirtmektedir [36].

$$[K] = \sum [K]_b + [K]_c + [K]_G + [K]_f \quad (3.1)$$

3.1.3. Kiriş rijitlik matrisinin düzenlenmesi

Sta4Cad programında kiriş rijitlik matrislerini iki şekilde opsiyonel olarak hazırlamaktadır. Genel olarak kirişlerde meydana gelecek mafsallaşmalar, bağlı bulunduğu kolonların dış kenarlarında olmasına göre düzenlenmektedir. İterasyon sonuçlarından hesaplanan kolon kenarlarındaki deprem momentleri düşey yüklerden oluşan momentlerle superpoze edilmekte olup, M_y değerleriyle mukayese

edilmektedir. Bu değerleri aşması durumlarında da plastik mafsallar oluşturulmaktadır.

STA4Cad programı, doğrusal olmayan cözümlede, süper element kiriş elemanı kullanmaktadır. Kiriş rijitlik matrisini plastik mafsala göre düzenlemekte yapılan hesaplarda $[P_o]$ kuvvet matrisini de kullanmaktadır. Depremi sol ve sağdan etkimesi durumuna göre en küçük plastik mafsallara göre (C_i, C_j) rijitlik matrisini düzenler.

$C_i < 1$, $C_j < 1$ olma durumunda $[K_n] = [C] \times [K]$,

$[P_y]$: Plastik moment kapasitesi

Bulunan rijitlik matrisi, iterasyon cözümleri sonucu uç deplasmanları ile carpılarak tekrar yeni değerler elde edilmiş olur.

Kiriş rijitlik matrisinde rijit bölgeler ve kayma deformasyon etkileri, Sta4Cad programında opsiyonlara göre dikkate alınmaktadır. Rijitlik bölgesi olmaması durumunda ise mafsalları yer kolonların dış kenarı olarak alınmaktadır [36].

3.1.4. Kolon rijitlik matrisinin düzenlenmesi

Kolon kapasite momentlerinde, programa girilen mevcut donatıların cęşidine göre $f_{yd} = f_{yk}$ alınmakta ve her iki yönde kapasite moment eğrileri oluşturulmaktadır. İterasyon kontrollerinde; $(M_g + M_q + M_e)$, $(M_g + M_q - M_e)$, $(M_g + M_e)$, $(M_g - M_e)$ kombinasyonları dikkate alınarak plastik mafsalları kontrolleri yapılmaktadır. Kontroller her iki yönde tek bir M_y değeriyle yapılmamakta, kapasite eğrisi ile yapılmaktadır. Bunun nedeninin, perdeye yakın bir kolonun deprem düşey yükleri yük artımına paralel olarak değişmemesi, özellikle panel perde başlık bölgesi olarak alınan kolonlarda yüklerin beklenin çok üzerinde artmasıyla kapasite momentlerinin azalmasından kaynaklandığı görülmektedir. Kolonlarda plastik mafsalları rijitlik matrisi düzenlemesi ise kirişlerde olduğu gibi yapılmaktadır [36].

3.2. DBYBHY2007 ye Göre Bilgi Düzeyleri

DBYBHY2007' de tanımlanan, binalarda yapılan incelemeler sonucunda elde edilen bilgi düzeyine göre eleman kapasitelerine uygulanacak olan, bilgi düzeyi katsayıları kullanılmıştır [6].

Bilgi düzeyi katsayıları Çizelge 3.1 ile tanımlanmıştır.

Çizelge 3.1 : Binalar için kullanılan bilgi düzeyi katsayıları

| Bilgi Düzeyi | Bilgi Düzeyi Katsayısı |
|---------------------|-------------------------------|
| Sınırlı | 0.75 |
| Orta | 0.90 |
| Kapsamlı | 1.00 |

3.2.1. Sınırlı bilgi düzeyi

Binanın taşıyıcı sistem projeleri bulunmamaktadır. İnceleme yapılan binanın taşıyıcı sistemi ile ilgili bilgiler sahada yapılan çalışmalar sonucu belirlenmekte olup yapının taşıyıcı sistem rölövesi çıkarılmaktadır. Mimari proje var ise çalışmalarda yardımcı olarak kullanılabilir. Saha çalışmaları ile elde edilen veriler, tüm betonarme elemanların her kattaki yerini, eksen açıklıklarını ve boyutlarını içermelidir. Temel sisteminin belirlenebilmesi için yeterli sayıda inceleme çukuru açılmalıdır. Kısa kolon ve benzeri olumsuzluklar kat planlarında belirtilmeli ve kesitlerde işlenmelidir. Yapının komşu binalarla olan durumu belirtilmelidir. Özetlenecek olursa, taşıyıcı sistemin hesap modelini oluşturmak için yeterli sayıda veri toplanacak şekilde çalışma yapılmalıdır.

Yapıdaki donatı tespiti için ise yapının projeleri mevcut olmadığından, yapım yılında bağlı bulunduğu yönetmelik şartlarına göre minimum donatı miktarının kullanıldığı kabul edilmektedir. Bu kabulün ise ne oranda doğru olduğunun tespiti amacı ile her katta en az birer adet olmak üzere kolon ve perdelerin %10 undan, kirişlerin %5 inden tahribatlı yöntemlere göre(paspayı sıyrılarak donatı tespiti) donatı tespiti yapılması gerekmektedir. Tahribatlı yöntemler ile donatı tespiti yapılmayan yapı elemanların %20 sinde ise boyuna donatı sayısı ve yerleşimi, enine donatı aralıkları tahribatsız yöntemler kullanılarak donatı tespit cihazları ile belirlenmelidir. Donatı tespiti yapılan elemanlardan bulunan donatının miktarının minimum donatı miktarına oranlanması ile yapının yapıldığı yıldaki minimum donatı miktarının ne kadarını sağladığını ifade eden donatı gerçekleşme katsayısı elde edilir. Donatı tespitinin hiç

yapılmamış olduğu yapı elemanlarında ise bu donatı gerçekleşme oranında donatının olduğu varsayılarak hesap modeline yansıtılır.

Yapıda kullanılan beton ve donatının karakteristik özelliklerinin tayini için ise her kattaki kolon ve perdelerden en az 2 adet beton numunesi örneği(karot) alınmalıdır. Alınan beton numuneleri üzerinde yapılan deneyler sonucunda elde edilen en düşük beton basınç dayanımı yapılan hesaplarda mevcut beton dayanımı olarak kullanılmaktadır. Donatı çeşidi ise sıyırma işlemi uygulanan yapı elemanlarından gözlemsel inceleme sonucu elde edilmekte olup bu sınıftaki çeliğin karakteristik akma dayanımı mevcut çelik dayanımı olarak kabul edilmektedir [6].

3.2.2. Orta bilgi düzeyi

Binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut ise uygunluğu kontrol edilir. Eğer projeler mevcut değilse saha çalışmaları ile taşıyıcı sistem rölövesi çıkartılır. Sınırlı bilgi düzeyinde olduğu gibi saha çalışmaları ile elde edilen veriler, tüm betonarme elemanların her kattaki yerini, eksen açıklıklarını ve boyutlarını içermelidir. Temel sisteminin belirlenebilmesi için yeterli sayıda inceleme çukuru açılmalıdır. Kısa kolon ve benzeri olumsuzluklar kat planlarında belirtilmeli ve kesitlerde işlenmelidir. Yapının komşu binalarla olan durumu belirtilmelidir.

Yapıdaki donatının tespiti için, betonarme projeler mevcut değil ise sıyırma ile donatı tespiti yapılacak eleman sayısı kolon, perde ve kirişlerde her katta ikişer adetten az olmamak üzere, o kattaki kolon sayısının %20 sinden, kirişlerin sayısının %10 undan az olmamalıdır. Eğer projeler mevcut ise sınırlı bilgi düzeyinde belirtilen sayıda sıyırma işlemi uygulanmalıdır. Donatı tespiti sıyırma işlemi ile donatı tespiti yapılmayan elemanların ise %20 sinden tahribatsız yöntemlere göre donatı tespit cihazları ile donatı tespiti gerçekleştirilmektedir. Proje ile sahada yapılan incelemeler sonunda uyumsuzlukların bulunması durumunda yapı elemanlarında mevcut olarak bulunan donatının projedeki donatı miktarına oranı ile donatı gerçekleşme katsayısı bulunur. Bu da yapılan çalışmalar sonucu projedeki donatının ne kadarının doğru olduğunu ve zamanında yapılan imalatta projedeki donatı miktarlarına ne derecede uyulduğunu göstermektedir.

Yapıda kullanılan beton ve donatının karakteristik özelliklerinin belirlenmesi için ise her kattaki kolon veya perdelerden toplam 3 adetten az olmamak üzere ve binada toplam 9 adetten az olmamak üzere her 400 m²'den bir adet daha fazla beton

numunesi örneği (karot) alınarak deney yapılması gerekmektedir. Beton numunesi örneklerinden elde edilen basma deneyi sonuçlarının ortalaması ve standart sapmasına göre elde edilecek değerler mevcut beton dayanımı olarak kullanılmaktadır. Beton dayanımının binadaki dağılımı karot deney sonuçlarıyla uyarlanmış tahribatsız beton dayanım cihazları ile kontrol edilebilmektedir.

Donatı çeşidi ise sıyırma işlemi uygulanan yapı elemanlarından gözlemsel inceleme sonucu elde edilmekte olup bu sınıftaki çeliğin karakteristik akma dayanımı mevcut çelik dayanımı olarak kabul edilmektedir [6].

3.2.3. Kapsamlı bilgi düzeyi

Binanın projeleri mevcut olup sahada yapılan incelemeler sonucu proje ile taşıyıcı sistemin uygunluğu kontrol edilir. Proje ile ölçümler arasında çok fazla farklılıklar var ise proje yok sayılarak yapılacak işlemler orta bilgi düzeyine göre gerçekleştirilecektir. Temel sisteminin belirlenebilmesi için yeterli sayıda inceleme çukuru açılmalıdır. Kısa kolon ve benzeri olumsuzluklar kat planlarında belirtilmeli ve kesitlerde işlenmelidir. Yapının komşu binalarla olan durumu belirtilmelidir.

Yapıdaki donatının tespiti için orta bilgi düzeyindeki işlemler gerçekleştirilmektedir. Eğer proje ile tespit yapılan donatılar arasında uyumsuzlukların olması durumunda ise donatı gerçekleşme oranı hesap edilmekte, donatı tespiti işlemi yapılmamış yapı elemanlarına yansıtılarak olası donatı miktarları belirlenmektedir.

Yapıda kullanılan beton ve donatının karakteristik özelliklerinin belirlenmesi için ise her kattaki kolon veya perdelerden toplam 3 adetten az olmamak üzere ve binada toplam 9 adetten az olmamak üzere her 200 m²'den bir adet daha fazla beton numunesi örneği (karot) alınarak deney yapılması gerekmektedir. Beton numunesi örneklerinden elde edilen basma deneyi sonuçlarının ortalaması ve standart sapmasına göre elde edilecek değerler mevcut beton dayanımı olarak kullanılmaktadır. Beton dayanımının binadaki dağılımı karot deney sonuçlarıyla uyarlanmış tahribatsız beton dayanım cihazları ile kontrol edilebilmektedir.

Donatı çeşidi ise sıyırma işlemi uygulanan yapı elemanlarından gözlemsel inceleme sonucu elde edilmekte olup her çelik sınıfı için birer adet numune alınarak, çeliğin akma dayanımları, kopma dayanımları ve şekil değiştirme özellikleri belirlenerek proje ile uygunluğu kontrol edilmektedir. Proje ile uygun olması durumunda eleman kapasite hesaplarında, projede belirtilen çeliğin karakteristik akma dayanımı mevcut

çelik dayanımı olarak alınmaktadır. Proje ile uyumsuzluk durumunda ise en az 3 adet daha çelik numunesi alınarak deney yapılmakta ve elde edilen en elverişsiz değer eleman kapasite hesaplarında mevcut çelik dayanımı olarak kabul edilmektedir [6].

3.3. Riskli Yapıların Tespit Edilmesinde Kullanılan Bilgi Düzeyleri, Donatı ve Malzeme Tespiti

Kentsel dönüşüm amacı ile 2 Temmuz 2013'te yayınlanan Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanununun Uygulama Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik ekinde verilen Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar Ek-2 ' ye göre yapılacak hesap yöntemleri, bilgi düzeyleri ve saha çalışmalarında yapılacak işlemler ve adetleri belirtilmiştir. Buna göre taşıyıcı elemanların mevcut malzeme dayanımları bu yönetmeliğe göre Çizelge 3.2' de gösterilen bilgi düzeyleri ile çarpılarak kullanılmaktadır [7].

Çizelge 3.2 : Riskli yapı tespitinde bilgi düzeyi katsayıları

| Bilgi Düzeyi | Bilgi Düzeyi Katsayısı |
|---------------------|-------------------------------|
| <i>Asgari</i> | <i>0.90</i> |
| <i>Kapsamlı</i> | <i>1.00</i> |

3.3.1. Riskli yapıların tespit edilmesinde donatı tespiti ve malzeme özelliklerinin belirlenmesi

Mevcut yapının enine ve boyuna donatı düzeninin belirlenebilmesi amacı ile yıllarca en çok zorlandığı ve kritik kat olarak isimlendirilen kattan bazı işlemler uygulanmaktadır. Kritik katta kolon ve perdelerin en az % 20' sinden ve sayı olarak da 6 adetten az olmamak kaydı ile boyuna donatıların miktarı, cinsi ve düzeni belirlenmektedir. Toplam donatı tespiti yapılacak eleman sayısının en az yarısından tahribatlı yöntem olan kabuk betonunun sıyırılması ile donatı tespiti yapılmakta olup diğer yarısı için de tahribatsız yöntemler kullanılmaktadır. Sıyırma işlemi uygulanan yapı elemanlarında enine donatının çapı ve cinsi ile kolonların orta ve sarılma bölgelerindeki donatı aralıkları ve detayları belirlenmektedir.

Mevcut donatının akma gerilmesi sıyırma işlemi ile tespiti yapılan donatının türüne bağlı olarak belirlenmektedir. Donatılarda korozyon gözlenmesi halinde korozyon oranı kapasite hesaplarında kullanılacak olup korozyon gözlenen elemanlar taşıyıcı sistem rölövesi üzerinde gösterilmektedir.

Yapının kirişlerinde açıklıkta alt ve mesnetlerde üstteki donatı miktarı ise TS500' de tanımlanan (1.4 G + 1.6 Q) yüklemesinden elde edilmekte olup, bu yüklemekten elde edilen donatı miktarının bulunduğu kabul edilmektedir. Kirişlerde mesnet alt donatısının miktarı ise mesnet üst donatı miktarının 1/3' ü kabul edilebilmektedir. Kapsamlı bilgi düzeyinin kullanılması durumunda kirişlerdeki donatı, mevcut statik projesinden alınarak buradaki adet ve düzene uygun bir şekilde statik hesap modeline dahil edilmektedir.

Mevcut beton dayanımının belirlenebilmesi için kritik kat alanının 400 m²'ye kadar(400 m² dahil) olduğu yapılarda kolon ve perdelerden 5 adet beton numunesi alınmaktadır. Kritik kat alanının 400 m²'yi aşması durumunda ise 400 m²' yi aşan her 80 m² için bir adet beton numunesi arttırılmaktadır. Karot beton numune alma işleminin uygulanacağı yapı elemanları ise kritik katta kolon ve perdelerin en az 10 adedinde test çekici kullanılarak(tahribatsız yöntem) belirlenmekte ve en düşük sonucun çıktığı 5 elemandan beton numunesi alınmaktadır [7].

Bu tez kapsamında yapılan çalışmalarda, İstanbul ili Ümraniye ilçesi sınırları içerisinde projesi mevcut olan eski yapıların projelerindeki taşıyıcı sistem ebatlarına uyulduğu varsayılarak, hızlı bir değerlendirme yapılarak yapıların modellerine güçlendirme yöntemleri uygulanmış, can güvenliği performans seviyesinin sağlanıp sağlanamayacağı araştırılmıştır. Saha çalışmalarından elde edilen veriler RBTE-EK2 ye göre yapılmış, mevcut beton dayanımları ve donatı çeliğinin tespiti ile ilgili işlemler yapının yıllarca en fazla zorlandığı, yatay ve düşey yüklerin etkisinde kaldığı kat olan kritik kattan yapılmıştır. Kritik kattan elde edilen veriler ise yapı modellerinin tümüne yansıtılmıştır. Bilgi düzeyi katsayıları ve performans hesapları DBYBHY2007 'nin 7.bölümündeki doğrusal olmayan yöntemlerden AEDYY ve AMBY hesap kurallarına göre yapılmıştır.

3.4. Yapılan Saha Çalışmaları ve Testler

Mevcut yapılardaki donatı tespiti ve malzeme özelliklerinin belirlenebilmesi için binalarda bir takım saha çalışmaları yapılmaktadır. Bu saha çalışmaları içerisinde donatı tespiti için tahribatlı (sıyırma) ve tahribatsız(tarama,röntgen) yöntemler uygulanmaktadır. Donatı tespiti yapılan taşıyıcı sistem elemanlarının donatı gerçekleşme oranı projesindeki donatı miktarı ile karşılaştırılarak hesap edilir ve donatı tespiti yapılmayan elemanlara bu oran etki ettirilerek projesindeki donatının ne kadarının gerçekleştiği varsayımı yapılarak statik hesap modeline yansıtılır. Mevcut beton dayanımının tespiti amacı ile de tahribatsız(test çekici) yöntemlerin yardımıyla tahribatlı(beton numune alma) yöntemler sonucu alınan numunelerden elde edilen basma deneyi sonuçlarındaki değerler kullanılmaktadır. Test çekici uygulaması mevcut beton dayanımının tespiti için kullanılmamalıdır. Sadece yapının kolonlarındaki mevcut beton dayanımının tahmini ve o kattaki dağılımını belirlemek amacı ile kullanılmalıdır. Bu sebeptendir ki beton dayanımı olarak en zayıf denilebilecek kolonlardan beton numunesi alınmaktadır.

3.4.1. Beton test çekici (Schmidt Hammer) uygulaması ve okunan değerler

Beton test çekici ile uygulama sıçrama tekniğine dayanmakta olup mantığı ise bir cismin sertliği ne kadar yüksek ise dayanımı da o derece yüksektir olarak düşünülebilir. Beton test çekici yalnız gözeneksiz betonlar için uygun olup ölçüm yapılacak olan yüzeyler temiz, düz ve kuru bir yüzeye sahip olmalıdır. Bunun için beton yüzeyi temiz olacak şekilde düzgün bir hale getirilmelidir. Temizleme işlemi ise zımpara taşı ile yapılabilmektedir. Sıva olan yüzeylerde sıva kaldırılmadan ölçüm yapılmamalıdır. Okuma yapılacak yüzeylerin her birinden en az 9 en fazla 25 okuma işlemi yapılmalıdır. 300 mm x 300 mm' yi geçmeyen bir alan üzerinde 20 mm – 50 mm' lik karelemler yapılarak kesiştiği yerlerden okuma gerçekleştirilmelidir. Test çekici ile okuma işlemi aşağıdaki şekildeki sıra ile gerçekleştirilmelidir.

- Zımpara taşı ile yüzey temizlenmelidir,
- Hafifçe basınç uygulayarak darbe çubuğu serbest bırakılmaldır,
- Beton test çekici okuma yapılacak alana dik bir şekilde yerleştirilmelidir,
- Darbe tetikleninceye kadar test çekici ile okuma yapılacak alana yavaşça basınç uygulanmalıdır,

- Tetikleme işleminden sonra alt tarafta bulunan düğmeye basılarak darbe çubuğu kilitlenmelidir,
- Beton test çekicinin göstergesinden geri tepme sayısı olan R değeri okunmalıdır,
- Her test yüzeyi için 10 ayrı okuma yapıncaya kadar yukarıdaki işlemler tekrarlanmalıdır.

Beton yüzeyinden okuma işlemleri gerçekleştirildikten sonra en büyük ve en küçük değerler ihmal edilir ve kalan değerlerin aritmetik ortalaması alınır. Böylece okuma yapılan yüzeyde ortalama bir R değeri elde edilmiş olunur. Bulunan bu R değeri ile okuma yapılan yüzeyi temsil eden dönüşüm eğrisinden de bu değere karşılık gelen beton basınç dayanımı bulunur [37]. Literatürde binaların mevcut performans seviyelerinin bulunabilmesi için birçok çalışma yapılmıştır [38, 39].



Şekil 3.2 : Test çekici uygulamaları



Şekil 3.3 : Test çekici uygulamaları



Şekil 3.4 : Test çekici uygulamaları



Şekil 3.5 : Test çekici uygulamaları



Şekil 3.6 : Test çekici uygulamaları

Çizelge 3.3 : Test Çekici Uygulanan Yapı Elemanları

| Bina No | Test Çekici Uygulanan Yapı Eleman No | Ortalama (R) Değeri | Ortalama Basınç Dayanımı (kgf/m2) | Bina No | Test Çekici Uygulanan Yapı Eleman No | Ortalama (R) Değeri | Ortalama Basınç Dayanımı (kgf/m2) |
|---------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 1 | 1 | 33,2 | 31 | 5 | 1 | 23,3 | 14 |
| | 2 | 34,1 | 32 | | 2 | 31,2 | 27 |
| | 3 | 30 | 26 | | 3 | 25,3 | 18 |
| | 4 | 32,1 | 29 | | 4 | 30 | 26 |
| | 5 | 21,3 | 12 | | 5 | 23,4 | 15 |
| | 6 | 26,1 | 19 | | 6 | 20,5 | 11 |
| | 7 | 33,6 | 31 | | 7 | 32,1 | 29 |
| | 8 | 25,3 | 18 | | 8 | 30,1 | 26 |
| | 9 | 24,4 | 17 | | 9 | 27,2 | 21 |
| | 10 | 34,5 | 33 | | 10 | 31,2 | 27 |
| 2 | 1 | 35,6 | 22,1 | 6 | 1 | 12,4 | 7,8 |
| | 2 | 36,5 | 23,2 | | 2 | 16,6 | 10,5 |
| | 3 | 35,3 | 21,7 | | 3 | 21,4 | 14 |
| | 4 | 37,2 | 24,1 | | 4 | 20,2 | 12,6 |
| | 5 | 35 | 21,3 | | 5 | 24 | 16,8 |
| | 6 | 38,7 | 26 | | 6 | 25,2 | 21,3 |
| | 7 | 38 | 25,1 | | 7 | 29 | 22,7 |
| | 8 | 37,7 | 24,7 | | 8 | 32,2 | 26,6 |
| | 9 | 38,3 | 25,5 | | 9 | 30 | 23,8 |
| | 10 | 37,9 | 25 | | 10 | 33,6 | 28,4 |
| 3 | 1 | | 15,6 | 7 | 1 | 22,4 | 13 |
| | 2 | | 14,2 | | 2 | 30,2 | 26 |
| | 3 | | 14,2 | | 3 | 27,4 | 21 |
| | 4 | | 16,4 | | 4 | 32,3 | 29 |
| | 5 | | 14,8 | | 5 | 21,4 | 12 |
| | 6 | | 15,2 | | 6 | 32,5 | 30 |
| | 7 | | 15 | | 7 | 31,2 | 27 |
| | 8 | | 17,4 | | 8 | 33,2 | 31 |
| | 9 | | 16 | | 9 | 16,3 | <10 |
| | 10 | | 16,6 | | 10 | 20,4 | 11 |
| 4 | 1 | 34,8 | 21,1 | 8 | 1 | 29,6 | 15,8 |
| | 2 | 34,2 | 20,3 | | 2 | 26,6 | 12,7 |
| | 3 | 35,9 | 22,5 | | 3 | 24 | 10 |
| | 4 | 36,3 | 23 | | 4 | 23,3 | 9,2 |
| | 5 | 36,8 | 23,6 | | 5 | 31 | 16,9 |
| | 6 | 36,1 | 22,7 | | 6 | 25,4 | 11,6 |
| | 7 | 29,2 | 15,3 | | 7 | 28,3 | 14,2 |
| | 8 | 28,8 | 14,8 | | 8 | 31,1 | 17,1 |
| | 9 | 29,5 | 15,7 | | 9 | 31,7 | 17,8 |
| | 10 | 30,1 | 15,4 | | 10 | 31,4 | 17,4 |

Çizelge 3.3 (devam) : Test Çekici Uygulanan Yapı Elemanları

| Bina No | Test Çekici Uygulanan Yapı Eleman No | Ortalama (R) Değeri | Ortalama Basınç Dayanımı (kgf/m2) |
|---------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 9 | 1 | 25,9 | 14,4 |
| | 2 | 22,5 | 9,9 |
| | 3 | 25,3 | 17,3 |
| | 4 | 26,7 | 14,3 |
| | 5 | 27 | 6,7 |
| | 6 | 34,9 | |
| | 7 | 36,5 | |
| | 8 | 37,2 | |
| | 9 | 35,9 | |
| | 10 | 34,9 | |
| 10 | 1 | 31 | 18,6 |
| | 2 | 32 | 19,2 |
| | 3 | 31 | 18,6 |
| | 4 | 31 | 18,6 |
| | 5 | 32 | 19,2 |
| | 6 | 30 | 18 |
| | 7 | 24 | 14,4 |
| | 8 | 27 | 16,2 |
| | 9 | 20 | 12 |
| | 10 | 10 | 6 |
| 11 | 1 | 25,2 | 9 |
| | 2 | 27 | 3 |
| | 3 | 26,4 | 18,5 |
| | 4 | 26,1 | 13,2 |
| | 5 | 26,6 | 7,6 |
| | 6 | 30,9 | |
| | 7 | 32,4 | |
| | 8 | 30,7 | |
| | 9 | 31,6 | |
| | 10 | 31,9 | |
| 12 | 1 | 36,4 | 36 |
| | 2 | 38,4 | 40 |
| | 3 | 31,6 | 28 |
| | 4 | 35,4 | 34 |
| | 5 | 29,2 | 24 |
| | 6 | 36,9 | 37 |
| | 7 | 33,2 | 31 |
| | 8 | 28,2 | 22 |
| | 9 | 37,9 | 39 |
| | 10 | 40,6 | 45 |
| 13 | 1 | 27,7 | 21 |
| | 2 | 27,3 | 21 |
| | 3 | 26,1 | 19 |
| | 4 | 22,2 | 13 |
| | 5 | 27,5 | 21 |
| | 6 | 21,3 | 12 |
| | 7 | 28,3 | 22 |
| | 8 | 20,6 | 11 |
| | 9 | 25,3 | 18 |
| | 10 | 23,2 | 14 |
| 14 | 1 | 24 | 9,6 |
| | 2 | 26 | 10,8 |
| | 3 | 30 | 15 |
| | 4 | 26 | 10,8 |
| | 5 | 28 | 13,2 |
| | 6 | 21 | 7,2 |
| | 7 | 21 | 7,2 |
| | 8 | 25 | 10,2 |
| | 9 | 30 | 15 |
| | 10 | 24 | 9,6 |
| 15 | 1 | 22,2 | 9,06 |
| | 2 | 25 | 11,32 |
| | 3 | 23,4 | 9,88 |
| | 4 | 23,2 | 9,75 |
| | 5 | 24,4 | 10,71 |
| | 6 | 27,2 | 13,59 |
| | 7 | 25,8 | 12,15 |
| | 8 | 27,8 | 14,21 |
| | 9 | 27,2 | 13,59 |
| | 10 | 25,8 | 12,15 |
| 16 | 1 | 23,8 | 10,16 |
| | 2 | 23,2 | 9,75 |
| | 3 | 22,2 | 9,06 |
| | 4 | 24,2 | 10,5 |
| | 5 | 22,8 | 9,47 |
| | 6 | 26,8 | 13,18 |
| | 7 | 26,4 | 12,76 |
| | 8 | 28 | 14,41 |
| | 9 | 28,2 | 14,61 |
| | 10 | 29 | 15,44 |

Çizelge 3.3 (devam) : Test Çekici Uygulanan Yapı Elemanları

| Bina No | Test Çekici Uygulanan Yapı Eleman No | Ortalama (R) Değeri | Ortalama Basınç Dayanımı (kgf/m2) |
|---------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 17 | 1 | 20,4 | 11 |
| | 2 | 30,3 | 26 |
| | 3 | 12,4 | <10 |
| | 4 | 31,8 | 28 |
| | 5 | 21,2 | 12 |
| | 6 | 30,9 | 27 |
| | 7 | 20,9 | 12 |
| | 8 | 33,2 | 31 |
| | 9 | 28,5 | 23 |
| | 10 | 32,5 | 30 |
| 18 | 1 | 27 | 16,2 |
| | 2 | 27 | 16,2 |
| | 3 | 28 | 16,8 |
| | 4 | 28 | 16,8 |
| | 5 | 17 | 10,2 |
| | 6 | 16 | 9,6 |
| | 7 | 25 | 15 |
| | 8 | 20 | 12 |
| | 9 | 26 | 15,6 |
| | 10 | 28 | 17 |

| Bina No | Test Çekici Uygulanan Yapı Eleman No | Ortalama (R) Değeri | Ortalama Basınç Dayanımı (kgf/m2) |
|---------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 19 | 1 | 23 | 9 |
| | 2 | 23 | 10 |
| | 3 | 22 | 9 |
| | 4 | 22 | 9 |
| | 5 | 22 | 10 |
| | 6 | 16 | |
| | 7 | 14 | |
| | 8 | 18 | |
| | 9 | 16 | |
| | 10 | 16 | |
| 20 | 1 | | 20 |
| | 2 | | 25 |
| | 3 | | 17 |
| | 4 | | 16 |
| | 5 | | 21 |
| | 6 | | 17 |
| | 7 | | 17 |
| | 8 | | 23 |
| | 9 | | 14 |
| | 10 | | 27 |

3.4.2. Karot numune alma işlemi, yapılan testler ve bulunan değerler

Yapıdan alınacak olan silindirik beton numunelerin karbonatlaşmış veya sıvalı kısımları ve yapı elemanından numunelerin koparıldığı düzgün olmayan yüzeyler taş kesme bıçağı ile temizlenmektedir. Numuneler rutubete doymuş kür odalarında bekletilir. Deney numunelerinin düzlemden sapmaları halinde eksenel sapmaları gidermek basınç yükünün numuneye düzgün dağılımını sağlamak amacı ile başlık yapılmalıdır [40]. Güçlendirme uygulanacak olan yapıların performans analizlerinde kullanılacak olan mevcut beton dayanımının bulunması amacı ile alınan numunelere belirli bir yükleme hızında laboratuvar ortamında basma deneyi uygulanarak kırılma yükü bulunmakta ve bu kırılma yükü numunelerin kesit alanlarına bölünerek basınç mukavemeti değeri elde edilmektedir.



Şekil 3.7 : Karot numune alma işlemi



Şekil 3.8 : Karot numune alma işlemi



Şekil 3.9 : Karot numune alma işlemi



Şekil 3.10 : Karot numune alma işlemi



Şekil 3.11 : Karot numune alma işlemi



Şekil 3.12 : Karot numune alma işlemi



Şekil 3.13 : Karot numune alma işlemi



Şekil 3.14 : Karot numune alma işlemi



Şekil 3.15 : Başlıklama işlemi uygulanmış karot numune örnekleri



Şekil 3.16 : Başlıklama işlemi uygulanmış karot numune örnekleri



Şekil 3.17 : Başlıklama işlemi uygulanmış karot numune örnekleri



Şekil 3.18 : Basma deneyi uygulanmış karot numune örnekleri



Şekil 3.19 : Basma deneyi uygulanmış karot numune örnekleri



Şekil 3.20 : Basma deneyi uygulanmakta olan karot numune örnekleri



Şekil 3.21 : Basma deneyi uygulanmakta olan karot numune örnekleri

Çizelge 3.4 : Karot numune alınan yapı elemanlarının basma deneyi sonuçları

| Bina No | Numune No | Numune çap=yüksek | Kesit Alanı (mm ²) | Kırılma Yüğü (kN) | Basınç Dayanımı (Mpa) | Ort. Basınç Dayanımı (Mpa) |
|---------|-----------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 1 | 1 | 95 | 7088,2184 | 187,9 | 26,5 | 18,96 |
| | 2 | 95 | 7088,2184 | 132,3 | 18,7 | |
| | 3 | 95 | 7088,2184 | 90 | 12,7 | |
| | 4 | 95 | 7088,2184 | 139,7 | 19,7 | |
| | 5 | 95 | 7088,2184 | 122,2 | 17,2 | |
| 2 | 1 | 93 | 6792,9087 | 154,62 | 22,8 | 22,88 |
| | 2 | 93 | 6792,9087 | 162,17 | 23,9 | |
| | 3 | 93 | 6792,9087 | 143,05 | 21,1 | |
| | 4 | 93 | 6792,9087 | 169,72 | 25 | |
| | 5 | 93 | 6792,9087 | 146,53 | 21,6 | |
| 3 | 1 | 93 | 6792,9087 | 112,9 | 16,6 | 14,26 |
| | 2 | 93 | 6792,9087 | 94 | 13,8 | |
| | 3 | 93 | 6792,9087 | 101,4 | 14,9 | |
| | 4 | 93 | 6792,9087 | 88,5 | 13 | |
| | 5 | 93 | 6792,9087 | 88,2 | 13 | |
| 4 | 1 | 100 | 7853,9816 | 132,91 | 16,9 | 17,44 |
| | 2 | 100 | 7853,9816 | 124,43 | 15,8 | |
| | 3 | 100 | 7853,9816 | 133 | 16,9 | |
| | 4 | 100 | 7853,9816 | 170 | 21,6 | |
| | 5 | 100 | 7853,9816 | 125,66 | 16 | |
| 5 | 1 | 95 | 7088,2184 | 111,6 | 15,7 | 17,26 |
| | 2 | 95 | 7088,2184 | 138,1 | 19,5 | |
| | 3 | 95 | 7088,2184 | 112,3 | 15,9 | |
| | 4 | 95 | 7088,2184 | 88,3 | 12,5 | |
| | 5 | 95 | 7088,2184 | 160,6 | 22,7 | |
| 6 | 1 | 95 | 7088,2184 | 62,7 | 8,9 | 13,8 |
| | 2 | 95 | 7088,2184 | 75,2 | 10,6 | |
| | 3 | 95 | 7088,2184 | 98,4 | 13,9 | |
| | 4 | 95 | 7088,2184 | 152 | 21,4 | |
| | 5 | 95 | 7088,2184 | 100,3 | 14,2 | |
| 7 | 1 | 100 | 7853,9816 | 81,18 | 10,34 | 11,136 |
| | 2 | 100 | 7853,9816 | 100,9 | 12,85 | |
| | 3 | 100 | 7853,9816 | 82 | 10,45 | |
| | 4 | 100 | 7853,9816 | 92,02 | 11,72 | |
| | 5 | 100 | 7853,9816 | 81,01 | 10,32 | |
| 8 | 1 | 93 | 6792,9087 | 62,18 | 9,2 | 11,86 |
| | 2 | 93 | 6792,9087 | 76,31 | 11,2 | |
| | 3 | 93 | 6792,9087 | 73,826 | 10,9 | |
| | 4 | 93 | 6792,9087 | 85,86 | 12,6 | |
| | 5 | 93 | 6792,9087 | 104,43 | 15,4 | |

Çizelge 3.4 (devam) : Karot numune alınan yapı elemanlarının basma deneyi sonuçları

| | | | | | | |
|----|---|-----|-----------|--------|-------|--------|
| 9 | 1 | 100 | 7853,9816 | 113,3 | 14,4 | 12,52 |
| | 2 | 100 | 7853,9816 | 77,9 | 9,9 | |
| | 3 | 100 | 7853,9816 | 135,5 | 17,3 | |
| | 4 | 100 | 7853,9816 | 112,2 | 14,3 | |
| | 5 | 100 | 7853,9816 | 52,4 | 6,7 | |
| 10 | 1 | 100 | 7853,9816 | 144,38 | 18,39 | 13,44 |
| | 2 | 100 | 7853,9816 | 112,01 | 14,27 | |
| | 3 | 100 | 7853,9816 | 128,19 | 16,33 | |
| | 4 | 100 | 7853,9816 | 100,05 | 12,75 | |
| | 5 | 100 | 7853,9816 | 42,85 | 5,46 | |
| 11 | 1 | 100 | 7853,9816 | 23,3 | 3 | 10,26 |
| | 2 | 100 | 7853,9816 | 70,3 | 9 | |
| | 3 | 100 | 7853,9816 | 145,4 | 18,5 | |
| | 4 | 100 | 7853,9816 | 103,4 | 13,2 | |
| | 5 | 100 | 7853,9816 | 59,9 | 7,6 | |
| 12 | 1 | 95 | 7088,2184 | 167,8 | 23,7 | 28,3 |
| | 2 | 95 | 7088,2184 | 221,4 | 31,2 | |
| | 3 | 95 | 7088,2184 | 178,4 | 25,2 | |
| | 4 | 95 | 7088,2184 | 237,9 | 33,6 | |
| | 5 | 95 | 7088,2184 | 196,8 | 27,8 | |
| 13 | 1 | 95 | 7088,2184 | 130,2 | 18,4 | 14,22 |
| | 2 | 95 | 7088,2184 | 78,9 | 11,1 | |
| | 3 | 95 | 7088,2184 | 89,5 | 12,6 | |
| | 4 | 95 | 7088,2184 | 100,9 | 14,2 | |
| | 5 | 95 | 7088,2184 | 104,8 | 14,8 | |
| 14 | 1 | 94 | 6939,7782 | 100 | 14,34 | 11,298 |
| | 2 | 94 | 6939,7782 | 63 | 9,11 | |
| | 3 | 94 | 6939,7782 | 70 | 10,07 | |
| | 4 | 94 | 6939,7782 | 81 | 11,73 | |
| | 5 | 94 | 6939,7782 | 78 | 11,24 | |
| 15 | 1 | 97 | 7389,8113 | 93,9 | 12,7 | 10,606 |
| | 2 | 97 | 7389,8113 | 106,9 | 14,47 | |
| | 3 | 97 | 7389,8113 | 87,4 | 11,82 | |
| | 4 | 97 | 7389,8113 | 50,5 | 6,83 | |
| | 5 | 97 | 7389,8113 | 53,2 | 7,21 | |
| 16 | 1 | 93 | 6792,9087 | 63,2 | 9,3 | 9,714 |
| | 2 | 93 | 6792,9087 | 49 | 7,21 | |
| | 3 | 93 | 6792,9087 | 90,4 | 13,31 | |
| | 4 | 93 | 6792,9087 | 62,8 | 9,25 | |
| | 5 | 93 | 6792,9087 | 64,5 | 9,5 | |

Çizelge 3.4 (devam) : Karot numune alınan yapı elemanlarının basma deneyi sonuçları

| | | | | | | |
|----|---|-----|-----------|--------|-------|--------|
| 17 | 1 | 96 | 7238,2295 | 163,6 | 22,6 | 13,02 |
| | 2 | 96 | 7238,2295 | 82,4 | 11,4 | |
| | 3 | 96 | 7238,2295 | 92,3 | 12,8 | |
| | 4 | 96 | 7238,2295 | 48,2 | 6,7 | |
| | 5 | 96 | 7238,2295 | 84,3 | 11,6 | |
| 18 | 1 | 100 | 7853,9816 | 80 | 10,19 | 12,55 |
| | 2 | 100 | 7853,9816 | 75,4 | 9,61 | |
| | 3 | 100 | 7853,9816 | 120,65 | 15,37 | |
| | 4 | 100 | 7853,9816 | 94,72 | 12,07 | |
| | 5 | 100 | 7853,9816 | 121,75 | 15,51 | |
| 19 | 1 | 100 | 7853,9816 | 99,8 | 12,7 | 12,462 |
| | 2 | 100 | 7853,9816 | 93,1 | 11,85 | |
| | 3 | 100 | 7853,9816 | 97,8 | 12,45 | |
| | 4 | 100 | 7853,9816 | 88,9 | 11,31 | |
| | 5 | 100 | 7853,9816 | 110 | 14 | |
| 20 | 1 | 94 | 6939,7782 | 115,81 | 16,69 | 16,528 |
| | 2 | 94 | 6939,7782 | 112,63 | 16,23 | |
| | 3 | 94 | 6939,7782 | 124,04 | 17,87 | |
| | 4 | 94 | 6939,7782 | 117,34 | 16,91 | |
| | 5 | 94 | 6939,7782 | 103,66 | 14,94 | |

3.4.3. Tahribath yöntem (sıyırma) ile donatı tespiti işlemleri

Tahribathlı yöntemle göre yapılan donatı tespiti taşıyıcı sistem elemanlarının yüzeylerindeki sıvanın ve kabuk betonunun kaldırılması ile donatıların türü, mevcut boyuna donatıların sayısı, düzeni, çapı ve enine donatıların çapı ve aralıklarının ölçülmesi ile belirlenmektedir. Kolonlarda genellikle sıkılaştırma bölgesinden yapılan sıyırma işlemi eski mevcut yapılarda yeterli bilginin edinilmesine yardımcı olmakla beraber hem orta hem sıkılaştırma bölgesinden yapılan sıyırma işlemi sonuçları

donatı tespiti için daha kesin sonuçlar vermektedir. Ayrıca donatıların çap değerleri bulunduğundan sonra korozyona uğrayan donatıların korozyon oranı belirlenmektedir.



Şekil 3.22 : Tahribatlı yöntem(sıyırma) ile donatı tespiti işlemi



Şekil 3.23 : Tahribatlı yöntem(sıyırma) ile donatı tespiti işlemi



Şekil 3.24 : Tahribatlı yöntem(sıyrma) ile donatı tespiti işlemi



Şekil 3.25 : Tahribatlı yöntem (sıyrma) ile donatı tespiti işlemi



Şekil 3.26 : Tahribatlı yöntem(sıyrma) ile donatı tespiti işlemi



Şekil 3.27 : Tahribatlı yöntem(sıyrma) ile donatı tespiti işlemi

Çizelge 3.5 : Tahribatlı yöntem (sıyırma işlemi) ile kolonlarda bulunan donatı miktarları

| BİNA NO | İŞLEM | PROJEDEKİ İSİM | MODELLEMEDEKİ İSİM | KESİT (cm) | | MEVCUT DONATI | |
|---------|---------|----------------|--------------------|------------|----|--------------------------|----|
| | | | | | | BAŞLIK(ADET/ÇAP) (mm) | |
| 1 | SIYIRMA | S9 | SZ17 | 24 | 24 | 4 | 16 |
| | | S10 | SZ18 | 24 | 30 | 4 | 14 |
| | | S11 | SZ21 | 24 | 30 | 4 | 16 |
| 2 | SIYIRMA | S5 | SZ05 | 25 | 40 | 6 | 14 |
| | | S8 | SZ08 | 25 | 40 | 4 | 14 |
| | | S12 | SZ12 | 25 | 30 | 6 | 16 |
| 11 | SIYIRMA | S108 | SZ15 | 30 | 50 | 6 | 16 |
| | | S109 | SZ16 | 30 | 50 | 6 | 16 |
| | | S18A | SZ18 | 30 | 50 | 6 | 16 |
| 9 | SIYIRMA | S1 | SB201 | 30 | 75 | 6 | 14 |
| | | S1(simetriği) | SB203 | 30 | 75 | 10 | 14 |
| | | S3 | SB207 | 30 | 70 | 6 | 14 |
| 6 | SIYIRMA | S241 | SZ41 | 30 | 60 | 6 | 14 |
| | | S242 | SZ42 | 30 | 60 | 6 | 14 |
| | | S245 | SZ45 | 35 | 70 | 8 | 14 |
| | | S246 | SZ46 | 35 | 70 | 6 | 14 |
| | | S217 | SZ17 | 40 | 70 | 6 | 14 |
| 15 | SIYIRMA | S12(simetriği) | SB21 | 40 | 40 | 6 | 14 |
| | | S1(simetriği) | SB05 | 40 | 40 | 6 | 14 |
| | | S8 | SB11 | 30 | 80 | 8 | 14 |

3.4.4. Tahribatsız yöntem(röntgen taraması) ile donatı tespiti işlemleri

Tahribatsız yöntemler ile donatı tespiti kalibrasyonu yapılmış ve standartlara uygunluğu kabul görmüş donatı tespit cihazları ile yapılmakta olup okunan yüzeydeki donatı yerleşimini göstermektedir. Kolonlarda en az sıkılaştırma ve orta bölgeden olmak üzere okuma işlemleri gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3.28 : Tahribatsız yöntem (röntgen taraması) ile donatı tespiti işlemi



Şekil 3.29 : Tahribatsız yöntem (röntgen taraması) ile donatı tespiti işlemi



Şekil 3.30 : Tahribatsız yöntem (röntgen taraması) ile donatı tespiti işlemi



Şekil 3.31 : Tahribatsız yöntem (röntgen taraması) ile donatı tespiti işlemi



Şekil 3.32 : Tahribatsız yöntem (röntgen taraması) ile donatı tespiti işlemi



Şekil 3.33 : Tahribatsız yöntem (röntgen taraması) ile donatı tespiti işlemi



Şekil 3.34 : Tahribatsız yöntem (röntgen taraması) ile donatı tespiti işlemi



Şekil 3.35 : Tahribatsız yöntem (röntgen taraması) ile donatı tespiti işlemi

Çizelge 3.6 : Tahribatsız yöntem (Röntgen tarama işlemi) ile kolonlarda bulunan donatı miktarları

| BİNA NO | İŞLEM | PROJEDEKİ İSİM | MODELLEMEDEKİ İSİM | KESİT (cm) | | MEVCUT DONATI | |
|---------|---------|----------------|--------------------|------------|----|------------------------|----|
| | | | | | | BAŞLIK (ADET/ÇAP) (mm) | |
| 1 | RÖNTGEN | S6 | SZ11 | 24 | 24 | 4 | 16 |
| | | S7 | SZ12 | 24 | 30 | 4 | 16 |
| | | S4 | SZ06 | 24 | 30 | 4 | 16 |
| 2 | RÖNTGEN | S4 | SZ04 | 25 | 40 | 4 | 14 |
| | | S11 | SZ11 | 25 | 50 | 4 | 14 |
| | | S15 | SZ15 | 25 | 30 | 4 | 14 |
| 11 | RÖNTGEN | S15A | SZ10 | 30 | 50 | 6 | 16 |
| | | S106 | SZ11 | 30 | 50 | 10 | 16 |
| | | S19A | SZ17 | 30 | 50 | 10 | 16 |
| 9 | RÖNTGEN | S7 | SB213 | 30 | 75 | 6 | 16 |
| | | S8 | SB210 | 25 | 50 | 6 | 16 |
| | | S8(simetriği) | SB211 | 25 | 50 | 6 | 16 |
| 6 | RÖNTGEN | S201 | SZ01 | 40 | 80 | 6 | 14 |
| | | S205 | SZ05 | 30 | 60 | 6 | 14 |
| | | S206 | SZ06 | 30 | 60 | 6 | 14 |
| | | S209 | SZ09 | 35 | 70 | 6 | 14 |
| | | S218 | SZ19 | 30 | 60 | 6 | 14 |
| | | S222 | SZ22 | 30 | 60 | 6 | 14 |
| | | S225 | SZ23 | 30 | 60 | 6 | 14 |
| | | S238 | SZ38 | 30 | 60 | 8 | 14 |
| 15 | RÖNTGEN | S3 | SB03 | 30 | 60 | 8 | 14 |
| | | S10(simetriği) | SB18 | 30 | 80 | 8 | 14 |
| | | S1 | SB01 | 40 | 40 | 6 | 14 |

4. SEÇİLMİŞ BİNALAR HAKKINDA GENEL BİLGİLER VE YAPI ANALİZ SONUÇLARI

Çalışmamızda, kentsel dönüşüm kapsamında İstanbul ili Ümraniye ilçesinde bulunan mevcut eski betonarme yapılardan riskli yapı raporu hazırlanmış olan birçok bina içerisinden yirmisi numara ile isimlendirilmiş, az katlı olarak üç katlı, orta katlı olarak beş katlı ve yüksek katlı olarak da yedi katlı ikişer adet bina seçilmiştir. Az katlı olarak üç katlı olan yapılar 1 ve 2 nolu, orta katlı olarak beş katlı olan yapılar 9 ve 11 nolu, yüksek katlı olarak 6 ve 15 nolu binalar seçilmiş olup bu yapıların mevcut performans seviyelerinin tespitleri yapılmış olup, güçlendirme uygulanarak yine doğrusal olmayan hesap yöntemlerine göre analiz edilerek can güvenliği performans seviyesine ulaşılmıştır.

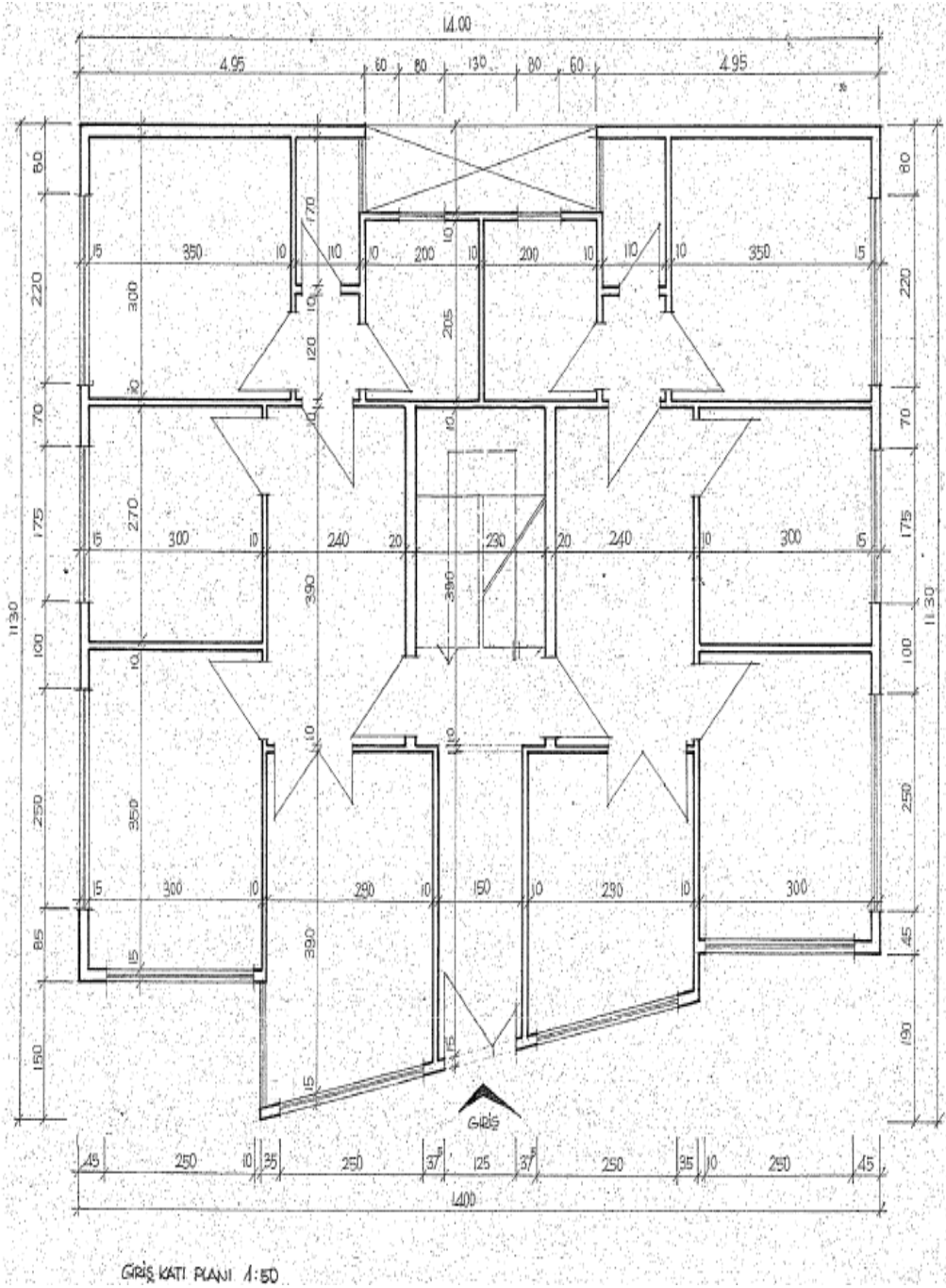
Çizelge 4.1 : Mevcut binaların kategorilendirilmesi

| Az Katlı Yapılar | Orta Katlı Yapılar | Çok Katlı Yapılar |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Üç Katlı Yapılar | Beş Katlı Yapılar | Yedi Katlı Yapılar |
| 1 Nolu Bina | 9 Nolu Bina | 6 Nolu Bina |
| 2 Nolu Bina | 11 Nolu Bina | 15 Nolu Bina |

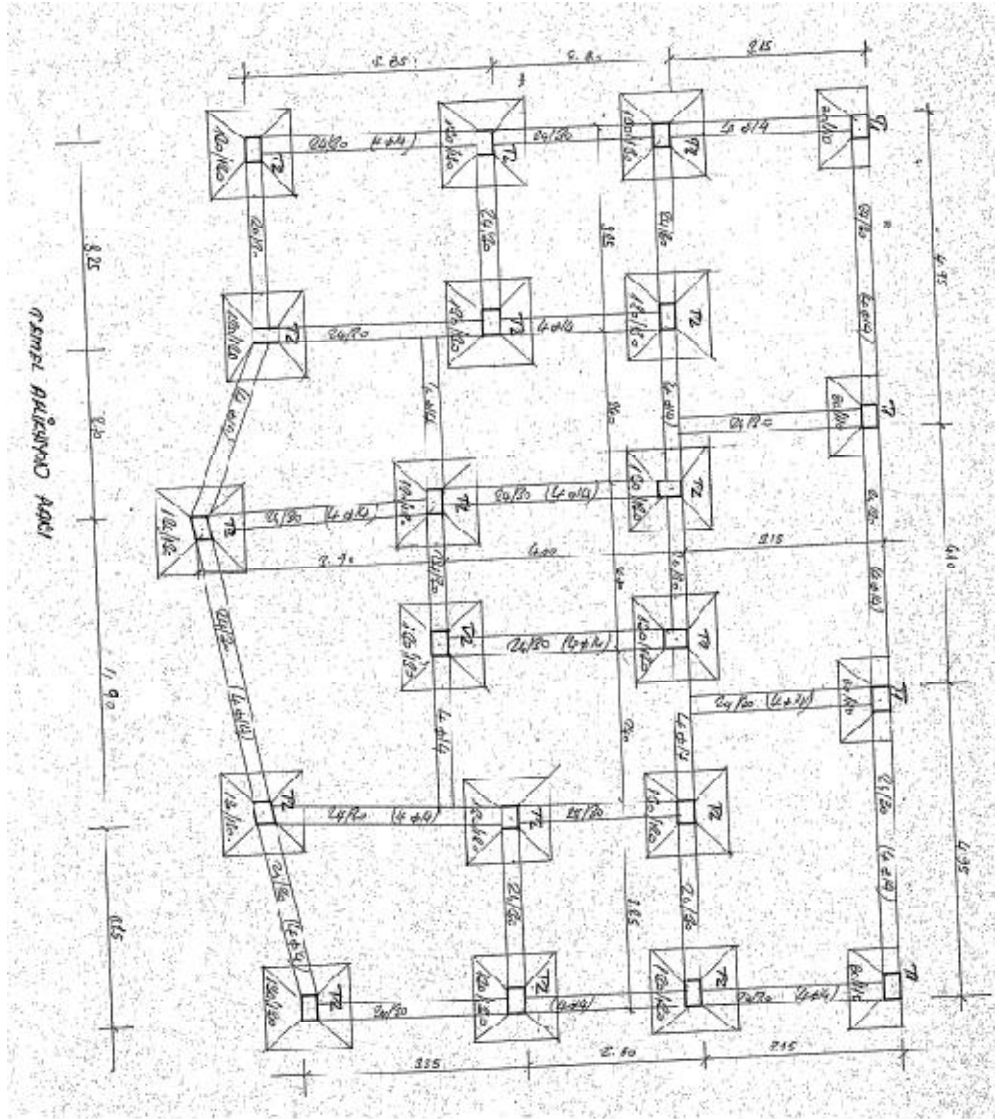
Çizelge 4.2 : Mevcut binaların zemin parametreleri

| ZEMİN PARAMETRELERİ | 1 Nolu Bina | 2 Nolu Bina | 11 Nolu Bina | 9 Nolu Bina | 6 Nolu Bina | 15 Nolu Bina |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Zemin Emniyet Gerilmesi(Kg/cm ²) | 1,8 | 2,4 | 1,7 | 1,5 | 2,4 | 2,1 |
| Zemin Yatak Katsayısı(t/m ³) | 2160 | 5000 | 2040 | 1800 | 4900 | 2938 |
| Zemin Karakteristik Periyotları(s)(Ta;Tb) | 0,15 0,60 | 0,15 0,40 | 0,15 0,40 | 0,15 0,60 | 0,15 0,40 | 0,15 0,40 |
| Zemin Grubu | C | C | C | C | C | C |
| Yerel Zemin Sınıfı | Z3 | Z3 | Z3 | Z3 | Z3 | Z3 |
| Etkin Yer İvme Katsayısı (A0) | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 |
| Zemin Hakim Titreşim Periyodu (T0)(s) | 0,4 | 0,28 | 0,34 | 0,29 | 0,27 | 0,36 |

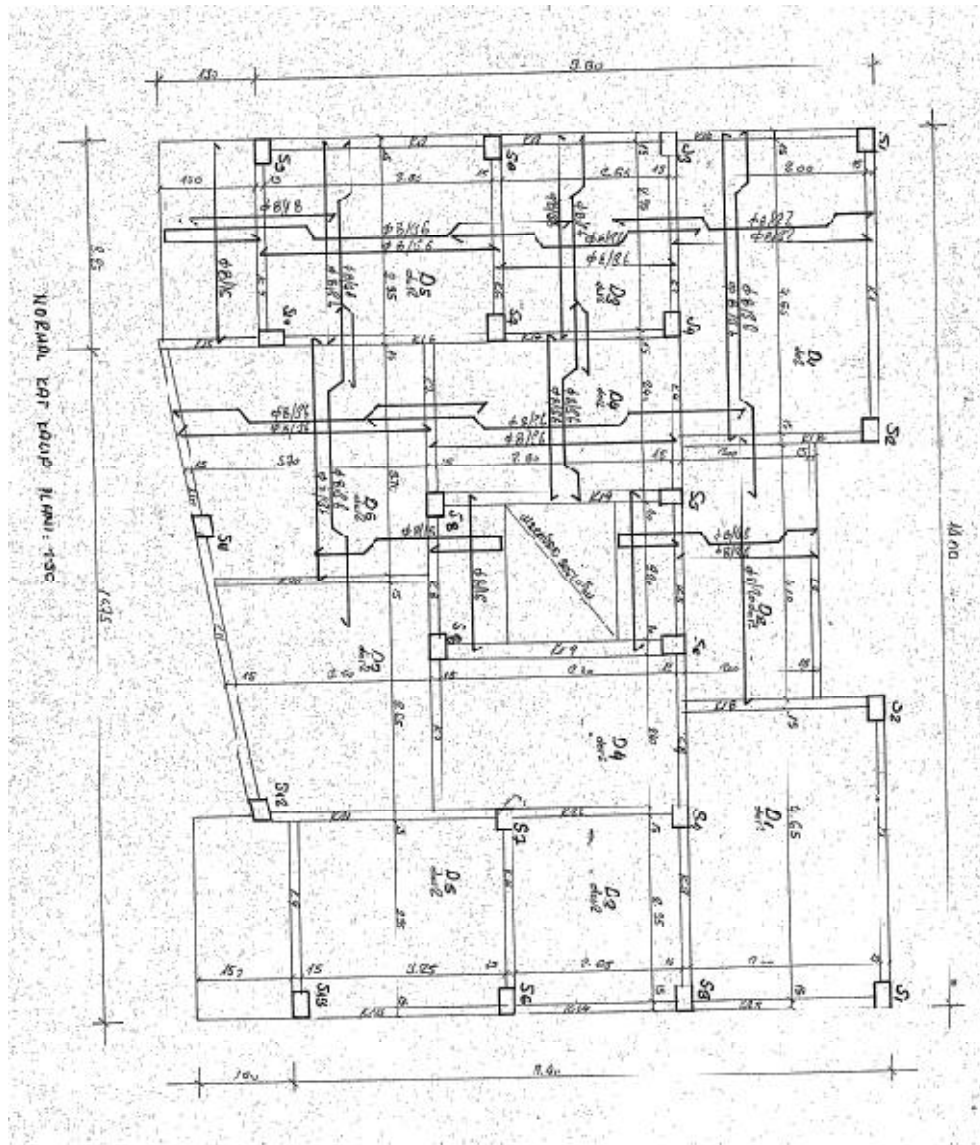
1 nolu bina 1978 yılında, 2 nolu bina 1977 yılında, 11 nolu bina 1987 yılında, 9 nolu bina 1986 yılında, 6 nolu bina 1985 yılında ve 15 nolu bina 1989 yılında yapılmış binalar olup mevcut projeleri aşağıda verilmiştir.



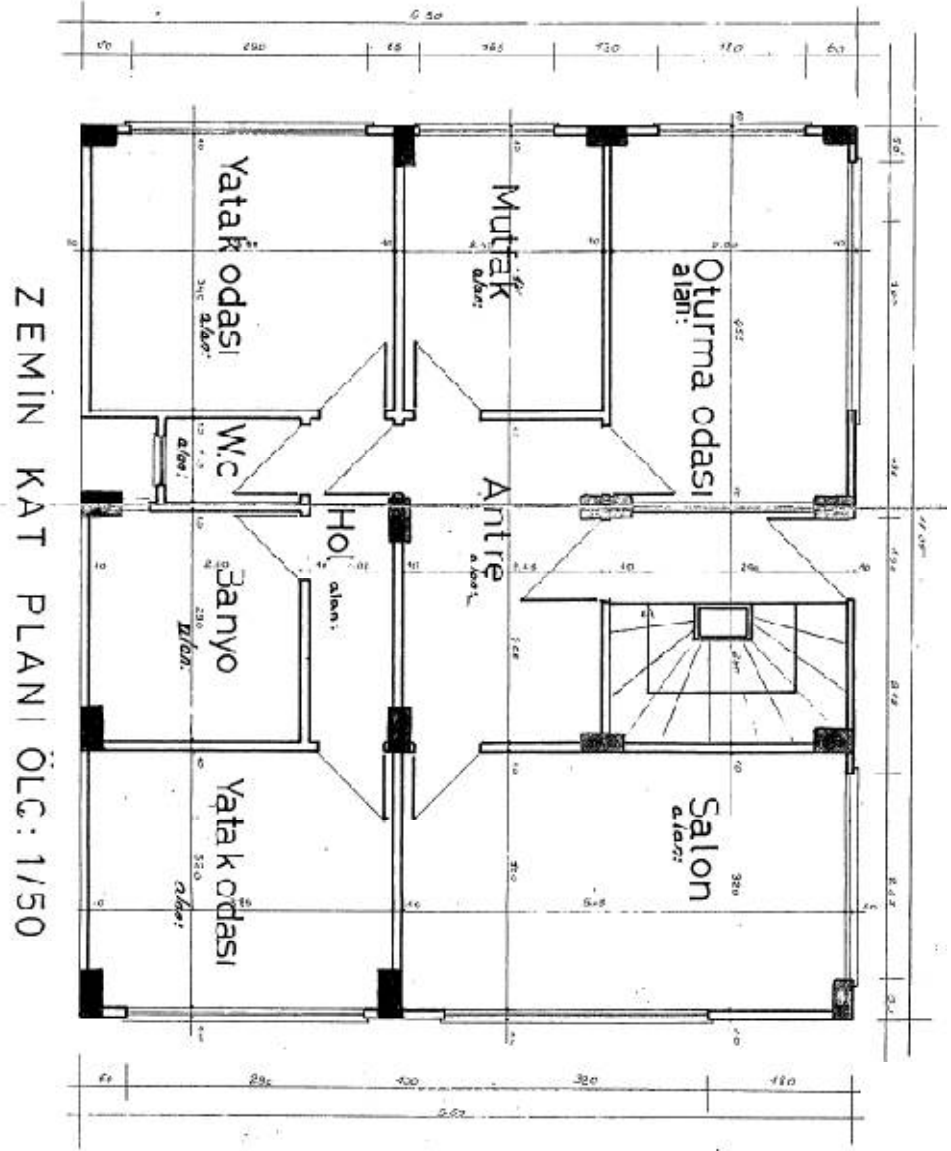
Şekil 4.1 : (1) Nolu bina mimari zemin kat planı



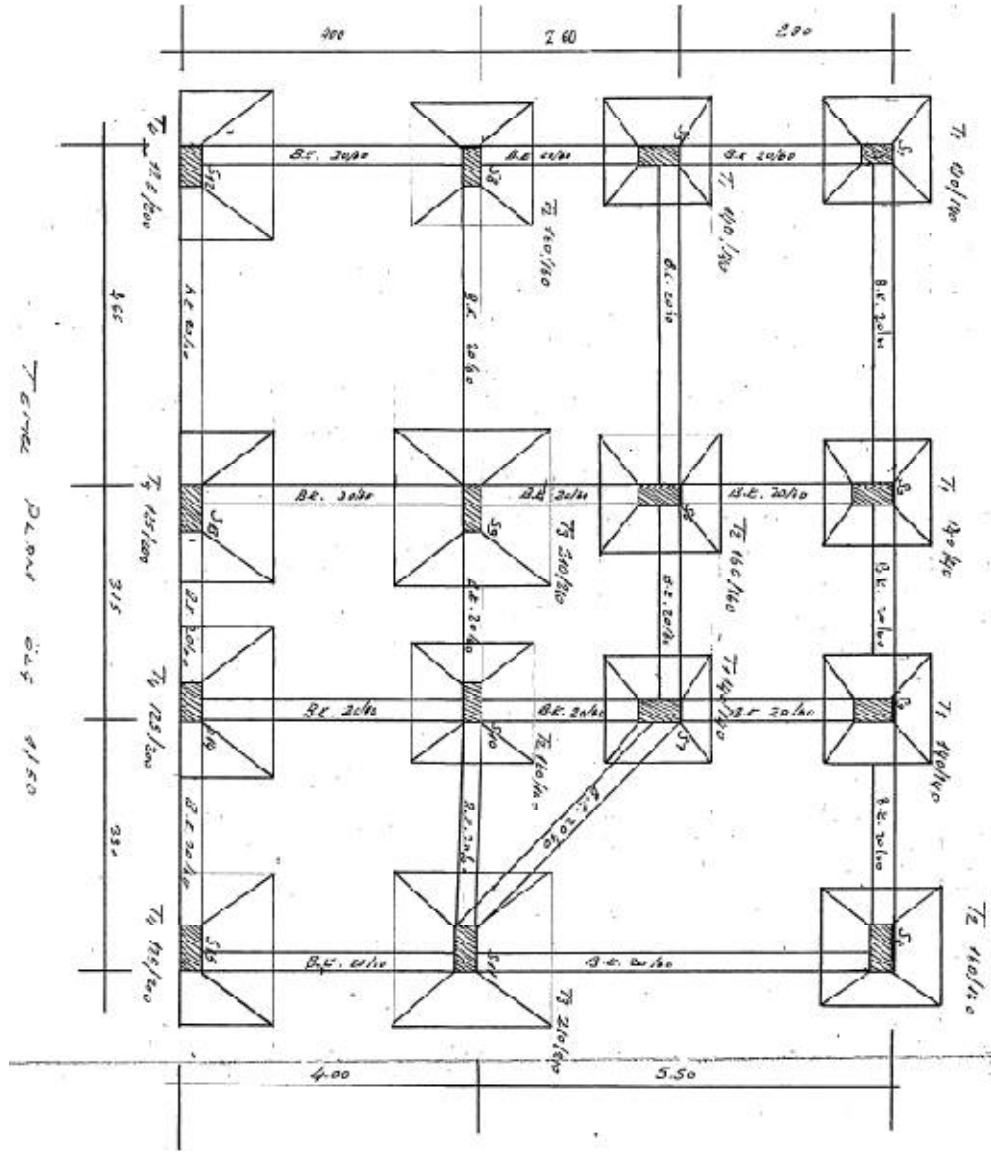
Şekil 4.2 : (1) Nolu bina temel aplikasyon planı



Şekil 4.3 : (1) Nolu bina normal kat kalıp planı

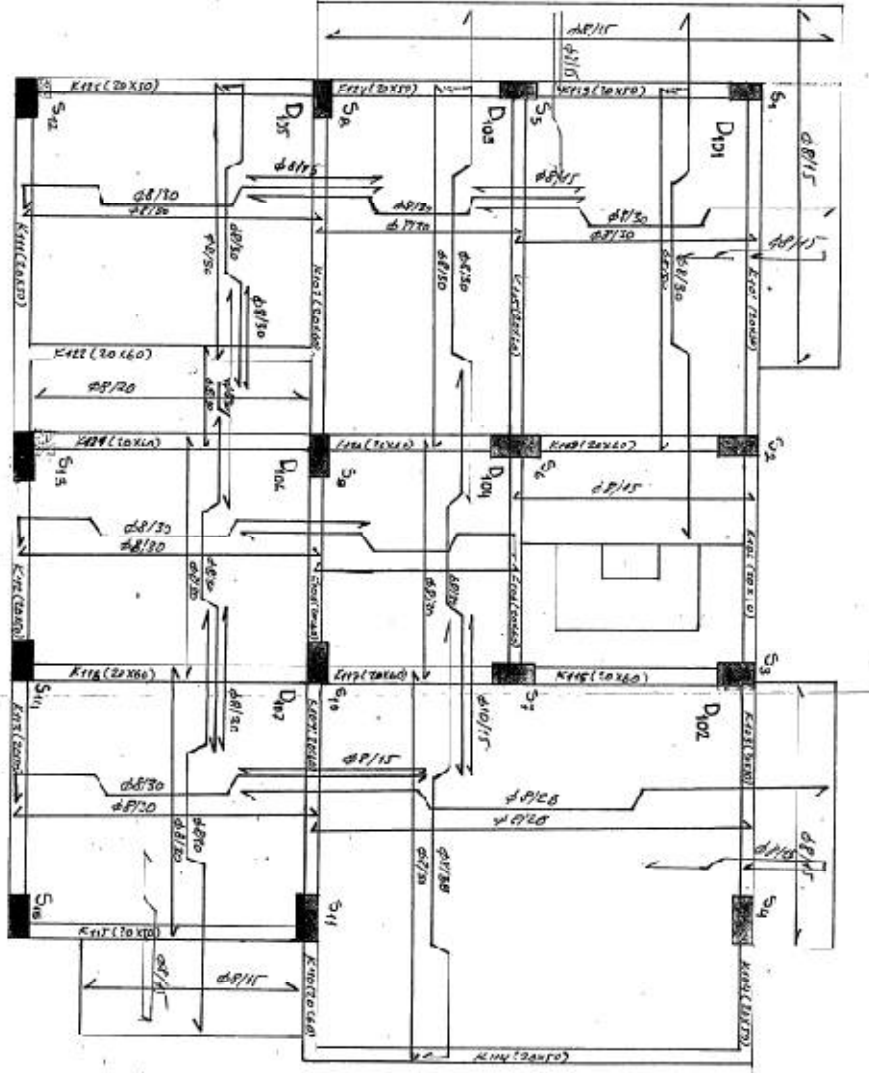


Şekil 4.4 : (2) Nolu bina mimari zemin kat planı

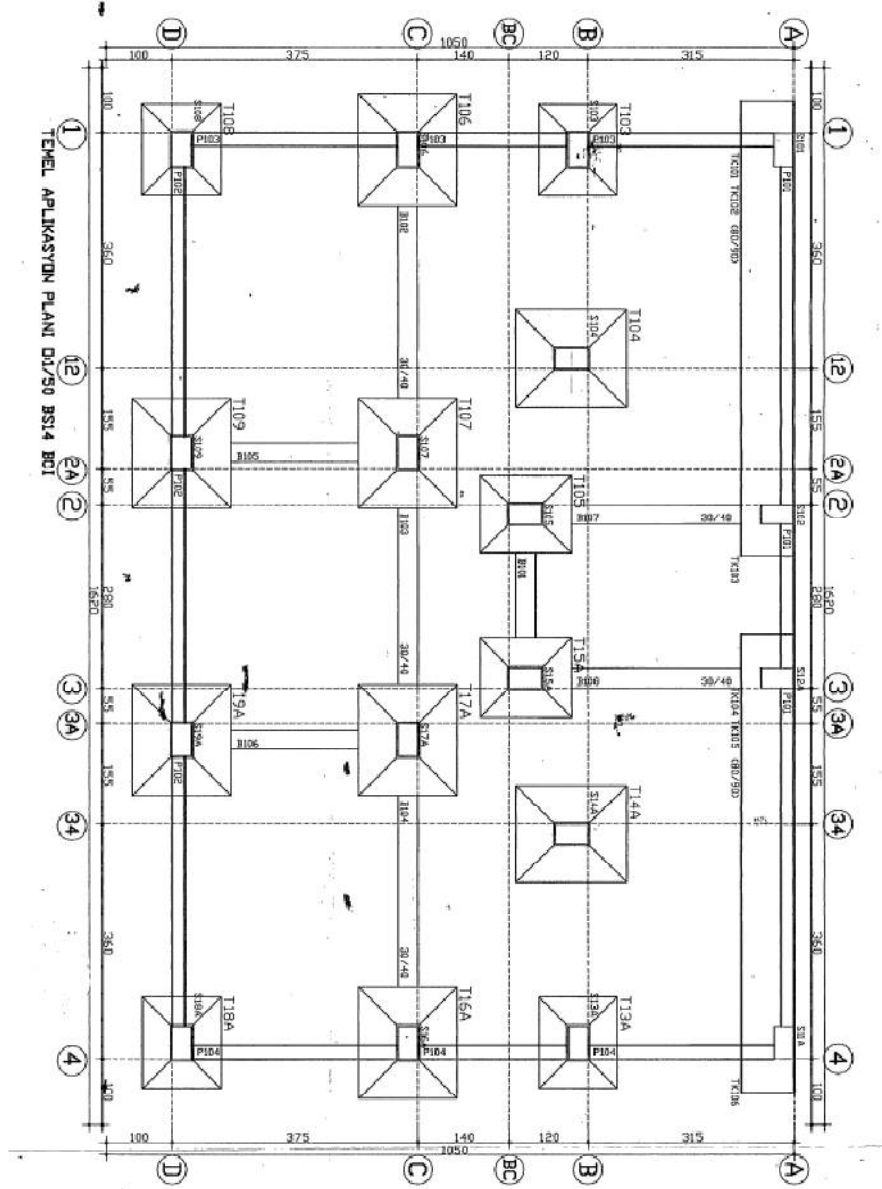


Şekil 4.5 : (2) Nolu bina temel aplikasyon planı

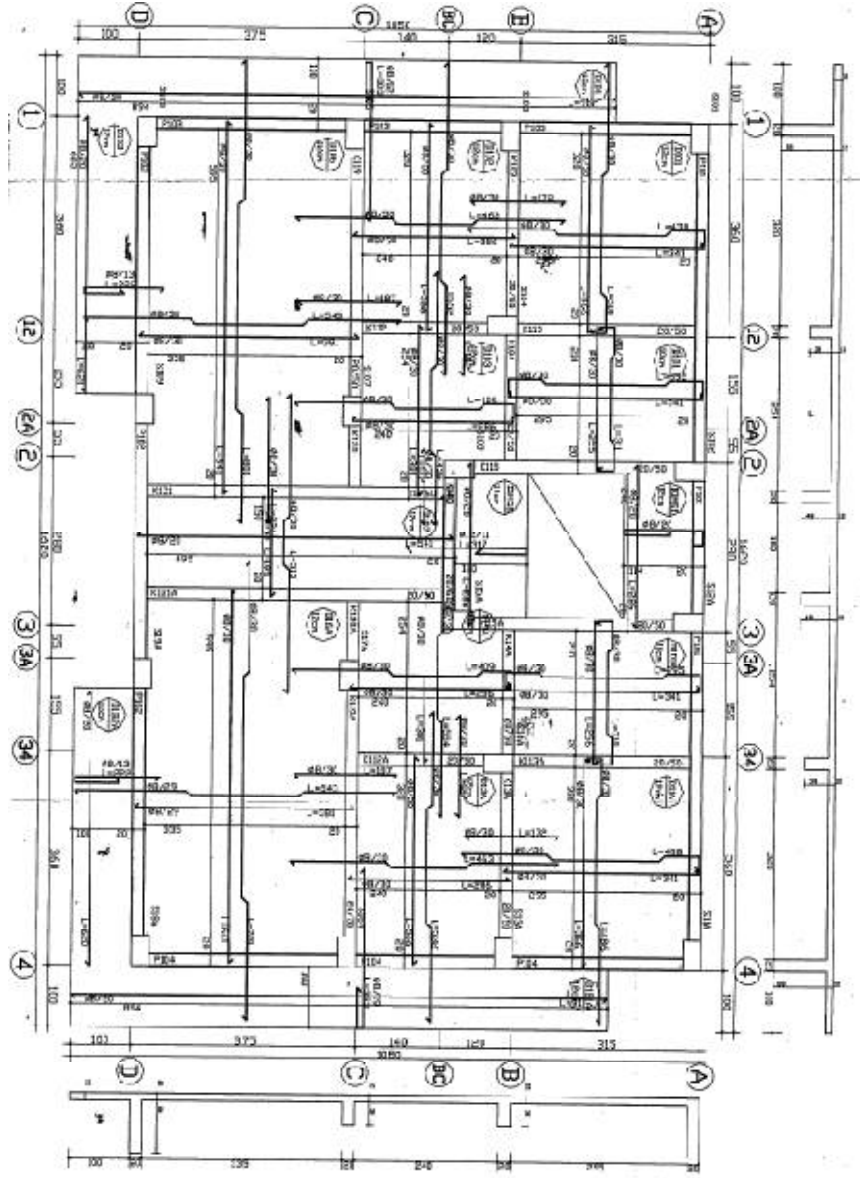
NORMAL KAT DÖŞEMESİ Ölç. : 1/50



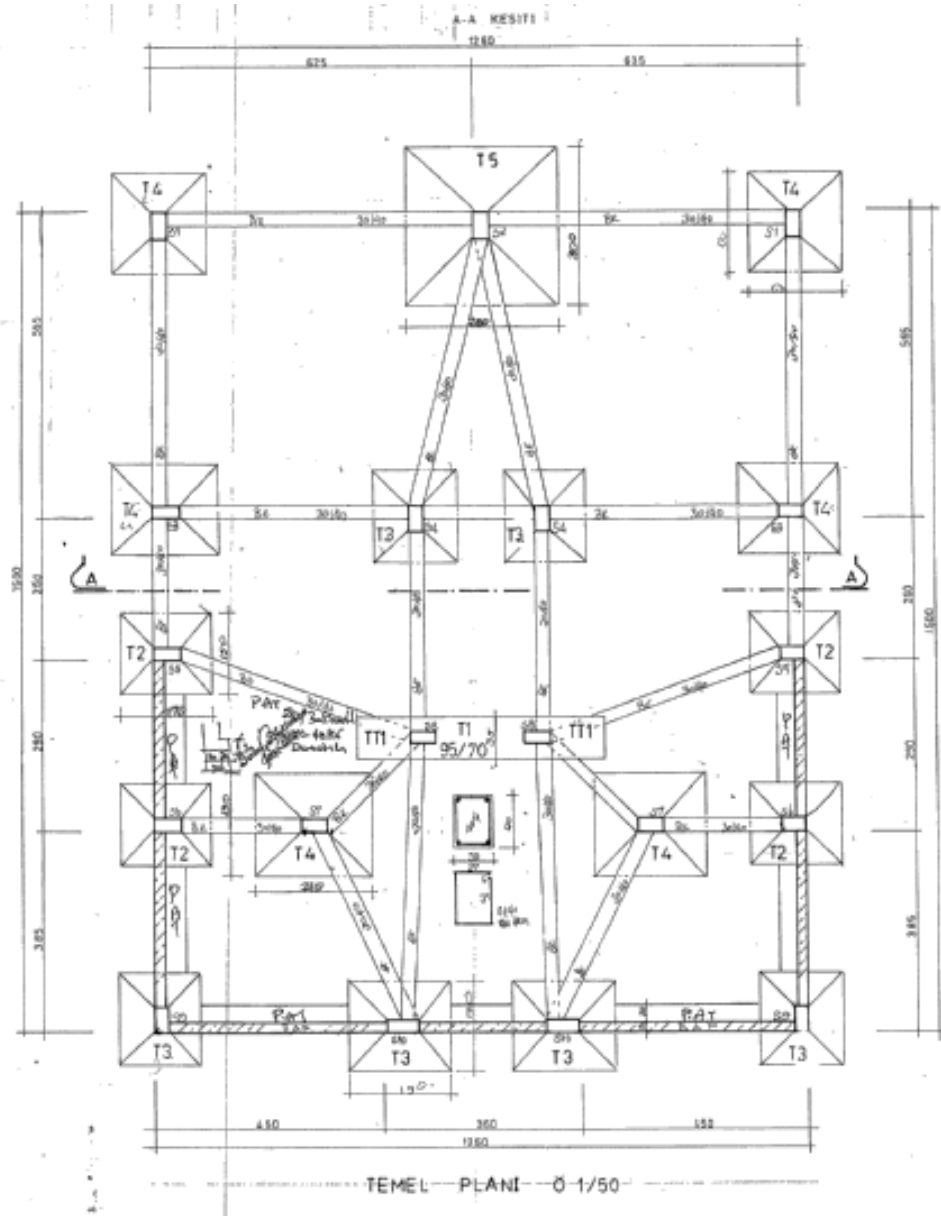
Şekil 4.6 : (2) Nolu bina normal kat kalıp planı



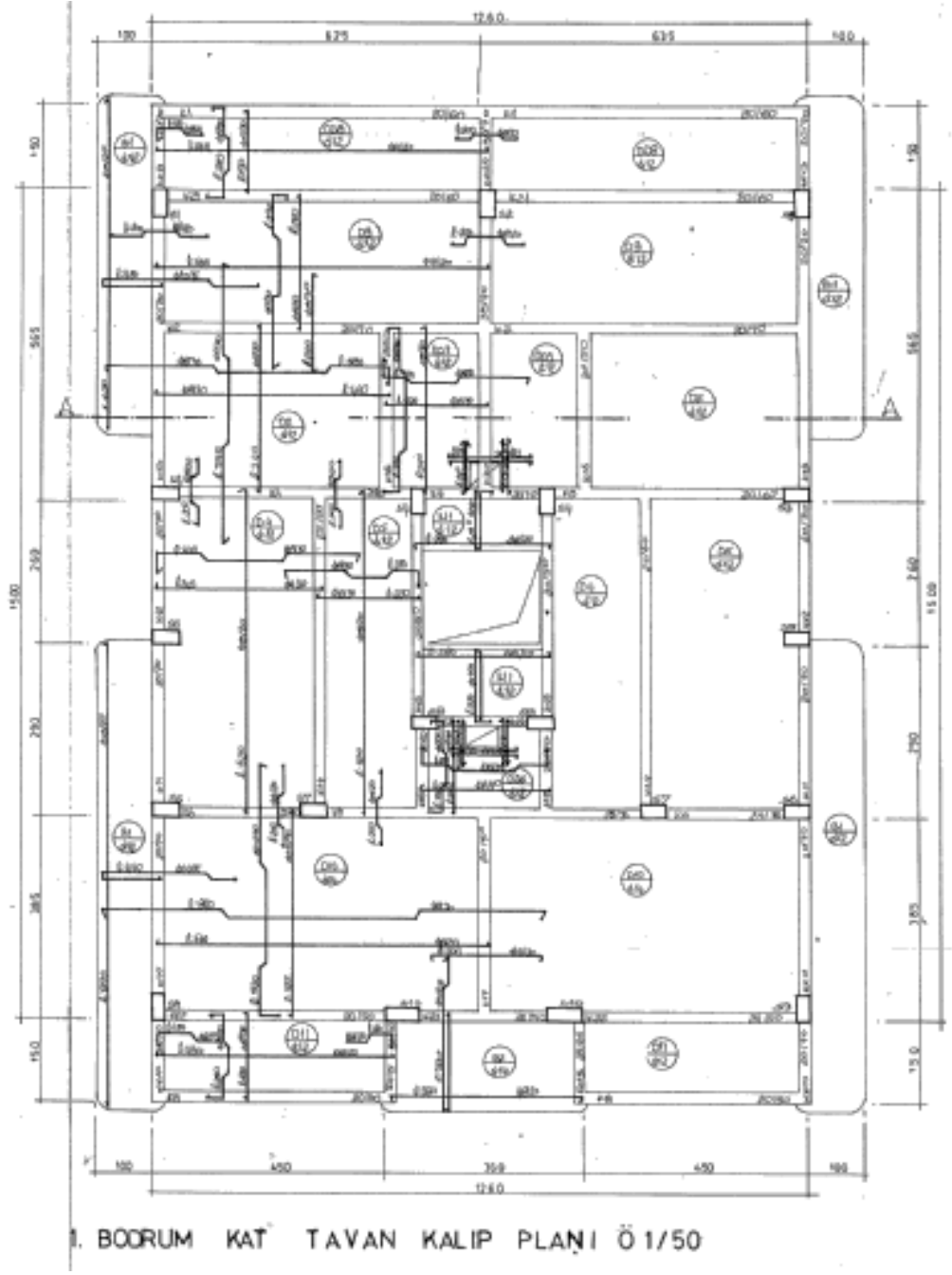
Şekil 4.8 : (11) Nolu bina temel aplikasyon planı



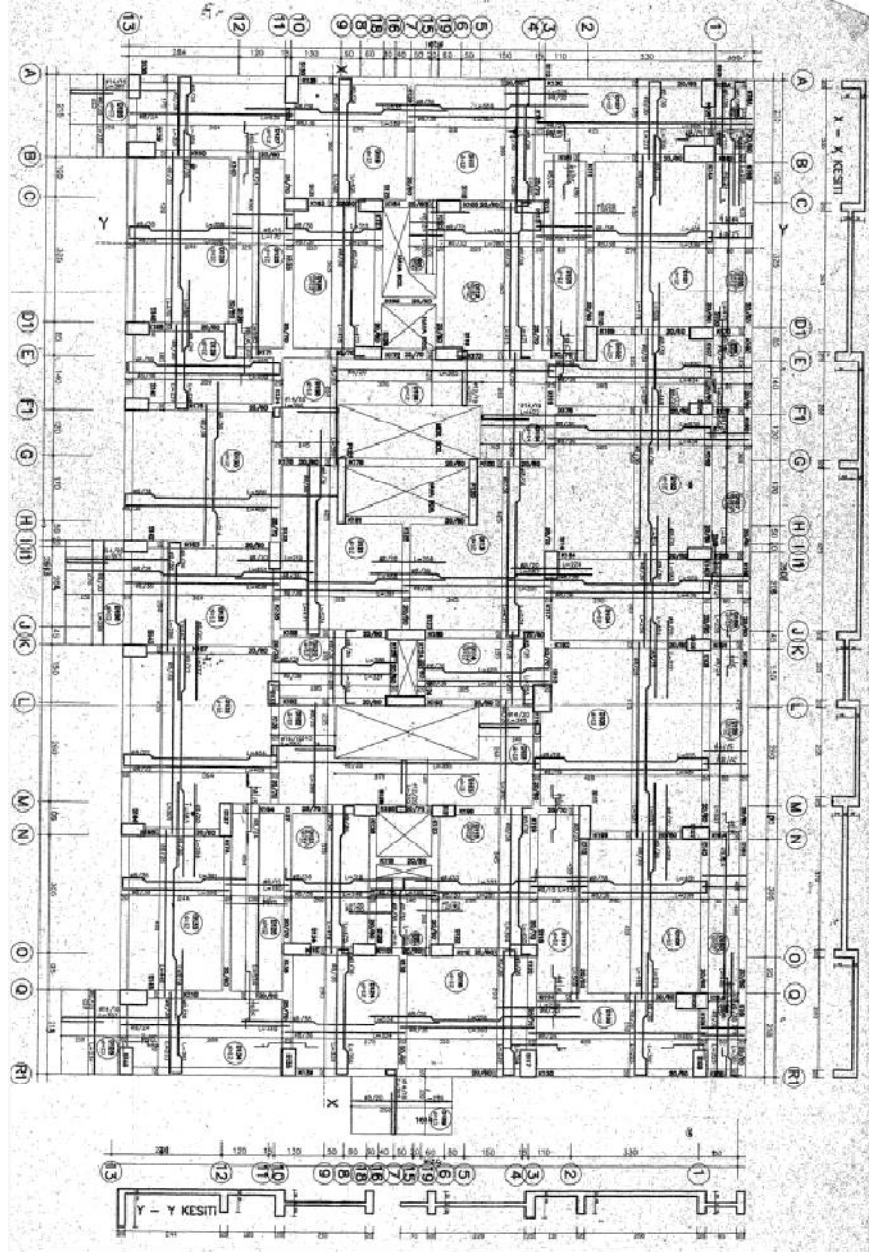
Şekil 4.9 : (11) Nolu bina zemin kat kalıp planı



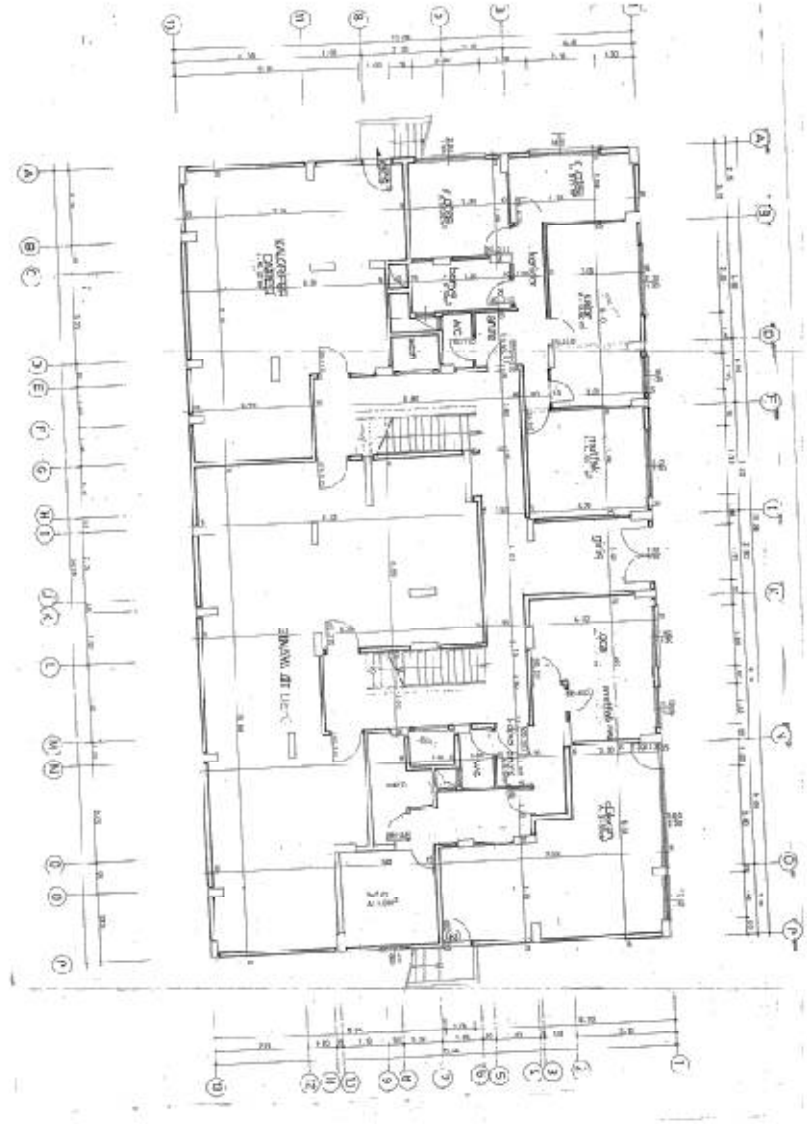
Şekil 4.10 : (9) Nolu bina temel aplikasyon planı



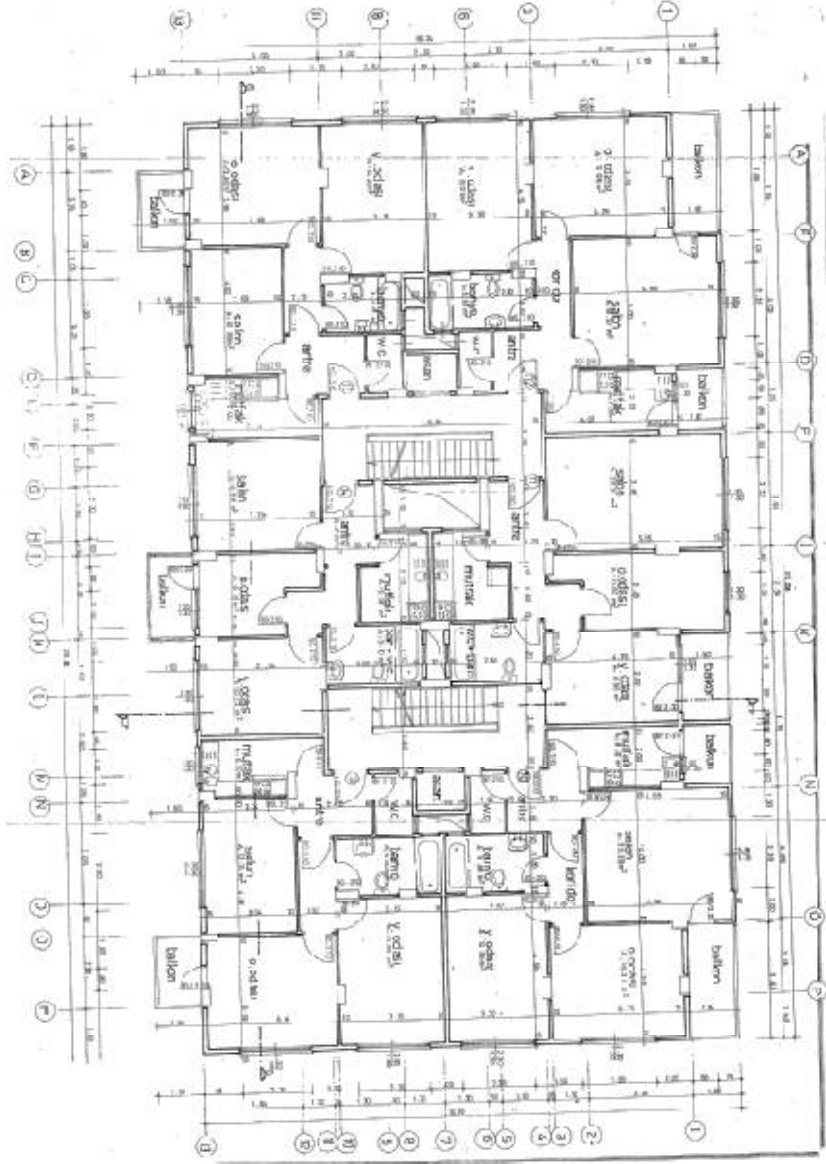
Şekil 4.12 : (9) Nolu bina 1.bodrum kat kalıp planı



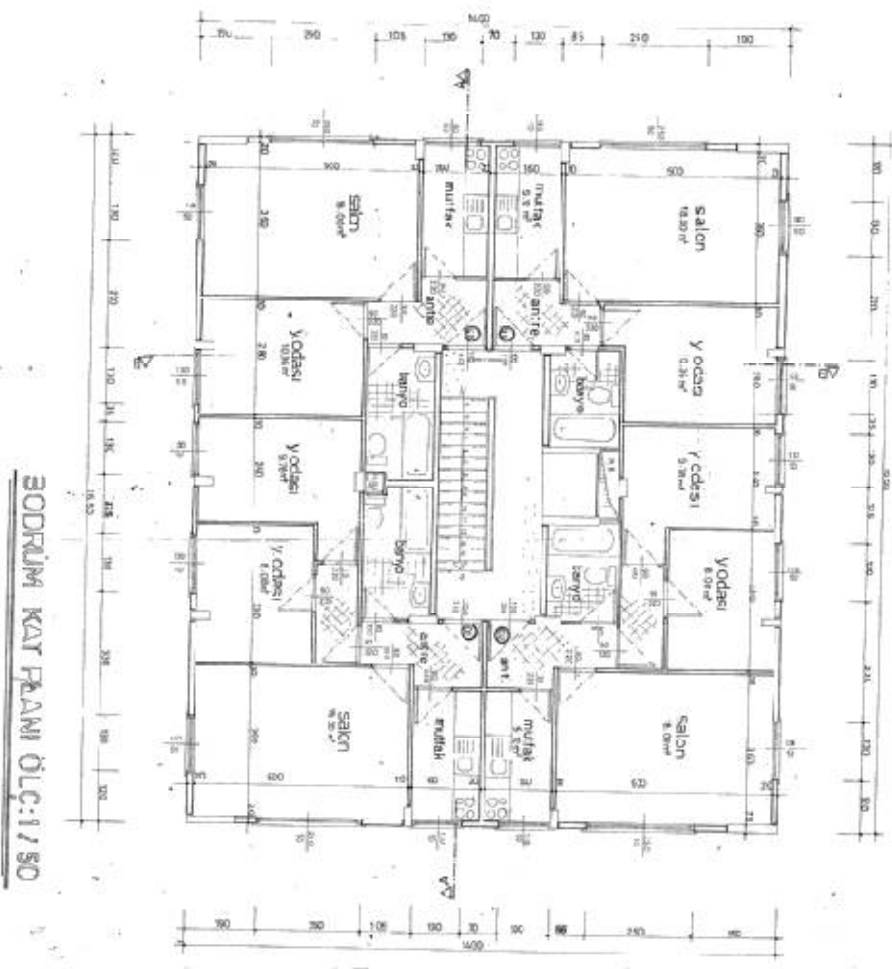
Şekil 4.15 : (6) Nolu bina kalıp planı



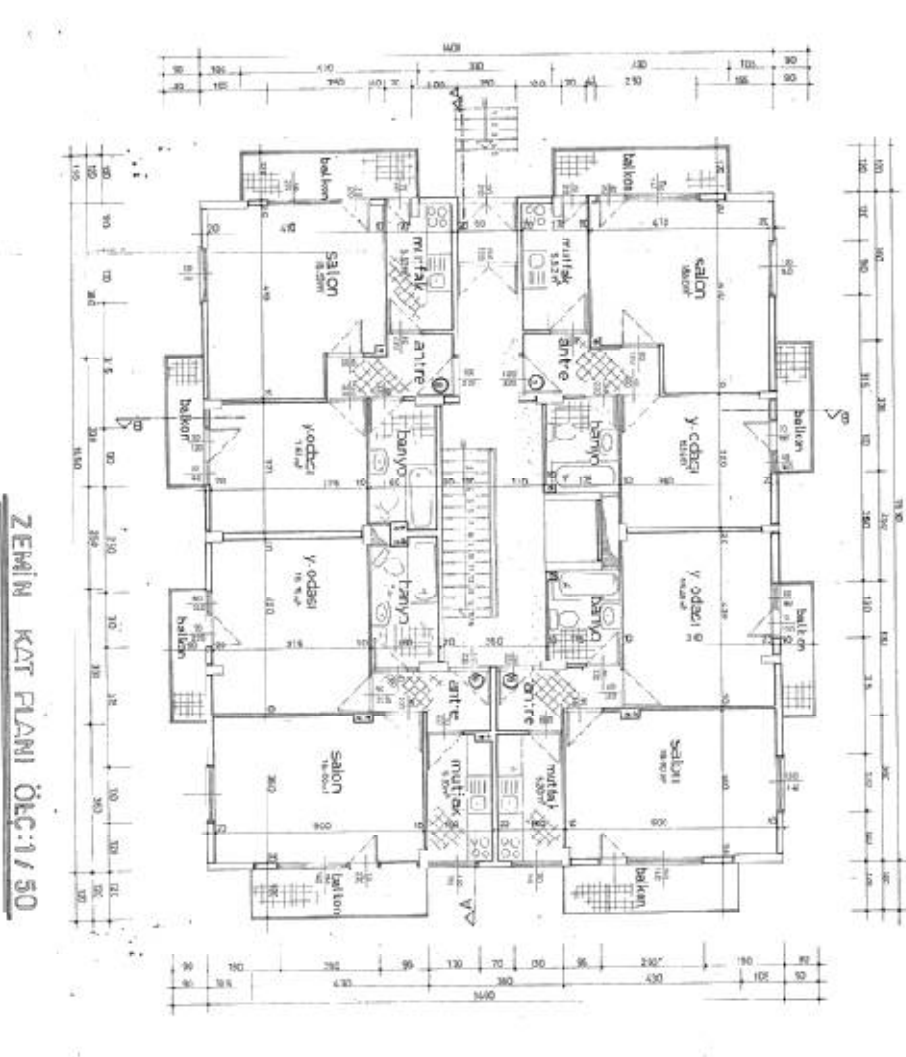
Şekil 4.16 : (6) Nolu bina mimari kat planları



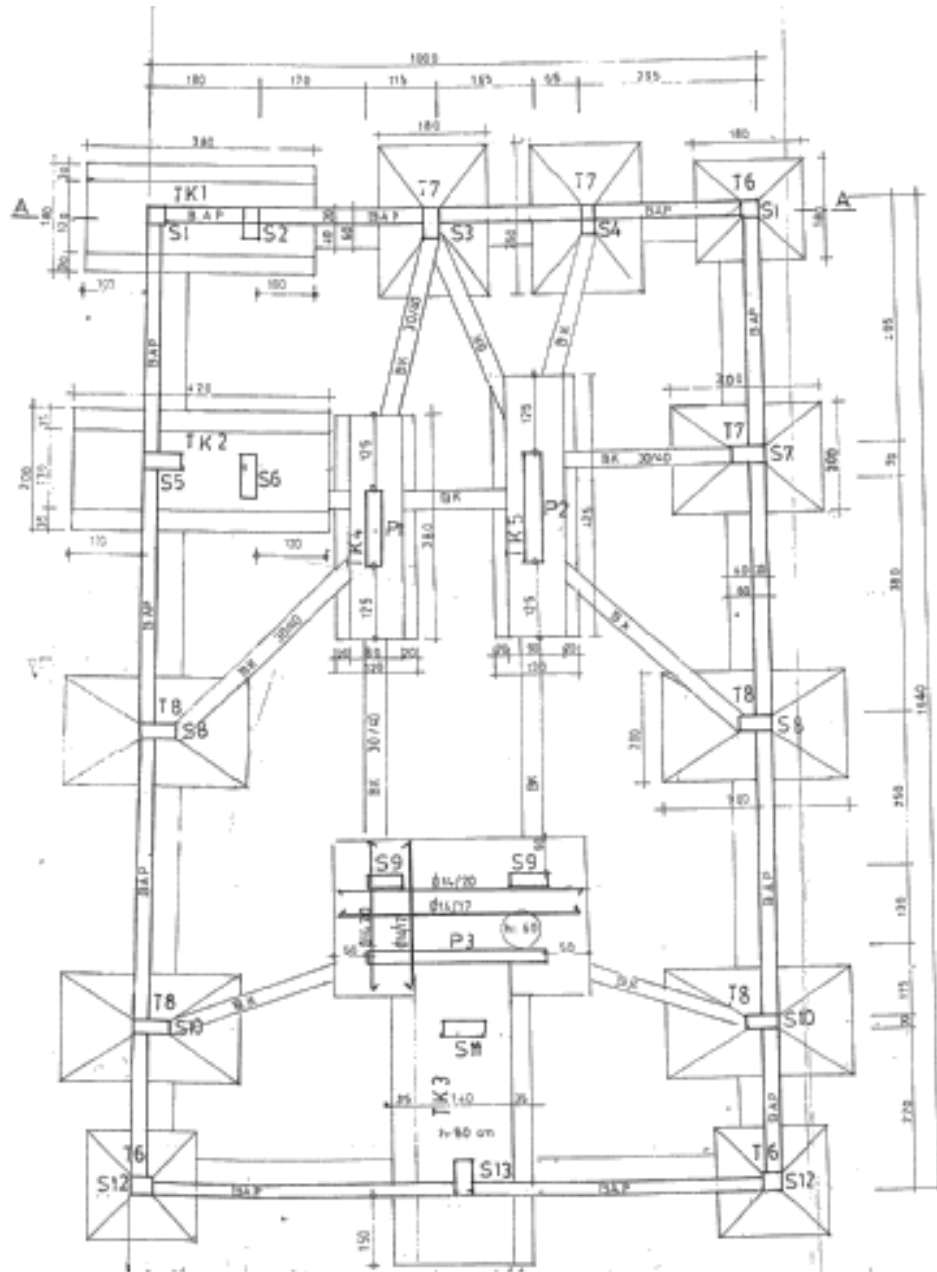
Şekil 4.17 : (6) Nolu bina mimari kat planları



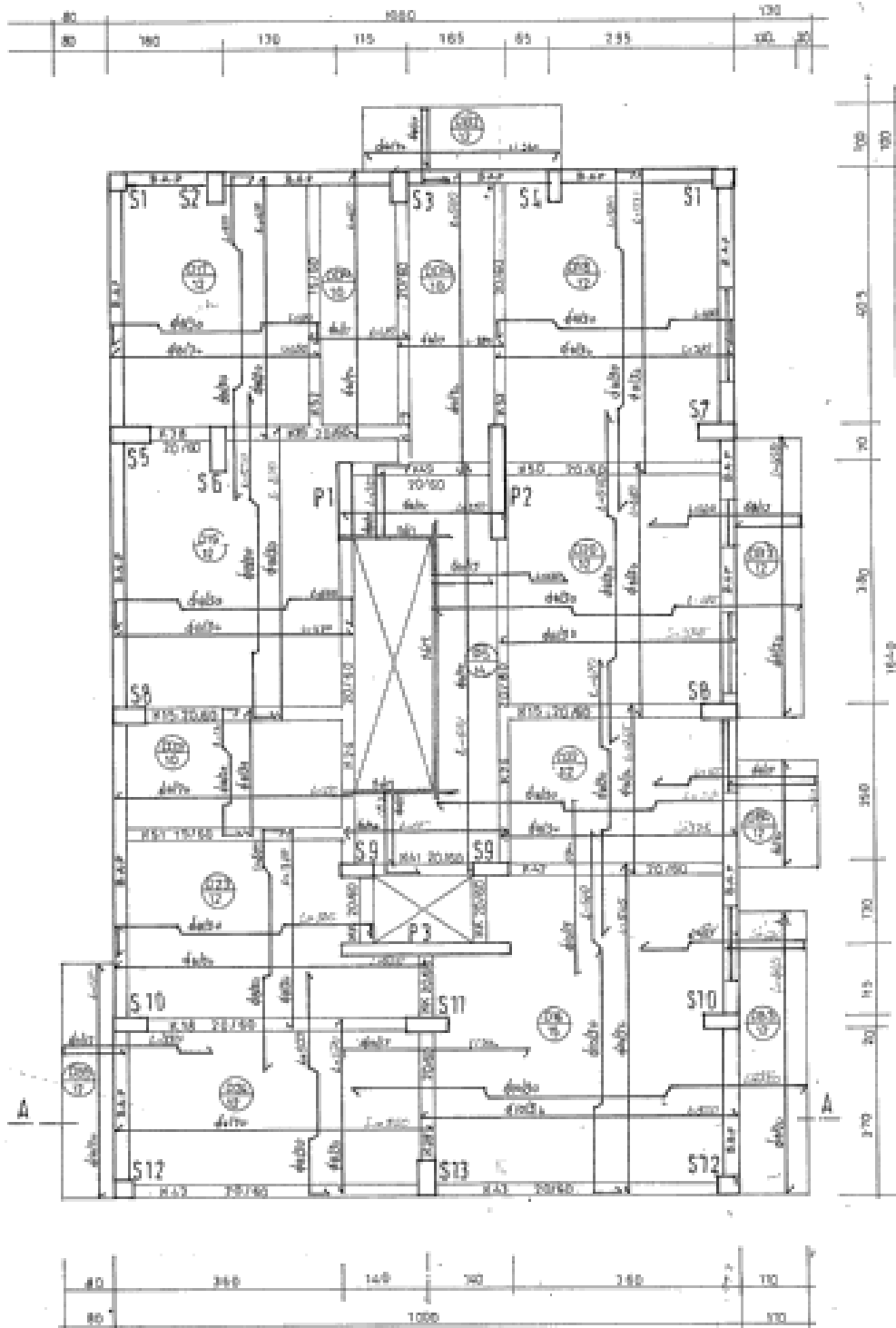
Şekil 4.18 : (15) Nolu bina mimari bodrum kat planı



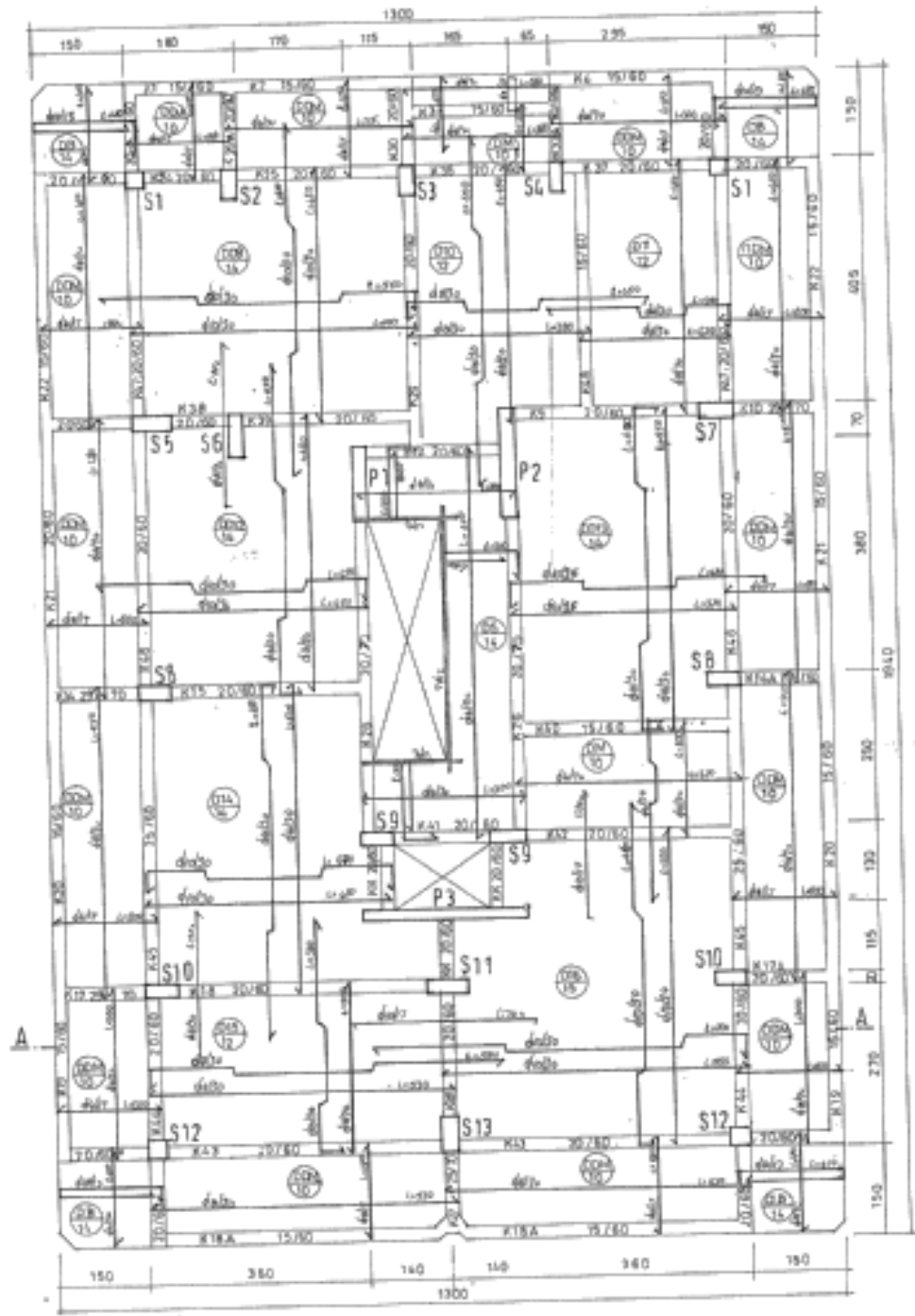
Şekil 4.19 : (15) Nolu bina mimari zemin kat planı



Şekil 4.20 : (15) Nolu bina temel aplikasyon planı



Şekil 4.21 : (15) Nolu bina bodrum kat kalıp planı



Şekil 4.22 : (15) Nolu bina zemin kat kalıp planı

4.1 Analizlerde Kullanılan Mevcut Beton Dayanımı ve Elastisite Modülü Hesap Çizelgeleri ile Saha Çalışmaları Sonucu Bulunan Donatı Gerçekleşme Oranları

Çizelge 4.3 : (1, 2, 6, 9, 11 ve 15) Nolu binaların mevcut beton dayanımı ve elastisite modülü

| 1 NOLU BİNA İÇİN MEVCUT BETON DAYANIMI VE ELASTİSİTE MODÜLÜ HESABI | | | | |
|--|--------|---|--|-----------------|
| KAROT NUMUNE DAYANIMLARI | No | Küp Dayanımı (Mpa) | ELASTİSİTE MODÜLÜ VE MEVCUT SİLİNDİR DAYANIM DEĞERLERİ | |
| | 1 | 26,5 | E= | 25197,782 (Mpa) |
| | 2 | 18,7 | Mevcut Silindir Dayanım(Mpa) = | 11,87 (Mpa) |
| | 3 | 12,7 | | |
| | 4 | 19,7 | Numune Sayısı= | 5 |
| | 5 | 17,2 | TS-500(2000)' E GÖRE ELASTİSİTE MODÜLÜ FORMÜLÜ | |
| Toplam | 94,80 | | | |
| Ortalama | 18,96 | $E_{ci} = 3250\sqrt{f_{ckj}} + 14000$ (MPa) | | |
| Standart Sapma | 4,99 | | | |
| Küp dayanım (Mpa) | 13,97 | | | |
| Silindir dayanımı (Mpa) | 11,87 | Silindir dayanım için seçilen katsayı | | 0,85 |
| 2 NOLU BİNA İÇİN MEVCUT BETON DAYANIMI VE ELASTİSİTE MODÜLÜ HESABI | | | | |
| KAROT NUMUNE DAYANIMLARI | No | Küp Dayanımı (Mpa) | ELASTİSİTE MODÜLÜ VE MEVCUT SİLİNDİR DAYANIM DEĞERLERİ | |
| | 1 | 22,8 | E= | 27819,513 (Mpa) |
| | 2 | 23,9 | Mevcut Silindir Dayanım(Mpa) = | 18,08 (Mpa) |
| | 3 | 21,1 | | |
| | 4 | 25 | Numune Sayısı= | 5 |
| | 5 | 21,6 | TS-500(2000)' E GÖRE ELASTİSİTE MODÜLÜ FORMÜLÜ | |
| Toplam | 114,40 | | | |
| Ortalama | 22,88 | $E_{ci} = 3250\sqrt{f_{ckj}} + 14000$ (MPa) | | |
| Standart Sapma | 1,61 | | | |
| Küp dayanım (Mpa) | 21,27 | | | |
| Silindir dayanımı (Mpa) | 18,08 | Silindir dayanım için seçilen katsayı | | 0,85 |

Çizelge 4.3 (devam) : (1, 2, 6, 9, 11 ve 15) Nolu binaların mevcut beton dayanımı ve elastisite modülü

| 6 NOLU BİNA İÇİN MEVCUT BETON DAYANIMI VE ELASTİSİTE MODÜLÜ HESABI | | | | |
|---|----|--------------------|--|-----------------|
| KAROT NUMUNE DAYANIMLARI | No | Küp Dayanımı (Mpa) | ELASTİSİTE MODÜLÜ VE MEVCUT SİLİNDİR DAYANIM DEĞERLERİ | |
| | 1 | 8,9 | E= | 22988,796 (Mpa) |
| | 2 | 10,6 | Mevcut Silindir Dayanım(Mpa) = | 7,65 (Mpa) |
| | 3 | 13,9 | | |
| | 4 | 21,4 | Numune Sayısı= | 5 |
| | 5 | 14,2 | TS-500(2000)' E GÖRE ELASTİSİTE MODÜLÜ FORMÜLÜ | |
| Toplam | | 69,00 | | |
| Ortalama | | 13,80 | $E_{ci} = 3250\sqrt{f_{ckj}} + 14000$ (MPa) | |
| Standart Sapma | | 4,80 | | |
| Küp dayanım (Mpa) | | 9,00 | | |
| Silindir dayanımı (Mpa) | | 7,65 | | |
| 9 NOLU BİNA İÇİN MEVCUT BETON DAYANIMI VE ELASTİSİTE MODÜLÜ HESABI | | | | |
| KAROT NUMUNE DAYANIMLARI | No | Küp Dayanımı (Mpa) | ELASTİSİTE MODÜLÜ VE MEVCUT SİLİNDİR DAYANIM DEĞERLERİ | |
| | 1 | 14,4 | E= | 22647,008 (Mpa) |
| | 2 | 9,9 | Mevcut Silindir Dayanım(Mpa) = | 7,08 (Mpa) |
| | 3 | 17,3 | | |
| | 4 | 14,3 | Numune Sayısı= | 5 |
| | 5 | 6,7 | TS-500(2000)' E GÖRE ELASTİSİTE MODÜLÜ FORMÜLÜ | |
| Toplam | | 62,60 | | |
| Ortalama | | 12,52 | $E_{ci} = 3250\sqrt{f_{ckj}} + 14000$ (MPa) | |
| Standart Sapma | | 4,19 | | |
| Küp dayanım (Mpa) | | 8,33 | | |
| Silindir dayanımı (Mpa) | | 7,08 | | |
| 11 NOLU BİNA İÇİN MEVCUT BETON DAYANIMI VE ELASTİSİTE MODÜLÜ HESABI | | | | |
| KAROT NUMUNE DAYANIMLARI | No | Küp Dayanımı (Mpa) | ELASTİSİTE MODÜLÜ VE MEVCUT SİLİNDİR DAYANIM DEĞERLERİ | |
| | 1 | 3 | E= | 20276,769 (Mpa) |
| | 2 | 9 | Mevcut Silindir Dayanım(Mpa) = | 3,73 (Mpa) |
| | 3 | 18,5 | | |
| | 4 | 13,2 | Numune Sayısı= | 5 |
| | 5 | 7,6 | TS-500(2000)' E GÖRE ELASTİSİTE MODÜLÜ FORMÜLÜ | |
| Toplam | | 51,30 | | |
| Ortalama | | 10,26 | $E_{ci} = 3250\sqrt{f_{ckj}} + 14000$ (MPa) | |
| Standart Sapma | | 5,87 | | |
| Küp dayanım (Mpa) | | 4,39 | | |
| Silindir dayanımı (Mpa) | | 3,73 | | |

Çizelge 4.3 (devam) : (1, 2, 6, 9, 11 ve 15) Nolu binaların mevcut beton dayanımı ve elastisite modülü

| 15 NOLU BİNA İÇİN MEVCUT BETON DAYANIMI VE ELASTİSİTE MODÜLÜ HESABI | | | | |
|---|----|--------------------|--|-----------------|
| KAROT NUMUNE DAYANIMLARI | No | Küp Dayanımı (Mpa) | ELASTİSİTE MODÜLÜ VE MEVCUT SİLİNDİR DAYANIM DEĞERLERİ | |
| | 1 | 12,27 | E= | 22022,512 (Mpa) |
| | 2 | 14,47 | Mevcut Silindir Dayanım(Mpa) = | 6,09 (Mpa) |
| | 3 | 11,82 | | |
| | 4 | 6,83 | Numune Sayısı= | 5 |
| | 5 | 7,21 | TS-500(2000)' E GÖRE ELASTİSİTE MODÜLÜ FORMÜLÜ | |
| Toplam | | 52,60 | | |
| Ortalama | | 10,52 | $E_{ci} = 3250 \sqrt{f_{ckj}} + 14000$ (MPa) | |
| Standart Sapma | | 3,35 | | |
| Küp dayanım (Mpa) | | 7,17 | | |
| Silindir dayanımı (Mpa) | | 6,09 | | |
| | | | Silindir dayanım için seçilen katsayı | 0,85 |

Çizelge 4.4 : Tahribatlı yöntem (sıyırma işlemi) ve tahribatsız yöntem (röntgen işlemi) uygulanan yapı elemanlarında donatı tespiti

| BİNA NO | İŞLEM | PROJEDEKİ İŞİM | MODELLEMEDEKİ İŞİM | KESİT (cm) | | MEVCUT DONATI | | |
|---------|---------|----------------|--------------------|------------|----|-----------------------|----|------------------|
| | | | | | | BAŞLIK(ADET/ÇAP) (mm) | | As(mevcut) (mm2) |
| 1 | SIYIRMA | S9 | SZ17 | 24 | 24 | 4 | 16 | 804,247719 |
| | | S10 | SZ18 | 24 | 30 | 4 | 14 | 615,75216 |
| | | S11 | SZ21 | 24 | 30 | 4 | 16 | 804,247719 |
| | RÖNTGEN | S6 | SZ11 | 24 | 24 | 4 | 16 | 804,247719 |
| | | S7 | SZ12 | 24 | 30 | 4 | 16 | 804,247719 |
| | | S4 | SZ06 | 24 | 30 | 4 | 16 | 804,247719 |
| 2 | SIYIRMA | S5 | SZ05 | 25 | 40 | 6 | 14 | 923,62824 |
| | | S8 | SZ08 | 25 | 40 | 4 | 14 | 615,75216 |
| | | S12 | SZ12 | 25 | 30 | 6 | 16 | 1206,37158 |
| | RÖNTGEN | S4 | SZ04 | 25 | 40 | 4 | 14 | 615,75216 |
| | | S11 | SZ11 | 25 | 50 | 4 | 14 | 615,75216 |
| | | S15 | SZ15 | 25 | 30 | 4 | 14 | 615,75216 |
| 11 | SIYIRMA | S108 | SZ15 | 30 | 50 | 6 | 16 | 1206,37158 |
| | | S109 | SZ16 | 30 | 50 | 6 | 16 | 1206,37158 |
| | | S18A | SZ18 | 30 | 50 | 6 | 16 | 1206,37158 |
| | RÖNTGEN | S15A | SZ10 | 30 | 50 | 6 | 16 | 1206,37158 |
| | | S106 | SZ11 | 30 | 50 | 10 | 16 | 2010,6193 |
| | | S19A | SZ17 | 30 | 50 | 10 | 16 | 2010,6193 |
| 9 | SIYIRMA | S1 | SB201 | 30 | 75 | 6 | 14 | 923,62824 |
| | | S1(simetriği) | SB203 | 30 | 75 | 10 | 14 | 1539,3804 |
| | | S3 | SB207 | 30 | 70 | 6 | 14 | 923,62824 |
| | RÖNTGEN | S7 | SB213 | 30 | 75 | 6 | 16 | 1206,37158 |
| | | S8 | SB210 | 25 | 50 | 6 | 16 | 1206,37158 |
| | | S8(simetriği) | SB211 | 25 | 50 | 6 | 16 | 1206,37158 |

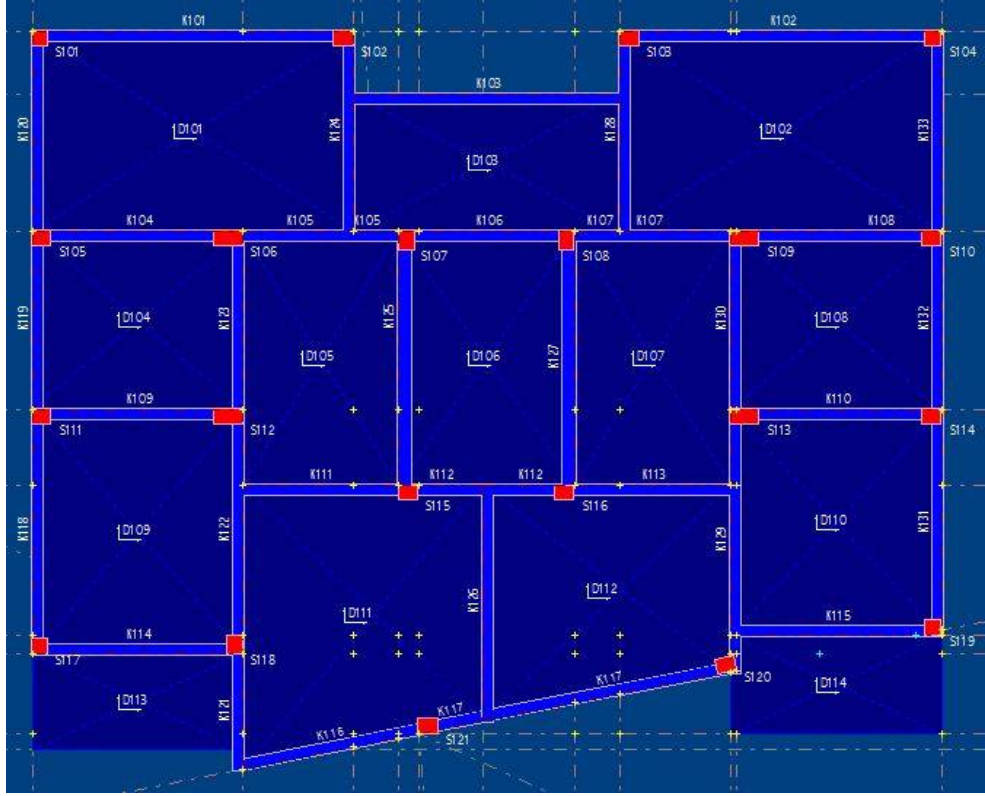
Çizelge 4.4 (devam) : Tahribatlı yöntem (sıyırma işlemi) ve tahribatsız yöntem (röntgen işlemi) uygulanan yapı elemanlarında donatı tespiti

| BİNA NO | İŞLEM | PROJEDEKİ İSİM | MODELLEMEDEKİ İSİM | KESİT | | MEVCUT DONATI | | |
|---------------|---------|----------------|--------------------|-------|----|------------------|----|------------|
| | | | | | | BAŞLIK(ADET/ÇAP) | | As(mevcut) |
| 6 | SIYIRMA | S241 | SZ41 | 30 | 60 | 6 | 14 | 923,62824 |
| | | S242 | SZ42 | 30 | 60 | 6 | 14 | 923,62824 |
| | | S245 | SZ45 | 35 | 70 | 8 | 14 | 1231,50432 |
| | | S246 | SZ46 | 35 | 70 | 6 | 14 | 923,62824 |
| | | S217 | SZ17 | 40 | 70 | 6 | 14 | 923,62824 |
| | RÖNTGEN | S201 | SZ01 | 40 | 80 | 6 | 14 | 923,62824 |
| | | S205 | SZ05 | 30 | 60 | 6 | 14 | 923,62824 |
| | | S206 | SZ06 | 30 | 60 | 6 | 14 | 923,62824 |
| | | S209 | SZ09 | 35 | 70 | 6 | 14 | 923,62824 |
| | | S218 | SZ19 | 30 | 60 | 6 | 14 | 923,62824 |
| | | S222 | SZ22 | 30 | 60 | 6 | 14 | 923,62824 |
| | | S225 | SZ23 | 30 | 60 | 6 | 14 | 923,62824 |
| | | S238 | SZ38 | 30 | 60 | 8 | 14 | 1231,50432 |
| | 15 | SIYIRMA | S12(simetriği) | SB21 | 40 | 40 | 6 | 14 |
| S1(simetriği) | | | SB05 | 40 | 40 | 6 | 14 | 923,62824 |
| S8 | | | SB11 | 30 | 80 | 8 | 14 | 1231,50432 |
| RÖNTGEN | | S3 | SB03 | 30 | 60 | 8 | 14 | 1231,50432 |
| | | S10(simetriği) | SB18 | 30 | 80 | 8 | 14 | 1231,50432 |
| | | S1 | SB01 | 40 | 40 | 6 | 14 | 923,62824 |

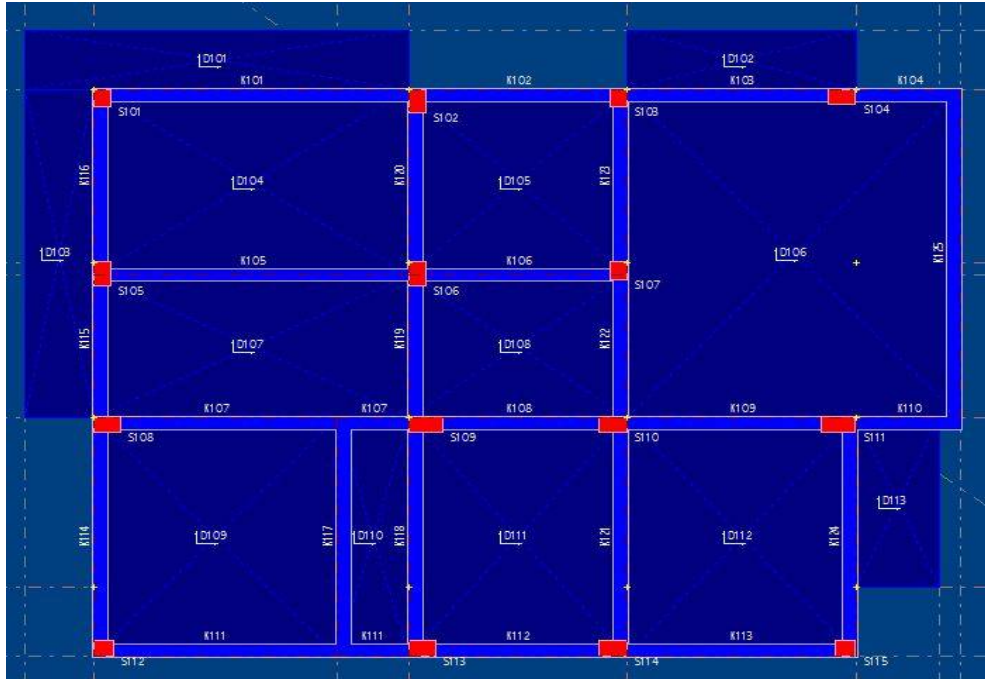
Çizelge 4.5 : Saha çalışmaları ile bulunan donatılara göre donatı gerçekleştirme oranları

| BİNA NO | PROJEDEKİ DONATI | | As(proje) | DONATI GERÇEKLEŞME ORANI (%) |
|---------|------------------|----|-----------|------------------------------|
| | BAŞLIK(ADET/ÇAP) | | | |
| 1 | 4 | 14 | 615,7522 | 88,59543818 |
| | 6 | 14 | 923,6282 | |
| | 6 | 14 | 923,6282 | |
| | 4 | 14 | 615,7522 | |
| | 6 | 14 | 923,6282 | |
| | 8 | 14 | 1231,504 | |
| 2 | 4 | 16 | 804,2477 | 94,68911917 |
| | 4 | 16 | 804,2477 | |
| | 4 | 14 | 615,7522 | |
| | 4 | 16 | 804,2477 | |
| | 6 | 16 | 1206,372 | |
| | 4 | 14 | 615,7522 | |
| 11 | 8 | 16 | 1608,495 | 91,66666667 |
| | 8 | 16 | 1608,495 | |
| | 8 | 16 | 1608,495 | |
| | 8 | 16 | 1608,495 | |
| | 8 | 16 | 1608,495 | |
| | 8 | 16 | 1608,495 | |
| 9 | 12 | 16 | 2412,743 | 51,24080882 |
| | 12 | 16 | 2412,743 | |
| | 12 | 16 | 2412,743 | |
| | 16 | 16 | 3216,991 | |
| | 8 | 16 | 1608,495 | |
| | 8 | 16 | 1608,495 | |
| 6 | 10 | 16 | 2010,619 | 41,85416667 |
| | 10 | 16 | 2010,619 | |
| | 14 | 16 | 2814,867 | |
| | 14 | 16 | 2814,867 | |
| | 14 | 16 | 2814,867 | |
| | 14 | 16 | 2814,867 | |
| | 10 | 16 | 2010,619 | |
| | 10 | 16 | 2010,619 | |
| | 14 | 16 | 2814,867 | |
| | 10 | 16 | 2010,619 | |
| | 10 | 16 | 2010,619 | |
| | 10 | 16 | 2010,619 | |
| 15 | 8 | 16 | 1608,495 | 50,24414063 |
| | 8 | 16 | 1608,495 | |
| | 14 | 16 | 2814,867 | |
| | 12 | 16 | 2412,743 | |
| | 14 | 16 | 2814,867 | |
| | 8 | 16 | 1608,495 | |

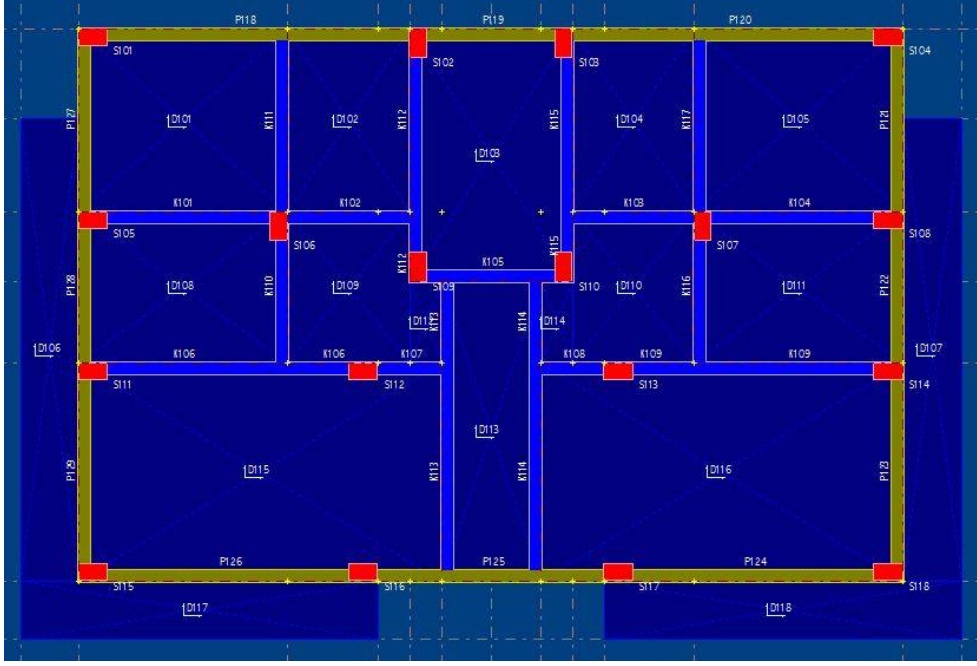
4.2. Seçilen Yapıların Mevcut Durumdaki Sta4Cad Modellemeleri



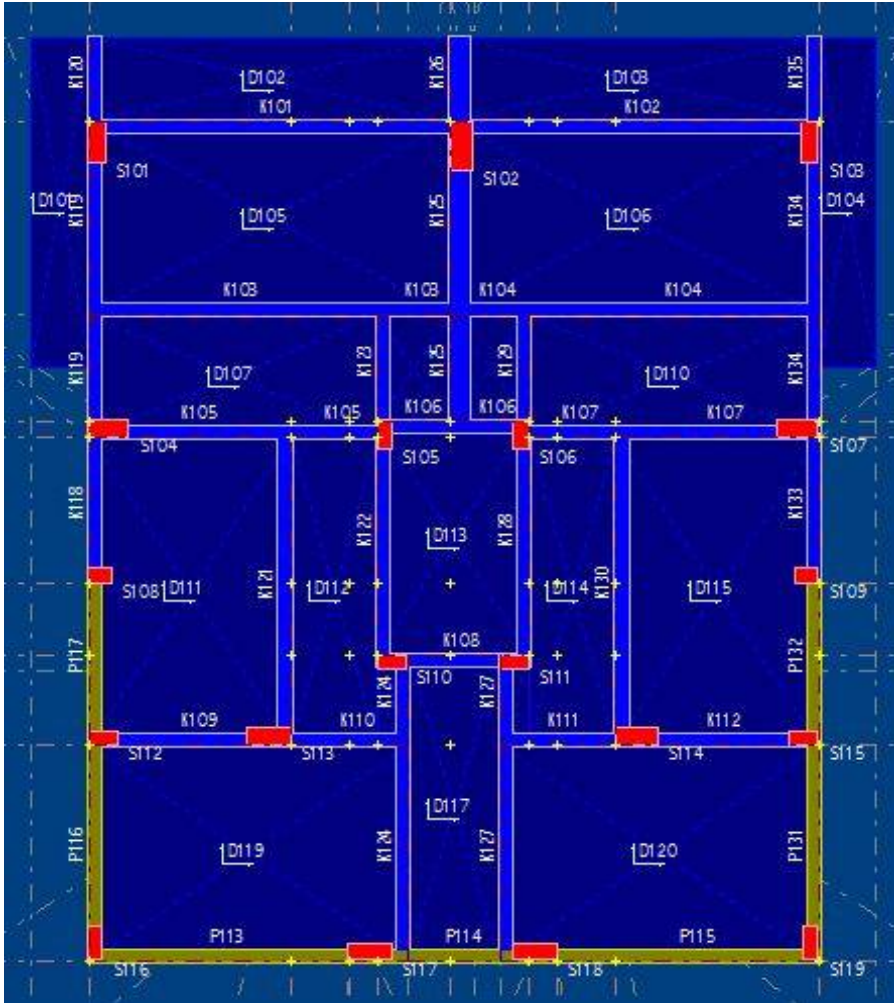
Şekil 4.23 : (1) Nolu bina modelleme kat planı



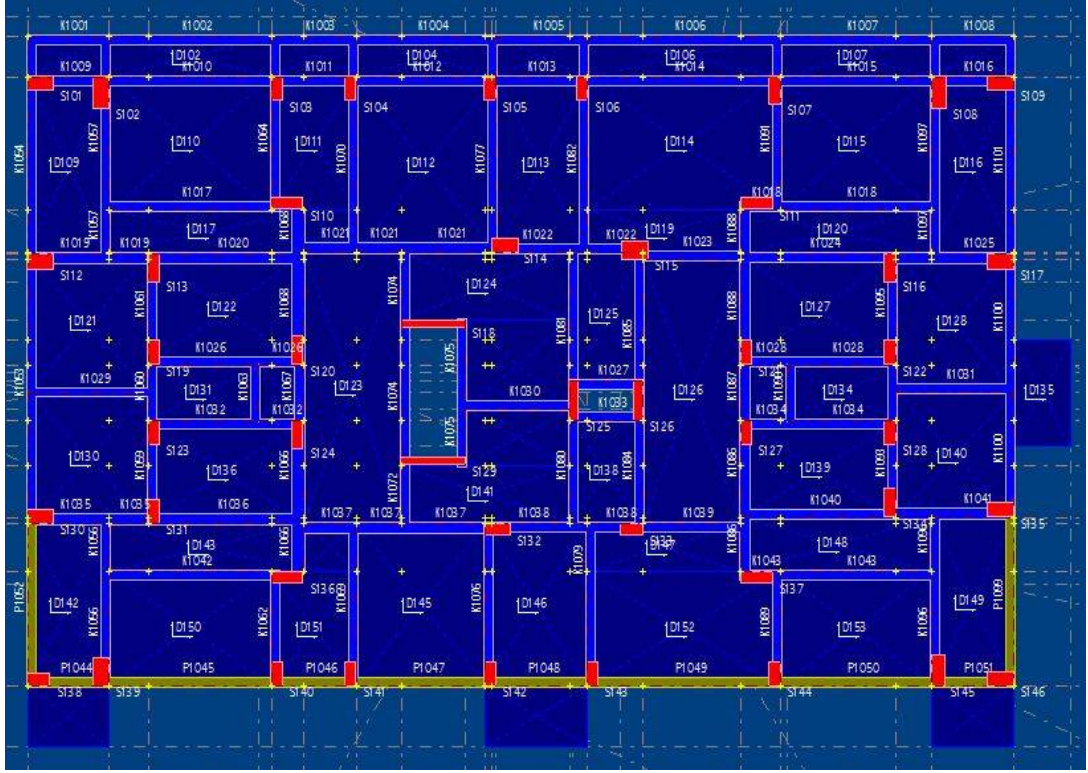
Şekil 4.24 : (2) Nolu bina modelleme kat planı



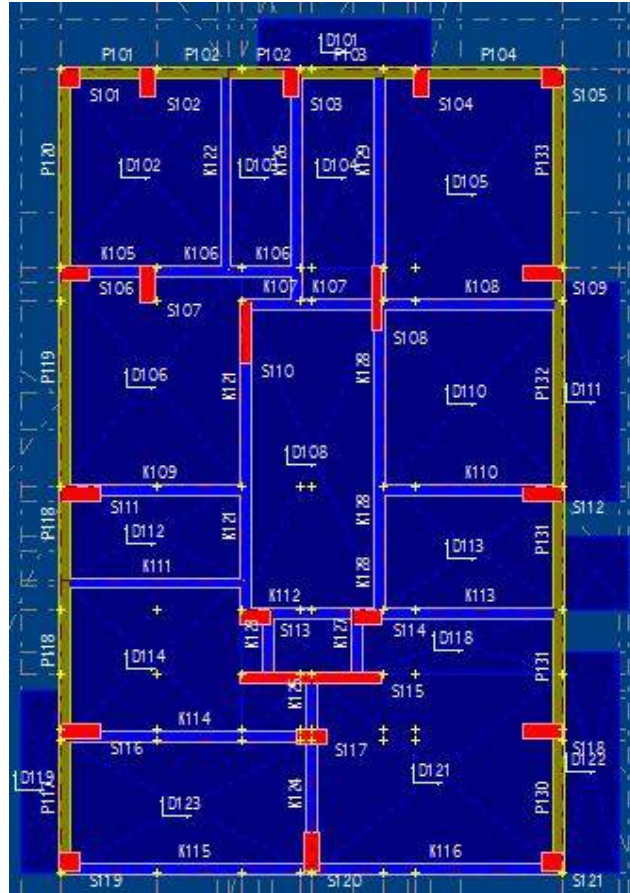
Şekil 4.25 : (11) Nolu bina modelleme kat planı



Şekil 4.26 : (9) Nolu bina modelleme kat planı

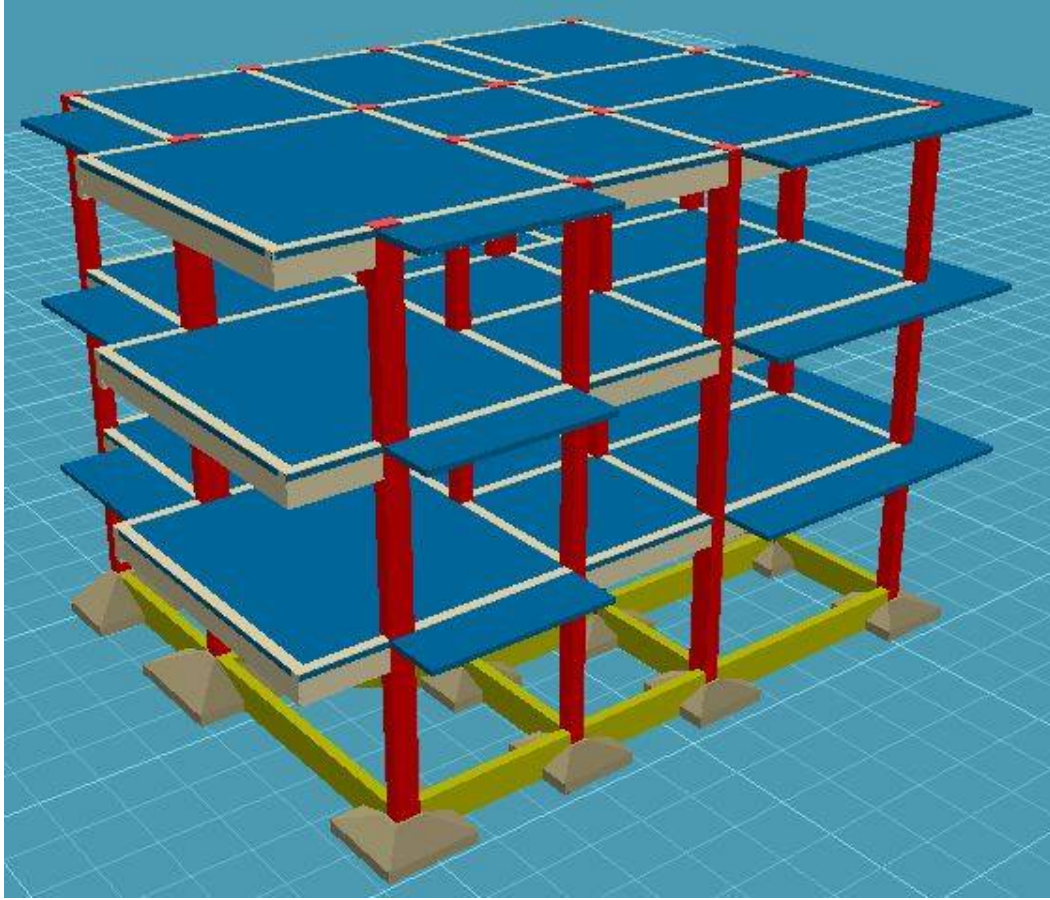


Şekil 4.27 : (6) Nolu bina modelleme kat planı

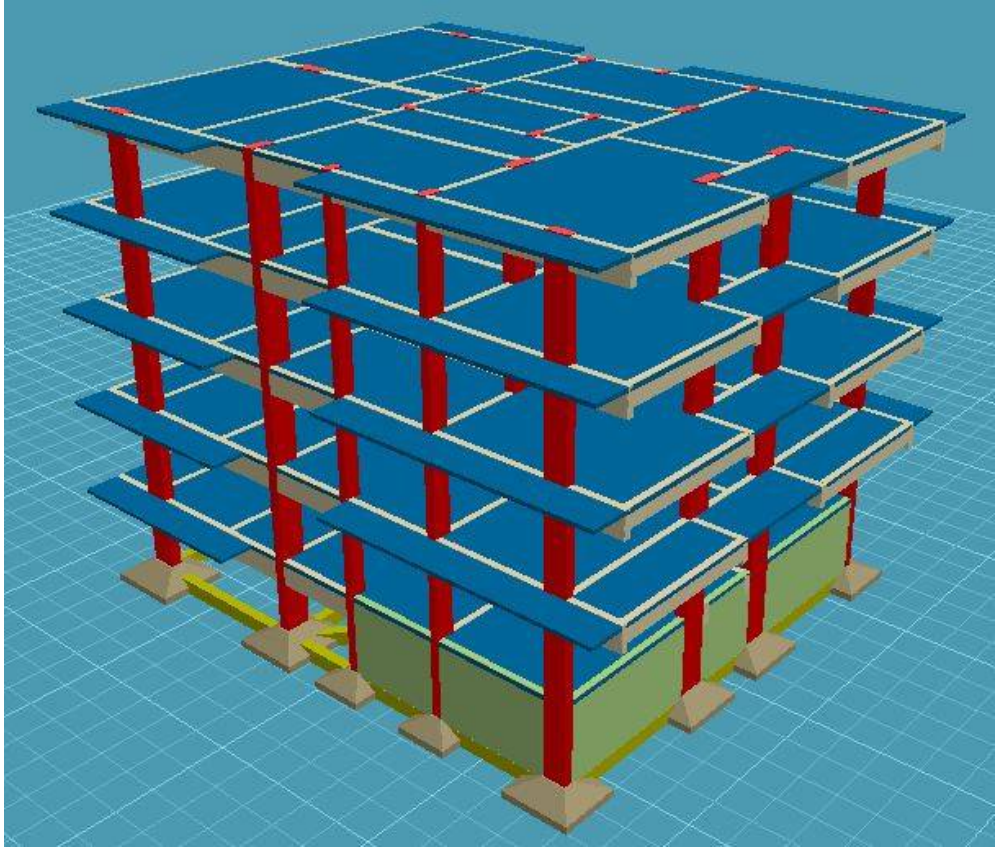


Şekil 4.28 : (15) Nolu bina modelleme kat planı

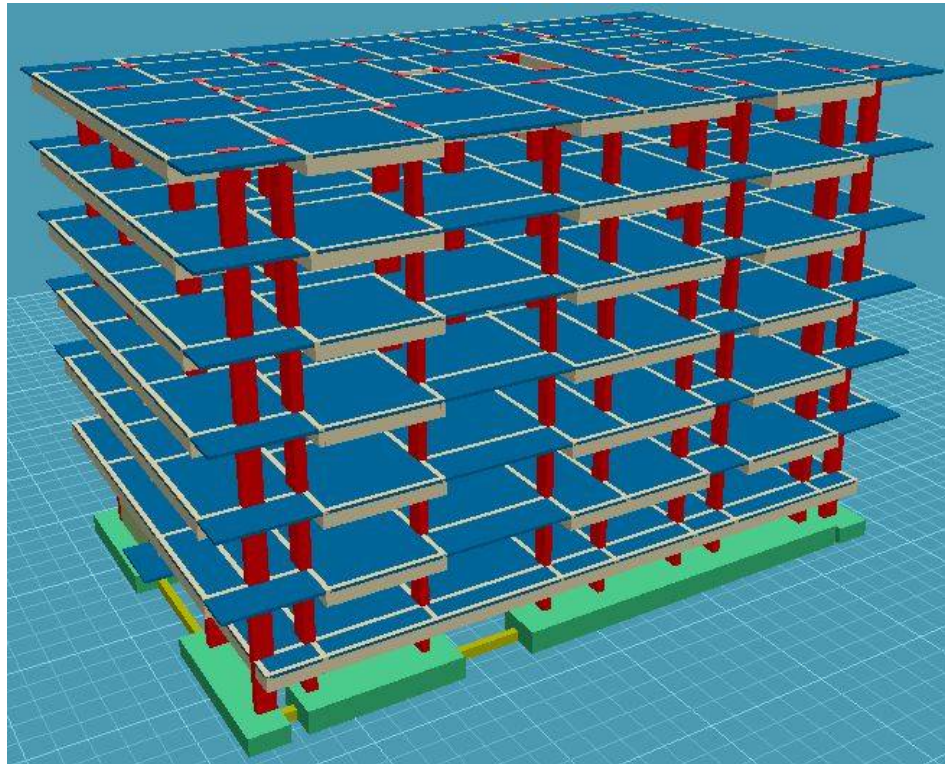
4.3. Seçilen Yapılardan Yapıların Mevcut Durumdaki Sta4Cad 3D Modelleri



Şekil 4.29 : (2) Nolu bina üç boyutlu modeli

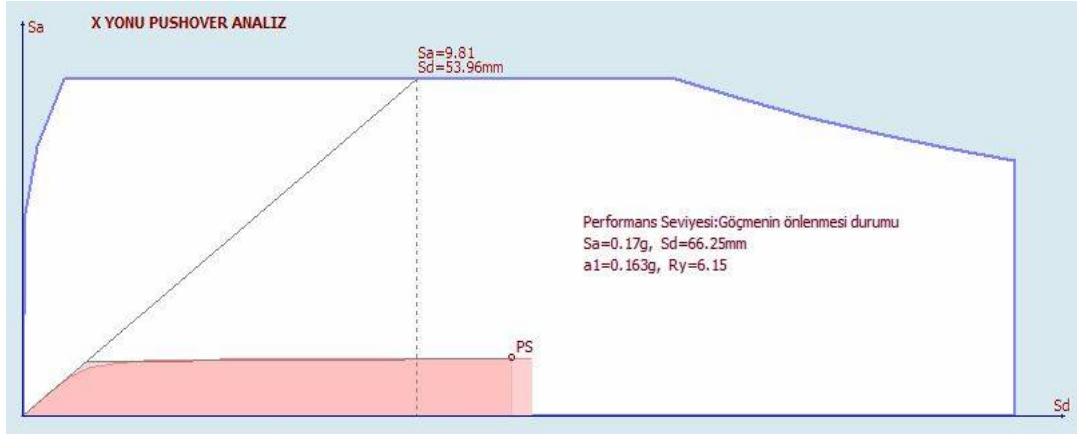


Şekil 4.30 : (9) Nolu bina üç boyutlu modeli

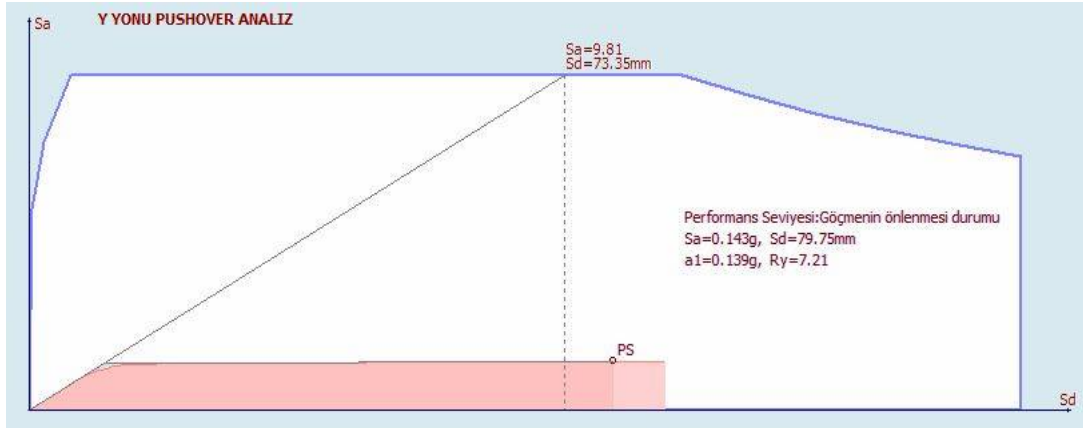


Şekil 4.31 : (6) Nolu bina üç boyutlu modeli

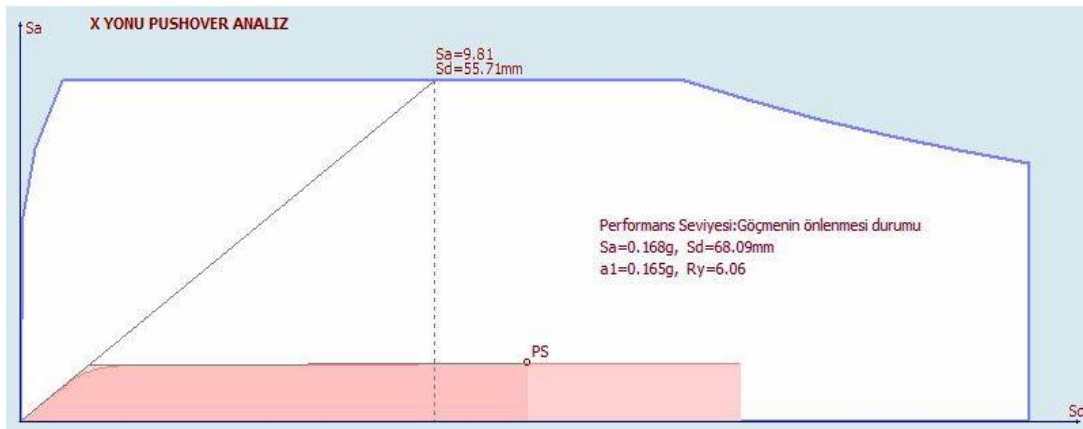
4.4. Seçilen Yapıların Mevcut Durum Performans Analiz Sonuçları



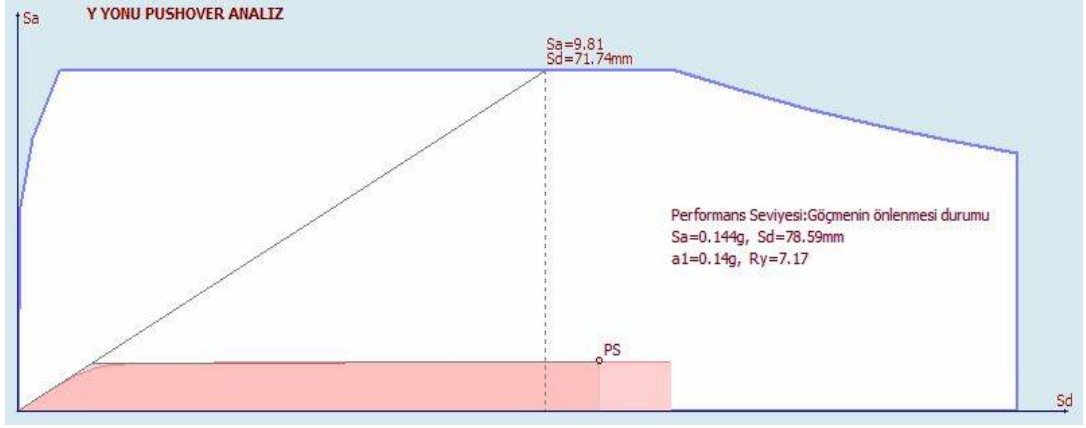
Şekil 4.32 : (1) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY)



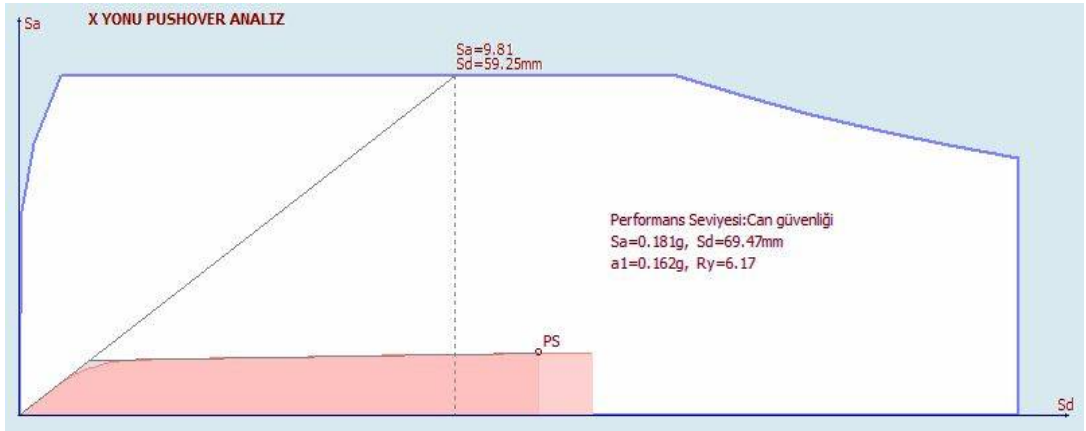
Şekil 4.33 : (1) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY)



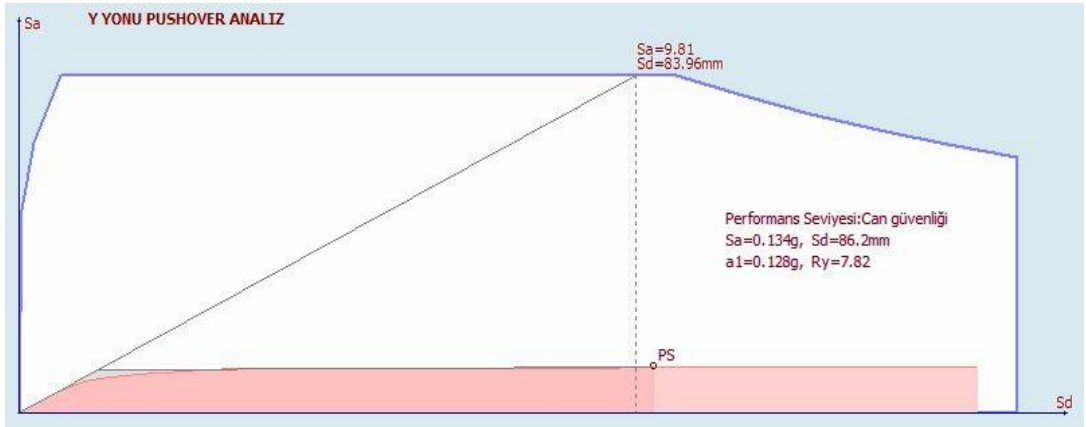
Şekil 4.34 : (2) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY)



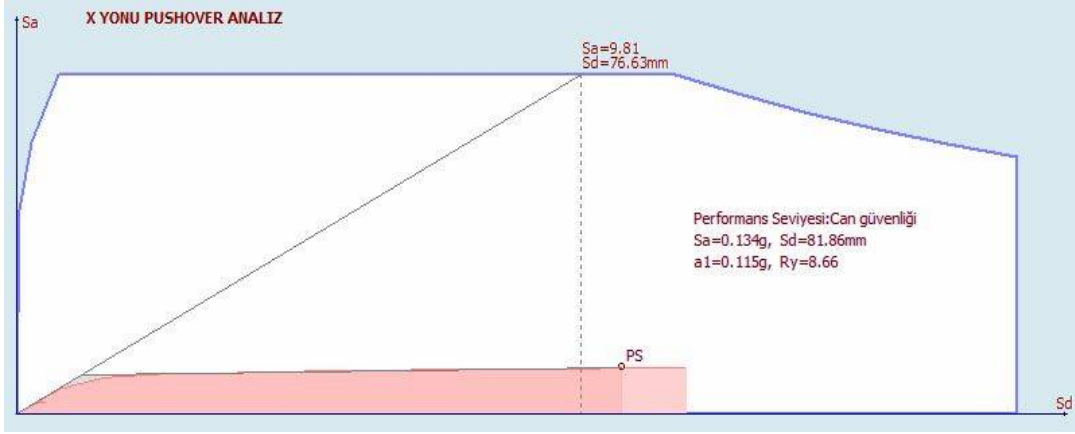
Şekil 4.35 : (2) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY)



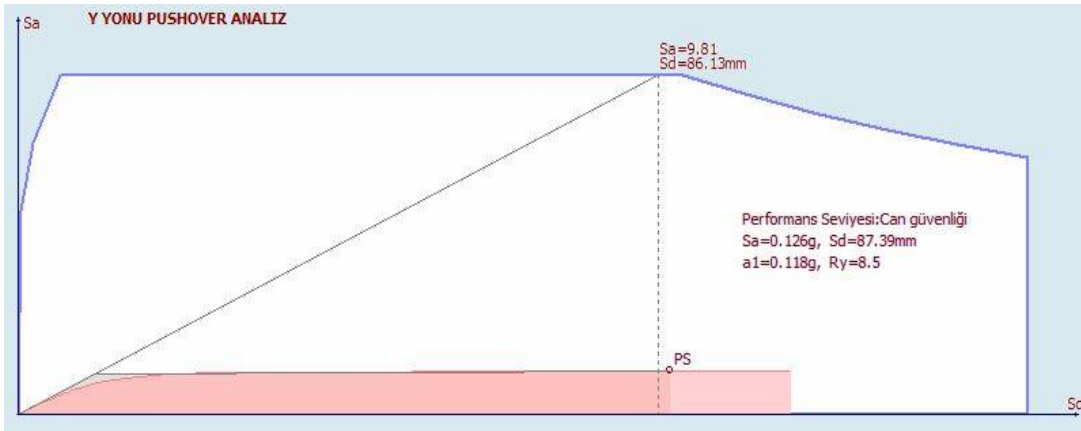
Şekil 4.36 : (11) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY)



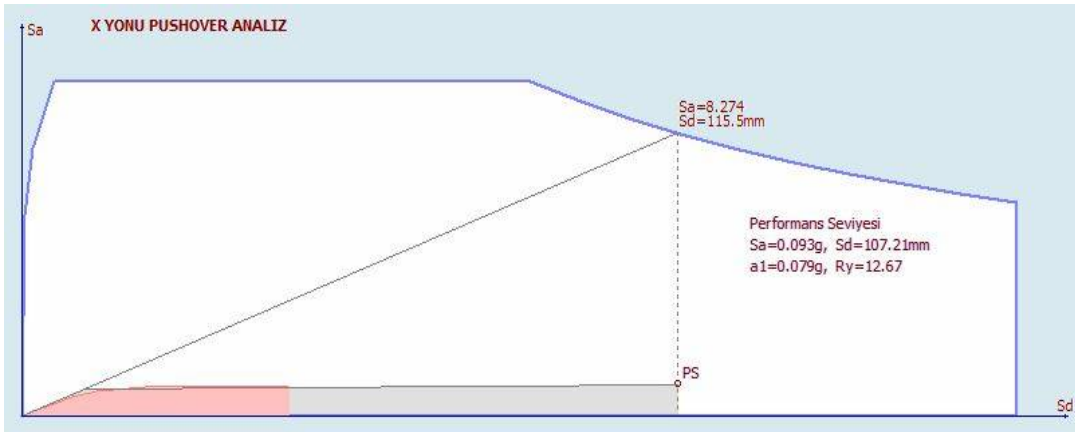
Şekil 4.37 : (11) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY)



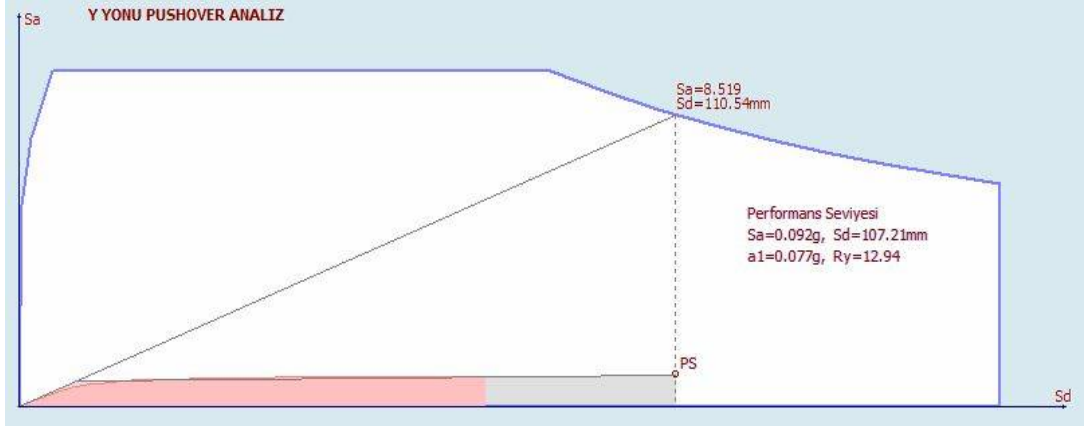
Şekil 4.38 : (9) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY)



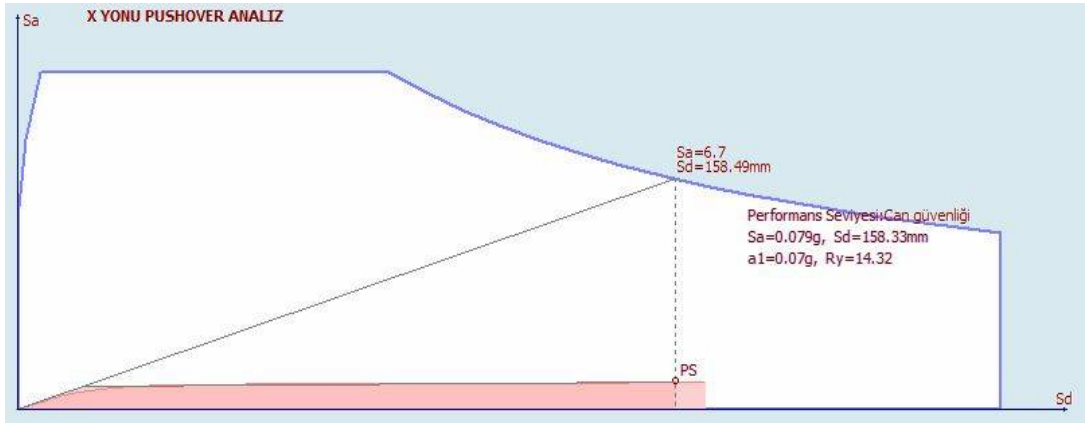
Şekil 4.39 : (9) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY)



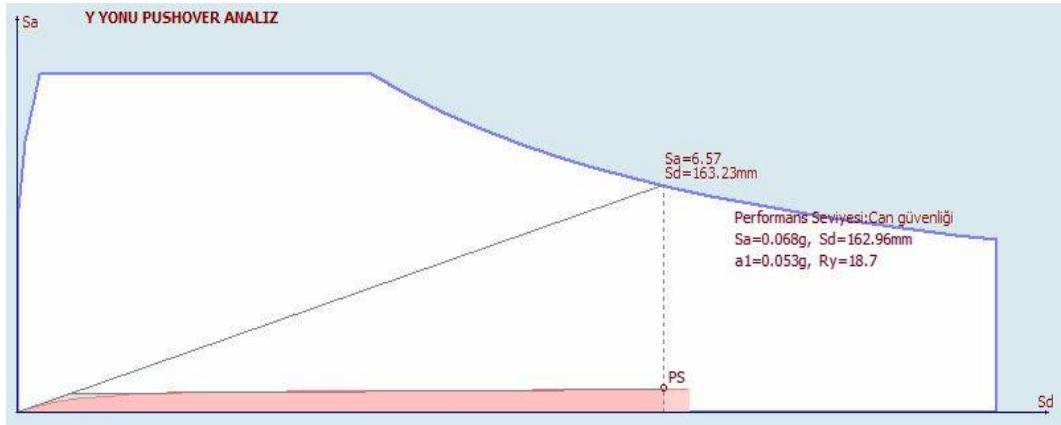
Şekil 4.40 : (6) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY)



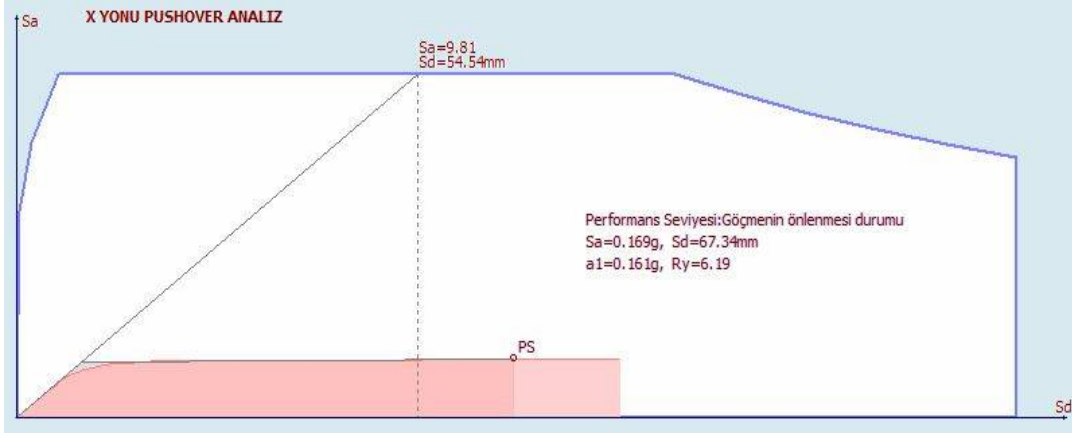
Şekil 4.41 : (6) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY)



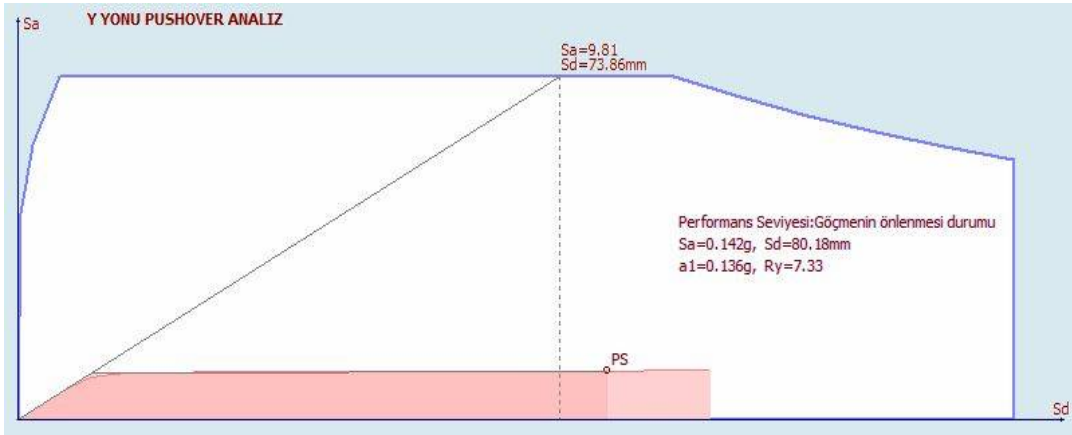
Şekil 4.42 : (15) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY)



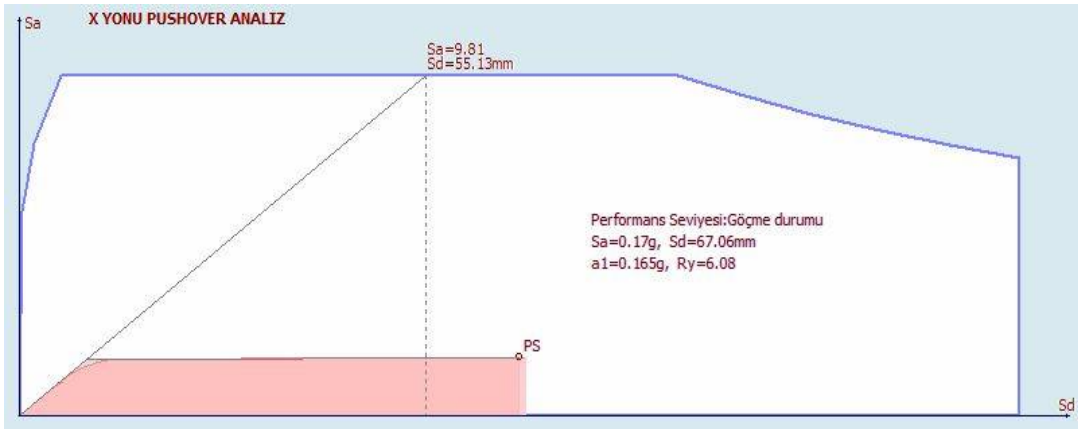
Şekil 4.43 : (15) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY)



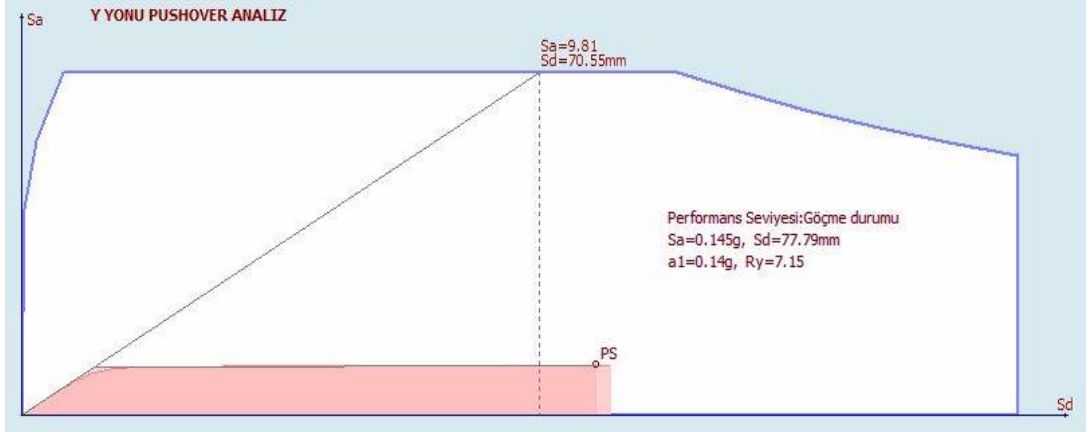
Şekil 4.44 : (1) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY)



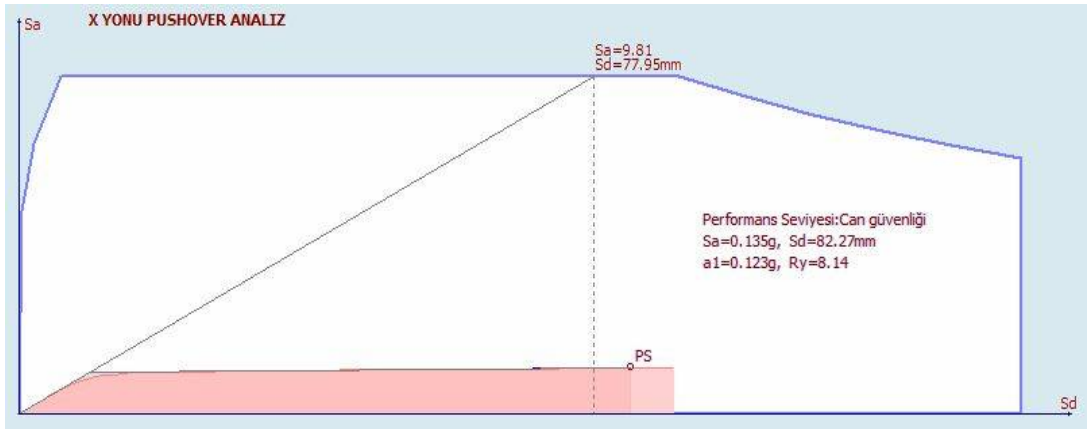
Şekil 4.45 : (1) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY)



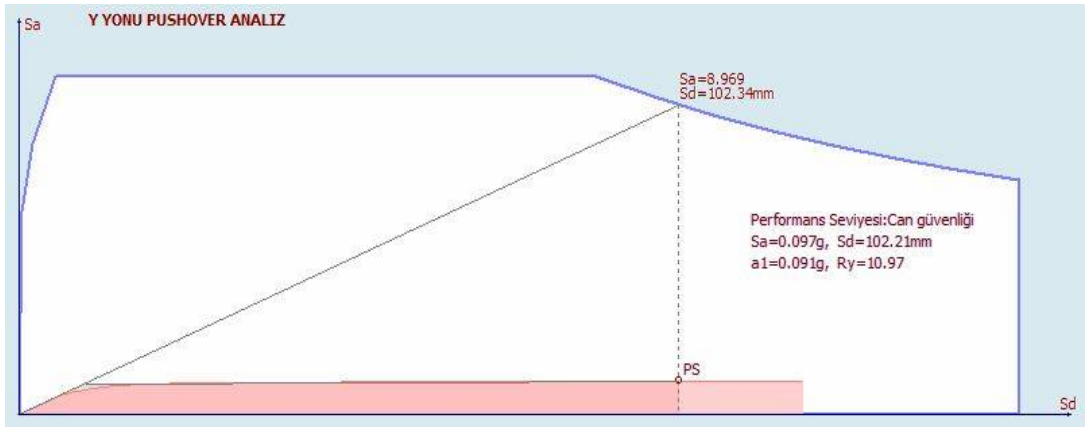
Şekil 4.46 : (2) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY)



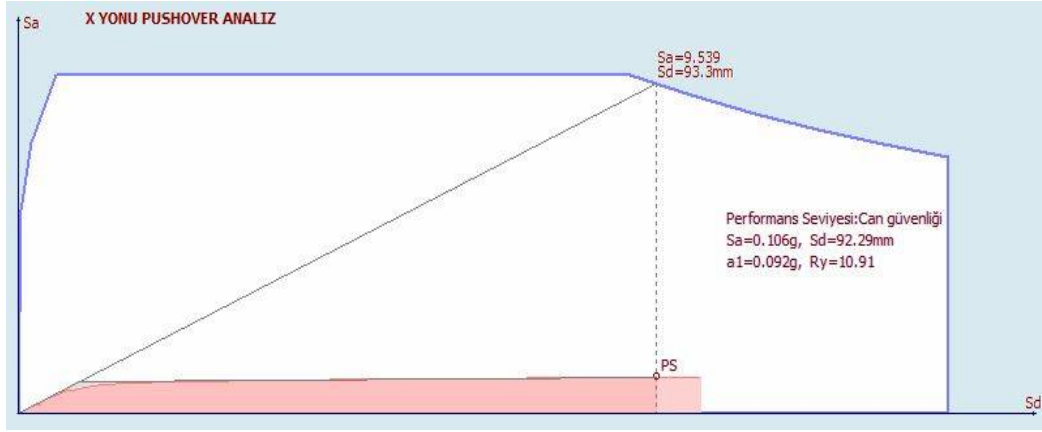
Şekil 4.47 : (2) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY)



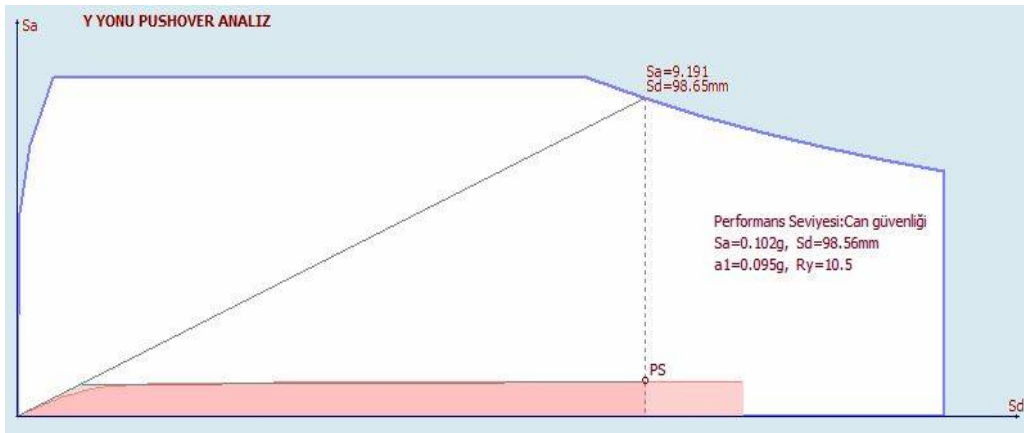
Şekil 4.48 : (11) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY)



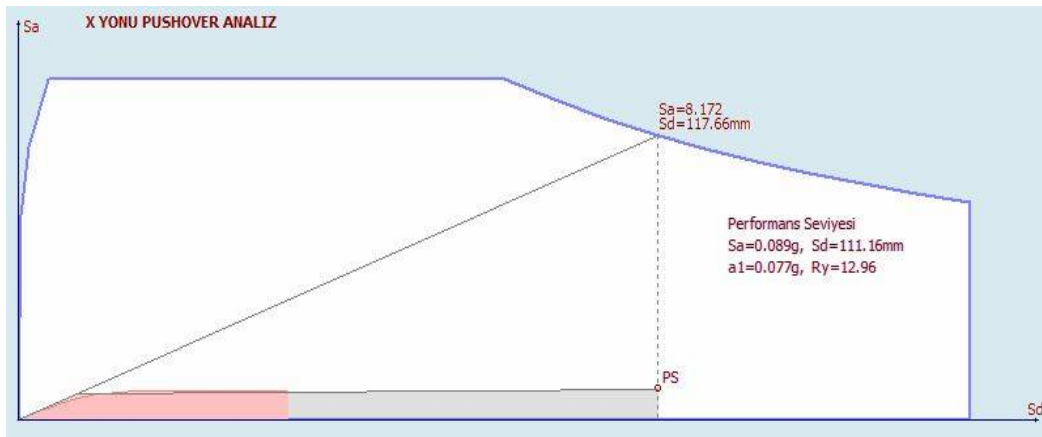
Şekil 4.49 : (11) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY)



Şekil 4.50 : (9) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY)



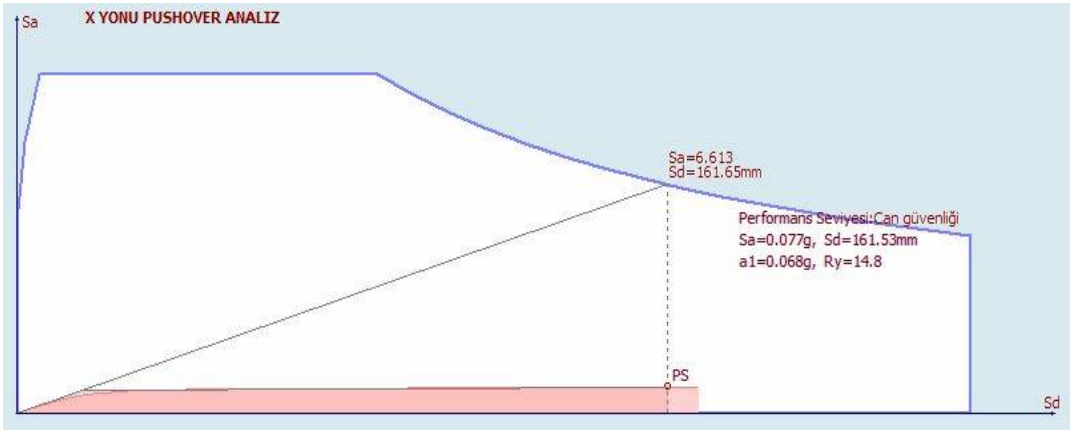
Şekil 4.51 : (9) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY)



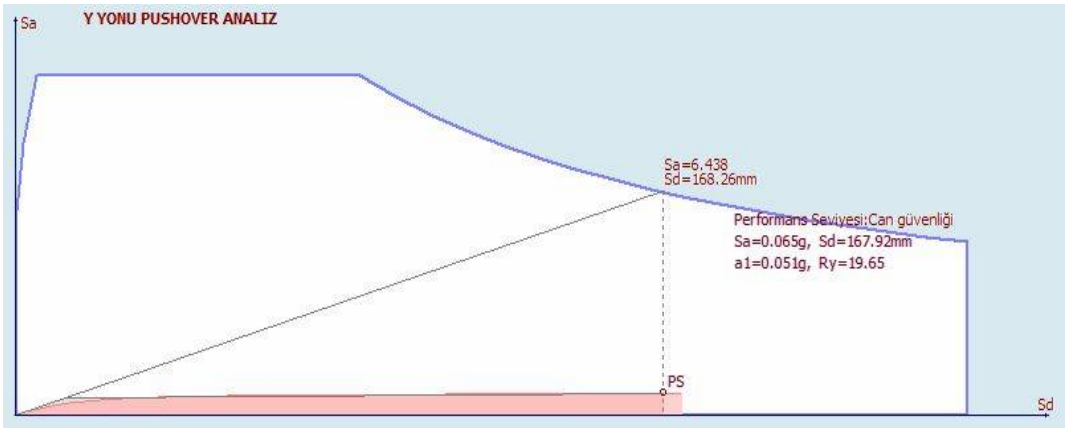
Şekil 4.52 : (6) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY)



Şekil 4.53 : (6) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY)

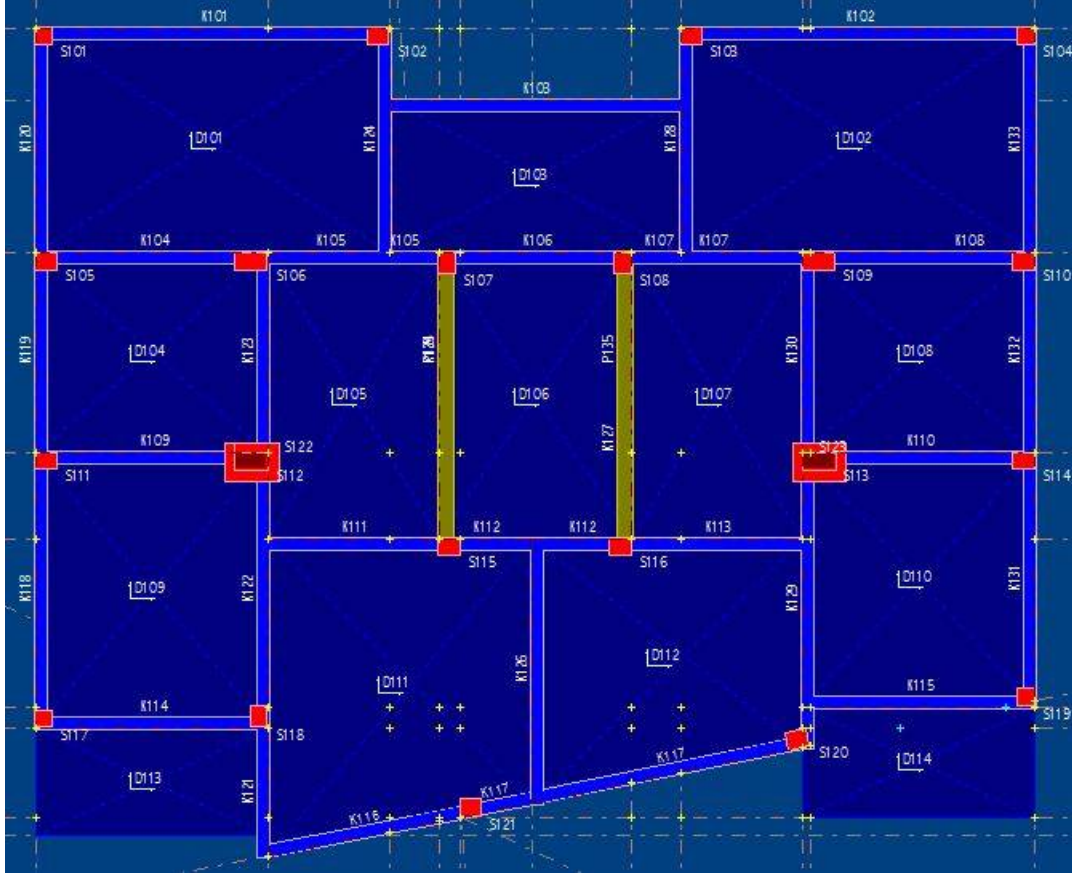


Şekil 4.54 : (15) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY)

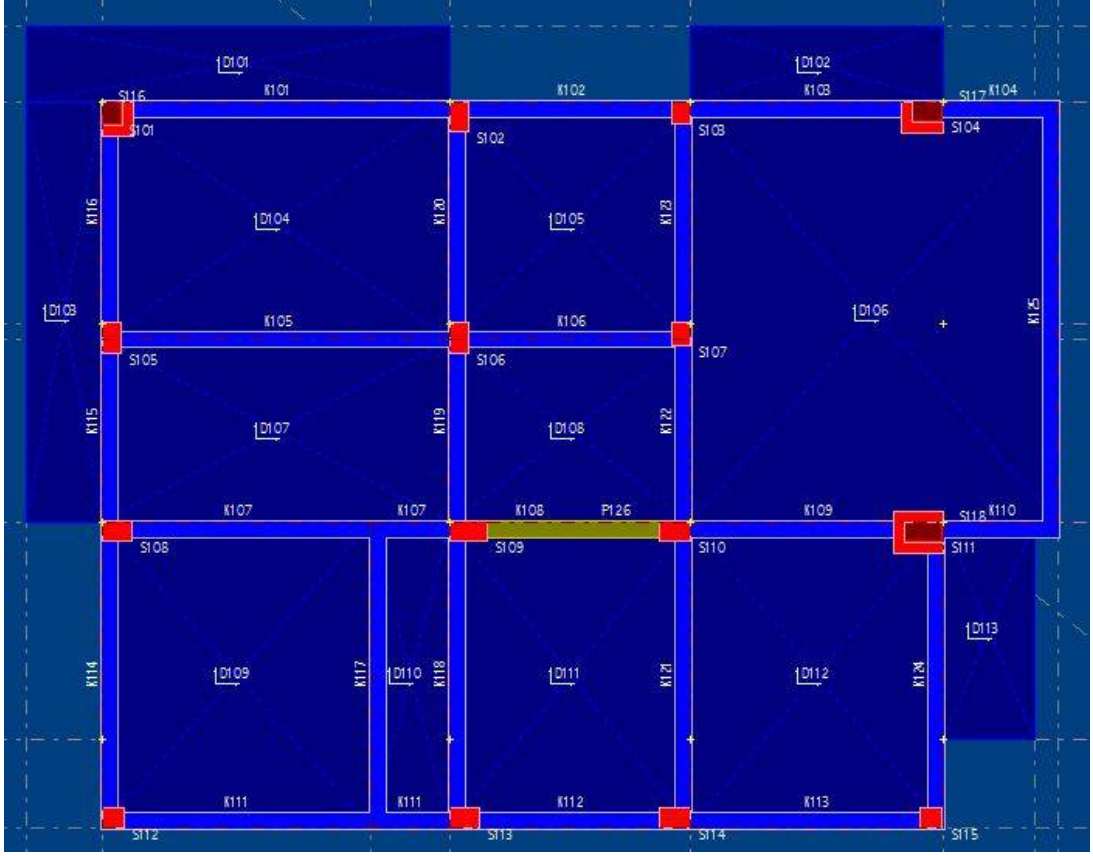


Şekil 4.55 : (15) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY)

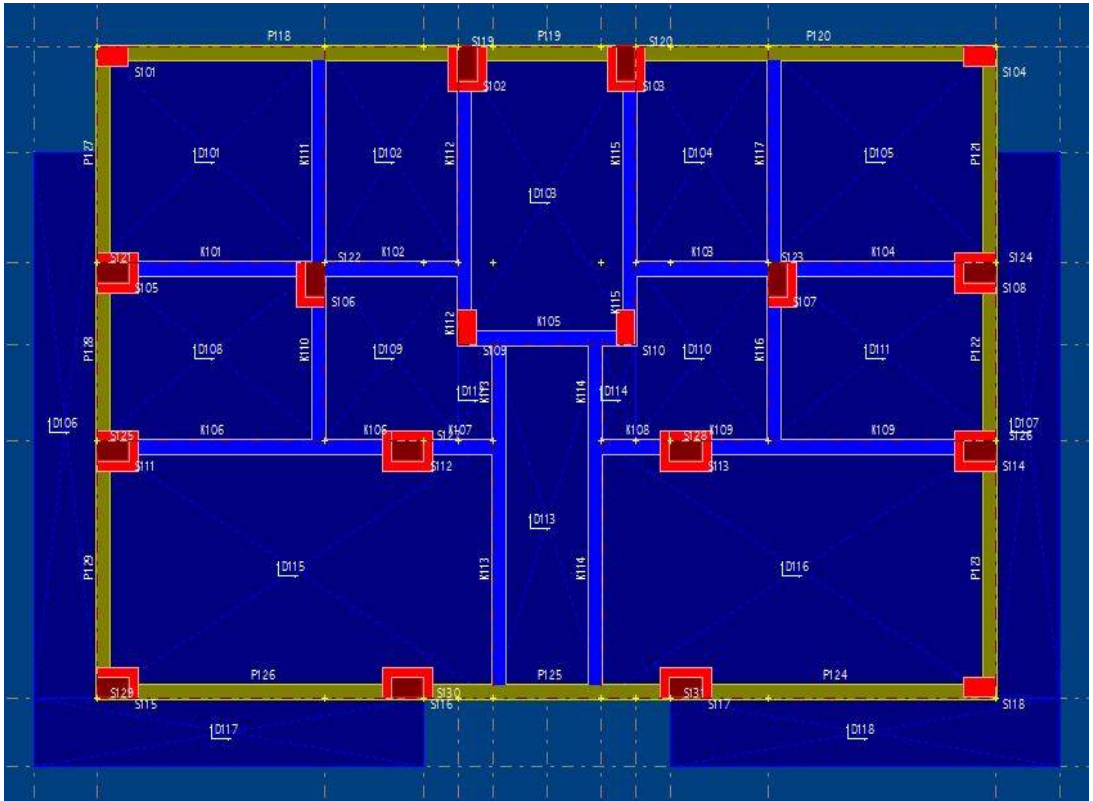
4.5. Seçilen Yapıların Güçlendirilmiş Durum Sta4Cad Modellemeleri



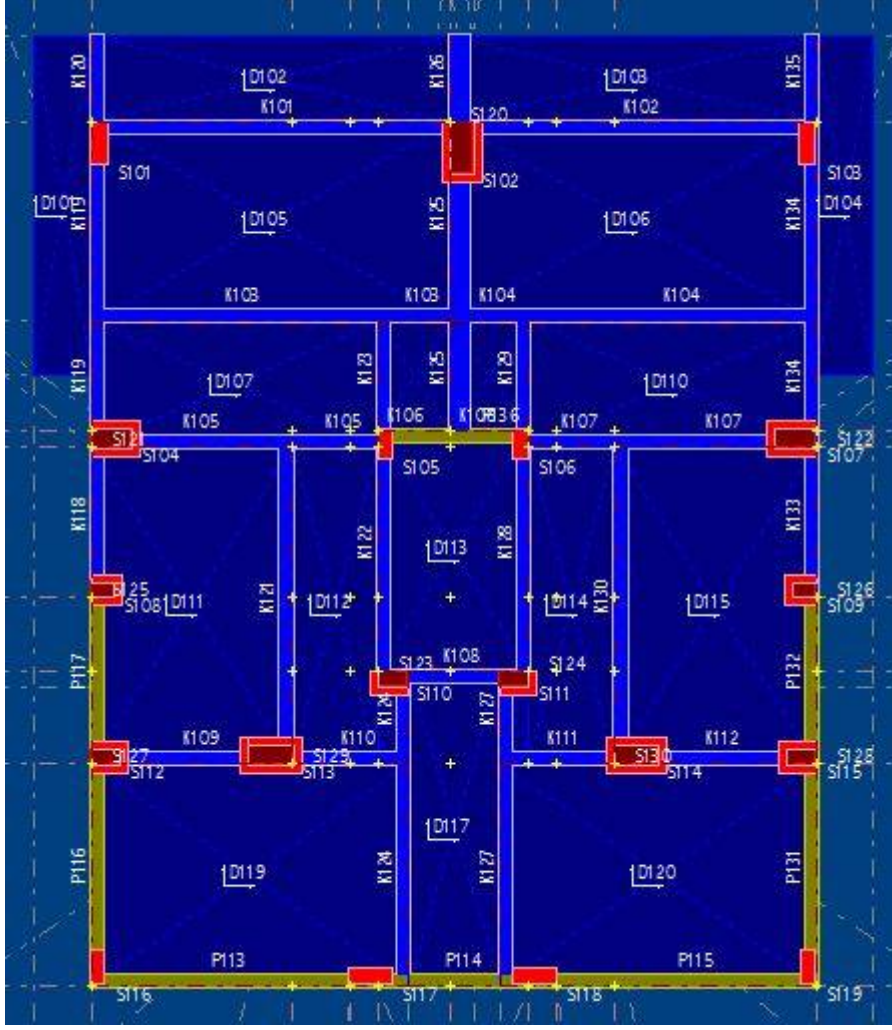
Şekil 4.56 : (1) Nolu bina modellemesi güçlendirilmiş kat planı



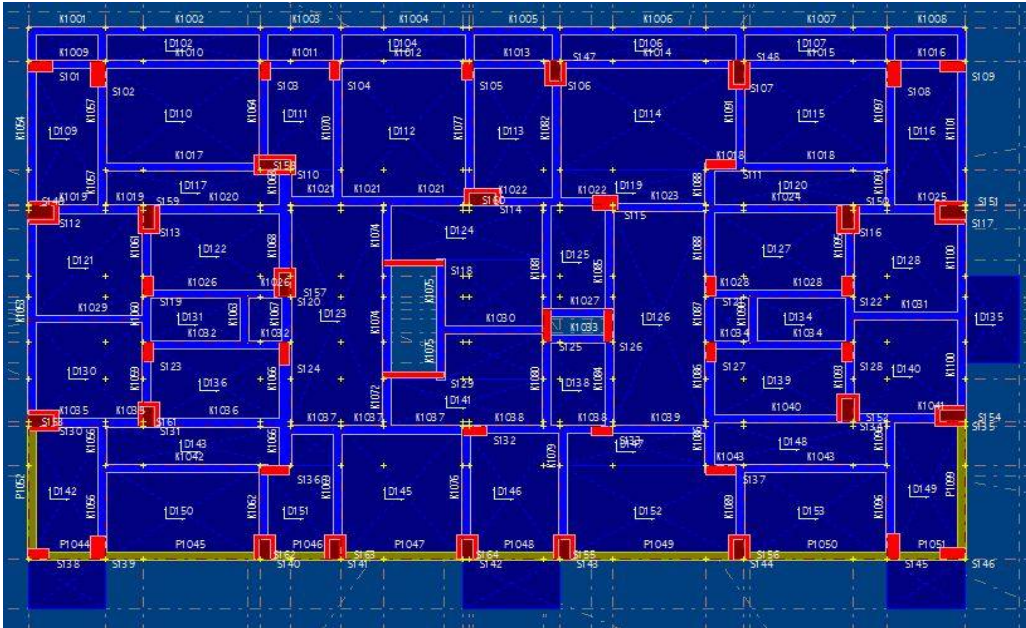
Şekil 4.57 : (2) Nolu bina modellemesi güçlendirilmiş kat planı



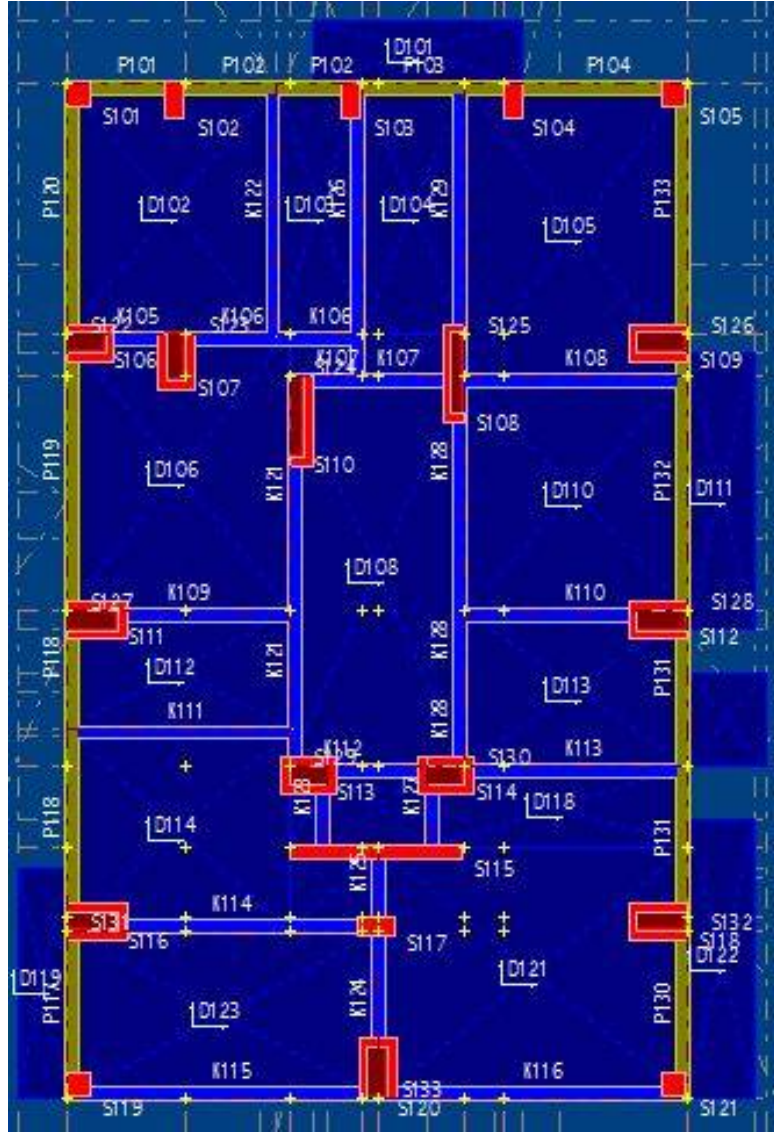
Şekil 4.58 : (11) Nolu bina modellemesi güçlendirilmiş kat planı



Şekil 4.59 : (9) Nolu bina modellemesi güçlendirilmiş kat planı

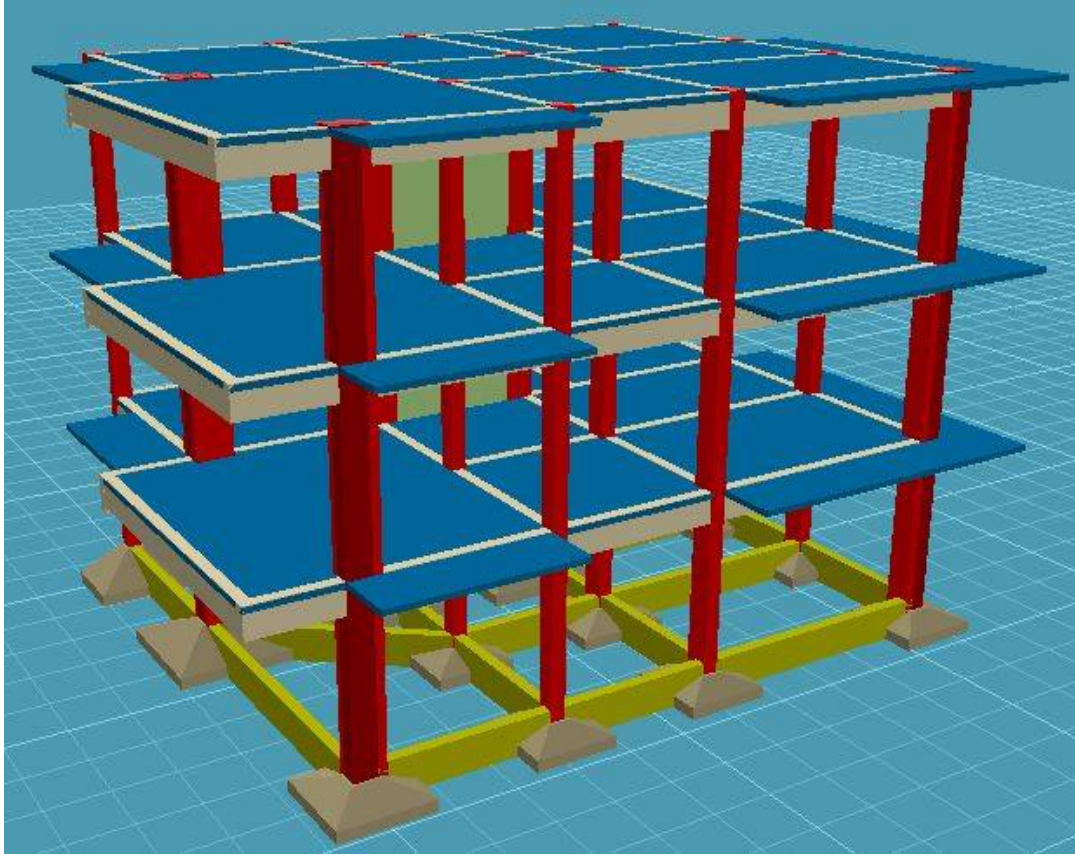


Şekil 4.60 : (6) Nolu bina modellemesi güçlendirilmiş kat planı

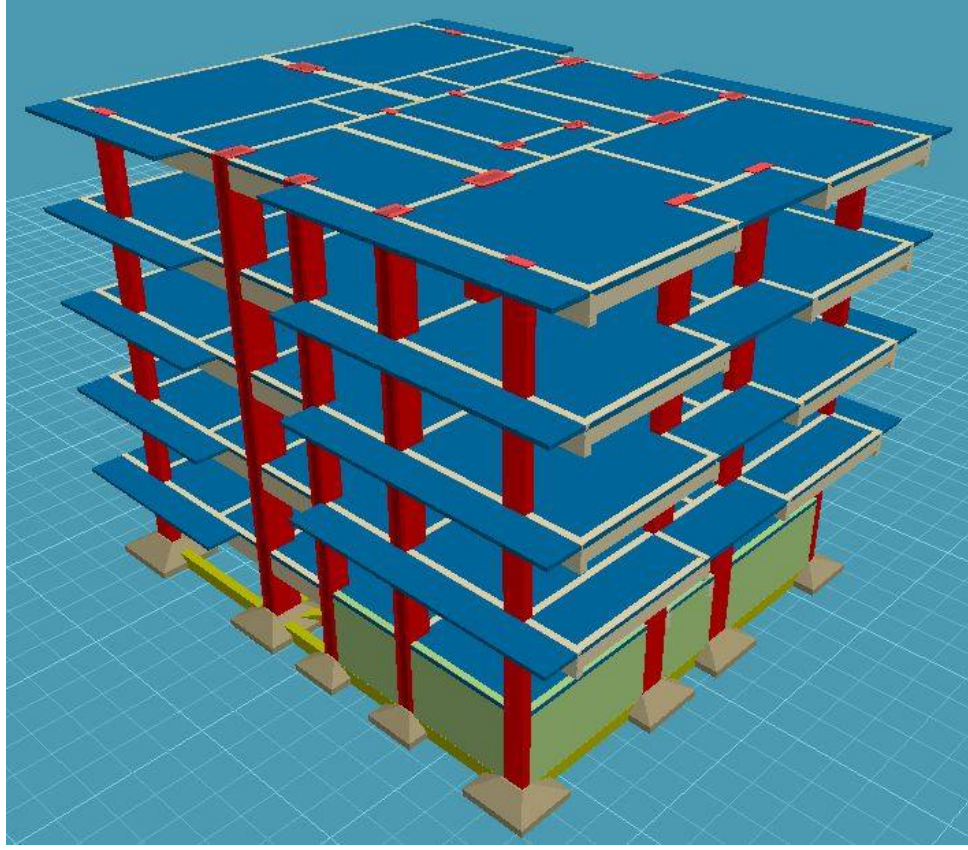


Şekil 4.61 : (15) Nolu bina modelleme kat planı

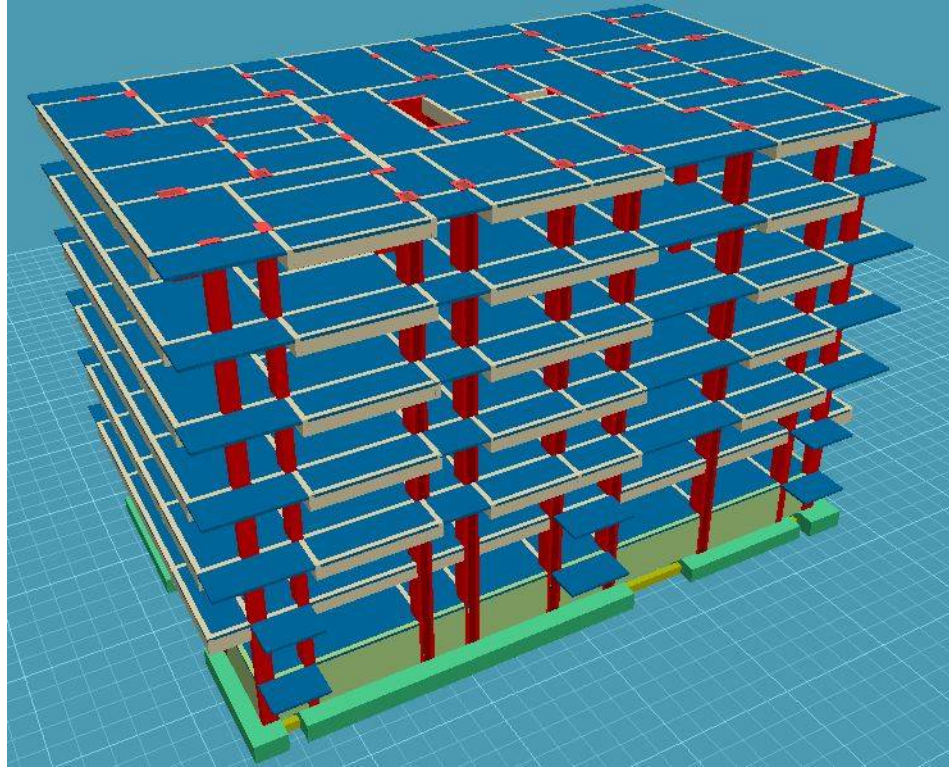
4.6. Seçilen Yapıların Güçlendirilmiş Durum 3D Modellemeleri



Şekil 4.62 : (2) Nolu bina güçlendirme uygulanmış üç boyutlu modeli

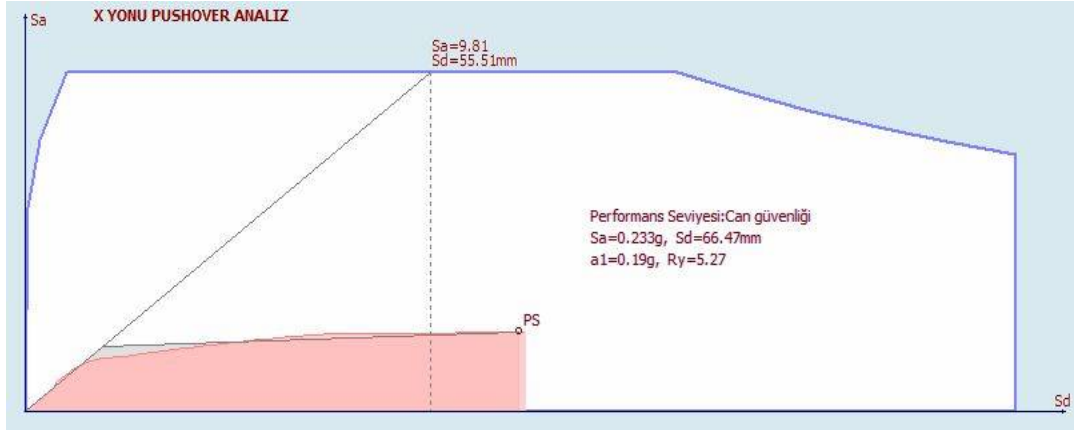


Şekil 4.63 : (9) Nolu bina güçlendirme uygulanmış üç boyutlu modeli



Şekil 4.64 : (6) Nolu bina güçlendirme uygulanmış üç boyutlu modeli

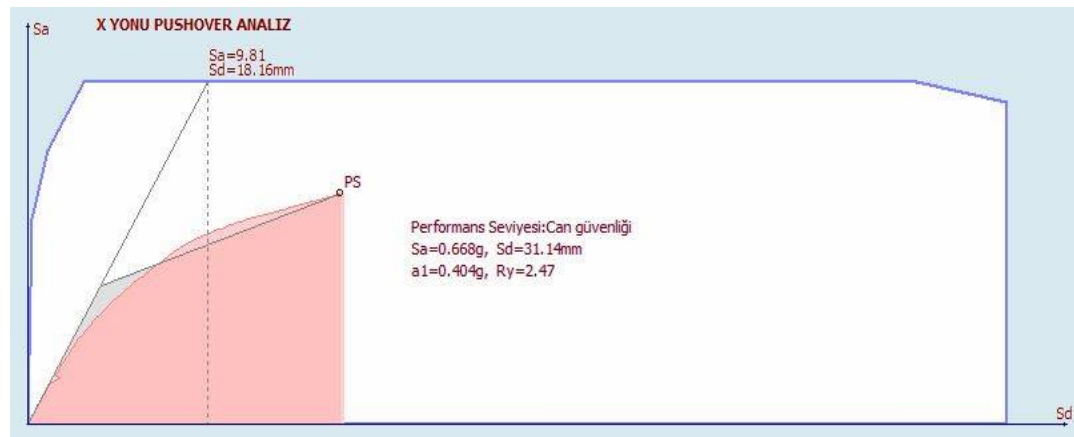
4.7. Seçilen Yapıların Güçlendirilmiş Durum Performans Analiz Sonuçları



Şekil 4.65 : (1) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY)



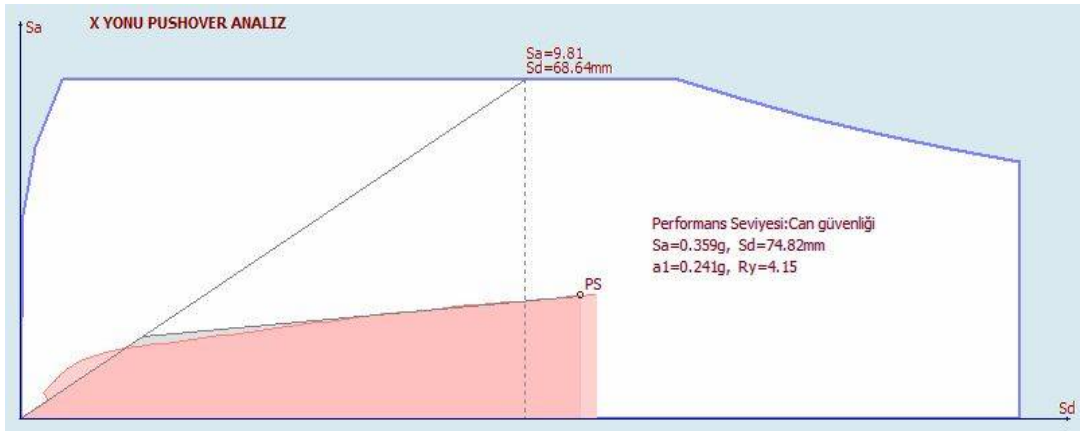
Şekil 4.66 : (1) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY)



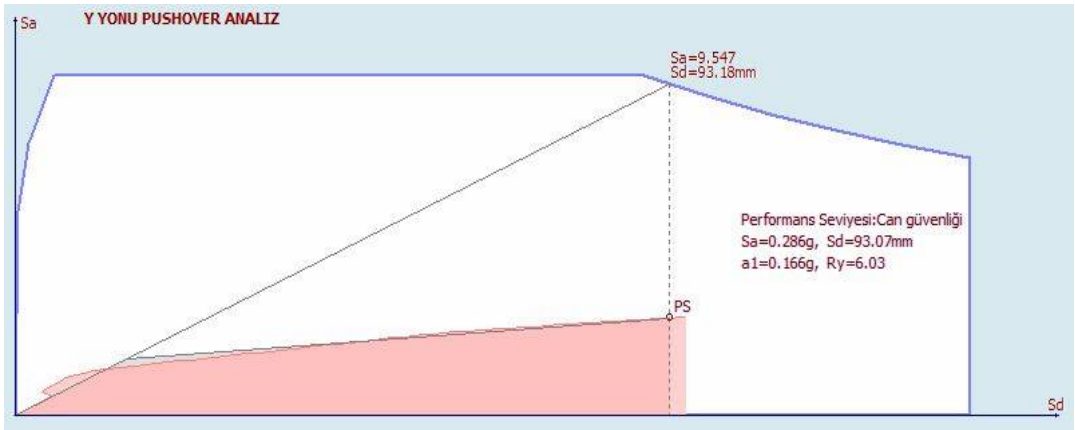
Şekil 4.67 : (2) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY)



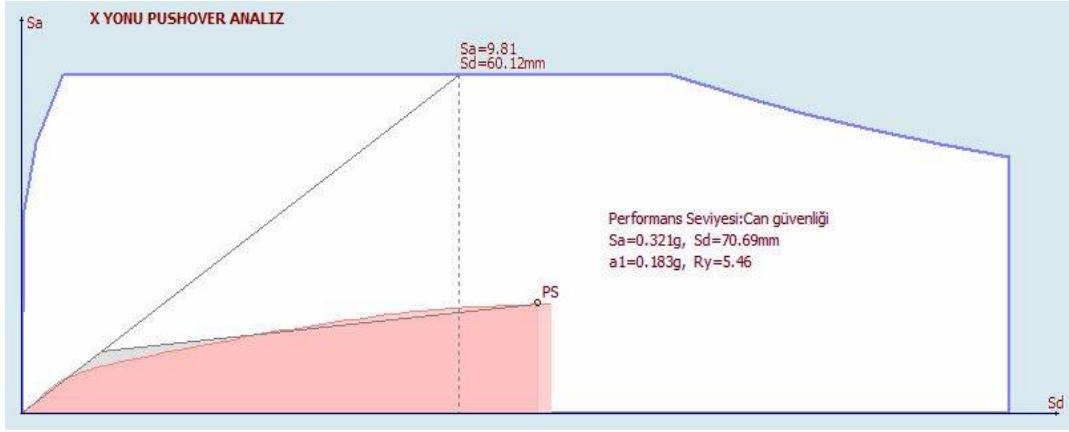
Şekil 4.68 : (2) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY)



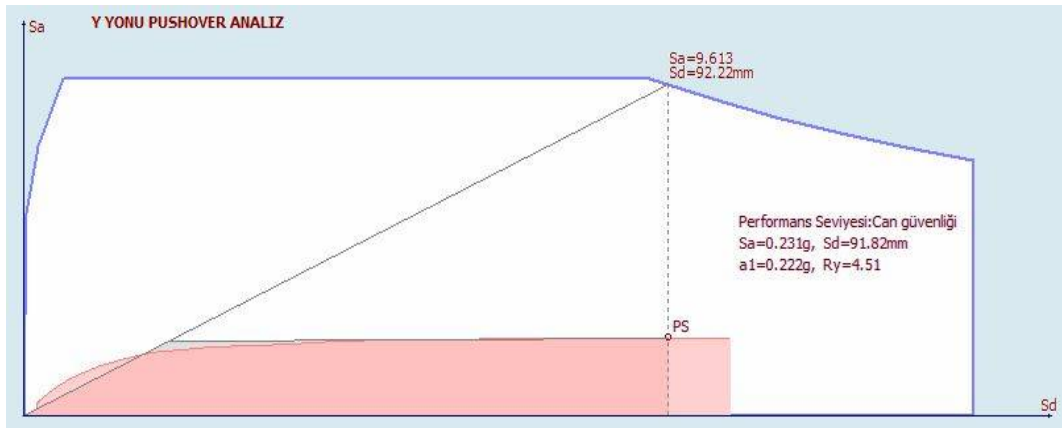
Şekil 4.69 : (11) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY)



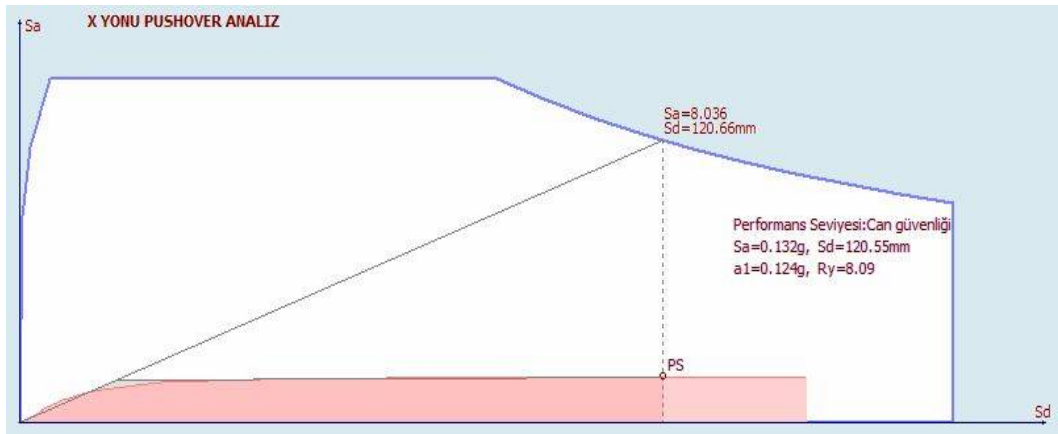
Şekil 4.70 : (11) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY)



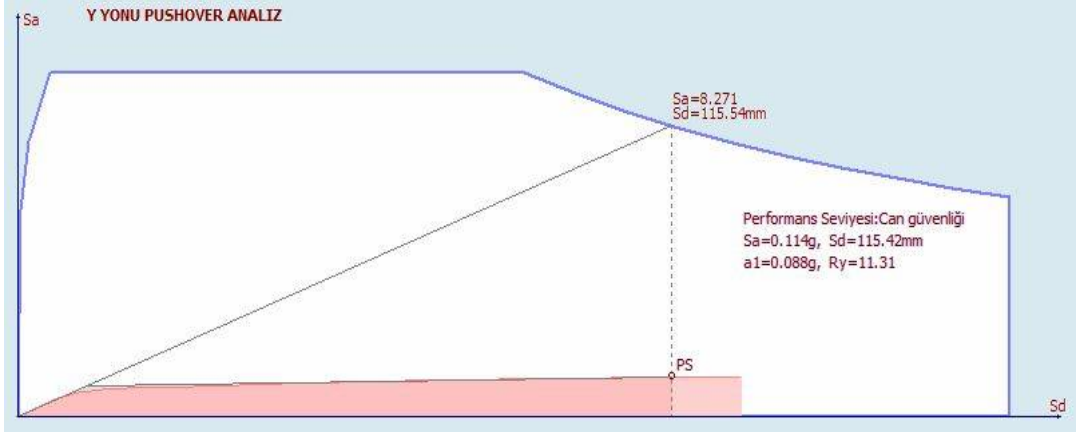
Şekil 4.71 : (9) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY)



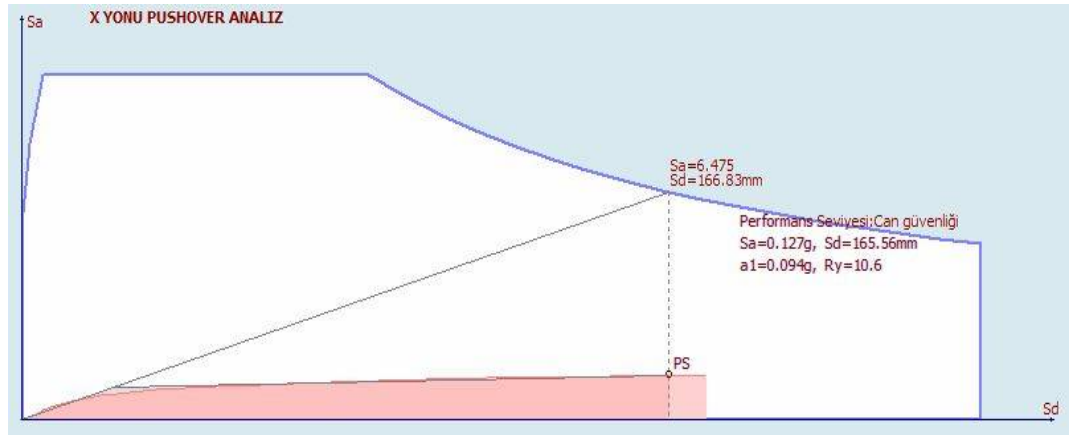
Şekil 4.72 : (9) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY)



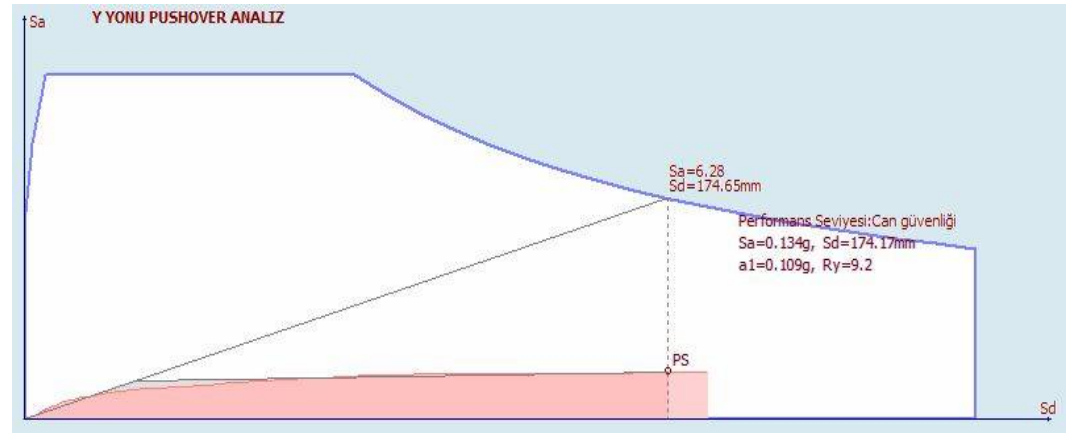
Şekil 4.73 : (6) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY)



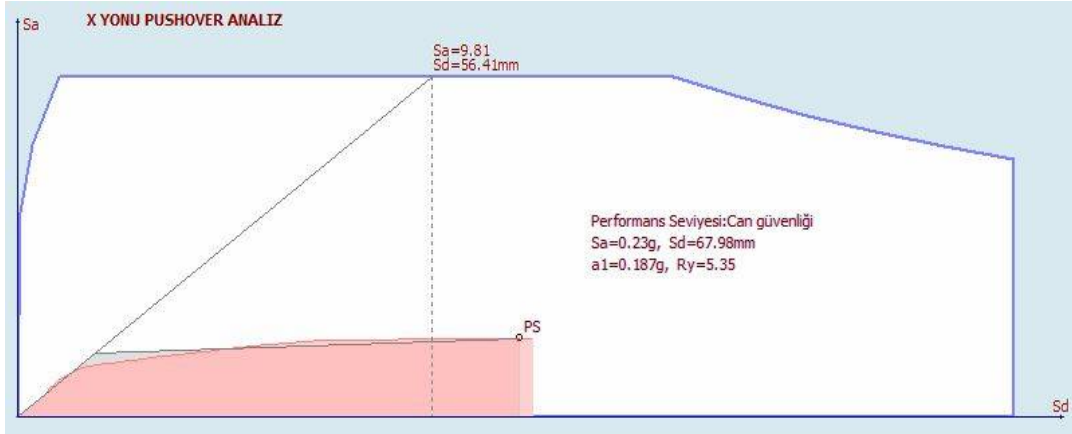
Şekil 4.74 : (6) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY)



Şekil 4.75 : (15) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AEDYY)



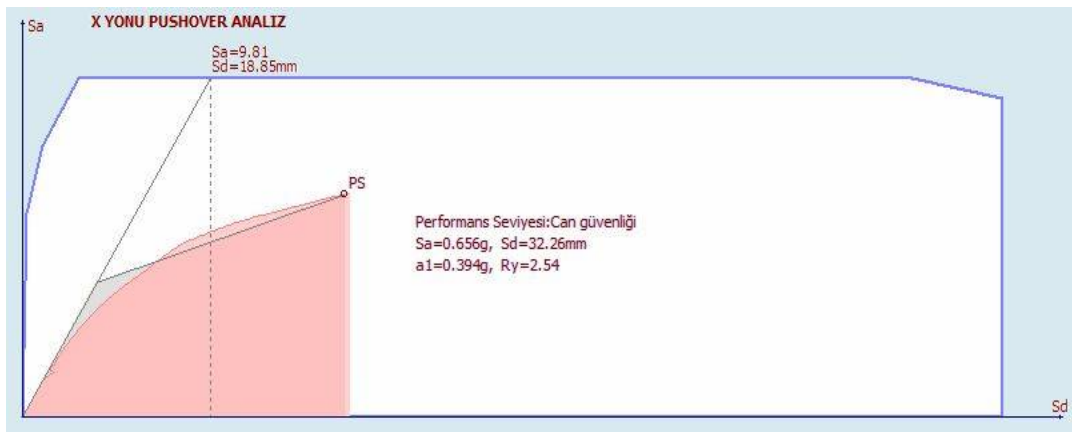
Şekil 4.76 : (15) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AEDYY)



Şekil 4.77 : (1) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY)



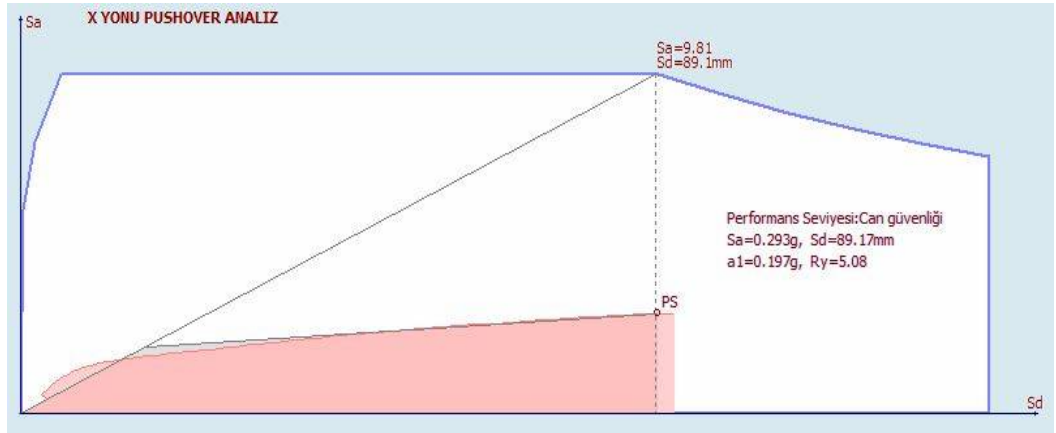
Şekil 4.78 : (1) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY)



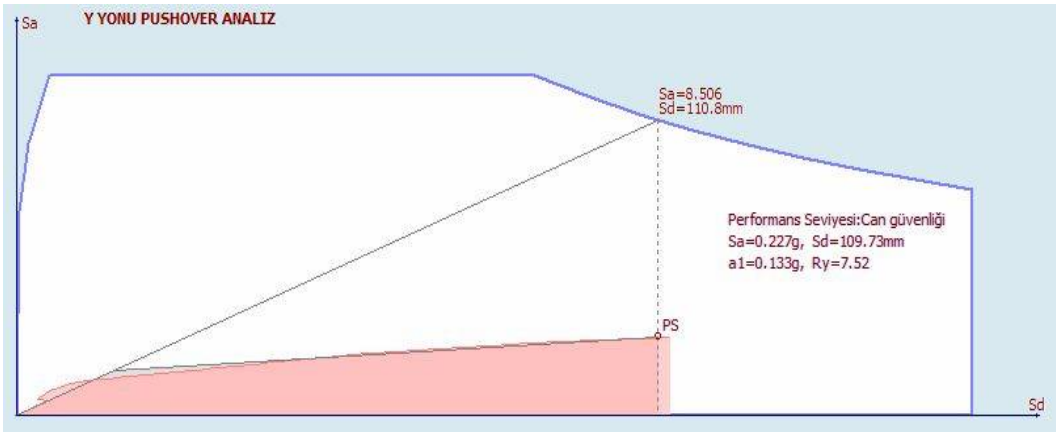
Şekil 4.79 : (2) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY)



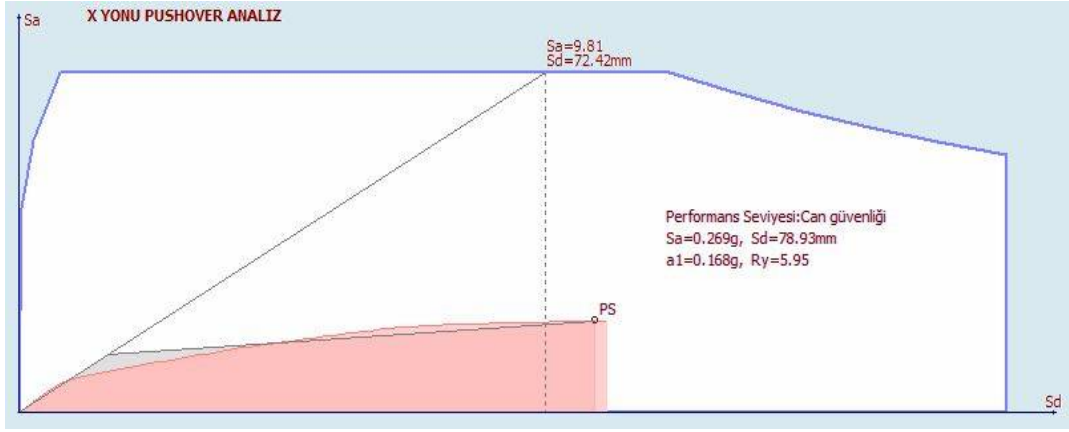
Şekil 4.80 : (2) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY)



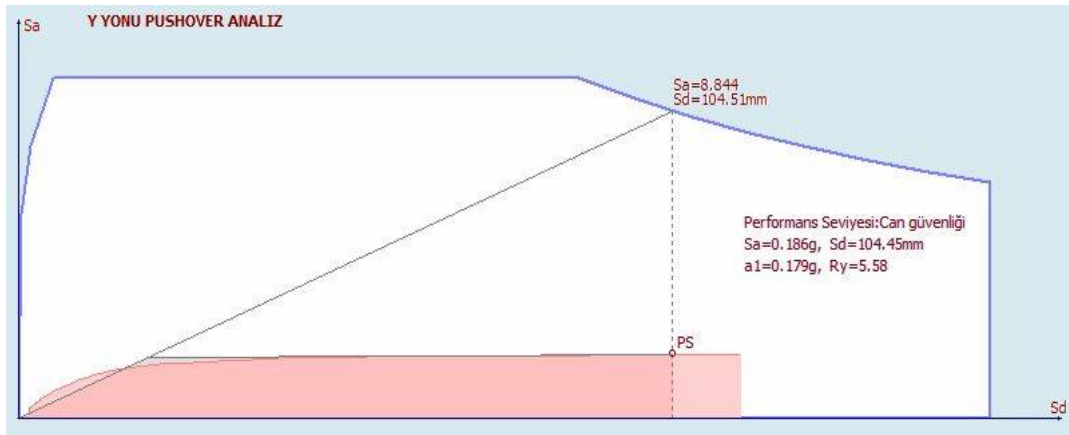
Şekil 4.81 : (11) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY)



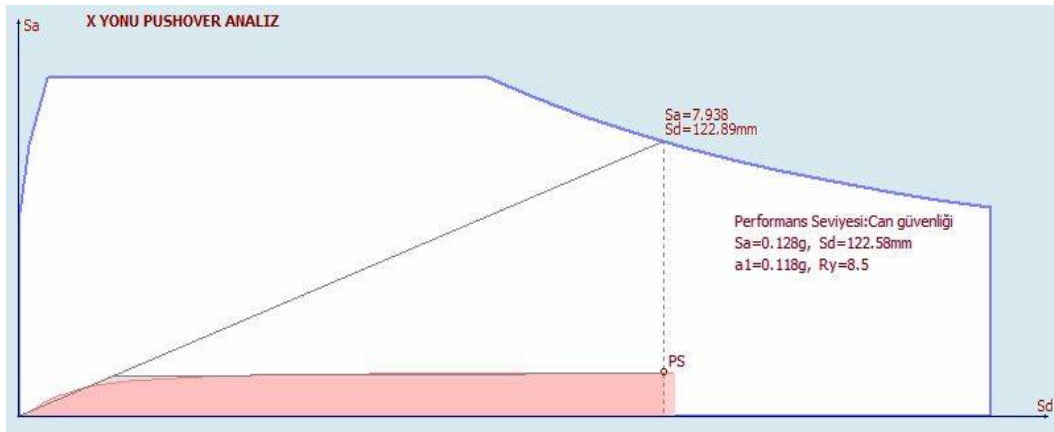
Şekil 4.82 : (11) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY)



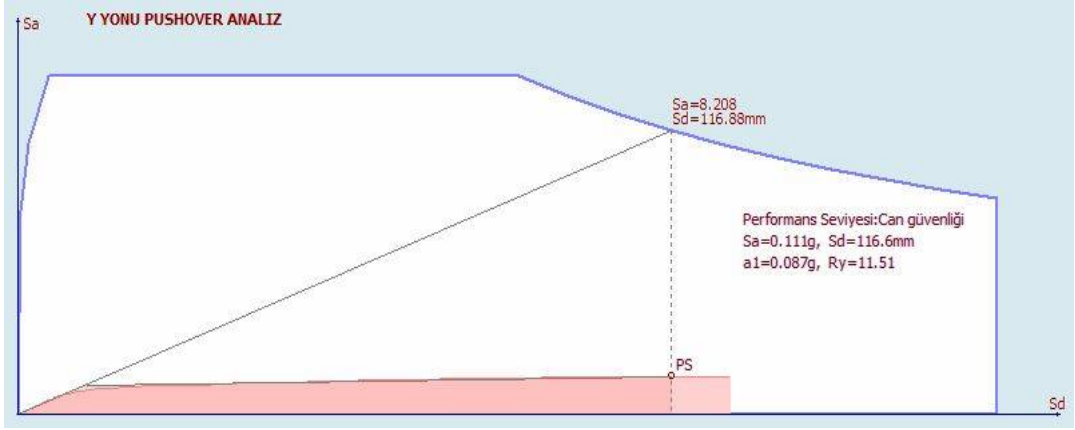
Şekil 4.83 : (9) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY)



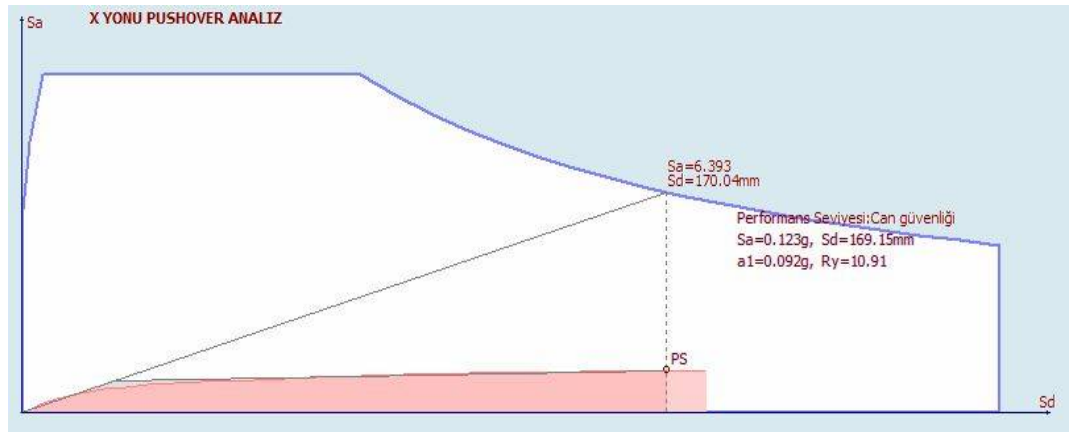
Şekil 4.84 : (9) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY)



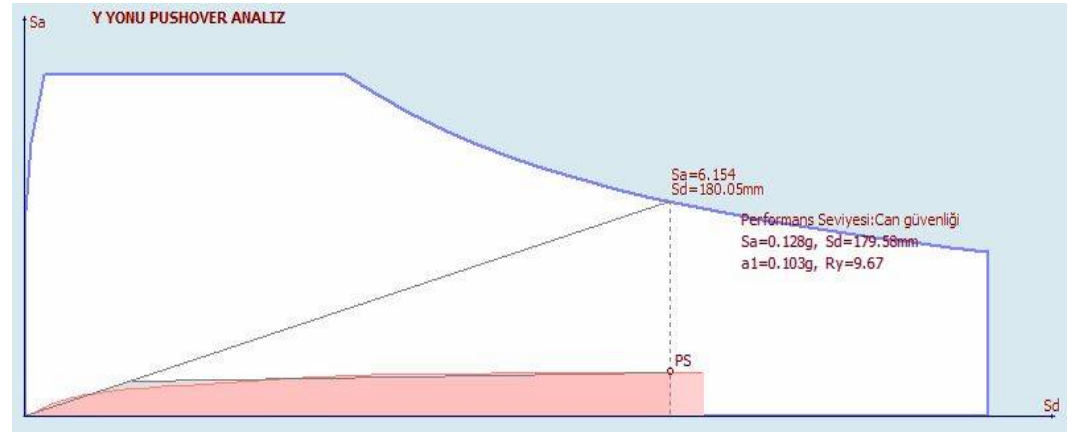
Şekil 4.85 : (6) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY)



Şekil 4.86 : (6) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY)



Şekil 4.87 : (15) Nolu binanın x yönü performans seviyesi (AMBY)



Şekil 4.88 : (15) Nolu binanın y yönü performans seviyesi (AMBY)

5. SONUÇ

Kentsel dönüşüm kapsamında Türkiye’ de özellikle İstanbul ve İstanbul gibi nüfus yoğunluğunun fazla olduğu illerde çok hızlı bir şekilde eski yapıların yıkım ve yapımı teşvik edilmiştir. DBYBHY2007’ nin uygulanmaya başlanmasından önceki binaların çoğunun malzeme ve işçilik kalitesi bakımından çok düşük olduğu görülmekte ve RBTE-EK2’ deki hesap kurallarına göre riskli yapı olarak değerlendirilerek bu yapıların yıkımına gidilmektedir. Kentsel dönüşümün uygulamalarında eski mevcut yapıların yıkım işlemleri kolaylıkla başlayabilmekte olup yapım aşamasına gelindiğinde ortaya çıkan anlaşamamazlık durumlarında süreç tıkanmakta ve işlemler uzun zaman almaktadır. Alan bazında gerçekleştirilen (riskli alan olarak ilan edilen) kentsel dönüşüm alanlarının az olduğu ve bu alanlarda yapılacak projelerdeki planlamanın çok detaylı yapılmadığı görülmektedir. Parsel bazlı olarak yapılan kentsel dönüşüm uygulaması ise riskli yapı tespiti ile sınırlı kalmakta ve mevcut imar planına göre uygulama yapılmaktadır. Parsel bazında riskli yapı tespiti ile yapılan kentsel dönüşüm uygulamasının eski bir binayı yıkıp yerine yeni bir bina yapmaktan farkı olmadığı görülmektedir. Riskli yapı tespiti ile yıkılıp yapılacak binaların bulunduğu parsellerin etrafındaki alanın geneline ait bir uygulama yapılmadığı, riskli olarak tabir edilen yapıların hala çok fazla olduğu görüldüğünden oluşabilecek hasarları sokak ya da mahalle bazında minimuma indirilmesinin çok zor olduğu aşıkardır.

Eski yapıların bugüne kadar almış olduğu hasarlar da göz önüne alındığında güçlendirilemeyecek kadar kötü durumda olan yapılar dışında, güçlendirme yöntemleri ile gerekli performans seviyeleri elde edilerek kurtarılabilecek yapı sayısı çok fazladır. Mevcut eski binalara güçlendirme uygulanması daha kısa sürede gerçekleşmekte, hem de çevreye ilk bölümde anlatılan sebeplerden dolayı daha az zararlar vermektedir. Güçlendirme uygulama işlemi bitmiş olan yapılar şehrin estetiğine uygun şekilde yerel yönetimlerin verdiği izinler ve yasalar doğrultusunda güzelleştirilebilir. Bu sebeplerin hepsi birden göz önünde bulundurulduğu takdirde binaların çoğunu yıkıp yapmak yerine güçlendirme uygulamasına elverişli olup

olmadığı düşünölmelidir. Çevre ve insan sağlığı açısından yararlar sağlayarak gelecek nesillere daha temiz şehirleri olan ve doğal kaynakların tahribinin minimuma indirildiğı güzel bir Türkiye ve dünya bırakılmış olacaktır.

KAYNAKÇA

- [1] **Yalçın, Ö., Gülen, L., & Utkucu, M.** 2013, ‘Türkiye ve yakın çevresinin aktif fayları veri bankası ve deprem tehlikesinin araştırılması’, *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, no.34(3), ss.133-160.
- [2] **MTA** (2000). *Deprem*. Ankara.
- [3] **Özmen, B. & Nurlu, M.** 1999, ‘Deprem bölgeleri haritası ile ilgili bazı bilgiler’, *TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Haber Bülteni*, no.99/2-3, ss.32-35.
- [4] **TS-500** (2000). *Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [5] **Alyamaç, KE., & Erdoğan, AS.** (2005). *Geçmişten Günümüze Afet Yönetmelikleri ve Uygulamada Karşılaşılan Tasarım Hataları*. Deprem Sempozyumu, Kocaeli 2005, Kocaeli, Türkiye, 23-25 Mart.
- [6] **DBYBHY** (2007). *Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik*, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara.
- [7] ‘Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanununun Uygulama Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik (2013)’, T.C. Resmi Gazete, 28695, 2 Temmuz 2013.
- [8] **Celep, Z.** 2013, ‘*Betonarme Yapılarda Taşıyıcı Sistem Güvenliği*’, İnşaat Mühendisleri Odası Meslek İçi Eğitim Seminerleri, İstanbul, Türkiye. 9-10-11 Nisan.
- [9] ‘Atıksuların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği (2013)’, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü, Eyüp, İstanbul.
- [10] ‘Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (2004)’, T.C. Resmi Gazete, 25687, 31 Aralık 2004.
- [11] ‘Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (2008)’, T.C. Resmi Gazete, 26809, 7 Mart 2008.
- [12] **Öztürk, M.** 2011, ‘Hazır Beton Üretim Tesisleri ve Kirlilik’, İş Makinaları Mühendisleri Birliği Dergisi, no.34, ss.6-10.
- [13] **Yıldırım A., & Kılıç, T.** (2005). *Madencilik Faaliyetleri Çevre Sorunları İlişkilerine Bir Örnek: Ergani Çimento Fabrikası*. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Maden Kaynaklarının Değerlendirilmesi Sempozyumu, Diyarbakır, Türkiye, 21-23 Nisan.
- [14] **Akboğa, Ö., & Baradan, S.** 2011, ‘Asbestin İnşaat Sektöründeki Yeri ve Maruziyetin Önlenmesi’, *Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi*, no.469, ss.69-76.
- [15] **ATC 40** (1996). ‘Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings’, *Applied Technology Council*, Vol 1, Washington, DC. USA.
- [16] **ATC 55** (2001). ‘Evaluation and Improvement of Inelastic Seismic Analysis Procedures, Phase I Research Summary’, *Applied Technology Council*, Vol 1. Washington, DC. USA.
- [17] **FEMA273** (1997). ‘NEHRP Commentary on the Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings’, *Federal Emergency Management Agency*, SW Washington, D.C. USA.
- [18] **FEMA274** (1997). ‘NEHRP Commentary on the Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings’ *Federal Emergency Management Agency*, SW Washington, D.C. USA.

- [19] **FEMA 356.** (2000). ‘Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings’, *Federal Emergency Management Agency*, Washington, D.C. USA.
- [20] **Celep, Z.** 2007, ‘Mevcut Betonarme Binaların Deprem Güvenliğinin Değerlendirilmesi’, İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Meslek İçi Eğitim Kursu, İstanbul, Türkiye. 24-25 Nisan.
- [21] **Kutanis, M.** 2007, ‘Yapı ve Deprem Mühendisliğinde Performans Yaklaşımı-2’, *İnşaat Mühendisleri Odası Sakarya Bülteni*, no.4, Adapazarı, Türkiye.
- [22] **Korkmaz, KA., & Düzgün, M.** 2006, ‘Statik Artımsal İtme Analizinde Kullanılan Yük Dağılımlarının Değerlendirilmesi’, *İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergi*, 3873-3878, Yazı 255, kısa bildiri.
- [23] **Uygun, G., & Celep, Z.** (2007). *Betonarme Bir Binanın Deprem Güvenliğinin Deprem Yönetmeliği (2007) deki Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Yöntemlerle Karşılaştırmalı İncelenmesi*. 6. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, Türkiye, 16-20 Ekim.
- [24] **Özer, E.,** (1987) ‘Determination of Second-Order Limit Load by a Method of Load Increments’, *Bulletin of the Technical University of İstanbul*, no.4, ss.815.
- [25] **Dervişoğlu, Z.** 2006, ‘Deprem Etkisindeki Betonarme Binaların Performans Değerlendirme Yöntemlerinin Doğrusal Olmayan Teori Çerçevesinde Karşılaştırılması’, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- [26] **Uçar, T., Ghafourzadeh, T., & Ertutar, Y.,** 2014, ‘Çerçeve Düzlemi İçinde Eklenen Perdelerin Betonarme Binaların Yapısal Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi’, *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, no.1, ss.56-68.
- [27] **Sucuoğlu, H.** 2007, ‘Deprem Yönetmeliği Performans Esaslı Hesap Yöntemlerinin Karşılıklı Değerlendirilmesi’, *Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi*, no.445, ss.24-26.
- [28] **Celep, Z.** (2007). *Betonarme Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış: Plastik Mafsallı Kabulü ve Çözümleme*. 6. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, Türkiye, 16-20 Ekim.
- [29] **Sezer, F.** 2007, ‘Betonarme Bir Yapının Doğrusal Olmayan Yöntemle Deprem Güvenliğinin İncelenmesi’, Yüksek Lisans Tezi, T.C. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [30] **Demir, F., Erkan, KT., Dilmaç, H., & Tekeli, H.** (2013). *Mevcut Betonarme Binaların Doğrusal Elastik ve Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri İle İncelenmesi Üzerine Bir Değerlendirme*. 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Hatay, Türkiye, 25-27 Eylül.
- [31] **Çağlar N., Öztürk H., & Akkaya A.** 2014, ‘TDY2007’ ye Göre Tasarlanmış Betonarme Bir Yapının Doğrusal Elastik Olmayan Analiz Yöntemleri İle İncelenmesi’, Alındığı Tarih: 10.03.2015, Adres: <http://www.isites.info/pastconferences/isites2014/isites2014/papers/A1-ISITES2014ID343.pdf>
- [32] **Korkmaz, A.** 2005, ‘Kapasite Spektrumu Yöntemi İle Betonarme Çerçeve Yapıların Performans Noktalarının Belirlenmesi’, *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, no.2, ss.19-34.
- [33] **Güngör, O.** 2006, ‘Mevcut Bir Karayolu Köprüsünün Doğrusal Ve Doğrusal Olmayan Yöntemler İle Performans Değerlendirmesi’, Yüksek Lisans Tezi, T.C. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- [34] **Darılmaz, K.** 2008, ‘Betonarme Düzlem Çerçeve Bir Yapının Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi İle Performans Değerlendirmesi’, *İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Bülteni*, no.94, İstanbul, Türkiye.
- [35] **Bilgin, H.** 2007, ‘Kamu Yapılarının Deprem Performanslarının Doğrusal Ötesi Analiz Yöntemleriyle Değerlendirilmesi Ve Çözüm Önerileri’, Doktora Tezi, T.C. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- [36] **Amasralı, S.** (2014). *Çok Katlı Betonarme Yapıların Analizi ve Tasarımı*, İstanbul: Birsen Yayınevi.
- [37] **Ergün, A., & Kürklü, G.** (2005). *Mevcut Betonarme Yapılarda Beton Dayanımının Belirlenmesi*. Deprem Sempozyumu, Kocaeli 2005, Kocaeli, Türkiye, 23-25 Mart.
- [38] **Celikag, M., & Naimi, S.** 2011, ‘Building Construction in North Cyprus: Problems and Alternatives Solutions’, *Procedia Engineering*, no.14, pp.2269-2275.
- [39] **Celikag, M., & Naimi, S.** 2010, ‘Problems of Reinforced Concrete Buildings Construction In North Cyprus’, *12Th International Conference On Inspection Appraisal Repairs And Maintenance Of Structures*, Yantai, Peoples R China, 04/2010.
- [40] **Ünsal, A., & Şen, H.** 2008, *Beton Ve Beton Malzemeleri Laboratuvar Deneyleri*, T.C. Ulaştırma Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı, Malzeme Laboratuvarları Şubesi Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
- [41] **Sta4-Cad**, V13.1, Structural Analysis for Computer Aided Design.

İnternet Kaynakları :

- Url-1** <<http://www.biltek.tubitak.gov.tr/sandik/deprem/743.html>>, alındığı tarih: 03.06.2015.
- Url-2** <<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-bilgileri/buyuk-depremler/>>, alındığı tarih: 15.06.2015.
- Url-3** <<http://www.ibb.gov.tr/tr-TR/SubSites/DepremSite/Pages/DepremTehlikeHaritalari.aspx>>, alındığı tarih: 20.06.2015.
- Url-4** <<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-verileri/deprensellik-haritalari/>>, alındığı tarih: 15.06.2015.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Mustafa OLBAK
Doğum Tarihi ve Yeri : 14.09.1990 , Fatih/İSTANBUL
E-Posta : mustafaolbak@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

- **İlkokul ve Lise** : Halil Bedii Yönetmek İ.Ö.O. ve Bahçelievler Lisesi
- **Lisans** : 2012, Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİMLER

2012' de Bilgenler Mühendislik İnş.Emlak Taah. San. ve Tic. Ltd. Şti.' de betonarme statik proje işinde çalıştı, 2013' te Erkkam Müh. ve İnş. Taah. San. Tic. Ltd. Şti.' de riskli yapı tespiti işinde 1 sene çalıştı, 2014 Haziran ayında Ümraniye Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü' nde işe başladı ve halen çalışmaya devam etmektedir.

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR

