

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BETONARME BİR BİRANIN DOĞRUSAL OLMAYAN
DİNAMİK ANALİZLE ELDE EDİLEN ÖTELENME
TALEPLERİNİN STATİSTİKSEL DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MELİK TEZEL

DENİZLİ, HAZİRAN - 2019

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
NANOTEKNOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



**BETONARME BİR BİNA NİN DOĞRUSAL OLMAYAN
DİNAMİK ANALİZLE ELDE EDİLEN ÖTELENME
TALEPLERİNİN STATİSTİKSEL DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MELİK TEZEL

DENİZLİ, HAZİRAN - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Melike TEZEL tarafından hazırlanan “**Betonarme Bir Binanın Doğrusal Olmayan Dinamik Analiz İle Elde Edilen Ötelenme Taleplerinin İstatistiksel Değerlendirilmesi**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 11.06.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Ali Haydar KAYHAN
Pamukkale Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Ramazan ÖZÇELİK
Akdeniz Üniversitesi

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Bayram Tanık ÇAYCI
Pamukkale Üniversitesi

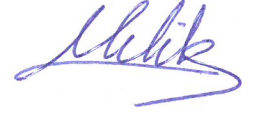
Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 26/06/2019 tarih ve 26/08..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

Melike TEZEL



ÖZET

**BETONARME BİR BİNANIN DOĞRUSAL OLMAYAN DİNAMİK
ANALİZLE ELDE EDİLEN ÖTELENME TALEPLERİNİN
STATİSTİKSEL DEĞERLENDİRİLMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MELİK TEZEL
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ALİ HAYDAR KAYHAN)
DİNİZLİ, HAZİRAN - 2019**

Global ötelenme oranı ve göreceli kat ötelenmesi oranı talepleri, yeni yapıların tasarımı ve/veya mevcut yapıların deprem performansının belirlenmesi amacıyla kullanılan önemli parametrelerdendir. Global ve göreceli kat ötelenmesi oranı taleplerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan en doğru yöntem zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizdir. Zaman tanım alanında analizlerden elde edilen global ötelenme oranı ve göreceli kat ötelenmesi oranı talebi, analiz için kullanılan ivme kaydına bağlı olarak değişmektedir. Dolayısıyla uygun ivme kayıtlarının seçilmesi, yapının deprem davranışının doğru olarak tahmin edilebilmesi için büyük önem taşımaktadır. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nin de (TBDY) aralarında bulunduğu modern deprem yönetmeliklerinde, zaman tanım alanında analizde kullanılacak ivme kayıtlarının özellikleri ve kayıtların seçimi ile ilgili tanımlamalar yer almıştır.

Bu çalışmada, üç boyutlu, 5 katlı bir betonarme binanın zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizi için TBDY ile uyumlu olarak oluşturulan 11 ivme kaydı takımına sahip ivme setleri kullanılmıştır. TBDY'de tanımlanan ZB, ZC ve ZD sınıfı zeminleri için tanımlanan tasarım ivme spektrumları ile uyumlu olacak şekilde ivme kaydı takımları elde edilmiştir. Her bir zemin sınıfı için 30 ivme seti, toplamda 90 ivme seti, zaman tanım alanında analizler için kullanılmıştır. İvme kayıtları için kullanılacak ölçeklendirme katsayısı 0.5-2.0 arasında alınmıştır.

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizler ile global ötelenme oranı ve göreceli kat ötelenmesi oranı değerleri, her bir ivme kaydı takımı için elde edilmiştir. Daha sonra, herhangi bir sette yer alan ivme kaydı takımları için elde edilen ötelenme oranı değerlerinin set içerisindeki değişimi ve saçılımı hesaplanarak, ötelenme oranı taleplerinin dağılımları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Aynı hedef spektrum ile uyumlu olarak elde edilen farklı ivme kaydı takımı setleri kullanılarak yapılan analiz sonuçlarına göre, bu setlere ait global ve göreceli kat ötelenmesi oranı talepleri arasındaki fark, varyans analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca global ve göreceli kat ötelenmesi taleplerine ait güven aralıkları tahmin edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Betonarme Bina, Global Ötelenme Oranı, Göreceli Kat Ötelenmesi Oranı, Zaman Tanım Alanında Analiz

ABSTRACT

STATISTICAL EVALUATION OF DISPLACEMENT DEMANDS OBTAINED BY NONLINEAR DYNAMIC ANALYSIS OF A REINFORCED CONCRETE BUILDING

MSC THESIS

MEL KE TEZEL

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

CIVIL ENGINEERING

(SUPERVISOR: PROF. DR. AL HAYDAR KAYHAN)

DEN ZL , JUNE 2019

Global drift ratio and interstory drift ratio demands are important parameters for seismic performance assessment of existing buildings or designing of new buildings. The most accurate method for determining global and interstory drift ratio demands is nonlinear time history analysis. Global drift ratio and interstory drift ratio demands obtained via time history analysis change depending on the ground motion record used for analysis. Therefore, choosing proper ground motion records is essential to estimate the correct earthquake response of the building. Properties of the ground motion records to be used for time history analysis has been involved in the modern earthquake regulations including Turkish Building Earthquake Code (TBDY).

In this study, TBDY compatible ground motion record sets which have 11 ground motion record pairs were used for nonlinear time history analysis of three dimensional 5-storey reinforced concrete building. Design acceleration spectra defined in TBDY for local soil classes ZB, ZC and ZD are considered for obtaining ground motion record sets. 30 ground motion record sets for each local soil class and totally 90 ground motion record sets were used for time history analysis. Scaling factor to be used for the record pairs was kept between 0.5 and 2.0.

Global and interstory drift ratio demands were calculated by nonlinear time history analysis using ground motion record sets. Afterwards, distributions of drift ratio demands were evaluated statistically by calculating mean and dispersion of the drift ratio demands for each of the record sets.

The difference of the mean of drift ratio demands calculated for different record sets compatible with the same target spectrum are evaluated using analysis of variance. In addition, confidence intervals for global and interstory drift ratio demands are estimated.

KEYWORDS: Reinforced concrete building, global drift ratio, interstory drift ratio, time history analysis

Ç NDEK LER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
Ç NDEK LER	iii
EK L L STES	v
TABLO L STES	vi
KISALTMALAR	vii
SEMBOL L STES	viii
ÖNSÖZ.....	xii
1. G R	1
1.1 Problemin Tanımı.....	2
1.2 Tezin Amacı	4
1.3 Literatür Çalı maları.....	5
1.3.1 Ötelenme Taleplerinin De erlendirildi i Çalı malar	5
1.3.2 vme Kaydı Seçimi ile lgili Çalı malar	11
1.4 Kapsam ve Yöntem	14
1.5 Tezin Organizasyonu.....	15
2. YAPISAL ANAL Z YÖNTEMLER	17
2.1 Giri	17
2.2 Analiz Yöntemleri	18
2.2.1 Do rusal Statik Analiz.....	19
2.2.2 Do rusal Dinamik Analiz	20
2.2.3 Do rusal Olmayan Statik Analiz	21
2.2.4 Do rusal Olmayan Dinamik Analiz	22
2.3 Do rusal Olmayan Davranı	24
2.3.1 TBDY'ye göre Sargılı ve Sargısız Beton Modelleri.....	25
2.3.2 Geli tirilmi Kent-Park Modeli	27
2.3.3 Donatı Çeli i Modeli	30
2.4 Do rusal Olmayan Davranı ın Plastik Mafsal le fadesi	31
2.4.1 Plastik Mafsal	32
2.4.2 E ilme Mafsalı.....	32
2.4.3 E rilik Yo unla ması	33
2.4.4 E ilme Mafsalı Kriterleri.....	34
2.5 Do rusal Olmayan Modelleme	36
2.5.1 Yapı Elemanlarında Kesit Hasar Bölgeleri ve Hasar Sınırları	36
2.5.2 Do rusal Elastik Olmayan Davranı ın dealle tirilmesi.....	37
2.6 Zaman Tanım Alanında Do rusal Olmayan Analiz.....	38
2.6.1 Tek Serbestlik Dereceli (TSD) Sistemler	38
2.6.2 Çok Serbestlik Dereceli Sistemler	40
2.6.2.1 Düzlem Çerçevesel.....	40
2.6.2.2 Üç Boyutlu Çerçevesel.....	42
3. BETONARME B NA VE ANAL Z MODEL	44
3.1 Giri	44
3.2 Bina Bilgileri	44
3.3 Binanın Do rusal Olmayan Model Bilgileri	47
4. TBDY LE UYUMLU GERÇEK VME KAYDI SETLER	51

4.1	Giri	51
4.2	TBDY’de Tanımlanan Zaman Tanım Alanında Analiz Koşulları	52
4.3	TBDY Tasarım ve Spektrumları	53
4.4	Kuvvetli Yer Hareketi Veri Tabanı	57
4.5	TBDY ile Uyumlu ve Kaydı Takımı Setleri	58
5.	ANALİZ SONUÇLARI	62
5.1	Giri	62
5.2	Maksimum Çatı Ötelenmesi Talepleri	65
5.3	Maksimum Göreli Kat Ötelenmesi Talepleri	69
6.	VARYANS ANALİZİ ve ORTALAMANIN GÜVEN ARALIĞI	75
6.1	Giri	75
6.2	Varyans Analizi	75
6.3	Varyans Analiz Sonuçları	79
6.4	Örnekleme Dağılımı ve Ortalamanın Güven Aralığı	80
7.	SONUÇ VE ÖNERİLER	84
8.	KAYNAKLAR	89
9.	EKLER	97
	EK A. Analiz Modeli için Giriş Boyuna Donatıları	97
	EK B. ve Kaydı Setlerine ve Kayıtlara Ait Bilgiler	102
	EK C. <i>F</i> Tablosu	127
10.	ÖZGEÇMİŞ	128

EK L L STES

Sayfa

ekil 2.1: Yapısal analiz yöntemleri.....	18
ekil 2.2: Tipik yatay yük deseni ve kapasite e risi.....	22
ekil 2.3: deal malzeme davranı modelleri.....	24
ekil 2.4: TBDY'ye göre beton gerilme- ekil de i tirme ili kisi	26
ekil 2.5: Geli tirilmi Kent-Park Modeli gerilme- ekil de i tirme ili kisi	27
ekil 2.6: TBDY'ye göre donatı çeli ine ait gerilme- ekil de i tirme ili kisi	30
ekil 1.7: Betonarme bir konsolda moment ve e rilik diyagramları.....	33
ekil 2.8: Betonarme bir konsolda idealle tirilmi e rilik diyagramları.....	34
ekil 2.9: Plastik mafsal için moment-dönme de erleri.....	35
ekil 2.10: Kesit hasar sınırları ve hasar bölgeleri	37
ekil 2.11: TSD sistemin matematiksel modeli.....	38
ekil 2.12: Yer hareketi etkisindeki kayma çerçevesi	41
ekil 2.13: Yer hareketi etkisindeki tek katlı uzay çerçeve.....	42
ekil 3.1: Betonarme binaya ait kalıp planı.....	44
ekil 3.2: Dolgu duvarların kiri üzerinde yerle imi.....	45
ekil 3.3: Betonarme yapının üç boyutlu ta ıyıcı sistem modeli.....	46
ekil 3.4: Örnek betonarme binada kolon boyuna donatı düzenleri.....	47
ekil 3.5: Örnek bir kolon plastik mafsalı tanımı.....	49
ekil 3.6: Örnek bir kiri plastik mafsal tanımı.....	49
ekil 3.7: Binanın birbirine dik iki do rultuda kapasite e risi.....	50
ekil 4.1: TBDY'ye göre yatay elastik tasarım spektral ivmeleri	56
ekil 4.2: Zemin sınıfları için yatay elastik tasarım spektral ivmeleri	57
ekil 4.3: ZB sınıfı zemin, birinci sete ait ölçeklenmi spektrumlar.....	60
ekil 4.4: ZC sınıfı zemin, birinci sete ait ölçeklenmi spektrumlar.....	61
ekil 4.5: ZD sınıfı zemin, birinci sete ait ölçeklenmi spektrumlar.....	61
ekil 5.1: vme kaydı takımı setlerine ait $m_{/H}$ de erleri.....	68
ekil 5.2: vme kaydı takımı setlerine ait $CoV_{/H}$ de erleri	68
ekil 5.3: ZB ile uyumlu setlere ait $m_{u/h}$ de erleri.....	72
ekil 5.4: ZC ile uyumlu setlere ait $m_{u/h}$ de erleri.....	72
ekil 5.5: ZD ile uyumlu setlere ait $m_{u/h}$ de erleri	73
ekil 5.6: vme setleri için birinci kata ait $CoV_{u/h}$ de erleri	73
ekil 5.7: vme setleri için ikinci kata ait $CoV_{u/h}$ de erleri.....	74
ekil 6.1: Ortalamanın güven aralı na ait ematik gösterim.....	81

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1: Kolonlar ve boyuna donatı tipleri	47
Tablo 3.2: Betonarme binaya ait kolonların etkin eilme rijitlikleri.....	48
Tablo 4.1: Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları.....	55
Tablo 4.2: 1.0 saniye periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları.....	55
Tablo 4.3: TBDY’de tanımlanan yerel zemin sınıfları ve özellikleri	57
Tablo 4.4: ZB sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı seti örnekleri	59
Tablo 4.5: ZC sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı seti örnekleri	59
Tablo 4.6: ZD sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı seti örnekleri.....	60
Tablo 5.1: 140 nolu kayıt takımı için analiz tanımlaması örneği.....	62
Tablo 5.2: ivme kaydı takımı seti için ötelenme değerleri (cm).....	63
Tablo 5.3: ZB sınıfı zemin, birinci sete ait maksimum ötelenme değerleri (cm)	64
Tablo 5.4: ivme kaydı takımı setlerine ait m ve s değerleri (cm).....	66
Tablo 5.5: ivme kaydı takımı setlerine ait $m_{/H}$ ve $s_{/H}$ değerleri.....	67
Tablo 5.6: ZB zemin sınıfı ile uyumlu setler için hesaplanan m_u ve s_u değerleri (cm)	69
Tablo 5.7: ZC zemin sınıfı ile uyumlu setler için hesaplanan m_u ve s_u değerleri (cm)	70
Tablo 5.8: ZD zemin sınıfı ile uyumlu setler için hesaplanan m_u ve s_u değerleri (cm)	71
Tablo 6.1: Tek yönlü varyans analizinde k tane bağımsız kitlenin gözlem değerleri.....	76
Tablo 6.2: Örnek tek yönlü varyans analiz verileri.....	78
Tablo 6.3: Örnek tek yönlü varyans analizi için hesaplanan değerler	78
Tablo 6.4: Maksimum çatı ötelenmesi oranı için varyans analizi sonuçları	79
Tablo 6.5: Maksimum görelî kat ötelenmesi oranı için varyans analizi sonuçları	79
Tablo 6.6: $\sim_{U/H}$ için güven aralığı $1 - \alpha$	82
Tablo 6.7: $\sim_{u/h}$ için güven aralığı $1 - \alpha$	83
Tablo A.1: Analiz modeli 1.kat kiriş boyuna donatıları.....	97
Tablo A.2: Analiz modeli 2.kat kiriş boyuna donatıları.....	98
Tablo A.3: Analiz modeli 3.kat kiriş boyuna donatıları.....	99
Tablo A.4: Analiz modeli 4.kat kiriş boyuna donatıları.....	100
Tablo A.5: Analiz modeli 5.kat kiriş boyuna donatıları.....	101
Tablo B.1: ZB sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri.....	102
Tablo B.2: ZC sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri.....	104
Tablo B.3: ZD sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri	106
Tablo B.4: ZB sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler.....	108
Tablo B.5: ZC sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler.....	113
Tablo B.6: ZD sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler	121
Tablo C.1: Varyans analizi F tablosu.....	127

KISALTMALAR

ASCE	: American Society of Civil Engineering
ANOVA	: Varyans Analizi
DBYBHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
EUROCODE	: European Standards
FEMA	: Federal Emergency Management Agency
GAKT	: Gruplar Arası Kareler Toplamı
GB	: Code for Seismic Design of Buildings, China
G KT	: Grup içi Kareler Toplamı
GÇ	: Göçme Sınırı
GV	: Güvenlik Sınırı
MN	: Minimum Hasar Sınırı
SEAOC	: The Structural Engineers Association of California
TBDY	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
TKT	: Toplam Kareler Toplamı
TSD	: Tek Serbestlik Dereceli Sistem
USGS	: United States Geological Survey

SEMBOL LİSTESİ

A_0	: Etkin yer ivmesi katsayısı
A_0	: Sargı donatısı kesit alanı
$A(T)$: Spektral ivme katsayısı
A_c	: Brüt kesit alanı
A_{ck}	: Sargı donatısı dı ından ölçülen ölçü içindeki çekirdek beton alanı
b_k	: Etriye dı ından ölçülen çekirdek beton alanının küçük boyutu
c	: Tek serbestlik dereceli sistemin sönümü
C_{cr}	: Kritik sönüm katsayısı
CoV_U	: Maksimum ötelenme taleplerinin varyasyon katsayısı
CoV_m	: m de erlerinin varyasyon katsayısı
E_s	: Donatı çeli inin elastisite modülü
$(EI)_0$: Çatlamamı kesite ait e ilme rijitli i
$(EI)_e$: Çatlamı kesite ait etkin e ilme rijitli i
F	: Varyans analizinde hesaplanan, örneklere ait istatistik
F_1	: 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı
F_s	: Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
F_{kr}	: Varyans analizinde F da ılım tablosundan okunan kritik de er
f_c	: Sargısız betonun basınç dayanımı
f_{cc}	: Sargılı betonun basınç dayanımı
f_{ck}	: Betonun karakteristik silindir basınç dayanımı
f_{cm}	: Betonun mevcut dayanımı
f_s	: Donatı çeli inde olu an gerilme
f_{su}	: Donatı çeli inin kopma dayanımı
f_{sy}	: Donatı çeli inin akma dayanımı
f_{ywk}	: Sargı donatısının karakteristik akma dayanımı
G	: Kat kütle merkezi
g	: Yerçekim ivmesi
H	: Bina yüksekli i
H_0	: Varyans analizinde test edilen hipotez
h	: Kat yüksekli i
h	: Çalı an do rultudaki kesit boyu
h_k	: Etriye dı ından ölçülen çekirdek beton alanının büyük boyutu
I	: Bina önem katsayısı
J	: Dü ey eksen etrafındaki atalet momenti
k	: Sistemin rijitli i
k	: Varyans analizi için dikkate alınan ana kitle sayısı
k_o	: Tek serbestlik dereceli sistemin ba langıç rijitli i
L	: Konsol kolonun boyu
L_p	: Plastik mafsalsal boyu

L_s	: Kesitteki sargı donatısı ve çirozların toplam uzunluğu
M	: Kesitte oluşan eksenel moment
M	: Kat kütlesi
M_{cr}	: Çatlama momenti
M_y	: Akma momenti
M_u	: Nihai moment
m	: Sistemin kütlesi
N	: Varyans analizi için toplam gözlem sayısı
N_D	: Düşey yükler altında kolonlarda oluşan aksel kuvvet
n	: Varyans analizi için bir kitlede bulunan gözlem sayısı
n	: Hareketli yük azaltma katsayısı
PF_1	: Birinci moda ait katkı çarpanı
R	: Taahhüt sistemi davranış katsayısı
R	: Rijitlik merkezi
$S_{ae}(T)$: Yatay elastik tasarım spektral ivmeleri
S_{D1}	: 1.0 saniye periyot tasarım spektral ivme katsayısı
S_{DS}	: Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı
S_1	: 1.0 saniye periyot harita spektral ivme katsayısı
S_S	: Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı
$S(T)$: Spektrum katsayısı
s	: Sargı donatısı aralığı
s_0^2	: Grup içi varyans
s_M^2	: Gruplar arası varyans
T	: Doğal titreşim periyodu
T_A, T_B	: Yatay elastik tasarım spektrumu köşe periyotları
T_L	: Sabit yerdeğiştirme bölgesi geçiş periyodu
T_p	: Binanın hâkim doğal titreşim periyodu
T_{i+}	: Varyans analizi için i . gruptaki gözlemler toplamı
T_{++}	: Tüm gözlemler toplamı
V_t	: Taban kesme kuvveti
y_G	: Kat kütle merkezinin y koordinatı
y_R	: Kat rijitlik merkezinin y koordinatı
W	: Yapının deprem hesabına esas alınacak
X_{ij}	: Varyans analizi için gözlem değerleri
x	: Yapının zamana bağlı göreli yerdeğiştirme
	: Yapının zamana bağlı hızı
	: Yapının zamana bağlı ivmesi
g	: Yapının zamana bağlı yer ivmesi
x_G	: Kat kütle merkezinin x koordinatı
x_R	: Kat rijitlik merkezinin x koordinatı
x_g	: Üç boyutlu çerçevede zamana bağlı yer hareketi

Z_c	: Sargılı beton gerilme- ekil de i tirme e risi do rusal kısım e imi
Z_u	: Sargısız beton gerilme- ekil de i tirme e risi do rusal kısım e imi
1	: Birinci moda ait kütle katılım oranı
	: Yatay ötelenme
mak	: Maksimum yatay ötelenme
p	: Plastik (kalıcı) yatay ötelenme
y	: Elastik yatay ötelenme
max/H	: Maksimum yatay ötelenme oranı
mak	: Maksimum görelî kat ötelenmesi
mak/h	: Maksimum görelî kat ötelenmesi oranı
	: Sönüm oranı
	: Birim ekil de i tirme
co	: Sargısız betonda maksimum gerilme altında birim ekil de i tirme
coc	: Sargılı betonda maksimum gerilme altında birim ekil de i tirme
$50u$: Sargısız betonda $0.5f_c$ gerilme altında birim ekil de i tirme
cu	: Sargısız beton için en büyük birim ekil de i tirme
$c20$: Sargılı betonda $0.2f_{cc}$ gerilme altında birim ekil de i tirme
s	: Donatı çeli inin birim uzaması
sh	: Donatı çeli inin pekle me ba ladı ı andaki birim uzaması
sy	: Donatı çeli inin akma birim uzaması
su	: Donatı çeli inin kopma birim uzaması
sy	: Donatı çeli inin akma birim uzaması
	: Plastik mafsal bölgesinde olu an toplam e rilik
cr	: Betonarme kesitin e ilme etkisinde çatladı ı andaki e rilik
y	: Akma anındaki e rilik
u	: Nihai e rilik
m	: Maksimum ötelenme taleplerinin set için bulunan ortalaması
μ	: Varyans analizi için kitle ortalaması
μ_m	: m_U de erlerinin ortalaması
μ_{CoV}	: CoV_U de erlerinin ortalaması
μ	: Maksimum yatay ötelenmenin set için hesaplanan ortalaması
μ /H	: Maksimum yatay ötelenme oranının set için hesaplanan ortalaması
μ	: Maksimum görelî kat ötelenmesinin set için hesaplanan ortalaması
μ /h	: Maksimum görelî kat ötelenmesi oranının sete ait ortalaması
d	: Dairesel frekans
s	: Sargı donatısının hacimsel oranı
sm	: Kesitte bulunması gereken enine donatının hacimsel oranı
S	: Maksimum yatay ötelenmenin set için hesaplanan standart sapması
S /H	: Maksimum yatay ötelenme oranının sete ait standart sapması
S /h	: Maksimum görelî kat ötelenmesi oranının sete ait standart sapması
\dagger	: Normal gerilme

f_c	: Sargısız betona ait basınç dayanımı
	: Plastik mafsal bölgesinde oluşan toplam dönme deeri
p	: Plastik mafsal bölgesinde oluşan plastik dönme deeri
y	: Plastik mafsal bölgesinde oluşan elastik dönme deeri
MN	: Minimum hasar sınırına ait dönme deeri
GV	: Belirgin hasar sınırına ait dönme deeri
$GÇ$: İleri hasar sınırına ait dönme deeri

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasını bana öneren, lisans ve lisansüstü öğrenimim boyunca desteklerini esirgemeyen, hem akademik hem de ahlaki değerleri ile bana yol gösteren değerli danışman hocam, Prof. Dr. Ali Haydar KAYHAN'a sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmam boyunca yardımları ile yanımda olan, Araştırma Görmüş. Ahmet DEMİR hocama çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi ve manevi her türlü desteği esirgemeyen, yorulduğumda bir öncekinden daha güçlü hissettiren, her zaman anlayışlı olan ve bana inanan en büyük destekçilerimden babam Habil TEZEL'e, annem Samiye TEZEL'e, kardeşlerim Gökçin TEZEL'e, Samed TEZEL'e, sevgi ve anlayışla tez boyunca bana destek olan değerli danışmanım Sinan KOYUNCU'ya teşekkür ederim.

Haziran 2019

Melike TEZEL
(Mühendis)

Aileme...

1. G R

Yerkabu unu olu turan levhaların birbirlerine göre hareketi sebebi ile ortaya çıkan sarsıntılara deprem denir. Dünyada meydana gelen depremlerin büyük ço unlu u yer kabu unu olu turan levhaların birbirine yakla tı 1, uzakla tı 1 ya da te et geçti i bölgelere denk gelmektedir. Bu bölgelerden Pasifik Deprem Ku a 1, ili'den kuzeye do ru Güney Amerika kıyıları, Orta Amerika, Meksika, Alaska'nın güneyinden Aleutian Adaları, Japonya, Filipinler, Yeni Gine, Güney Pasifik Adaları ve Yeni Zelanda'yı içine almaktadır. Alp-Himalaya Deprem Ku a 1, Türkiye'nin de içinde bulundu u, Endonezya'dan ba layıp Himalayalar ve Akdeniz üzerinden Atlantik okyanusuna ula an ku aktır. Atlantik Ku a 1 ise Atlantik Okyanusu ortasında bulunan levha sınırı boyunca uzanmaktadır (www.koeri.boun.edu.tr).

Türkiye'de nüfusun ve sanayi yapılarının yakla ık olarak %98'i çe itli derecelerde deprem tehdidi altında olan bölgelerde yer almaktadır. Bu bölgeler, yüz ölçümünün yakla ık olarak %96'sına kar ılık gelmektedir. Türkiye'de son yüzyılda önemli ölçüde can ve mal kayıplarına neden olan, 82'sinin moment büyüklü ü 6.0'nın üzerinde olmak üzere 300'e yakın deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerde yakla ık 100,000 ki i hayatını kaybetmiş , yakla ık 600,000 konut yıkılmış veya kullanılamaz hale gelmiştir. (Özmen ve di . 1997, Can ve Özmen 2010, Azak 2013).

Her yıl dünyada hasara sebep olan yüzlerce deprem meydana gelmektedir. Bu depremler özellikle kentsel bölgeleri etkilediklerinde ciddi kayıplara neden olmaktadır. Depremlerin olu masını engellemek imkansızdır. Yalnız, bilim ve teknolojidten yararlanarak deprem etkilerini de erlendirmek, alınacak önlemlerle depremlerde ortaya çıkacak hasarları azaltmak olası bir durumdur. Alınacak önlemlerle toplumsal ve ekonomik kaybın azaltılması da mümkündür. Gerekli önlemlerin alınabilmesi için ise tasarımı yapılacak yapıların veya mevcut yapıların deprem davranı larının gerçekçi biçimde ele alınması gerekmektedir.

Son yıllarda deprem mühendisli i alanında ön plana çıkmış olan performans dayalı tasarımın temel niteliklerinden birisi, yeni yapıların tasarımı veya mevcut

yapıların de erlendirilmesi için sismik hasarın daha gerçekçi olarak tanımlanabilmesidir (Ghobarah 2001). Performansa dayalı tasarım yaklaşımı ile alakalı esas dökümanlardan biri olan SEAOC Vision 2000'de (1995) ifade edilen tasarım yaklaşımlarından birisi de deplasmana dayalı tasarımdır. Bu yaklaşım büyük ölçüde benimsenmiş ve tasarım için hedef olarak maksimum ötelenme, maksimum göreceli kat ötelenmesi, maksimum süneklik talebi gibi kavramlar kullanılmaya başlanmıştır (Miranda 1999; Gupta ve Krawinkler 2000). Benzer kavramlar mevcut yapıların performans de erlendirmesi amacıyla farklı performans seviyelerinin ve limit durumların tanımlanmasında da kullanılmaktadır (Priestley ve di . 2007).

Maksimum ötelenme veya maksimum göreceli kat ötelenmesi talebinin belirlenmesi için kullanılabilecek en do ru ve kapsamlı yöntem, yapısal sistemlerin üç boyutlu ve do rusal olmayan zaman tanım alanında analizidir (Li 1996, Chopra ve Goel 2002). Zaman tanım alanında analizler, malzemenin elastik olmayan davranışı ve yapıdaki yüksek modların katkısının dikkate alınması ve hasar da ılımının gözlenebilirliği nedeniyle yapının deprem etkisi altındaki davranışı daha iyi tahmin edilebilmektedir (Fahjan ve di .2011).

1.1 Problemin Tanımı

Mevcut yapıların deprem performanslarının belirlenmesinde ya da yeni yapılacak olan yapıların tasarımında do rusal ve do rusal olmayan hesap yöntemleri kullanılabilmektedir. Yakın tarihte yürürlü e girmiş olan Türkiye Bina Deprem Yönetmeli i'nde (TBDY 2018) binaların deprem performanslarının belirlenmesi amacıyla kullanılacak do rusal hesap yöntemleri; e de er deprem yükü yöntemi, mod birleştirme yöntemidir. Do rusal olmayan hesap yöntemleri ise; tek modlu itme yöntemleri, çok modlu itme yöntemleri ve zaman tanım alanında do rusal olmayan hesap yöntemidir.

Zaman tanım alanında do rusal olmayan analiz yöntemi, modellemenin güçlü ü ve analizin uzun sürmesi nedeni ile performansa dayalı tasarım görüşünün ortaya çıktığı ilk zamanlarda çok tercih edilmemiştir. Zaman tanım alanında do rusal olmayan analiz yöntemine oranla daha kolay olan do rusal olmayan statik analiz yöntemleri kullanılmıştır (ATC-40 1996). Geli en teknolojiye ba lı olarak

bilgisayarların işlem kapasitelerinin artması, kuvvetli yer hareketi veri tabanlarının gelişmesi ve kolay erişilebilir hale gelmesi neticesinde zaman tanım alanında dorusal olmayan analiz yöntemi daha fazla kullanılmaya başlanmıştır (Bommer ve Acevedo 2004, Fahjan 2008, Kayhan 2012).

TBDY'nin de içinde yer aldığı modern deprem yönetmeliklerinin genelinde tasarım ve performans değerlendirilmesi için zaman tanım alanında analiz yönteminin kullanılabilirliği öngörülmüştür ve zaman tanım alanında analiz yöntemi ile ilgili tanımlamalar yapılmıştır (DBYBHY 2007, EUROCODE-8 2004, FEMA-356 2000, ASCE 07-16 2017). Modern deprem yönetmeliklerinde, analiz için kullanılacak deprem yükleri bölgesel deprem tehlikesi ve yerel zemin koşulları ile uyumlu tasarım spektrumları veya zaman tanım alanında analiz için seçilen ivme kayıtları ile temsil edilmektedir. Kullanılan ivme kayıtlarının spektrum ortalamasının dikkate alınan periyot aralığında tasarım ivme spektrumu ile uyumlu olması istenmektedir.

Zaman tanım alanında analiz için kullanılacak ivme kayıtlarıyla ilgili olarak bütün yönetmeliklerde benzer şekilde tanımlanmış ayrıntılı ve özel artlar bulunmamaktadır. Bunun nedenlerinden birisi, zaman tanım alanında analizin mühendislik çalışmalarında oldukça yeni olması bu konuda yeteri kadar bilgi birikiminin oluşmamasıdır. Bu konudaki akademik araştırmaların da gelişim sürecinde olması nedeniyle yönetmeliklerde yer alacak ortak düzenlemeler için belli bir sürece ihtiyaç olduğu söylenebilir. Sonuç olarak ivme kayıtlarının seçilmesi ile ilgili olarak kabul gören ölçütler daha ortaya konamamıştır.

Zaman tanım alanında analizler için; sentetik, yapay veya gerçek depremlerden elde edilen ivme kayıtlarının kullanılmasına izin verilmektedir. Buna ek olarak, her yönetmelik birkaç küçük koşulda yer vermektedir. Yönetmeliklerde tanımlanan bölgesel tasarım spektrumları ile seçilen ivme kayıtlarının tepki spektrumlarının, belirli bir periyot aralığında uyumlu olması istenmektedir. Fakat, öngörülen periyot aralığında değişiklik göstermektedir. Herhangi bir ivme kaydının tepki spektrumunun, belirli bir periyot aralığında, tasarım spektrumu ile uyumlu olması mümkün değildir. Bu nedenle, genel olarak birden fazla ivme kaydı seçilmekte ve ölçeklendirilmektedir. Bu şekilde, seçilen ivme kayıtlarının spektrumlarının ortalamasıyla tasarım spektrumunun (hedef spektrum) uyumlu olması sağlanmaktadır.

Zaman tanım alanında analiz için, örnek olarak TBDY’de tanımlanan artlara ve tasarım ivme spektrumlarına uygun olarak seçilecek ve ölçeklendirilecek ivme kayıtlarından oluşan ivme kaydı setleri elde etmek mümkündür. Ayrıca sayısal veri tabanlarındaki yüzlerce ivme kaydı içerisinde seçim yaparak, yönetmelik koullarına uygun olacak şekilde birbirinden farklı ivme kaydı setleri oluşturmak da mümkündür (Iervolino ve di . 2008, Kayhan ve di . 2011, Kayhan 2012). Herhangi bir ivme seti için analiz sonucu elde edilecek yapısal tepkilerin ortalaması setteki ivme kayıtlarının her biri için elde edilecek analiz sonucuna bağlı olarak, yapısal tepkilerin ortalaması da kullanılacak ivme kaydı setine göre değişimlik gösterecektir. Dolayısıyla, yapısal tepkilerin ortalaması yani tasarım veya değerlendirme amacıyla kullanılacak parametre, kullanılacak ivme kaydı setine göre değişim ve önceden tahmin edilemeyen bir rastgele değişim olmaktadır (Demir 2015, Kayhan ve Demir 2016b).

Herhangi bir hedef spektrum için TBDY ile uyumlu olarak birbirinden farklı ivme kaydı setleri elde etmek mümkün olduğu ve analiz sonucu elde edilecek yapısal tepkilerin (örneğin maksimum ötelenme veya göreceli kat ötelenmesi) ortalaması da kullanılacak ivme setine bağlı olarak değişimlik olarak, betonarme bir bina için farklı ivme setleri kullanılarak elde edilen yapısal tepkilerdeki belirsizliğin istatistiksel olarak değerlendirilmesi önem kazanmaktadır. Örneğin farklı setler için elde edilen yapısal tepkiler nasıl değişmektedir? Bunun yanında, bir ivme setindeki ivme kayıtlarından elde edilen yapısal tepkilerin sete ait ortalaması ve bu ortalama etrafındaki saçılımı ne düzeydedir?

1.2 Tezin Amacı

Global ötelenme (çatı ötelenmesi) oranı ile göreceli kat ötelenmesi oranı talepleri, yeni yapıların tasarımı ve/veya mevcut yapıların deprem performansının belirlenmesi amacıyla kullanılan önemli yapısal tepki parametrelerindedir. Bu tezin amaçlarından birisi, TBDY ile uyumlu olacak şekilde farklı ivme kaydı setleri oluşturup bu ivme kaydı setlerini kullanılarak yapılacak zaman tanım alanında analiz sonucunda üç boyutlu betonarme bir bina için elde edilecek yapısal tepki parametrelerini istatistiksel olarak değerlendirmektir. Yapısal tepki parametreleri

olarak global ötelenme (u_{mak}), global ötelenme oranı (u_{mak}/H), maksimum görelî kat ötelenmesi (u_{mak}) ve maksimum görelî kat ötelenmesi oranı (u_{mak}/h) seçilmi tir.

Tezin di er amacı ise, aynı hedef spektrum ile uyumlu olarak elde edilen farklı ivme kaydı setleri kullanılarak yapılan analiz sonuçlarına göre, bu setlere ait yapısal tepkiler arasındaki farkın istatistiksel anlamda anlamlı olup olmadığını ara tırmaktır.

1.3 Literatür Çalı maları

Performansa dayalı tasarım yakla mıyla ilgili olarak literatürde yer alan çalı malardan bazıları, tasarım veya performans de erlendirmesi amacı ile maksimum ötelenme ile görelî kat ötelenmesi taleplerinin elde edilmesi ve yorumlanmasıyla ilgilidir. Bu çalı malarda yapısal analiz modelleri tek serbestlik dereceli (TSD) sistemler, düzlem çerçeveler veya üç boyutlu çerçeveler olarak gözönüne alınmakta ve zaman tanım alanında analiz yöntemi kullanılarak ötelenme talepleri elde edilmektedir. Yapıların tasarım veya performans de erlendirmesi için zaman tanım alanında analiz yönteminde kullanılacak olan ivme kayıtlarının seçimi ile ilgili çalı malar da literatürde bulunmaktadır. Bu çalı malardan bazıları a a ıda özetlenmi tir.

1.3.1 Ötelenme Taleplerinin De erlendirildi i Çalı malar

SEAONC (1970) (Structural Association of Northern California), ara tırma komitesi tarafından hazırlanan raporda, 1967 Venezuela depreminde kısmen göçen Charima binasının sismik davranı ı zaman tanım alanında do rsusal hesap yöntemi ile analitik olarak de erlendirilmi tir. Yapılan de erlendirmelerde sismik taleplerin maksimum yer ivmesi de eri haricinde depremin birçok farklı karakteristik özelli ine ba lı olarak de i kenlik gösterdi i dile getirilmi tir. Çalı mada yüksek modların sismik davranı a olan etkilerinin de altı çizilmi tir.

Miranda (1999), çok katlı yapıların yatay ötelenme taleplerinin yakla ık olarak tahmin edilebilmesi amacıyla bir yöntem önermi tir. Önerilen yöntem,

maksimum ötelenme talebi ile maksimum görelî kat ötelenmesi talebinin hızlı bir şekilde tahmin edilmesine yöneliktir. Çalışma amacı doğrultusunda gözönüne alınan düzlem çelik çerçeveler için, önerilen yaklaşık yöntem ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz ile elde edilen sonuçlar kıyaslanmıştır. Önerilen metodun ötelenme talebinin tahmin edilmesinde iyi sonuçlar verdiği ve yeni yapıların ön tasarımında veya mevcut yapıların hızlı bir şekilde değerlendirilmesi amacıyla kullanılabilir hale getirilmiştir.

Gupta ve Krawinkler (2000), çerçeve sistemlerin maksimum ötelenme ve maksimum görelî kat ötelenmesi taleplerinin birinci modal titreşim periyoduna karşılık gelen spektral deplasman talebine bağlı olarak tahmin edilebilmesi için bir yöntem önerilmiştir. Çalışma amacı doğrultusunda 9 adet çelik çerçevenin doğrusal ve doğrusal olmayan zaman tanım alanında analizleri yapılmış ve ötelenme değerleri elde edilmiştir. Analizler için her biri 20 ivme kaydına sahip 3 ivme seti kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, maksimum ötelenme ve maksimum görelî kat ötelenmesi arasındaki ilişkinin, önemli ölçüde kat sayısına bağlı olduğunu bulunmuştur.

Riddel ve diğeri (2002), TSD sistemlerin zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizi için 3 farklı çevrimsel davranış modeli (elastoplastik, bi-linear ve rijitlik azalması) kullanmıştır. Analizler için iki farklı ivme setinde toplam 95 ivme kaydı seçilmiştir. Çalışmada, elde edilen ötelenme taleplerinin ortalaması üzerinde kullanılan çevrimsel modelin önemli bir etkisi olmadığı, elastoplastik model ile ötelenme talebinin güvenli tarafta kalacak şekilde tahmin edilebileceği belirtilmiştir.

Korkmaz (2005), kapasite spektrumu yöntemi ile betonarme çerçeve yapılarının performans noktalarını belirlemiştir. Çalışmada 3, 5, 8 ve 15 katlı betonarme çerçeve yapılar ele alınmış, bu çerçeve yapılara üçgen ve dikdörtgen yanal yükleme tipleri ile ivme analizi uygulanarak kapasite spektrumları elde edilmiştir. Daha sonra talep spektrumlarının elde edilmesi amacıyla dünya genelinden, yakın odaklı 8 deprem seçilmiştir. Belirlenen talep spektrumları ve elde edilen kapasite spektrumları ile performans noktaları elde edilmiştir.

Medina ve Krawinkler (2005), yakın fay ve ileri yönlendirme etkisi olmayan yer hareketine maruz düzenli düzlem çerçevelerde ötelenme talepleri ile taleplerdeki belirsizliği araştırmıştır. Çalışmada, yalnızca yer hareketinin frekans içeriğindeki

farklılıkların belirsizli e etkisi dikkate alınmı tır. Analizler için 40 ivme kaydı ile 3-18 katlı moment taşıyan düzlem çerçeveler kullanılmı , maksimum ve ortalama ötelenme talebi ile maksimum ve ortalama ötelenme talebinin yapı yüksekli i boyunca da ılımı de erlendirilmı tir. Ayrıca, ötelenme talebinin yer hareketi iddeti, baskın titre im periyodu ve kat sayısına ba lılı ı ara tırlmı tır.

Garcia ve Miranda (2007), performansa dayalı tasarım için TSD sistemlerin maksimum ötelenme talebinin tahmini için kullanılacak olasılıksal bir yakla ımın önerildi i bir çalı ma yapmı tır. Çalı mada, do rusal olmayan davranı elastoplastik çevrimsel davranı modeli ile temsil edilmi , analizlerde kaya veya katı zeminlerde kaydedilen 240 ivme kaydı kullanılmı tır. Analiz sonuçları kullanılarak, do rusal olmayan ötelenme oranının merkezi e ilimi ile de erlerin saçılımı de erlendirilmı tir. Ek olarak merkezi e ilim ve saçılımın tahmin edilebilmesi amacıyla basit ba ntılar önerilmı tir.

Mollaioli ve Bruno (2008), tek ve çok serbestlik dereceli düzlem sistemlerin do rusal olmayan zaman tanım alanında analizleri yapılmı tır. Analizler için, bo sahada veya yüksekli i iki katı geçmeyen binalarda yer alan kayıt istasyonlarında kaydedilen, 43 depreme ait toplam 868 gerçek ivme kaydı kullanılmı tır. Analiz sonuçları üzerinde deprem büyüklü ü, kayıt istasyonu-deprem kayna ı mesafesi, yerel zemin durumu, süneklik, çevrimsel davranı parametrelerinin etkisi de erlendirilmı tir. Ek olarak maksimum elastik ötesi ötelenme talebinin maksimum elastik ötelenme talebine oranı için basit bir denklem önerilmı tir.

Lin ve Miranda (2009), maksimum ötelenme talebinin tahmini amacıyla kullanılan e de er do rusal yöntemlerin performansının de erlendirilmesi için, elastoplastik davranı a sahip ve periyodu 0.1s-3.0s arasında de i en TSD sistemlerin zaman tanım alanında do rusal olmayan analizlerini gerçekle tirmı tir. Analizlerde 9 farklı depremden elde edilen 72 gerçek ivme kaydı kullanılmı tır. Zaman tanım alanında analiz ile elde edilen maksimum taleplerin, e de er do rusal yöntem ile elde edilen taleplere oranının ortalaması ve saçılımı, periyot ve yatay dayanım oranının fonksiyonu olarak hesaplanmı tır.

Meral (2010), yüksek lisans tez çalı masında, betonarme yapı sto unu temsil eden dü ük ve orta yükseklikteki betonarme binaların daha önceki depremlere ait

ivme kayıtlarında olu an yer de i tirme talepleri ile binaların mevcut kapasitelerini kar ıla tırarak mevcut binaların performanslarını de erlendirmi tir. Çalı mada, dü ük ve orta yükseklikteki binalar 2, 4 ve 7 katlı üç boyutlu betonarme binalar ile temsil edilmi tir.

Tekin (2010), yüksek lisans tez çalı masında, TSD sistemlerin deprem tepkilerini olasılıksal olarak tahmin etmeyi hedeflemi tir. Çalı mada, titre im periyodu 0.1s-5.0s arasında de i en TSD sistemler için hesaplanan maksimum tepkiye ait olasılık da ılımları önerilmi tir. Analizler için 51 depremden elde edilen toplam 317 ivme kaydına ait yatay bile enler kullanılmı tir.

Fahjan ve di . (2011), 12 katlı bir betonarme yapının do rusal ve do rusal olmayan dinamik analizini yaparak çatı ötelenmesi ve görelî kat ötelenmesi taleplerini incelemi tir. Bunun için, DBYBHY ile uyumlu 10 adet ölçeklendirilmi gerçek deprem kaydı kullanılmı tir. 7 depremden elde edilen sonuçların ortalaması, rastgele seçilen üçünün en büyü ü ve en dü ük üç sonuç içinden en büyü ü alınarak kıyaslanmı tir. Sonuçta, zaman tanım alanında do rusal ve do rusal olmayan dinamik analizler için en az 7 deprem kaydı kullanılmasının ve elde edilen sonuçlarının ortalamasının göz önüne alınmasının daha do ru olaca ı belirtilmi tir.

Önür (2011), yüksek lisans tez çalı masında, betonarme bina sto unu temsil eden dü ük ve orta yükseklikteki binalarda olası depremlerde olu an ötelenme taleplerini zaman tanım alanında do rusal elastik analiz kullanarak de erlendirmi tir. Çalı mada mevcut binalar 2, 4 ve 7 katlı olarak dikkate alınmı ve 41 adet gerçek ivme kaydı kullanarak 984 adet zaman tanım alanında do rusal elastik analiz yapılmı tir.

Özmen (2011), doktora tez çalı masında, Türkiye'deki mevcut betonarme yapıların genel dayanım ve deformasyon özelliklerinin belirlenmesi ve binalarda bulunan yapısal eksiklerin deprem performansı üzerindeki etkisinin de erlendirilmesini amaçlamı tir. Çalı mada, mevcut yapı sto unu temsil eden üç boyutlu betonarme yapı modellerine ait e de er TSD sistemlerin zaman tanım alanında do rusal olmayan analizleri gerçekleştirilmi tir. Analizler için birbirinden farklı zeminlerde kaydedilen toplam 264 gerçek ivme kaydı kullanılmı tir. De erlendirme için maksimum ötelenme talebi kullanılmı tir.

nel ve di . (2013), Türkiye'deki mevcut bina sto unun bir bölümünü olu turan 2, 4 ve 7 katlı betonarme binaları temsil eden üç boyutlu analiz modelleri ve bu binaların e de er TSD modelleri için do rusal elastik olmayan dinamik analiz ile elde edilen çatı seviyesi ötelenme taleplerini kar ıla tırlımı tır. 19 gerçek ivme kaydı ve 24 üç boyutlu bina kullanılarak yapılan bu çalı ma neticesinde, üç boyutlu modeller için elde edilenlere kıyasla e de er TSD modeller için elde edilen ötelenme taleplerinin %20-40 oranında daha fazla oldu u belirtilmi tir.

Kayhan ve Demir (2016a), DBYBHY ile uyumlu ivme setleri kullanarak TSD sistemlerin zaman tanım alanında do rusal olmayan analizini yapımı ve elde edilen maksimum ötelenme taleplerini istatistiksel olarak de erlendirmi tir. Bunun için, farklı do al titre im periyodu, yatay dayanım oranı ve çevrimsel davranı modeline sahip 36 adet TSD sistem göz önüne alınımı tır. Do rusal olmayan analizler için, Z1, Z2, Z3 sınıfı zeminlerin her biri ile uyumlu olacak biçimde yedi adet gerçek ivme kaydına sahip ivme kaydı setleri kullanılmı tır. vme seti içerisindeki kayıtlardan elde edilen maksimum ötelenme taleplerinin, tüm TSD sistemler için önemli derecede bir saçılıma sahip oldu u görülmü tür. Ek olarak, farklı çevrimsel modeller için elde edilen taleplerin aynı ortalamaya sahip ana kitleden rastgele seçilmi örnekler oldu u hipotezinin %95 güven düzeyi ile kabul edilebilir oldu u ifade edilmi tir.

Kayhan ve Demir (2016b) ba ka bir çalı mada, DBYBHY ile uyumlu farklı ivme kaydı setleri kullanarak düzlem çerçeveler için elde edilen maksimum ve görelî ötelenme taleplerini istatistiksel olarak incelemi tir. Çalı ma kapsamında 3, 5 ve 7 katlı iki boyutlu betonarme çerçeveler göz önüne alınımı tır. Çalı ma sonuçlarına göre, DBYBHY ile uyumlu farklı ivme kayıtları kullanıldı nda farklı ötelenme talepleri elde edilebilece i gözlemlenmi tir. Bu sonucun dikkate alınan tüm zemin sınıfı ve betonarme çerçeve sistemler için kabul edilir oldu u dile getirilmi tir. vme kayıtlarından elde edilen yapısal taleplerdeki saçılımın yüksek oldu u da çalı madan çıkarılan sonuçlardan biridir.

Samanta ve Huang (2017), farklı ölçeklendirme metotlarının yüksek yapılardaki tepkilerin da ılımına etkisini incelemi lerdir. Çalı mada 34 katlı betonarme-çelik kompozit çerçeve sistemi kullanılmı tır. Be farklı ölçeklendirme yöntemi göz önüne alınımı tır. Çalı mada, maksimum kat ivmeleri, ortalama kat

spektral ivme de erleri ve maksimum görelî kat ötelenmelerinin medyan de erleri dikkate alınmı tır.

Kayhan ve di . (2018), DBYBHY ile uyumlu zaman tanım alanında analizlerden elde edilen maksimum ötelenme taleplerinin istatistiksel olarak de erlendirildi i bir di er çalı mada, göz önüne alınan her bir zemin sınıfı ile uyumlu olmak üzere 30 farklı ivme kaydı seti kullanmı tır. Bu çalı mada da, ötelenme taleplerine ait saçılımın yüksek oldu u dile getirilmî tir. Do rusal olmayan statik ve dinamik analiz sonuçları kıyaslanmı , sert zeminler üzerinde bulunan uzun periyoda sahip binaların deprem davranı nının do rusal olmayan statik analiz ile tahmininde özel bir dikkatin gerekli oldu u ifade edilmi tir. Çalı mada ek olarak, yatay dayanım oranı ve periyot de erlerine ba lı olarak maksimum ötelenme talebinin tahmin edilmesi amacıyla do rusal regresyon modelleri önerilmî tir.

Palancı ve di . (2018), orta yükseklikteki betonarme binaları temsil eden be katlı üç adet betonarme binanın zaman tanım alanında do rusal olmayan analizlerini yapmı ve maksimum global ötelenme oranı taleplerini istatistiksel olarak de erlendirmi tir. Çalı mada, DBYBHY ile uyumlu olmak üzere, 7, 11 ve 15 ivme kaydına sahip farklı ivme kaydı setleri kullanılmı tır. vme setinde yer alan kayıtlar için elde edilen ötelenme taleplerinin set içerisindeki saçılımının yüksek oldu u ve zemin sınıfının saçılım üzerinde bir etkisinin bulunmadı ı dile getirilmî tir. Ek olarak, belirli bir sayıda gerçek ivme kaydına sahip bir katalogdan seçim yaparak elde edilecek ivme kaydı setleri için, sette bulunan ivme kaydı sayısının artması ile ötelenme taleplerinin saçılımının da arttı ı, ama set için hesaplanan ortalama ötelenme talebi üzerinde ivme kaydı sayısının herhangi bir etkisinin olmadı ı vurgulanmı tır.

1.3.2 ivme Kaydı Seçimi ile İlgili Çalışmalar

Naeim ve di . (2004), belirli bir hedef spektrumla uyumlu ortalama ivme spektrumuna sahip ivme kaydı seti meydana getirmek amacıyla, bir optimizasyon problemi olarak ele aldı ı ivme kaydı seçimi problemini genetik algoritma kullanarak çözmü ve ivme kaydı setlerini elde etmiştir. Çalışma kapsamında 1496 adet ivme kaydı takımı kullanılmış ve 7 ivme kaydından meydana gelen ivme kaydı setleri oluşturulmuştur. Çalışmada ivme kaydı ölçekleme katsayıları 0.5-1.5 ve 0.2-2.5 arasında alınmıştır.

Fahjan (2008), deprem kayıtlarının seçilmesi ile ilgili genel yöntemleri ve ölçütleri detaylı bir şekilde derlendirmiştir. Çalışmada, DBYBHY’de bulunan her bir sismik bölge ve zemin sınıfı için belirlenen tasarım ivme spektrumuna uygun kayıtlar seçilirken depremin büyüklüğü, faylanma tipi ve zemin koşulları göz önüne alınarak yapılan ön seçimin ardından, elde alınan yerel zemin sınıflarının her biri için 10 ivme kaydından oluşan ivme kaydı setleri elde edilmiştir.

Iervolino ve di . (2008), ivme setleri oluşturmak amacıyla, Avrupa Kuvvetli Yer Hareketi Veritabanı’nda (Ambraseys ve di . 2004) yer alan kayıtlar arasından seçim yapmıştır. EUROCODE-8’de ifade edilen 5 zemin sınıfının her biri için, herhangi bir ivme kaydının iki yatay bileşeninden yalnızca birinin seçildiği ve toplam 7 kayıttan meydana gelen ivme seti ile her kaydın iki bileşeninin de seçildiği ve toplam 14 kayıttan meydana gelen ivme takımı setleri elde edilmiştir.

Iervolino ve di . (2010), EUROCODE-8 ile uyumlu ivme kaydı setleri oluşturulan REXEL isimli bilgisayar programı geliştirmiştir. Programda kayıtların seçileceği depremin maksimum ve minimum büyüklükleri ve fayla olan uzaklık ön seçim kriteri olarak kullanılabilir. Program, iki boyutlu analiz için 7 adet ivme kaydından meydana gelen, 3 boyutlu analiz için 7 adet ivme kaydı takımından meydana gelen, setler oluşturabilmektedir.

Katsanos ve di . (2010) ivme kaydı seçimi için 2010 yılına kadar yapılmış olan akademik çalışmalar ile ilgili olarak ayrıntılı bir literatür taraması yapılmıştır. Çalışmada literatürde bulunan; spektrum ile uyumlu ivme kaydı seçimi, ivme kaydı

özelliklerine ba lı ivme kaydı seçimi, yönetmelik kriterlerine ba lı ivme kaydı seçimi gibi konulardan olu an çalı malar ile ilgili olarak kapsamlı bilgi verilmi tir.

Jayaram ve di . (2011), ivme kaydı seçiminde hedef spektrum olarak ko ullu spektrum önermi tir. Çalı mada, ko ullu ortalama spektrumun hem ortalaması hem de ortalama ile varyansı göz önüne alınarak, bu iki farklı yöntem kıyaslanmı tir. Çalı mada 40 adet benze tirilmi ivme kaydı kullanılmı tir. Çalı manın sonuçlarını de erlendirmek amacıyla tek serbestlik dereceli sistemler ve 4 ve 20 katlı betonarme çerçeve sistemler göz önüne alınmı tir. Çalı ma sonuçlarına göre, tek serbestlik dereceli sistemlerde ve betonarme çerçevelerde medyan tepkiler her iki metot için benzer çıkarken, ortalama ve saçılım ise, ortalamanın yanında varyans da göz önüne alındı nda daha büyük çıkmı tir.

Kayhan ve di . (2011), EUROCODE-8 ile uyumlu ivme kaydı setleri elde edilen çalı mada 7 ivme kaydından meydana gelen ivme setleri için toplam 352 ivme kaydı içerisinden seçim yapmı tir. Zaman tanım alanında ölçekleme için ölçek katsayısı 0.5-2.0 arasında seçilmi tir. Ortalama spektrum ile hedef spektrum arasındaki oran ilgili periyot aralı nda en çok 1.1, en az 0.9 olacak ekilde ivme kayıtları seçilmi tir. EUROCODE-8'de tanımlanan zemin sınıflarının her biri için ölçeklendirilmi ivme kayıtlarından meydana gelen 5 ayrı ivme kaydı seti elde edilmi tir.

Kayhan (2012), DBYBHY'de farklı zemin sınıfları için tanımlanmı elastik tasarım ivme spektrumları ile uyumlu olacak ekilde seçilen ve zaman tanım alanında ölçeklendirilen gerçek ivme kayıtlarından olu an ivme kaydı setleri elde etmi tir. vme setlerinde bulunan kayıt sayısı 10 ve 15 olarak ayrı ayrı dikkate alınmı tir. Böyle, ele alınan her bir zemin sınıfı için ayrı ayrı ivme kaydı setleri meydana getirilmi tir.

Katsanos ve Sextos (2013), analiz edilen yapıya özgü ivme kaydı seçimi yapan bir yazılım geli tirme amacı ta ıyan çalı malarında EUROCODE-8'de bulunan ivme kaydı seçim artlarını da göz önünde bulunduran ISSARS isimli bir program geli tirmi tir. Programda, ivme kaydı seçimi 4 a amada yapılmaktadır. Bunlar; ba langıç ivme kaydı seçimi, optimizasyon kullanılarak ortalamanın

spektrum ile uygun hale getirilmesi, ele alınan yapının performans analizi ve istenilen ölçütlere uygun olarak bazı kayıtların setten çıkarılmasıdır.

Zengin ve Akkar (2015), do rusal olmayan yapısal tepkinin tahmininde kullanılacak yer hareketi kayıtlarının seçimi amacıyla yeni bir yöntem geli tirmi tir. Önerilen yöntemde ivme kaydı setleri hedef spektral talepteki saçılım de erine göre olu turulmu tur. Çalı ma da önerilen yöntemin uygunlu unu incelemek amacıyla TSD sistemler kullanılmı tur. Çalı ma sonuçları ko ullu ortalama spektrum ile kıyaslanmı tur. Sonuçlara göre önerilen ivme kaydı seçimine göre olu turulacak setlerden elde edilecek medyan elastik deplasman %10 hata payı için en az 25 adet deprem kaydı ile ko ullu ortalama spektrumu kullanılırsa en az 15 adet ivme kaydı ile tahmin edilebilecektir.

Kayhan (2016), EUROCODE-8 ile uyumlu bir ekide ölçeklendirilmı ya da ölçeklendirilmemi ivme kaydı setlerinin elde edilebilmesi için hibrit HS-Solver (Ayvaz ve di . 2009) algoritmasına dayanan bir yöntem önermi tir. Yöntemin uygulanmasına örnek olarak farklı zemin sınıfları ele alınarak hem tek yönlü, hem de iki yönlü analizler için kullanılacak ivme kaydı setleri elde edilmi tir. Önerilen yöntemin, EUROCODE-8 ile uyumlu ivme kaydı setlerinin elde edilmesinde etkin bir araç olarak kullanılabilce i dile getirilmı tir.

Macedo ve Castro (2017), ivme kaydı seçimi ve ivme kaydının ölçeklendirmesi amacıyla SeIEQ isimli bilgisayar programı geli tirmi tir. Çalı mada, ivme kaydı seçimi ve ölçeklendirmesi amacıyla yaygın olarak kullanılan yönetmeliklerle uyumlu ivme kaydı seçimi ve son senelerde önerilen ve kullanılan ko ullu ivme spektrumları ile uyumlu ivme kaydı seçimi gerçekte tirilmı tir. Programda sırasıyla sismolojik karakteristik, ön seçim ve ivme kaydı setlerinin olu turulması basamakları i letilmektedir. Program ayrıca Avrupa'nın bütün bölgeleri için ko ullu ivme spektrumunu meydana getirmek amacıyla olasılıksal sismik tehlike analizi de yapmaktadır.

Reyes ve di . (2018), üç boyutlu binaların do rusal olmayan zaman tanım alanında analizleri için ASCE 07-10 (2010) yönetmeli inde bulunan ivme kaydı ölçeklendirme yakla ımının geli tirilmesi için bir yöntem önermi tir. Yöntemin etkinli inin de erlendirilmesi için dokuz adet planda düzensiz betonarme binanın

analizleri gerçekle tirilmi tir. Önerilen yöntemin, özellikle planda düzensiz binaların deprem davranı nın daha gerçekçi tahmin edilebilmesi için kullanılabilce i gösterilmi tir.

Shakeri ve di . (2018), yapının daha yüksek modlarının zaman tanım alanında analiz için seçilen ivme kayıtlarını leklendirmedeki etkisinin göz önüne alınması için, do rusal olmayan statik analiz sonuçlarını göz önünde bulunduran yeni bir ölçeklendirme yöntemi önermi tir. Yöntem, e de er TSD sistemin herhangi bir kayıttan elde edilecek maksimum yerde i tirmesinin, hedef yerde i tirmeye e it olması artına göre kaydın ölçeklendirilmesi esasına dayanmaktadır. Önerilen yöntemin uygulanmasına örnek olması amacıyla, üç düzenli ve biri düzensiz, dört yüksek yapının analizleri gerçekle tirilmi tir. Analiz sonuçları, önerilen yöntemin önemli yüksek mod etkilerine sahip yapılar için sismik talep parametrelerinin tahmininde epey etkili oldu unu göstermi tir.

1.4 Kapsam ve Yöntem

Bu alı mada, üç boyutlu bir betonarme binanın zaman tanım alanında do rusal olmayan analizi ile elde edilen ötelenme talepleri istatistiksel olarak de erlendirilmi tir. Bunun için, global (atı) telenmesi oranı (U/H) ve göreli kat ötelenmesi oranı (u/h) talepleri göz önüne alınmı tir. Zaman tanım alanında analiz için kullanılan ivme setlerinde bulunan her bir ivme kaydı için maksimum ötelenme talepleri (U_{mak}) ve maksimum göreli kat ötelenmesi talepleri (u_{mak}) elde edilmi tir. Daha sonra U_{mak} ve u_{mak} de erlerinin sırası ile bina yüksekli i ve ilgili kat yüksekli h ine bölünmesi ile maksimum çatı ötelenme oranı (U_{mak}/H) ve maksimum göreli kat ötelenmesi oranı (u_{mak}/h) talepleri hesaplanmı tir.

Her bir ivme seti ve sette bulunan her bir kayıt için farklı olarak elde edilen bu talepler istatistiksel olarak de erlendirilmi tir. De erlendirme amacı ile öncelikle ivme seti içinde bulunan kayıtlardan elde edilen taleplerin (U_{mak}/H ve u_{mak}/h) set içerisindeki e ilimi (ortalaması) ve saçılımı (standart sapması veya varyasyon katsayısı) incelenmi tir. Daha sonra, aynı hedef spektrumla uyumlu farklı ivme setlerinden elde edilen ortalama talepler arasındaki farklılı ın istatistiksel olarak

anlamalı olup olmadığı, tek yönlü varyans analizi kullanılarak incelenmiştir. Ayrıca, ötelenme talepleri için güven aralığı tahminleri yapılmıştır.

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizler için TBDY ile uyumlu olarak oluşturulan 11 ivme kaydı takımına sahip ivme setleri kullanılmıştır. TBDY’de tanımlanan ZB, ZC ve ZD sınıfı zeminlerin her biri için, bu zeminlere ait tasarım ivme spektrumları ile uyumlu olacak şekilde 30 ivme seti ve toplamda 90 ivme seti analizler için kullanılmıştır. ivme kayıtları için kullanılacak ölçeklendirme katsayısı 0.5-2.0 arasında seçilmiştir.

1.5 Tezin Organizasyonu

Tezin birinci bölümünde, tez çalışmasında dikkate alınan problem tanımlanmış ve tez konusu ile ilgili olarak literatürde bulunan çalışmalarından örnekler verilmiştir. Ek olarak tezin amacı, kapsamı ve çalışma amacı doğrultusunda kullanılan yöntem açıklanmıştır.

İkinci bölümde, yapısal analiz için kullanılan yöntemler, doğrusal olmayan modelleme ve zaman tanım alanında analiz ile ilgili olarak bilgiler verilmiştir. Ayrıca bu bölümde, TSB sistemler ve çok serbestlik dereceli sistemler ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Üçüncü bölümde, tez kapsamında kullanılacak olan betonarme binaya ait bilgiler ile doğrusal olmayan analiz modeline ait bilgiler verilmiştir.

Dördüncü bölümde, TBDY’de bulunan, zaman tanım alanında analiz ve analizde kullanılacak ivme kayıtlarının özellikleri ile ilgili tanımlamalar verilmiştir. Ek olarak, tez çalışmasında kullanılmak üzere TBDY ile uyumlu olacak biçimde elde edilen ivme kaydı setlerine ait bilgiler sunulmuştur.

Beşinci bölümde, betonarme bina için zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz sonuçları verilmiştir. Maksimum çatı ötelenmesi oranı ile maksimum görece kat ötelenmesi oranı taleplerinin temelimi ile saçılımı, zemin sınıfına bağlı olarak değerlendirilmiştir.

Altıncı bölümde, be inci bölümde verilen zaman tanım alanında do rusal olmayan analiz sonuçları göz önüne alınarak gerçekleştirilen tek yönlü varyans analizi ile ilgili bilgiler ve varyans analizi sonuçları sunulmu tur. Bu bölümde, maksimum ötelenme taleplerine ait güven aralı ı tahmini ile ilgili sonuçlar da verilmi tir.

Yedinci bölümde, tez çalı masında elde edilen sonuçlar ifade edilmi tir.

2. YAPISAL ANALİZ YÖNTEMLERİ

2.1 Giriş

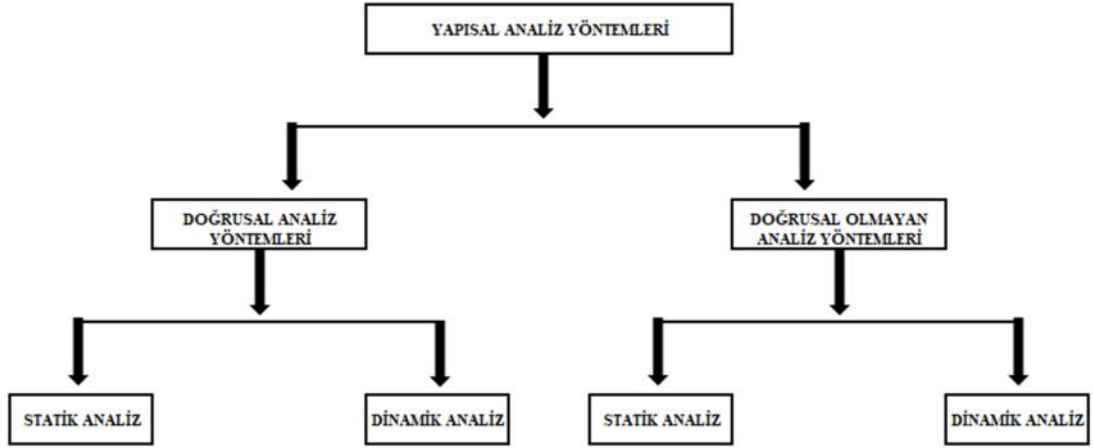
Bu bölümde, yapıların tasarım ve/veya performans analizlerinde kullanılan yapısal analiz yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir.

İnsanoğlu, tarih boyunca karışına çıkan problemlere çözümler üretmeye çalışmıştır, halen bu süreç devam etmekte ve gelecekte de üphesiz devam edecektir. Zamanı önceden kestirilemeyen, aniden meydana gelen, şiddetli ve yıkıcı etkileri çok fazla olan depremler de bu bağlamda çözüm aranan temel problemler arasındadır. Depremlerde can ve mal kaybını en aza indirmek için, depreme dayanıklı yapı tasarımı insanonun tarih boyunca geliştirdiği en etkili silahtır (Canbay ve diğ. 2008).

Depremler ani olu an ve yıkıcı etkisi fazla olan olaylar oldu u için, deprem etkisi ile olu an hasara deprem anında müdahale imkansız oldu undan, tasarım a masında dikkate alınan kriterler olu abilecek hasarları en aza indirmek için çok önemlidir. Mühendisli in temel felsefesinde yer alan ekonomi ve güvenlik ilkeleri dikkate alındı ında, tamamen hasarsız yapı tasarımı ekonomik olmayan bir yaklaşımdır. Güvenlikten ödün vermeden yapılan ekonomik tasarımlarda, olu abilecek hasarın kabul edilebilir düzeyde olması gerekir. Genel olarak şiddetli depremlerin meydana gelebilece i bölgelerde kabul gören tasarım hedefi; can kaybı olmaması, yapılarda olu abilecek hasarların sınırlı ve deprem sonrası giderilebilir düzeyde olmasıdır. Ço u modern deprem yönetmeli i gibi DBYBHY ve TBDY de, bu felsefeyi dikkate almaktadır. DBYBHY'ye göre yeni yapılacak binaların depreme dayanıklı tasarımının ana ilkesi, hafif şiddetli depremlerde binalardaki yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetli depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda meydana gelebilecek hasarın sınırlı ve onarılabilir seviyede kalması, şiddetli depremlerde ise can güvenli inin sağlanması amacı ile kalıcı hasar meydana geli inin sınırlandırılması, olarak belirtilmiştir. TBDY'de ise, yeni binaların da tasarımında dikkate alınmak üzere

kesintisiz kullanım, sınırlı hasar, kontrollü hasar ve göçmenin önlenmesi performans düzeyleri tarif edilmiştir. Bu performans düzeylerinin hangi deprem düzeyi için sağlanması gerektiği, analiz yöntemi olarak hangi yöntemin kullanılması gerektiği de TBDY’de ifade edilmiştir.

Yapıya etkiyecek yükler altında taşıyıcı sistem elemanlarının, ön boyutlandırmasının ardından yapılan analizlerinde, elde edilen iç kuvvetler ile deformasyonlar göz önüne alınarak, yeniden boyutlandırma ile tasarım ve kapasite kontrolleri yapılmaktadır. İç kuvvetlerin ve deformasyonların elde edilmesi için kullanılan analiz yöntemleri ise, öngörülen yüklerin yapıya yükleme ekli ve malzeme davranışında göz önüne alınan kabullere göre değişmektedir. Yapısal analiz yöntemleri Şekil 2.1’de özet halinde gösterilmiştir.



Şekil 2.1: Yapısal analiz yöntemleri

2.2 Analiz Yöntemleri

Yapısal analizlerde özellikle modellemenin basitliği, işlem süresinin kısalması gibi kolaylıklar sebebiyle doğrusal yöntemler daha çok tercih edilmektedir. Yürürlükteki çözümlerinde bulunan doğrusal yöntemler kuvvet tabanlı tasarım ve değerlendirme amacıyla kullanılmaktadır. Doğrusal olmayan analiz yöntemleri ise; son zamanlarda özellikle teknolojinin gelişmesine bağlı olarak, bilgisayarların işlem kapasitelerinin artması ile daha çok kullanılmaya başlanmıştır. Doğrusal olmayan analiz yöntemlerinin en büyük avantajı, hem taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal ötesi davranışlarının göz önüne alınabilmesi, hem de artan

yükler altında taşıyıcı sistem elemanları kapasitelerine eriştikçe bu elemanlar tarafından taşınamayan yüklerin diğer elemanlara nasıl dağıldığının değerlendirilebilmesidir. Doğrusal ötesi yöntemlerde malzemenin elastik ötesi davranışı göz önüne alındığı için, ön boyutlama haricinde, yapı elemanlarındaki donatı düzeninin de bilinmesine gerek vardır. Zemin yükü doğrusal yöntemlere göre fazla olmasına rağmen, doğrusal ötesi yöntemlerde yapının hasar mekanizması da gözlemlenebilmektedir.

2.2.1 Doğrusal Statik Analiz

Kuvvet tabanlı yaklaşımlara esas olan bu yöntem, diğer yöntemlere göre en yaygın analiz yöntemidir. Deprem yüklerinin eşdeğer statik yüke dönüştürülerek yapıya kat döşemeleri seviyesinde uygulandığı yöntemdir. Kesit tesirleri ve yerden irtimeler, dikey yüklerin deprem yükleri ile birlikte, yönetmeliklerde verilen farklı yük kombinasyonları kullanılarak etkilmesi ile elde edilmektedir. Hesaplanan bu değerler, yönetmeliklerde verilen sınır değerlere göre kontrol edilmekte ve tasarım sonlandırılmaktadır.

TBDY’de ifade edilen Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi, doğrusal statik analiz yöntemlerine bir örnektir. Yöntem, bazı kısıtlamalarla belirli tür taşıyıcı sistemlere uygulanabilmektedir. Yöntem binanın birbirine dik iki deprem doğrultusunda binaya etkileyen depremler için ayrı ayrı uygulanmaktadır. Binanın dikkate alınan deprem doğrultusunda, binaya etkileyen toplam eşdeğer deprem yükünün hesabı için ilgili doğrultudaki hâkim titreşim modu dikkate alınarak hesaplanan azaltılmış tasarım spektral ivmesi ve binanın deprem hesabına esas toplam kütlesi göz önüne alınmaktadır. Sonra katlara etkileyen eşdeğer deprem yükleri belirlenmektedir. Azaltılmış tasarım spektral ivmesi, yatay elastik tasarım spektral ivmesinin deprem yükü azaltma katsayısına bölümü ile elde edilmektedir. Doğrusal elastik deprem yüklerinin azaltılmasında dikkate alınacak deprem yükü azaltma katsayısı ise, yapının deprem etkisi altında ortaya çıkacak doğrusal olmayan davranışı dikkate alınarak, taşıyıcı sistem niteliğine bağlı olarak (TBDY’de taşıyıcı sistem davranış katsayısı, dayanım fazlalığı katsayısı ve bina önem katsayısı ile tanımlanmaktadır) belirlenmektedir.

2.2.2 Do rusal Dinamik Analiz

Yapılarımıza etkiyen, hasar almasına, yıkılmasına neden olan deprem, rüzgar gibi yatay yükler zamanla de i mektedir. Bu nedenle yapıların tasarım ve performans de erlendirmelerinde, gerçe e daha yakın sonuçlar elde etmek için statik yöntemler dı ında dinamik analiz yöntemlerine ihtiyaç vardır. TBDY’de tanımlanan Mod Birle tirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Mod Toplama Yöntemi do rusal dinamik analiz yöntemlerine örnektir. Bu yöntemlerin hesap tekni i tamamen elastik davranı a dayanır. TBDY’de, bu hesap yöntemlerinde hesaba katılması gereken yeterli titre im modu sayısı, birbirine dik deprem do rultusunda her bir mod için hesaplanan taban kesme kuvveti modal etkin büyüklüklerinin toplamının bina toplam kütesinin %95’inden daha az olmaması ko uluna göre belirlenmektedir. Ek olarak, katkısı %3’ten büyük olan tüm modlar da dikkate alınacaktır.

Mod birle tirme yöntemi, yapının birbirine dik iki do rultusunda yeterli sayıda titre im moduna ait periyot ve mod ekli dikkate alınarak yapılan analizlerle deprem kuvvetinin hesaplandı ı ve katlara da ıtılmasında mod ekilerinin dikkate alındı ı analiz yöntemidir. Bu yöntem çok serbestlik dereceli sistemlerin davranı nı veren ifadelerin her mod ekli için ayrı ayrı de erlendirilmesi olarak da görülebilir (Celep ve Kumbasar 2004). Bu yöntemde, dikkate alınan her mod için hesaplanan deprem yükü, kat kesme kuvvetleri, yer de i tirmeler ve iç kuvvetler, istatistiksel olarak süperpoze edilmektedir.

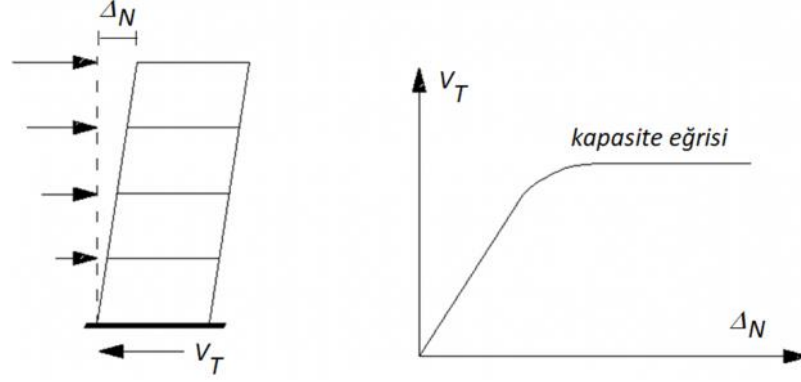
Zaman Tanım Alanında Mod Toplama Yöntemi’nde, depremin e zamanlı olarak birbirine dik iki yatay do rultuda etkidi inin dikkate alınması halinde, her bir titre im moduna ait modal davranı büyüklükleri (yerde i tirme, görelî kat ötelenmesi, iç kuvvet bile enleri) zaman tanım alanında modal hesap yöntemi ile hesaplanır. Yeterli sayıda titre im modu için hesaplanan e zamanlı modal davranı büyüklükleri daha sonra zaman tanım alanında do rudan toplanarak davranı büyüklüklerinin zamana göre de i imi ve tasarımda esas alınmak üzere en büyük de erleri elde edilir. Bu yöntemde, mod katkıları do rudan zaman tanım alanında toplandı ından istatistiksel mod birle tirme kurallarının uygulanmasına gerek kalmamaktadır. Ayrıca, aynı anda birbirine dik yatay yer hareketi bile enlerinin

dikkate alınabilmesi ile yaklaşık do rultu birle tirmesi kurallarının uygulanmasına da gerek kalmamaktadır. Bu yöntem ile yapılacak hesaplarda en az 11 deprem yer hareketi takımı kullanılacaktır. Birbirine dik yatay iki do rultudaki ivme kayıtları ta ıyıcı sistemin birbirine dik asal eksenleri do rultusunda aynı anda birlikte etki ettirilecektir. Daha sonra ivme kayıtlarının eksenleri 90° döndürülerek hesap tekrar edilecektir. Davranı büyüklükleri, yapılan en az $2 \times 11 = 22$ hesabın her birinden elde edilecek sonuçların en büyük mutlak de erlerinin ortalaması olarak elde edilecektir.

2.2.3 Do rusal Olmayan Statik Analiz

Yapı elemanlarının olası depremlerde elastik sınırlar içerisinde kalacağını dü ünerek tasarım yapmak ekonomik bir yaklaşı m d e ildir. Öyle ki yönetmeliklerde de yapı elemanlarının belirli sınırlar içerisinde hasar görmesine yani do rusal elastik olmayan davranı göstermesine izin verilmektedir. Ek olarak betonarme eleman davranı mının zaman içerisinde daha iyi anlaşılması ve daha gerçekçi temsil edilmesi ile birlikte, do rusal olmayan analiz yöntemleri geli mi ve kullanımları artmıştır.

Do rusal olmayan analiz yöntemlerinde amaç olası bir depremde yapı elemanlarında oluşacak do rusal elastik ötesi deformasyonların ve yapı davranı mının daha gerçekçi tahmin edilmesidir. Yapıların deprem etkisi altındaki do rusal elastik olmayan yatay yük kapasitesi ile yerde i tirme kapasitesini, deprem yer hareketinden ba ımsız olarak hesaplayabilmek amacıyla statik itme analizi olarak isimlendirilen bir yöntem geli tirilmiştir (ATC-40 1996). Bu yöntemde ilk olarak yapıya, deprem hesabına esas dü ey yükler uygulanır. Sonra ilgili deprem do rultusunda uygun bir yatay yük dağılımı seçilir. Genellikle birinci mod ekli ile uyumlu dağılım ya da yönetmeliklerde öngörülen yük dağılımları kullanılmaktadır. Seçilen yük dağılım ekli korunarak yatay yükler adım adım artırılır. Her bir adımda, yapının dü üm yer de i tirmeleri, elemanların iç kuvvetleri ve ekil de i tirmeleri hesaplanır. Bu yöntem kullanılarak, her bir adımda uygulanan toplam yatay yük ile yapının en üst katının yatay ötelenmesi arasındaki ilişkiyi gösteren e riye kapasite e risi adı verilir. Kapasite e risi, artan yatay yük etkisi altında yapının gösterece i davranı ı ifade eder. ekil 2.2'de tipik ters üçgen yatay yük dağılımı ve bir yapı için elde edilmiş tipik bir kapasite e risi görülmektedir.



ekil 2.2: Tipik yatay yük deseni ve kapasite eğrisi

ekil 2.2’de görüldüğü üzere yapı, nispeten düşük deprem yükleri etkisinde yani analizin ilk adımlarında doğrusal davranı göstermektedir. Deprem yükleri arttıkça taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal olmayan davranışına bağlı olarak kapasite eğrisi değişmektedir. Eğrinin son noktası yapının yük taşıma kapasitesini koruduğu son yerde iktirme davranışına karşılık gelmektedir. Kapasite eğrisi, yapının farklı deprem yüklemeleri altındaki davranışını da temsil etmektedir.

TBDY’de tanımlanan Tek Modlu İtme Yöntemleri ve Çok Modlu İtme Yöntemi, doğrusal olmayan statik analiz yöntemlerine örnek olarak verilebilir. Bu yöntemlerde, öncelikle deprem dışı yüklemeler altında doğrusal olmayan artımsal statik hesap yapılır. Bu hesaptan elde edilen iç kuvvetler ve ekil de i tirmeler ise, deprem hesabında başlangıç değerleri olarak dikkate alınır. Bu yöntemler ile yapılan hesap sonucunda elde edilen sünek davranışa karşılık gelen de erlendirmeye esas plastik ekil de i tirmeler (örneğin plastik dönmeler) ile sünek olmayan (gevrek) davranışa karşılık gelen iç kuvvetler, seçilen performans düzeyi için müsaade edilen sınır değerlerle kıyaslanarak ekil de i tirmeye göre de erlendirme ya da tasarım yapılır.

2.2.4 Doğrusal Olmayan Dinamik Analiz

Yapının doğrusal ötesi davranışını en gerçekçi biçimde yansıtan, en gelişmiş analiz yöntemi doğrusal olmayan dinamik analiz yöntemi yani zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemidir.

Do rusal olmayan dinamik analiz yönteminde, yapıya etki eden zamana ba lı yükler altında, ta ıyıcı sistem elemanlarının do rusal olmayan davranı ı dikkate alınarak meydana getirilen sistem hareket denklemini temsil eden diferansiyel denklem takımı adım adım çözülmektedir. Yani diferansiyel denklem takımı zaman artımları ile adım adım do rudan integre edilmektedir. Bu i lem esnasında, do rusal olmayan davranı sebebiyle sistem rijitlik matrisinin zamanla de i imi dikkate alınmaktadır. Analiz esnasında her bir adımda sistemde olu an yerde i tirme, plastik ekil de i tirme ve iç kuvvetler hesaplanmaktadır. Bu ekilde, bu büyüklüklerin deprem taleplerine kar ılık gelen maksimum de erleri elde edilmektedir. Yapının yer hareketi etkisinde analizi için hem yapısal modelin uygun olarak meydana getirilmesi hem de yer hareketinin ifade edilmesine ihtiyaç vardır.

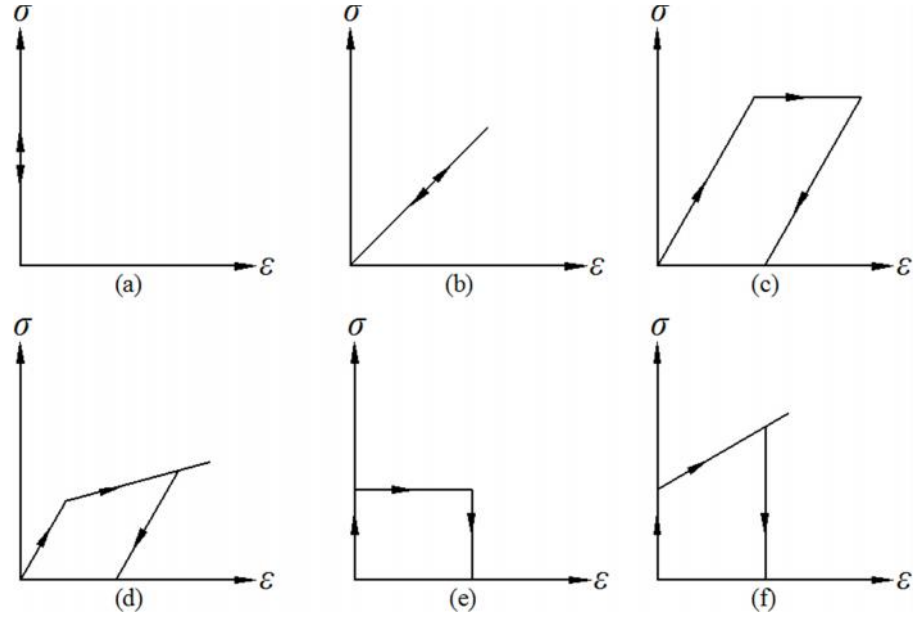
Yapısal sistemin hareket sırasındaki konumu tek bir parametreyle ifade edilebiliyorsa, sistem tek serbestlik derecelidir. Genellikle yapı sistemlerinin yer hareketi etkisindeki davranı ı ise çok serbestlik dereceli sistemler ile ifade edilecek analiz modelleri kullanılarak bulunmaktadır. Çok serbestlik dereceli sistemler ise gerekti i zaman iki boyutlu gerekti i zamansa üç boyutlu olarak modellenmektedir (Celep ve Kumbasar 2004).

TBDY'ye göre, zaman tanım alanında yapılacak do rusal olmayan hesaplarda en az on bir deprem yer hareketi takımı kullanılacaktır. Yer hareketi takımı, bir ivme kaydının iki yatay bile eninden olu maktadır. Birbirine dik yatay iki do rultudaki ivme kayıtları ta ıyıcı sisteme birbirine dik asal eksenleri do rultusunda aynı anda etkitilecektir. Sonra ivme kayıtlarının eksenleri 90° döndürülerek hesap tekrar yapılacaktır. Bu yöntemde de öncelikle deprem dı ı yüklemeler altında do rusal olmayan artımsal statik hesap yapılır. Bu hesaptan bulunan iç kuvvetler ve do rusal olmayan ekil de i tirmeler, deprem hesabında ba langıç de erleri olarak göz önüne alınır. Sünek davranı a sahip elemanlarda de erlendirmeye esas ekil de i tirme talepleri ile sünek davranı a sahip olmayan elemanlarda de erlendirmeye esas iç kuvvet talepleri, yapılan analizlerin (en az $2 \times 11 = 22$ analiz) her birinden elde edilen maksimum yapısal tepkilerin ortalaması olarak hesaplanır.

2.3 Do rusal Olmayan Davranı

Yapıları meydana getiren taşıyıcı sistem elemanları, kullanım süreleri boyunca karı karıya kaldıkları düzey yükler altında genellikle do rusal davranı göstermektedir. Deprem gibi ani ve büyük yüklemeler altında ise do rusal davranı sınırları geçilmekte ve do rusal olmayan (elastik ötesi) davranı meydana gelmektedir. Yapıların deprem etkisi göz önüne alınarak güvenli bir biçimde tasarımı amacıyla, do rusal olmayan davranı ın da hesaplara do ru bir ekilde aktarılması gerekir.

Tabiatta yer alan malzemelerin gerçek gerilme- ekil de i tirmeli kisi genellikle do rusal de ildir ve malzeme özelli ine ba lı olarak karma ık bir de i im gösterir. Malzemelerin tüm özelliklerini dikkate alan bir teori kurup hesap yapmak pratik olarak oldukça güçtür. Bu yüzden, malzemelerin etkin özellikleri dikkate alınarak farklı yaklaşıklık seviyelerinde sonuçlar elde edebilmek için basit malzeme idealle tirmeleri yapılır. ekil 2.3'te tek eksenli gerilme halinde yapılan idealle tirilmeden bazıları gösterilmi tir (Bakio lu, 2001).



ekil 2.3: deal malzeme davranı modelleri (Bakio lu, 2001)

ekil 2.3 (a)'da verilen rijit malzemede gerilme arttı ında ya da azaldı ında ekil de i tirmeli izlenmezken (b)'de ifade edilen gerilme- ekil de i tirmeli kisi do rusaldır ve yük arttıkça artan elastik deformasyon izlenir. Yük ortadan

kaldırıldı ndaysa elastik deformasyon geri döner. (c)'de elasto-plastik davranı söz konusudur. Cisim akma sınırına kadar elastik davranı gösterir, akma sınırından sonraysa plastik davranı gösterir. Uygulanan yük kaldırıldı nda, elastik deformasyon geri dönerken plastik deformasyonlar kalır. Akma sınırından sonra pekle me izlenen elasto- plastik davranı ta (d) ise akma sınırından sonra gerilmeler sabit kalmamakta, artmaktadır. Rijit plastik davranı ile (e), pekle en plastik davranı (f) özellikleri birbirine benzemektedir. Her iki davranı ta da akma anına kadar elastik deformasyon izlenmemektedir. kisinin farkı plastik bölgede deformasyon artarken gerilmenin artıp artmayaca ı ile ilgilidir.

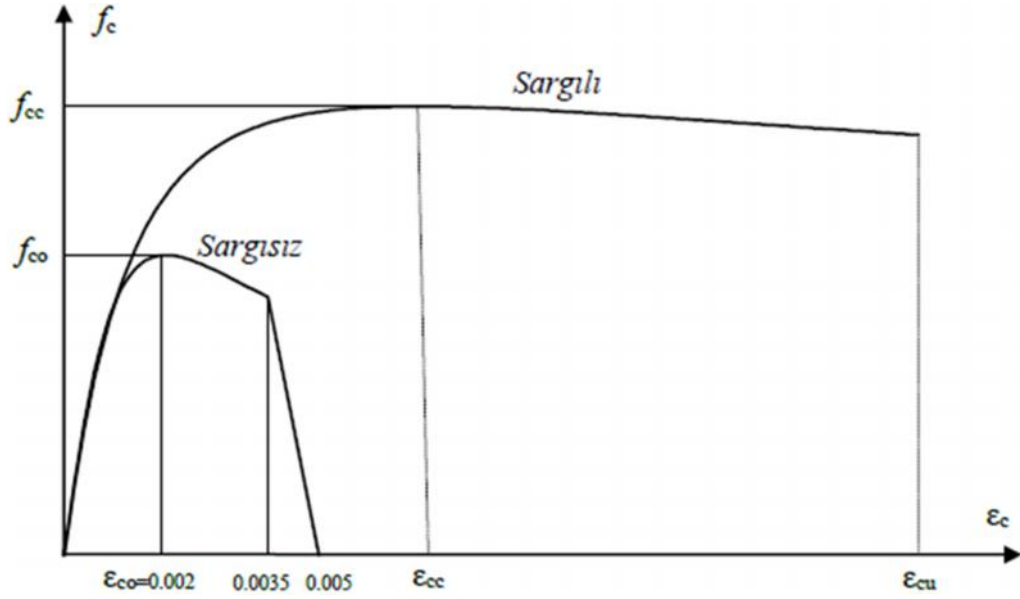
Betonarme ta ıyıcı sistem elemanlarının do rusal olmayan davranı ı da kullanılan malzemelerin yani betonun ve donatı çeli inin gerilme- ekil de i tirme ili kilerine ba lıdır.

Betonun gerilme- ekil de i tirme e risi, betonun sargılı olup olmadı ı yani yanal basınç etkisinin bulunup bulunmadı ı, betonun basınç dayanımı, enine donatının hacimsel oranı, yükleme hızı ve ekli gibi birçok parametreden etkilenmektedir. Bu yüzden her durumu ifade eden tek bir gerilme- ekil de i tirme e risinin tanımlanması mümkün de ildir. Fakat do rusal olmayan davranı ın bulunabilmesi amacıyla da betonun gerilme- ekil de i tirme e rilerine gerek duyulur. Literatürde betonun gerilme- ekil de i tirme ili kisi için çok sayıda model önerilmi tir (Kent ve Park 1969, Mander ve di . 1988, Sheikh ve Uzumeri 1982).

TBDY'de do rusal olmayan davranı ın göz önüne alınması için beton ve donatı çeli inin gerilme- ekil de i tirme ili kisi ile ilgili gerekli tanımlamamalar yer almakla birlikte, literatürde bulunan beton modellerinin herhangi birisi kesin olarak önerilmemi tir.

2.3.1 TBDY'ye göre Sargılı ve Sargısız Beton Modelleri

TBDY'de, do rusal olmayan yöntemler ile ekilde i tirmeye göre de erlendirmede, ba ka bir modelin seçilmedi i durumlarda kullanılmak üzere, sargılı ve sargısız beton için ekil 2.4'te gösterildi i gibi iki ayrı gerilme- ekil de i tirme e risi tanımlanmı tır.



ekil 2.4: TBDY'ye göre beton gerilme- ekil de i tirme ili kisi

ekil 2.4'te görüldü ü gibi sargı etkisi ile hem dayanımda hem de süneklikte artı meydana gelmektedir. Sargılı betonda beton basınç gerilmesi f_c , basınç birim ekilde i tirmesi v_c 'nin fonksiyonu olarak Denklem 2.1'de verilmi tir.

$$f_c = \frac{f_{cc} x r}{r - 1 + x^x} \quad (2.1)$$

Denklem 2.1'deki sargılı beton dayanımı f_{cc} ile sargısız beton dayanımı f_{co} arasındaki ili ki Denklem 2.2'de verilmi tir.

$$f_{cc} = \} f_{co} \quad ; \quad \} = 2.254 \sqrt{1 + 7.94 \frac{f_e}{f_{co}} - 2 \frac{f_e}{f_{co}} - 1.254} \quad (2.2)$$

Denklem 2.2'deki f_e etkili sargılama basıncı, dikdörtgen kesitlerde birbirine dik iki do rultu için Denklem 2.3'te verilen de erlerin ortalaması olarak alınır.

$$f_{ex} = k_e \dots_x f_{yw} \quad ; \quad f_{ey} = k_e \dots_y f_{yw} \quad (2.3)$$

Denklem 2.3'teki f_{yw} enine donatının akma dayanımını, \dots_x ve \dots_y ilgili do rultulardaki enine donatıların hacimsel oranlarını, k_e ise sargılama etkinlik katsayısı oranını temsil etmektedir (Denklem 2.4).

$$k_e = \left(1 - \frac{\sum a_i^2}{6b_0 h_0}\right) \left(1 - \frac{s}{2b_0}\right) \left(1 - \frac{s}{2h_0}\right) \left(1 - \frac{A_s}{b_0 h_0}\right)^{-1} \quad (2.4)$$

Denklem 2.4'te, r_i kesit çevresindeki boyuna donatıların eksenleri arasındaki uzaklığı, b_o ve h_o göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutlarını, s boyuna doğrultuda etriyelerin eksenleri arasındaki aralığı, A_s ise boyuna donatı alanını göstermektedir.

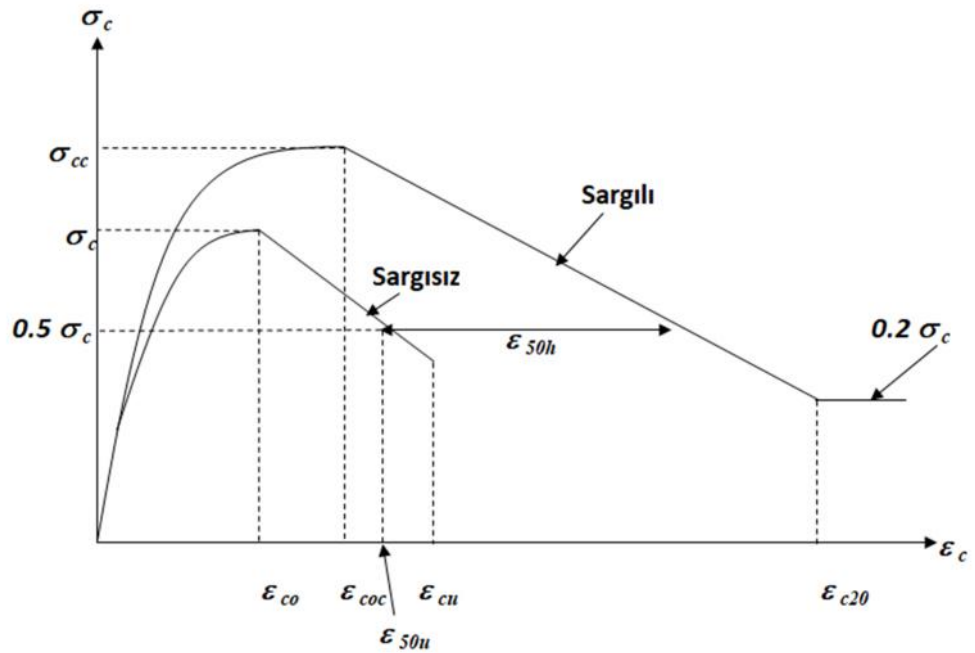
Denklem 2.1'deki normalize edilmiş beton birim eksenel gerilme-eksel deşim ilişkisi x ile r deşim oranına bağlı olarak ise Denklem 2.5 ve Denklem 2.6'da verilmiştir.

$$x = \frac{V_c}{V_{cc}} \quad ; \quad V_{cc} = V_{co} [1 + 5(\rho_c - 1)] \quad ; \quad V_{co} \cong 0.002 \quad (2.5)$$

$$r = \frac{E_c}{E_c - E_{sec}} \quad ; \quad E_c \cong 5000 \sqrt{f_{co}} \text{ [MPa]} \quad ; \quad E_{sec} = \frac{f_{cc}}{V_{cc}} \quad (2.6)$$

2.3.2 Geliştirilmiş Kent-Park Modeli

Geliştirilmiş Kent-Park Modeli, Roy ve Sozen (1964) tarafından sargılı beton için önerilen gerilme-eksel deşim ilişkisi üzerinden geliştirilmiştir. Eksenel gerilme-eksel deşim ilişkisi Denklem 2.5'de gösterildiği gibi sargılı ve sargısız beton için iki ayrı gerilme-eksel deşim ilişkisi önerilmiştir.



Şekil 2.5: Geliştirilmiş Kent-Park Modeli gerilme-eksel deşim ilişkisi

ekil 2.5'te görüldü ü gibi, bu modelde de sargı etkisi ile hem dayanımda hem de süneklikte artı meydana gelece i varsayılmaktadır. E rilerin ilk bölümleri için parabol ikinci bölümleri için do rusal ili ki tanımlanmı tır. E rilerin do rusal kısmında, sargılı betonun e imi, sargısız betonun e imine göre daha dü üktür. Sargısız betonda maksimum birim ekil de i tirme v_{cu} iken, sargılı betonda böyle bir sınır yoktur.

Geli tirilmi Kent-Park Modeli'ndeki gerilme ba lantıları parabol kısım ve do rusal kısım olmak üzere iki grupta incelenebilir (Denklem 2.7-Denklem 2.17).

Parabol ba ntıları:

Sargısız beton için:

$$\dagger_c = f_c \left[\frac{2v_c}{v_{co}} - \left(\frac{v_c}{v_{co}} \right)^2 \right] \quad (2.7)$$

Sargılı beton için:

$$\dagger_c = f_{cc} \left[\frac{2v_c}{v_{coc}} - \left(\frac{v_c}{v_{coc}} \right)^2 \right] \quad (2.8)$$

$$v_{coc} = K v_{co} \quad (2.9)$$

Do rusal kısım ba ntıları:

Sargısız beton için:

$$\dagger_c = f_c [1 - Z_u (v_c - v_{co})] \quad (2.10)$$

$$Z_u = \frac{0.5}{v_{50u} - v_{co}} \quad (2.11)$$

$$v_{50u} = \frac{3 + 0.285 f_c}{142 f_c - 1000} \geq v_{co} \quad (2.12)$$

Sargılı beton için:

$$K = 1 + \frac{\dots_s f_{ywk}}{f_c} \quad (2.13)$$

$$\dagger_c = f_{cc} [1 - Z_c (v_c - v_{co})] \geq 0.2 f_{cc} \quad (2.14)$$

$$Z_c = \frac{0.5}{v_{50u} + v_{50h} - v_{coc}} \quad (2.15)$$

$$v_{50h} = 0.75 \dots_s \left(\frac{b_k}{s} \right)^{0.5} \quad (2.16)$$

$$\dots_s = \frac{A_0 l_s}{s b_k h_k} \quad (2.17)$$

Denklem 2.7 ile Denklem 2.17 arasındaki ifadelerde bulunan parametreler a a ıda belirtilmi tir:

f_{cc} : Sargısız ve sargılı betona ait basınç dayanımı ($f_{cc} = F_{ck}$, $f_{cc} = K f_c$)

v_{coc} : Sargılı betonda maksimum gerilme altındaki birim ekil de i tirme

v_{co} : Sargısız betonda maksimum gerilme altındaki birim ekil de i tirme

Z_u, Z_c : Sargısız ve sargılı beton gerilme-birim ekil de i tirme e risinin do rusal bölümünün boyutsuz e imi

b_k, h_k : Etriye dı ından ölçülen çekirdek beton alanının boyutları

s : Sargı donatısının hacimsel oranı

f_c : Beton basınç gerilmesi

f_c : Betonun birim ekil de i tirmesi

v_{cu} : Sargısız beton için en büyük birim ekil de i tirme

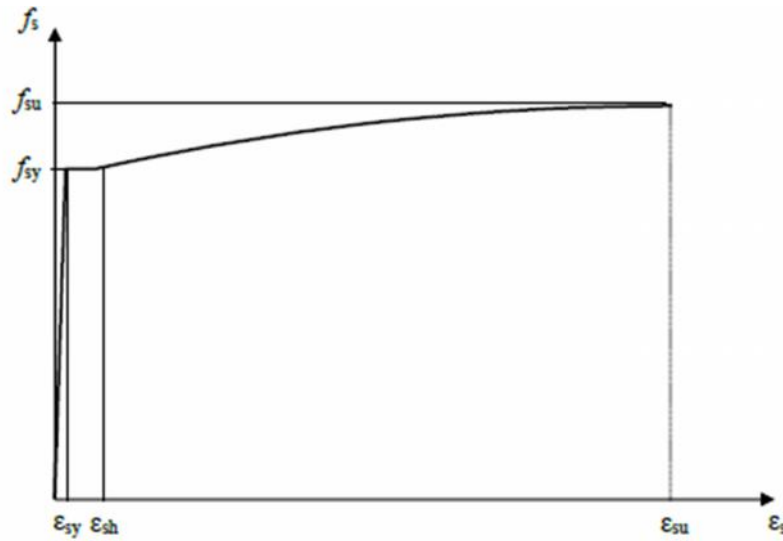
v_{c0} : Sargılı betonda $0.2 f_{cc}$ gerilme de erine kar ılık gelen birim ekil de i tirme

- A_0 : Sargı donatısının kesit alanı
- l_s : Kesitteki sargı donatısı ve çirozların toplam uzunlu u
- f_{ywk} : Sargı donatısının minimum akma dayanımı
- s : Sargı donatısının aralı 1

2.3.3 Donatı Çeli i Modeli

TBDY’de do rusal olmayan analiz modelleri için kullanılmak üzere donatı çeli i için de gerilme- ekil de i tirme ili kisini tanımlayan ba ıntılar verilmi tir. ekil 2.6’da gerilme- ekil de i tirme ili kisi görölmektedir.

TBDY’de, S420 donatı çeli i elastisite modülü $E_s=200,000$ MPa, akma birim uzaması $v_{sy}=0.0021$, peklemenin ba ladı ı andaki birim uzama $v_{sh}=0.008$ ve kopma birim uzaması $v_{su}=0.080$ olarak verilmi tir. Akma dayanımı $f_{sy}=420$ MPa ve kopma dayanımının akma dayanımına oranı $f_{su}/f_{sy}=1.15-1.35$ alınmaktadır.



ekil 2.6: TBDY’ye göre donatı çeli ine ait gerilme- ekil de i tirme ili kisi

TBDY’de, do rusal olmayan yöntemler ile performans de erlendirilmesinde kullanılmak üzere, donatı çeli i için a a ıdaki gerilme- ekil de i tirme ba ıntılarını tanımlanmı tır (Denklem 2.18-Denklem 2.20).

$$f_s = E_s v_s \quad (v_s \leq v_{sy}) \quad (2.18)$$

$$f_s = f_{sy} \quad (v_{sy} \leq v_s \leq v_{sh}) \quad (2.19)$$

$$f_s = f_{su} - (f_{su} - f_{sy}) \frac{(v_{su} - v_s)^2}{(v_{su} - v_{sh})^2} \quad (v_{sh} \leq v_s \leq v_{su}) \quad (2.20)$$

DBYBHY’de bulunan donatı çeli i için gerilme- ekil de i tirme ili kisini tanımlayan ba ntular TBDY’de tanımlanan ve Denklem 2.18-Denklem 2.20 ile verilen ba ntular ile aynıdır.

DBYBHY’ye göre S420 donatı çeli i elastisite modülü $E_s=200,000$ MPa, akma birim uzaması $v_{sy}=0.0021$, peklemenin ba ladı ı andaki birim uzama $v_{sh}=0.008$ ve kopma birim uzaması $v_{su}=0.10$ olarak önerilmiştir. Akma dayanımı $f_{sy}=420$ MPa ve kopma dayanımı $f_{su}=550$ MPa alınmaktadır.

2.4 Do rusal Olmayan Davranı n Plastik Mafsall ile fadesi

Daha önce de bahsedildi i gibi yapılar, deprem gibi ani ve şiddetli etkiler altında do rusal olmayan davranı nı sergilemektedirler. Do rusal olmayan analizlerde artan yükler altında yapı elemanlarının rijitliklerinde azalma olur ve kritik bölgelerde eleman sabit sayılabilecek bir yük de eri altında deformasyon yaparak enerji sönmülendirmeyi, kapasitesini kaybedene kadar sürdürür (Özmen ve di . 2007). Do rusal olmayan analizlerde deprem etkisi altındaki hasar mekanizması, bu kritik bölgelerde meydana gelen hasar durumuna göre belirlenmektedir. Analiz sonucunda do ru çözümlere ula şabilmek amacıyla do rusal olmayan davranı nı do ru ekilde analiz modeline ilave etmek, hesaba katılacak yükleme durumu kadar önem ta ır.

Yapı elemanlarında hasarların meydana gelebilece i öngörülen kritik bölgelere atanan plastik mafsallar ile do rusal olmayan davranı nı ifade edilebilmektedir. Yapı elemanlarında olu şması beklenen hasar durumuna göre farklı özellikte (e ilme mafsalı, kesme mafsalı ve eksenel yük mafsalı) plastik mafsallar tanımlanabilir. Plastik mafsallar ta rıyıcı sistem elemanlarında olu şabilecek iç kuvvetler ve deformasyonlara göre belirlenmektedir. Bunun için do rusal olmayan

analizlerde, yapı geometrisi, dış yükler, sınır artları vb. bilgilere ilave olarak eleman boyuna ve enine donatı miktarları da bilinmelidir.

2.4.1 Plastik Mafsal

Bir kesitin sabit moment altında dönmesi, o kesitte plastik mafsal oluşması olarak adlandırılır. Plastik mafsalın klasik mafsaldan farkı, mafsaldaki momentin sıfır yerine, belirli bir büyüklüğe erişmesi olmasıdır. Literatürde plastik kelimesinden esinlenerek, bu moment M_p olarak da gösterilmektedir (Canbay ve diğeri, 2008).

Plastik mafsallar, örnek olarak sünek davranış gösteren bir elemanda; yapılan yükleme altında yapı elemanındaki kritik kesitte betonun çatlaması ve donatının akma dayanımına ulaşması ile sabit yük altında deformasyon yaparak enerji tüketmesi ile meydana gelir. Bu mafsallar, elemanda deprem etkisi altında maksimum eylem momentlerinin meydana geldiği uç bölgelerde oluşmaktadır. Mafsal oluşması beklenen bölgeye plastik mafsal bölgesi ve bu bölgenin eleman boyunca uzunluğuna göre plastik mafsal boyu (L_p) denilmektedir.

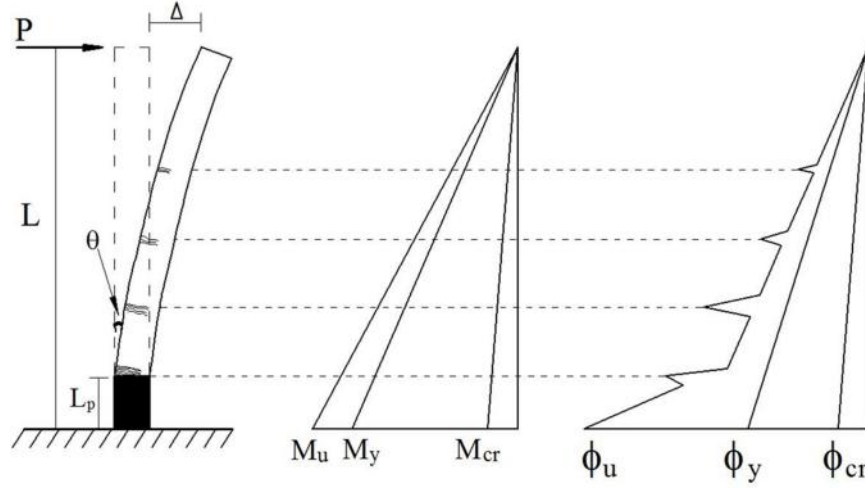
Plastik mafsalın boyu, moment-eylemlik bağıntısına, eleman boyunca eylem momentinin değişimine, kesit yüksekliğine ve kesitteki normal kuvvete bağlıdır. TBDY ve DBYBHY’de basit olarak $L_p=0.5h$ kabulü benimsenmiştir (Celep 2008).

2.4.2 Eylem Mafsalı

Betonarme yapılar genellikle aksel yük altında elemanların ezilmesi, kesme kuvveti etkisi ile kesme kırılması ve eylem etkisi ile eylem hasarı olmak üzere üç farklı göçme durumuna ulaşmaktadır. Bu göçme durumlarından sadece eylem hasarının sünek olarak gerçekleşmesi mümkündür. Diğerlerinde ise gevrek hasar gerçekleşir. Bu sebeple betonarme elemanların tasarımında gevrek hasar durumlarının ortaya çıkmaması için gerekli tasarım koşulları tanımlanmakta ve olası eleman hasarlarının eylem davranışı altında ortaya çıkmasını sağlanmaktadır. Dolayısıyla deprem gibi büyük yükler altında yapı elemanlarında oluşacak hasarların eylem hasarları olması amaçlanıp, tasarımlar bu doğrultuda yapılmaktadır.

2.4.3 E rilik Yo unla ması

ekil 2.7’de verilen betonarme konsol elemana etkiyen P yatay yükü sıfırdan başlayıp artırıldığında e rilik momenti ara noktalarda do rusal olarak artar. Kesitlerde çatlama momenti de erine (M_{cr}) ula ıldı ında betonarme kesit çatlamaya ba lar. Kesitin çatladı ı andaki e rilik de eri w_{cr} ile gösterilmi tir. Çatlama ile kesit yüksekli i azaldı ından kesit eylemsizlik momenti de azalır. Eylemsizlik momentinin azalması ise e rilikte sıçramalar meydana getirir. Bu durum mesnette akma momentine (M_y) ula ılıncaya kadar sürer. Nihai moment (M_u) de erine ula ıldı ında kesitte büyük çatlamlar ve e rilikler olu ur. ekil 2.7’de w_y akma e rili ini, w_u nihai e rili i göstermektedir.

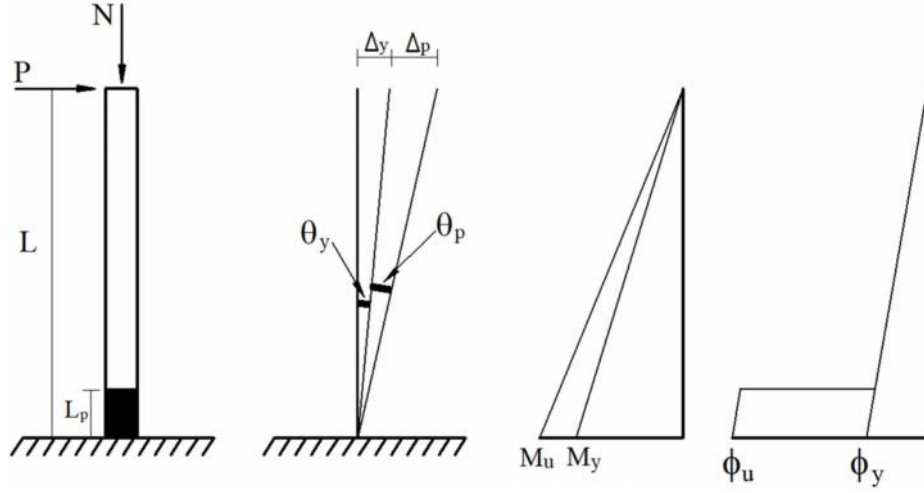


ekil 2.7: Betonarme bir konsolda moment ve e rilik diyagramları

TBDY ve DBYBHY’de e rilik yo unla masının kolonun alt ucunda belirli bir bölge boyunca (L_p) olu tu u varsayılmaktadır. ekil 2.7’deki gibi, bu yo unla maya ba lı olarak, kolon alt ucunda, bir mafsaldaki dönmeye benzer ekilde „ açısı kadar dönme olu tu u kabul edilmektedir. Bu dönme, elastik ve plastik dönmelerin toplamıdır. Plastik dönmelerin de gözlendi i bu olaya plastik mafsal olu umu denilmektedir.

Betonarme konsolun alt ucundaki e rilik yo unla ması hesaplamalarda kolaylık olması için ekil 2.8’deki gibi idealle tirilebilir. Buna göre, plastik mafsal bölgesine kadar do rusal olarak, plastik mafsal bölgesinde ise ani olarak artan e rilik de erleri kullanılarak dönme ve yatay ötelenme de erleri hesaplanmaktadır. Hem

dönme hem de yatay ötelenmenin elastik ve plastik de erlerini, örne in moment-alan teoremini kullanarak hesaplamak mümkündür.



ekil 2.8: Betonarme bir konsolda ideale tirilmi e rilik diyagramları

Denklem 2.22-2.25'te sırası ile elastik dönme, plastik dönme, elastik ötelenme ve plastik ötelenme denklemleri verilmi tir. Denklemler ekil 2.8 dikkate alınarak belirtilmi tir.

$$\theta_y = \frac{w_y L}{2} \quad (2.22)$$

$$\theta_p = (w_u - w_y) L_p \quad (2.23)$$

$$\Delta_y = \theta_y \left(\frac{2L}{3} \right) \quad (2.24)$$

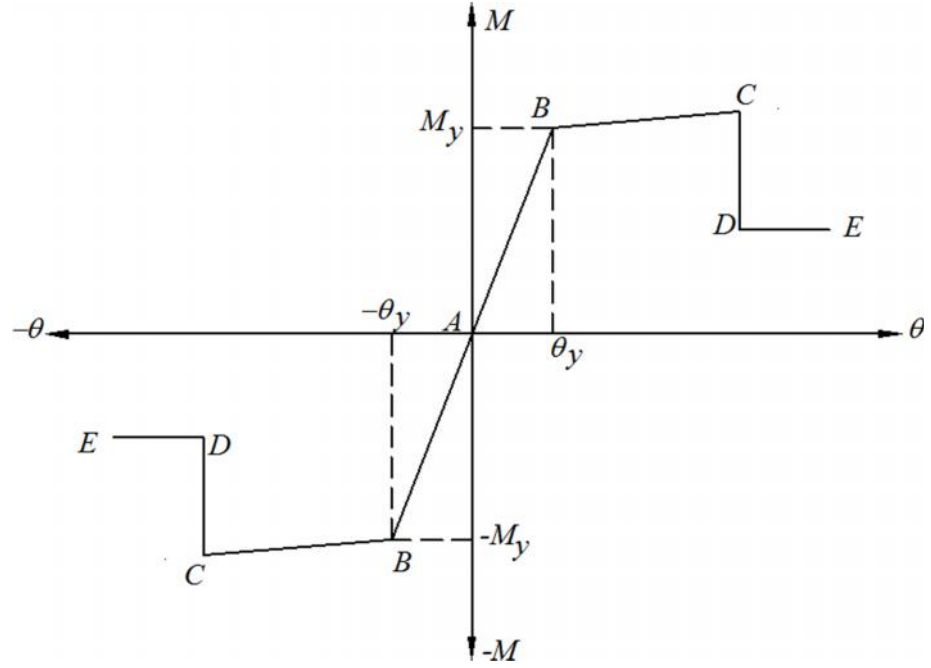
$$\Delta_p = \theta_p \left(L - \frac{L_p}{2} \right) \quad (2.25)$$

2.4.4 E ilme Mafsalı Kriterleri

Analizlerde, taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal olmayan davranışının temsil edildiği plastik mafsal bilgilerinin belirlenebilmesi için, elemanların uç bölgelerindeki kritik kesitlerinde moment-dönme de erleri kullanılmaktadır. Genel

olarak plastik mafsalin tanımını, kesitin akma noktasına ait moment ve dönme de eri ile plastik davranı bölgesinde moment ve dönme de erlerinin belirlenmesini gerektirir.

ekil 2.9'da verilen tipik bir moment-dönme ili kisi kullanılarak plastik mafsala ait tanımlama bilgileri verilmi tir. Eleman kesitinde momentin deprem esnasında yön de i tirmesi durumu dikkate alınarak, plastik mafsal tanımının pozitif ve negatif moment ve dönme de erlerini de içerecek ekilde yapılması gerekir.



ekil 2.9: Plastik mafsal için moment-dönme de erleri

ekil 2.9'da görülen A noktası orijin (0,0) noktasıdır. B noktası ise elemanın do rusal elastik davranı sınırı olan akma konumuna ula tı ı nokta olup bu noktadan sonra do rusal olmayan davranı ba lamaktadır. B noktası akma momenti (M_y) ve akma noktasına ait dönme de eri (θ_y) ile gösterilir. A-B arasında elemanda plastik bir davranı görülmez ancak artan dönme ile orantılı olarak moment de erinde artı gözlenir. Bu artı oranı kesit özelliklerine ba lı olarak yapılan moment-e rilik analizleri sonucunda belirlenebilmektedir. B-C noktaları arasında plastik dönme davranı ı gözlenmektedir ve moment kapasitesinde de artı olmaktadır. B-C arasında moment kapasitesinde gözlenen artı da yine kesit özelliklerine ba lı olarak belirlenmektedir. C noktası, kesitin moment kapasitesinin korunabildi i sınır dönme de eridir ve bu noktada C noktasındaki moment kapasitesi D noktası ile ifade edilen

de ere dü mektedir. Dönme E noktasında ifade edilen de ere ula tı nda ise D ile ifade edilen kapasite de korunamamaktadır.

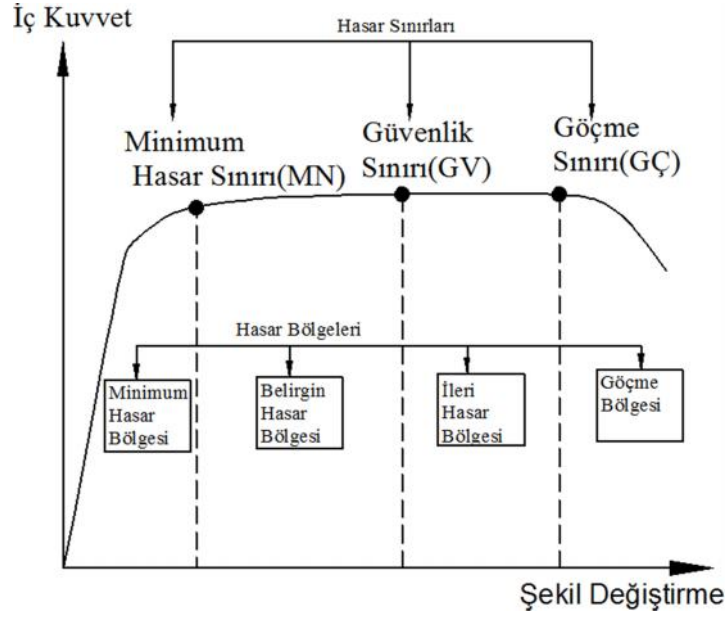
Do rusal olmayan analizlerde her bir elemanın kritik kesitlerinde tanımlanacak plastik mafsallar için ekil 2.9'da verilen B, C, D ve E de erleri, tersinir yükleme durumuna ba lı olarak momentin yön de i tirmesi de dü ünülerek hesaplanmalıdır. Kolonların donatı düzeni simetrik oldu undan pozitif ve negatif de erler e it alınmalıdır. Kiri kesitlerinin alt ve üst bölgelerinde farklı boyuna donatılar bulundu unda e ilme momentinin yönüne ba lı olarak farklı de erler elde edilir.

2.5 Do rusal Olmayan Modelleme

Tez çalı masında, analizler için seçilen örnek betonarme bina, DBYBHY hükümleri dikkate alınarak tasarlanmı bir binadır. Bu sebeple bu kısımda, DBYBHY'de ifade edilen do rusal olmayan analiz artları ile ilgili bazı tanımlamalar, idealle tirmeler ve kapasite sınırları açıklanmı tır.

2.5.1 Yapı Elemanlarında Kesit Hasar Bölgeleri ve Hasar Sınırları

DBYBHY'ye göre sünek elemanlarda moment-dönme davranı nı temsil eden plastik mafsalların hasar durumu için üç sınır tanımlanmı tır. Bunlar; Minimum Hasar Sınırı (MN), Güvenlik Sınırı (GV) ve Göçme Sınırı (GÇ). Minimum Hasar Sınırı kesitte elastik ötesi davranı mın ba langıcını, Güvenlik Sınırı kesitin dayanımının güvenli olarak sa lanabilece i elastik ötesi davranı m sınırını, Göçme Sınırı ise kesitin göçme öncesi davranı mın sınırını tanımlamaktadır (ekil 2.10). Bu sınıflandırma gevrek olarak hasar gören elemanlarda geçerli de ildir.



ekil 2.10: Kesit hasar sınırları ve hasar bölgeleri

Kritik kesitlerinin hasarı MN'ye ulaşmaya başlayan elemanlar Minimum Hasar Bölgesi'nde, MN ile GV arasında kalan elemanlar Belirgin Hasar Bölgesi'nde, GV ile GÇ arasında kalan elemanlar İleri Hasar Bölgesi'nde ve GÇ'yi aşan elemanlar Göçme Bölgesi'nde olarak tanımlanırlar.

Do rusal olmayan analizler ile bulunan iç kuvvetlerin ve ekil deformasyonlarının hasar bölgelerine ait sınır değerlerle karşılaştırılması sonucunda, kesitlerin hangi hasar bölgelerinde olduklarına karar verilmektedir. Eleman hasarı ise, elemanın en fazla hasar gören kesitine göre belirlenmektedir.

2.5.2 Do rusal Elastik Olmayan Davranışın Değerlendirilmesi

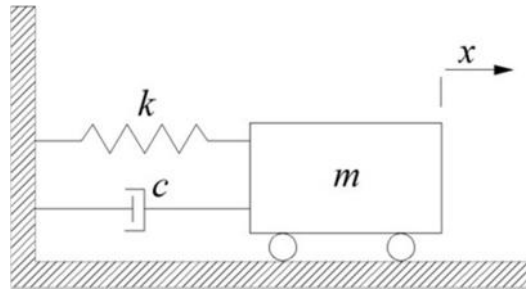
Do rusal olmayan davranışın dikkate alınabilmesi için kullanılan yarı ılı plastik davranış modeli'nde iç kuvvetlerin plastik kapasitelerine eriştiği sonlu uzunluktaki bölgeler boyunca, plastik ekil deformasyonlarının düzgün yayılı biçimde olduğunu varsayılmaktadır. Plastik mafsal boyu olarak adlandırılan plastik ekil deformasyon bölgesinin uzunluğu (L_p), taşıyıcı sistem elemanının çalınan do rultudaki kesit boyutunun (h) yarısına eşit alınmaktadır. Yarı ılı plastik ekil deformasyonunu temsil eden plastik mafsal, plastik mafsal bölgesinin tam ortasına atanmaktadır.

2.6 Zaman Tanım Alanında Do rusal Olmayan Analiz

Zaman tanım alanında do rusal olmayan analizde, yapıya etki eden zamana ba lı yükler altında, ta ıyıcı sistem elemanlarının do rusal olmayan davranı ı dikkate alınarak sistemin hareket denklemi adım adım çözülmektedir. Analiz sırasında her bir adımda sistemde meydana gelen yer de i tirme, plastik ekil de i tirme ve iç kuvvetler hesaplanmaktadır. Böylelikle, bu büyüklüklerin deprem taleplerine kar ılıklı gelen maksimum de erleri elde edilmektedir. Yapının yer hareketi etkisinde analizi için hem yapısal modelin hem de yer hareketinin temsil edilmesi gerekmektedir (Celep ve Kumbasar 2004).

2.6.1 Tek Serbestlik Dereceli (TSD) Sistemler

Sistemin düzlemde durumunu tayin eden ba ımsız geometrik parametrelerin sayısına serbestlik derecesi denir. Sistemin hareket halinde yer aldığı konum sadece bir parametrenin verilmesi ile bulunabiliyorsa böyle sistemler tek serbestlik dereceli (TSD) sistemler olarak isimlendirilmektedir. TSD sistemlerin davranı ını mesnet ko ulları ve hareket denkleminin ba langıç ko ulları göz önüne alınarak elde edilen çözümleri belirler (Celep ve Kumbasar 2004). ekil 2.11’de TSD sistemin titre iminin matematiksel modeli verilmiştir. ekilde, x yapının zamana ba lı deplasmanını ifade etmektedir.



ekil 2.11: TSD sistemin matematiksel modeli

TSD sistemlerin titre iminde ana parametreler rijitlik (k), kütle (m), sönüm katsayısı (c) ve titre ime neden olan zorlayıcı dı kuvvettir (örneğin deprem yer hareketi). TSD sistemin dinamik davranı ının belirlenebilmesi için, sistemin hareket denkleminin ihtiyacı vardır. Yer hareketi etkisindeki do rusal elastik TSD sistemin

dinamik davranışı Denklemler 2.26 ile verilmektedir. Denklemlerde $-m\ddot{x}_g(t)$ terimi, yapının kütesine etkileyerek titreşime neden olan dış kuvveti ifade etmektedir ve yer hareketinin ivmesi ile kütlelerin çarpımıyla elde edilmektedir. Denklem 2.26'nın doğrusal olmayan davranışa sahip sistemlere de uygulanabilmesi için, denklemlerde doğrusal elastik sistem için rijitlik ile ilgili yay kuvveti yerine, doğrusal olmayan davranışları da içeren yay kuvveti fonksiyonunun yazılması gerekir.

$$m\ddot{x}(t) + c\dot{x}(t) + kx(t) = -m\ddot{x}_g(t) \quad (2.26)$$

Sönüm, titreşimi etkileyen temel parametre olarak tanımlanmaktadır. Denklem 2.27 ile hesaplanan kritik sönüm katsayısından daha yüksek sönüme sahip sistemler titreşim hareketi gösteremezler. Daha düşük sönüme sahip sistemlerde ise sistemin titreşim periyodu Denklem 2.28 ile hesaplanmaktadır. Denklem 2.28'de ζ_d sönümlü titreşim yapan sistemin dairesel frekansını temsil etmektedir.

$$C_{cr} = 2\sqrt{mk} \quad (2.27)$$

$$T = 2\pi / \omega_d \quad (2.28)$$

TSD sistemlerde, analizde kullanılacak sönüm oranı Denklem 2.29 ile ifade edilmektedir.

$$\zeta = c / C_{cr} \quad (2.29)$$

Denklem 2.26'da verilen diferansiyel hareket denkleminin çözümü için farklı yöntemler kullanılabilir. Klasik çözüm için, hareket denkleminin başlangıç şartları da göz önüne alınarak iki kere integrasyonu gerekmektedir. Diğer bir yöntem olarak uygulanan kuvvet bir dizi sonsuz kısa süreli etki olarak temsil edilebilir. Böylece, sistemin belirli bir t anında, zamana bağlı kuvvete tepkisi, sisteme o zamana kadar etkileyen tüm itkilere tepkilerin toplamı olarak bulunabilir. Bu yaklaşım, Duhamel integrali olarak bilinen denklemin çözümüdür. Fakat söylemek gerekir ki burada ifade edilen iki yöntem de yalnızca elastik davranan TSD sistemlere ait hareket denklemlerinin çözümünde kullanılabilir. Dolayısıyla, deprem etkisi altında doğrusal olmayan davranış gösterecek öngörülen sistemlere ait hareket denklemlerinin çözümünde kullanılamazlar (Chopra 1995).

2.6.2 Çok Serbestlik Dereceli Sistemler

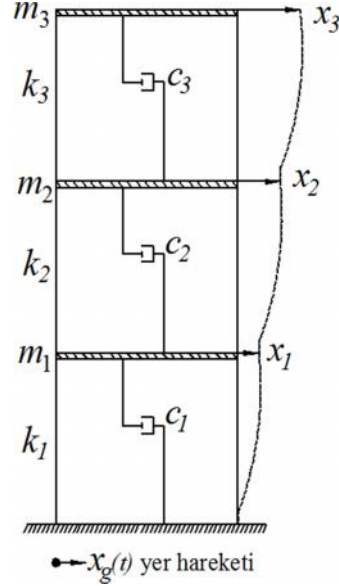
Titre im hareketi yapan bir sistemin konumunu belirlemek için birden çok parametreye ihtiyaç duyuluyorsa böyle sistemler çok serbestlik dereceli sistemler olarak isimlendirilmektedir. Sistemin serbestlik derecesi, hareket altında konumunun bulunabilmesi için ihtiyaç duyulan parametre sayısı kadardır. Sistemin hareketini serbestlik derecesi kadar yazılacak diferansiyel hareket denklemi belirler (Celep ve Kumbasar 2004).

2.6.2.1 Düzlem Çerçevesler

Betonarme düzlem çerçevesler, kolon ve/veya perdeler ile bunları birbirine bağlayan kirişlerden meydana gelen ve kat kütlelerinin döşeme seviyelerinde toplandı varsayılan sistemlerdir. Düzlem çerçeveslerde genel olarak düey taşıyıcı elemanların yatay ötelenme yaptıkları, düey eksenleri boyunca herhangi bir deformasyon oluşmadığı kabul edilir. Genellikle simetrik aksların olduğu, burulma düzensizliğin olmadığı, düzenli yapıların analizlerinde çerçeve idealizasyonları zaman ve hesap yükünü azaltmak amacıyla tercih edilir.

Çerçeveslerin kat deplasmanları düey taşıyıcı sistem elemanlarının ötelenme rijitliklerine bağlıdır. Düey taşıyıcı sistem elemanlarının yatay ötelenme rijitliği, sistemdeki bütün elemanlarla ilişkili olsa bile daha fazla bağılı oldukları kirişlerin rijitliklerine bağlıdır. Düşük rijitlikteki kirişlere bağlı elemanlarda mafsal bölgelerinde dönmeler kolayca görülürken, yüksek rijitlikli kirişlere bağlı elemanlarda ankastre mesnetlenmeye yakın davranış görülür. Düey taşıyıcı elemanlarda dönmeye sebep olan eilme momenti, kesme kuvveti ile doğrudan ilişkili olduğu için, elemanlardaki deplasmanlar kesme kuvveti ve yatay ötelenme rijitliğine bağılanabilir. Bu durumda düey taşıyıcı elemanlarda meydana gelen deplasmanın kesme kuvvetine bağılı olduğu söylenebilir ve bu tür çerçevesler kayma çerçevesi olarak isimlendirilir (Celep ve Kumbasar 2004).

Kayma çerçevesi yaklaşımına göre; eğer rijit diyafram kabulü yapılır ve kolon uçlarında dönme olmadığı kabul edilirse sistemin serbestlik derecesi kat sayısı kadar olmaktadır. Daha gerçekçi yaklaşım için; kolon uçlarındaki dönmeler de hesaba dahil edilir ve yeni serbestlik dereceleri belirlenerek çözüm yapılır. Sistemin hareket denklemleri katlarda dinamik denklemleri yazılarak elde edilir. Şekil 2.12’de örnek üç katlı kayma çerçevesi görülmektedir. Bu üç katlı kayma çerçevesinde, dönmelerin rijit olduğu ve kolon uçlarında dönme olmadığı kabul edilmiştir. Denklem 2.30’da bu çerçeve için zamana bağlı genel hareket denklemleri görülmektedir. Denklem 2.31- 2.33’te ise Şekil 2.12’de verilen örnek çerçeve için sırasıyla kütle, sönüm ve rijitlik matrisleri verilmiştir.



Şekil 2.12: Yer hareketi etkisindeki kayma çerçevesi

$$[m]\{\ddot{x}(t)\} + [c]\{\dot{x}(t)\} + [k]\{x(t)\} = -[m]\{\ddot{x}_g(t)\} \quad (2.30)$$

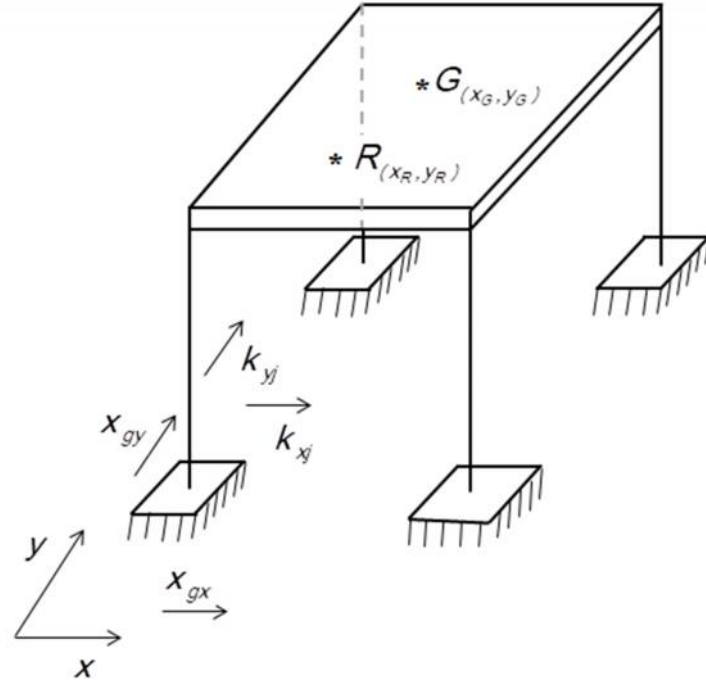
$$[m] = \begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{bmatrix} \quad (2.31)$$

$$[c] = \begin{bmatrix} c_1 + c_2 & -c_2 & 0 \\ -c_2 & c_2 + c_3 & -c_3 \\ 0 & -c_3 & c_3 \end{bmatrix} \quad (2.32)$$

$$[k] = \begin{bmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 & 0 \\ -k_2 & k_2 + k_3 & -k_3 \\ 0 & -k_3 & k_3 \end{bmatrix} \quad (2.33)$$

2.6.2.2 Üç Boyutlu Çerçevesler

Gerçekte yapılar üç boyutludur. Deprem gibi yıkıcı hasara sebep olan büyük yüklemelerde daha gerçekçi sonuçlar elde etmek için analizler üç boyutlu yapılmaktadır. Özellikle burulma düzensizli inin olduğu yapılarda, burulma etkisinin göz önüne alınabilmesi önemlidir. Bu doğrultuda yapılacak en kolay çözüm, düey taşıyıcı elemanlar için yatay ötelenme rijitliği tanımlamasıyla kayma çerçevesi kabulüdür. Kat kütlelerinin kat seviyelerinde toplandı ı kabul edilip, her kat için iki doğrultuda birer yer de i tirme ve düey eksen üzerinde dönme olmak üzere üç tane serbestlik derecesi dikkate alınır (Celep ve Kumbasar 2004). ekil 2.13'te örnek tek katlı sönümsüz uzay çerçeve görülmektedir.



ekil 2.13: Yer hareketi etkisindeki tek katlı uzay çerçeve

ekil 2.13'te verilen örnekte R kat rijitlik merkezini, G ise kat kütle merkezini göstermektedir. Gerçekte hareketli yükün yeri tam olarak bilinemedi inden G kütle

merkezi kesin olarak de il ama düzgün yayılı yük kabulü ile yaklaşık olarak belirlenebilir. Bu çerçeve için dinamik hareket denklemi Denklem 2.34'teki gibi yazılır. Kütle, rijitlik ve yer hareketinin olu turdu u yük vektörü matris formunda sırası ile Denklem 2.35- 2.37'de verilmi tir. Denklemlerde gösterilen M kat kütlelerini ve J katın dü ey eksen etrafındaki kütle atalet momentini ifade etmektedir.

$$[m]\{\ddot{x}(t) + [k]\{x(t)\}\} = -p(t) \quad (2.34)$$

$$[m] = \begin{bmatrix} M & 0 & -M(y_G - y_R) \\ 0 & M & M(x_G - x_R) \\ -M(y_G - y_R) & M(x_G - x_R) & J + M(x_G - x_R)^2 + M(y_G - y_R)^2 \end{bmatrix} \quad (2.35)$$

$$[k] = \begin{bmatrix} k_{xj} & 0 & -k_{xj}(y_j - y_R) \\ 0 & k_{xj} & k_{xj}(x_j - x_R) \\ -k_{xj}(y_j - y_R) & k_{xj}(x_j - x_R) & k_{xj}(x_j - x_R)^2 + k_{xj}(y_j - y_R)^2 \end{bmatrix} \quad (2.36)$$

$$[p] = \begin{bmatrix} -M\ddot{x}_{gx} \\ -M\ddot{x}_{gy} \\ -M(x_G - x_R)\ddot{x}_{gy} + M(y_G - y_R)\ddot{x}_{gx} \end{bmatrix} \quad (2.37)$$

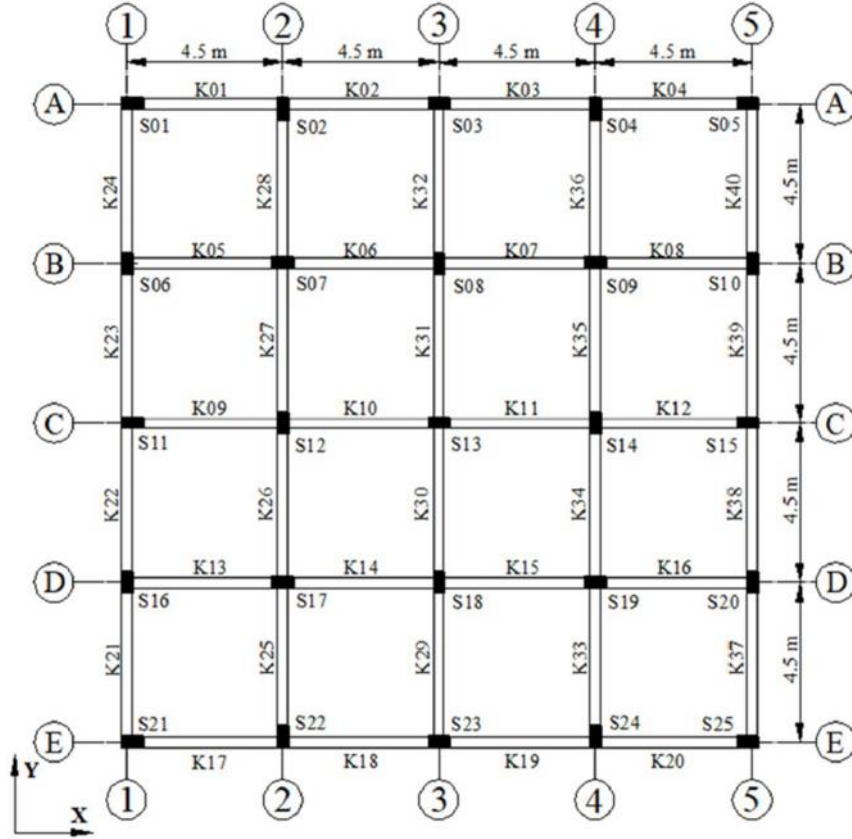
3. BETONARME B NA VE ANAL Z MODEL

3.1 Giri

Demir'in (Demir, 2015) yüksek lisans tezinde kullanılan be katlı bina modeli, örnek betonarme bina olarak seçilmiştir. Bu bölümde, tez çalışması kapsamında seçilen örnek betonarme bina ile ilgili bilgiler verilmiştir.

3.2 Bina Bilgileri

Ekil 3.1'de betonarme binanın kat planı verilmiştir. Kolon ve kirişlerden oluşan çerçeveler eşit mesafeye sahip dört açıklıktan oluşmaktadır. En alt kat yüksekliği 3.50m ve diğer katların yüksekliği 3.00m olup, toplam bina yüksekliği 15.50m'dir. Kolonlar ve kirişlerin enkesit boyutları 30x60cm'dir.



ekil 3.1: Betonarme binaya ait kalıp planı (Demir, 2015)

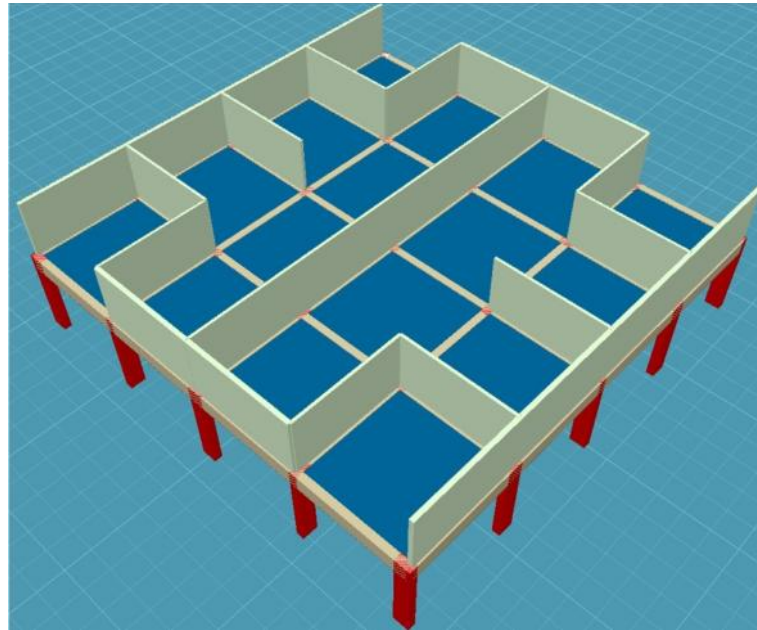
ekil 3.1’de görüldü ü gibi kolon isimleri “S” kiri isimleri “K” ile simgelenmi tir. Her katta, kat numarası simge arkasına eklenerek analiz etiketleri olu turulmu tur. Örne in; ikinci kattaki 01 nolu kolon, S201 olarak etiketlenmi tir.

Kolonlar, dı akslara (A, E, 1 ve 5 aksları) 15 cm dı kaçıklık ile di er akslara ise ortalanacak ekilde yerle tirilmi tir. Kiri ler tüm aksları ortalayacak ekilde yerle tirilmi tir. Dö eme kalınlıkları tüm binalarda 12 cm’dir. Dö emelerde; en üst katta 0.150 ton/m² kaplama ve 0.150 ton/m² hareketli yük, di er katlarda 0.212 ton/m² kaplama ve 0.200 ton/m² hareketli yük bulunmaktadır.

Binanın; en üst kat hariç di er katlarda, dı akslarda bulunan K01, K02, K03, K04, K17, K18, K19, K20, K22, K23, K38 ve K39 nolu kiri lerde 0.78 ton/m dolgu duvar yükü dikkate alınmı tir. Ayrıca iç akslarda bulunan K05, K08, K09, K12, K13, K16, K25, K28, K29, K30, K31, K32, K33 ve K36 nolu kiri lerde 0.60 ton/m dolgu duvar yükü bulunmaktadır. En üst katta, K01, K02, K03, K04, K17, K18, K19, K20, K21, K22, K23, K24, K37, K38, K39 ve K40 nolu kiri lerde 0.32 ton/m dolgu duvar yükü dikkate alınmı tir.

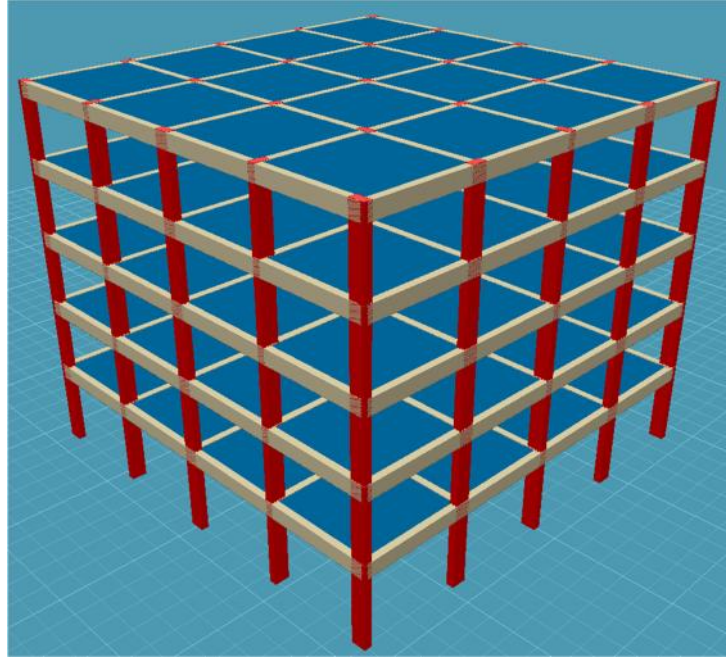
ekil 3.2’de ilk dört katta kiri ler üzerinde dikkate alınan dolgu duvarların kat planında yerle imi gösterilmi tir.

ekil 3.3’te ise, binanın üç boyutlu ta ıyıcı sistem modeli verilmi tir.



ekil 3.2: Dolgu duvarların kiri üzerinde yerle imi (Demir, 2015)

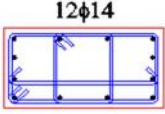
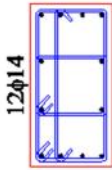
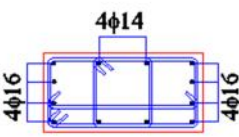
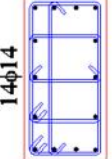
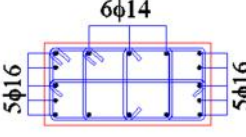
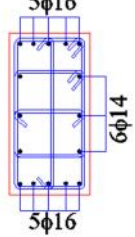
Deprem yükünün hesabı için, betonarme binaların birinci derece deprem bölgesinde ve Z3 sınıfı zemin üzerinde olduğu varsayılmıştır. Binanın kullanım amacı konut olarak seçilmiştir ve taşıyıcı sistem süneklik düzeyinin yüksek olduğu kabul edilmiştir. Bu bilgilere göre hareketli yük azaltma katsayısı $n=0.3$, etkin yer ivmesi katsayısı $A_0=0.4$, bina önem katsayısı $I=1.0$ ve taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R=8$ alınmıştır.



ekil 3.3: Betonarme binanın üç boyutlu taşıyıcı sistem modeli (Demir, 2015)

Betonarme yapı, döşeyükler ve deprem etkisi dikkate alınarak analiz edilmiştir ve analiz sonuçlarına göre tasarlanmıştır. Tasarım, DBYBHY ve TS-500 hükümleri dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Tasarımda beton sınıfı C25 ve donatı sınıfı S420 alınmıştır. Sonuç olarak üç boyutlu yapıyı oluşturan kolon ve kirişlerin hem boyuna hem de enine donatı düzenleri belirlenmiştir.

Kolonların boyuna donatı düzeni ekil 3.4'te verilen şekilde 6 farklı tipte elde edilmiştir. Tüm kolonlar, yanal donatılar $w8/10/15$ olarak şekilde tasarlanmıştır. Kiriş yanal donatıları $w8/10/20$ olarak belirlenmiştir. Kirişlerin boyuna donatı bilgileri Ek-A'da tablo halinde verilmiştir.

TİP 1 (60X30)	TİP 2 (30X60)	TİP 3 (60X30)
		
TİP 4 (30X60)	TİP 5 (60X30)	TİP 6 (30X60)
		

ekil 3.4: Örnek betonarme binada kolon boyuna donatı düzenleri

Tablo 3.1’de, betonarme binada yer alan kolonların hangi tip boyuna donatı düzenine sahip oldu u verilmi tir. Herhangi bir kolonun tüm katlar boyunca donatı düzeni aynıdır.

Tablo 3.1: Kolonlar ve boyuna donatı tipleri

Kolon Adı	Tip
S07, S09, S11, S13, S15, S17, S19	1
S08, S12, S14, S18	2
S01, S05, S21, S25	3
S02, S04, S22, S24	4
S03, S23	5
S06, S10, S16, S20	6

3.3 Binanın Do rusal Olmayan Model Bilgileri

Binanın, zaman tanım alanında analiz için do rusal olmayan analiz modeli, Demir’in (Demir 2015) yüksek lisans tezinde kullandı ı modelleme bilgileri dikkate alınarak olu turulmu tur. Do rusal olmayan analiz modelinin olu turulmasında SAP2000 V.14.2.2 (2010) yapısal analiz programı kullanılmı tır.

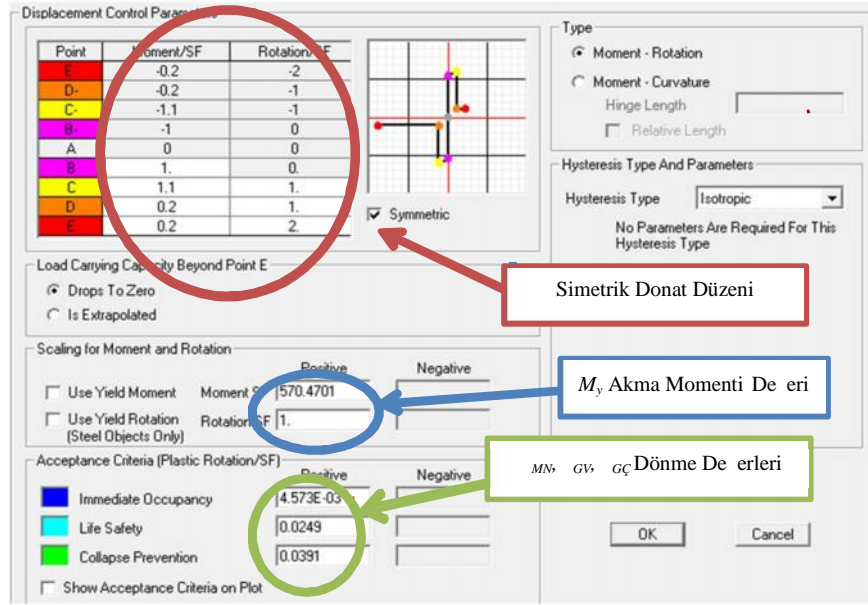
Kolonlara ait etkin e ilme rijitli i katsayıları Tablo 3.2’te verilmi tir.

Tablo 3.2: Betonarme binaya ait kolonların etkin e ilme rijitlikleri

Kolon	1. Kat	2. Kat	3. Kat	4. Kat	5. Kat
S01	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
S02	0.45	0.41	0.40	0.40	0.40
S03	0.46	0.42	0.40	0.40	0.40
S04	0.45	0.41	0.40	0.40	0.40
S05	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
S06	0.46	0.42	0.40	0.40	0.40
S07	0.52	0.46	0.41	0.40	0.40
S08	0.53	0.47	0.42	0.40	0.40
S09	0.52	0.46	0.41	0.40	0.40
S10	0.46	0.42	0.40	0.40	0.40
S11	0.47	0.42	0.40	0.40	0.40
S12	0.51	0.46	0.41	0.40	0.40
S13	0.53	0.47	0.42	0.40	0.40
S14	0.51	0.46	0.41	0.40	0.40
S15	0.47	0.42	0.40	0.40	0.40
S16	0.46	0.42	0.40	0.40	0.40
S17	0.52	0.46	0.41	0.40	0.40
S18	0.53	0.47	0.42	0.40	0.40
S19	0.52	0.46	0.41	0.40	0.40
S20	0.46	0.42	0.40	0.40	0.40
S21	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
S22	0.45	0.41	0.40	0.40	0.40
S23	0.46	0.42	0.40	0.40	0.40
S24	0.45	0.41	0.40	0.40	0.40
S25	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40

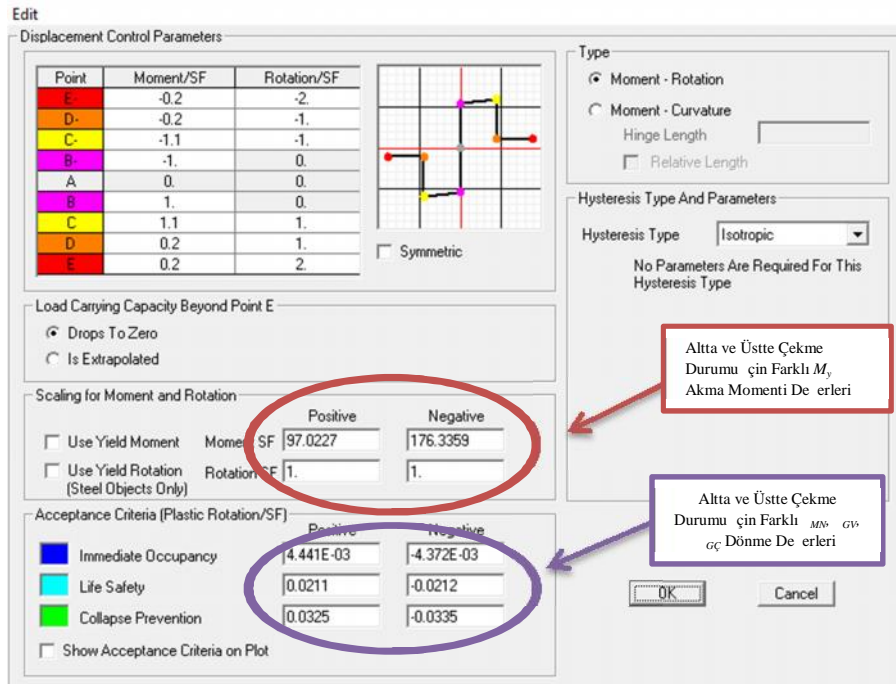
Ta ıyıcı sistem elemanlarına çatlamı kesitlere ait etkin e ilme rijitlikleri atandıktan sonra, kritik kesitlerde plastik mafsal tanımlamaları yapılmı tır. Plastik mafsal tanımı ile ilgili bilgileri elde etmek için öncelikle betonarme elemanların ilgili kesitleri için moment-e rilik analizleri yapılmı tır. Moment-e rilik analizleri; kiri lerde enine ve boyuna donatı düzeni dikkate alınarak, kolonlarda ise kiri lerdeki parametrelere ek olarak kolon eksenel yük dikkate alınarak yapılmaktadır.

Moment-e rilik analizi sonuçları kullanılarak ilgili hasar sınırlarına ait moment-dönme ili kisini tanımlamak için akma momenti (M_y) ve hasar bölgelerine ait sınır plastik dönme de erleri (M_N , G_V , G_C) elde edilmi tır. Kiri lerde her iki uçta, altta ve üstte çekme durumuna göre plastik mafsallar tanımlanmı tır. Kolonlarda ise alt ve üst uçta kolon a ırlı ndan kaynaklı eksenel yük farkı ihmal edilmi ve her iki uçta da alt uçtaki eksenel kuvvet de eri dikkate alınmı tır.



ekil 3.5: Örnek bir kolon plastik mafsalı tanımı

ekil 3.5'te bir kolonda tanımlanan örnek plastik mafsal bilgileri görülmektedir. Kesit hasar sınırlarına ait plastik dönme de erleri (M_N , G_V , $G_Ç$) ve M_y akma momenti de erleri ilgili kutucuklara girilmiştir.



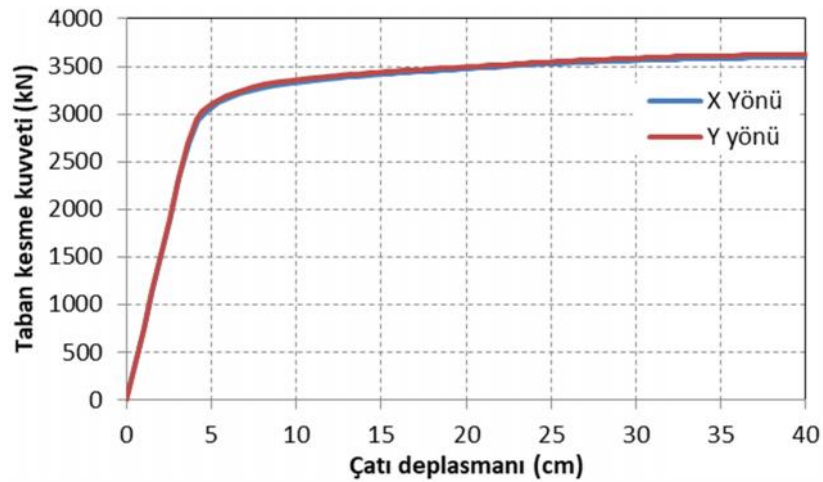
ekil 3.6: Örnek bir kiriş plastik mafsalı tanımı

ekil 3.6'da ise bir kirişin bir ucuna ait plastik mafsal bilgilerinin tanımlanması ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Bina, DBYBHY ve TS500 hükümleri gere ince süneklik düzeyi yüksek moment çerçevesi olarak tasarlandı ı için, yapı elemanları yeterli kesme güvenli ine ve eksenel yük kapasitesine sahiptir. Dolayısıyla, deprem etkisi ile sadece e ilme hasarları beklendi i için, ta ıyıcı sistem elemanlarına sadece e ilme momenti ile ilgili plastik mafsallar atanmı tır.

Plastik mafsal tanımlamalarından ve atamalarından sonra binanın birbirine dik iki yönde statik itme analizi yapılmı tır. Statik analizler için, $G+0.3Q$ dü ey yük kombinasyonu ba langıç ko ulu olarak tanımlanmı ve yatay yükleme için birinci mod ekli ile uyumlu yük deseni kullanılmı tır. Deprem hesabına esas a ırlık (W) 16855.19kN'dur. Etkin rijitlik dikkate alınarak yapılan analiz sonucunda, hesaplanan etkin titre im periyodu her iki yönde de $T= 0.79s$, birinci moda ait kütle katılım oranı her iki yönde de $r_1=0.88$ ve modal katkı çarpanı her iki yönde de $PF_1=1.27$ olarak bulunmu tur.

Binanın birbirine dik iki yöndeki statik itme analizleri sonucunda taban kesme kuvveti-tepe deplasmanı (kapasite e risi) ili kisi belirlenmi tir (ekil 3.7). Yapı elemanlarının planda yerle im özelliklerine ba lı olarak, her iki yönde hemen hemen aynı kapasite e risi elde edilmi tir. Binanın yatay yük ta ıma kapasitesi, her iki yönde de 3500 kN civarındadır. Yatay yük kapasitesi, deprem hesabına esas a ırlı a bölündü ünde, yatay dayanım oranı yakla ık olarak %18 olarak bulunur. ekil 3.7'de görüldü ü gibi; plastik mafsallarda moment kapasitesi kaybı dikkate alınmadı ı için bina yatay yük ta ıma kapasitelerinde de dayanım kaybı yoktur.



ekil 3.7: Binanın birbirine dik iki do rultuda kapasite e risi

4. TBDY LE UYUMLU GERÇEK İVME KAYDI SETLER

Bu bölümde; zaman tanım alanında do rusal olmayan analiz için TBDY’de tanımlanan kriterler, ivme setlerinin oluşturulması için gerçek ivme kayıtlarının seçildiği veri tabanı ve kullanılan ivme kaydı setleri ile ilgili bilgi verilmiştir.

4.1 Giriş

Yapısal modellerin zaman tanım alanında analizi, deprem etkisi altındaki yapıların tepkisinin tahmin edilebilmesi için kullanılan analiz yöntemlerinden birisidir. Malzemenin davranışı ile ilgili olarak yapılan kabule göre bu analiz do rusal elastik ya da do rusal elastik olmayan şekilde yapılabilmektedir. Kuvvetli yer hareketi kayıtlarının bulunduğu sayısal veri tabanlarının kolay ulaşılabilecek hale gelmesi zaman tanım alanında analiz için gerçek yer hareketi kayıtlarının daha fazla tercih edilmesine olanak sağlamıştır.

TBDY’nin de içinde bulunduğu modern deprem yönetmeliklerinin çoğunda tasarım ve performans değerlendirilmesi için zaman tanım alanında analiz yönteminin kullanılmasına öngörülmüştü ve gerekli tanımlamalar yapılmıştır (TBDY 2018, EUROCODE-8 2004, ASCE 2003, GB 2001). Analiz için kullanılacak deprem yükleri bölgesel deprem tehlikesi ve yerel zemin koşulları ile uyumlu tasarım spektrumları ya da zaman tanım alanında analiz için seçilen ivme kayıtları ile temsil edilmektedir.

Modern deprem yönetmeliklerinde, yönetmeliklerde tanımlanan tasarım spektrumları ile uyumlu olmak koşulu ile sentetik, yapay ya da gerçek ivme kayıtlarının kullanılabilmesi konusunda bir fikir birliği bulunmaktadır. Yönetmeliklerde tanımlanan bölgesel tasarım spektrumları ile seçilen ivme kayıtlarının tepki spektrumlarının, belirli bir periyot aralığında uyumlu olması istenmektedir. Herhangi bir ivme kaydının tepki spektrumunun, tasarım spektrumu ile tam olarak uyumlu olması mümkündür. Bu sebeple, genellikle birden fazla ivme kaydı seçilmekte ve gerektiğinde ölçeklendirilmektedir. Bu şekilde, seçilen

ivme kayıtlarının spektrumlarının ortalaması ile tasarım spektrumunun uyumlu olması sağlanmaktadır. Yapı modellerinin zaman tanım alanında analizleri için genel olarak en az üç ivme kaydının kullanılması önerilmektedir. Eğer en az yedi ivme kaydı kullanılırsa, analizler sonucu elde edilecek yapısal tepkilerin ortalaması sismik tasarım veya performans değerlendirilmesi amacıyla kullanılabilir. Daha az ivme kaydı kullanıldığında ise yapısal tepkilerin maksimumunun tasarım ve/veya performans değerlendirilmesi için dikkate alınması öngörülmektedir (Bommer ve Ruggeri 2002, Beyer ve Bommer 2007). TBDY’de analizler için kullanılması gereken minimum ivme kaydı sayısı 11’e çıkarılmıştır.

4.2 TBDY’de Tanımlanan Zaman Tanım Alanında Analiz Koşulları

TBDY Madde 2.5.1.2’de belirtildiği gibi zaman tanım alanında yapılacak deprem hesabı için kaydedilmiş depremler veya kaynak ve dalga yayılımı özellikleri fiziksel olarak benzer yer hareketleri kullanılabilir. Bina taşıyıcı sistemlerinin zaman tanım alanında bir veya iki ve üç boyutlu deprem hesabı için gerekli deprem yer hareketlerinin seçimi ve ölçeklendirilmesi için gerekli kurullar aşağıda tanımlanmıştır:

- Deprem kayıtlarının seçimi, tasarıma esas deprem yer hareketi düzeyi ile uyumlu deprem büyüklükleri, fay uzaklıkları, kaynak mekanizmaları, yerel zemin koşulları dikkate alınarak yapılacaktır.
- Binanın bulunduğu bölgede tasarıma esas deprem yer hareketi düzeyi ile uyumlu geçmiş deprem kayıtlarının mevcut olması durumunda öncelikle bu kayıtlar kullanılacaktır. Sahaya özel deprem tehlikesine en fazla katkıda bulunan depremlere ait büyüklük ve fay uzaklığı bilgilerinin belirlenmesi için deprem tehlikesi ayrırtırma işleminden yararlanılabilir.
- Bir veya iki boyutlu hesap için seçilecek deprem kayıtlarının ve üç boyutlu hesap için seçilecek deprem kaydı takımlarının sayısı en az on bir olacaktır. Aynı depremden seçilecek kayıt veya kayıt takımı sayısı üçü geçmeyecektir.

- Bir veya iki boyutlu hesap için seçilen tüm kayıtlara ait spektrumların ortalamasının $0.2T_p$ ve $1.5T_p$ (T_p , binanın hâkim doğal titreşim periyodu) arasındaki genliklerinin, yatay elastik tasarım spektrumu veya sahaya özel elastik ivme spektrumu ile tanımlanan tasarım spektrumunun aynı periyot aralığındaki genliklerinden daha küçük olmaması kuralına göre, deprem yer hareketlerinin genlikleri ölçeklendirilecektir.
- Üç boyutlu hesap için seçilen her bir deprem kaydı takımının iki yatay bileşenine ait spektrumların kareleri toplamının karekökü alınarak bileşik yatay spektrum elde edilecektir. Seçilen tüm kayıtlara ait bileşik spektrumların ortalamasının $0.2T_p$ ve $1.5T_p$ arasındaki genliklerinin, tasarım spektrumunun aynı periyot aralığındaki genliklerine oranının 1.3'ten daha küçük olmaması kuralına göre, deprem yer hareketi bileşenlerinin genlikleri ölçeklendirilecektir. Bu periyot aralığına yalıtımlı binalar için de uygulanabilir. Her iki yatay bileşenin ölçeklendirilmesi aynı ölçek katsayıları ile yapılacaktır.
- Serbest zemin analizinde kullanılacak deprem kayıtlarının veya kayıt takımlarının ölçeklendirilmesinde, bina hâkim doğal titreşim periyodunun üst sınırı $2T_p$ olarak alınacaktır.
- Mevcut deprem verileri ile bina özelliklerinin gerekli kılması ve sahaya özel deprem yer hareketi spektrumu belirlenmesi durumunda, binanın belirli sayıda titreşim periyodu ile ilişkilendirilen kullanılacak ortalama spektrumlardan yararlanılarak, deprem kayıtlarının analiz sonuçlarında daha az saçılma sağlayacak şekilde seçilerek ölçeklendirilmesi yoluna gidilebilir.

4.3 TBDY Tasarım ve Spektrumları

TBDY'de tasarım ve/veya performans değerlendirilmesinde dikkate alınmak üzere dört farklı deprem düzeyi tanımlanmıştır DD-1, DD-2, DD-3, DD-4. Bu deprem düzeyleri sırası ile çok seyrek, seyrek, sık ve servis depremleri olarak ifade edilmiştir ve spektral büyüklüklerin belirli bir zaman içerisinde oluşma olasılıkları ile

tanımlanmıştır. Tanımlanan deprem düzeylerini temsil eden veriler ise Türkiye Deprem Tehlike Haritası'nda yer almaktadır (<https://tdth.afad.gov.tr>). DD-2 deprem düzeyi, standart tasarım yer hareketi olarak belirlenmiştir ve bu depreme ait spektral büyüklüklerin 50 yılda bir olma olasılığı %10'dur.

Deprem yer hareketini temsil eden spektrumlar, göz önüne alınan belirli bir deprem düzeyi için referans zemin koşulları esas alınarak %5 sönüm oranı için, harita spektral ivme katsayılarına ve yerel zemin etki katsayılarına bağlı olarak standart biçimde veya sahaya özel deprem tehlikesi analizleri ile özel olarak tanımlanmıştır.

Harita spektral ivme katsayıları, birbirine dik iki yatay doğrultudaki deprem etkilerinin geometrik ortalamasına karşılık gelir. Belirli bir deprem yer hareketi düzeyi için referans zemin koşulları esas alınarak %5 sönüm oranı için Türkiye Deprem Tehlike Haritaları'nda verilen harita spektral ivmelerinin yerçekimi ivmesine bölünmesi ile boyutsuz olarak tanımlanmıştır. Bu katsayılar kısa periyot bölgesi için S_S ve 1.0 saniye periyot için S_I olarak ifade edilmiştir. Dolayısıyla, S_S ve S_I değerleri, Türkiye'de herhangi bir enlem ve boylamda bulunan bir bölge için göz önüne alınan deprem düzeyine bağlı olarak belirlenmektedir.

Harita spektral ivme katsayıları, Denklem 4.1 ve Denklem 4.2'de gösterildiği gibi tasarım spektral ivme katsayıları S_{DS} ve S_{DI} 'e dönüştürülmektedir.

$$S_{DS} = S_S F_S \quad (4.1)$$

$$S_{DI} = S_I F_I \quad (4.2)$$

Denklem 4.1 ve Denklem 4.2'de yer alan F_S ve F_I yerel zemin katsayılarını ifade etmektedir ve yerel zemin sınıfı ve harita spektral ivme katsayılarına bağlı olarak sırası ile Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'de verilmiştir. Harita spektral ivme katsayılarının ara değerleri için doğrusal entegrasyon yapılabilir.

Tablo 4.1: Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa Periyot Bölgesi için <i>Yerel Zemin Etki Katsayısı</i> F_S					
	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.00$	$S_S = 1.25$	$S_S \geq 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

Tablo 4.2: 1.0 saniye periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 Saniye Periyot için <i>Yerel Zemin Etki Katsayısı</i> F_I					
	$S_I \leq 0.10$	$S_I = 0.20$	$S_I = 0.30$	$S_I = 0.40$	$S_I = 0.50$	$S_I \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

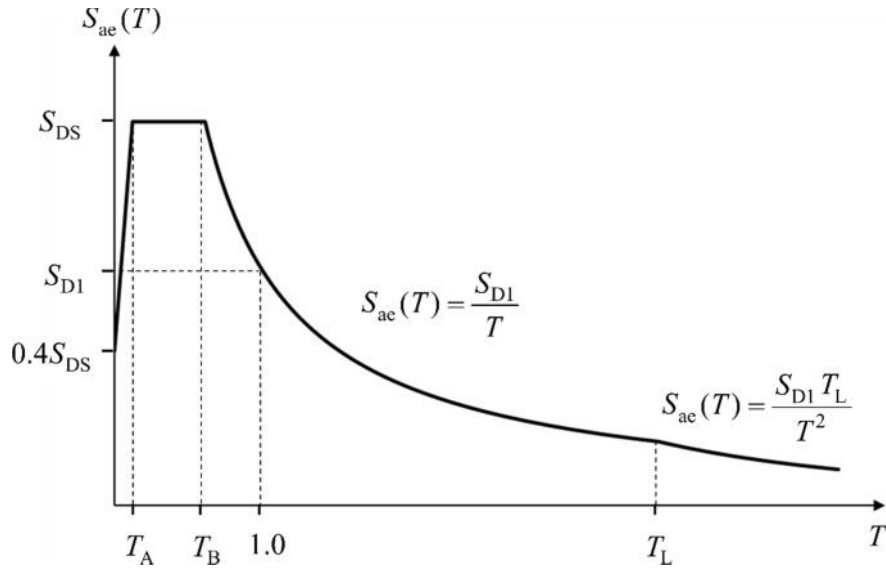
Gözönüne alınan herhangi bir deprem yer hareketi düzeyi için yatay elastik tasarım ivme spektrumunun ordinatları olan yatay elastik tasarım spektral ivmeleri $S_{ae}(T)$, doğal titreşim periyoduna bağlı olarak yerçekimi ivmesi cinsinden Denklem 4.3 ile tanımlanmıştır (Eşil 4.1).

$$\begin{aligned}
 S_{ae}(T) &= \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_A} \right) S_{DS} & 0 \leq T \leq T_A \\
 S_{ae}(T) &= S_{DS} & T_A \leq T \leq T_B \\
 S_{ae}(T) &= \frac{S_{D1}}{T} & T_B \leq T \leq T_L \\
 S_{ae}(T) &= \frac{S_{D1} T_L}{T^2} & T_B \leq T \leq T_L
 \end{aligned} \tag{4.3}$$

Denklem 4.3'te yer alan, yatay elastik tasarım spektrumunun kö e periyotları T_A ve T_B , sırasıyla Denklem 4.4 ve Denklem 4.5 ile tanımlanmıştır. Sabit yerde i tirme bölgesine geçi periyodu $T_L=6s$ alınacaktır.

$$T_A = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (4.4)$$

$$T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (4.5)$$



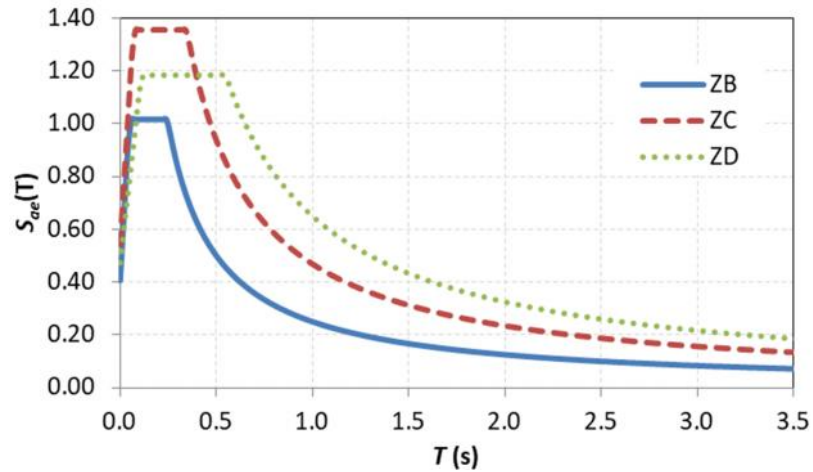
ekil 4.1: TBDY'ye göre yatay elastik tasarım spektral ivmeleri

TBDY ile uyumlu ivme kaydı takımlarının oluşturulması amacıyla dikkate alınacak yatay elastik tasarım spektrumunun belirlenmesi için DD-2 deprem düzeyi dikkate alınmıştır. Bu deprem düzeyi için, Türkiye Deprem Tehlike Haritası'ndan seçilen bir konuma ait harita spektral ivme katsayıları $S_S=1.129$ ve $S_I=0.260$ olarak alınmıştır. Bu depremlere bağlı olarak zemin sınıflarına ait yatay elastik tasarım spektral ivmelerinin çizilmesi amacıyla gerekli depremler (tasarım spektral ivme katsayıları, yerel zemin etki katsayıları) hesaplanmıştır. Daha sonra Denklem 4.3, Denklem 4.4 ve Denklem 4.5 ile spektral ivme depremleri elde edilmiştir. TBDY'de ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE olarak tanımlanan yerel zemin sınıflarına ilişkin özellikler Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3: TBDY’de tanımlanan yerel zemin sınıfları ve özellikleri

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	$(V_s)_{30}$ (m/s)	$(N_{60})_{30}$ (darbe/30 cm)	$(c_u)_{30}$ (kpa)
ZA	Sa lam, sert kayalar	>1500	-	-
ZB	Az ayrı mı , orta sa lam kayalar	760-1500	-	-
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrı mı , çok çatlaklı zayıf kayalar	360-760	>50	>250
ZD	Orta sıkı-sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180-360	15-50	70-250
ZE	Gev ek kum, çakıl veya yumu ak – katı kil tabakaları veya $20 > PI$ ve $\% 40 > w$ ko ullarını sa layan toplamda 3 metreden daha kalın yumu ak kil tabakası ($c_u < 25$ kpa) içeren profiller	<180	<15	<70
ZF	Sahaya özel ara tırma ve de erlendirme gerektiren zeminler			

Çalı mada ele alınan konum ve deprem düzeyi için, yine bu çalı mada dikkate alınan ZB, ZC ve ZD yerel zemin sınıflarına ait yatay elastik tasarım spektral ivmeleri elde edilmi ve ekil 4.2’de verilmi tir. ekil 4.2’de her bir zemin için verilen yatay elastik tasarım spektrumu, ilgili zemin sınıfı ile uyumlu ivme kaydı setlerinin elde edilmesi amacıyla hedef spektrum olarak ayrı ayrı ele alınmı tir.

**ekil 4.2:** Zemin sınıfları için yatay elastik tasarım spektral ivmeleri

4.4 Kuvvetli Yer Hareketi Veri Tabanı

Gerçek depremlere ait kayıtların bulundu u sayısal veri tabanlarında elde edilen gerçek ivme kayıtlarının özelliklerinden, deprem büyüklü ü, fay tipi, deprem

kayna ma olan mesafeleri gibi özellikler de i kenlik göstermektedir. Bu tez çalı masında ivme kayıtlarının tasarım ivme spektrumuna uygun olarak seçilmesi amacıyla öncelikle, kayıt istasyonlarının faya olan mesafeleri ve deprem büyüklü ü ile ilgili kriterleri dikkate alan ivme kaydı kataloglarından yararlanılmı tır.

Tez çalı masında kullanılan ivme kayıtları Avrupa Kuvvetli Yer Hareketi Veri Tabanı (Ambraseys ve di . 2004), Resorce (Akkar ve di . 2014) ve PEER kuvvetli yer hareketi veri tabanından (Ancheta ve di . 2014) indirilmı tir. Her bir zemin sınıfı için yukarıda bahsedilen veri tabanlarında yer alan ivme kayıtlarından ayrı ayrı katalog olu turulmu tur. Örne in ZB ile ilgili katalogda sadece bu zemin sınıfı ile uyumlu zeminlerde kaydedilen kayıtlar yer almı tır. vme kaydı kataloglarının olu turulması için yukarıda bahsedilen veri tabanlarından kayıtların elde edildi i depremin büyüklü ü en az 5.0 ve kayıtların kaydedildi i istasyonların faya olan uzaklıkları 10-60 km arasında olan kayıtlar kullanılmı tır. ZB zemin sınıfı için olu turulan katalog için üç veri tabanından da kayıtlar alınmı , ZC ve ZD zemin sınıfları için olu turulan kataloglar için sadece PEER kuvvetli yer hareketi veri tabanında yer alan kayıtlar kullanılmı tır. ZB zemin sınıfı katalo unda 243 ivme kaydına ait 486 yatay bile en, ZC zemin sınıfı katalo unda 1056 ivme kaydına ait 2112 yatay bile en ve ZD zemin sınıfı katalo unda 783 ivme kaydına ait 1566 yatay bile en bulunmaktadır.

Yerel zemin sınıfları ile uyumlu ivme kaydı setlerini elde etmek için, katalogda yer alan ve ZB, ZC ve ZD sınıfı zeminlerde kaydedilen ivme kayıtları, ilgili zemin sınıfları için olu turulacak ivme kaydı setlerinde kullanılmı tır. Örne in, ZB ile uyumlu ivme setleri için sadece ZB sınıfı ivme kaydı katalo u içerisinden seçim yapılmı tır.

4.5 TBDY ile Uyumlu vme Kaydı Takımı Setleri

Bu çalı mada, Kayhan (2012) tarafından önerilen yöntem dikkate alınarak seçilen ve ölçeklendirilen ivme kaydı takımlarından olu an ivme kaydı takımı setleri kullanılmı tır. Bu ivme kaydı takımı setleri, TBDY’de tanımlanan ZB, ZC ve ZD sınıfı zeminleri için tanımlanan tasarım ivme spektrumları ile uyumlu olacak ekildedir. Her bir zemin sınıfı için 30 ivme kaydı takımı seti, toplam 90 ivme kaydı

takımı seti, zaman tanım alanında analizler için kullanılmı tır. vme kayıtlarının ölçeklendirilmesi için kullanılacak ölçeklendirme katsayısı 0.5-2.0 arasında olması sa lanmı tır.

Tablo 4.4: ZB sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı takımı seti örnekleri

SET 1		SET 2		SET 3	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
140	0.687	1091	1.218	350	0.828
621	0.856	6265	1.069	6348	0.749
5038	1.413	362	1.887	1795	0.710
6269	1.671	1893	1.576	140	1.796
193	1.788	5090	0.649	604	1.252
383	0.613	5789	0.801	2023	0.969
1901	1.881	292	1.397	5086	1.808
3925	0.711	1902	1.167	364	1.806
6124	0.710	647	1.945	1994	1.451
5789	0.931	5615	1.628	128	1.353
6262	1.168	1852	1.177	616	1.981

Kullanılan ivme kaydı takımlarına örnek olması için, Tablo 4.4, Tablo 4.5 ve Tablo 4.6'da, sırası ile ZB, ZC ve ZD sınıfı zemin ile uyumlu ilk üç sete ait bilgiler (kayıt takımı numarası ve kayıt bile enlerine uygulanan ölçeklendirme katsayısı) verilmi tır. Bu tablolarda verilen her bir kayıt takımı, bu kaydın iki yatay bile enini temsil etmektedir. Tablolar incelendi inde, aynı set içerisinde aynı kayıt takımının sadece bir kez kullanıldı ı ve ölçeklendirme katsayılarının 0.5-2.0 arasında oldu u görülebilir.

Tablo 4.5: ZC sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı takımı seti örnekleri

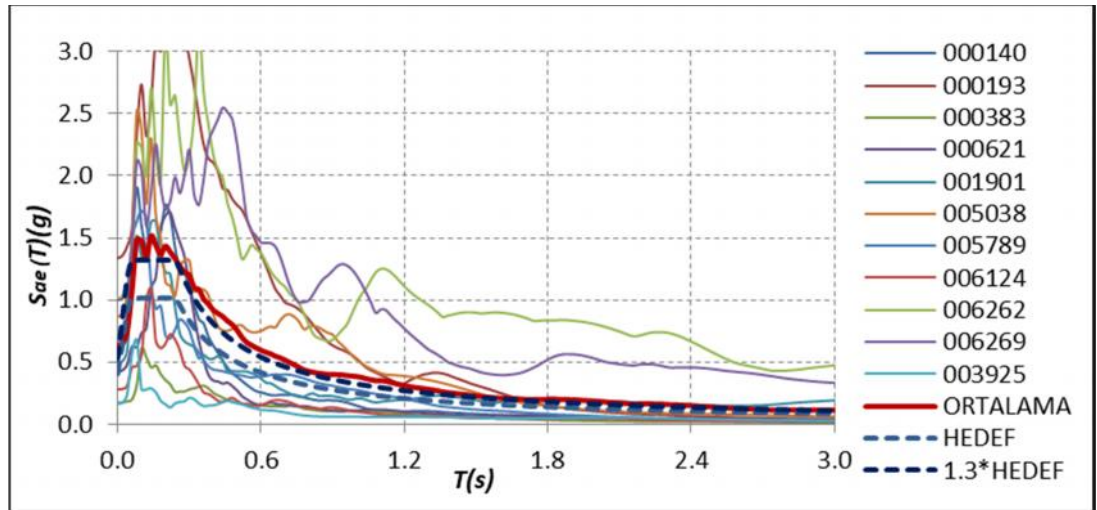
SET 1		SET 2		SET 3	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
4874	0.908	825	1.840	825	0.678
901	1.947	5818	1.917	5482	1.225
139	1.989	4228	1.926	1086	0.948
5664	1.982	6971	1.277	2717	1.461
811	1.182	5664	1.332	811	1.192
864	1.525	247	1.764	5819	1.300
3907	1.370	2626	0.550	6875	1.805
4857	1.143	3760	1.995	5656	1.910
265	1.842	864	1.608	787	0.503
4858	1.733	4169	1.588	1505	1.549
4510	1.742	1787	0.718	4149	1.353

Tez kapsamında kullanılan 90 ivme kaydı takımı setinde yer alan kayıt takımlarının numarası ve ölçeklendirme katsayısı Ek-A'da verilmiştir. Ek-A'da ayrıca, 90 ivme kaydı setinde yer alan tüm ivme kayıtlarına ait deprem, depremin büyüklüğü, depremin tarihi, kaydedildiği istasyon bilgileri verilmiştir.

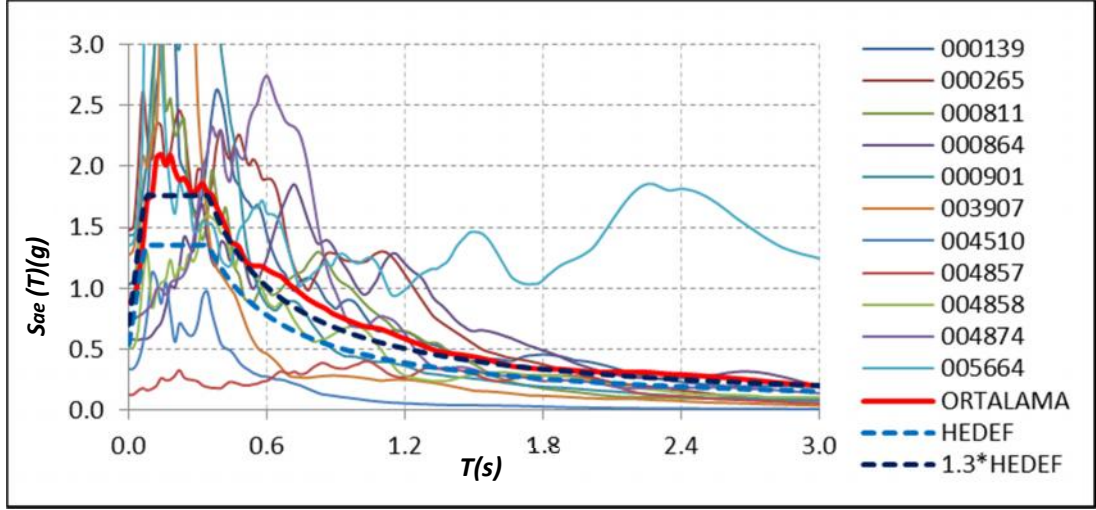
Tablo 4.6: ZD sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı takımı seti örnekleri

SET 1		SET 2		SET 3	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
558	1.544	6911	1.621	209	0.902
1646	1.495	5774	1.599	725	1.763
169	1.715	5832	1.502	4104	1.908
960	1.300	634	1.120	5969	1.845
6927	1.688	8625	0.908	1084	1.540
1084	1.501	5780	1.943	778	1.195
668	1.637	1076	1.706	1491	1.908
767	1.247	958	0.637	126	1.694
3830	1.126	183	1.605	3754	1.952
6966	1.130	126	1.806	711	1.284
183	1.570	4894	1.412	4895	0.899

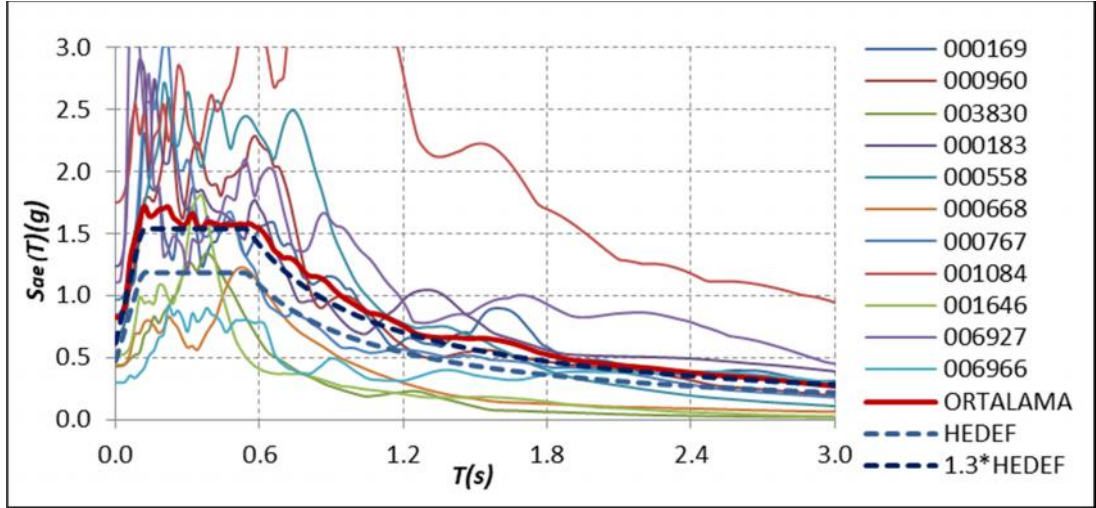
Tablo 4.4 – Tablo 4.6'da örnek olarak bilgileri verilen ivme kaydı takımı setlerinde yer alan ilk ivme kaydı takımlarına ait bileşik spektrumlar, hedef spektrum ve sete ait ortalama bileşik spektrum ekil 4.3 – ekil 4.5'te verilmiştir.



ekil 4.3: ZB sınıfı zemin, birinci sete ait ölçeklenmiş spektrumlar



ekil 4.4: ZC sınıfı zemin, birinci sete ait ölçeklenmi spektrumlar



ekil 4.5: ZD sınıfı zemin, birinci sete ait ölçeklenmi spektrumlar

5. ANALİZ SONUÇLARI

5.1 Giriş

TBDY ile uyumlu olacak şekilde elde edilen ivme kaydı takımı setleri kullanılarak, be katlı betonarme binanın zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizleri gerçekleştirilmiştir ve maksimum çatı ötelenmesi talepleri (U_{mak}) ve maksimum görelî kat ötelenmesi talepleri (u_{mak}) elde edilmiştir. Ötelenme talepleri, ivme kaydı takımına ait yatay bileşenlerin birbirine dik yatay iki doğrultuda (X ve Y) aynı anda birlikte etki ettirilmesi ile bulunmuştur.

İvme kaydı takımlarına ait analizler tanımlanırken, ivme kaydı isimlerinin yanına analiz doğrultusuna göre x ya da y ifadeleri eklenmiştir. 140 numaralı ivme kaydı takımına ait analizler için isimlendirme örneği Tablo 5.1’de verilmiştir. Analiz adındaki 0 ve 90 ifadeleri kayıtların uygulama yönlerinin de belirtilmesini ifade etmektedir. 140_0 isimli analizde 140x bileşeni x ve 140y bileşeni y yönünde ve aynı anda etkilendirken, 140_90 isimli analizde 140x bileşeni y ve 140y bileşeni x yönünde ve aynı anda etkilendirilmektedir.

Tablodaki U1 değeri global X aksını, U2 değeri ise global Y aksını ifade etmektedir. Her bir analiz için düğüm noktalarında U1 ve U2 yönünde ötelenmeler (U_{U1} ve U_{U2}) zamana bağlı olarak elde edilmiştir.

Tablo 5.1: 140 nolu ivme kaydı takımı için analiz tanımlaması örneği

Analiz Adı	Kayıt Adı	Uygulama Yönü	Herhangi Bir Düğümde Okunan Ötelenme Değerleri
140_0	140x	U1	U_{U1} ve U_{U2}
	140y	U2	
140_90	140x	U2	U_{U1} ve U_{U2}
	140y	U1	

Her bir zemin sınıfı için, her biri 11 ivme kaydı takımından oluşan 30 ivme kaydı takımı seti zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizler için

kullanılmı tır. Bir sette yer alan 11 ivme kaydı takımının her biri için Tablo 1’de görüldü ü gibi iki analiz tanımlanmı tır. Her bir analiz için zamana ba lı olarak elde edilen U_{U1} ve U_{U2} de erleri kullanılarak, yine zaman ba lı zamana U de erleri Denklem 5.1 ile hesaplanmı tır.

$$\Delta = \sqrt{\Delta_{U1}^2 + \Delta_{U2}^2} \quad (5.1)$$

Tablo 5.2’de, ZB sınıfı zemine ait ilk ivme kaydı takımı seti için tanımlanan 22 analiz ve bu analizler için elde edilen ötelenmeler örnek olarak verilmi tır. Görüldü ü gibi her bir analiz için zamana ba lı olarak U de erleri hesaplanmaktadır. Her bir analiz için zamana ba lı U de erlerinin en büyü ü, o analize ait maksimum çatı ötelenmesi (U_{mak}) olarak belirlenmi olur. Tüm ivme kaydı takımı setleri için, sette yer alan ivme kaydı takımlarına ait U_{mak} de erleri, bu eilde elde edilmi tır. Benzer eilde, binanın her bir katı için maksimum görel kat ötelenmesi talepleri de (u_{mak}) elde edilmi tır.

Tablo 5.2: vme kaydı takımı seti için ötelenme de erleri (cm)

Analiz No	Analiz smi	Süre	U_{U1}	U_{U2}	U
1	140_0	0.00	-4.62E-06	-3.78E-06	5.97E-06
	140_0	0.01	2.42E-04	5.33E-05	2.48E-04

	140_0	29.30	2.03E-01	-1.42E-01	2.48E-01
2	140_90	0.00	-4.62E-06	-3.78E-06	5.97E-06
	140_90	0.01	5.25E-05	2.43E-04	2.49E-04

	140_90	29.30	-1.40E-01	1.95E-01	2.40E-01
...

22	6269_90	0.00	-4.62E-06	-3.78E-06	5.97E-06
	6269_90	0.01	-1.40E-04	-2.92E-05	1.43E-04

	6269_90	80.00	4.73E+00	5.36E+00	7.15E+00

ZB sınıfı zemine ait ilk ivme kaydı takımı seti için maksimum çatı ötelenmesi (U_{mak}) ve be kata ait maksimum görel kat ötelenmesi (u_{mak}) talepleri Tablo 5.3’te

örnek olarak verilmi tir. Elde edilen maksimum çatı ötelenmesi taleplerinin bina yüksekli ine bölünmesi ile maksimum çatı ötelenmesi oranı talebi (U_{mak}/H) ve maksimum görelî kat ötelenmesi talebinin ilgili kat yüksekli ine bölünmesi ile maksimum görelî kat ötelenmesi oranı (U_{mak}/h) talepleri hesaplanmı tır. Hesaplar her bir zemin sınıfı için 30, toplam 90 ivme kaydı takımı seti için yapılmı tır.

Tablo 5.3: ZB sınıfı zemin, birinci sete ait maksimum ötelenme talepleri (cm)

Analiz smi	Ölçek	U_{mak}	$U_{F=mak}$	$U_{E=mak}$	$U_{D=mak}$	$U_{C=mak}$	$U_{B=mak}$
140_0	0.69	3.85	0.60	0.83	0.96	0.94	1.18
621_0	0.86	2.11	0.57	0.74	0.63	0.63	0.76
5038_0	1.41	10.41	1.01	2.22	2.94	2.62	2.22
6269_0	1.67	17.06	1.02	2.59	4.26	4.79	4.57
193_0	1.79	10.45	1.11	2.17	2.70	3.25	3.98
383_0	0.61	2.09	0.24	0.42	0.48	0.53	0.59
1901_0	1.88	4.27	0.44	0.73	1.00	1.18	1.28
3925_0	0.71	1.18	0.12	0.22	0.28	0.29	0.31
6124_0	0.71	2.47	0.38	0.57	0.61	0.59	0.69
5789_0	0.93	6.22	0.62	1.24	1.61	1.52	1.46
6262_0	1.17	18.13	1.25	2.91	4.05	5.48	6.68
140_90	0.69	3.87	0.60	0.84	0.97	0.95	1.18
621_90	0.86	2.12	0.57	0.75	0.63	0.63	0.77
5038_90	1.41	10.53	1.06	2.24	2.94	2.64	2.27
6269_90	1.67	17.06	1.02	2.59	4.21	4.77	4.64
193_90	1.79	10.46	1.11	2.15	2.70	3.24	3.96
383_90	0.61	2.09	0.24	0.41	0.48	0.53	0.60
1901_90	1.88	4.19	0.43	0.72	0.99	1.15	1.27
3925_90	0.71	1.18	0.11	0.22	0.28	0.29	0.31
6124_90	0.71	2.46	0.37	0.57	0.61	0.59	0.70
5789_90	0.93	6.20	0.60	1.22	1.63	1.53	1.47
6262_90	1.17	18.45	1.27	2.90	4.02	5.52	6.75

Her ivme kaydı takımı seti için, analizlere ait maksimum ötelenme taleplerinin veya maksimum ötelenme oranı taleplerinin ortalaması ve standart sapması hesaplanmı tır. Bu ekilde ötelenme taleplerinin set içerisindeki e ilimi ve saçılımı sayısal olarak de erlendirilmi tir. Standart sapmanın ortalamaya bölünmesi ile varyasyon katsayısı hesaplanmı ve ötelenme taleplerinin set içerisindeki saçılımı birimsiz bir parametre ile temsil edilmi tir.

Bir ivme kaydı takımı seti için maksimum çatı ötelenmesi taleplerinin ortalaması (m) ve standart sapması (s), sırası ile Denklem 5.1 ve Denklem 5.2 ile hesaplanmıştır. Denklemlerde n her bir set için toplam analiz sayısını ifade etmektedir ve 22'ye eşittir. Bir ivme kaydı takımı seti için varyasyon katsayısı ise (CoV) Denklem 5.3 kullanılarak hesaplanmıştır. Benzer denklemler maksimum görece kat ötelenmesi (u_{mak}), maksimum çatı ötelenmesi oranı (U_{mak}/H), maksimum görece kat ötelenmesi oranı (u_{mak}/h) talepleri ile ilgili değerlerin hesaplanması için de kullanılmıştır.

$$m_{\Delta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta_{mak,i} \quad (5.1)$$

$$s_{\Delta} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta_{mak,i} - m_{\Delta})^2} \quad (5.2)$$

$$CoV_{\Delta} = \frac{s_{\Delta}}{m_{\Delta}} \quad (5.3)$$

5.2 Maksimum Çatı Ötelenmesi Talepleri

Bu kısımda, maksimum çatı ötelenmesi taleplerinin, ivme kaydı takımı setleri için hesaplanan ortalaması (m) ve standart sapması (s) ile maksimum çatı ötelenmesi oranı taleplerinin ivme kaydı setleri için hesaplanan ortalaması ($m_{/H}$) ve standart sapması ($s_{/H}$) ile ilgili bilgiler verilmiştir. Ayrıca her bir set için ötelenme oranı taleplerine ait varyasyon katsayıları da ($CoV_{U/H}$) verilmiştir.

Tablo 5.4'te ivme kaydı takımı setlerinden elde edilen maksimum ötelenme taleplerinin ortalaması (m) ve standart sapması (s), her bir zemin sınıfı için ayrı ayrı verilmiştir. Görüldüğü gibi, aynı zemin sınıfı ile uyumlu 30 farklı ivme kaydı takımı setinden elde edilen m ve s değerleri farklılık göstermektedir. Örneğin m değerleri, ZB zemin sınıfı için 5.82cm-10.90cm arasında, ZC zemin sınıfı için 13.72cm-25.14cm arasında ve ZD zemin sınıfı 17.45cm-26.79cm arasında değişmektedir. Zemin sınıfı ZB'den ZD'ye geçtikçe, ötelenme taleplerinin arttığı görülmektedir.

Tablo 5.4: vme kaydı takımı setlerine ait m ve s de erleri (cm)

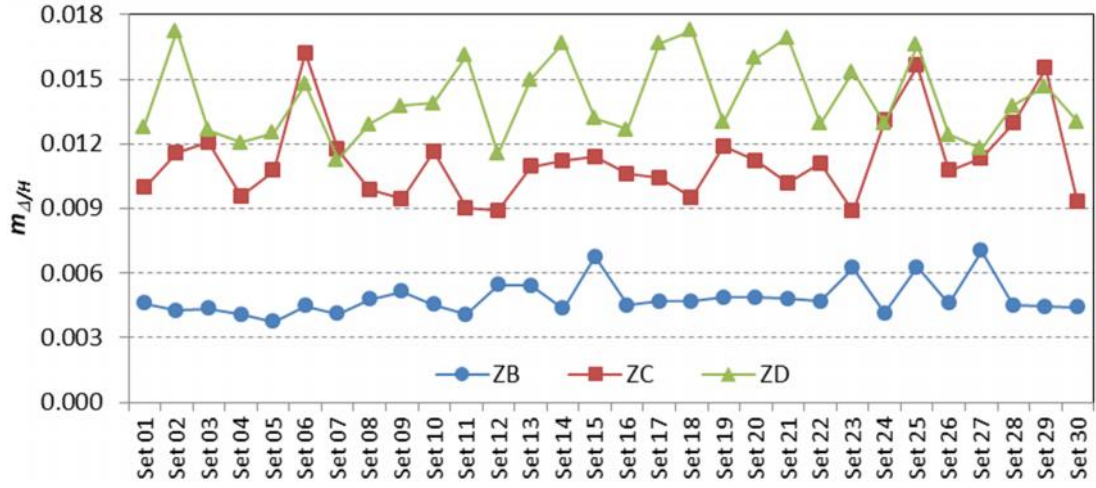
vme Setleri	ZB		ZC		ZD	
	m_{U1}	s_{U1}	m_{U1}	s_{U1}	m_{U1}	s_{U1}
Set 01	7.13	5.96	15.43	13.04	19.82	16.17
Set 02	6.59	4.55	17.94	16.77	26.75	32.78
Set 03	6.75	3.02	18.79	27.38	19.58	17.08
Set 04	6.31	3.31	14.84	13.36	18.68	19.16
Set 05	5.82	4.31	16.67	14.48	19.42	14.02
Set 06	6.95	7.49	25.14	44.70	22.92	32.27
Set 07	6.39	2.11	18.18	18.59	17.45	9.59
Set 08	7.43	9.02	15.31	13.16	20.03	17.92
Set 09	7.97	8.28	14.66	11.67	21.33	11.20
Set 10	7.04	4.58	18.05	23.83	21.52	19.89
Set 11	6.34	3.37	13.98	12.51	24.96	31.91
Set 12	8.43	8.10	13.80	8.94	17.92	16.97
Set 13	8.40	9.52	16.97	17.25	23.25	16.67
Set 14	6.77	6.55	17.39	10.19	25.89	35.28
Set 15	10.46	14.70	17.68	19.67	20.44	14.73
Set 16	7.01	5.33	16.41	16.70	19.65	13.73
Set 17	7.28	5.43	16.14	15.66	25.85	28.68
Set 18	7.25	5.14	14.71	12.14	26.79	34.78
Set 19	7.57	7.37	18.40	16.92	20.18	20.25
Set 20	7.53	6.23	17.36	19.31	24.79	23.27
Set 21	7.46	3.33	15.78	12.93	26.25	38.01
Set 22	7.27	4.06	17.20	19.02	20.06	18.04
Set 23	9.67	14.08	13.72	15.05	23.78	24.72
Set 24	6.43	4.42	20.25	34.08	20.07	15.02
Set 25	9.75	14.29	24.20	44.31	25.74	29.61
Set 26	7.14	5.37	16.68	16.15	19.27	19.29
Set 27	10.90	15.58	17.57	19.06	18.29	8.57
Set 28	6.99	3.08	20.05	23.96	21.32	14.28
Set 29	6.89	4.20	24.03	40.11	22.74	21.82
Set 30	6.84	3.36	14.46	19.47	20.19	19.91

Tablo 5.5'te ivme kaydı takımı setlerinden elde edilen maksimum çatı ötelenmesi oranı taleplerinin ortalaması ($m_{/H}$) ve standart sapması ($s_{/H}$) verilmi tir. vme kaydı takımı setlerine ait $m_{/H}$ de erleri, ekil 5.1'de grafik olarak verilmi tir. Böylece, aynı hedef spektrum ile uyumlu farklı setlerden elde edilen ötelenme oranı taleplerinin görsel olarak da incelenebilmesi amaçlanmı tır.

Tablo 5.5: vme kaydı takımı setlerine ait $m_{/H}$ ve $s_{/H}$ de erleri (%)

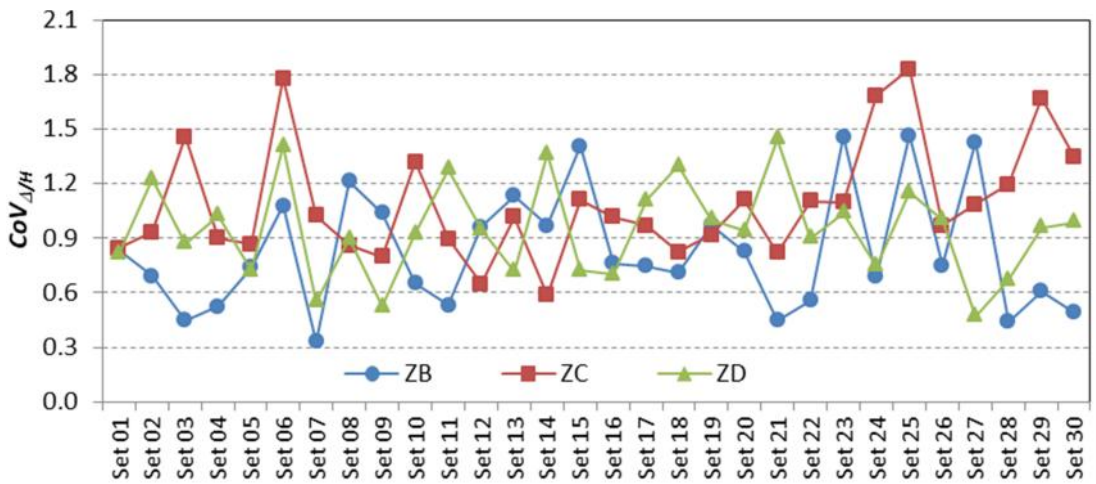
vme Setleri	ZB		ZC		ZD	
	m_{UeY1}	s_{UeY1}	m_{UeY1}	s_{UeY1}	m_{UeY1}	s_{UeY1}
Set 01	0.46	0.38	1.00	0.84	1.28	1.04
Set 02	0.42	0.29	1.16	1.08	1.73	2.12
Set 03	0.44	0.19	1.21	1.77	1.26	1.10
Set 04	0.41	0.21	0.96	0.86	1.21	1.24
Set 05	0.38	0.28	1.08	0.93	1.25	0.90
Set 06	0.45	0.48	1.62	2.88	1.48	2.08
Set 07	0.41	0.14	1.17	1.20	1.13	0.62
Set 08	0.48	0.58	0.99	0.85	1.29	1.16
Set 09	0.51	0.53	0.95	0.75	1.38	0.72
Set 10	0.45	0.30	1.16	1.54	1.39	1.28
Set 11	0.41	0.22	0.90	0.81	1.61	2.06
Set 12	0.54	0.52	0.89	0.58	1.16	1.09
Set 13	0.54	0.61	1.09	1.11	1.50	1.08
Set 14	0.44	0.42	1.12	0.66	1.67	2.28
Set 15	0.67	0.95	1.14	1.27	1.32	0.95
Set 16	0.45	0.34	1.06	1.08	1.27	0.89
Set 17	0.47	0.35	1.04	1.01	1.67	1.85
Set 18	0.47	0.33	0.95	0.78	1.73	2.24
Set 19	0.49	0.48	1.19	1.09	1.30	1.31
Set 20	0.49	0.40	1.12	1.25	1.60	1.50
Set 21	0.48	0.21	1.02	0.83	1.69	2.45
Set 22	0.47	0.26	1.11	1.23	1.29	1.16
Set 23	0.62	0.91	0.89	0.97	1.53	1.59
Set 24	0.41	0.29	1.31	2.20	1.29	0.97
Set 25	0.63	0.92	1.56	2.86	1.66	1.91
Set 26	0.46	0.35	1.08	1.04	1.24	1.24
Set 27	0.70	1.01	1.13	1.23	1.18	0.55
Set 28	0.45	0.20	1.29	1.55	1.38	0.92
Set 29	0.44	0.27	1.55	2.59	1.47	1.41
Set 30	0.44	0.22	0.93	1.26	1.30	1.28

ekil 5.1’de verilen $m_{/H}$ de erleri, ZB zemin sınıfı ile uyumlu ivme setleri için %0.38-0.70 arasında, ZC zemin sınıfı ile uyumlu ivme setleri için %0.89-1.62 arasında ve ZD zemin sınıfı ile uyumlu ivme setleri için %1.13-1.73 arasında de i mektedir. vme kaydı setlerinden elde edilecek $m_{/H}$ de erlerinin ortalaması (beklenen de eri) ise ZB, ZC ve ZD zemin sınıfı için sırası ile %0.48, %1.12 ve %1.41 olarak hesaplanmı tır.



ekil 5.1: vme kaydı takımı setlerine ait $m_{\Delta/H}$ de erleri

vme kaydı takımı setlerine ait $CoV_{\Delta/H}$ de erleri, ekil 5.2’de grafik olarak verilmi tir. Görüldü ü gibi, bir setteki kayıt takımları için elde edilen çatı ötelenmesi oranı taleplerinin saçılımı oldukça yüksektir. Bu durum üç zemin sınıfı için de geçerlidir. $CoV_{\Delta/H}$ de erleri, ZB zemin sınıfı ile uyumlu ivme setleri için 0.33-1.47 arasında, ZC zemin sınıfı ile uyumlu ivme setleri için 0.59-1.83 arasında ve ZD zemin sınıfı ile uyumlu ivme setleri için 0.47-1.45 arasında de i mektedir. Herhangi bir zemin sınıfı için daha dü ük veya daha yüksek saçılım elde edildi ini söylemek mümkün de ildir. vme kaydı setlerinden elde edilecek $CoV_{\Delta/H}$ de erlerinin ortalaması (beklenen de eri) ise ZB, ZC ve ZD zemin sınıfı için sırası ile 0.83, 1.09 ve 0.95 olarak hesaplanmı tir.



ekil 5.2: vme kaydı takımı setlerine ait $CoV_{\Delta/H}$ de erleri

5.3 Maksimum Göreli Kat Ötelenmesi Talepleri

Bu kısımda, maksimum göreli kat ötelenmesi taleplerinin, ivme kaydı takımı setleri için hesaplanan ortalaması (m_u) ve standart sapması (s_u) ile maksimum göreli kat ötelenmesi oranı taleplerinin ivme kaydı setleri için hesaplanan ortalaması ($m_{u/h}$) ve standart sapması ($s_{u/h}$) ile ilgili bilgiler verilmi tir. Ayrıca her bir set için ötelenme oranı taleplerine ait varyasyon katsayıları ($CoV_{u/h}$) verilmi tir.

Tablo 5.6-5.8’de sırası ile ZB, ZC ve ZD zemin sınıfı ile uyumlu 30 ivme seti için her kata ait m_u ve s_u de erleri verilmi tir.

Tablo 5.6: ZB zemin sınıfı ile uyumlu setler için hesaplanan m_u ve s_u de erleri (cm)

vme Setleri	1. Kat		2. Kat		3. Kat		4. Kat		5. Kat	
	m_u	s_u	m_u	s_u	m_u	s_u	m_u	s_u	m_u	s_u
Set 01	2.17	2.00	1.98	1.77	1.77	1.42	1.33	0.93	0.67	0.37
Set 02	1.93	1.59	1.78	1.33	1.63	1.04	1.35	0.89	0.72	0.42
Set 03	2.02	1.03	1.93	0.93	1.65	0.73	1.19	0.52	0.69	0.35
Set 04	1.88	1.11	1.77	1.01	1.57	0.87	1.29	0.59	0.72	0.27
Set 05	1.79	1.36	2.17	2.64	1.45	1.18	1.17	0.83	0.67	0.41
Set 06	2.21	2.44	1.97	2.12	1.64	1.63	1.18	0.95	0.68	0.46
Set 07	1.77	0.57	1.73	0.67	1.63	0.59	1.33	0.48	0.73	0.30
Set 08	2.39	3.27	2.12	2.75	1.74	2.03	1.26	1.18	0.70	0.58
Set 09	2.48	3.08	3.11	4.56	1.94	1.84	1.39	1.00	0.73	0.41
Set 10	2.19	1.37	2.07	1.21	1.84	0.98	1.36	0.60	0.74	0.32
Set 11	1.84	1.03	1.78	1.01	1.57	0.86	1.14	0.63	0.68	0.40
Set 12	2.52	2.71	2.27	2.31	2.04	1.79	1.52	1.19	0.83	0.61
Set 13	2.62	3.18	2.35	2.70	1.95	2.06	1.39	1.34	0.77	0.69
Set 14	2.03	2.27	1.90	1.99	1.66	1.45	1.22	0.85	0.68	0.46
Set 15	3.29	5.31	3.00	4.36	2.48	3.13	1.65	1.67	0.85	0.80
Set 16	2.17	1.81	1.96	1.58	1.67	1.26	1.29	1.01	0.68	0.48
Set 17	2.24	1.91	2.01	1.66	1.76	1.23	1.30	0.83	0.72	0.48
Set 18	2.23	1.85	2.06	1.57	1.76	1.14	1.27	0.69	0.69	0.37
Set 19	2.46	2.64	2.24	2.23	1.79	1.66	1.28	0.96	0.69	0.44
Set 20	2.25	2.10	2.08	1.82	1.84	1.40	1.41	0.89	0.74	0.43
Set 21	2.12	1.07	2.01	0.94	1.84	0.81	1.47	0.69	0.77	0.35
Set 22	2.20	1.51	2.05	1.26	1.80	0.97	1.37	0.74	0.74	0.39
Set 23	3.14	5.06	2.76	4.17	2.23	2.98	1.54	1.53	0.84	0.72
Set 24	1.92	1.35	1.77	1.25	1.64	1.21	1.30	0.95	0.70	0.44
Set 25	3.17	5.10	2.83	4.22	2.32	3.05	1.53	1.60	0.81	0.77
Set 26	2.29	2.04	2.07	1.66	1.68	1.19	1.29	0.87	0.70	0.46
Set 27	3.57	5.66	3.13	4.64	2.48	3.31	1.63	1.75	0.86	0.81
Set 28	2.07	0.95	1.98	0.96	1.74	0.73	1.30	0.50	0.70	0.29
Set 29	2.06	1.35	1.91	1.18	1.73	1.06	1.30	0.71	0.68	0.35
Set 30	2.00	0.90	1.90	0.93	1.65	0.92	1.25	0.75	0.69	0.42

Tablo 5.7: ZC zemin sınıfı ile uyumlu setler için hesaplanan m_u ve s_u de erleri (cm)

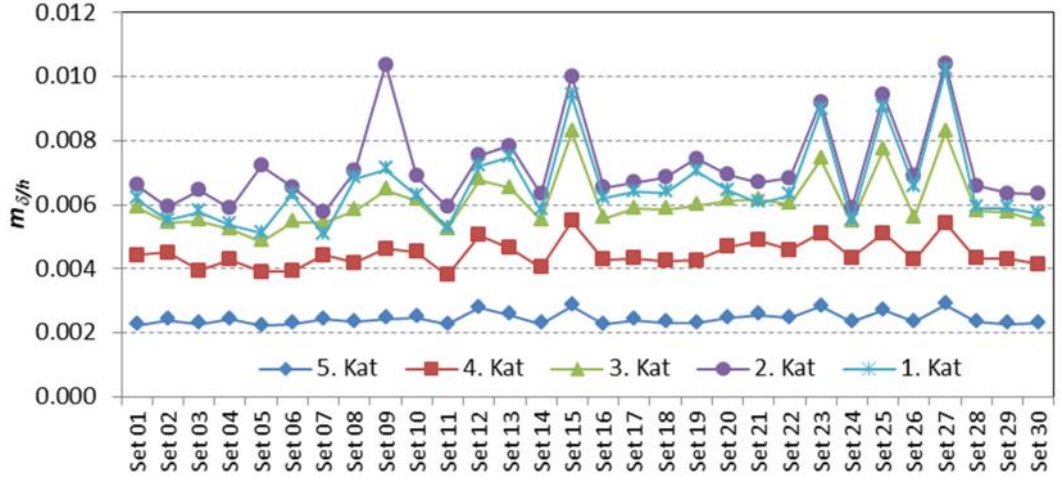
vme Setleri	1. Kat		2. Kat		3. Kat		4. Kat		5. Kat	
	m_u	s_u	m_u	s_u	m_u	s_u	m_u	s_u	m_u	s_u
Set 01	4.80	4.45	4.35	3.75	3.70	2.83	2.47	1.41	1.15	0.53
Set 02	5.84	6.28	5.15	5.09	4.05	3.51	2.65	2.22	1.29	1.22
Set 03	6.56	9.80	5.60	8.32	4.31	5.93	2.51	2.65	1.09	0.83
Set 04	5.12	5.16	4.36	4.19	3.41	2.86	2.43	1.80	1.36	0.93
Set 05	5.78	5.79	4.92	4.52	3.77	2.91	2.38	1.67	1.09	0.75
Set 06	8.77	16.92	7.54	14.05	5.54	9.14	3.04	3.78	1.25	1.08
Set 07	5.90	7.09	5.23	5.81	4.20	3.89	2.68	2.03	1.29	0.88
Set 08	5.03	4.65	4.34	3.84	3.55	2.91	2.42	1.71	1.20	0.86
Set 09	4.58	4.16	4.20	3.42	3.48	2.63	2.26	1.51	1.04	0.61
Set 10	6.48	9.70	5.51	7.75	3.97	4.62	2.51	2.14	1.21	0.87
Set 11	4.64	4.91	4.10	3.97	3.25	2.64	2.22	1.52	1.10	0.72
Set 12	4.20	3.20	3.83	2.60	3.30	1.94	2.28	1.19	1.10	0.61
Set 13	5.89	6.89	5.02	5.50	3.85	3.66	2.40	2.06	1.09	0.86
Set 14	5.53	3.72	4.88	3.03	4.16	2.31	2.83	1.43	1.27	0.66
Set 15	6.14	7.93	5.17	6.24	3.93	3.87	2.54	2.09	1.29	1.08
Set 16	4.95	6.17	4.58	5.12	3.89	3.56	2.56	1.87	1.19	0.78
Set 17	5.34	6.25	4.69	5.01	3.75	3.22	2.36	1.62	1.06	0.58
Set 18	4.74	4.35	4.14	3.62	3.41	2.65	2.21	1.54	1.13	0.76
Set 19	6.22	6.93	5.41	5.42	4.16	3.36	2.59	1.70	1.11	0.62
Set 20	5.97	7.43	5.17	6.07	3.95	3.97	2.52	1.98	1.20	0.81
Set 21	5.04	4.20	4.44	3.54	3.76	2.70	2.55	1.52	1.22	0.62
Set 22	6.34	7.84	5.26	6.24	3.64	3.81	2.19	1.87	1.02	0.73
Set 23	4.86	5.73	4.00	4.71	3.14	3.11	2.08	1.75	1.06	0.83
Set 24	6.71	12.45	5.97	10.46	4.70	7.23	2.76	3.12	1.17	0.92
Set 25	8.49	16.69	7.21	13.88	5.34	9.08	3.00	3.79	1.31	1.15
Set 26	5.66	6.68	4.95	5.27	3.81	3.27	2.41	1.66	1.13	0.66
Set 27	5.80	7.21	5.05	5.93	4.03	3.93	2.69	2.11	1.32	0.99
Set 28	7.60	9.89	6.25	7.81	4.30	4.67	2.52	2.27	1.20	0.95
Set 29	8.46	15.03	7.26	12.51	5.37	8.33	2.90	3.51	1.21	1.06
Set 30	5.16	8.01	4.32	6.30	3.17	3.77	2.09	1.91	1.09	0.90

Tablo 5.6-5.8’de, görel kat ötelenmesi taleplerinin ivme seti için hesaplanan ortalamasının alt katlarda daha yüksek oldu u, üst katlara do ru azaldı ı görülmektedir. Ayrıca zemin sınıfı ZB’den ZD’ye de i tikçe, do al olarak görel kat ötelenmesi taleplerinin arttı ı gözlenmektedir. Bunlarla birlikte, herhangi bir zemin sınıfı için katlara ait görel kat ötelenmesi de erlerinin kullanılan ivme kaydı takımı setine ba lı olarak rastgele de i ti i, aynı zemin sınıfı ile uyumlu setlere ait m_u de erlerinin farklılık gösterdi i belirlenmi tir.

Tablo 5.8: ZD zemin sınıfı ile uyumlu setler için hesaplanan m_u ve s_u de erleri (cm)

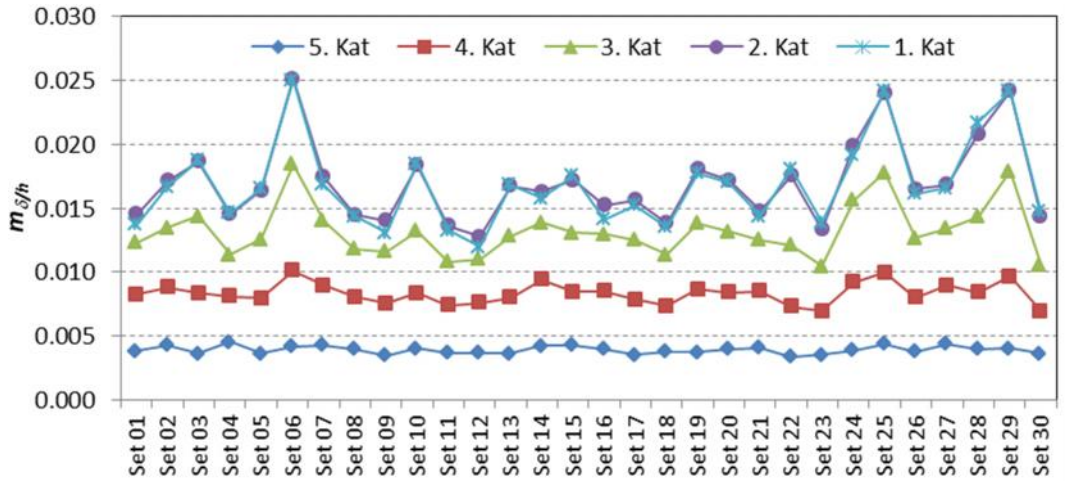
vme Setleri	1. Kat		2. Kat		3. Kat		4. Kat		5. Kat	
	m_u	s_u	m_u	s_u	m_u	s_u	m_u	s_u	m_u	s_u
Set 01	6.34	5.63	5.75	4.79	4.62	3.57	2.80	1.90	1.17	0.63
Set 02	9.16	12.14	7.75	9.94	5.70	6.50	3.37	3.48	1.42	1.41
Set 03	6.13	5.98	5.60	5.03	4.56	3.75	2.84	2.04	1.19	0.69
Set 04	6.21	7.08	5.32	5.45	4.26	3.99	2.65	2.37	1.14	1.00
Set 05	6.25	5.20	5.65	4.38	4.54	3.13	2.84	1.62	1.24	0.68
Set 06	8.17	12.55	6.87	10.03	4.89	6.01	2.82	3.01	1.25	1.27
Set 07	5.45	3.38	5.00	2.69	4.19	2.17	2.68	1.27	1.18	0.54
Set 08	6.55	6.65	5.86	5.62	4.64	3.88	2.75	2.00	1.16	0.80
Set 09	6.91	3.92	6.06	3.12	4.84	2.29	3.00	1.34	1.27	0.66
Set 10	7.22	7.75	6.10	5.63	4.89	4.00	3.09	2.25	1.34	0.93
Set 11	8.55	11.77	7.36	9.70	5.49	6.35	3.26	3.33	1.38	1.32
Set 12	5.66	6.05	5.18	4.96	4.23	3.72	2.59	2.15	1.14	0.88
Set 13	7.54	6.05	6.70	4.94	5.37	3.62	3.17	1.95	1.33	0.80
Set 14	9.34	14.42	7.76	11.08	5.38	6.24	3.05	2.91	1.30	1.16
Set 15	6.53	5.05	5.87	4.24	4.71	3.17	2.97	1.83	1.30	0.70
Set 16	6.36	4.79	5.63	3.99	4.65	3.10	2.85	1.75	1.20	0.67
Set 17	8.68	10.18	7.40	8.61	5.72	6.02	3.38	3.25	1.44	1.29
Set 18	9.47	13.70	7.90	10.85	5.66	6.48	3.24	3.20	1.37	1.30
Set 19	6.63	7.65	5.94	6.35	4.66	4.16	2.76	2.10	1.16	0.80
Set 20	8.23	8.48	7.25	7.04	5.73	5.18	3.11	2.11	1.20	0.67
Set 21	9.26	15.19	7.84	11.83	5.55	7.04	3.17	3.41	1.33	1.29
Set 22	6.44	6.23	5.70	5.17	4.70	3.87	2.93	2.20	1.28	0.84
Set 23	7.75	9.33	6.94	7.67	5.50	4.93	3.23	2.33	1.25	0.65
Set 24	6.65	5.38	5.76	4.46	4.56	3.22	2.77	1.79	1.18	0.72
Set 25	8.86	10.74	7.65	9.07	5.63	6.12	3.23	3.09	1.37	1.20
Set 26	6.05	6.92	5.47	5.71	4.53	4.21	2.77	2.26	1.16	0.73
Set 27	5.82	2.83	5.17	2.41	4.25	1.96	2.72	1.27	1.19	0.60
Set 28	6.85	5.05	6.15	4.17	5.01	3.13	3.01	1.72	1.24	0.65
Set 29	7.35	7.60	6.51	6.24	5.15	4.64	3.12	2.51	1.35	0.89
Set 30	6.44	7.20	5.85	5.91	5.68	5.60	2.89	2.31	1.21	0.79

ekil 5.3'te, ZB sınıfı zemin ile uyumlu setlere ait $m_{u/h}$ de erleri her kat için ayrı ayrı verilmi tir. ekilde ele alınan görel kat ötelenmesi oranı talepleri açısından de erlendirme yapıldı nda, ilk iki katta daha yüksek görel kat ötelenmesi oranı talebinin elde edildi i, en üst katta ise en dü ük taleplerin gözlendi i görölmektedir. ZB sınıfı zemin ile uyumlu 30 ivme kaydı takımı seti için hesaplanan $m_{u/h}$ de erlerinin birinci katta %0.50-1.02 arasında, ikinci katta ise %0.58-1.04 arasında de i ti i belirlenmi tir. Birinci ve ikinci katta, 30 sete ait $m_{u/h}$ de erlerinin ortalaması yani beklenen de eri sırası ile %0.66 ve %0.72'dir.



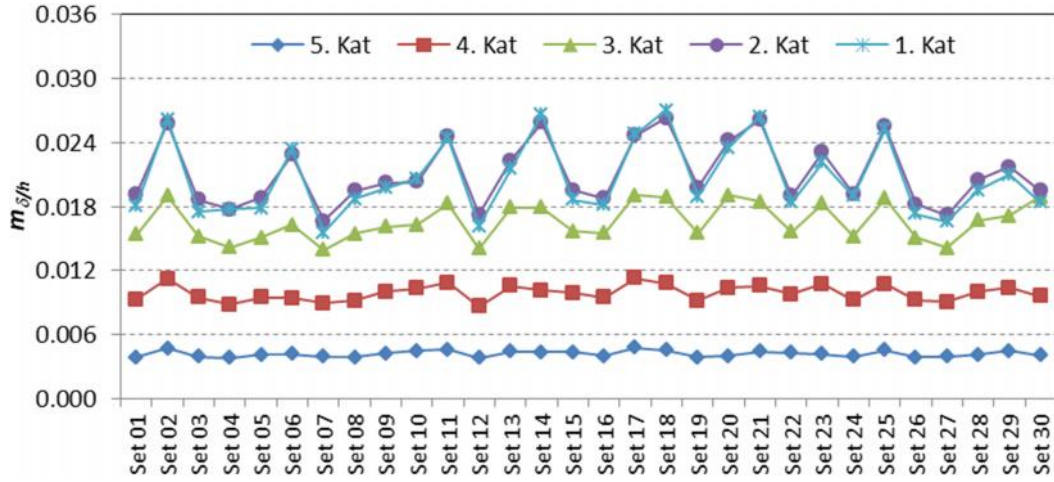
ekil 5.3: ZB ile uyumlu setlere ait $m_{v/h}$ de erleri

ekil 5.4'te, ZC sınıfı zemin ile uyumlu setlere ait $m_{v/h}$ de erleri verilmi tir. ZC sınıfı zemin içinde, ilk iki katta daha yüksek görelî kat ötelenmesi oranı talebinin elde edildi i, en üst katta ise en dü ük taleplerin gözlendi i görölmektedir. 30 ivme kaydı takımı seti için hesaplanan $m_{v/h}$ de erlerinin birinci katta %1.20-2.50 arasında, ikinci katta ise %1.28-2.51 arasında de i ti i belirlenmi tir. ZC sınıfı zemin için, birinci ve ikinci katta, 30 sete ait $m_{v/h}$ de erlerinin ortalaması yani beklenen de eri sırası ile %1.68 ve %1.70'dir.



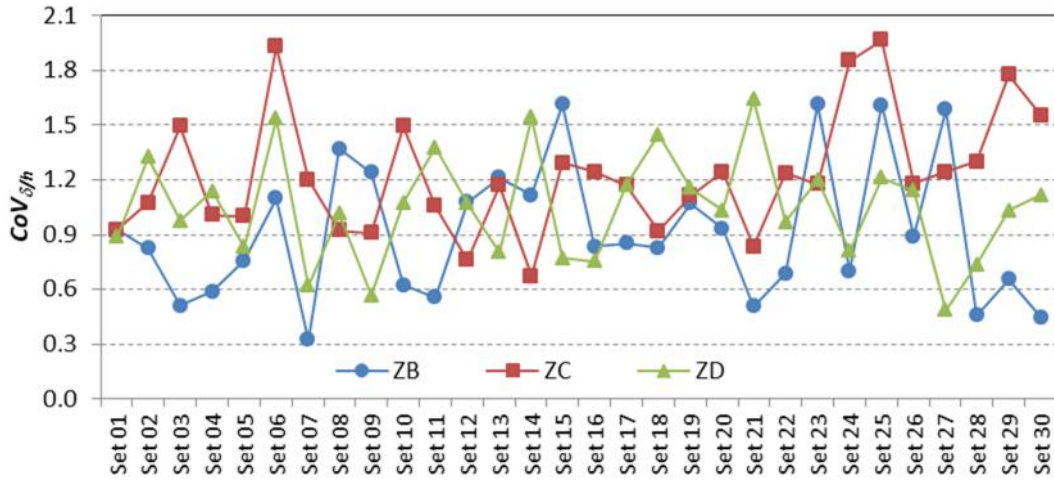
ekil 5.4: ZC ile uyumlu setlere ait $m_{v/h}$ de erleri

ekil 5.5'te, ZD sınıfı zemin ile uyumlu setlere ait $m_{v/h}$ de erleri verilmi tir. 30 ivme kaydı takımı seti için hesaplanan $m_{v/h}$ de erlerinin birinci katta %1.56-2.70 arasında, ikinci katta ise %1.67-%2.63 arasında de i ti i belirlenmi tir. ZD sınıfı zemin için, birinci ve ikinci katta, 30 sete ait $m_{v/h}$ de erlerinin ortalaması yani beklenen de eri sırası ile %2.07 ve %2.11'dir.



ekil 5.5: ZD ile uyumlu setlere ait $m_{\delta/h}$ de erleri

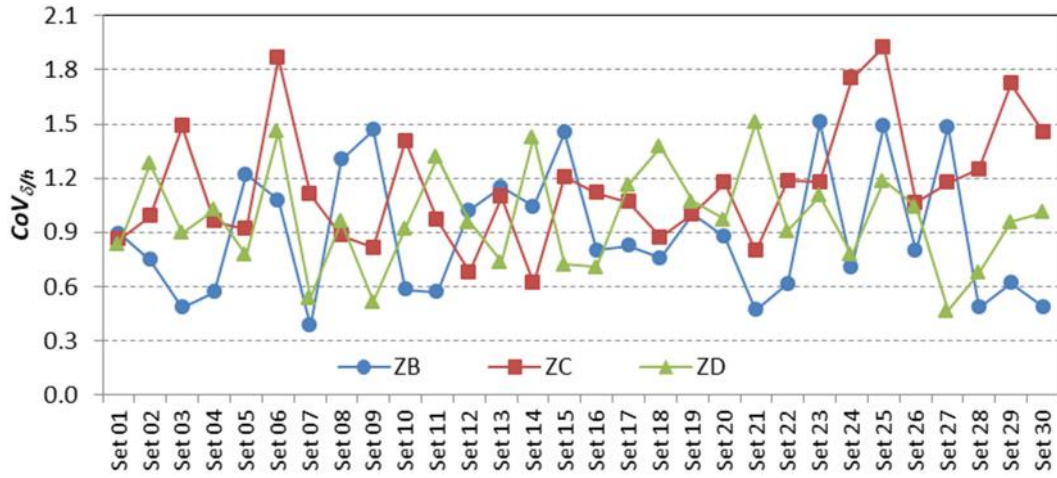
ekil 5.3-5.5'te özetlenen sonuçlara göre en yüksek görel kat ötelenmesi oranı taleplerinin elde edildi i birinci ve ikinci kat için, ivme kaydı takımlarından elde edilen ötelenme taleplerinin sete ait ortalama etrafındaki saçılımını temsil eden $CoV_{\delta/h}$ de erleri sırası ile ekil 5.6 ve ekil 5.7'de verilmi tir. Buna göre, görel kat ötelenmesi oranı taleplerinin set içerisindeki saçılımı oldukça yüksektir. Zemin sınıfları açısından bakıldı ında, saçılımın zemin sınıfının de i imi ile ili kisi olmadı ı, tüm zemin sınıfları için ivme setlerine ba lı olarak rastgele de i ti i görülmektedir.



ekil 5.6: vme setleri için birinci kata ait $CoV_{\delta/h}$ de erleri

ekil 5.6'da verilen birinci kata ait $CoV_{\delta/h}$ de erleri ZB sınıfı zemin için 0.33-1.62 arasında, ZC sınıfı zemin için 0.67-1.97 arasında ve ZD sınıfı zemin için 0.49-1.64 arasında de i mektedir. Bu katta, 30 sete ait $CoV_{\delta/h}$ de erlerinin ortalaması yani

beklenen de eri ZB, ZC ve ZD zemin sınıfı için sırası ile 0.92, 1.22 ve 1.05 olarak hesaplanmı tır.



ekil 5.7: vme setleri için ikinci kata ait $CoV_{\delta/h}$ de erleri

ekil 5.7’de verilen ikinci kata ait $CoV_{\delta/h}$ de erleri ZB sınıfı zemin için 0.39-1.51 arasında, ZC sınıfı zemin için 0.62-1.92 arasında ve ZD sınıfı zemin için 0.47-1.51 arasında de i mektedir. Bu katta, 30 sete ait $CoV_{\delta/h}$ de erlerinin ortalaması yani beklenen de eri ZB, ZC ve ZD zemin sınıfı için sırası ile 0.90, 1.15 ve 0.98 olarak hesaplanmı tır.

6. VARYANS ANALİZİ ve ORTALAMANIN GÜVEN ARALIĞI

6.1 Giriş

Çalışma kapsamında, aynı hedef spektrum uyumlu setlerden elde edilen ortalama ötelenme talepleri arasındaki (m_{UeY} , $m_{U/h}$) farklılığının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını araştırmak üzere sürekli değişkenlere uygulanan varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Varyans analizi için U_{mak}/H ve u_{mak}/h ifadeleri ile temsil edilen maksimum çatı ötelenmesi oranı ve maksimum görelî kat ötelenmesi oranı talepleri ele alınmıştır.

Bu kısımda ayrıca, ivme kaydı takımı setlerinde yer alan kayıtlar için hesaplanan U_{mak}/H ve u_{mak}/h değerlerinin sete ait ortalamalarının ($m_{U/H}$ ve $m_{U/h}$) örnekleme dağılımları belirlenmiş ve iki farklı güven düzeyi için (%90 ve %95) ortalamaların güven aralığı tahmin edilmiştir.

6.2 Varyans Analizi

Varyans analizi, iki veya daha fazla ana kitle ortalamasının bir arada kıyaslanması, aralarındaki farkın anlamlı olup olmadığını test edilmesi için kullanılan bir yöntemdir (Orhunbilge 1997, Kartal 1998, Dilek ve diğ. 2010).

Varyans analizinde; değerlendirilen gözlemlerin tek bir değişkenin seçeneklerine veya birbirinden etkilenen iki ayrı değişkenin seçeneklerine göre düzenlenmesi durumu göre tek yönlü ve çift yönlü olmak üzere iki farklı modelde uygulanmaktadır. Bu çalışmada sadece aynı zemin sınıfı ile uyumlu farklı setlerden elde edilen ötelenme talepleri arasındaki farklılık değerlendirildiği için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Tek yönlü varyans analizi; gözlemlerin sadece bir değişkenin sınıflarına göre gruplara ayrıldığı ve bu grupların ortalamaları ile gözlemlerin seçildiği ana kitle ortalamalarının birbirine eşitliğini test edildiği analiz

modelidir. Bu modelde her birim mevcut k sayıda ana kitleden sadece birine dâhil olabilir. Burada test edilen hipotez, verilen ana kitle ortalamalarının eşitli idir (Denklem 6.1). Hipotez kabul edildi inde; ele alınan birden fazla ana kitlenin ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olmadığı, bir fark varsa bile bu farkın tesadüfi olduğu belirlenmiş olur (Orhunbilge 1997).

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_k \quad (6.1)$$

Tablo 6.1’de, k sayıda ana kitlenin, $n_1, n_2, n_3, \dots, n_k$ sayıda mevcuda sahip gözlem değerleri verilmiştir. X_{ij} , gözlem değeri (i indisi bulunduğu grup, j indisi bulunduğu gözlem numarasını gösterir), T_{i+} , i . gruptaki gözlemler toplamı, T_{++} , tüm gözlemler toplamı ve N , toplam gözlem sayısıdır.

Tablo 6.1: Tek yönlü varyans analizinde k tane bağımsız kitlenin gözlem değerleri

Gözlem No	X_1	X_2	X_3	...	X_k	Toplam
1	X_{11}	X_{21}	X_{31}	...	X_{k1}	
2	X_{12}	X_{22}	X_{32}	...	X_{k2}	
.	
.	
.	
.	X_{1n_1}	X_{2n_2}	X_{3n_3}	...	X_{kn_k}	
Toplam	T_{1+}	T_{2+}	T_{3+}	...	T_{k+}	T_{++}
Ortalama	\bar{X}_1	\bar{X}_2	\bar{X}_3		\bar{X}_k	\bar{X}

Tablo 6.1’deki gibi düzenlenmiş gözlem değerleri kullanılarak, gruplar arası kareler toplamı ($GAKT$) ve grup içi kareler toplamı (GKT) hesaplanır (Denklem 6.2 ve Denklem 6.3). Toplam kareler toplamı (TKT) ise $GAKT$ ile GKT değerlerinin toplamı olarak ifade edilmektedir (Denklem 6.4).

$$GAKT = \sum_{i=1}^k \frac{T_{i+}^2}{n_i} - \frac{T_{++}^2}{N} \quad (6.2)$$

$$GKT = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}^2 - \sum_{i=1}^k \frac{T_{i+}^2}{n_i} \quad (6.3)$$

$$TKT = GAKT + GKT = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}^2 - \sum_{i=1}^k \frac{T_{i+}^2}{N} \quad (6.4)$$

Gruplar arası serbestlik derecesi ($k-1$) ve grup içi serbestlik derecesine ($N-k$) ba lı olarak, gruplar arası varyans (s_M^2) ve grup içi varyans (s_0^2) de erleri Denklem 6.5 ve Denklem 6.6 kullanılarak hesaplanır.

$$s_M^2 = \frac{GAKT}{k-1} \quad (6.5)$$

$$s_0^2 = \frac{GKT}{N-k} \quad (6.6)$$

Varyanslar hesaplandıktan sonra F istatisti i hesaplanır (Denklem 6.7). Daha sonra, gruplar arası ve grup içi serbestlik dereceleri ile seçilen anlamlılık düzeyine ba lı olarak F -da ılım tablosundan (Ek-C'de verilmi tir) kritik F de eri (F_{kr}) okunur. E er hesaplanan F istatisti i, F_{kr} de erinden küçük ise hipotez kabul edilir, aksi takdirde hipotez reddedilir. Hipotezin kabul edilmesi, seçilen anlamlılık düzeyinde, ana kitle ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadı ı, yani ele alınan tüm grupların aynı ana kitleden rasgele seçilen örnekler olarak kabul edilece i anlamına gelmektedir.

$$F = \frac{s_M^2}{s_0^2} \quad (6.7)$$

Varyans analizine örnek olarak, her biri $n=22$ gözlem de erine sahip temsili $k=5$ ivme kaydı setine ait veriler (Tablo 6.2) ile hesaplar gösterilmi tir. Tablo 6.2'de verilen de erler kullanılarak serbestlik dereceleri belirlenmi , gruplar arası kareler toplamı ($GAKT$) ile grup içi kareler toplamı (GKT) hesaplanmı tır. Daha sonra gruplar arası ve grup içi varyans de erleri hesaplanmı ve F istatisti i bulunmu tur. Gruplar arası ve grup içi serbestlik dereceleri ile seçilen %5 anlamlılık düzeyine göre F_{kr} okunarak F istatisti i ile kıyaslanmı tır. Örnek varyans analizi için yapılan bu hesaplamalar Tablo 6.3'te verilmi tir.

Tablo 6.3'te verilen de erler ile yapılan tek yönlü varyans analizi sonucunda $F=0.278$ bulunmu tur. F tablosundan, serbestlik dereceleri (sırası ile 4 ve 105) ve anlamlılık düzeyine göre $F_{kr}=2.458$ olarak okunmu tur. F de eri, F_{kr} de erinden küçük oldu undan hipotez kabul edilmi olur. Yani, Tablo 6.2'de verilen ve aynı

hedef spektrumla uyumlu temsili be set için elde edilen ortalama talepler, %5 anlamlılık düzeyinde aynı ana kitleden rastgele seçilen örnekler olarak kabul edilir.

Tablo 6.2: Örnek tek yönlü varyans analiz verileri

vme Kaydı	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5
1.Kayıt	3.85	4.88	10.16	3.39	4.84
2.Kayıt	2.11	9.87	3.18	14.07	2.30
3.Kayıt	10.41	7.45	6.06	7.16	6.80
4.Kayıt	17.06	5.13	9.06	5.42	5.01
5.Kayıt	10.45	6.25	6.19	9.71	14.53
6.Kayıt	2.09	5.31	1.21	5.62	4.52
7.Kayıt	4.27	18.86	11.75	8.32	13.82
8.Kayıt	1.18	4.73	7.07	4.37	5.29
9.Kayıt	2.47	3.72	4.75	2.31	2.44
10.Kayıt	6.22	4.59	8.99	3.33	1.11
11.Kayıt	18.13	1.35	5.94	5.56	3.41
12.Kayıt	3.87	4.80	10.16	3.44	4.85
13.Kayıt	2.12	9.91	3.17	14.01	2.28
14.Kayıt	10.53	7.48	6.07	7.21	6.72
15.Kayıt	17.06	5.18	9.07	5.53	5.08
16.Kayıt	10.46	6.31	6.25	9.73	14.43
17.Kayıt	2.09	5.30	1.19	5.58	4.53
18.Kayıt	4.19	19.31	11.73	8.30	13.75
19.Kayıt	1.17	4.79	7.00	4.36	5.46
20.Kayıt	2.46	3.74	4.76	2.29	2.41
21.Kayıt	6.20	4.58	8.77	3.35	1.11
22.Kayıt	18.45	1.34	5.90	5.69	3.41
Toplam	156.84	144.88	148.43	138.75	128.10
Ortalama	7.13	6.59	6.75	6.31	5.82

Tez çalışmasında, her bir zemin sınıfı için 30 ivme kaydı takımı seti kullanılmıştır. Her bir set için de 22 analiz ile ötelenme talepleri elde edilmiştir. Yani her bir zemin sınıfı için, 30 ivme kaydı takımı seti toplam grup sayısını ($k=30$) ve 22 analiz ise her gruptaki gözlem sayısını ($n=22$) ifade etmektedir. Varyans analizi için; anlamlılık düzeyi $\alpha=0.05$ alınmıştır. Gruplar arası ve grup içi serbestlik derecesi ise sırasıyla $k-1=29$ ve $N-k=630$ 'dur. Buna göre tüm analizler için $F_{kr}=1.486$ olacaktır.

Tablo 6.3: Örnek tek yönlü varyans analizi için hesaplanan değerler

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Varyans	F değeri
Gruplar Arası	21.08	$k-1=4$	5.27	0.278
Grup içi	1992.07	$N-k=105$	18.97	
Toplam	2013.16			

6.3 Varyans Analiz Sonuçları

Tek yönlü varyans analizi sonuçları maksimum çatı ötelenmesi oranı talepleri için Tablo 6.4'te, maksimum görelî kat ötelenmesi oranı talepleri için Tablo 6.5'te verilmi tir.

Tablo 6.4: Maksimum çatı ötelenmesi oranı için varyans analizi sonuçları

Zemin	F	F_{kr}
ZB	0.596	1.486
ZC	0.404	
ZD	0.360	

Tablo 6.4'te görüldü ü gibi tüm zemin sınıfları için F de eri F_{kr} de erinin oldukça altındadır. Tablo 6.5'te ise, tüm zemin sınıfları için ve tüm katlarda, maksimum görelî kat ötelenmesi talepleri için hesaplanan F de erleri, F_{kr} de erinin altındadır. Bu sonuçlara göre, çalı mada kullanılan betonarme bina ve zemin sınıfları için geçerli olmak üzere, %5 anlamlılık düzeyinde, aynı hedef spektrumla uyumlu farklı ivme setlerinden elde edilen ortalama ötelenme talepleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Yani, aynı hedef spektrumla uyumlu farklı ivme setlerinden elde edilen ötelenme talepleri, aynı popülasyondan rastgele seçilen örnekler olarak kabul edilebilir.

Tablo 6.5: Maksimum görelî kat ötelenmesi oranı için varyans analizi sonuçları

Zemin	Kat	F	F_{kr}
ZB	5	0.290	1.486
	4	0.372	
	3	0.531	
	2	0.635	
	1	0.648	
ZC	5	0.265	
	4	0.288	
	3	0.410	
	2	0.434	
	1	0.440	
ZD	5	0.200	
	4	0.192	
	3	0.279	
	2	0.389	
	1	0.453	

6.4 Örnekleme Da ılımı ve Ortalamanın Güven Aralı ı

Tamamının gözlenmesi imkansız olan ana kitleden alınan sınırlı sayıda örnekten elde edilen verilerden faydalanarak, bu örneklerin alındı ı ana kitle (popülasyon) hakkında bilgi edinmek ve çıkarımlarda bulunmak, çıkarımsal istatisti in konusudur. Çıkarımsal istatistik, örnekleme ve örnekleme da ılımı kavramlarına dayanır (Gürsakal, 2013).

Örnekleme da ılımı, aynı ana kitleden alınacak tüm olası örnekler için bir istatisti in da ılımı olarak tanımlanabilir. Dolayısıyla, bir istatisti in de eri, ana kitleden alınacak örnekleme ba lıdır. Bu nedenle, örnekleme istatisti i bir rastgele de i kendir ve bir olasılık da ılımına sahiptir. istatisti in olasılık da ılımına ise örnekleme da ılımı adı verilir. Örnekleme da ılımları iki önemli istatistik ile tanımlanabilir: ortalama ve varyans.

Örneklerin ortalamasının (m) tam olarak örneklerin alındı ı ana kitlenin ortalaması μ 'ye e it olmasını beklenmemektedir ancak μ 'ye yakın olacaktır. Bu nedenle, nokta tahmininden ziyade bazen belli bir güven derecesinde μ 'nün içinde bulundu u bir aralık belirleyebilmek daha önemli hale gelir. Böyle aralık tahmin elde etmek için nokta tahmin edicinin olasılık da ılımından yararlanılır (Palancı ve di . 2018). Ana kitle parametresi μ için, aralık tahminlerinin olasılık bildirimi Denklem 6.8'de verilmi tir.

$$P(l \leq \bar{x} \leq u) = 1 - r \quad ; \quad 0 < r < 1 \quad (6.8)$$

Denklem 6.8'de l ve u de eri sırası ile güven aralı ının alt ve üst sınırlarını, r anlamlılık düzeyini, $(1-r)$ güven düzeyini, (l,u) aralı ı μ parametresi için $\%100(1-)$ güven aralı ını ifade etmektedir.

Ortalaması μ ve varyansı σ^2 olan ve normal da ıldı ı bilinen bir ana kitleden alınan n boyutunda bir örnek için, örnek ortalaması m 'nin de eri, örnekteki rastgele de i kenlerin de erleri kullanılarak hesaplanır. Örnek ortalamasının, ana kitle ortalaması μ merkezli oldu u ve normal da ıldı ı beklenir ve örnek büyüklü ü arttıkça örnek varyansı yani saçılım azalır (Denklem 6.9).

$$E[m] = \mu \quad \text{ve} \quad Var(m) = \frac{\sigma^2}{n} \quad (6.9)$$

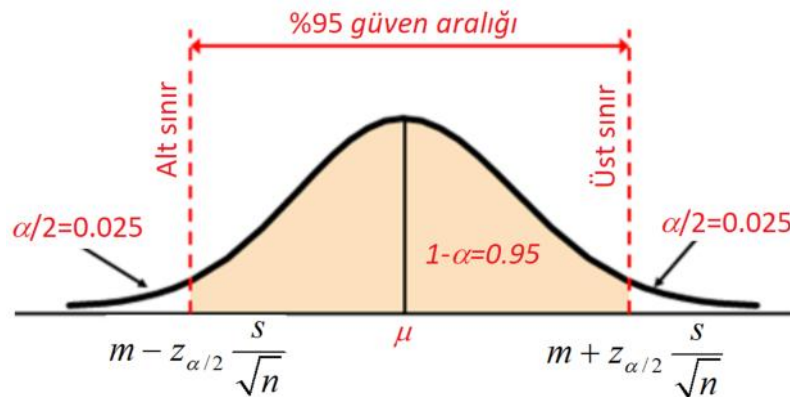
Ortalaması μ ve varyansı σ^2 olan bir ana kitleden alınan örnek göz önüne alındığında, n yeterince büyük ise, Merkezi Limit Teoremi, ana kitle normal bir dağılıma sahip olmasa bile örnek dağılımının normal olduğunu belirtir. Bu durumda örnek dağılımının ortalaması ve varyansı yine Denklem 6.9'da verildiği gibi olacaktır.

Normal dağılımı kabul edilen bir örnek olması durumunda, ana kitle ortalamasının güven aralığı için verilen Denklem 6.8, Denklem 6.10'daki gibi düzenlenebilir. Denklem 6.10'da s örnek standart sapmasını, z ise standart normal dağılımı temsil etmektedir.

$$P(l < \bar{x} < u) = P\left[m - z_{r/2} \frac{s}{\sqrt{n}} \leq \bar{x} \leq m + z_{r/2} \frac{s}{\sqrt{n}}\right] = 1 - r \quad (6.10)$$

Ana kitle ortalaması ile ilgili sonuç çıkarımında ana kitlenin olasılık dağılımı ancak örnek sayısı $n < 30$ ise gündeme gelir. Eğer $n < 30$ ise ve ana kitlenin dağılımı normal varsayılırsa, ana kitle varyansının bilinmesi durumunda normal dağılım; ana kitle varyansının bilinmemesi durumunda t -dağılımı kullanılır.

Tez çalışmasında, her bir zemin sınıfı için 30 ivme seti kullanılmıştır. Bu setlerin her biri için elde edilen $m_{U/H}$ değeri, bu değerle ilgili ana kitleden (ortalaması $\bar{x}_{U/H}$) rastgele çekilmiş $n=30$ büyüklüğüne sahip bir örneği temsil etmektedir. Benzer şekilde, bu setlerin her biri için elde edilen $m_{u/h}$ değeri de, ilgili ana kitleden (ortalaması $\bar{x}_{u/h}$) rastgele çekilmiş $n=30$ büyüklüğüne sahip bir örneği temsil etmektedir. O halde, örneklere ait bu verilerden faydalanarak, ötelenme oranı taleplerine ait ana kitlelerin ortalamasının güven aralığı tahmin edilebilir.



ekil 6.1: Ortalamanın güven aralığına aitematik gösterim

Örnek büyüklüğü $n=30$ olduğu için ana kitle varyansı bilinmemesine rağmen, örneğin normal dağılımı kabul edilerek Denklem 7.3 ile ana kitle ortalamasının güven aralığı tahmin edilmiştir. Bu çalışmada, %90 ve %95 güven düzeyi için ayrı ayrı güven aralığı tahmini yapılmıştır. Şekil 7.1’de Denklem 7.3 ile verilen ana kitle ortalamasına ait güven aralığının %95 güven düzeyi için örnek gösterimi verilmiştir. %90 ve %95 güven düzeyi için standart normal dağılımının destandartizasyonu ile $z_{0.05}=1.64$ ve $z_{0.025}=1.96$ alınmıştır.

Tablo 6.6’da maksimum çatı ötelemesi oranı talepleri için ivme kaydı setlerinden elde edilecek $m_{U/H}$ de erlerinin ait olduğu ana kitlenin ortalaması $\mu_{U/H}$ için %90 ve %95 güven aralığı tahminleri verilmiştir. Tabloda m ve s , 30 sete ait $m_{U/H}$ de erlerinin sırası ile ortalamasını ve standart sapmasını ifade etmektedir. Tablo 6.6’ya göre, ZB sınıfı zeminlerle uyumlu ivme setlerinden elde edilecek $m_{U/H}$ de erlerinin %90’ı, 0.0046-0.0051 arasında olacaktır. $m_{U/H}$ de erlerinin %90’ı, ZC sınıfı zeminlerle uyumlu setler için 0.0106-0.0118 arasında, ZD sınıfı zeminlerle uyumlu setler için 0.0134-0.0148 arasında olacaktır. Güven düzeyi %95 alınırsa, ZB, ZC ve ZD zemin sınıfları için $m_{U/H}$ de erlerine ait güven aralığı sırası ile 0.045-0.0051, 0.0105-0.0119 ve 0.0134-0.0148 olmaktadır.

Tablo 6.6: $\mu_{U/H}$ için güven aralığı

Zemin	m	s	$l_{0.90}$	$u_{0.90}$	$l_{0.95}$	$u_{0.95}$
ZB	0.0048	0.0008	0.0046	0.0051	0.0045	0.0051
ZC	0.0112	0.0019	0.0106	0.0118	0.0105	0.0119
ZD	0.0141	0.0019	0.0135	0.0146	0.0134	0.0148

Tablo 6.7’de maksimum görece kat ötelenmesi oranı talepleri için ivme kaydı setlerinden elde edilecek $m_{u/h}$ de erlerinin ait olduğu ana kitlenin ortalaması $\mu_{u/h}$ için %90 ve %95 güven aralığı tahminleri verilmiştir. Tabloya göre, ZB sınıfı zeminlerle uyumlu ivme setlerinden elde edilecek $m_{u/h}$ de erlerinin %90’ı, birinci katta 0.0062-0.0070 ve ikinci katta 0.0068-0.0076 arasında olacaktır. ZC zemin sınıfı için $m_{u/h}$ de erlerinin %90’ı, birinci katta 0.0158-0.0178 ve ikinci katta 0.0160-0.0179 arasında olacaktır. ZD zemin sınıfı için ise $m_{u/h}$ de erlerinin %90’ı, birinci katta 0.0196-0.0217 ve ikinci katta 0.0202-0.0220 arasında olacaktır. Güven düzeyi %95’e çıktığında, güven aralığı biraz daha açılmaktadır. Örneğin ZB sınıfı zemin için

uyumlu ivme setlerinden elde edilecek $m_{u/h}$ de erlerinin %95'i, birinci katta 0.0061-0.0070 ve ikinci katta 0.0067-0.0077 arasında olacaktır.

Tablo 6.7: $\sim_{u/h}$ için güven aralı 1

Zemin	Kat	m	s	$l_{0,90}$	$u_{0,90}$	$l_{0,95}$	$u_{0,95}$
ZB	5	0.0024	0.0002	0.0024	0.0025	0.0024	0.0025
	4	0.0045	0.0004	0.0043	0.0046	0.0043	0.0046
	3	0.0061	0.0009	0.0058	0.0063	0.0057	0.0064
	2	0.0072	0.0013	0.0068	0.0076	0.0067	0.0077
	1	0.0066	0.0013	0.0062	0.0070	0.0061	0.0070
ZC	5	0.0039	0.0003	0.0038	0.0040	0.0038	0.0040
	4	0.0083	0.0008	0.0081	0.0086	0.0080	0.0086
	3	0.0132	0.0020	0.0126	0.0138	0.0125	0.0139
	2	0.0170	0.0032	0.0160	0.0179	0.0158	0.0181
	1	0.0168	0.0034	0.0158	0.0178	0.0156	0.0180
ZD	5	0.0042	0.0003	0.0041	0.0043	0.0041	0.0043
	4	0.0099	0.0007	0.0097	0.0101	0.0096	0.0102
	3	0.0166	0.0017	0.0161	0.0171	0.0160	0.0172
	2	0.0211	0.0030	0.0202	0.0220	0.0200	0.0222
	1	0.0207	0.0035	0.0196	0.0217	0.0194	0.0219

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, TBDY ile uyumlu olacak şekilde oluşturulmuş farklı ivme kaydı setleri kullanılarak yapılan zaman tanım alanında analiz sonucunda üç boyutlu bir betonarme bina için elde edilen yapısal tepki parametreleri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Yapısal tepki parametreleri olarak maksimum çatı ötelenmesi (U_{mak}), maksimum çatı ötelenmesi oranı (U_{mak}/H), maksimum görelî kat ötelenmesi (u_{mak}) ve maksimum görelî kat ötelenmesi oranı (u_{mak}/h) seçilmiştir. Çalışmada, ayrıca, aynı hedef spektrum ile uyumlu olarak elde edilen farklı ivme kaydı setleri kullanılarak yapılan analiz sonuçlarına göre, bu setlere ait yapısal tepkiler arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını araştırılmıştır. Son olarak maksimum ötelenme taleplerinin ortalaması için güven aralığı tahminleri yapılmıştır.

Kullanılan ivme kaydı setleri, 50 yılda bir olma olasılığı %10 olan deprem düzeyi (TBDY’de tanımlanan DD2 deprem düzeyi) ve Denizli il sınırları içerisinde bulunan bir konum ile uyumlu yatay elastik tasarım spektrumları dikkate alınarak elde edilmiştir. ZB, ZC ve ZD zemin sınıfları için tanımlanmış yatay elastik tasarım spektrumları ayrı ayrı dikkate alınmış ve her bir zemin sınıfı için 30 farklı ivme kaydı takımı seti elde edilmiştir. Analizlerde toplam 90 ivme kaydı takımı seti kullanılmıştır. Her bir ivme kaydı takımı setinde 11 ivme kaydı takımı yani 22 ivme kaydı bulunmaktadır.

Betonarme binanın analizleri ile, bir ivme kaydı takımı setinde bulunan her bir ivme kaydı takımı için ayrı ayrı maksimum çatı ötelenmesi talepleri (U_{mak}) ve maksimum görelî kat ötelenmesi talepleri (u_{mak}) elde edilmiştir. Bu talepler kullanılarak, bina için maksimum çatı ötelenmesi oranı (U_{mak}/H) ve her bir kat için maksimum görelî kat ötelenmesi oranı (u_{mak}/h) talepleri hesaplanmıştır. Daha sonra her bir set için U_{mak}/H değerlerinin ortalaması ($m_{U/H}$), standart sapması ($s_{U/H}$) ve varyasyon katsayısı ($CoV_{U/H}$) ile u_{mak}/h değerlerinin ortalaması ($m_{u/h}$), standart sapması ($s_{u/h}$) ve varyasyon katsayısı ($CoV_{u/h}$) hesaplanmıştır. Bu değerler, tez çalışması kapsamında istatistiksel değerlendirmelerin yapılması amacıyla kullanılmıştır.

Tez çalışması kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda aşağıda maddeler halinde ifade edilen sonuçlara ulaşılmıştır:

- Betonarme bina için herhangi bir zemin sınıfı ile uyumlu, farklı setlere ait m_U ve CoV_U değerlerinin, kullanılan ivme setine bağlı olarak rastgele dağılımı görülmüştür. Yani, aynı hedef spektrumla uyumlu olsa bile, farklı ivme setleri kullanıldığında, her bir set için farklı m_U ve CoV_U değerlerinin elde edilebileceği anlaşılmaktadır.
- Maksimum çatı ötelenmesi taleplerinin, beklendiği gibi, zemin sınıfı ZB'den ZD'ye geçtikçe arttığı gözlenmiştir. ivme setleri için hesaplanan m_{de} değerleri, ZB zemin sınıfı için 5.82cm-10.90cm arasında, ZC zemin sınıfı için 13.72cm-25.14cm arasında ve ZD zemin sınıfı 17.45cm-26.79cm arasında değişmektedir.
- m_{de} değerlerinin bina yüksekliğine bölünmesi ile elde edilen maksimum çatı ötelenmesi oranı (m_{de}/H) talepleri, ZB zemin sınıfı ile uyumlu ivme setleri için %0.38-0.70 arasında, ZC zemin sınıfı ile uyumlu ivme setleri için %0.89-1.62 arasında ve ZD zemin sınıfı ile uyumlu ivme setleri için %1.13-1.73 arasında değişmektedir. ivme kaydı setlerinden elde edilecek m_{de}/H değerlerinin ortalaması (beklenen değeri) ise ZB, ZC ve ZD zemin sınıfı için sırası ile %0.48, %1.12 ve %1.41 olarak hesaplanmıştır.
- CoV_{de}/H değerleri, ZB zemin sınıfı ile uyumlu ivme setleri için 0.33-1.47 arasında, ZC zemin sınıfı ile uyumlu ivme setleri için 0.59-1.83 arasında ve ZD zemin sınıfı ile uyumlu ivme setleri için 0.47-1.45 arasında değişmektedir. ivme kaydı setlerinden elde edilecek CoV_{de}/H değerlerinin ortalaması (beklenen değeri) ise ZB, ZC ve ZD zemin sınıfı için sırası ile 0.83, 1.09 ve 0.95 olarak hesaplanmıştır. Varyasyon katsayısının yüksek değerleri, ivme seti içerisinde yer alan kayıtlardan elde edilen maksimum çatı ötelenmesi oranı taleplerinin ortalama etrafındaki saçılımının yüksek olduğunu göstermektedir. Herhangi bir zemin sınıfı için daha düşük veya daha yüksek saçılım elde edilmediğini söylemek mümkün değildir.
- Çalışmada ele alınan betonarme bina için maksimum göreceli kat ötelenmesi oranı taleplerinin de ZB sınıfı zeminden ZD sınıfı zemine doğru gidildikçe arttığı, binaların alt katlarında diğer katlara oranla daha fazla olduğu görülmüştür. Betonarme bina için ivme setlerine ait $m_{w/h}$ değerleri açısından

de erlendirme yapıldı ında, genel olarak ilk iki katta daha yüksek görelî kat ötelenmesi oranı talebinin elde edildi i, en üst katta ise en dü ük taleplerin gözlendi i görölmektedir. ZB sınıfı zemin ile uyumlu 30 ivme kaydı takımı seti için hesaplanan $m_{w/h}$ de erlerinin birinci katta %0.50-%1.02 arasında, ikinci katta ise %0.58-%1.04 arasında de i ti i belirlenmi tir. Birinci ve ikinci katta, 30 sete ait $m_{w/h}$ de erlerinin ortalaması yani beklenen de eri sırası ile %0.66 ve %0.72'dir. ZC sınıfı zemin ile uyumlu 30 ivme kaydı takımı seti için hesaplanan $m_{w/h}$ de erlerinin birinci katta %1.20-%2.50 arasında, ikinci katta ise %1.28-%2.51 arasında de i ti i belirlenmi tir. ZC sınıfı zemin için, birinci ve ikinci katta, 30 sete ait $m_{w/h}$ de erlerinin ortalaması yani beklenen de eri sırası ile %1.68 ve %1.70'dir. ZD sınıfı zemin ile uyumlu 30 ivme kaydı takımı seti için hesaplanan $m_{w/h}$ de erlerinin birinci katta %1.56-%2.70 arasında, ikinci katta ise %1.67-%2.63 arasında de i ti i belirlenmi tir. ZD sınıfı zemin için, birinci ve ikinci katta, 30 sete ait $m_{w/h}$ de erlerinin ortalaması yani beklenen de eri sırası ile %2.07 ve %2.11'dir.

- En yüksek görelî kat ötelenmesi oranı taleplerinin elde edildi i birinci ve ikinci kat için, ivme kaydı takımlarından elde edilen ötelenme taleplerinin sete ait ortalama etrafındaki saçılımını temsil eden $CoV_{w/h}$ de erleri birinci katta ZB sınıfı zemin için 0.33-1.62 arasında, ZC sınıfı zemin için 0.67-1.97 arasında ve ZD sınıfı zemin için 0.49-1.64 arasında de i mektedir. Bu katta, 30 sete ait $CoV_{w/h}$ de erlerinin ortalaması yani beklenen de eri ZB, ZC ve ZD zemin sınıfı için sırası ile 0.92, 1.22 ve 1.05 olarak hesaplanmı tır. İkinci kata ait $CoV_{w/h}$ de erleri ZB sınıfı zemin için 0.39-1.51 arasında, ZC sınıfı zemin için 0.62-1.92 arasında ve ZD sınıfı zemin için 0.47-1.51 arasında de i mektedir. Bu katta, 30 sete ait $CoV_{w/h}$ de erlerinin ortalaması yani beklenen de eri ZB, ZC ve ZD zemin sınıfı için sırası ile 0.90, 1.15 ve 0.98 olarak hesaplanmı tır. Buna göre, görelî kat ötelenmesi oranı taleplerinin set içerisindeki saçılımı da oldukça yüksektir. Zemin sınıfları açısından bakıldı ında, saçılımın zemin sınıfının de i imi ile ili kisi olmadı ı, tüm zemin sınıfları için ivme setlerine ba lı olarak rastgele de i ti i görölmektedir.

- Analiz sonuçları hem m hem de $m_{u/h}$ de erlerinin, aynı hedef spektrumla uyumlu farklı ivme setleri için rastgele de i mekte oldu unu göstermi tir. Bilindi i gibi bu de erler TBDY'ye göre tasarım veya performans de erlendirmesi için dikkate alınabilmektedir. Bu durum gözönünde bulundurularak, aynı hedef spektrumla uyumlu farklı ivme setlerinden elde edilen yapısal tepkiler arasındaki farkın düzeyinin incelenmesi amaçlanmı tir. Bu amaçla maksimum ötelenme talepleri ve maksimum görelî kat ötelenmesi talepleri ayrı ayrı dikkate alınarak tek yönlü varyans analizi yapılmı tir. Varyans analizi sonuçları, tez çalı masında kullanılan betonarme bina için, aynı zemin sınıfı ile uyumlu olarak elde edilen farklı ivme setleri kullanılarak hesaplanan ötelenme taleplerinin, %5 anlamlılık düzeyi ile aynı ana kitleden (aynı populyasyodan) rastgele seçilen örnekler olarak kabul edilebilece ini göstermi tir. Ba ka bir deyi le, aynı hedef spektrumla uyumlu farklı ivme setlerinden elde edilen yapısal tepkiler arasındaki fark, %5 anlamlılık düzeyi ile istatistiksel olarak anlamlı de ildir.
- Maksimum çatı öteleme oranı talepleri için ivme kaydı setlerinden elde edilecek $m_{U/H}$ de erlerinin ait oldu u ana kitlenin ortalaması $\sim_{U/H}$ için %90 ve %95 güven aralı ı tahminleri verilmi tir. ZB sınıfı zeminlerle uyumlu ivme setlerinden elde edilecek $m_{U/H}$ de erlerinin %90'ı, 0.0046-0.0051 arasında olacaktır. $m_{U/H}$ de erlerinin %90'ı, ZC sınıfı zeminlerle uyumlu setler için 0.0106-0.0118 arasında, ZD sınıfı zeminlerle uyumlu setler için 0.0134-0.0148 arasında olacaktır. Güven düzeyi %95 alınır sa, ZB, ZC ve ZD zemin sınıfları için $m_{U/H}$ de erlerine ait güven aralı ı sırası ile 0.0045-0.0051, 0.0105-0.0119 ve 0.0134-0.0148 olmaktadır.
- Maksimum görelî kat ötelenmesi oranı talepleri için ivme kaydı setlerinden elde edilecek $m_{u/h}$ de erlerinin ait oldu u ana kitlenin ortalaması $\sim_{u/h}$ için %90 ve %95 güven aralı ı tahminleri bulunmu tur. ZB sınıfı zeminlerle uyumlu ivme setlerinden elde edilecek $m_{u/h}$ de erlerinin %90'ı, birinci katta 0.0062-0.0070 ve ikinci katta 0.0068-0.0076 arasında olacaktır. ZC zemin sınıfı için $m_{u/h}$ de erlerinin %90'ı, birinci katta 0.0158-0.0178 ve ikinci katta 0.0160-0.0179 arasında olacaktır. ZD zemin sınıfı için ise $m_{u/h}$ de erlerinin %90'ı, birinci katta 0.0196-0.0217 ve ikinci katta 0.0202-0.0220 arasında olacaktır. Güven düzeyi %95'e çıktı nda, güven aralı ı biraz daha

açılmaktadır. ZB sınıfı zemin için uyumlu ivme setlerinden elde edilecek $m_{u/h}$ de erlerinin %95'inin, birinci katta 0.0061-0.0070 ve ikinci katta 0.0067-0.0077 arasında olaca 1, ZC sınıfı zemin için uyumlu ivme setlerinden elde edilecek $m_{u/h}$ de erlerinin %95'inin, birinci katta 0.0156-0.0180 ve ikinci katta 0.0158-0.0181 arasında olaca 1, ZD sınıfı zemin için uyumlu ivme setlerinden elde edilecek $m_{u/h}$ de erlerinin %95'inin ise birinci katta 0.0194-0.0219 ve ikinci katta 0.0200-0.0222 arasında olaca 1 görülmü tür.

Bu çalı mada elde edilen sonuçlar, ivme kaydı seçiminde kullanılan katalog, analiz için kullanılan bina modeli ve hedef spektrum dikkate alınarak bu çalı mada kullanılmak üzere elde edilen ivme setleri için geçerlidir. Çalı mada elde edilen sonuçların daha geni bir ölçüde de erlendirilmesi amacı ile a a ıda yer alan çalı maların da yapılmasının uygun olaca 1 dü ünülmektedir.

- Bu çalı mada, DD-2 deprem düzeyi dikkate alınarak belirli bir koordinat için zemin sınıflarına ait yatay elastik tasarım spektrumu, ivme kaydı setlerinin elde edilmesi için hedef spektrum olarak tanımlanmı tır. Türkiye Deprem Tehlike Haritası'nda farklı deprem düzeyi ve farklı koordinatlar için elde edilecek farklı hedef spektrumlar dikkate alınarak benzer çalı malar yapılabilir.
- Çalı mada sadece bir betonarme bina modeli kullanılmı tır. Bu sebeple, bu çalı mada elde edilen sonuçların genellenmesi mümkün de ildir. Farklı betonarme bina modelleri dikkate alınarak yapılacak çalı malar ile bu konuda daha fazla bilgi edinilmesi mümkündür.
- Güvenilirlik esaslı tasarım veya de erlendirme amacıyla, yapısal tepkilere ait olasılık da ılımlarının tahminine yönelik çalı malar için farklı ta ıyıcı sistemler dikkate alınarak benzer çalı maların yapılmasının da mevcut bilgi birikimine katkı sa layaca 1 dü ünülmektedir.

8. KAYNAKLAR

Akkar, S., Sandikkaya, M.A., Senyurt, M., Sisi, A.A., Ay, B.Ö., Traversa, P., Douglas, J., Cotton, F., Luzi, L., Hernandez, B., and Godey, S., “Reference Database for Seismic Ground- Motion in Europe (RESORCE)”, *Bulletin of Earthquake Engineering*, 12, 311-339, (2014).

Ambraseys, N.N., Douglas, J., Rinaldis, D., Berge, T.C., Suhadolc, P., Costa, G., Sigbjornsson, R. ve Smit, P., “Dissemination of European Strong-Motion Data”, *Cd-Rom Collection. UK: Engineering and Physical Sciences Research Council*, (2004).

Amasralı, S., Çok Katlı Betonarme Yapıların Üç Boyutlu Analiz ve Tasarımı, STA4-CAD, Ver.13, 1, stanbul, (2000).

Ancheta, T.D., Darragh, R.B., Stewart, J.P., Seyhan, E., Silva, W.J., Chiou, B.S.-J., Wooddell, K.E., Graves, R.W., Kottke, A.R., Boore, D.M., Kishida T., and Donahue, J.L., “NGA-West2 Database”, *Earthquake Spectra*, 30, 989-1005, (2014).

ASCE. *Seismic Evaluation of Existing Buildings*: American Society of Civil Engineers (ASCE Standard), 31-03, America, (2003).

ASCE 7-10. *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia, (2010).

ASCE 7-16. *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia, (2017).

ATC-40. *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*, California, (1996).

Ayvaz, M.T., Kayhan, A.H., Ceylan, H. ve Gurarslan, G., “Hybridizing the Harmony Search Algorithm with A Spreadsheet ‘Solver’ for Solving Continuous Engineering Optimization Problems”, *Engineering Optimization*, 41(12), 1119-1144, (2009).

Azak, T.E., “A Predictive Model for Maximum Interstory Drift Ratio (MIDR) and Its Implementation in Probability-Based Design and Performance Assessment Procedures”, Doktora Tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2013).

Bakıoğlu M., *Cisimlerin Mukavemeti*, Beta Basım, İstanbul, (2001).

Beyer, K. ve Bommer, J.J., “Selection and Scaling of Real Accelerograms for Bi-Axial Loading” *Journal of Earthquake Engineering*, 11, 13-45, (2007).

Boaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi, Deprem Nerelede Oluşur [online], (15/04/2017), <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-bilgileri/genel-bilgiler/>, (2000).

Bommer, J.J. ve Ruggeri, C., “The specification of acceleration time-histories in seismic design codes”, *European Earthquake Engineering*, 16(1), 3–17, (2002).

Bommer, J.J. ve Acevedo, A.B., “The Use of Real Earthquake Accelerograms as Input to Dynamic Analysis”, *Journal of Earthquake Engineering*, Special Issue, 8(1), 43–91, (2004).

Can, H. ve Özmen, B., *Türkiye'nin Deprem Gerçeği Paneli*, Gazi Üniversitesi Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, Ankara, (2010).

Canbay, E., Ersoy, U., Özcebe, G., Sucuoğlu, H. ve Wasti, S.T. (eds), *Binalar için Deprem Mühendisliği Temel İlkeleri*, Odtü Geliştirme Vakfı, (2008).

Celep, Z. ve Kumbasar, N., *Deprem Mühendisliğine Giriş*, Beta Dağıtım, İstanbul, (2004).

Celep, Z., *Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme*, Beta Dağıtım, İstanbul, (2008).

Chopra, A.K., *Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering*, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, (1995).

Chopra, A.K. ve Goel, R.K., “A Model Pushover Analysis Procedure for Estimating Seismic Demand for Buildings”, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics* 31(3), 561-582, (2002).

DBYBHY. *Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik*, T.C. Bayındırlık ve Şkân Bakanlığı, Afet leri Genel Müdürlü ü, Deprem Ara tırma Dairesi, Ankara, (2007).

Demir, A., “Deprem Yönetmeli i ile Uyumlu Setler Kullanılarak Dinamik Ötelenme Taleplerinin istatistiksel Olarak De erlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi, n aat Mühendisli i Anabilimdalı, Fen Bilimler Enstitüsü*, Denizli, (2015).

Dilek, M., ç i, Ö. ve Gökta , A., *Uygulamalı istatistik*, Mu la: Mu la Üniversitesi Yayınları, (2010).

EUROCODE-8. *Design of Structures for Earthquake Resistance, Part 1: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings*, EN1998-1-2004, European Committee for Standardization, Brussels, (2004).

Fahjan, Y.M., “Türkiye Deprem Yönetmeli i Tasarım vme Spektrumuna Uygun Gerçek Deprem Kayıtlarının Seçilmesi ve Ölçeklenmesi”, *MO Teknik Dergi*, 4423-4444, (2008).

Fahjan, Y.M., Vatansever S. ve Özdemir Z., “Ölçeklenmi Deprem Kayıtları ile Yapıların Do rusal ve Do rusal Olmayan Dinamik Analizleri”, *ODTÜ Türkiye Deprem Mühendisli i ve Sismoloji Konferansı*, Ankara, (2011).

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

Garcia, R.J. ve Miranda, E., “Probabilistic Estimation of Maximum nelastic Displacement Demands for Performance-Based Design”, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 9, 1235-1254, (2007).

GB. *Code for Seismic Design of Buildings*, 50011- 2001, Architecture and Building Press, Beijing, China, (2001).

Ghobarah, A., “Performance-Based Design in Earthquake Engineering State of Development Engineering Structures”, *Department of Civil Engineering*, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada, (2001).

Gupta, A. ve Krawinkler, H., “Estimation of Seismic Drift Demands for Frame Structures”, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 29, 1287-1305, (2000).

Gürsakal, N., *Çıkarımsal istatistik- istatistik 2*, Bursa: Dora Yayınevi, (2013).

Iervolino, I., Maddaloni, G. ve Cosenza, E., “Eurocode-8 Compliant Real Record Sets for Seismic Analysis of Structures”, *Journal of Earthquake Engineering*, 12, 54-90, (2008).

Iervolino, I., Galasso, C. ve Cosenza, E., “REXEL: Computer Aided Record Selection for Code-Based Seismic Structural Analysis”, *Bulletin of Earthquake Engineering*, 8, 339-362, (2010).

nel, M., Meral, E. ve Özmen, H.B., “Betonarme Binalarda E de er Tek Serbestlik Dereceli Sistem ve 3-B Do rusal Elastik Olmayan Dinamik Analiz Deplasman Taleplerinin Kar ıla tırılması”, 2. *Türkiye Deprem Mühendisli i ve Sismoloji Konferansı*, Hatay, (2013).

Jayaram N., Lin T. ve Baker J.W., “A Computationally Efficient Ground-Motion Selection Algorithm for Matching a Target Response Spectrum Mean and Variance”, *Earthquake Spectra*, 27(3), 797–815, (2011).

Kartal, M., *Hipotez Testleri*, Erzurum: afak Yayınevi, (1998).

Katsanos, E.I. ve Sextos, A.G., “ISSARS: An ntegrated Software Environment for Structure-Specific Earthquake Ground Motion Selection”, *Advances in Engineering Software*, 58, 70-85, (2013).

Katsanos, E.I., Sextos, A.G. ve Manolis, G.D., “Selection of Earthquake Ground Motion Records: A State-of-the-art-review from a Structural Engineering Perspective”, *Soil Dynamics And Earthquake Engineering*, 30, 157-169, (2010).

Kayhan, A.H., Korkmaz, K.A. ve Irfanoglu, A., “Selecting and Scaling Real Ground Motion Records Using Harmony Search Algorithm”, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 31, 941-953, (2011).

Kayhan, A.H., “Armoni Ara tırması ile vme Kaydı Seçimi ve Ölçeklendirme”, *MO Teknik Dergi*, 23(1), 5751-5775, (2012).

Kayhan, A.H., “Scaled and Unscaled Ground Motion Sets for Uni-Directional and Bi-Directional Dynamic Analysis”, *Earthquake and Structures*, 10(3), 563-588, (2016).

Kayhan, A.H. ve Demir A., “Tek Serbestlik Sistemlerde Maksimum Ötelenme Talebi Üzerinde Çevrimsel Davranı Modellerinin Etkisi”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 22(6), 442-453, (2016a).

Kayhan, A.H. ve Demir, A., “Statistical Evaluation of Drift Demands of RC Frames Using Code-Compatible Real Ground Motion Record Sets”, *Structural Engineering and Mechanics*, 953-977, (2016b).

Kayhan, A.H., Demir, A. ve Palancı, M., “Statistical Evaluation of Maximum Displacement Demands of SDOF Systems by Code-Compatible Nonlinear Time History Analysis”, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 115, 513-530, (2018).

Kent, D.C. ve Park, R., “Flexural Members with Confined Concrete”, *ASCE Journal Of The Structural Division*, (1969).

Korkmaz, A., “Kapasite Spektrumu Yöntemi ile Betonarme Çerçeve Yapıların Performans Noktalarının Belirlenmesi”, *Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 20(2), 19-34, (2005).

Li, Y.R., “Nonlinear Time History and Push-Over Analyses for Seismic Design and Evaluation”, Ph.D Thesis, *University of Texas*, Austin, (1996).

Lin, Y. ve Miranda, E., “Estimation of Maximum Roof Displacement Demands in Regular Multistory Buildings”, *Journal of Engineering Mechanics ASCE*, 136, 1-11, (2009).

Macedo, L. ve Castro, J.M., “SeIEQ: An Advanced Ground Motion Record Selection and Scaling Framework”, *Advances in Engineering Software*, (2017).

Mander, J.B., Priestley, M.J.N. ve Park, R., “Theoretical Stress-Strain Model For Confined Concrete”, *ASCE Journal Of The Structural Engineering*, (1988).

Medina, A.R. ve Krawinkler, H., “Evaluation of Drift Demands for the Seismic Performance Assessment of Frames”, *Journal of Structural Engineering*, 7, 1003-1013, (2005).

Meral, E., “Düük ve Orta Yükseklikteki Betonarme Yapıların Sismik Deplasman Taleplerinin De erlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü n aat Mühendisli i Anabilim Dalı*, Denizli, (2010).

Miranda, E., “Approximate Seismic Lateral Deformation Demand in Multistory Buildings”, *Journal of Structural Engineering*, 125, 417-425, (1999).

Mollaioli, F. ve Bruno, S., “Influence of Site Effects on nelastic Displacement Ratios for SDOF and MDOF Systems”, *Computers and Mathematics with Applications*, 55, 184–207, (2008).

Naeim, F., Alimoradi, A. ve Pezeshk, S., *Selection and Scaling of Ground Motion Time Histories for Structural Design Using Genetic Algorithms*, *Earthquake Spectra*, 20(2), 413-426, (2004).

Orhunbilge, N., *Örnekleme Yöntemleri ve Hipotez Testleri*, .Ü., İTME Fakültesi, İTME İktisadi Yayın No:405, İstanbul, (1997).

Önür, Ö., “Düşük ve Orta Yükseklikteki Betonarme Yapıların Deplasman Taleplerinin Doğrusal Elastik Zaman Tanım Alanında Analizle Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, Denizli, (2011).

Özmen, B., Nurlu, M. ve Gürler, H., “Çoğrafi Bilgi Sistemi ile Deprem Bölgelerinin İncelenmesi”, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İleri Genel Müdürlüğü, (1997).

Özmen, H.B., Nurlu, M. ve Bilgin, H., “Betonarme Elemanların Doğrusal Ötesi Davranışlarının Modellenmesi”, *6. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, İstanbul, (2007).

Özmen, H.B., “Düşük ve Orta Yükseklikteki Betonarme Yapıların Deprem Performanslarını Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi”, Doktora Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Yapı Anabilim Dalı*, Denizli, (2011).

Palancı, M., Kayhan, A.H. ve Demir, A., “A Statistical Assessment on Global Drift Ratio Demands of Mid-Rise RC Buildings using Code-Compatible Real Ground Motion Records”, *Bulletin of Earthquake Engineering*, 16, 5453-5488, (2018)

Priestley, M.J.N., Calvi, G.M. ve Kowalsky, M.J., “Displacement-Based Seismic Design of Structures”, *IUSS Press*, Pavia, Italy, (2007).

Reyes, J.C., Gonzales, C. ve Kalkan, E., “Improved ASCE/SEI 7-10 Ground-Motion Scaling Procedure for Nonlinear Analysis of Buildings”, *Journal of Earthquake Engineering*, DOI: 10.1080/13632469.2018.1526140, (2018).

Riddell, R., Garcia, J.E. ve Garces, E., “Inelastic Deformation Response of SDOF Systems Subjected to Earthquakes”, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 31, 515-538, (2002).

Samanta, A. ve Huang, Y.H., “Ground-Motion Scaling for Seismic Performance Assessment of High-Rise Moment-Resisting Frame Building”, *Soil Dynamic and Earthquake Engineering*, 94, 125-135, (2017).

SAP2000 V.14.2.2 CSI., Integrated finite elements analysis and design of structures basic analysis reference manual, Berkeley, USA, (2010).

SEAOC Vision 2000 Committee. *Performance-Based Seismic Engineering*, Report Prepared by Structural Engineers Association of California, Sacramento, California, (1995).

SEAONC. *Subcommittee of The Structural Engineers Association of Northern California*, Seismic Analysis of the Charaima Building Caraballeda, Venezuela Report No: EERC 70-4, (1970).

Shakeri, K., Khansoltani, E. ve Pessiki, S., “Ground Motion Scaling for Seismic Response Analysis by Considering Inelastic Response and Contribution of the Higher Modes”, *Soil Dynamic and Earthquake Engineering*, 110, 70-85, (2018).

Sheikh, S.A. ve Uzumeri, S.M., “Analytical Model for Concrete Confinement in Tied Columns”, *ASCE Journal Of The Structural Division*, (1982).

TBDY. *Türkiye Binalar Deprem Yönetmeli i*, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, (2018).

Türkiye Deprem Tehlike Haritası, T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Deprem Dairesi Başkanlığı, <https://tdth.afad.gov.tr>, (2018).

Tekin, G., “Probabilistic Earthquake Response Analysis of Single Degree of Freedom Structures”, Yüksek Lisans Tezi, *Boaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, İstanbul, (2010).

TS-500. Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 67s, (2000).

Zengin, E. ve Akkar, S., “Dörsal Olmayan Dinamik Analizler için Önerilen Kayıt Seçim ve Ölçeklendirme Yöntemi”, *Sekizinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, İstanbul, (2015).

EKLER

9. EKLER

EK A. Analiz Modeli için Kiri Boyuna Donatıları

Tablo A.1: Analiz modeli 1.kat kiri boyuna donatıları

1.Kat Kiri	SOL UÇ					SA UÇ				
	Üst			Alt		Üst			Alt	
	Montaj	Pilye	lave	Düz	lave	Montaj	Pilye	lave	Düz	lave
K101	3 12	2 12	2 22	2 12	2 22	3 12	4 12	-	2 12	1 20
K102	3 12	4 12	-	2 12	1 20	3 12	4 12	1 20	2 12	2 18
K103	3 12	4 12	1 20	2 12	1 18	3 12	4 12	-	2 12	1 20
K104	3 12	4 12	-	2 12	1 20	3 12	2 12	2 22	2 12	2 22
K105	3 12	2 12	2 16	2 12	3 16	3 12	4 12	2 18	2 12	2 20
K106	3 12	4 12	2 18	2 12	2 20	3 12	4 12	-	2 12	1 16
K107	3 12	4 12	-	2 12	1 16	3 12	4 12	3 14	2 12	2 20
K108	3 12	4 12	3 14	2 12	2 20	3 12	2 12	2 16	2 12	3 16
K109	3 14	2 12	3 16	2 12	2 22	3 14	4 12	-	2 12	1 16
K110	3 14	4 12	-	2 12	1 16	3 14	4 12	1 12	2 12	4 12
K111	3 14	4 12	1 12	2 12	4 12	3 14	4 12	-	2 12	1 16
K112	3 14	4 12	-	2 12	1 16	3 14	2 12	3 16	2 12	2 22
K113	3 12	2 12	2 16	2 12	3 16	3 12	4 12	2 18	2 12	2 20
K114	3 12	4 12	2 18	2 12	2 20	3 12	4 12	-	2 12	1 16
K115	3 12	4 12	-	2 12	1 16	3 12	4 12	3 14	2 12	2 20
K116	3 12	4 12	3 14	2 12	2 20	3 12	2 12	2 16	2 12	3 16
K117	3 12	2 12	2 22	2 12	2 22	3 12	4 12	-	2 12	1 20
K118	3 12	4 12	-	2 12	1 20	3 12	4 12	1 20	2 12	2 18
K119	3 12	4 12	1 20	2 12	2 18	3 12	4 12	-	2 12	1 20
K120	3 12	4 12	-	2 12	1 20	3 12	2 12	2 22	2 12	2 22
K121	3 12	2 12	2 16	2 12	3 16	3 12	4 12	1 22	2 12	3 16
K122	3 12	4 12	1 22	2 12	3 16	3 12	4 12	-	2 12	1 16
K123	3 12	4 12	-	2 12	1 16	3 12	4 12	1 22	2 12	2 20
K124	3 12	4 12	1 22	2 12	2 20	3 12	2 12	2 16	2 12	3 16
K125	3 14	2 12	2 22	2 12	2 22	3 14	4 12	-	2 12	2 12
K126	3 14	4 12	-	2 12	2 12	3 14	4 12	1 16	2 12	2 18
K127	3 14	4 12	1 16	2 12	2 18	3 14	4 12	-	2 12	2 12
K128	3 14	4 12	-	2 12	2 12	3 14	2 12	2 22	2 12	2 22
K129	3 12	2 12	3 12	2 12	4 12	3 12	4 12	1 22	2 12	4 12
K130	3 12	4 12	1 22	2 12	4 12	3 12	4 12	-	2 12	1 14
K131	3 12	4 12	-	2 12	1 14	3 12	4 12	1 22	2 12	4 12
K132	3 12	4 12	1 22	2 12	4 12	3 12	2 12	3 12	2 12	4 12
K133	3 14	2 12	2 22	2 12	2 22	3 14	4 12	-	2 12	2 12
K134	3 14	4 12	-	2 12	2 12	3 14	4 12	1 16	2 12	2 18
K135	3 14	4 12	1 16	2 12	2 18	3 14	4 12	-	2 12	2 12
K136	3 14	4 12	-	2 12	2 12	3 14	2 12	2 22	2 12	2 22
K137	3 12	2 12	2 16	2 12	3 16	3 12	4 12	1 22	2 12	3 16
K138	3 12	4 12	1 22	2 12	3 16	3 12	4 12	-	2 12	1 16
K139	3 12	4 12	-	2 12	1 16	3 12	4 12	1 22	2 12	2 20
K140	3 12	4 12	1 22	2 12	2 20	3 12	2 12	2 16	2 12	3 16

Tablo A.2: Analiz modeli 2.kat kiri boyuna donatıları

2.Kat	SOL UÇ					SA UÇ				
	Üst			Alt		Üst			Alt	
	Montaj	Pilye	lave	Düz	lave	Montaj	Pilye	lave	Düz	lave
K201	3 12	2 12	2 18	2 12	2 20	3 12	4 12	-	2 12	1 18
K202	3 12	4 12	-	2 12	1 18	3 12	4 12	1 14	2 12	1 22
K203	3 12	4 12	1 14	2 12	1 22	3 12	4 12	-	2 12	1 18
K204	3 12	4 12	-	2 12	1 18	3 12	2 12	2 18	2 12	1 20
K205	3 12	2 12	3 12	2 12	2 16	3 12	4 12	2 12	2 12	2 16
K206	3 12	4 12	2 12	2 12	2 16	3 12	4 12	-	2 12	1 16
K207	3 12	4 12	-	2 12	1 16	3 12	4 12	1 18	2 12	2 16
K208	3 12	4 12	1 18	2 12	2 16	3 12	2 12	3 12	2 12	2 16
K209	3 12	2 12	2 18	2 12	3 14	3 12	4 12	-	2 12	1 14
K210	3 12	4 12	-	2 12	1 14	3 12	4 12	1 14	2 12	1 22
K211	3 12	4 12	1 14	2 12	1 22	3 12	4 12	-	2 12	1 14
K212	3 12	4 12	-	2 12	1 14	3 12	2 12	2 18	2 12	3 14
K213	3 12	2 12	3 12	2 12	2 16	3 12	4 12	1 18	2 12	2 16
K214	3 12	4 12	1 18	2 12	2 16	3 12	4 12	-	2 12	1 16
K215	3 12	4 12	-	2 12	1 16	3 12	4 12	1 18	2 12	2 16
K216	3 12	4 12	1 18	2 12	2 16	3 12	2 12	3 12	2 12	2 16
K217	3 12	2 12	1 18	2 12	2 20	3 12	4 12	-	2 12	1 18
K218	3 12	4 12	-	2 12	1 18	3 12	4 12	1 14	2 12	1 22
K219	3 12	4 12	1 14	2 12	1 22	3 12	4 12	-	2 12	1 18
K220	3 12	4 12	-	2 12	1 18	3 12	2 12	2 18	2 12	2 20
K221	3 12	2 12	2 14	2 12	2 16	3 12	4 12	1 14	2 12	4 12
K222	3 12	4 12	1 14	2 12	4 12	3 12	4 12	-	2 12	1 16
K223	3 12	4 12	-	2 12	1 16	3 12	4 12	1 14	2 12	4 12
K224	3 12	4 12	1 14	2 12	4 12	3 12	2 12	2 14	2 12	2 16
K225	3 12	2 12	3 16	2 12	2 18	3 12	4 12	-	2 12	1 16
K226	3 12	4 12	-	2 12	1 16	3 12	4 12	1 16	2 12	1 22
K227	3 12	4 12	1 16	2 12	1 22	3 12	4 12	-	2 12	1 16
K228	3 12	4 12	-	2 12	1 16	3 12	2 12	3 16	2 12	2 18
K229	3 12	2 12	2 14	2 12	3 12	3 12	4 12	1 16	2 12	3 12
K230	3 12	4 12	1 16	2 12	3 12	3 12	4 12	-	2 12	1 14
K231	3 12	4 12	-	2 12	1 14	3 12	4 12	1 16	2 12	3 12
K232	3 12	4 12	1 16	2 12	3 12	3 12	2 12	2 14	2 12	3 12
K233	3 12	2 12	3 16	2 12	2 18	3 12	4 12	-	2 12	1 16
K234	3 12	4 12	-	2 12	1 16	3 12	4 12	1 16	2 12	1 22
K235	3 12	4 12	1 16	2 12	1 22	3 12	4 12	-	2 12	1 16
K236	3 12	4 12	-	2 12	1 16	3 12	2 12	3 16	2 12	2 18
K237	3 12	2 12	2 14	2 12	2 16	3 12	4 12	1 14	2 12	4 12
K238	3 12	4 12	1 14	2 12	4 12	3 12	4 12	-	2 12	1 16
K239	3 12	4 12	-	2 12	1 16	3 12	4 12	1 14	2 12	4 12
K240	3 12	4 12	1 14	2 12	4 12	3 12	2 12	2 14	2 12	2 16

Tablo A.3: Analiz modeli 3.kat kiri boyuna donatıları

3.Kat	SOL UÇ					SA UÇ				
	Üst			Alt		Üst			Alt	
	Montaj	Pilye	lave	Düz	lave	Montaj	Pilye	lave	Düz	lave
K301	2 12	2 12	3 12	2 12	1 20	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K302	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	1 12	2 12	2 12
K303	2 12	4 12	1 12	2 12	2 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K304	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	2 12	3 12	2 12	1 20
K305	3 12	2 12	1 14	2 12	1 16	3 12	4 12	1 12	2 12	2 12
K306	3 12	4 12	1 12	2 12	2 12	3 12	4 12	-	2 12	1 12
K307	3 12	4 12	-	2 12	1 12	3 12	4 12	1 12	2 12	2 12
K308	3 12	4 12	1 12	2 12	2 12	3 12	2 12	1 14	2 12	1 16
K309	3 12	2 12	1 20	2 12	2 12	3 12	4 12	-	2 12	1 12
K310	3 12	4 12	-	2 12	1 12	3 12	4 12	-	2 12	2 12
K311	3 12	4 12	-	2 12	2 12	3 12	4 12	-	2 12	1 12
K312	3 12	4 12	-	2 12	1 12	3 12	2 12	1 20	2 12	2 12
K313	3 12	2 12	1 14	2 12	1 16	3 12	4 12	1 12	2 12	2 12
K314	3 12	4 12	1 12	2 12	2 12	3 12	4 12	-	2 12	1 12
K315	3 12	4 12	-	2 12	1 12	3 12	4 12	1 12	2 12	2 12
K316	3 12	4 12	1 12	2 12	2 12	3 12	2 12	1 14	2 12	1 16
K317	2 12	2 12	3 12	2 12	1 20	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K318	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	1 12	2 12	2 12
K319	2 12	4 12	1 12	2 12	2 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K320	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	2 12	3 12	2 12	1 20
K321	2 12	2 12	2 12	2 12	1 16	2 12	4 12	1 12	2 12	1 18
K322	2 12	4 12	1 12	2 12	1 18	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K323	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	1 12	2 12	1 18
K324	2 12	4 12	1 12	2 12	1 18	2 12	2 12	2 12	2 12	1 16
K325	3 12	2 12	1 22	2 12	1 18	3 12	4 12	-	2 12	1 12
K326	3 12	4 12	-	2 12	1 12	3 12	4 12	1 12	2 12	2 12
K327	3 12	4 12	1 12	2 12	2 12	3 12	4 12	-	2 12	1 12
K328	3 12	4 12	-	2 12	1 12	3 12	2 12	1 22	2 12	1 18
K329	2 12	2 12	2 12	2 12	1 16	2 12	4 12	1 12	2 12	1 16
K330	2 12	4 12	1 12	2 12	1 16	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K331	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	1 12	2 12	1 16
K332	2 12	4 12	1 12	2 12	1 16	2 12	2 12	2 12	2 12	1 16
K333	3 12	2 12	1 22	2 12	1 18	3 12	4 12	-	2 12	1 12
K334	3 12	4 12	-	2 12	1 12	3 12	4 12	1 12	2 12	2 12
K335	3 12	4 12	1 12	2 12	2 12	3 12	4 12	-	2 12	1 12
K336	3 12	4 12	-	2 12	1 12	3 12	2 12	1 22	2 12	1 18
K337	2 12	2 12	2 12	2 12	1 16	2 12	4 12	1 12	2 12	1 18
K338	2 12	4 12	1 12	2 12	1 18	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K339	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	1 12	2 12	1 18
K340	2 12	4 12	1 12	2 12	1 18	2 12	2 12	2 12	2 12	1 16

Tablo A.4: Analiz modeli 4.kat kiri boyuna donatıları

4.Kat	SOL UÇ					SA UÇ				
	Üst			Alt		Üst			Alt	
	Montaj	Pilye	lave	Düz	lave	Montaj	Pilye	lave	Düz	lave
K401	2 12	2 12	1 12	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K402	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K403	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K404	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	2 12	1 12	2 12	1 12
K405	2 12	2 12	1 12	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K406	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K407	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K408	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	2 12	1 12	2 12	1 12
K409	2 12	2 12	1 16	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K410	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K411	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K412	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	2 12	1 16	2 12	1 12
K413	2 12	2 12	1 12	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K414	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K415	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K416	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	2 12	1 12	2 12	1 12
K417	2 12	2 12	1 12	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K418	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K419	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K420	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	2 12	1 12	2 12	1 12
K421	2 12	2 12	1 12	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K422	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K423	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K424	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	2 12	1 12	2 12	1 12
K425	2 12	2 12	1 16	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K426	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K427	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K428	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	2 12	1 16	2 12	1 12
K429	2 12	2 12	1 12	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K430	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K431	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K432	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	2 12	1 12	2 12	1 12
K433	2 12	2 12	1 16	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K434	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K435	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K436	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	2 12	1 16	2 12	1 12
K437	2 12	2 12	1 12	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K438	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K439	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	4 12	-	2 12	1 12
K440	2 12	4 12	-	2 12	1 12	2 12	2 12	1 12	2 12	1 12

Tablo A.5: Analiz modeli 5.kat kiri boyuna donatıları

5.Kat	SOL UÇ					SA UÇ				
	Üst			Alt		Üst			Alt	
	Montaj	Pilye	lave	Düz	lave	Montaj	Pilye	lave	Düz	lave
K501	2 12	2 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K502	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K503	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K504	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	2 12	-	2 12	-
K505	2 12	2 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K506	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K507	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K508	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	2 12	-	2 12	-
K509	2 12	2 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K510	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K511	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K512	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	2 12	-	2 12	-
K513	2 12	2 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K514	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K515	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K516	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	2 12	-	2 12	-
K517	2 12	2 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K518	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K519	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K520	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	2 12	-	2 12	-
K521	2 12	2 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K522	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K523	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K524	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	2 12	-	2 12	-
K525	2 12	2 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K526	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K527	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K528	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	2 12	-	2 12	-
K529	2 12	2 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K530	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K531	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K532	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	2 12	-	2 12	-
K533	2 12	2 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K534	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K535	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K536	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	2 12	-	2 12	-
K537	2 12	2 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K538	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K539	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	4 12	-	2 12	-
K540	2 12	4 12	-	2 12	-	2 12	2 12	-	2 12	-

EK B. İvme Kaydı Setlerine ve Kayıtlara Ait Bilgiler

Tablo B.1: ZB sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri

SET 1		SET 2		SET 3		SET 4		SET 5		SET 6	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
140	0.687	1091	1.2184	350	0.828	621	1.328	5614	1.841	5078	1.666
621	0.856	6265	1.0687	6348	0.749	292	1.141	818	1.649	5614	1.338
5038	1.413	362	1.8866	1795	0.710	6265	0.885	354	1.681	642	1.548
6269	1.671	1893	1.5760	140	1.796	6337	1.090	364	0.944	350	1.077
193	1.788	5090	0.6490	604	1.252	960	0.814	960	1.394	6272	1.019
383	0.613	5789	0.8005	2023	0.969	551	1.674	467	0.845	9071	1.601
1901	1.881	292	1.3971	5086	1.808	5038	1.028	292	1.127	1899	1.725
3925	0.711	1902	1.1667	364	1.806	140	0.872	608	1.039	608	0.807
6124	0.710	647	1.9454	1994	1.451	818	1.654	1091	0.599	870	0.825
5789	0.931	5615	1.6276	128	1.353	5272	0.787	773	0.990	5035	1.231
6262	1.168	1852	1.1770	616	1.981	1011	1.329	5085	0.581	5827	1.822
SET 7		SET 8		SET 9		SET 10		SET 11		SET 12	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
5038	1.212	367	1.610	1884	1.427	1891	1.776	357	0.770	616	1.049
6348	1.387	5789	1.079	193	1.293	6272	0.815	960	1.110	879	1.268
615	0.662	5078	1.193	554	1.794	359	0.902	467	1.816	246	1.132
487	1.032	128	1.960	6331	1.706	467	1.296	140	1.369	351	0.964
765	0.867	621	0.858	128	1.021	366	1.027	351	1.173	359	1.203
1917	0.809	359	1.204	4557	0.881	385	1.799	554	1.310	1011	0.507
598	1.838	1899	0.833	616	1.526	879	0.898	243	1.199	5087	0.698
6100	0.631	2753	0.943	385	1.008	350	0.541	607	0.687	773	1.935
5078	1.979	5271	1.606	140	0.688	5090	1.085	5086	1.528	1960	1.091
961	0.977	6331	1.692	5086	0.617	554	1.978	359	1.335	140	1.409
6337	1.399	357	0.782	1011	1.643	791	1.217	6272	0.634	7160	1.752
SET 13		SET 14		SET 15		SET 16		SET 17		SET 18	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
359	1.030	59	1.478	5615	1.191	4560	1.005	6262	1.156	6122	0.945
360	1.474	350	1.959	1011	1.473	364	1.864	7160	1.383	1894	1.418
5035	1.168	6122	1.200	5272	0.965	6267	0.531	1893	1.086	350	1.524
351	1.533	1240	1.886	6269	0.942	350	1.101	554	1.631	789	0.994
879	1.327	1902	1.307	851	1.757	146	1.305	487	1.170	1240	1.823
621	1.042	3954	0.945	246	0.816	292	1.404	990	0.942	193	1.943
128	1.220	364	1.039	879	1.733	80	1.435	369	1.103	59	1.112
851	0.939	369	1.054	5036	0.946	652	1.795	1884	1.983	6348	1.652
6100	1.204	357	1.556	358	1.968	1884	0.937	17036	0.549	351	1.247
3925	1.271	626	1.291	5086	1.419	3925	0.635	7083	1.860	5038	0.856
246	1.268	5078	1.119	6123	1.515	385	1.278	4679	0.859	5078	0.684

Tablo B.1: ZB sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri

(devamı)

SET 19		SET 20		SET 21		SET 22		SET 23		SET 24	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
1900	1.271	647	0.546	5038	1.326	355	1.749	369	0.768	646	1.148
1795	1.951	140	1.484	1240	1.369	382	1.881	3954	1.037	773	1.998
6331	1.508	7160	1.485	351	1.543	4560	0.590	5824	1.145	1240	0.508
364	1.620	862	1.369	1011	1.054	629	1.167	5272	0.843	140	1.171
5614	1.795	1891	1.580	826	1.260	6267	1.070	80	1.672	292	1.110
385	1.610	5272	1.381	6267	0.822	1011	1.765	5618	1.394	383	0.701
17036	1.093	879	1.091	6265	1.191	350	0.736	1891	1.974	6270	1.300
775	1.114	17036	1.456	5824	1.668	764	0.857	879	1.679	5090	1.285
347	1.049	6269	1.098	5618	1.837	7160	0.889	146	1.461	5078	1.595
879	0.548	6265	0.838	1894	0.984	128	1.457	380	1.076	6265	0.903
455	0.870	5655	0.896	128	0.759	5615	1.655	5615	1.573	5680	1.371
SET 25		SET 26		SET 27		SET 28		SET 29		SET 30	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
3954	1.955	363	0.870	355	1.452	551	1.906	6336	0.699	355	0.584
6269	1.377	6327	0.593	7160	1.395	5655	0.863	646	1.084	2753	1.417
879	1.699	5789	0.820	5027	1.311	6267	1.706	5828	0.793	5086	1.467
80	1.575	5827	1.842	2753	0.773	6124	1.811	243	1.528	6270	1.162
128	0.741	5614	1.904	879	1.782	95	1.563	6272	1.783	646	1.197
621	1.846	6335	0.672	5680	0.673	1902	0.946	359	1.345	1240	1.096
1240	1.818	364	1.652	358	1.588	140	1.746	193	1.231	140	1.957
3446	0.513	5087	1.241	5038	0.793	847	1.492	5270	0.987	1899	1.122
292	0.594	879	0.760	80	1.302	6344	1.218	5038	1.060	369	0.974
5087	1.092	1900	1.268	385	1.701	195	0.895	128	0.666	7158	0.514
851	0.701	1894	1.236	5078	0.880	193	1.294	380	0.634	6278	0.783

Tablo B.2: ZC sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri

SET 1		SET 2		SET 3		SET 4		SET 5		SET 6	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
4874	0.908	825	1.840	825	0.678	1787	1.963	5815	1.107	3474	1.853
901	1.947	5818	1.917	5482	1.225	4848	1.815	4218	1.612	524	1.918
139	1.989	4228	1.926	1086	0.948	514	1.385	4228	1.498	451	0.852
5664	1.982	6971	1.277	2717	1.461	1510	1.196	1532	1.563	5478	1.792
811	1.182	5664	1.332	811	1.192	1549	1.577	5286	1.247	825	1.178
864	1.525	247	1.764	5819	1.300	295	1.966	4040	0.615	1055	1.240
3907	1.370	2626	0.550	6875	1.805	4071	1.887	4064	1.415	356	0.910
4857	1.143	3760	1.995	5656	1.910	5815	1.990	1208	1.840	3948	1.298
265	1.842	864	1.608	787	0.503	451	1.875	983	1.485	587	1.817
4858	1.733	4169	1.587	1505	1.549	4858	1.441	590	0.595	1505	1.991
4510	1.742	1787	0.718	4149	1.353	1520	1.972	825	1.638	1502	1.091
SET 7		SET 8		SET 9		SET 10		SET 11		SET 12	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
414	1.923	1633	1.154	4040	0.956	1086	1.924	5813	1.674	3474	1.634
4873	1.338	4369	1.435	5656	1.555	5815	1.924	288	1.216	1510	1.087
3746	1.638	4040	1.022	983	1.290	1617	1.059	451	1.719	285	1.597
1085	1.669	4876	1.009	2821	1.874	222	1.122	2658	1.105	1643	1.982
139	0.613	4218	1.502	5265	1.644	1205	0.976	5804	1.936	4213	1.309
5656	1.859	103	1.558	4229	1.547	5804	1.032	810	1.665	471	1.385
2888	1.392	4193	1.854	4219	1.259	451	0.845	983	1.210	5658	0.842
554	1.877	1549	1.630	648	1.645	4845	1.442	3871	1.900	1633	1.446
1617	1.970	2650	1.908	4477	1.221	4040	1.399	763	1.854	5656	1.711
3507	1.987	4133	1.805	3884	1.738	353	1.160	3264	1.914	982	1.033
5478	1.929	3750	1.886	1633	1.288	1520	0.917	1510	1.686	4101	1.982
SET 13		SET 14		SET 15		SET 16		SET 17		SET 18	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
1504	1.391	763	1.812	1086	1.898	3474	1.974	1510	1.942	1633	1.987
4369	1.508	2626	1.963	1549	1.760	5637	1.460	4350	1.711	1013	1.672
5810	1.777	8166	1.787	4040	0.846	755	1.881	4169	1.835	5678	1.271
4040	0.897	4031	1.212	4101	1.620	1520	1.985	1052	1.710	139	1.821
4218	1.941	1053	0.800	2712	0.534	3757	1.666	1612	1.648	3474	1.872
825	1.948	5664	1.435	6928	1.856	4846	1.964	243	1.892	88	1.162
600	1.690	1511	1.357	72	1.335	901	1.706	3927	1.619	2624	1.578
3346	0.754	802	1.639	5800	1.203	88	1.468	901	1.834	4870	1.932
5678	0.728	4218	1.766	952	0.973	1492	1.319	779	0.959	3746	1.714
4350	0.986	451	1.215	2646	1.509	410	1.903	1762	1.532	1012	1.768
1080	1.667	5474	0.945	4218	1.504	1633	0.868	825	1.820	3932	1.554

Tablo B.2: ZC sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri

(devamı)

SET 19		SET 20		SET 21		SET 22		SET 23		SET 24	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
5807	1.708	1086	0.557	249	1.825	4383	1.981	4219	1.878	5478	1.965
1062	1.690	249	1.081	4133	1.148	3192	1.804	4070	1.929	4219	1.528
3750	1.896	71	1.936	1511	1.930	755	1.967	763	1.961	3505	0.722
313	1.883	8833	1.896	779	0.657	983	1.134	6875	1.887	1505	1.727
2626	0.701	991	1.543	139	1.918	5807	1.612	5678	0.793	4285	0.984
990	1.780	5482	1.216	15	0.825	825	1.994	2462	1.929	1617	1.082
139	1.394	1085	1.727	983	0.916	5658	0.856	3507	1.203	4850	1.252
1511	1.598	5484	0.706	4873	1.420	284	1.147	3870	1.497	5775	1.794
8164	1.309	5664	1.420	5664	1.213	4510	1.613	1086	1.552	3871	1.500
825	1.984	4864	1.728	4211	0.850	1086	1.411	3744	1.118	4031	0.681
802	1.933	265	1.380	801	1.578	357	1.099	1551	0.813	4211	0.988
SET 25		SET 26		SET 27		SET 28		SET 29		SET 30	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
1633	0.704	675	0.996	4211	0.745	825	1.996	5678	1.941	1086	1.976
5270	0.960	4870	0.911	1632	1.889	2658	0.563	1505	1.872	2942	1.065
5656	1.397	472	1.784	4101	1.754	1053	0.792	5482	0.911	87	0.953
3757	1.305	1006	1.120	982	1.201	1086	1.937	3964	1.798	5658	1.398
5482	1.127	1078	1.903	414	1.386	4211	0.545	246	1.437	231	1.768
809	1.100	4228	1.237	4873	1.877	1505	1.009	4205	1.721	3744	1.235
1549	1.537	825	1.966	50	1.654	451	0.995	450	1.629	1197	1.249
4031	1.530	1013	0.907	5656	1.989	3932	0.809	88	0.921	825	0.734
291	1.693	4219	1.426	5776	0.811	1058	1.094	4850	1.378	5617	1.981
801	0.994	5482	0.654	1072	1.441	300	0.700	1013	0.505	3468	1.075
1505	1.976	1529	1.171	1086	1.651	4226	1.286	825	1.534	4845	0.945

Tablo B.3: ZD sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri

SET 1		SET 2		SET 3		SET 4		SET 5		SET 6	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
558	1.544	6911	1.6205	209	0.902	1063	1.759	4348	1.983	4894	1.533
1646	1.495	5774	1.5990	725	1.763	30	0.526	5825	1.984	5780	1.522
169	1.715	5832	1.5019	4104	1.908	5774	1.825	30	1.836	183	1.975
960	1.300	634	1.1200	5969	1.845	722	0.820	1044	1.779	1495	0.751
6927	1.688	8625	0.9082	1084	1.540	180	0.965	4084	1.353	5831	1.519
1084	1.501	5780	1.9425	778	1.195	126	1.725	767	1.755	1602	1.349
668	1.637	1076	1.7061	1491	1.908	595	1.241	181	1.123	1176	1.455
767	1.247	958	0.6366	126	1.694	6927	1.066	1008	0.924	2943	1.736
3830	1.126	183	1.6045	3754	1.952	2429	1.418	3754	1.907	126	0.863
6966	1.130	126	1.8056	711	1.284	1119	1.808	5785	1.699	529	0.762
183	1.570	4894	1.4120	4895	0.899	412	1.867	5836	1.998	5803	0.661
SET 7		SET 8		SET 9		SET 10		SET 11		SET 12	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
6927	1.692	3215	1.619	126	1.871	6927	1.872	4894	1.390	1554	1.950
322	1.328	993	1.124	184	1.071	652	1.733	412	1.076	987	1.732
1119	1.352	184	1.123	4895	1.115	30	1.248	4105	1.869	1063	1.485
5969	1.705	126	0.851	998	1.290	767	1.591	180	1.376	1602	1.999
721	1.640	725	1.916	1000	1.981	209	1.984	161	1.889	5652	0.623
5827	1.603	5812	1.027	1101	0.859	1077	0.944	6975	1.407	5774	1.733
1602	1.552	1044	1.979	4102	1.948	1063	1.964	614	1.996	1003	0.925
502	1.877	1203	1.448	776	1.298	184	1.632	8958	1.818	5975	1.273
126	0.606	6927	1.722	3754	1.958	4853	1.917	5825	1.773	5825	1.938
5836	1.269	5825	1.742	4875	0.799	826	1.582	3963	0.934	547	1.736
5774	1.834	767	1.776	6962	1.330	668	1.338	1084	1.356	183	1.421
SET 13		SET 14		SET 15		SET 16		SET 17		SET 18	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
1498	0.879	6911	0.811	1026	1.671	767	1.345	8102	1.788	770	1.361
184	1.997	6927	1.998	314	1.001	652	1.617	5249	1.377	175	1.351
4895	0.886	602	1.256	169	1.601	126	1.742	171	1.986	767	1.876
4081	1.905	183	1.507	767	1.454	5780	1.631	232	1.872	4894	1.605
1063	1.115	126	1.082	4104	1.461	6927	1.039	2009	1.931	1084	1.123
316	1.961	130	1.381	181	1.375	1495	1.827	5827	1.761	315	1.592
4861	1.205	721	1.381	960	1.720	1602	1.976	4894	1.226	6927	1.714
1007	1.049	328	0.782	322	1.648	562	1.838	184	1.416	5969	0.573
6927	1.942	4102	0.661	1120	1.139	8887	1.280	2943	1.486	181	1.308
4881	1.776	4894	1.711	1106	1.005	5817	1.728	126	1.906	316	0.754
768	1.681	5829	1.446	126	1.016	1120	0.784	5823	1.741	1007	1.394

Tablo B.3: ZD sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri

(devamı)

SET 19		SET 20		SET 21		SET 22		SET 23		SET 24	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
692	1.726	179	1.893	1553	0.508	6962	1.074	4391	1.595	562	1.244
2710	1.124	181	1.872	4894	1.695	652	1.915	126	1.486	4895	0.684
984	1.610	953	1.156	981	1.559	412	0.588	183	1.336	2378	1.526
126	1.822	5797	1.789	1115	0.882	547	1.869	5836	1.952	993	1.980
723	1.802	4862	1.729	30	1.586	8069	1.678	768	1.686	1063	1.383
5975	1.885	960	1.426	4066	1.904	6911	1.691	652	1.868	183	1.964
1602	1.726	126	1.700	692	1.484	310	1.683	949	1.767	126	1.368
5774	1.762	964	1.873	1084	1.536	1119	1.751	6	1.749	1082	1.780
2706	1.691	6893	1.982	6930	1.184	767	1.430	1495	1.939	776	1.110
614	0.850	5825	1.603	681	1.981	1602	1.412	1045	1.832	6966	1.836
183	1.859	2005	1.953	171	1.766	6927	1.875	1116	1.456	184	1.222
SET 25		SET 26		SET 27		SET 28		SET 29		SET 30	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
5827	1.302	1119	0.913	721	1.732	180	1.658	1503	1.420	5652	1.317
2694	1.042	3749	1.926	1084	0.647	5831	1.913	5829	1.877	692	1.742
232	1.979	1084	1.629	3563	1.873	5268	1.827	6911	1.596	767	1.454
183	1.897	5825	0.835	183	1.848	1000	1.935	1602	1.357	183	1.361
723	1.790	4348	1.735	725	1.835	126	1.817	5975	1.915	209	1.773
126	1.370	232	1.747	1116	1.495	412	1.383	547	1.168	3830	1.898
4861	1.682	5774	1.769	181	0.860	1106	1.097	679	1.988	171	1.804
4894	1.180	183	1.781	1602	1.560	169	1.678	5838	1.436	1602	1.690
412	1.574	5620	1.176	4393	1.908	1044	1.086	5817	1.972	1084	1.656
627	0.887	625	1.504	960	1.823	316	1.882	668	1.567	3717	1.785
602	1.293	126	1.925	126	1.522	6975	1.957	3749	1.733	1015	1.287

Tablo B.4: ZB sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler

KAYIT	Deprem smi	Tarihi	Büyükük	stasyon Kodu
59	Friuli (aftershock)	7.5.1976	5.20	ST20
95	Friuli (aftershock)	17.6.1976	5.20	ST20
128	Friuli (aftershock)	15.9.1976	6.00	ST36
140	Friuli (aftershock)	15.9.1976	6.00	ST36
193	Montenegro	9.4.1979	5.40	ST64
195	Montenegro	15.4.1979	6.90	ST66
243	Valnerina	19.9.1979	5.80	ST82
246	Valnerina	19.9.1979	5.80	ST61
292	Campano Lucano	23.11.1980	6.90	ST98
350	Biga	5.7.1983	6.10	ST129
357	Umbria	29.4.1984	5.60	ST134
358	Umbria	29.4.1984	5.60	ST135
359	Umbria	29.4.1984	5.60	ST136
362	Umbria	29.4.1984	5.60	ST137
364	Lazio Abruzzo	7.5.1984	5.90	ST139
369	Lazio Abruzzo	7.5.1984	5.90	ST109
380	Lazio Abruzzo (aftershock)	11.5.1984	5.50	ST274
382	Lazio Abruzzo (aftershock)	11.5.1984	5.50	ST140
383	Lazio Abruzzo (aftershock)	11.5.1984	5.50	ST153
385	Lazio Abruzzo (aftershock)	11.5.1984	5.50	ST155
467	Chenoua	29.10.1989	5.90	ST181
487	Javakheti Highland	16.12.1990	5.40	ST193
551	Tithorea	18.11.1992	5.90	ST212
554	Near coast of Filiatra	5.3.1993	5.20	ST213
598	Umbria Marche	26.9.1997	6.00	ST222
604	Umbria Marche	26.9.1997	6.00	ST225
607	Umbria Marche	26.9.1997	6.00	ST226

Tablo B.4: ZB sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler

(devamı)

KAYIT	Deprem smi	Tarihi	Büyükük	stasyon Kodu
608	Umbria Marche	26.9.1997	6.00	ST136
615	Umbria Marche	26.9.1997	6.00	ST138
616	Umbria Marche	26.9.1997	6.00	ST134
621	Umbria Marche (aftershock)	6.10.1997	5.50	ST136
626	Umbria Marche (aftershock)	6.10.1997	5.50	ST222
629	Umbria Marche (aftershock)	6.10.1997	5.50	ST225
642	Umbria Marche (aftershock)	14.10.1997	5.60	ST225
646	Umbria Marche (aftershock)	14.10.1997	5.60	ST234
647	Umbria Marche (aftershock)	14.10.1997	5.60	ST222
652	Umbria Marche (aftershock)	14.10.1997	5.60	ST236
764	Umbria Marche	26.9.1997	6.00	ST266
773	Umbria Marche (aftershock)	3.10.1997	5.30	ST222
775	Umbria Marche (aftershock)	3.10.1997	5.30	ST136
789	Umbria Marche (aftershock)	12.10.1997	5.20	ST225
791	Umbria Marche (aftershock)	12.10.1997	5.20	ST234
818	Umbria Marche (aftershock)	12.10.1997	5.20	ST235
826	Umbria Marche (aftershock)	12.10.1997	5.20	ST236
847	Umbria Marche (aftershock)	26.3.1998	5.40	ST269
851	Umbria Marche (aftershock)	26.3.1998	5.40	ST235
862	Umbria Marche (aftershock)	21.3.1998	5.00	ST233
870	Umbria Marche (aftershock)	3.4.1998	5.10	ST136
960	Sicilia-Orientale	13.12.1990	5.60	ST296
961	Sicilia-Orientale	13.12.1990	5.60	ST297
990	Lazio Abruzzo (aftershock)	11.5.1984	5.50	ST313
1240	Izmit (aftershock)	13.9.1999	5.80	ST561
1795	Golbasi	6.6.1986	5.80	ST587

Tablo B.4: ZB sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler
(devamı)

KAYIT	Deprem smi	Tarihi	Büyükük	stasyon Kodu
1852	Astakos	22.1.1988	5.10	ST1301
1884	Filippias	16.6.1990	5.50	ST1312
1891	Kranidia	25.10.1984	5.50	ST1320
1893	Near SW coast of Peloponnes	10.12.1987	5.20	ST1321
1894	Near coast of Filiatra	5.3.1993	5.20	ST1321
1899	Gulf of Kiparissiakos	7.9.1985	5.40	ST1323
1900	Kalamata (aftershock)	10.6.1987	5.30	ST1323
1901	Near coast of Filiatra	5.3.1993	5.20	ST1323
1902	Anchialos	30.4.1985	5.60	ST1324
1917	Ierissos	26.8.1983	5.10	ST1328
1960	Near NE coast of Rodos island	25.10.1987	5.10	ST1335
1994	Skydra-Edessa	18.2.1986	5.30	ST1354
2023	Kremidia (aftershock)	25.10.1984	5.00	ST1323
4557	Bovec	12.4.1998	5.60	ST750
4560	Bovec	12.4.1998	5.60	ST727
4679	South Iceland	17.6.2000	6.50	ST2563
5027	Oelfus	13.11.1998	5.10	ST2496
5035	Oelfus	13.11.1998	5.10	ST2491
5036	Oelfus	13.11.1998	5.10	ST2492
5038	Oelfus	13.11.1998	5.10	ST2495
5078	Mt. Hengill Area	4.6.1998	5.40	ST2496
5085	Mt. Hengill Area	4.6.1998	5.40	ST2497
5086	Mt. Hengill Area	4.6.1998	5.40	ST2556
5087	Mt. Hengill Area	4.6.1998	5.40	ST2491
5090	Mt. Hengill Area	4.6.1998	5.40	ST2495
5270	Mt. Vatnafjoll	25.5.1987	6.00	ST2486

Tablo B.4: ZB sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler

(devamı)

KAYIT	Deprem smi	Tarihi	Büyükük	stasyon Kodu
5271	Mt. Vatnafjoll	25.5.1987	6.00	ST2483
5272	Mt. Vatnafjoll	25.5.1987	6.00	ST2487
5614	Friuli (aftershock)	11.9.1976	5.30	ST36
5615	Friuli (aftershock)	11.9.1976	5.50	ST36
5655	NE of Banja Luka	13.8.1981	5.70	ST2950
5680	Montenegro (aftershock)	15.4.1979	5.80	ST66
5789	Jesreel Plain	24.8.1984	5.30	ST2992
5824	Strofades (foreshock)	26.4.1997	5.00	ST1323
5827	Strofades (aftershock)	18.11.1997	6.00	ST1323
5828	Strofades (aftershock)	18.11.1997	5.30	ST1323
6100	Kozani	13.5.1995	6.50	ST1315
6122	Kozani (aftershock)	15.5.1995	5.20	ST1320
6123	Kozani (aftershock)	17.5.1995	5.30	ST1320
6124	Kozani (aftershock)	17.7.1995	5.20	ST1320
6262	South Iceland	17.6.2000	6.50	ST2496
6265	South Iceland	17.6.2000	6.50	ST2494
6267	South Iceland	17.6.2000	6.50	ST2565
6269	South Iceland	17.6.2000	6.50	ST2497
6270	South Iceland	17.6.2000	6.50	ST2556
6272	South Iceland	17.6.2000	6.50	ST2568
6278	South Iceland	17.6.2000	6.50	ST2552
6327	South Iceland (aftershock)	21.6.2000	6.40	ST2552
6331	South Iceland (aftershock)	21.6.2000	6.40	ST2486
6335	South Iceland (aftershock)	21.6.2000	6.40	ST2557
6336	South Iceland (aftershock)	21.6.2000	6.40	ST2563
6337	South Iceland (aftershock)	21.6.2000	6.40	ST2494

Tablo B.4: ZB sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler

(devamı)

KAYIT	Deprem smi	Tarihi	Büyükük	stasyon Kodu
6348	South Iceland (aftershock)	21.6.2000	6.40	ST2493
7083	Meydan	25.6.2001	5.40	ST534
7158	Firuzabad	20.6.1994	5.90	ST3293
7160	Firuzabad	20.6.1994	5.90	ST3295
80	San Fernando	9.2.1971	6.61	0209
146	Coyote Lake	8.6.1979	5.74	0806
455	Morgan Hill	24.4.1984	6.19	0424
765	Loma Prieta	18.10.1989	6.93	1018
879	Landers	28.6.1992	7.28	0628
1011	Northridge-01	17.1.1994	6.69	0117
1091	Northridge-01	17.1.1994	6.69	0117
2753	Chi-Chi, Taiwan-04	20.9.1999	6.20	0920
3925	Tottori, Japan	6.10.2000	6.61	1006
3954	Tottori, Japan	6.10.2000	6.61	1006
5618	Iwate	13.6.2008	6.90	0613
9071	14151344	12.6.2005	5.20	612
347	Irpinia	23.11.1980	6.90	ALT
351	Irpinia	23.11.1980	6.90	TDG
354	Irpinia	23.11.1980	6.90	BSC
355	Irpinia	23.11.1980	6.90	STR
360	Irpinia, Italy-02	23.11.1980	6.20	ALT
363	Irpinia, Italy-02	23.11.1980	6.20	BGI
366	Irpinia, Italy-02	23.11.1980	6.20	BSC
367	Irpinia, Italy-02	23.11.1980	6.20	STR
3446	Ano Liosia (Athens)	7.9.1999	6.00	1701
17036	Gran Sasso	9.4.2009	5.40	AQP

Tablo B.5: ZC sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler

KAYIT	Deprem smi	Tarihi	Büyükük	stasyon Kodu
15	Kern County	21/07/1952	7.36	Taft Lincoln School
50	Lytle Creek	12/09/1970	5.33	Wrightwood - 6074 Park Dr
71	San Fernando	09/02/1971	6.61	Lake Hughes #12
72	San Fernando	09/02/1971	6.61	Lake Hughes #4
87	San Fernando	09/02/1971	6.61	Santa Anita Dam
88	San Fernando	09/02/1971	6.61	Santa Felita Dam (Outlet)
103	Northern Calif-07	07/06/1975	5.20	Petrolia, General Store
139	Tabas, Iran	16/09/1978	7.35	Dayhook
222	Livermore-02	27/01/1980	5.42	Livermore - Morgan Terr Park
231	Mammoth Lakes-01	25/05/1980	6.06	Long Valley Dam (Upr L Abut)
243	Mammoth Lakes-04	25/05/1980	5.70	Long Valley Dam (Upr L Abut)
246	Mammoth Lakes-06	27/05/1980	5.94	Benton
247	Mammoth Lakes-06	27/05/1980	5.94	Bishop - Paradise Lodge
249	Mammoth Lakes-06	27/05/1980	5.94	Fish & Game (FIS)
265	Victoria, Mexico	09/06/1980	6.33	Cerro Prieto
284	Irpinia, Italy-01	23/11/1980	6.90	Auletta
285	Irpinia, Italy-01	23/11/1980	6.90	Bagnoli Irpinio
288	Irpinia, Italy-01	23/11/1980	6.90	Brienza
291	Irpinia, Italy-01	23/11/1980	6.90	Rionero In Vulture
295	Irpinia, Italy-02	23/11/1980	6.20	Auletta
300	Irpinia, Italy-02	23/11/1980	6.20	Calitri
313	Corinth, Greece	24/02/1981	6.60	Corinth
353	Coalinga-01	02/05/1983	6.36	Parkfield - Gold Hill 4W
356	Coalinga-01	02/05/1983	6.36	Parkfield - Stone Corral 2E
357	Coalinga-01	02/05/1983	6.36	Parkfield - Stone Corral 3E
410	Coalinga-05	22/07/1983	5.77	Palmer Ave
414	Coalinga-05	22/07/1983	5.77	Sulphur Baths (temp)

Tablo B.5: ZC sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler

(devamı)

KAYIT	Deprem smi	Tarihi	Büyükük	stasyon Kodu
450	Morgan Hill	24/04/1984	6.19	Corralitos
451	Morgan Hill	24/04/1984	6.19	Coyote Lake Dam - Southwest Abutment
471	Morgan Hill	24/04/1984	6.19	San Justo Dam (L Abut)
472	Morgan Hill	24/04/1984	6.19	San Justo Dam (R Abut)
514	N. Palm Springs	08/07/1986	6.06	Cabazon
524	N. Palm Springs	08/07/1986	6.06	Joshua Tree
554	Chalfant Valley-02	21/07/1986	6.19	Long Valley Dam (L Abut)
587	New Zealand-02	02/03/1987	6.60	Matahina Dam
590	Whittier Narrows-01	01/10/1987	5.99	Altadena - Eaton Canyon
600	Whittier Narrows-01	01/10/1987	5.99	Brea Dam (Downstream)
648	Whittier Narrows-01	01/10/1987	5.99	La Crescenta - New York
675	Whittier Narrows-01	01/10/1987	5.99	Pasadena - CIT Athenaeum
755	Loma Prieta	18/10/1989	6.93	Coyote Lake Dam - Southwest Abut.
763	Loma Prieta	18/10/1989	6.93	Gilroy - Gavilan Coll.
779	Loma Prieta	18/10/1989	6.93	LGPC
787	Loma Prieta	18/10/1989	6.93	Palo Alto - SLAC Lab
801	Loma Prieta	18/10/1989	6.93	San Jose - Santa Teresa Hills
802	Loma Prieta	18/10/1989	6.93	Saratoga - Aloha Ave
809	Loma Prieta	18/10/1989	6.93	UCSC
810	Loma Prieta	18/10/1989	6.93	UCSC Lick Observatory
811	Loma Prieta	18/10/1989	6.93	WAHO
825	Cape Mendocino	25/04/1992	7.01	Cape Mendocino
864	Landers	28/06/1992	7.28	Joshua Tree
901	Big Bear-01	28/06/1992	6.46	Big Bear Lake - Civic Center
952	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Beverly Hills - 12520 Mulhol
982	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Jensen Filter Plant Administrative Buil.

Tablo B.5: ZC sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler

(devamı)

KAYIT	Deprem smi	Tarihi	Büyükük	stasyon Kodu
983	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Jensen Filter Plant Generator Buil.
990	Northridge-01	17/01/1994	6.69	LA - City Terrace
991	Northridge-01	17/01/1994	6.69	LA - Cypress Ave
1006	Northridge-01	17/01/1994	6.69	LA - UCLA Grounds
1012	Northridge-01	17/01/1994	6.69	LA 00
1013	Northridge-01	17/01/1994	6.69	LA Dam
1052	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Pacoima Kagel Canyon
1053	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Palmdale - Hwy 14 & Palmdale
1055	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Pasadena - N Sierra Madre
1058	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Point Mugu - Laguna Peak
1062	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Rancho Palos Verdes - Luconia
1072	Northridge-01	17/01/1994	6.69	San Marino - SW Academy
1078	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Santa Susana Ground
1080	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Simi Valley - Katherine Rd
1085	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Sylmar - Converter Sta East
1086	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Sylmar - Olive View Med FF
1197	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	CHY028
1205	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	CHY041
1208	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	CHY046
1492	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	TCU052
1502	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	TCU064
1504	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	TCU067
1505	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	TCU068
1510	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	TCU075
1511	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	TCU076
1520	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	TCU088

Tablo B.5: ZC sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler

(devamı)

KAYIT	Deprem smi	Tarihi	Büyükük	stasyon Kodu
1529	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	TCU102
1532	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	TCU105
1549	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	TCU129
1551	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	TCU138
1612	Duzce, Turkey	12/11/1999	7.14	Lamont 1059
1617	Duzce, Turkey	12/11/1999	7.14	Lamont 375
1632	Upland	28/02/1990	5.63	Rancho Cucamonga - Law and Justice Center FF, Foothill and Haven
1633	Manjil, Iran	20/06/1990	7.37	Abbar
1643	Sierra Madre	28/06/1991	5.61	LA - City Terrace
1762	Hector Mine	16/10/1999	7.13	Amboy
1787	Hector Mine	16/10/1999	7.13	Hector
1787	Hector Mine	16/10/1999	7.13	Hector
2462	Chi-Chi, Taiwan-03	20/09/1999	6.20	CHY029
2624	Chi-Chi, Taiwan-03	20/09/1999	6.20	TCU073
2626	Chi-Chi, Taiwan-03	20/09/1999	6.20	TCU075
2646	Chi-Chi, Taiwan-03	20/09/1999	6.20	TCU109
2650	Chi-Chi, Taiwan-03	20/09/1999	6.20	TCU116
2658	Chi-Chi, Taiwan-03	20/09/1999	6.20	TCU129
2712	Chi-Chi, Taiwan-04	20/09/1999	6.20	CHY042
2717	Chi-Chi, Taiwan-04	20/09/1999	6.20	CHY052
2821	Chi-Chi, Taiwan-04	20/09/1999	6.20	KAU054
2888	Chi-Chi, Taiwan-04	20/09/1999	6.20	TCU116
2942	Chi-Chi, Taiwan-05	22/09/1999	6.20	CHY024
3192	Chi-Chi, Taiwan-05	22/09/1999	6.20	TCU082
3264	Chi-Chi, Taiwan-06	25/09/1999	6.30	CHY024
3346	Chi-Chi, Taiwan-06	25/09/1999	6.30	HWA034

Tablo B.5: ZC sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler

(devamı)

KAYIT	Deprem smi	Tarihi	Büyükük	stasyon Kodu
3468	Chi-Chi, Taiwan-06	25/09/1999	6.30	TCU067
3474	Chi-Chi, Taiwan-06	25/09/1999	6.30	TCU079
3505	Chi-Chi, Taiwan-06	25/09/1999	6.30	TCU125
3507	Chi-Chi, Taiwan-06	25/09/1999	6.30	TCU129
3744	Cape Mendocino	25/04/1992	7.01	Bunker Hill FAA
3746	Cape Mendocino	25/04/1992	7.01	Centerville Beach, Naval Fac
3750	Cape Mendocino	25/04/1992	7.01	Loleta Fire Station
3757	Landers	28/06/1992	7.28	North Palm Springs Fire Sta #36
3760	Landers	28/06/1992	7.28	Big Bear Lake - Civic Center
3870	Tottori, Japan	06/10/2000	6.61	HRS001
3871	Tottori, Japan	06/10/2000	6.61	HRS002
3884	Tottori, Japan	06/10/2000	6.61	HRS021
3907	Tottori, Japan	06/10/2000	6.61	OKY004
3927	Tottori, Japan	06/10/2000	6.61	OKYH09
3932	Tottori, Japan	06/10/2000	6.61	OKYH14
3948	Tottori, Japan	06/10/2000	6.61	SMNH02
3964	Tottori, Japan	06/10/2000	6.61	TTR007
4031	San Simeon, CA	22/12/2003	6.52	Templeton - 1-story Hospital
4040	Bam, Iran	26/12/2003	6.60	Bam
4064	Parkfield-02, CA	28/09/2004	6.00	PARKFIELD - DONNA LEE
4070	Parkfield-02, CA	28/09/2004	6.00	PARKFIELD - JOAQUIN CANYON
4071	Parkfield-02, CA	28/09/2004	6.00	PARKFIELD - MIDDLE MOUNTAIN
4101	Parkfield-02, CA	28/09/2004	6.00	Parkfield - Cholame 3E
4133	Parkfield-02, CA	28/09/2004	6.00	Parkfield - Vineyard Cany 2W
4149	Parkfield-02, CA	28/09/2004	6.00	PARKFIELD - UPSAR 13
4169	Niigata, Japan	23/10/2004	6.63	FKSH21

Tablo B.5: ZC sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler

(devamı)

KAYIT	Deprem smi	Tarihi	Büyükük	stasyon Kodu
4193	Niigata, Japan	23/10/2004	6.63	NGNH29
4205	Niigata, Japan	23/10/2004	6.63	NIG015
4211	Niigata, Japan	23/10/2004	6.63	NIG021
4213	Niigata, Japan	23/10/2004	6.63	NIG023
4218	Niigata, Japan	23/10/2004	6.63	NIG028
4219	Niigata, Japan	23/10/2004	6.63	NIGH01
4226	Niigata, Japan	23/10/2004	6.63	NIGH09
4228	Niigata, Japan	23/10/2004	6.63	NIGH11
4229	Niigata, Japan	23/10/2004	6.63	NIGH12
4285	Basso Tirreno, Italy	15/04/1978	6.00	Patti-Cabina Prima
4350	Umbria Marche, Italy	26/09/1997	6.00	Gubbio-Piana
4369	Umbria Marche (aftershock 1), Italy	06/10/1997	5.50	Nocera Umbra-Salmata
4383	Umbria Marche (aftershock 2), Italy	14/10/1997	5.60	Borgo-Cerreto Torre
4477	L'Aquila, Italy	06/04/2009	6.30	GRAN SASSO (Assergi)
4510	L'Aquila (aftershock 1), Italy	07/04/2009	5.60	L'Aquila - V. Aterno - Centro Valle
4845	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	Joetsu Oshimaku Oka
4846	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	Joetsu Yanagishima paddocks
4848	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	Joetsu Ogataku
4850	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	Yoshikawaku Joetsu City
4857	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	Kamo Kouiti Town
4858	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	Tokamachi Chitosecho
4864	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	Yoitamachi Yoita Nagaoka
4870	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	Horinouchi Uonuma City
4873	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	Kashiwazaki City Takayanagicho
4874	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	Oguni Nagaoka
4876	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	Kashiwazaki Nishiyamacho Ikeura

Tablo B.5: ZC sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler
(devamı)

KAYIT	Deprem smi	Tarihi	Büyükük	stasyon Kodu
5265	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	NIG019
5270	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	NIG024
5286	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	NIGH13
5474	Iwate	13/06/2008	6.90	AKT019
5478	Iwate	13/06/2008	6.90	AKT023
5482	Iwate	13/06/2008	6.90	AKTH04
5484	Iwate	13/06/2008	6.90	AKTH06
5617	Iwate	13/06/2008	6.90	IWT009
5637	Iwate	13/06/2008	6.90	IWTH05
5656	Iwate	13/06/2008	6.90	IWTH24
5658	Iwate	13/06/2008	6.90	IWTH26
5664	Iwate	13/06/2008	6.90	MYG005
5678	Iwate	13/06/2008	6.90	MYGH02
5775	Iwate	13/06/2008	6.90	Tamati Ono
5776	Iwate	13/06/2008	6.90	Kami, Miyagi Miyazaki City
5800	Iwate	13/06/2008	6.90	Yokote Masuda Tamati Masu
5804	Iwate	13/06/2008	6.90	Yamauchi Tsuchibuchi Yokote
5804	Iwate	13/06/2008	6.90	Yamauchi Tsuchibuchi Yokote
5807	Iwate	13/06/2008	6.90	Yuzama Yokobori
5807	Iwate	13/06/2008	6.90	Yuzama Yokobori
5810	Iwate	13/06/2008	6.90	Machimukai Town
5813	Iwate	13/06/2008	6.90	Mizusawaku Interior O ganecho
5815	Iwate	13/06/2008	6.90	Yuzawa
5818	Iwate	13/06/2008	6.90	Kurihara City
5819	Iwate	13/06/2008	6.90	Ichinoseki Maikawa
6875	Joshua Tree, CA	23/04/1992	6.10	Morongo Valley Fire Station

Tablo B.5: ZC sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler
(devamı)

KAYIT	Deprem smi	Tarihi	Büyükük	stasyon Kodu
6928	Darfield, New Zealand	03/09/2010	7.00	LPCC
6971	Darfield, New Zealand	03/09/2010	7.00	SPFS
8164	Duzce, Turkey	12/11/1999	7.14	IRIGM 487
8166	Duzce, Turkey	12/11/1999	7.14	IRIGM 498
8833	14383980	29/7/2008	5.39	Puddingstone Reservoir

Tablo B.6: ZD sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler

KAYIT	Deprem smi	Tarihi	Büyükük	stasyon Kodu
6	Imperial Valley-02	19/05/1940	6.95	El Centro Array #9
30	Parkfield	28/06/1966	6.19	Cholame - Shandon Array #5
126	Gazli, USSR	17/05/1976	6.80	Karakyr
130	Friuli, Italy-02	15/09/1976	5.91	Buia
161	Imperial Valley-06	15/10/1979	6.53	Brawley Airport
169	Imperial Valley-06	15/10/1979	6.53	Delta
171	Imperial Valley-06	15/10/1979	6.53	El Centro - Meloland Geot. Array
175	Imperial Valley-06	15/10/1979	6.53	El Centro Array #12
179	Imperial Valley-06	15/10/1979	6.53	El Centro Array #4
180	Imperial Valley-06	15/10/1979	6.53	El Centro Array #5
181	Imperial Valley-06	15/10/1979	6.53	El Centro Array #6
183	Imperial Valley-06	15/10/1979	6.53	El Centro Array #8
184	Imperial Valley-06	15/10/1979	6.53	El Centro Differential Array
209	Imperial Valley-08	16/10/1979	5.62	Westmorland Fire Sta
232	Mammoth Lakes-01	25/05/1980	6.06	Mammoth Lakes H. S.
310	Taiwan SMART1(5)	29/01/1981	5.90	SMART1 M07
314	Westmorland	26/04/1981	5.90	Brawley Airport
315	Westmorland	26/04/1981	5.90	Niland Fire Station
316	Westmorland	26/04/1981	5.90	Parachute Test Site
322	Coalinga-01	02/05/1983	6.36	Cantua Creek School
328	Coalinga-01	02/05/1983	6.36	Parkfield - Cholame 3W
412	Coalinga-05	22/07/1983	5.77	Pleasant Valley P.P. - yard
502	Mt. Lewis	31/03/1986	5.60	Halls Valley
529	N. Palm Springs	08/07/1986	6.06	North Palm Springs
547	Chalfant Valley-01	20/07/1986	5.77	Zack Brothers Ranch
558	Chalfant Valley-02	21/07/1986	6.19	Zack Brothers Ranch
562	Chalfant Valley-04	31/07/1986	5.44	Bishop - LADWP South St

Tablo B.6: ZD sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler

(devamı)

KAYIT	Deprem smi	Tarihi	Büyükük	stasyon Kodu
595	Whittier Narrows-01	01/10/1987	5.99	Bell Gardens - Jaboneria
602	Whittier Narrows-01	01/10/1987	5.99	Burbank - N Buena Vista
614	Whittier Narrows-01	01/10/1987	5.99	Downey - Birchdale
625	Whittier Narrows-01	01/10/1987	5.99	Inglewood - Union Oil
627	Whittier Narrows-01	01/10/1987	5.99	LA - Baldwin Hills
634	Whittier Narrows-01	01/10/1987	5.99	LA - Fletcher Dr
652	Whittier Narrows-01	01/10/1987	5.99	Lakewood - Del Amo Blvd
668	Whittier Narrows-01	01/10/1987	5.99	Norwalk - Imp Hwy, S Grnd
679	Whittier Narrows-01	01/10/1987	5.99	Pasadena - CIT Keck Lab
681	Whittier Narrows-01	01/10/1987	5.99	Pasadena - CIT Lura St
692	Whittier Narrows-01	01/10/1987	5.99	Santa Fe Springs - E.Joslin
711	Whittier Narrows-02	04/10/1987	5.27	LA - 116th St School
721	Superstition Hills-02	24/11/1987	6.54	El Centro Imp. Co. Cent
722	Superstition Hills-02	24/11/1987	6.54	Kornbloom Road (temp)
723	Superstition Hills-02	24/11/1987	6.54	Parachute Test Site
725	Superstition Hills-02	24/11/1987	6.54	Poe Road (temp)
767	Loma Prieta	18/10/1989	6.93	Gilroy Array #3
768	Loma Prieta	18/10/1989	6.93	Gilroy Array #4
770	Loma Prieta	18/10/1989	6.93	Gilroy Array #7
776	Loma Prieta	18/10/1989	6.93	Hollister - South & Pine
778	Loma Prieta	18/10/1989	6.93	Hollister Differential Array
826	Cape Mendocino	25/04/1992	7.01	Eureka - Myrtle & West
949	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Arleta - Nordhoff Fire Sta
953	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Beverly Hills - 14145 Mulhol
958	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Camarillo
960	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Canyon Country - W Lost Cany

Tablo B.6: ZD sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler

(devamı)

KAYIT	Deprem smi	Tarihi	Büyükük	stasyon Kodu
964	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Compton - Castlegate St
981	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Inglewood - Union Oil
984	Northridge-01	17/01/1994	6.69	LA - 116th St School
987	Northridge-01	17/01/1994	6.69	LA - Centinela St
993	Northridge-01	17/01/1994	6.69	LA - Fletcher Dr
998	Northridge-01	17/01/1994	6.69	LA - N Westmoreland
1000	Northridge-01	17/01/1994	6.69	LA - Pico & Sentous
1003	Northridge-01	17/01/1994	6.69	LA - Saturn St
1007	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Los Angeles - 7-story Univ Hospital (FF)
1008	Northridge-01	17/01/1994	6.69	LA - W 15th St
1015	Northridge-01	17/01/1994	6.69	LB - Rancho Los Cerritos
1026	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Lawndale - Osage Ave
1044	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Newhall - Fire Sta
1045	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Newhall - W Pico Canyon Rd.
1063	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Rinaldi Receiving Sta
1076	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Santa Fe Springs - E.Joslin
1077	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Santa Monica City Hall
1082	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Sun Valley - Roscoe Blvd
1084	Northridge-01	17/01/1994	6.69	Sylmar - Converter Sta
1101	Kobe, Japan	16/01/1995	6.90	Amagasaki
1106	Kobe, Japan	16/01/1995	6.90	KJMA
1106	Kobe, Japan	16/01/1995	6.90	KJMA
1115	Kobe, Japan	16/01/1995	6.90	Sakai
1116	Kobe, Japan	16/01/1995	6.90	Shin-Osaka
1116	Kobe, Japan	16/01/1995	6.90	Shin-Osaka
1119	Kobe, Japan	16/01/1995	6.90	Takarazuka

Tablo B.6: ZD sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler

(devamı)

KAYIT	Deprem smi	Tarihi	Büyükük	stasyon Kodu
1120	Kobe, Japan	16/01/1995	6.90	Takatori
1176	Kocaeli, Turkey	17/08/1999	7.51	Yarimca
1203	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	CHY036
1491	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	TCU051
1495	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	TCU055
1498	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	TCU059
1503	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	TCU065
1553	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	TCU141
1554	Chi-Chi, Taiwan	20/09/1999	7.62	TCU145
1602	Duzce, Turkey	12/11/1999	7.14	Bolu
1646	Sierra Madre	28/06/1991	5.61	Pasadena - USGS/NSMP Office
2005	CA/Baja Border Area	22/02/2002	5.31	El Centro - Meadows Union School
2009	CA/Baja Border Area	22/02/2002	5.31	Holtville Post Office
2378	Chi-Chi, Taiwan-02	20/09/1999	5.90	TCU059
2429	Chi-Chi, Taiwan-02	20/09/1999	5.90	TCU141
2694	Chi-Chi, Taiwan-04	20/09/1999	6.20	CHY015
2706	Chi-Chi, Taiwan-04	20/09/1999	6.20	CHY032
2710	Chi-Chi, Taiwan-04	20/09/1999	6.20	CHY036
2943	Chi-Chi, Taiwan-05	22/09/1999	6.20	CHY025
3215	Chi-Chi, Taiwan-05	22/09/1999	6.20	TCU123
3563	Taiwan SMART1(5)	29/01/1981	5.90	SMART1 M04
3717	Whittier Narrows-02	04/10/1987	5.27	LA - W 70th St
3749	Cape Mendocino	25/04/1992	7.01	Fortuna Fire Station
3754	Landers	28/06/1992	7.28	Indio - Jackson Road
3830	Yountville	03/09/2000	5.00	Napa - Napa College
3963	Tottori, Japan	06/10/2000	6.61	TTR006

Tablo B.6: ZD sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler

(devamı)

KAYIT	Deprem smi	Tarihi	Büyükük	stasyon Kodu
4066	Parkfield-02, CA	28/09/2004	6.00	PARKFIELD - FROELICH
4081	Parkfield-02, CA	28/09/2004	6.00	Parkfield - Cholame 5W
4084	Parkfield-02, CA	28/09/2004	6.00	PARKFIELD - 1-STORY SCHOOL BLDG
4102	Parkfield-02, CA	28/09/2004	6.00	Parkfield - Cholame 3W
4104	Parkfield-02, CA	28/09/2004	6.00	Parkfield - Cholame 4AW
4105	Parkfield-02, CA	28/09/2004	6.00	Parkfield - Cholame 6W
4348	Umbria Marche, Italy	26/09/1997	6.00	Castelnuovo-Assisi
4391	Umbria Marche (aftershock 2), Italy	14/10/1997	5.60	Norcia-Altavilla
4393	Umbria Marche (aftershock 2), Italy	14/10/1997	5.60	Rieti
4853	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	Joetsu City
4861	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	Nakanoshima Nagaoka
4862	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	Shiura Nagaoka
4875	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	Kariwa
4881	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	Nagaoka Kouiti Town
4894	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	Kashiwazaki NPP, Unit 1: ground surface
4895	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	Kashiwazaki NPP, Unit 5: ground surface
5249	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	NIG003
5268	Chuetsu-oki	16/07/2007	6.80	NIG022
5620	Iwate	13/06/2008	6.90	IWT012
5652	Iwate	13/06/2008	6.90	IWTH20
5774	Iwate	13/06/2008	6.90	Nakashinden Town
5780	Iwate	13/06/2008	6.90	Iwadeyama
5785	Iwate	13/06/2008	6.90	Yoneyamacho Tome City
5797	Iwate	13/06/2008	6.90	Oomagari Hanazono-cho, Daisen
5803	Iwate	13/06/2008	6.90	Yokote Ju Monjimachi
5812	Iwate	13/06/2008	6.90	Kitakami Yanagiharach

Tablo B.6: ZD sınıfı zeminlerde kaydedilen kayıtlara ait bilgiler

(devamı)

KAYIT	Deprem smi	Tarihi	Büyükük	stasyon Kodu
5817	Iwate	13/06/2008	6.90	Tome City, Nakadacho
5823	El Mayor-Cucapah	04/04/2010	7.20	Chihuahua
5825	El Mayor-Cucapah	04/04/2010	7.20	CERRO PRIETO GEOTHERMAL
5827	El Mayor-Cucapah	04/04/2010	7.20	MICHOACAN DE OCAMPO
5829	El Mayor-Cucapah	04/04/2010	7.20	RIITO
5831	El Mayor-Cucapah	04/04/2010	7.20	EJIDO SALTILLO
5832	El Mayor-Cucapah	04/04/2010	7.20	TAMAULIPAS
5836	El Mayor-Cucapah	04/04/2010	7.20	El Centro - Meloland Geot. Array
5838	El Mayor-Cucapah	04/04/2010	7.20	El Centro - Meloland Geotechnic
5969	El Mayor-Cucapah	04/04/2010	7.20	Bonds Corner
5975	El Mayor-Cucapah	04/04/2010	7.20	Calexico Fire Station
6893	Darfield, New Zealand	03/09/2010	7.00	DFHS
6911	Darfield, New Zealand	03/09/2010	7.00	HORC
6927	Darfield, New Zealand	03/09/2010	7.00	LINC
6930	Darfield, New Zealand	03/09/2010	7.00	LRSC
6962	Darfield, New Zealand	03/09/2010	7.00	ROLC
6966	Darfield, New Zealand	03/09/2010	7.00	Shirley Library
6975	Darfield, New Zealand	03/09/2010	7.00	TPLC
8069	Christchurch, New Zealand	21/02/2011	6.20	CSTC
8102	Christchurch, New Zealand	21/02/2011	6.20	LINC
8625	40204628	31/10/2007	5.45	San Jose; Fire Stat. 26 East
8887	14383980	29/7/2008	5.39	Santa Ana - I5 & 4th St
8958	14383980	29/7/2008	5.39	Compton; Cressey Park Fire Stat. 3 Rosec.

EK C. F Tablosu

Tablo C.1: Varyans analizi için F tablosu ($\alpha=0.05$)

Payda Serbest. Derece.	Pay Serbestlik Derecesi									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08
50	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.07	2.03
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99
70	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35	2.23	2.14	2.07	2.02	1.97
80	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33	2.21	2.13	2.06	2.00	1.95
90	3.95	3.10	2.71	2.47	2.32	2.20	2.11	2.04	1.99	1.94
100	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31	2.19	2.10	2.03	1.97	1.93

10. ÖZGEÇM

Adı Soyadı : Melike Tezel

Do um Yeri ve Tarihi : Fethiye 13/01/1993

Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi

Elektronik posta : meliketezel122@outlook.com

İletişim Adresi : Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
n aat Mühendisli i Bölümü