

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

**ORTA VE YÜKSEK KATLI BETONARME BİNALARIN
SİSMİK PERFORMANSININ İKİ BOYUTLU ÇERÇEVE
MODELLER KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NESAR AHMAD ATAYI

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2019

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



**ORTA VE YÜKSEK KATLI BETONARME BİNALARIN
SİSMİK PERFORMANSININ İKİ BOYUTLU ÇERÇEVE
MODELLER KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NESAR AHMAD ATAYI

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Nesar Ahmad ATAYI tarafından hazırlanan “orta ve yüksek katlı betonarme binaların sismik performansının iki boyutlu çerçeve modeller kullanılarak değerlendirilmesi” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 19.08.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

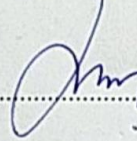
Danışman
Prof. Dr. Mehmet İNEL
Pamukkale Üniversitesi



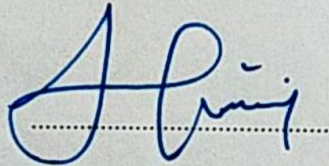
Üye
Dr. Öğr. Üyesi Bayram Tanık ÇAYCI
Pamukkale Üniversitesi



Üye
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet PALANCI
Arel Üniversitesi



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
04/09/2019 tarih ve .351.25.... 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.

NESAR AHMAD ATAYI



ÖZET

**ORTA VE YÜKSEK KATLI BETONARME BİNALARIN SİSMİK
PERFORMANSININ İKİ BOYUTLU ÇERÇEVE MODELLER
KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
NESAR AHMAD ATAYI
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. MEHMET İNEL)

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2019

Türkiye sismik olarak aktif bir coğrafyada yer almaktadır. Geçmişte meydana gelen birçok yıkıcı deprem nedeniyle büyük can ve mal kaybı yaşanmıştır. Bu nedenle, depremlerin sebep olabileceği hasar seviyelerinin tahmin edilebilmesi deprem mühendisliği açısından büyük önem arz etmektedir. Gerçekleştirilen çalışmanın amacı kuvvetli yer hareketi parametreleri ile sismik talepler arasındaki ilişkinin araştırılmaktadır. Bu kapsamda 12 adet iki boyutlu betonarme çerçeve modeli 40 ivme kaydı altında doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analiz yapılmıştır. Toplam 960 zaman tanım alanında analizin gerçekleştirildiği çalışmada her iki analiz yöntemi için deplasman talepleri ve V/W Oranı (taban kesme kuvveti ile bina ağırlığı oranı) elde edilerek güçlü yer hareketi parametreleri karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları incelendiğinde yer hareketi parametreleri ile doğrusal modeller için elde edilen talepler arasında doğrusal olmayan modellere oranla daha yüksek bir korelasyon gözlemlenmiştir. Yapı dinamik tepkisinin doğrusal modellerde zamana bağlı olarak değişmemesi nedeniyle bunun beklenen bir durum olduğu söylenebilir. Elde edilen talepler ile en yüksek korelasyonun hesaplandığı her hareketi parametresi Housner Intensity'dir. Çatı katı deplasman talepleri ve housner intensity için korelasyon katsayıları sırasıyla 0.76 ve 0.66 olarak hesaplanmıştır. Doğrusal modeller için spektral ivme talebi ile yüksek bir korelasyon bulunurken, doğrusal olmayan davranış özellikleri dikkate alındığında büyük oranda düşmektedir. Regresyon analizi ile türetilen denklem ile doğrusal ve doğrusal olmayan modeller için elde edilen çatı katı deplasman talepleri, taban kesme kuvveti ve V/W ile parametreler arasındaki korelasyon katsayıları sırasıyla 0.9486, 0.8049, 0.7108 ve 0.8314 olarak elde edilmiştir. Türetilen denklem SaT_1 (bina periyoduna denk gelen spektral ivme) için elde edilen korelasyon katsayısıyla anlamlı bir gelişim gösterdiğini söylenebilir.

ANAHTAR KELİMELELER:Orta ve yüksek katlı betonarme bina, sismik performans, Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanım Alanında Analiz, Doğrusal Elastik Analiz, İki Boyutlu Çerçeve Modeller

ABSTRACT

SEISMIC PERFORMANCE EVALUATION OF MID AND HIGH-RISE STOREY RC BUILDINGS USING TWO DIMENSIONAL FRAME MODELS

MSC THESIS

NESAR AHMAD ATAYI

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
CIVIL ENGINEERING**

(SUPERVISOR:PROF. DR. MEHMET İNEL)

DENİZLİ, AUGUST 2019

Turkey is located in an active seismic region. Our country has suffered great loss of life and property due to many devastating earthquakes in the past. As a result, it is important for earthquake engineering to predict the damage potential that earthquakes can cause. This study aims to investigate the relationship between strong ground motion parameters and seismic demands. In this context, 12 two-dimensional reinforced concrete frame models analyzed under 40 acceleration records using the linear elastic and nonlinear time history analyses. In this study, strong ground motion parameters compared to displacement demands and V / W ratio (base shear force and building weight ratio) which obtained from both analysis methods. When the results are analyzed, a higher correlation was observed between the ground motion parameters and the demands obtained for the linear models compared to the nonlinear models. The ground motion parameter, which calculates the highest correlation with the demands obtained, is Housner Intesity. Correlation coefficients for displacement demands and housner intensity were calculated as 0.76 and 0.66, respectively. While there is a high correlation with spectral acceleration demand for linear models, it decreases considerably in nonlinear behavior characteristics. Correlation coefficients of displacement demands, base shear force and V/W with ground motion parametres obtained for linear and nonlinear models with the equation derived by regression analysis were obtained as 0.9486,0.8049, 0.7108 and 0.8314, respectively. There is a significant improvement with the correlation coefficient obtained for the derived equation SaT_1 (spectral acceleration corresponding to the building period).

KEYWORDS: Mid and High Rise RCC Building, Time History Analysis, Linear Elastik Analysis, Seismic Performance, Two Dimensional Frame Models

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ	viii
SEMBOL LİSTESİ.....	ix
ÖNSÖZ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı	2
1.2 Literatür	2
2. MODELLEME VE YÖNTEM.....	6
2.1 Modelleme	6
2.1.1 Genel Bilgiler.....	6
2.1.2 Modellerin Özellikleri.....	6
2.1.3 Plastik Mafsal Teorisi ve Tanımlanması	8
2.2 Analiz Yöntemleri	10
2.2.1 Zaman Tanım Alanında Doğrusal Elastik Olmayan Analiz	10
2.2.2 Doğrusal Elastik Analiz ve Doğrusal Elastik Olmayan Analiz Yöntemleri Arasındaki Farklar	11
2.2.3 Korelasyon Analizi	11
2.2.4 Regresyon Analizi.....	12
3. İVME KAYITLARI VE İVME PARAMETRELERİ.....	13
3.1 İvme Kayıtların Özellikleri ve İvme Parametrelerin Değerleri	13
3.2 Spektral İvme Grafikleri.....	16
4. KUVVETLİ YER HAREKETİ.....	20
4.1 Giriş	20
4.2 Yer Hareketi Parametreleri.....	20
4.2.1 Genlik.....	20
4.2.1.1 Pik İvme (PGA)	20
4.2.1.2 Pik Hız (PGV).....	21
4.2.1.3 Pik Yer Değiştirme (PGD).....	21
4.2.2 Frekans İçeriği	23
4.2.2.1 Yer Hareketi Spektrumu	23
4.2.2.2 Spektral Parametreleri.....	25
4.2.2.3 <i>v_{max}/a_{max}</i>	26
4.2.3 Yer Hareketi Süre Değişkeni	26
4.2.4 Diğer Yer Hareketi Parametreleri	27
5. ANALİZ SONUÇLAR.....	29
5.1 Elde Edilen Mutlak Maksimum Çatı Deplasmanları	29
5.2 Elde Edilen Çatı Ötelenme Oranları.....	36
5.3 Elde Edilen V/W (Taban Kesme Kuvveti ile Bina Sismik Ağırlığı) Oranları.....	43
5.4 İvme Parametreleri İle Talepler Arası İlişkileri	50
5.5 Talepler ile İvme Parametreleri Arası Regresyon Analizi Sonuçları ..	77
6. SONUÇLAR VE BULGULAR	80

6.1	Elde Edilen Bulgular	80
6.2	Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler	81
7.	KAYNAKLAR.....	83
8.	ÖZGEÇMİŞ.....	85

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: 20 katlı modelin kalıp planı	8
Şekil 2.2: Plastik mafsalın tipik yük deformasyon ilişkisi.....	9
Şekil 3.1: İleri yönlendirmeli (Forward Directivity) depremlerin spektral ivme grafiği	16
Şekil 3.2: Z1 sınıfına ait A grubunda yer alan depremlerin spektral ivme grafiği	17
Şekil 3.3: Z2 sınıfına ait B grubunda yer alan depremlerin spektral ivme grafiği	17
Şekil 3.4: Z3 sınıfına ait C grubunda yer alan depremlerin spektral ivme grafiği	18
Şekil 3.5: Z4 sınıfına ait D grubunda yer alan depremlerin spektral ivme grafiği	18
Şekil 3.6: Kullanılan deprem ivme kayıtlarının ortalama spektral ivme grafiği	19
Şekil 4.1: İvme, Hız ve Yer değiştirme ile zaman grafikleri (Loma Prieta, 1989)	22
Şekil 4.2: Fourier Spektrumu (Loma Prieta, 1989).....	24
Şekil 4.3: Güç Spektrumu (Loma Prieta, 1989).....	24
Şekil 5.1: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve T/Tmean korelasyon grafiği (DEOA)	50
Şekil 5.2: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve T/Tmean korelasyon grafiği (DEA)	50
Şekil 5.3: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Maksimum Hız korelasyon grafiği (DEOA).....	51
Şekil 5.4: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Maksimum Hız korelasyon grafiği (DEA).....	51
Şekil 5.5: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Pik Yer değiştirme korelasyon grafiği (DEOA).....	52
Şekil 5.6: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Pik Yer değiştirme korelasyon grafiği (DEA).....	52
Şekil 5.7: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Vmax/Amax korelasyon grafiği (DEOA)	53
Şekil 5.8: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Vmax/Amax korelasyon grafiği (DEA)	53
Şekil 5.9: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Hız Spektrum Şiddeti korelasyon grafiği (DEOA).....	54
Şekil 5.10: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Hız Spektrum Şiddeti korelasyon grafiği (DEA).....	54
Şekil 5.11: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Arias Şiddeti korelasyon grafiği (DEOA).....	55
Şekil 5.12: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Arias Şiddeti korelasyon grafiği (DEA).....	55
Şekil 5.13: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Housner Şiddeti korelasyon grafiği (DEOA).....	56

Şekil 5.14: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Housner Şiddeti korelasyon grafiği (DEA).....	56
Şekil 5.15: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Karakteristik Şiddeti korelasyon grafiği (DEOA).....	57
Şekil 5.16: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Karakteristik Şiddeti korelasyon grafiği (DEA).....	57
Şekil 5.17: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Spesifik Enerji Yoğunluğu korelasyon grafiği (DEOA).....	58
Şekil 5.18: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Spesifik Enerji Yoğunluğu korelasyon grafiği (DEA).....	58
Şekil 5.19: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Kümülatif Mutlak Hız korelasyon grafiği (DEOA).....	59
Şekil 5.20: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Kümülatif Mutlak Hız korelasyon grafiği (DEA).....	59
Şekil 5.21: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve İvme Spektrum Şiddeti korelasyon grafiği (DEOA).....	60
Şekil 5.22: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve İvme Spektrum Şiddeti korelasyon grafiği (DEA).....	60
Şekil 5.23: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve A95 Parametre korelasyon grafiği (DEOA).....	61
Şekil 5.24: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve A95 Parametre korelasyon grafiği (DEA).....	61
Şekil 5.25: Tüm modellerin V/W oranı ve T/Tmean korelasyon grafiği (DEOA).....	62
Şekil 5.26: Tüm modellerin V/W oranı ve T/Tmean korelasyon grafiği (DEA).....	62
Şekil 5.27: Tüm modellerin V/W oranı ve Pik Hız korelasyon grafiği (DEOA).....	63
Şekil 5.28: Tüm modellerin V/W oranı ve Pik Hız korelasyon grafiği (DEA).....	63
Şekil 5.29: Tüm modellerin V/W oranı ve Pik Yer değiştirme korelasyon grafiği (DEOA).....	64
Şekil 5.30: Tüm modellerin V/W oranı ve Pik Yer değiştirme korelasyon grafiği (DEA).....	64
Şekil 5.31: Tüm modellerin V/W oranı ve Vmax/Amx korelasyon grafiği (DEOA).....	65
Şekil 5.32: Tüm modellerin V/W oranı ve Vmax/Amx korelasyon grafiği (DEA).....	65
Şekil 5.33: Tüm modellerin V/W oranı ve Hız Spektrum Şiddeti korelasyon grafiği (DEOA).....	66
Şekil 5.34: Tüm modellerin V/W oranı ve Hız Spektrum Şiddeti korelasyon grafiği (DEA).....	66
Şekil 5.35: Tüm modellerin V/W oranı ve Arias Şiddeti korelasyon grafiği (DEOA).....	67
Şekil 5.36: Tüm modellerin V/W oranı ve Arias Şiddeti korelasyon grafiği (DEA).....	67
Şekil 5.37: Tüm modellerin V/W oranı ve Housner Şiddeti korelasyon grafiği (DEOA).....	68
Şekil 5.38: Tüm modellerin V/W oranı ve Housner Şiddeti korelasyon grafiği (DEA).....	68

Şekil 5.39: Tüm modellerin V/W oranı ve Karakteristik Şiddeti korelasyon grafiği (DEOA)	69
Şekil 5.40: Tüm modellerin V/W oranı ve Karakteristik Şiddeti korelasyon grafiği (DEA)	69
Şekil 5.41: Tüm modellerin V/W oranı ve Spesifik Enerji Yoğunluğu korelasyon grafiği (DEOA).....	70
Şekil 5.42: Tüm modellerin V/W oranı ve Spesifik Enerji Yoğunluğu korelasyon grafiği (DEA).....	70
Şekil 5.43: Tüm modellerin V/W oranı ve Kümülatif Mutlak Hız korelasyon grafiği (DEOA).....	71
Şekil 5.44: Tüm modellerin V/W oranı ve Kümülatif Mutlak Hız korelasyon grafiği (DEA).....	71
Şekil 5.45: Tüm modellerin V/W oranı ve İvme Spektrum Şiddeti korelasyon grafiği (DEOA).....	72
Şekil 5.46: Tüm modellerin V/W oranı ve İvme Spektrum Şiddeti korelasyon grafiği (DEA).....	72
Şekil 5.47: Tüm modellerin V/W oranı ve A95 Parametre korelasyon grafiği (DEOA)	73
Şekil 5.48: Tüm modellerin V/W oranı ve A95 Parametre korelasyon grafiği (DEA)	73
Şekil 5.49: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ile SaT ₁ korelasyon grafiği (DEOA)	74
Şekil 5.50: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ile SaT ₁ korelasyon grafiği (DEA)	74
Şekil 5.51: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ile Sd korelasyon grafiği (DEOA)	75
Şekil 5.52: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ile Sd korelasyon grafiği (DEA)	75
Şekil 5.53: Çatı ötelenme oranı ile parametreler arası regresyon analizi (DEOA)	78
Şekil 5.54: Çatı ötelenme oranı ile parametreler arası regresyon analizi (DEA)	78
Şekil 5.55: Vt (taban kesme kuvveti) ile parametreler arası regresyon analizi (DEA)	79
Şekil 5.56: V/W oranı ile parametreler arası regresyon analizi (DEA)	79

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Çerçeve modellerin genel özellikleri	7
Tablo 2.2: DBYYHY-2007 göre eğilme mafsalı hasar sınır kriterleri.....	10
Tablo 3.1: Kullanılan deprem ivme kayıtların özellikleri.....	14
Tablo 3.2: Kullanılan deprem ivme kayıtların ivme parametreleri.....	15
Tablo 5.1: 10 Katlı Model Mutlak Maksimum Çatı Katı Deplasmanları (DEOA)	30
Tablo 5.2: 10 Katlı modelin Mutlak Maksimum Çatı Katı Deplasmanları (DEA)	31
Tablo 5.3: 15 Katlı modelin Mutlak Maksimum Çatı Katı Deplasmanları (DEOA)	32
Tablo 5.4: 15 Katlı modelin Mutlak Maksimum Çatı Katı Deplasmanları (DEA)	33
Tablo 5.5: 20 Katlı modelin Mutlak Maksimum Çatı Katı Deplasmanları (DEOA)	34
Tablo 5.6: 20 Katlı modelin Mutlak Maksimum Çatı Katı Deplasmanları (DEA)	35
Tablo 5.7: 10 Katlı modellerin mutlak maksimum çatı katı ötelenme oranları (DEOA).....	37
Tablo 5.8: 10 Katlı modellerin mutlak maksimum çatı katı ötelenme oranları (DEA).....	38
Tablo 5.9: 15 Katlı modellerin mutlak maksimum çatı katı ötelenme oranları (DEOA).....	39
Tablo 5.10: 15 Katlı modellerin mutlak maksimum çatı katı ötelenme oranları (DEA).....	40
Tablo 5.11: 20 Katlı modellerin mutlak maksimum çatı katı ötelenme oranları (DEOA).....	41
Tablo 5.12: 20 Katlı modellerin mutlak maksimum çatı katı ötelenme oranları (DEA).....	42
Tablo 5.13: 10 Katlı modellerin V/W oranları (DEOA)	44
Tablo 5.14: 10 Katlı modellerin V/W oranları (DEA).....	45
Tablo 5.15: 15 Katlı modellerin V/W oranları (DEOA)	46
Tablo 5.16: 15 Katlı modellerin V/W oranları (DEA).....	47
Tablo 5.17: 20 Katlı modellerin V/W oranları (DEOA)	48
Tablo 5.18: 20 Katlı modellerin V/W oranları (DEA).....	49
Tablo 5.19: V/W Oranı ve Çatı Ötelenme Oranları ile Yer Hareketi Parametreleri Arasındaki Korelasyon Katsayıları.....	77

SEMBOL LİSTESİ

L_p	:	Plastik mafsal boyu
V/W	:	Taban kesme kuvveti ile bina ağırlığı oranı
PGA	:	Pik İvme
PGV	:	Pik Hız
PGD	:	Pik Yer değiştirme
u	:	Deplasman
\dot{u}	:	Hız
\ddot{u}	:	İvme
I_a	:	Arias Şiddeti
a_{rms}	:	rms İvmesi
T_d	:	Kuvvetli hareketin süresi
λ_0	:	İvme karelerinin ortalaması
I_c	:	Karakteristik şiddeti
CAV	:	Kümülatif mutlak hız
V_{max}	:	Maksimum hız
A_{max}	:	Maksimum ivme
T_p	:	Baskın Periyod
HI	:	Housner Şiddeti

ÖNSÖZ

Tez çalışmanın gerçekleştirilmesinde, konusunun belirlenmesinde ve çalışmanın hazırlama sürecinin her aşamasında değerli bilgilerini ve tecrübelerini benden esirgemeyerek, araştırmamı tamamlamama imkân tanıyan, her fırsatta yardımcı olan değerli tez danışman hocam Prof. Dr. Mehmet İNEL'e teşekkürü bir borç bilirim.

Yine çalışmamda konu, kaynak ve yöntem açısından bana sürekli yardımda bulunarak, tezin son aşamasına gelene kadar bana yol gösteren, yoğun iş temposu arasında değerli vakitlerini ayırarak bana destek ve yardımlarını esirgemeyen kıymetli Dr. Öğr. Üyesi Bayram Tanık ÇAYCI hocama teşekkürü bir borç biliyor şükranlarımı sunarım

Tezimin başından sonuna kadar desteklerini esirgemeyen, tezimin yazmasında gereken düzeltmeleri yapmamada yardımcı olan değerli arkadaşım Yüksek İnşaat Mühendisi Irmak AVCI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Teşekkür az kalacağı diğer Yüksek Mühendis arkadaşlarımı Pınar Gökçe KARGI, Çiğdem ÇIRAK, Mustafa Akpınar ve Gizem Dündara teker teker sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Son olarak tüm eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen her zaman yanımda olan sevgili aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

1. GİRİŞ

Hareketsiz görünen yerküre devamlı titreşim halindedir. Öyle ki titreşimlerin büyük çoğunluğu çok zayıf olup ancak özel olarak tasarlanmış ölçüm cihazlarıyla tespit edilebilmektedir. Zayıf titreşimler mühendislik konularından daha çok sismologları ilgilendiren konular arasındadır. Ancak deprem mühendislerini, depremlerin oluşturduğu titreşimler, insanları ve çevresini etkileyecek güce sahip olan yer hareketleri ilgilendirmektedir. Yer hareketinin daha iyi tanımlanması için, deprem şiddetini ve hasar potansiyelini belirleyen yer hareketi parametrelerinin ve onları etkileyen sismolojik, jeolojik ve topografik faktörlerin iyi bir şekilde anlaşılması gerekir.

Deprem etkisinin yıkıcı olduğu yüzyıllardır bilinmektedir. Deprem mühendisliği, günümüz için birçok önemli problemin çözümü için kullanılabilir yöntemler ve teoriler geliştirmektedir. Deprem ivme kaydı frekans içeriğinin yapıya etkisi ve hasar potansiyeli konusunda çalışmalar başlamıştır. Aynı zamanda yıkıcı etkilere sebep olan birçok konu hakkında araştırmalar devam etmektedir.

Birçok ülkede yapıların büyük bir kısmı deprem bölgelerinde bulunmaktadır. Geçmişte yaşanan birçok yıkıcı depremin gelecekte de olabileceği kaygısı bu yönde araştırma yapılmasını gerekli kılmıştır. Genel olarak deprem mühendisliği çalışmalarında, yer hareketi ivme kaydı bir bütün olarak alınmakta ve yapıya olan etkileri incelenmektedir. Fakat deprem ivme kaydını oluşturan parametreler incelemelerde göz ardı edilmektedir. Bu durum yapılan araştırmalarda kullanılan ivme kaydı seçimlerinin genel olarak büyüklüğü ve süresine bağlı olarak seçilmesine sebebiyet vermektedir.

1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı

Deprem etkisinin daha iyi anlaşılabilmesi için güçlü yer hareketi parametrelerinin yapılar üzerindeki hasar potansiyellerinin incelenmesi gerekmektedir.

Bu sebeple tez çalışması kapsamında, depremin büyüklüğü ve süresi dışındaki parametrelerin yapı üzerindeki etkisinin ortaya konulması ve deprem mühendisliği ile ilgili literatürde az sayıda bulunan çalışmalara katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

Gerçekleştirilen çalışmada iki boyutlu 10, 15 ve 20 katlı 12 iki boyutlu çerçeve model DBYBHY-2007 kriterlerine göre SAP 2000 programı kullanılarak modellenmiştir. Geçmiş depremlere ait 40 farklı ivme kaydı kullanılarak zaman tanım alanında doğrusal ve doğrusal olmayan dinamik analizler gerçekleştirilmiştir.

Analizlerden elde edilen çatı katı deplasman ve taban kesme kuvveti talepleri, kullanılan ivme kayıtlarına ait birçok parametre ile karşılaştırılarak aralarındaki ilişki araştırılmıştır.

1.2 Literatür

Literatürde güçlü yer hareketi parametreleri, güçlü yer hareketi özellikleri ve doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analiz yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar aşağıda yer almaktadır.

Nurtuğ (1994) tarafından gerçekleştirilen çalışmada deprem yer hareketinin özelliklerini genel olarak değerlendirilmiştir. İzlenilen iki aşamalı yöntemde ilk olarak etkisel parametreler sonra da tepkisel parametreler incelenmiştir. Etkisel ve tepkisel özelliklerin değerlendirilme sırasında incelenen parametrelerin daha sonra deprem yer hareketinin hasar potansiyeli üzerindeki etkileri araştırılmıştır. İlk aşamada deprem yer hareketi pik ivmesi, pik hızı, kuvvetli yer hareket süresi, ivme zaman değişimini örten zarf şekli ve frekans bileşimi incelenmiştir. Deprem yer hareketinin hasar potansiyelini incelerken kullanılan en etkili araç enerjiye eşdeğer hız spektrumu olmuştur. Sonuç olarak, deprem yer hareketinin şiddetinin ölçülmesinde kullanılabilecek, tek serbestlik

dereceli sistemlerin enerji yayma özelliklerine dayanan bir hasar indeksinin tanımı yapılmıştır.

Akıncı ve diğ. (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ana şok anındaki pik ivme (PGA), pik hız (PGV) ve pseudo-ivme tepki spektrumu (%5 sönüm oranıyla) özellikleri araştırılmıştır. Bununla beraber pseudo-ivme tepki spektrumları Euro Code 8 tasarım spektrumu, yeni İtalyan yapı kodu (NTC08) ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca sismik diziyi kaydeden güçlü yer hareketi istasyonlarının kaynakla ilgili etkileri ve yer tepkisi incelenmiştir. Ana şokun kayıtları, kaynak etkilerinden kuvvetli bir şekilde etkilenmiş ve yırtılma yayılımının ters yönünde yer alan bölgelerde sistematik bir PGA ve PGV azalması ile güney doğu yönünde bir yönelme etkisi göstermiştir.

Ovalı (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Antakya kent merkezi ve çevre bölgelerinin bölgesel zemin etkilerine bağlı yer hareketinin hasar potansiyeli incelenmiştir. Bu bölgede meydana gelen depremler özellikle alüvyon yapılı alanlarda yer büyütmesi etkisi göstermektedir. Bu durum potansiyel bir risk bölgesi meydana getirmektedir. Sismik mikro bölgeleme çalışması yerleşim yerlerinin zemin özelliklerine bağlı olarak, depremden etkilenme duyarlıklarının belirlenmesinde bir risk analizi yapılmasına temel oluşturmaktadır. Bu çalışma kapsamında mikro tremor ölçümlerinin değerlendirilmesi ile bir hâkim titreşim periyod dağılım haritası oluşturulmuştur. Mikro tremor ölçümleri Antakya kent merkezi ve çevre mahallelerinde mümkün olan en uygun dağılım ile 49 noktada yapılmıştır. Hâkim titreşim periyotları ve buna bağlı olarak hesaplanan yer büyütmeleri Nakamura Yöntemi temel alınarak, mikro tremor değerlerinin yatay ve düşey spektral (H/V) oranlanmasından hesaplanmıştır. Bu çalışmanın sonucunda hâkim titreşim periyodu değişimlerine dayalı bir mikro bölgeleme haritası oluşturulmuş ve yüksek deprem riski içeren bölgeler yorumlanmıştır.

Hatzigeorgiou ve Liolios (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada 45 ardışık yer hareketine maruz kalan 8 betonarme düzlemsel çerçevenin elastik olmayan tepkileri üzerine araştırma yapılmıştır. İki grupta, düzenli ve düşeyde düzensiz çerçeveler incelenmiştir. İlk grup, Avrupa yönetmeliklerine göre sismik ve düşey yükler için tasarlanmıştır, ikincisi ise sadece düşey yükler için yeterli sismik tasarım kodu hükümlerinin getirilmesinden önce yapılan yapıları incelemek için tasarlanmıştır. Ayrıca, incelenen çerçeveler 40 yapay sismik ivme kaydına tabi

tutulmuştur. Elde edilen çıktılar değerlendirilmesi, önemli sonuçlar çıkarmak için kullanılmıştır. Yer hareketi kayıtlarının tepkisinin betonarme çerçevelerin tasarımı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, sıralı yer hareketlerinin süneklik taleplerinin, tek yer hareketlerinin taleplerine karşılık gelen uygun kombinasyonları kullanılarak doğru bir şekilde tahmin edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Sucuoğlu ve diğ. (1998) tarafından yapılan çalışmada yer hareketi parametrelerinin hasar potansiyeli eşdeğer tek serbestlik dereceli yapıların doğrusal elastik olmayan analizleri ile incelenmiştir. Çalışma kapsamında 0.4g pik ivmesi olan 94 adet yer hareketi seti kullanılıp analiz edilmiştir. Deprem yer hareketi, pik hız ile pik ivme oranı (V/A oranı) ve etkin uyarma süresine göre sınıflandırılmıştır. Bu parametrelerin hasar potansiyelinin etkisini incelemek için hassasiyet analizi ve olasılık teknikleri kullanılmıştır. V/A oranı ve etkin uyarma süresinin deprem yer hareketlerinin hasar potansiyelin önemli ölçüde etkilediği, ancak deprem uyarılarının sismik tasarım kodlarındaki spektral tanımlamaları ile uygun şekilde temsil edilemediği sonucuna varılmıştır.

Bilal (2013) tarafından yapılan çalışmada Türkiye'deki veriler için hissedilen şiddet ile ölçülen yer hareketi parametreleri arasında ilişki araştırılmıştır. Çalışma kapsamının ilk kısmında Türkiye için bölgesel ampirik Hasar Olasılık Matrisleri (HOM) oluşturulmuştur. İkinci kısımda doğrusal en küçük-kareler regresyon yöntemini kullanılarak hissedilen şiddet ile maksimum yer hareketi parametreleri arasındaki iki bağıntı araştırılmıştır. Bu iki bağıntı Değiştirilmiş Mercalli Şiddeti (MMI) ile Maksimum Yer İvmesi (MYİ) ve MMI ile Maksimum Yer Hızı (MYH) arasındadır. Şehir bazında Hasar Olasılığı Matrisi (DPM) Bolu, Sakarya ve Kocaeli ile karşılaştırıldığında, Sakarya'daki yerel zemin şartları betonarme bina performansını, yığma binalarından daha kötü etkilediği sonucuna varılmıştır.

İnel ve Özmen (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada yer hareketi parametreleri ve yapılar üzerine hasar potansiyelleri incelenmiştir. Bu çalışmada 1056 adet Tek Serbestlik Dereceli (SDOF) sistemin doğrusal olmayan deplasman talepleriyle 466 ivme kaydının 19 parametresinin korelasyonları incelenmiştir. Hasar ve yer hareketi özelliklerinin korelasyonu, kat ve zemin sınıfı sayısına göre değerlendirilmiştir. Hızla ilgili parametreler genellikle ivme, deplasman ve frekansla

ilişkili parametrelerden daha iyi sonuçlara sahip olduğu bulunmuştur. Hız Spektrumu Şiddeti ve Pik Hız parametrelerinin genel olarak tüm zemin sınıflarına ve kat grubu sayısı için en yüksek korelasyon değerlerine sahip olduğu bulunmuştur. Pik İvmenin ortak parametresi, efektif tasarım ivmesi ve karakteristik şiddeti gibi diğer parametrelerden hasarla daha düşük korelasyona sahip olduğu gösterilmiştir.

İnel ve diğ. (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada 2B ve 3B binaların sismik davranışları karşılaştırılmıştır. Çalışma kapsamında 2B ve 3B modellerin doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçlarının deplasman talepleri karşılaştırılmıştır. 10, 15 ve 20 katlı betonarme binaların X ve Y doğrultusunu dikkate alınarak 12 farklı ivme kaydı altında 288 adet dinamik analiz yapılmıştır. Binalar genellikle yer çekimi ve sismik yükler dikkate alınarak ilgili deprem yönetmeliğine göre tasarlanmıştır. Çalışma kapsamında 3B modellerde 2B gösterimlerin daha dikkatli modellenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca 2B doğrusal elastik modellerin 3B doğrusal olmayan modelleri doğru şekilde temsil etmediği gözlenmiştir. Bu nedenle, doğrusal modelleme sürecinde 3B modellerin kullanılması önerilmiştir.

Garg ve diğ. (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışma kapsamında en büyük A/V oranı ve yer hareketi frekans içeriği korelasyonu araştırılmıştır. Yer hareketleri genellikle üç öznel kategoriye ayrılır: sırasıyla düşük, orta ve yüksek frekans içeriklerini yansıtan düşük A/V, orta A/V ve yüksek A/V. Deprem dalgalarının frekans içeriği, ortalama periyot, (T_m) ve baskın periyot, (T_p) gibi tek frekanslı parametrelerle temsil edilmiştir. 3 ana depremden elde edilen veriler üzerinde doğrusal regresyon analizleri yapılmıştır. Regresyon analizleri, yer hareketinin baskın frekans içeriğinin, A/V oranı ile az bir korelasyon sergilediğini veya hiç korelasyonun olmadığını göstermiştir. A/V oranı, yer hareketinin yalnızca ortalama frekans içeriğinin bir tahminini elde etmek için ampirik bir parametre olarak kullanılmıştır.

2. MODELLEME VE YÖNTEM

2.1 Modelleme

2.1.1 Genel Bilgiler

Türkiye'deki yapı stoku çoğunlukla düşük ve orta katlı, küçük bir kısmı da yüksek katlı betonarme binalardan oluşmaktadır. Binaların önemli bir kısmı 1975 Deprem yönetmeliği ve 1998 Deprem yönetmeliği şartları dikkate alınarak tasarlanıp inşa edilmiştir. Şehirlerdeki hızlı nüfus artışı ile birlikte imar planlarında 10 katın üzerinde binaların sayıları hızla artmaktadır. Bu binaların önemli bir bölümü 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007) dikkate alınarak tasarlanmış ve inşa edilmiştir.

Gerçekleştirilen tez çalışmasında yapı modellemelerinde Sta4CAD v13 programı kullanılarak DBYBHY-2007'ye uygun olarak 10, 15 ve 20 katlı olmak üzere, toplamda 3 adet yapı modellenmiştir. Modellenen yapılardan statik yükler alınarak SAP 2000 ortamında oluşturulan gerçek modellere aktarılmıştır.

Her modelden X ve Y doğrultusunda modellerin dış ve iç akslarından 2 adet X, 2 adet Y doğrultusunda olmak üzere 2 boyutlu betonarme çerçeveler kullanılarak, doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analizleri gerçekleştirilmiştir.

2.1.2 Modellerin Özellikleri

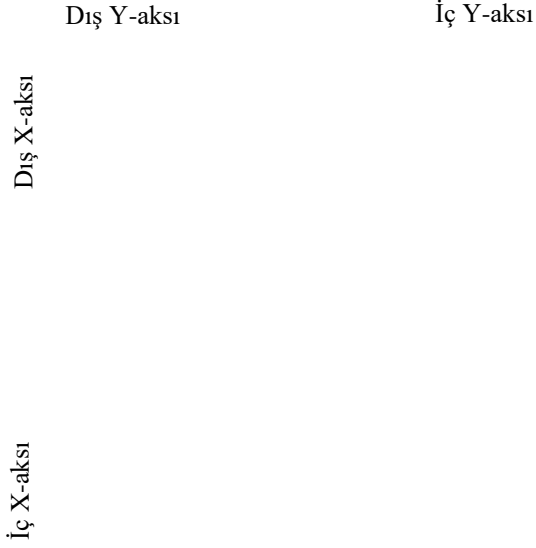
Yapılan tez çalışmasında toplam 12 adet 10, 15 ve 20 katlı betonarme çerçeve model kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan çerçeve modeller DBYBHY-2007'ye uygun olarak tasarlanan 3B bina modellerinden alınmıştır. Bu çalışmada doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analizler gerçekleştirilmiştir. Yapıların doğrusal elastik olmayan davranış özellikleri eleman

uçlarında tanımlanan plastik mafsal kabulü ile göz önüne alınmıştır. Çerçeve modellerin özellikleri Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1: Çerçeve modellerin genel özellikleri

Model	10 katlı dış-x aksı	10 katlı dış-y aksı	10 katlı iç-x aksı	10 katlı iç-y aksı	15 katlı dış-x aksı	15 katlı dış-y aksı	15 katlı iç-x aksı	15 katlı iç-y aksı	20 katlı dış-x aksı	20 katlı dış-y aksı	20 katlı iç-x aksı	20 katlı iç-y aksı
Kat Yüksekliği (m)	3				3				3			
Bina Yüksekliği (m)	30				45				60			
Periyot(s)	1.14	1.18	1.37	1.31	1.75	1.82	2.11	1.97	1.90	2.06	2.35	2.15
Kat Sayısı	10				15				20			
Beton Sınıfı	35 MPA											
Çelik Sınıfı	S420 (BÇIII)											
Yerel Zemin Sınıfı	Z3 (TA=0.15s, TB=0.6s)											
Deprem Bölgesi	1. Derece Deprem Bölgesi (0.4g)											

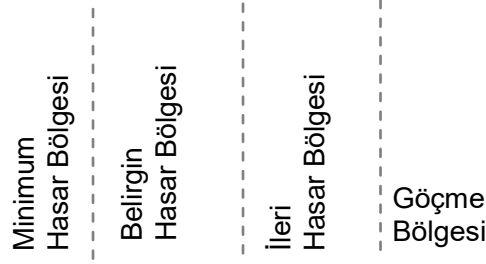
3 boyutlu modellere ait zemin kat kalıp planı görünümü Şekil 2.1’de verilmiştir. Her iki asal eksen doğrultusunda iç ve dış akslardan oluşmak üzere seçilen 2 boyutlu çerçeve modeller ise şekil üzerinde ayrıca belirtilmiştir.



Şekil 2.1: 20 katlı modelin kalıp planı

2.1.3 Plastik Mafsallı Teorisi ve Tanımlanması

Doğrusal elastik olmayan davranış eleman uçlarındaki plastik mafsallar ile tanımlanmıştır. Mander Sargılı Modeli kullanarak kritik kesitlerin moment-eğrilik ilişkileri mafsallara tanımlanmıştır. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik, 2007 (DBYBHY-2007) kullanılarak moment-eğrilik ilişkileri nihai deformasyon durumu belirlenmiştir. Plastik mafsallı boyu $L_p = h/2$ olarak hesaplanmıştır. (Mander vd., 1988).



Şekil 2.2: Plastik mafsallın tipik yük deformasyon ilişkisi

Şekil 2.2 incelediğinde plastik mafsalların tanımlanabilmesi için, B-C-D-E noktaların değerlerini bilinmesi gerekmektedir. Eğilme mafsallarında bu noktaların moment-eğrilik ilişkisi göz önünde tutularak belirlenmiştir. Bu sebeple kritik kesitlerde yanal donatı miktarı dikkate alınarak moment-eğrilik ilişkileri belirlenmiştir. Moment-eğrilik ilişkilerinin belirlenmesi için, sargılı beton birimi deformasyon-dayanım ilişkisi yoluyla yapılmıştır. Moment-eğrilik ilişkilerinin ve süneklik kriterlerinin belirlenmesiyle SEMAp (Özmen ve diğ. 2007; TÜBİTAK 105M024, 2008) yazılımı kullanılarak plastik mafsallar oluşturulmuştur.

Şekil 2.2’de gösterilen B noktası, akma noktasıdır. Akma noktası kesitin akma dayanımı ve eğilme rijitliği ile belirlenir. B noktasından sonra kesit doğrusal elastik olmayan davranışa geçmektedir. B ve C noktaları arasında, kesitin kapasitesi korunur veya pekleşme meydana gelir. C noktası kesitin göçme noktasıdır. C noktasından D noktasına düşerken kesitin kapasitesi azalır. D noktasının dayanımı, FEMA-356 ve ATC-40 esas alınarak akma dayanımının %20si olarak belirlenmiştir (FEMA-356, 2000; ATC-40, 1996). D noktasıyla E noktası arası kapasite bir süre korunur ve E noktasında kesit kapasitesini tamamen kaybeder.

MN (Minimum Hasar Sınırı), GV (Güvenlik Sınırı) ve GÇ (Göçme Sınırı) için beton ve çelik birim deformasyona bağlı limit değerler DBYBHY-2007 dikkate alınarak şekilde gösterilmiştir. Beton ve çelik deformasyona bağlı değerler Tablo 2.2’de verilmiştir.

Tablo 2.2: DBYYHY-2007 göre eğilme mafsalı hasar sınır kriterleri

Nokta	Beton Birim Deformasyonu ϵ_c	Çelik Birim Deformasyonu ϵ_s
B	Akma dayanımı ve eğilme rijitliği belirler.	
MN	$(\epsilon_{cu})_{MN} = 0.0035$	$(\epsilon_s)_{MN} = 0.01$
GV	$(\epsilon_{cg})_{GV} = 0.0035 + 0.01 (\rho_s / \rho_{sm}) \leq 0.0135$	$(\epsilon_s)_{GV} = 0.04$
GÇ	$(\epsilon_{cg})_{GC} = 0.004 + 0.014 (\rho_s / \rho_{sm}) \leq 0.018$	$(\epsilon_s)_{GÇ} = 0.06$
C-D	$(\epsilon_{cg})_C = 0.03$	$(\epsilon_s)_C = 0.5 \epsilon_{su}$
E	$(\epsilon_{cg})_D = 0.04$	$(\epsilon_s)_D = \epsilon_{su}$

Kolon ve kirişlerde kesme mafsalı tanımlanıp, bu mafsallarda herhangi bir süneklik hesaplanmamıştır. Elemanların kesme kapasitesine ulaştığında göçme durumuna geçtiği varsayılmıştır. Kesme kapasiteleri TS500'e (2000) göre hesaplanmıştır.

2.2 Analiz Yöntemleri

Çalışma kapsamında SAP2000 paket programı kullanılarak 10, 15 ve 20 katlı betonarme binaların, X ve Y doğrultusu iç ve dış akslarındaki çerçeve modelleri için doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analizler gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarını elde ettikten sonra korelasyon ve regresyon analiz yöntemleri kullanılmıştır.

2.2.1 Zaman Tanım Alanında Doğrusal Elastik Olmayan Analiz

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz taşıyıcı sistemdeki doğrusal elastik olmayan davranışı göz önüne alarak hareket denklemini adım adım sisteme entegre etmeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda her bir zaman aralığında sistemde oluşacak yer değiştirmeler, plastik şekil değiştirmeler ve iç kuvvetler hesaplanır. Hesaplanan bu parametreler ile deprem istemine karşı gelen maksimum değerleri elde

edilir. Zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz için bina türü yapılarda, yapay yollarla elde edilen, önceden kaydedilmiş veya benzeştirilmiş deprem yer hareketi kayıtları kullanılabilir.

Yapıların doğrusal elastik olmayan sismik davranışlarını belirlemek için en çok kullanılan yöntemlerden biri zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan dinamik analizidir. Bu yöntemde uygulanacak deprem kaydının belirlenmesi için DBYBHY-2007 yerel zemin koşullarını bağlı spektruma uygun ve yeterli sayıda deprem kaydını (en az 3 adet farklı deprem kaydı) kullanarak çözüm yapılması gerekmektedir.

2.2.2 Doğrusal Elastik Analiz ve Doğrusal Elastik Olmayan Analiz Yöntemleri Arasındaki Farklar

Önceden bahsedildiği gibi doğrusal elastik olmayan analiz yönteminde akma anına kadar kuvvet deplasman ilişkisinde artış gerçekleşirken, akma anından sonra ise kuvvet taşıma kapasitesinde değişiklik olmadan deplasman yapmaya devam etmektedir. Ancak doğrusal elastik analizde eğimin rijitliğe eşit olduğu doğrusal bir çizgi şeklindedir ve doğrusal olarak ulaşabildiği maksimum dayanım ve deplasman değerine ulaşır. Bu iki analiz yöntemin arasındaki en belirgin fark ise doğrusal elastik olmayan analizin kuvvetten daha çok deplasman tabanlı bir yöntem olmasıdır.

2.2.3 Korelasyon Analizi

Korelasyon analizi değişkenler arasında ilişki olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Değişkenler arasında ilişki bulunduğu takdirde ilişkinin yönünü ve gücünü ölçmek amacıyla kullanılan bir istatistiksel analiz tekniğidir. Analiz sonucunda ilişkinin kuvvetli, zayıf veya değişkenlerin birbirinden bağımsız olduğu şeklinde değerlendirme yapılabilmektedir. Eğer değişkenler arasında bir ilişki görülüyorsa bu ilişkinin gücünü sayısal olarak ölçmek için korelasyon katsayısı hesaplanmalıdır.

Korelasyon katsayısı iki değişken (veya değişkenler) arasında ne kadar değişim olacağı hakkında bilgi vermektedir. Korelasyon katsayısının büyük olması değişkenler arasında daha kuvvetli bir ilişki olduğunu gösterir.

2.2.4 Regresyon Analizi

Regresyon analizi iki veya ikiden fazla değişken arasındaki ilişkiyi ölçmek için kullanılan bir yöntemdir. Bir bağımsız değişken kullanıldığı regresyon analizi tek değişkenli regresyon analizi, birden fazla bağımsız değişken kullandığında çok değişkenli regresyon analizi olarak adlandırılmıştır.

Regresyon analizi birçok alanda veri analizi için başvurulan önemli bir istatistiksel yöntem olup değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklamak için kullanılır. Kısaca regresyon analizi, bağımlı bir değişken ile bağımlı değişken üzerinde etkisi olduğu varsayılan bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin matematiksel bir model ile açıklanmasıdır.

3. İVME KAYITLARI VE İVME PARAMETRELERİ

3.1 İvme Kayıtların Özellikleri ve İvme Parametrelerin Değerleri

Tez çalışma kapsamında toplam 40 adet ivme kaydı ve 16 adet ivme parametresi kullanılmıştır. Kullanılan ivme kayıtları PEER web sitesinden alınmıştır (PEER, <http://peer.berkeley.edu>).

Kullanılan deprem ivme kayıtlarının, 11 adedi zemin grubuna bakılmaksızın İleri Atım (Forward Directivity) depremleri temsil etmektedir. Bunun yanında A grubu zemin tipinden 5 adet, B grubu zemin tipinden 9 adet, C grubu zemininden 10 adet ve D grubu zeminden 5 adet ivme kaydı kullanılmıştır. Bununla beraber her ivme kaydının güçlü yer hareketi parametreleri Seismo Signal uygulamasını kullanılarak tez kapsamına eklenmiştir. DBYBHY-2007'e göre zemin tipleri Z1, Z2, Z3 ve Z4 şeklinde adlandırılmıştır. USGS sınıflandırma sisteminde A grubu kesme dalgası hızı 750 m/s ve üstü için, B grubu 360-750 m/s arası, C grubu 180-360 m/s ve D grubu 180 m/s içindir. Bu şartlar altında, Z1 grubunu A grubu, Z2 grubunu B grubu, Z3 grubunu C grubu ve Z4 grubunu D grubu temsil etmektedir. Çalışmada kullanılan deprem ivme kayıtları ve özellikleri Tablo 3.1'de ve güçlü yer hareketi parametre değerleri Tablo 3.2'de verilmiştir.

A, B, C ve D gruplardaki deprem ivme kayıtları PGA aralığının çeşitliliğini dikkate alınarak seçilmiştir. Seçilen ivme kayıtlarının en büyük ve en küçük pik değerleri olmasına özen gösterilmiştir. A ve D grupları ivme kayıtları kısıtlı olduğu için diğer gruplara göre daha azdır.

Tablo 3.1: Kullanılan deprem ivme kayıtların özellikleri

	No	Deprem Adı	Tarih	İstasyon	Bileşen	Deprem Kodu	Vs30(m/s)
FD	1	Cape Men.	1992.04.25	Petrolia	90	CAPEMEND-PET-090	712.8
	2	Duzce	1999.11.12	Bolu	90	DZC-BOL-090	326
	3	Erzincan	1992.03.13	Erzincan	EW	ERZ-EW	274.5
	4	Imperial V.	1979.10.15	Brawley Air	315	IMPVALL-BRA-315	208.7
	5	Kocaeli	1999.08.17	Duzce	270	KOC-DZC-270	276
	6	Kocaeli	1999.08.17	Gebze	0	KOC-GBZ-000	792
	7	Landers	1992.06.28	Lucerne	275	LANDERS-LCN-275	684.9
	8	Loma Pri.	1989.10.18	Los Gatos Lex	90	LOMAP-LEX-090	1070.3
	9	Morgan Hill	1984.04.24	C. Lake Dam	285	MORGAN-CYC-285	597.1
	10	Northridge	1994.01.17	Newhall F.	360	NORTHR-NWH-360	269.1
	11	Northridge	1994.01.17	Sylmar Ol	90	NORTHR-SYL-090	440.5
A	12	Italy	1980.11.23	Sturno	0	ITALY-STU-000	1000
	13	Italy	1980.11.23	Sturno	270	ITALY-STU-270	1000
	14	Kocaeli	1999.08.17	Izmit	180	KOCAELI-IZT-180	811
	15	Loma Pri.	1989.10.18	G. Array #1	90	LOMAP-G01-090	1428
	16	Northridge	1994.01.17	P.Dam (u. left)	194	NORTHR-PUL-194	2016.1
B	17	Chi-Chi	1999.09.20	TCU45	W	CHICHI-TCU-45-W	704.6
	18	Gazli	1976.05.17	Karakyr	0	GAZLI-GAZ-000	659.6
	19	Kobe	1995.01.16	Nishi-Akashi	0	KOBE-NIS-000	609
	20	Landers	1992.06.28	Joshua Tree	90	LANDERS-JOS-090	379.3
	21	Loma Pri.	1989.10.18	H.S. Pine	0	LOMAP-HSP-000	370.8
	22	Loma Pri.	1989.10.18	H.S. Pine	90	LOMAP-HSP-090	370.8
	23	Loma Pri.	1989.10.18	Saratoga WVC	270	LOMAP-WVC-270	370.8
	24	Northridge	1994.01.17	Pacoima KC	360	NORTHR-PKC-360	508.1
	25	Northridge	1994.01.17	Sepulveda VA	360	NORTHR-SPV-360	380.1
C	26	Imperial V.	1979.10.15	El C.Array #5	140	IMPVALL-H-E05140	205.6
	27	Kocaeli	1999.08.17	Duzce	180	KOCAELI-DZC180	276
	28	Landers	1992.06.28	Yermo Fire St.	360	LANDERS-YER360	353.6
	29	Loma Pri.	1989.10.18	G.Array #3	90	LOMAP-G03090	349.9
	30	Northridge	1994.01.17	Canoga Park	196	NORTHR-CNP196	267.5
	31	Northridge	1994.01.17	Tarzana	360	NORTHR-TAR360	257.2
	32	Northridge	1994.01.17	Hollyw. W.A	180	NORTHR-WIL180	234.9
	33	N. Palm Sp.	1986.07.08	N. Palm Sp.	210	PALMSPR-NPS210	345.4
	34	Spitak	1988.12.07	Gukasian	0	SPITAK-GUK000	274.5
	35	Whittier N.	1987.10.01	Santa Fe Spr.	48	WHITTIER-A-EJS048	308.6
D	36	Imperial V.	1979.10.15	El C. Array #11	230	IMPVALL-H-E11230	196.3
	37	Kocaeli	1999.08.17	Ambarli	0	KOCAELI-ATS000	175
	38	Loma Pri.	1989.10.18	Treasure Island	90	LOMAP-TRI090	155.1
	39	Parkfield	1966.06.28	Cholame #2	65	PARKF-C02065	184.8
	40	S. Hill (B)	1987.11.24	El Centro Imp. Co. Cent	0	SUPERST-B-ICC000	192.1

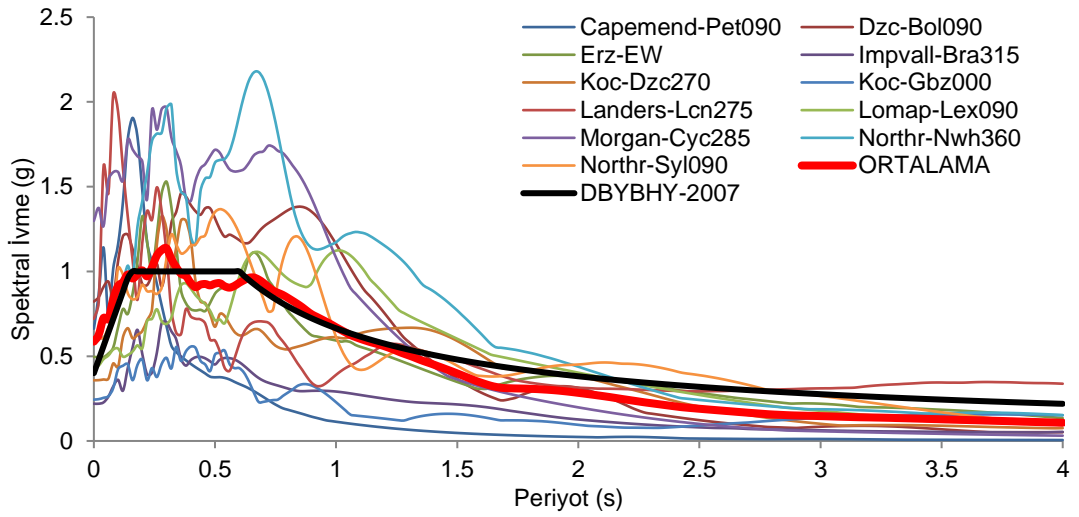
Tablo 3.2: Kullanılan deprem ivme kayıtların ivme parametreleri

DEPREM İVME KAYITLARI	Pik İvme (g)	Pik Hız (cm/s)	Pik Yer değiştirme (cm)	Vmax / Amax: (sa.)	Arias Şiddeti (m/s)	Karakteristik Şiddeti (Ic)	Spesifik Enerji Yoğunluğu (cm ² /s)	Kümülatif Mutlak Hız (cm/s)	Hız Spektrum Şiddeti (cm)	Housner Şiddeti (cm)	A95 parametre (g)
CAPEMEND-PET090	0.66	0.22	34.53	0.03	0.96	0.07	0.01	3.82	0.71	0.41	0.66
CHICHI-TCU45W	0.47	0.37	402.40	0.08	1.37	0.07	0.37	8.34	1.16	1.08	0.47
DZC-BOL090	0.82	0.62	131.74	0.08	2.33	0.12	0.31	8.34	2.55	2.37	0.82
ERZ-EW	0.50	0.64	219.30	0.13	1.69	0.11	0.38	6.73	2.25	2.17	0.49
GAZLI-GAZ000	0.61	0.65	253.25	0.11	4.65	0.21	0.51	13.29	2.30	2.13	0.60
IMPVALL-BRA315	0.22	0.39	133.81	0.18	0.42	0.03	0.09	4.21	0.96	0.94	0.22
IMPVALL-H-E05140	0.52	0.47	353.99	0.09	1.62	0.09	0.49	7.77	1.78	1.68	0.52
IMPVALL-H-E11230	0.38	0.42	185.96	0.11	1.54	0.09	0.17	7.31	1.28	1.06	0.38
ITALY-STU000	0.25	0.37	116.38	0.15	1.10	0.07	0.19	7.38	1.34	1.37	0.25
ITALY-STU270	0.36	0.53	331.34	0.15	1.31	0.08	0.49	7.55	1.60	1.64	0.36
KOBE-NIS000	0.51	0.37	93.34	0.07	3.30	0.15	0.19	12.55	1.64	1.46	0.50
KOCAELI-ATS000	0.25	0.40	350.87	0.17	0.82	0.05	0.30	7.88	1.10	1.05	0.25
KOCAELI-DZC180	0.31	0.59	441.32	0.19	1.04	0.06	0.67	7.44	1.61	1.56	0.31
KOCAELI-IZT180	0.15	0.23	98.23	0.15	0.54	0.04	0.08	5.92	0.93	0.89	0.15
KOC-DZC270	0.36	0.47	244.21	0.13	1.27	0.08	0.33	6.36	2.32	2.26	0.36
KOC-GBZ000	0.24	0.53	683.46	0.22	0.54	0.04	0.42	4.54	0.72	0.73	0.24
LANDERS-JOS090	0.28	0.43	143.19	0.15	2.34	0.10	0.37	17.21	1.74	1.64	0.28
LANDERS-LCN275	0.72	0.98	703.47	0.14	6.91	0.23	1.65	23.41	1.91	1.99	0.71
LANDERS-YER360	0.15	0.30	248.34	0.20	0.68	0.04	0.21	8.61	0.95	0.91	0.15
LOMAP-G01090	0.47	0.34	80.52	0.07	1.65	0.11	0.06	5.85	1.53	1.13	0.47
LOMAP-G03090	0.37	0.45	193.33	0.12	1.32	0.08	0.18	8.08	1.70	1.65	0.36
LOMAP-HSP000	0.37	0.62	303.07	0.17	2.11	0.10	0.50	10.78	2.53	2.52	0.37
LOMAP-HSP090	0.18	0.29	179.74	0.17	0.71	0.04	0.31	7.92	1.11	1.08	0.17
LOMAP-LEX090	0.43	0.86	300.88	0.20	1.73	0.11	0.41	6.61	2.83	2.74	0.43
LOMAP-TRI090	0.16	0.33	114.65	0.21	0.36	0.02	0.11	3.87	1.28	1.33	0.16
LOMAP-WVC270	0.33	0.62	362.92	0.19	1.22	0.07	0.55	7.69	1.92	1.81	0.33
MORGAN-CYC285	1.30	0.81	95.69	0.06	3.80	0.20	0.24	8.84	2.96	2.41	1.29
NORTHR-CNP196	0.42	0.61	202.72	0.15	2.76	0.13	0.37	12.65	2.34	2.18	0.41
NORTHR-NWH360	0.59	0.97	381.57	0.17	5.60	0.24	0.73	13.89	3.99	3.51	0.58
NORTHR-PKC360	0.43	0.51	79.60	0.12	1.78	0.09	0.18	9.30	1.72	1.56	0.43
NORTHR-PUL194	1.29	1.04	230.97	0.08	8.55	0.33	0.45	16.73	3.34	2.82	1.28
NORTHR-SPV360	0.94	0.76	150.36	0.08	6.76	0.27	0.44	16.19	2.50	2.28	0.93
NORTHR-SYL090	0.60	0.78	168.18	0.13	2.56	0.13	0.44	9.77	2.59	2.61	0.60
NORTHR-TAR360	0.99	0.77	307.28	0.08	16.42	0.50	0.80	31.12	3.07	2.60	0.96
NORTHR-WIL180	0.25	0.34	63.14	0.14	0.91	0.06	0.09	6.76	1.38	1.21	0.24
PALMSPR-NPS210	0.59	0.73	114.58	0.13	1.97	0.12	0.19	7.06	2.29	2.02	0.59
PARKF-C02065	0.48	0.75	224.15	0.16	1.75	0.10	0.30	7.21	2.40	2.36	0.47
SPITAK-GUK000	0.20	0.29	97.12	0.15	0.28	0.02	0.06	3.57	0.85	0.77	0.20
SUPERST-B-ICC000	0.36	0.46	129.61	0.13	0.98	0.06	0.11	7.03	1.61	1.38	0.35
WHITTIER-A-EJS048	0.43	0.38	35.37	0.09	1.29	0.08	0.04	6.08	1.26	0.89	0.42

3.2 Spektral İvme Grafikleri

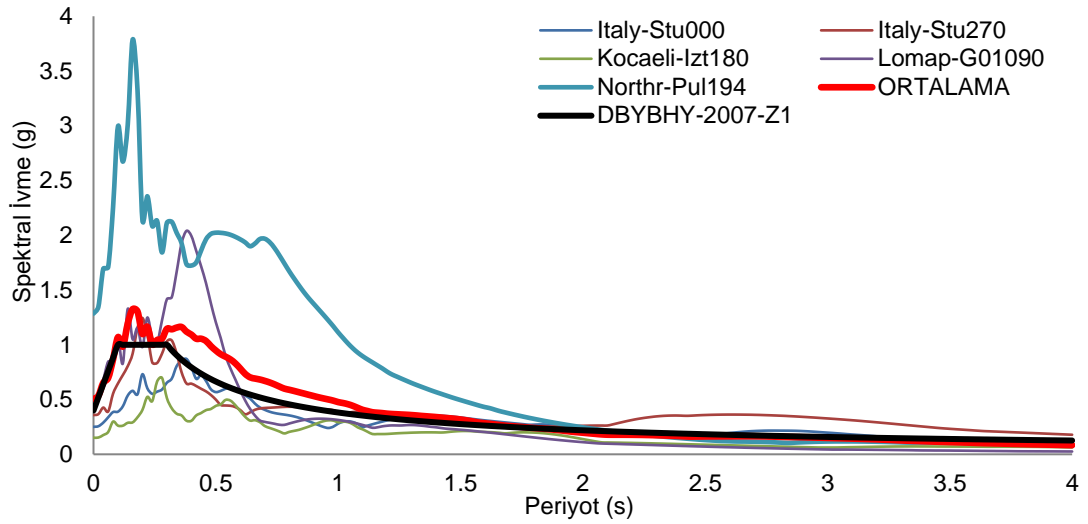
Tez kapsamında kullanılan depremler için hesaplanmış olan elastik tepki spektrumları ve ortalamaları Şekil 3.1-3.6'da gösterilmiştir.

Elde edilen ortalama spektral ivme değerleri DBYBHY-2007'ye göre kıyaslanmıştır. Şekil 3.1'de ileri yönlendirmeli deprem kayıtlarından elde edilen ortalama spektral ivme değerleri DBYBHY-2007'ye göre 1. derece deprem bölgesinde 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem için Z3 sınıfı zemin grubuyla uyumlu olduğu görülmektedir.



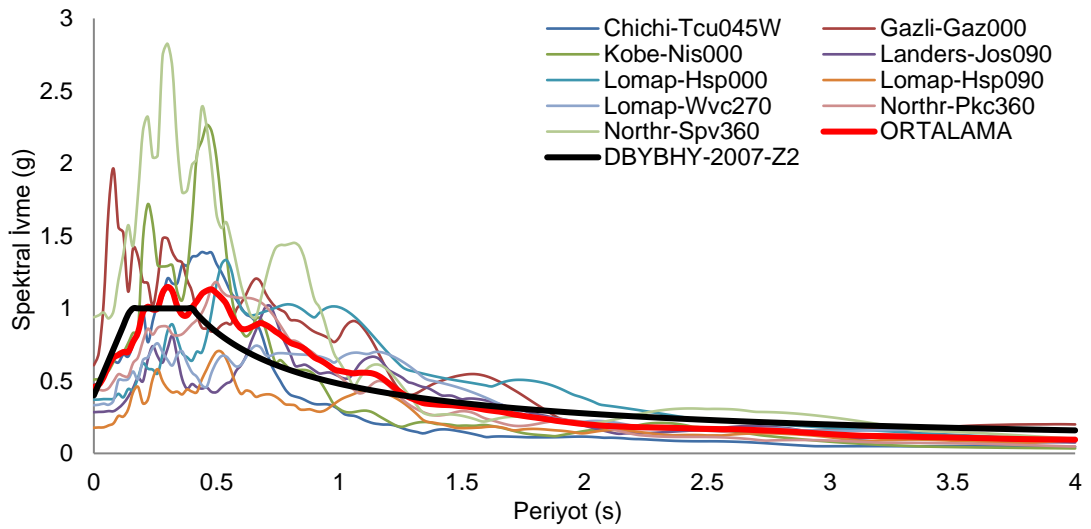
Şekil 3.1: İleri yönlendirmeli (Forward Directivity) depremlerin spektral ivme grafiği

Şekil 3.2'de A grubu zeminden elde edilen deprem kayıtlarının ortalama spektral ivme değerleri DBYBHY-2007'ye göre 1. derece deprem bölgesinde 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem için Z1 sınıfı zemin grubuyla aynı grafik üzerinde gösterilmiştir. Ortalama spektrumun belirli bir bölgede yönetmelik spektrumunun bir miktar üzerinde diğer kısımlarda ise uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 3.2: Z1 sınıfına ait A grubunda yer alan depremlerin spektral ivme grafiği

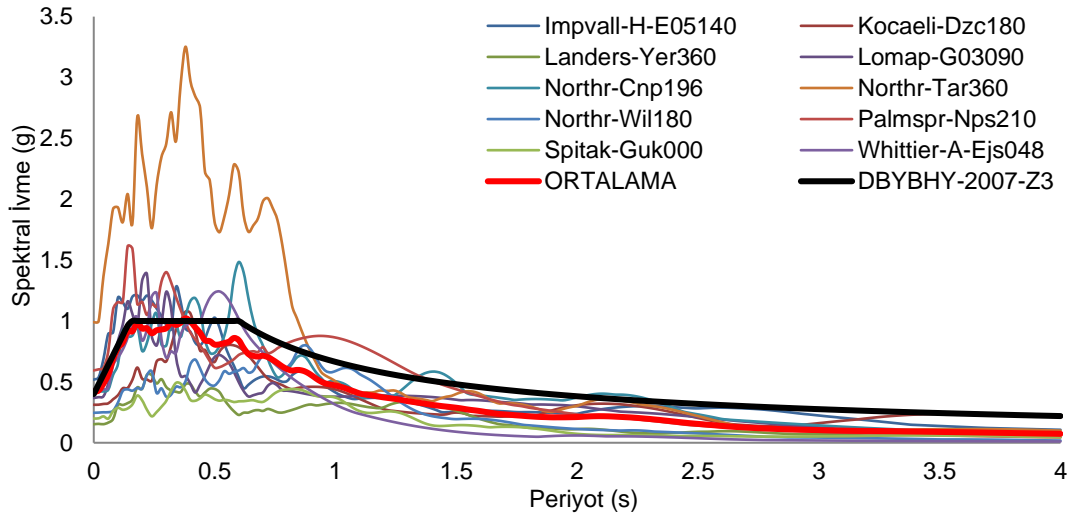
Şekil 3.3'te B grubu zeminden elde edilen deprem kayıtlarının ortalama spektral ivme değerleri DBYBHY-2007'ye göre 1. derece deprem bölgesinde 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem için Z2 sınıfı zemin grubuyla aynı grafik üzerinde gösterilmiştir. Ortalama spektrumun belirli bir bölgede yönetmelik spektrumunun bir miktar üzerinde diğer kısımlarda ise uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 3.3: Z2 sınıfına ait B grubunda yer alan depremlerin spektral ivme grafiği

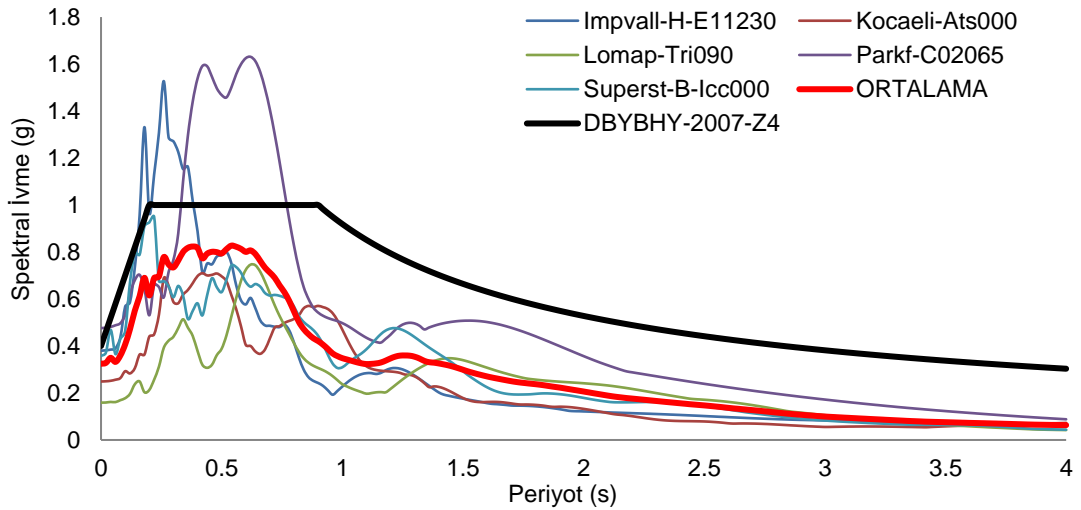
Şekil 3.4'te C grubu zeminden elde edilen deprem kayıtlarının ortalama spektral ivme değerleri DBYBHY-2007'ye göre 1. derece deprem bölgesinde 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem için Z3 sınıfı zemin grubuyla aynı grafik üzerinde

gösterilmiştir. Ortalama spektrumun yönetmelik spektrumunun genel olarak bir miktar altında kaldığı görülmektedir.



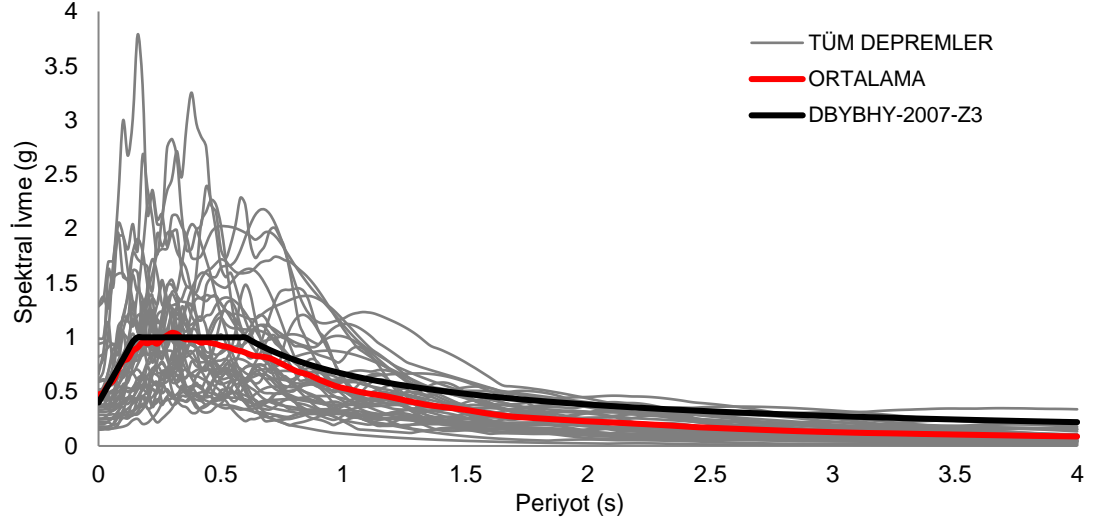
Şekil 3.4: Z3 sınıfına ait C grubunda yer alan depremlerin spektral ivme grafiği

Şekil 3.5'te D grubu zeminden elde edilen deprem kayıtlarının ortalama spektral ivme değerleri DBYBHY-2007'ye göre 1. derece deprem bölgesinde 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem için Z4 sınıfı zemin grubuyla aynı grafik üzerinde gösterilmiştir. Ortalama spektrumun yönetmelik spektrumunun oldukça altında kaldığı görülmektedir.



Şekil 3.5: Z4 sınıfına ait D grubunda yer alan depremlerin spektral ivme grafiği

Şekil 3.6’da tüm deprem kayıtlarının ortalama spektral ivme değerleri DBYBHY-2007’ye göre 1. derece deprem bölgesinde 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem için Z3 sınıfı zemin grubuyla genel olarak uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 3.6: Kullanılan deprem ivme kayıtlarının ortalama spektral ivme grafiği

4. KUVVETLİ YER HAREKETİ

4.1 Giriş

Depremlerden kaynaklanan yer hareketinin öngörülmesi zor ve karmaşık bir konudur. Bu hareketlerin tamamen tanımlanabilmesi için doğrusal hareketin üç bileşeni ve dönmenin üç bileşenine ihtiyaç duyulur. Genellikle uygulamalarda dönme bileşenleri ihmal edilir. Yer hareketi ölçümleri ise doğrusal hareketin üç bileşenini kullanılarak da yapılabilmektedir.

Yer hareketinin mühendislik açısından özelliklerini tanımlamak ve bu özellikleri yansıtan yer hareketi parametrelerini belirlemek gerekir. Bu özellikler üç önemli parametre ile ifade edilmektedir. Bunlar genlik, frekans içeriği ve hareketin süresidir. Uygulamada yer hareketini yeterli ölçüde tanımlayabilmek adına bu üç parametreden en az ikisi kullanılmaktadır.

4.2 Yer Hareketi Parametreleri

4.2.1 Genlik

Genlik genel olarak harmonik titreşimde, hareketin ortalama değerden en fazla ayrıldığı miktardır. Yer hareketin çoğunlukla zaman kayıtları ile tanımlanması yapılmaktadır. Bu parametreler ivme, hız ve yer değiştirir. Ölçmek için bu parametrelerden biri seçilip ölçülür ve diğer iki parametre integral veya türev yardımı ile hesaplanır.

4.2.1.1 Pik İvme (PGA)

Pik ivme (PGA) kaydedilmiş en büyük ivmedir. Pik ivme genellikle dikey ve yatay bileşenlere ayrılır. Yapılar üzerinde yatay bileşenler genellikle düşey bileşenlerden daha etkilidir. Bu nedenle pik yatay ivme (PHA) çoğunlukla pik düşey

ivmelerden (PVA) daha büyüktür. Mühendislik tasarımlarında PVA genel olarak PHA'nın üçte ikisi kadar kabul edilmektedir. Ancak bu iki ivme parametresi oranının değişken olduğunu belirtilmiştir, fakat orta ve büyük depremlerde yakın mesafelerde üçte ikiden büyük, uzak mesafelerde ise üçte ikiden daha küçük olduğu gösterilmiştir. Yatay ivmeler ve atalet kuvvetleri nindoğal ilişkisinden dolayı, yer hareketini tanımlamada sıkça kullanılmaktadır (Kramer 2003).

Yer hareketinin genliğini belirlemek için çoğunlukla pik yatay ivme (PHA) alınmaktadır. Bir hareket bileşeni için PHA, çok basit olarak o bileşenin akselerogramından elde edilen yatay ivme (mutlak) değerinin en büyüğüdür. Yatay ivmeler atalet kuvvetleri ile olan doğal ilişkilerinden dolayı yer hareketini tanımlamada sıkça kullanılmaktadır.

$$PGA = \max|a(t)| \quad (4.1)$$

4.2.1.2 Pik Hız (PGV)

Genlik parametrelerinden bir diğer önemli parametre de pik yatay hızdır (PHV). Hız, yer hareketinin yüksek frekans içeriğini daha az duyarlı olduğundan; orta frekanslardaki yer hareketinin genliğini iyi bir şekilde tanımlama işlemi PHA'ya göre PHV ile daha iyi yapılmaktadır. Bu orta frekans aralığındaki yüklemelere karşı duyarlı yapı ve tesisler (yüksek veya senek binalar köprüler vb.) için potansiyel hasarı sağlıklı bir şekilde belirlemede PHV çok daha üstündür. Ayrıca PHV deprem şiddeti ile ilişkilendirilmiştir (Trifunac ve Brady, 1975; Krinitzsky ve Chang, 1988)

$$PGV = \max|v(t)| \quad (4.2)$$

4.2.1.3 Pik Yer Değiştirme (PGD)

Pik yer değiştirme bir deprem hareketinin genellikle düşük frekanslı bileşenleri ile ilişkilidir. Ancak, filtreleme ve akselerogramların integrali sinyal proses hataları ve uzun periyotlu gürültüden dolayı doğru bir şekilde tanımlanmaları genellikle zor olmaktadır (Campbell, 1985; Joyner ve Boore, 1988). Sonuçta Yer değiştirme yer

hareketi ölçüsü olarak PGA ve PGV'den daha az kullanılmaktadır. Tipik bir yer hareketi tanımlanmasına ilişkin ivme, hız ve yer değiştirme zaman kayıtlarına ait dalga formları grafik olarak Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

$$PGD = \max|d(t)| \quad (4.3)$$

Şekil 4.1: İvme, Hız ve Yer değiştirme ile zaman grafikleri (Loma Prieta, 1989)

4.2.2 Frekans İçeriği

Bir yer hareketi genliğinin değişik frekanslarda dağıldığını tanımlamak için frekans içeriği parametreleri kullanılmaktadır. Frekans içeriği, bir yer hareketi genliğinin değişik frekanslar arasında nasıl dağıldığını tanımlamaktadır. Bir deprem hareketinin frekans içeriğinin o hareketin etkilerine katkısı çok büyük olduğundan, hareketin özelliklerinin tanımlanması onun frekans içeriğini dikkate almadan tanımlanmış sayılmaz.

4.2.2.1 Yer Hareketi Spektrumu

Herhangi bir periyodik fonksiyon (yani sabit bir şekilde kendini tam olarak tekrarlayan bir fonksiyon) farklı frekans, genlik ve faza ait basit harmonik terimlerin serilerinin toplamı olan Fourier analizi ile ifade edilebilir. Fourier serisini kullanarak aşağıdaki gibi bir periyodik denklem yazılabilir.

$$x(t) = c_0 + \sum_{n=1}^{\infty} c_n \sin(\omega_n t + \varphi_n) \quad (4.4)$$

Yukarıdaki denklemde c_n ve φ_n sırasıyla, Fourier serisinin n 'inci terimin genliği ve faz açısıdır.

Fourier Spektrumları: Deprem dalgası bileşenlerine ayrılırken, hangi dalga bileşeninin genliğinin küçük olduğunu belirtmek, deprem dalgasının karakteri bakımından çok önemlidir. Özellikle, büyük genlikli bir bileşen bulunması halinde bu bileşenin hâkim durumda olduğu söylenir. Böyle bir dalga bileşenini frekans veya periyoduna, hâkim frekans ve hâkim periyod denir. Bunun için, zamana göre çizilmiş yer hareketi, Fourier dönüşümü uygulanarak frekans tanım alanına dönüştürülür. Fourier spektrumu (Şekil 4.2), asıl dalganın hangi frekans bileşenlerini içerdiğini ve hangi bileşenlerin genliğinin büyük olduğunu göstermek bakımından, o deprem dalgasının yapıları yapacağı etkinin kestirilmesinde yarar sağlar (Ohsaki, 1976).

Denklem 4.4'te verilen genliği ile frekans (c_n ile ω_n) ilişkisini gösteren grafiğe Fourier genlik spektrumu, faz açısı ile frekans (φ_n ile ω_n) ilişkisini gösteren grafiğe

de Fourier faz spektrumu denir. Fourier genlik spektrumu yer hareketin genliğinin frekansa (veya periyoda) göre nasıl dağıldığını gösterir.

Şekil 4.2: Fourier Spektrumu (Loma Prieta, 1989)

Güç Spektrumu: Güç spektrumu, Fourier spektrumu değerlerinin karelerini göstermektedir. Fourier spektrumuna göre daha iyi bir görünüŐ elde edilir (Şekil 4.3). Dalga bileŐenlerinin yapılar üzerinde meydana getireceği etki, güç spektrumunda daha belirgin olmaktadır (Ohsaki, 1976). Bir yer hareketinin frekans içeriği güç spektrumu veya güç spektrumu yoğunluk fonksiyonu ile tanımlanabilir. Güç spektrumu yoğunluk fonksiyonu ile bir yer hareketinin istatistiksel özellikleri bulunabilir ve rastgele titreşim teknikleri kullanılarak tepki hesaplanabilir (Clough ve Penzien, 1975; Vanmarcke, 1976; Yang, 1986).

Şekil 4.3: Güç Spektrumu (Loma Prieta, 1989)

Tepki Spektrumu: Deprem dalgasının yalnız kayda bakılarak anlaşılabilen çeşitli karakteristikleri, özellikle yapılar üzerindeki etkisi tepki spektrumlarında açıkça görülür. Fourier spektrumu, deprem dalgasının kendi frekans özelliklerini ifade eder ve yapı kavramı ile ilişkisi yoktur. Buna karşılık tepki spektrumu, belli bir deprem dalgasının, tek serbestlik dereceli (TSD) sistem ile ifade edilen yapıların maruz kalacağı en büyük etkiyi ifade etmektedir. İvme, hız ve yer değiştirme tepki spektrumlarının hepsine birden genel bir terim olarak “tepki spektrumu” denir.

Bu parametrelerin her birinin maksimum değerleri TSD sistemin sadece doğal frekans ve sönümleme oranına bağlıdır. İvme, hız ve yer değiştirmenin maksimum değerleri sırasıyla, spektral ivme (S_a), spektral hız (S_v) ve spektral yer değiştirme (S_d) olarak ifade edilir. Doğal periyodu sıfır (sonsuz doğal frekans) olan bir TSD sistemin rijit olduğuna ve spektral ivmesinin de pik yer ivmesine eşit olduğu kabul edilir. Spektral ivme, spektral hız ve spektral yer değiştirme aşağıdaki basit bağıntılarla birbirleriyle yaklaşık olarak ilişkilendirilebilmektedir.

$$S_d = |u|_{max} \quad (4.5)$$

$$S_v = |\dot{u}|_{max} \approx \omega_0 S_d \approx PSV \quad (4.6)$$

$$S_a = |\ddot{u}|_{max} \approx \omega_0 S_v \approx PSA \quad (4.7)$$

Yukarıdaki denklemlerde görüldüğü üzere, u ve ω_0 TSD sistemin sırasıyla yer değiştirme ve doğal frekansıdır. PSV (pseudo-spektral-hız) ve PSA (pseudo-spektral-ivme) hız ve ivmenin gerçek maksimum değerleri olmasa da kaydedilmiş kuvvetli yer hareketlerinin en büyük değerlerine çok yakındır. Pseudo-spektral değerlerin pratikte spektral değerlere genellikle eşit olduğu kabul edilir (Kramer, 2003).

4.2.2.2 Spektral Parametreleri

Bir önceki bölümde açıklandığı üzere, kuvvetli yer hareketini karakterize etmede kullanılabilen spektrumların her biri karmaşık fonksiyonlar olup, zamana bağlı kayıtlarda olduğu gibi bunları tam anlamıyla tanımlayabilmek için çok miktarda veri gerekmektedir. Her bir spektrumdan önemli bilgiler çıkarabilmek amacıyla çok sayıda spektral parametre öne sürülmüştür (Kramer, 2003).

Baskın Periyod (Predominant Period): Yer hareketinin frekans içeriğini temsil eden kullanışlı tek parametre baskın periyodudur (T_p). Baskın periyod, Fourier genlik spektrumunda en büyük değere karşılık gelen titreşim periyodu olarak tanımlanmaktadır. Fourier genlik spektrumunda istenmeyen pik etkisinden kaçınmak için baskın periyod genellikle düzleştirilmiş spektrumdan elde edilmektedir. Frekans içeriği konusunda baskın periyod bazı bilgiler sağlarken, farklı frekans içeriğine sahip hareketlerin aynı baskın periyoda sahip olabileceğini de unutmamak gerekir. Mesafeye bağlı olarak frekans içeriğinin değişiminin bir özelliği Fourier genlik spektrumunun maksimum değerinin düşük frekanslara (uzun periyodlara) kaymasıdır. Bunun sonucunda, artan uzaklıkla birlikte baskın periyot da büyür (Kramer, 2003).

Bant Genişliği: Fourier genlik spektrumunun en büyük değeri baskın periyodu belirlemede kullanılabilir, ancak spektral genliklerin baskın periyot etrafında nasıl saçıldıklarına ilişkin bilgi vermez. Bant genişliği, genellikle Fourier spektrumunun maksimum genliğinin 1/2 ile çarpılmasıyla elde edilir.

4.2.2.3 v_{max}/a_{max}

v_{max}/a_{max} oranı iç hareketlerinin frekans içeriğini açıklayabilen bilgilendirici bir ölçüdür. PGA ve PGV genellikle farklı frekansların hareketleriyle ilişkilendirildiğinden, v_{max}/a_{max} oranı hareketin frekans içeriği ile ilişkilendirilmelidir. v_{max}/a_{max} oranı, yakın-fay yer hareketlerinin hasar potansiyelini karakterize etmek için pratik bilgiler elde eder, ve bir yıkım ölçüsü olarak kabul edilebilir.

4.2.3 Yer Hareketi Süre Değişkeni

Deprem anında kuvvetli titreşimin süresi, yapısal hasarlar üzerinde ve inşaat ve deprem mühendislik problemlerinde önemli rol oynamaktadır. Kısa süreli genliği yüksek olan bir hareket, yapılarda yıkıcı bir hareket olmayabilir. Ancak, uzun süreli genliği orta düzeyde bir hareket yapılar üzerinde yüksek derecede hasarlara neden olabilir.

Yer hareketinin süresi genel olarak depremin büyüklüğü ile artmaktadır. Bununla beraber odak uzaklığı, dalganın şiddeti ve jeolojik koşulların etkisi ile artış göstermektedir.

4.2.4 Diğer Yer Hareketi Parametreleri

Daha önce bahsettiğimiz parametreler yer hareketin genliği, frekans içeriği ve süresiyle ilgilidir. Bu değişkenlerin hepsi önemli olduğundan, birden fazla özelliği yansıtan yer hareketi değişkenleri çok yararlıdır. Aşağıda yer hareketi karakteristiklerinden birkaç özelliği yansıtan birkaç parametreden bahsedilecektir.

Rms İvmesi (a_{rms}): Bir yer hareketi kaydının genliği ve frekans içeriğini kapsayan tek parametredir. Rms ivmesi şu şekilde tanımlanabilir:

$$a_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T_d} \int_0^{T_d} [a(t)]^2 dt} = \sqrt{\lambda_0} \quad (4.5)$$

Denklemden T_d hareketin süresi ve λ_0 ortalama şiddettir. Denklem 4.5'te integral kısa bir zaman aralığında oluşan büyük ve yüksek frekanslı ivmeden etkilenmediğinden ve yer hareketinin süresinden etkilendiğinden, rms ivmesi mühendislik açısından çok faydalı olabilir (Kramer 2003).

Arias Şiddeti (I_a): Arias şiddetinin birimi genellikle (m/s) cinsinden ifade edilmektedir. Kuvvetli yer hareketin süresi yerine tüm süre entegre edilerek bulunduğundan, hareketin süresini bulmada kullanılan yöntemden bağımsızdır (Kramer 2003). Arias şiddeti şu şekilde tanımlanabilir.

$$I_a = \frac{\pi}{2g} \int_0^{\infty} [a(t)]^2 dt \quad (4.6)$$

Karakteristik Şiddeti (I_c): Aşağıdaki bağlantıyla tanımlanan karakteristik şiddeti, maksimum deformasyonlar ve absorplanmış histerez enerjisinden kaynaklanan yapısal hasar indeksi ile doğrusal ilişkilidir (Ang, 1991).

$$I_c = a_{rms}^{1.5} T_d^{0.5} \quad (4.7)$$

Kümülatif Mutlak Hız: Basit olarak mutlak akselerogramın altındaki alanı kümülatif mutlak hız denir.

$$CAV = \int_0^{T_d} |a(t)| dt \quad (4.8)$$

İvme ve Hız Spektrum Şiddeti: Von Thun vd. (1988) A.B.D'nin batısında ve İtalya'da başlıca kaya mostralarından derlenmiş kuvvetli yer hareket kayıtlarını kullanılarak azalım ilişkisini geliştirmiştir.

$$ASI = \int_{0.1}^{0.5} S_a(\xi = 0.05, T) dT \quad (4.9)$$

$$VSI = \int_{0.1}^{2.5} S_v(\xi = 0.05, T) dT \quad (4.10)$$

Housner Şiddeti: Bu yer hareketi şiddet parametresi, temel titreşim periyodu 0.1 ile 2.5 s arasında olan binaların depremden beklenen hasar potansiyeli ile ilgilidir. Housner şiddeti, deplasman (cm) ile aynı birimlere sahiptir.

$$HI = \int_{0.1}^{2.5} PSV(\xi = 0.05, T) dt \quad (4.11)$$

5. ANALİZ SONUÇLAR

5.1 Elde Edilen Mutlak Maksimum Çatı Deplasmanları

Bu bölümde doğrusal elastik (DEA) ve doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analiz (DEOA) sonuçlarının mutlak maksimum çatı deplasmanları aşağıdaki tablolarda verilmiştir. Tablo 5.1, Tablo 5.3 ve Tablo 5.5'te 40 ivme kaydına ait 10, 15 ve 20 katlı çerçeve modellerin doğrusal elastik olmayan analiz sonuçlarının mutlak maksimum çatı deplasmanları verilmiştir. Aynı şekilde Tablo 5.2, Tablo 5.4 ve Tablo 5.6'de doğrusal elastik analiz sonuçlarının mutlak maksimum çatı deplasmanları verilmiştir.

Tablo 5.1: 10 Katlı Model Mutlak Maksimum Çatı Katı Deplasmanları (DEOA)

İVME KAYITLARI	Dış X-Aksı Çatı Deplasmanı (mm)	Dış Y-Aksı Çatı Deplasmanı (mm)	İç X-Aksı Çatı Deplasmanı (mm)	İç Y-Aksı Çatı Deplasmanı (mm)
CAPEMEND-PET090	48.42	47.52	48.70	48.68
CHICHI-TCU45W	95.23	91.90	143.10	129.33
DZC-BOL090	213.57	225.61	193.00	205.18
ERZ-EW	248.32	251.14	273.51	294.20
GAZLI-GAZ000	215.88	225.10	276.22	270.09
IMPVALL-BRA315	111.79	116.19	130.32	108.23
IMPVALL-H-E05140	144.23	160.75	159.19	149.01
IMPVALL-H-E11230	124.36	128.81	124.87	170.21
ITALY-STU000	130.46	143.44	169.32	127.21
ITALY-STU270	161.92	165.22	207.96	197.74
KOBE-NIS000	111.40	88.40	133.45	203.64
KOCAELI-ATS000	116.45	124.93	115.25	378.89
KOCAELI-DZC180	125.31	126.24	172.63	118.46
KOCAELI-IZT180	76.97	79.77	118.92	163.88
KOC-DZC270	249.29	254.87	374.25	99.79
KOC-GBZ000	61.31	61.91	97.11	332.97
LANDERS-JOS090	134.42	145.59	231.31	77.96
LANDERS-LCN275	273.20	278.19	329.09	198.22
LANDERS-YER360	125.22	127.39	163.03	315.13
LOMAP-G01090	96.01	95.13	138.51	156.74
LOMAP-G03090	190.11	197.17	234.08	200.74
LOMAP-HSP000	219.42	214.75	257.37	217.72
LOMAP-HSP090	142.88	143.91	109.55	126.86
LOMAP-LEX090	352.00	355.43	492.69	454.04
LOMAP-TRI090	84.96	90.20	175.86	146.14
LOMAP-WVC270	227.05	248.11	201.81	242.86
MORGAN-CYC285	258.73	263.47	280.88	315.51
NORTHR-CNP196	244.32	262.48	194.86	183.47
NORTHR-NWH360	247.07	251.88	342.93	323.40
NORTHR-PKC360	146.88	149.56	141.08	190.95
NORTHR-PUL194	301.86	329.13	276.82	214.34
NORTHR-SPV360	152.30	156.86	167.76	168.76
NORTHR-SYL090	258.90	267.65	454.00	455.09
NORTHR-TAR360	214.05	212.50	234.54	208.30
NORTHR-WIL180	151.50	159.82	124.67	161.36
PALMSPR-NPS210	223.95	225.19	283.90	282.05
PARKF-C02065	224.24	231.23	394.33	377.52
SPITAK-GUK000	109.95	117.27	95.81	105.51
SUPERST-B-ICC000	199.92	223.17	179.19	165.10
WHITTIER-A-EJS048	96.71	93.88	103.77	89.96
ORTALAMA	172.76	178.29	208.64	209.38

Tablo 5.2: 10 Katlı modelin Mutlak Maksimum Çatı Katı Deplasmanları (DEA)

İVME KAYITLARI	Dış X-Aksı Çatı Deplasmanı	Dış Y-Aksı Çatı Deplasmanı	İç X-Aksı Çatı Deplasmanı	İç Y-Aksı Çatı Deplasmanı
CAPEMEND-PET090	48.49	47.33	48.43	48.42
CHICHI-TCU45W	94.77	100.38	137.62	97.17
DZC-BOL090	361.09	349.67	309.29	315.84
ERZ-EW	232.20	235.80	267.92	256.88
GAZLI-GAZ000	321.87	288.89	299.17	242.87
IMPVALL-BRA315	113.45	117.10	151.16	139.45
IMPVALL-H-E05140	157.60	172.88	207.27	188.59
IMPVALL-H-E11230	124.63	138.73	156.28	155.21
ITALY-STU000	124.88	142.47	219.46	191.44
ITALY-STU270	159.60	159.77	202.10	178.45
KOBE-NIS000	124.58	117.53	161.67	129.15
KOCAELI-ATS000	134.23	137.28	149.95	147.92
KOCAELI-DZC180	160.78	154.10	165.36	147.92
KOCAELI-IZT180	80.91	84.26	127.54	112.15
KOC-DZC270	295.06	312.67	432.31	394.89
KOC-GBZ000	61.53	62.24	102.57	82.56
LANDERS-JOS090	282.29	271.98	275.44	272.38
LANDERS-LCN275	222.76	240.38	328.41	299.11
LANDERS-YER360	132.65	135.68	204.18	191.85
LOMAP-G01090	130.48	124.09	146.73	145.17
LOMAP-G03090	174.82	176.27	230.09	211.76
LOMAP-HSP000	350.17	336.85	349.45	320.61
LOMAP-HSP090	189.49	192.34	130.86	146.98
LOMAP-LEX090	405.47	406.14	444.37	419.47
LOMAP-TRI090	86.15	95.34	212.93	171.71
LOMAP-WVC270	307.41	319.25	313.61	320.41
MORGAN-CYC285	323.59	317.68	285.80	294.49
NORTHR-CNP196	180.51	186.13	384.95	316.81
NORTHR-NWH360	540.43	546.98	601.05	556.90
NORTHR-PKC360	210.42	218.54	168.10	172.29
NORTHR-PUL194	348.43	346.87	385.22	358.88
NORTHR-SPV360	266.77	264.50	182.97	185.90
NORTHR-SYL090	188.69	215.42	316.41	320.72
NORTHR-TAR360	229.52	215.25	235.93	236.80
NORTHR-WIL180	218.99	210.81	152.81	159.31
PALMSPR-NPS210	324.61	323.71	339.80	332.66
PARKF-C02065	188.13	204.48	294.83	269.93
SPITAK-GUK000	112.11	121.12	91.72	116.73
SUPERST-B-ICC000	195.99	219.60	248.89	252.60
WHITTIER-A-EJS048	99.38	96.85	106.88	101.53
ORTALAMA	207.62	210.18	239.24	225.10

Tablo 5.3: 15 Katlı modelin Mutlak Maksimum Çatı Katı Deplasmanları (DEOA)

İVME KAYITLARI	Dış X-Aksı Çatı Deplasmanı (mm)	Dış Y-Aksı Çatı Deplasmanı (mm)	İç X-Aksı Çatı Deplasmanı (mm)	İç Y-Aksı Çatı Deplasmanı (mm)
CAPEMEND-PET090	43.47	41.08	40.67	41.47
CHICHI-TCU45W	118.24	118.44	153.11	155.26
DZC-BOL090	237.77	237.32	291.48	274.16
ERZ-EW	317.10	348.95	400.79	384.39
GAZLI-GAZ000	236.30	224.84	262.35	247.49
IMPVALL-BRA315	166.78	162.11	152.97	157.68
IMPVALL-H-E05140	225.33	261.34	373.49	333.54
IMPVALL-H-E11230	164.42	153.76	171.28	159.72
ITALY-STU000	233.30	231.32	242.70	242.33
ITALY-STU270	249.52	304.41	412.46	385.99
KOBE-NIS000	140.19	136.37	249.01	203.79
KOCAELI-ATS000	149.05	156.85	169.99	185.38
KOCAELI-DZC180	213.98	237.98	345.66	308.61
KOCAELI-IZT180	177.75	182.90	151.43	171.78
KOC-DZC270	213.98	368.72	321.14	324.85
KOC-GBZ000	131.84	118.02	126.79	126.32
LANDERS-JOS090	294.19	272.76	211.62	213.84
LANDERS-LCN275	303.49	347.66	484.13	410.34
LANDERS-YER360	145.98	128.88	160.46	150.58
LOMAP-G01090	144.37	145.61	152.15	149.76
LOMAP-G03090	291.57	306.39	301.04	296.57
LOMAP-HSP000	326.77	369.85	500.79	446.28
LOMAP-HSP090	178.90	176.60	180.61	150.45
LOMAP-LEX090	514.40	508.38	510.08	503.92
LOMAP-TRI090	246.00	242.71	291.80	259.28
LOMAP-WVC270	234.20	207.14	261.82	241.31
MORGAN-CYC285	280.06	271.32	266.76	274.46
NORTHR-CNP196	289.06	317.42	395.21	372.89
NORTHR-NWH360	416.39	439.09	505.94	483.18
NORTHR-PKC360	192.87	219.73	214.79	200.67
NORTHR-PUL194	287.60	269.90	266.60	256.82
NORTHR-SPV360	209.92	207.79	397.49	365.43
NORTHR-SYL090	495.70	459.02	398.82	362.60
NORTHR-TAR360	319.16	320.47	306.28	310.94
NORTHR-WIL180	173.08	170.00	181.06	178.17
PALMSPR-NPS210	298.35	296.38	332.01	318.16
PARKF-C02065	432.09	446.40	462.95	466.48
SPITAK-GUK000	143.00	135.86	117.42	116.72
SUPERST-B-ICC000	221.29	217.57	211.63	205.26
WHITTIER-A-EJS048	92.04	85.94	81.17	79.97
ORTALAMA	238.74	246.18	276.45	262.92

Tablo 5.4: 15 Katlı modelin Mutlak Maksimum Çatı Katı Deplasmanları (DEA)

İVME KAYITLARI	Dış X-Aksı Çatı Deplasmanı	Dış Y-Aksı Çatı Deplasmanı	İç X-Aksı Çatı Deplasmanı	İç Y-Aksı Çatı Deplasmanı
CAPEMEND-PET090	43.27	40.91	40.50	41.13
CHICHI-TCU45W	125.98	119.81	180.40	160.08
DZC-BOL090	266.51	326.34	413.97	395.70
ERZ-EW	362.71	387.93	531.45	461.97
GAZLI-GAZ000	404.97	329.62	284.40	312.25
IMPVALL-BRA315	171.55	174.57	159.86	169.99
IMPVALL-H-E05140	272.59	279.75	389.72	302.03
IMPVALL-H-E11230	172.62	174.62	169.55	164.82
ITALY-STU000	284.98	294.18	280.33	285.05
ITALY-STU270	258.01	276.59	402.50	328.81
KOBE-NIS000	144.59	144.16	274.36	179.98
KOCAELI-ATS000	156.13	169.06	169.57	191.63
KOCAELI-DZC180	216.42	249.63	467.88	399.90
KOCAELI-IZT180	203.40	219.11	154.14	196.05
KOC-DZC270	430.55	430.43	471.83	467.95
KOC-GBZ000	132.05	113.80	128.88	125.58
LANDERS-JOS090	310.12	298.26	269.23	257.24
LANDERS-LCN275	368.99	355.81	478.21	415.95
LANDERS-YER360	144.12	129.64	158.55	153.74
LOMAP-G01090	151.60	145.52	150.21	144.92
LOMAP-G03090	325.39	354.68	423.20	404.79
LOMAP-HSP000	555.27	538.09	480.40	521.78
LOMAP-HSP090	188.67	191.81	221.13	184.87
LOMAP-LEX090	480.69	480.97	600.15	547.80
LOMAP-TRI090	289.88	276.23	353.55	342.49
LOMAP-WVC270	286.52	276.70	322.11	308.10
MORGAN-CYC285	281.16	273.18	269.27	277.92
NORTHR-CNP196	386.94	377.50	565.99	500.15
NORTHR-NWH360	541.12	556.60	535.85	571.76
NORTHR-PKC360	192.37	229.24	257.00	302.34
NORTHR-PUL194	435.46	399.01	425.95	431.30
NORTHR-SPV360	282.04	278.86	322.04	291.19
NORTHR-SYL090	448.51	483.09	715.42	625.05
NORTHR-TAR360	324.32	331.02	549.44	447.23
NORTHR-WIL180	173.51	171.14	181.91	179.06
PALMSPR-NPS210	307.44	286.04	326.54	309.92
PARKF-C02065	466.74	420.40	503.69	482.14
SPITAK-GUK000	143.26	132.90	119.21	114.33
SUPERST-B-ICC000	221.30	219.84	247.83	228.20
WHITTIER-A-EJS048	93.55	88.47	90.48	84.48
ORTALAMA	276.13	275.64	327.17	307.74

Tablo 5.5: 20 Katlı modelin Mutlak Maksimum Çatı Katı Deplasmanları (DEOA)

İVME KAYITLARI	Dış X-Aksı Çatı Deplasmanı (mm)	Dış Y-Aksı Çatı Deplasmanı (mm)	İç X-Aksı Çatı Deplasmanı (mm)	İç Y-Aksı Çatı Deplasmanı (mm)
CAPEMEND-PET090	41.53	41.33	41.06	43.44
CHICHI-TCU45W	136.65	156.07	148.78	154.75
DZC-BOL090	247.57	307.01	226.26	287.85
ERZ-EW	350.11	396.26	381.37	393.54
GAZLI-GAZ000	241.78	240.06	327.20	281.47
IMPVALL-BRA315	141.69	165.16	144.32	161.10
IMPVALL-H-E05140	341.52	329.76	440.72	372.87
IMPVALL-H-E11230	151.80	165.21	205.92	168.05
ITALY-STU000	233.01	251.45	280.61	251.68
ITALY-STU270	358.33	370.26	505.04	428.83
KOBE-NIS000	198.80	246.53	223.16	253.37
KOCAELI-ATS000	163.17	187.27	153.03	178.70
KOCAELI-DZC180	302.01	355.64	422.71	349.23
KOCAELI-IZT180	139.51	157.00	163.88	153.40
KOC-DZC270	272.37	364.10	281.69	319.66
KOC-GBZ000	123.54	122.93	174.04	134.44
LANDERS-JOS090	179.22	207.10	227.18	211.42
LANDERS-LCN275	499.69	468.92	846.53	612.14
LANDERS-YER360	130.11	165.82	148.73	164.77
LOMAP-G01090	139.98	148.43	150.25	149.76
LOMAP-G03090	268.31	318.54	278.57	304.94
LOMAP-HSP000	439.47	463.04	518.37	508.25
LOMAP-HSP090	125.53	182.57	212.34	189.74
LOMAP-LEX090	441.33	517.95	407.44	478.07
LOMAP-TRI090	239.53	279.98	316.90	306.18
LOMAP-WVC270	246.21	255.16	312.54	267.09
MORGAN-CYC285	260.39	271.32	218.26	267.97
NORTHR-CNP196	362.25	374.47	403.74	407.57
NORTHR-NWH360	475.43	484.08	524.42	506.51
NORTHR-PKC360	173.29	230.82	191.48	218.48
NORTHR-PUL194	227.09	284.53	240.12	256.62
NORTHR-SPV360	307.14	386.88	256.27	336.31
NORTHR-SYL090	364.80	371.84	395.11	393.23
NORTHR-TAR360	291.62	314.59	324.68	302.72
NORTHR-WIL180	170.86	191.42	188.41	196.41
PALMSPR-NPS210	307.20	323.36	319.31	329.67
PARKF-C02065	417.78	455.61	431.11	459.94
SPITAK-GUK000	124.80	108.76	129.87	115.57
SUPERST-B-ICC000	181.25	213.56	232.73	236.23
WHITTIER-A-EJS048	75.12	80.92	86.13	79.17
ORTALAMA	247.30	273.89	287.01	280.78

Tablo 5.6: 20 Katlı modelin Mutlak Maksimum Çatı Katı Deplasmanları (DEA)

İVME KAYITLARI	Dış X-Aksı Çatı Deplasmanı	Dış Y-Aksı Çatı Deplasmanı	İç X-Aksı Çatı Deplasmanı	İç Y-Aksı Çatı Deplasmanı
CAPEMEND-PET090	41.56	41.31	40.12	44.25
CHICHI-TCU45W	147.76	169.95	161.84	173.20
DZC-BOL090	377.67	401.85	321.25	367.52
ERZ-EW	436.41	495.27	555.33	492.57
GAZLI-GAZ000	300.18	321.92	293.73	303.60
IMPVALL-BRA315	172.72	170.43	148.11	167.18
IMPVALL-H-E05140	300.25	371.54	534.96	444.46
IMPVALL-H-E11230	171.34	165.59	194.90	168.18
ITALY-STU000	294.33	294.18	271.17	296.52
ITALY-STU270	303.62	377.67	646.53	461.34
KOBE-NIS000	161.03	262.35	379.75	313.98
KOCAELI-ATS000	185.08	192.05	170.07	183.98
KOCAELI-DZC180	340.46	473.18	472.59	505.80
KOCAELI-IZT180	215.89	170.82	165.47	153.87
KOC-DZC270	454.99	494.26	460.87	499.23
KOC-GBZ000	127.25	124.40	165.08	135.90
LANDERS-JOS090	280.87	254.80	249.95	240.92
LANDERS-LCN275	397.47	469.89	548.83	503.62
LANDERS-YER360	143.24	168.27	151.81	163.96
LOMAP-G01090	142.60	149.50	151.20	149.45
LOMAP-G03090	392.20	418.65	401.04	405.18
LOMAP-HSP000	526.80	502.98	514.39	484.80
LOMAP-HSP090	204.44	211.23	234.41	245.85
LOMAP-LEX090	531.00	585.25	622.60	595.75
LOMAP-TRI090	325.91	367.13	352.45	372.28
LOMAP-WVC270	305.83	325.61	316.73	336.24
MORGAN-CYC285	281.68	282.16	246.90	275.96
NORTHR-CNP196	448.90	553.12	584.17	581.02
NORTHR-NWH360	576.40	577.77	529.78	563.75
NORTHR-PKC360	285.82	289.29	250.79	248.88
NORTHR-PUL194	432.67	433.43	410.17	420.63
NORTHR-SPV360	273.48	339.42	517.42	392.68
NORTHR-SYL090	591.23	685.79	813.38	712.05
NORTHR-TAR360	402.87	561.74	507.78	601.16
NORTHR-WIL180	170.41	194.69	190.94	198.89
PALMSPR-NPS210	306.52	338.34	330.55	351.83
PARKF-C02065	477.68	487.10	449.37	466.69
SPITAK-GUK000	127.46	109.74	134.81	117.11
SUPERST-B-ICC000	231.51	227.26	254.31	228.68
WHITTIER-A-EJS048	85.86	83.78	102.74	82.50
ORTALAMA	299.34	328.59	346.21	336.29

5.2 Elde Edilen Çatı Ötelenme Oranları

Bu bölümde doğrusal elastik (DEA) ve doğrusal elastik olmayan dinamik analiz (DEOA) çatı ötelenme oranları aşağıdaki tablolarda verilmiştir. Tablo 5.7, Tablo 5.9 ve Tablo 5.11’de 40 ivme kaydına ait 10, 15 ve 20 katlı çerçeve modellerin doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları verilmiştir. Aynı şekilde Tablo 5.8, Tablo 5.10 ve Tablo 5.12’de doğrusal elastik analiz sonuçlarının çatı ötelenme oranları verilmiştir. Doğrusal elastik analizde dayanım sınırlaması yapılmaması nedeni ile çok büyük değerlerin çıkabileceği unutulmamalıdır.

Tablo 5.7: 10 Katlı modellerin mutlak maksimum çatı katı ötelenme oranları (DEOA)

İVME KAYITLARI	Dış X-Aksı Çatı Ötelenme Oranları (%)	Dış Y-Aksı Çatı Ötelenme Oranları (%)	İç X-Aksı Çatı Ötelenme Oranları (%)	İç Y-Aksı Çatı Ötelenme Oranları (%)
CAPEMEND-PET090	0.1614	0.1584	0.1623	0.1623
CHICHI-TCU45W	0.3174	0.3063	0.4770	0.4311
DZC-BOL090	0.7119	0.7520	0.6433	0.6839
ERZ-EW	0.8277	0.8371	0.9117	0.9807
GAZLI-GAZ000	0.7196	0.7503	0.9207	0.9003
IMPVALL-BRA315	0.3726	0.3873	0.4344	0.3608
IMPVALL-H-E05140	0.4808	0.5358	0.5306	0.4967
IMPVALL-H-E11230	0.4145	0.4294	0.4162	0.5674
ITALY-STU000	0.4349	0.4781	0.5644	0.4240
ITALY-STU270	0.5397	0.5507	0.6932	0.6591
KOBE-NIS000	0.3713	0.2947	0.4448	0.6788
KOCAELI-ATS000	0.3882	0.4164	0.3842	1.2630
KOCAELI-DZC180	0.4177	0.4208	0.5754	0.3949
KOCAELI-IZT180	0.2566	0.2659	0.3964	0.5463
KOC-DZC270	0.8310	0.8496	1.2475	0.3326
KOC-GBZ000	0.2044	0.2064	0.3237	1.1099
LANDERS-JOS090	0.4481	0.4853	0.7710	0.2599
LANDERS-LCN275	0.9107	0.9273	1.0970	0.6607
LANDERS-YER360	0.4174	0.4246	0.5434	1.0504
LOMAP-G01090	0.3200	0.3171	0.4617	0.5225
LOMAP-G03090	0.6337	0.6572	0.7803	0.6691
LOMAP-HSP000	0.7314	0.7158	0.8579	0.7257
LOMAP-HSP090	0.4763	0.4797	0.3652	0.4229
LOMAP-LEX090	1.1733	1.1848	1.6423	1.5135
LOMAP-TRI090	0.2832	0.3007	0.5862	0.4871
LOMAP-WVC270	0.7568	0.8270	0.6727	0.8095
MORGAN-CYC285	0.8624	0.8782	0.9363	1.0517
NORTHR-CNP196	0.8144	0.8749	0.6495	0.6116
NORTHR-NWH360	0.8236	0.8396	1.1431	1.0780
NORTHR-PKC360	0.4896	0.4985	0.4703	0.6365
NORTHR-PUL194	1.0062	1.0971	0.9227	0.7145
NORTHR-SPV360	0.5077	0.5229	0.5592	0.5625
NORTHR-SYL090	0.8630	0.8922	1.5133	1.5170
NORTHR-TAR360	0.7135	0.7083	0.7818	0.6943
NORTHR-WIL180	0.5050	0.5327	0.4156	0.5379
PALMSPR-NPS210	0.7465	0.7506	0.9463	0.9402
PARKF-C02065	0.7475	0.7708	1.3144	1.2584
SPITAK-GUK000	0.3665	0.3909	0.3194	0.3517
SUPERST-B-ICC000	0.6664	0.7439	0.5973	0.5503
WHITTIER-A-EJS048	0.3224	0.3129	0.3459	0.2999
ORTALAMA	0.5759	0.5943	0.6955	0.6979

Tablo 5.8: 10 Katlı modellerin mutlak maksimum çatı katı ötelenme oranları (DEA)

İVME KAYITLARI	Dış X-Aksı Çatı Ötelenme Oranları	Dış Y-Aksı Çatı Ötelenme Oranları	İç X-Aksı Çatı Ötelenme Oranları	İç Y-Aksı Çatı Ötelenme Oranları
CAPEMEND-PET090	0.1616	0.1578	0.1614	0.1614
CHICHI-TCU45W	0.3159	0.3346	0.4587	0.3239
DZC-BOL090	1.2036	1.1656	1.0310	1.0528
ERZ-EW	0.7740	0.7860	0.8931	0.8563
GAZLI-GAZ000	1.0729	0.9630	0.9972	0.8096
IMPVALL-BRA315	0.3782	0.3903	0.5039	0.4648
IMPVALL-H-E05140	0.5253	0.5763	0.6909	0.6286
IMPVALL-H-E11230	0.4154	0.4624	0.5209	0.5174
ITALY-STU000	0.4163	0.4749	0.7315	0.6381
ITALY-STU270	0.5320	0.5326	0.6737	0.5948
KOBE-NIS000	0.4153	0.3918	0.5389	0.4305
KOCAELI-ATS000	0.4474	0.4576	0.4998	0.4931
KOCAELI-DZC180	0.5359	0.5137	0.5512	0.4931
KOCAELI-IZT180	0.2697	0.2809	0.4251	0.3738
KOC-DZC270	0.9835	1.0422	1.4410	1.3163
KOC-GBZ000	0.2051	0.2075	0.3419	0.2752
LANDERS-JOS090	0.9410	0.9066	0.9181	0.9079
LANDERS-LCN275	0.7425	0.8013	1.0947	0.9970
LANDERS-YER360	0.4422	0.4523	0.6806	0.6395
LOMAP-G01090	0.4349	0.4136	0.4891	0.4839
LOMAP-G03090	0.5827	0.5876	0.7670	0.7059
LOMAP-HSP000	1.1672	1.1228	1.1648	1.0687
LOMAP-HSP090	0.6316	0.6411	0.4362	0.4899
LOMAP-LEX090	1.3516	1.3538	1.4812	1.3982
LOMAP-TRI090	0.2872	0.3178	0.7098	0.5724
LOMAP-WVC270	1.0247	1.0642	1.0454	1.0680
MORGAN-CYC285	1.0786	1.0589	0.9527	0.9816
NORTHR-CNP196	0.6017	0.6204	1.2832	1.0560
NORTHR-NWH360	1.8014	1.8233	2.0035	1.8563
NORTHR-PKC360	0.7014	0.7285	0.5603	0.5743
NORTHR-PUL194	1.1614	1.1562	1.2841	1.1963
NORTHR-SPV360	0.8892	0.8817	0.6099	0.6197
NORTHR-SYL090	0.6290	0.7181	1.0547	1.0691
NORTHR-TAR360	0.7651	0.7175	0.7864	0.7893
NORTHR-WIL180	0.7300	0.7027	0.5094	0.5310
PALMSPR-NPS210	1.0820	1.0790	1.1327	1.1089
PARKF-C02065	0.6271	0.6816	0.9828	0.8998
SPITAK-GUK000	0.3737	0.4037	0.3057	0.3891
SUPERST-B-ICC000	0.6533	0.7320	0.8296	0.8420
WHITTIER-A-EJS048	0.3313	0.3228	0.3563	0.3384
ORTALAMA	0.6921	0.7006	0.7975	0.7503

Tablo 5.9: 15 Katlı modellerin mutlak maksimum çatı katı ötelenme oranları (DEOA)

İVME KAYITLARI	Dış X-Aksı Çatı Ötelenme Oranları	Dış Y-Aksı Çatı Ötelenme Oranları	İç X-Aksı Çatı Ötelenme Oranları	İç Y-Aksı Çatı Ötelenme Oranları
CAPEMEND-PET090	0.0966	0.0913	0.0904	0.0922
CHICHI-TCU45W	0.2628	0.2632	0.3402	0.3450
DZC-BOL090	0.5284	0.5274	0.6477	0.6092
ERZ-EW	0.7047	0.7754	0.8907	0.8542
GAZLI-GAZ000	0.5251	0.4997	0.5830	0.5500
IMPVALL-BRA315	0.3706	0.3603	0.3399	0.3504
IMPVALL-H-E05140	0.5007	0.5808	0.8300	0.7412
IMPVALL-H-E11230	0.3654	0.3417	0.3806	0.3549
ITALY-STU000	0.5184	0.5140	0.5393	0.5385
ITALY-STU270	0.5545	0.6765	0.9166	0.8577
KOBE-NIS000	0.3115	0.3030	0.5534	0.4529
KOCAELI-ATS000	0.3312	0.3486	0.3778	0.4119
KOCAELI-DZC180	0.4755	0.5288	0.7681	0.6858
KOCAELI-IZT180	0.3950	0.4064	0.3365	0.3817
KOC-DZC270	0.4755	0.8194	0.7136	0.7219
KOC-GBZ000	0.2930	0.2623	0.2818	0.2807
LANDERS-JOS090	0.6537	0.6061	0.4703	0.4752
LANDERS-LCN275	0.6744	0.7726	1.0758	0.9119
LANDERS-YER360	0.3244	0.2864	0.3566	0.3346
LOMAP-G01090	0.3208	0.3236	0.3381	0.3328
LOMAP-G03090	0.6479	0.6809	0.6690	0.6590
LOMAP-HSP000	0.7262	0.8219	1.1129	0.9917
LOMAP-HSP090	0.3975	0.3924	0.4014	0.3343
LOMAP-LEX090	1.1431	1.1297	1.1335	1.1198
LOMAP-TRI090	0.5467	0.5393	0.6484	0.5762
LOMAP-WVC270	0.5204	0.4603	0.5818	0.5362
MORGAN-CYC285	0.6224	0.6029	0.5928	0.6099
NORTHR-CNP196	0.6424	0.7054	0.8783	0.8286
NORTHR-NWH360	0.9253	0.9758	1.1243	1.0737
NORTHR-PKC360	0.4286	0.4883	0.4773	0.4459
NORTHR-PUL194	0.6391	0.5998	0.5925	0.5707
NORTHR-SPV360	0.4665	0.4618	0.8833	0.8121
NORTHR-SYL090	1.1015	1.0201	0.8863	0.8058
NORTHR-TAR360	0.7092	0.7121	0.6806	0.6910
NORTHR-WIL180	0.3846	0.3778	0.4024	0.3959
PALMSPR-NPS210	0.6630	0.6586	0.7378	0.7070
PARKF-C02065	0.9602	0.9920	1.0288	1.0366
SPITAK-GUK000	0.3178	0.3019	0.2609	0.2594
SUPERST-B-ICC000	0.4918	0.4835	0.4703	0.4561
WHITTIER-A-EJS048	0.2045	0.1910	0.1804	0.1777
ORTALAMA	0.5305	0.5471	0.6143	0.5843

Tablo 5.10: 15 Katlı modellerin mutlak maksimum çatı katı ötelenme oranları (DEA)

İVME KAYITLARI	Dış X-Aksı Çatı Ötelenme Oranları	Dış Y-Aksı Çatı Ötelenme Oranları	İç X-Aksı Çatı Ötelenme Oranları	İç Y-Aksı Çatı Ötelenme Oranları
CAPEMEND-PET090	0.0962	0.0909	0.0900	0.0914
CHICHI-TCU45W	0.2799	0.2662	0.4009	0.3557
DZC-BOL090	0.5922	0.7252	0.9199	0.8793
ERZ-EW	0.8060	0.8621	1.1810	1.0266
GAZLI-GAZ000	0.8999	0.7325	0.6320	0.6939
IMPVALL-BRA315	0.3812	0.3879	0.3552	0.3778
IMPVALL-H-E05140	0.6058	0.6217	0.8660	0.6712
IMPVALL-H-E11230	0.3836	0.3880	0.3768	0.3663
ITALY-STU000	0.6333	0.6537	0.6230	0.6334
ITALY-STU270	0.5734	0.6146	0.8944	0.7307
KOBE-NIS000	0.3213	0.3204	0.6097	0.4000
KOCAELI-ATS000	0.3470	0.3757	0.3768	0.4258
KOCAELI-DZC180	0.4809	0.5547	1.0397	0.8887
KOCAELI-IZT180	0.4520	0.4869	0.3425	0.4357
KOC-DZC270	0.9568	0.9565	1.0485	1.0399
KOC-GBZ000	0.2935	0.2529	0.2864	0.2791
LANDERS-JOS090	0.6892	0.6628	0.5983	0.5717
LANDERS-LCN275	0.8200	0.7907	1.0627	0.9243
LANDERS-YER360	0.3203	0.2881	0.3523	0.3416
LOMAP-G01090	0.3369	0.3234	0.3338	0.3220
LOMAP-G03090	0.7231	0.7882	0.9404	0.8995
LOMAP-HSP000	1.2339	1.1957	1.0676	1.1595
LOMAP-HSP090	0.4193	0.4263	0.4914	0.4108
LOMAP-LEX090	1.0682	1.0688	1.3337	1.2173
LOMAP-TRI090	0.6442	0.6138	0.7857	0.7611
LOMAP-WVC270	0.6367	0.6149	0.7158	0.6847
MORGAN-CYC285	0.6248	0.6071	0.5984	0.6176
NORTHR-CNP196	0.8599	0.8389	1.2578	1.1114
NORTHR-NWH360	1.2025	1.2369	1.1908	1.2706
NORTHR-PKC360	0.4275	0.5094	0.5711	0.6719
NORTHR-PUL194	0.9677	0.8867	0.9465	0.9584
NORTHR-SPV360	0.6267	0.6197	0.7156	0.6471
NORTHR-SYL090	0.9967	1.0735	1.5898	1.3890
NORTHR-TAR360	0.7207	0.7356	1.2210	0.9939
NORTHR-WIL180	0.3856	0.3803	0.4042	0.3979
PALMSPR-NPS210	0.6832	0.6356	0.7256	0.6887
PARKF-C02065	1.0372	0.9342	1.1193	1.0714
SPITAK-GUK000	0.3184	0.2953	0.2649	0.2541
SUPERST-B-ICC000	0.4918	0.4885	0.5507	0.5071
WHITTIER-A-EJS048	0.2079	0.1966	0.2011	0.1877
ORTALAMA	0.6136	0.6125	0.7270	0.6839

Tablo 5.11: 20 Katlı modellerin mutlak maksimum çatı katı ötelenme oranları (DEOA)

İVME KAYITLARI	Dış X-Aksı Çatı Ötelenme Oranları	Dış Y-Aksı Çatı Ötelenme Oranları	İç X-Aksı Çatı Ötelenme Oranları	İç Y-Aksı Çatı Ötelenme Oranları
CAPEMEND-PET090	0.0692	0.0689	0.0684	0.0724
CHICHI-TCU45W	0.2278	0.2601	0.2480	0.2579
DZC-BOL090	0.4126	0.5117	0.3771	0.4798
ERZ-EW	0.5835	0.6604	0.6356	0.6559
GAZLI-GAZ000	0.4030	0.4001	0.5453	0.4691
IMPVALL-BRA315	0.2362	0.2753	0.2405	0.2685
IMPVALL-H-E05140	0.5692	0.5496	0.7345	0.6215
IMPVALL-H-E11230	0.2530	0.2753	0.3432	0.2801
ITALY-STU000	0.3884	0.4191	0.4677	0.4195
ITALY-STU270	0.5972	0.6171	0.8417	0.7147
KOBE-NIS000	0.3313	0.4109	0.3719	0.4223
KOCAELI-ATS000	0.2719	0.3121	0.2551	0.2978
KOCAELI-DZC180	0.5033	0.5927	0.7045	0.5820
KOCAELI-IZT180	0.2325	0.2617	0.2731	0.2557
KOC-DZC270	0.4539	0.6068	0.4695	0.5328
KOC-GBZ000	0.2059	0.2049	0.2901	0.2241
LANDERS-JOS090	0.2987	0.3452	0.3786	0.3524
LANDERS-LCN275	0.8328	0.7815	1.4109	1.0202
LANDERS-YER360	0.2169	0.2764	0.2479	0.2746
LOMAP-G01090	0.2333	0.2474	0.2504	0.2496
LOMAP-G03090	0.4472	0.5309	0.4643	0.5082
LOMAP-HSP000	0.7324	0.7717	0.8639	0.8471
LOMAP-HSP090	0.2092	0.3043	0.3539	0.3162
LOMAP-LEX090	0.7355	0.8633	0.6791	0.7968
LOMAP-TRI090	0.3992	0.4666	0.5282	0.5103
LOMAP-WVC270	0.4104	0.4253	0.5209	0.4452
MORGAN-CYC285	0.4340	0.4522	0.3638	0.4466
NORTHR-CNP196	0.6037	0.6241	0.6729	0.6793
NORTHR-NWH360	0.7924	0.8068	0.8740	0.8442
NORTHR-PKC360	0.2888	0.3847	0.3191	0.3641
NORTHR-PUL194	0.3785	0.4742	0.4002	0.4277
NORTHR-SPV360	0.5119	0.6448	0.4271	0.5605
NORTHR-SYL090	0.6080	0.6197	0.6585	0.6554
NORTHR-TAR360	0.4860	0.5243	0.5411	0.5045
NORTHR-WIL180	0.2848	0.3190	0.3140	0.3274
PALMSPR-NPS210	0.5120	0.5389	0.5322	0.5494
PARKF-C02065	0.6963	0.7594	0.7185	0.7666
SPITAK-GUK000	0.2080	0.1813	0.2164	0.1926
SUPERST-B-ICC000	0.3021	0.3559	0.3879	0.3937
WHITTIER-A-EJS048	0.1252	0.1349	0.1435	0.1319
ORTALAMA	0.4122	0.4565	0.4783	0.4680

Tablo 5.12: 20 Katlı modellerin mutlak maksimum çatı katı ötelenme oranları (DEA)

İVME KAYITLARI	Dış X-Aksı Çatı Ötelenme Oranları	Dış Y-Aksı Çatı Ötelenme Oranları	İç X-Aksı Çatı Ötelenme Oranları	İç Y-Aksı Çatı Ötelenme Oranları
CAPEMEND-PET090	0.0693	0.0688	0.0669	0.0737
CHICHI-TCU45W	0.2463	0.2832	0.2697	0.2887
DZC-BOL090	0.6294	0.6698	0.5354	0.6125
ERZ-EW	0.7274	0.8254	0.9256	0.8209
GAZLI-GAZ000	0.5003	0.5365	0.4896	0.5060
IMPVALL-BRA315	0.2879	0.2840	0.2468	0.2786
IMPVALL-H-E05140	0.5004	0.6192	0.8916	0.7408
IMPVALL-H-E11230	0.2856	0.2760	0.3248	0.2803
ITALY-STU000	0.4905	0.4903	0.4520	0.4942
ITALY-STU270	0.5060	0.6295	1.0775	0.7689
KOBE-NIS000	0.2684	0.4372	0.6329	0.5233
KOCAELI-ATS000	0.3085	0.3201	0.2834	0.3066
KOCAELI-DZC180	0.5674	0.7886	0.7876	0.8430
KOCAELI-IZT180	0.3598	0.2847	0.2758	0.2564
KOC-DZC270	0.7583	0.8238	0.7681	0.8321
KOC-GBZ000	0.2121	0.2073	0.2751	0.2265
LANDERS-JOS090	0.4681	0.4247	0.4166	0.4015
LANDERS-LCN275	0.6625	0.7832	0.9147	0.8394
LANDERS-YER360	0.2387	0.2804	0.2530	0.2733
LOMAP-G01090	0.2377	0.2492	0.2520	0.2491
LOMAP-G03090	0.6537	0.6977	0.6684	0.6753
LOMAP-HSP000	0.8780	0.8383	0.8573	0.8080
LOMAP-HSP090	0.3407	0.3521	0.3907	0.4098
LOMAP-LEX090	0.8850	0.9754	1.0377	0.9929
LOMAP-TRI090	0.5432	0.6119	0.5874	0.6205
LOMAP-WVC270	0.5097	0.5427	0.5279	0.5604
MORGAN-CYC285	0.4695	0.4703	0.4115	0.4599
NORTHR-CNP196	0.7482	0.9219	0.9736	0.9684
NORTHR-NWH360	0.9607	0.9629	0.8830	0.9396
NORTHR-PKC360	0.4764	0.4821	0.4180	0.4148
NORTHR-PUL194	0.7211	0.7224	0.6836	0.7010
NORTHR-SPV360	0.4558	0.5657	0.8624	0.6545
NORTHR-SYL090	0.9854	1.1430	1.3556	1.1867
NORTHR-TAR360	0.6714	0.9362	0.8463	1.0019
NORTHR-WIL180	0.2840	0.3245	0.3182	0.3315
PALMSPR-NPS210	0.5109	0.5639	0.5509	0.5864
PARKF-C02065	0.7961	0.8118	0.7490	0.7778
SPITAK-GUK000	0.2124	0.1829	0.2247	0.1952
SUPERST-B-ICC000	0.3859	0.3788	0.4239	0.3811
WHITTIER-A-EJS048	0.1431	0.1396	0.1712	0.1375
ORTALAMA	0.4989	0.5477	0.5770	0.5605

5.3 Elde Edilen V/W (Taban Kesme Kuvveti ile Bina Sismik Ağırlığı) Oranları

Bu bölümde doğrusal elastik (DEA) ve doğrusal elastik olmayan dinamik analiz (DEOA) sonuçlarının taban kesme kuvvetinin bina sismik ağırlığına oranı (V/W) aşağıdaki tablolarda verilmiştir. Tablo 5.13, Tablo 5.15 ve Tablo 5.17’de 40 ivme kaydına ait 10, 15 ve 20 katlı çerçeve modellerin doğrusal elastik olmayan analiz sonuçlarının V/W oranları verilmiştir. Aynı şekilde Tablo 5.14, Tablo 5.16 ve Tablo 5.18’de doğrusal elastik analiz sonuçlarının V/W oranları verilmiştir. Doğrusal elastik analizde dayanım sınırlaması yapılmaması nedeni ile çok büyük değerlerin çıkabileceği unutulmamalıdır.

Tablo 5.13: 10 Katlı modellerin V/W oranları (DEOA)

İVME KAYITLARI	Dış X-Aksı V/W Oranları	Dış Y-Aksı V/W Oranları	İç X-Aksı V/W Oranları	İç Y-Aksı V/W Oranları
CAPEMEND-PET090	0.1003	0.0983	0.0754	0.0907
CHICHI-TCU45W	0.1703	0.1674	0.1559	0.1319
DZC-BOL090	0.2179	0.2224	0.1752	0.1835
ERZ-EW	0.2086	0.2195	0.1974	0.1908
GAZLI-GAZ000	0.2158	0.2177	0.1800	0.1981
IMPVALL-BRA315	0.1747	0.1822	0.1632	0.1626
IMPVALL-H-E05140	0.2228	0.2310	0.1720	0.1977
IMPVALL-H-E11230	0.1953	0.2073	0.1438	0.1517
ITALY-STU000	0.2075	0.2146	0.1500	0.1626
ITALY-STU270	0.2046	0.2122	0.1651	0.1825
KOBE-NIS000	0.1998	0.2071	0.1573	0.1752
KOCAELI-ATS000	0.1928	0.2057	0.1396	0.1512
KOCAELI-DZC180	0.1998	0.2093	0.1659	0.1630
KOCAELI-IZT180	0.1669	0.1656	0.1451	0.1482
KOC-DZC270	0.2126	0.2261	0.1570	0.1717
KOC-GBZ000	0.1131	0.1129	0.1489	0.1513
LANDERS-JOS090	0.2057	0.2133	0.1654	0.1733
LANDERS-LCN275	0.2323	0.2454	0.1869	0.1913
LANDERS-YER360	0.1989	0.2024	0.1408	0.1500
LOMAP-G01090	0.2172	0.2308	0.1780	0.1905
LOMAP-G03090	0.2040	0.2085	0.1687	0.1830
LOMAP-HSP000	0.2116	0.2216	0.1494	0.1760
LOMAP-HSP090	0.1924	0.1953	0.1486	0.1537
LOMAP-LEX090	0.2171	0.2282	0.1664	0.1832
LOMAP-TRI090	0.1762	0.1828	0.1582	0.1688
LOMAP-WVC270	0.1904	0.1911	0.1566	0.1667
MORGAN-CYC285	0.2357	0.2417	0.1909	0.1993
NORTHR-CNP196	0.2114	0.2246	0.1741	0.1801
NORTHR-NWH360	0.2431	0.2601	0.1967	0.2097
NORTHR-PKC360	0.1917	0.1872	0.1623	0.1702
NORTHR-PUL194	0.2387	0.2449	0.2033	0.2200
NORTHR-SPV360	0.2233	0.2171	0.1991	0.2133
NORTHR-SYL090	0.2060	0.2184	0.1783	0.1752
NORTHR-TAR360	0.2426	0.2499	0.2079	0.2363
NORTHR-WIL180	0.1844	0.1615	0.1172	0.1469
PALMSPR-NPS210	0.2345	0.2455	0.1876	0.1999
PARKF-C02065	0.2247	0.2309	0.1835	0.2002
SPITAK-GUK000	0.1648	0.1579	0.1258	0.1379
SUPERST-B-ICC000	0.2104	0.2162	0.1577	0.1614
WHITTIER-A-EJS048	0.1628	0.1559	0.1408	0.1456
ORTALAMA	0.2006	0.2058	0.1634	0.1736

Tablo 5.14: 10 Katlı modellerin V/W oranları (DEA)

İVME KAYITLARI	Dış X-Aksı V/W Oranları	Dış Y-Aksı V/W Oranları	İç X-Aksı V/W Oranları	İç Y-Aksı V/W Oranları
CAPEMEND-PET090	0.0996	0.1008	0.0762	0.0896
CHICHI-TCU45W	0.1919	0.1871	0.2035	0.1868
DZC-BOL090	0.7240	0.6953	0.3989	0.4467
ERZ-EW	0.3692	0.3621	0.2998	0.2787
GAZLI-GAZ000	0.5517	0.4524	0.4067	0.3752
IMPVALL-BRA315	0.2208	0.2152	0.2052	0.1856
IMPVALL-H-E05140	0.3925	0.3775	0.2189	0.2622
IMPVALL-H-E11230	0.2955	0.3031	0.1934	0.2222
ITALY-STU000	0.2985	0.3137	0.2825	0.3343
ITALY-STU270	0.3279	0.3283	0.2978	0.3087
KOBE-NIS000	0.2536	0.2677	0.3660	0.3469
KOCAELI-ATS000	0.2388	0.2480	0.2108	0.2298
KOCAELI-DZC180	0.2679	0.2883	0.2071	0.2237
KOCAELI-IZT180	0.1700	0.1685	0.1823	0.1740
KOC-DZC270	0.4861	0.5161	0.4611	0.5193
KOC-GBZ000	0.1103	0.1111	0.1563	0.1606
LANDERS-JOS090	0.5399	0.4675	0.3246	0.3595
LANDERS-LCN275	0.5046	0.5094	0.4494	0.4690
LANDERS-YER360	0.2315	0.2470	0.2486	0.2508
LOMAP-G01090	0.3874	0.4059	0.3061	0.3705
LOMAP-G03090	0.3269	0.3226	0.3152	0.3301
LOMAP-HSP000	0.5351	0.4897	0.3968	0.4297
LOMAP-HSP090	0.3206	0.3043	0.1713	0.2092
LOMAP-LEX090	0.7239	0.6499	0.5062	0.5730
LOMAP-TRI090	0.1802	0.1959	0.2897	0.2731
LOMAP-WVC270	0.5731	0.5201	0.4084	0.4178
MORGAN-CYC285	0.6047	0.5950	0.4042	0.4847
NORTHR-CNP196	0.3088	0.3397	0.4099	0.3942
NORTHR-NWH360	0.9418	0.9642	0.7581	0.8299
NORTHR-PKC360	0.4217	0.3932	0.2500	0.2310
NORTHR-PUL194	0.6739	0.6644	0.4345	0.5509
NORTHR-SPV360	0.5161	0.4662	0.3032	0.3394
NORTHR-SYL090	0.3697	0.4027	0.4215	0.4320
NORTHR-TAR360	0.5025	0.5902	0.4552	0.5792
NORTHR-WIL180	0.4144	0.3721	0.1810	0.2113
PALMSPR-NPS210	0.5520	0.5294	0.4076	0.4728
PARKF-C02065	0.3438	0.3516	0.4649	0.4313
SPITAK-GUK000	0.1689	0.1801	0.1216	0.1629
SUPERST-B-ICC000	0.3394	0.3621	0.2501	0.2716
WHITTIER-A-EJS048	0.1849	0.1619	0.1713	0.1929
ORTALAMA	0.3916	0.3855	0.3154	0.3403

Tablo 5.15: 15 Katlı modellerin V/W oranları (DEOA)

İVME KAYITLARI	Dış X-Aksı V/W Oranları	Dış Y-Aksı V/W Oranları	İç X-Aksı V/W Oranları	İç Y-Aksı V/W Oranları
CAPEMEND-PET090	0.0616	0.0615	0.0542	0.0624
CHICHI-TCU45W	0.1337	0.1184	0.0992	0.1043
DZC-BOL090	0.1583	0.1521	0.1365	0.1292
ERZ-EW	0.1744	0.1742	0.1448	0.1490
GAZLI-GAZ000	0.1697	0.1693	0.1318	0.1481
IMPVALL-BRA315	0.1393	0.1268	0.1077	0.1092
IMPVALL-H-E05140	0.1723	0.1687	0.1351	0.1389
IMPVALL-H-E11230	0.1372	0.1260	0.0988	0.1131
ITALY-STU000	0.1701	0.1515	0.1226	0.1372
ITALY-STU270	0.1670	0.1598	0.1277	0.1394
KOBE-NIS000	0.1545	0.1390	0.1332	0.1357
KOCAELI-ATS000	0.1425	0.1316	0.1105	0.1246
KOCAELI-DZC180	0.1603	0.1556	0.1204	0.1317
KOCAELI-IZT180	0.1469	0.1340	0.1011	0.1175
KOC-DZC270	0.1636	0.1527	0.1040	0.1246
KOC-GBZ000	0.1341	0.1363	0.1128	0.1176
LANDERS-JOS090	0.1437	0.1455	0.1133	0.1269
LANDERS-LCN275	0.1710	0.1601	0.1492	0.1630
LANDERS-YER360	0.1163	0.1119	0.0891	0.0927
LOMAP-G01090	0.1510	0.1319	0.1490	0.1421
LOMAP-G03090	0.1565	0.1559	0.1235	0.1282
LOMAP-HSP000	0.1756	0.1730	0.1426	0.1607
LOMAP-HSP090	0.1358	0.1244	0.1082	0.1193
LOMAP-LEX090	0.1774	0.1745	0.1437	0.1612
LOMAP-TRI090	0.1407	0.1316	0.1267	0.1402
LOMAP-WVC270	0.1687	0.1626	0.1323	0.1428
MORGAN-CYC285	0.1808	0.1698	0.1501	0.1578
NORTHR-CNP196	0.1672	0.1628	0.1285	0.1341
NORTHR-NWH360	0.1904	0.1821	0.1600	0.1768
NORTHR-PKC360	0.1440	0.1335	0.1237	0.1339
NORTHR-PUL194	0.1963	0.1872	0.1571	0.1756
NORTHR-SPV360	0.1880	0.1872	0.1521	0.1787
NORTHR-SYL090	0.1814	0.1829	0.1449	0.1585
NORTHR-TAR360	0.1689	0.1653	0.1402	0.1602
NORTHR-WIL180	0.1343	0.1128	0.1189	0.0999
PALMSPR-NPS210	0.1703	0.1591	0.1434	0.1496
PARKF-C02065	0.1823	0.1748	0.1398	0.1609
SPITAK-GUK000	0.0899	0.0831	0.0636	0.0738
SUPERST-B-ICC000	0.1570	0.1502	0.1198	0.1191
WHITTIER-A-EJS048	0.1145	0.1242	0.0733	0.1083
ORTALAMA	0.1547	0.1476	0.1233	0.1337

Tablo 5.16: 15 Katlı modellerin V/W oranları (DEA)

İVME KAYITLARI	Dış X-Aksı V/W Oranları	Dış Y-Aksı V/W Oranları	İç X-Aksı V/W Oranları	İç Y-Aksı V/W Oranları
CAPEMEND-PET090	0.0608	0.0608	0.0532	0.0615
CHICHI-TCU45W	0.1751	0.1689	0.1316	0.3175
DZC-BOL090	0.2833	0.3132	0.2826	0.4399
ERZ-EW	0.4049	0.4413	0.3696	0.1293
GAZLI-GAZ000	0.3283	0.3112	0.2252	0.3737
IMPVALL-BRA315	0.1685	0.1645	0.1176	0.1167
IMPVALL-H-E05140	0.2356	0.2488	0.2854	0.2848
IMPVALL-H-E11230	0.1586	0.1524	0.1182	0.3361
ITALY-STU000	0.2400	0.2733	0.2083	0.3038
ITALY-STU270	0.2356	0.2336	0.2752	0.4465
KOBE-NIS000	0.1753	0.2046	0.2108	0.3476
KOCAELI-ATS000	0.1504	0.1361	0.1272	0.1676
KOCAELI-DZC180	0.2713	0.2831	0.2954	0.2680
KOCAELI-IZT180	0.1850	0.1616	0.1030	0.2358
KOC-DZC270	0.4209	0.3902	0.3169	0.1247
KOC-GBZ000	0.1446	0.1664	0.1111	0.2148
LANDERS-JOS090	0.2603	0.2159	0.2075	0.2495
LANDERS-LCN275	0.3145	0.3278	0.2934	0.1786
LANDERS-YER360	0.1146	0.1135	0.0932	0.1296
LOMAP-G01090	0.1881	0.1519	0.1685	0.2778
LOMAP-G03090	0.2963	0.2972	0.2493	0.1389
LOMAP-HSP000	0.3614	0.4591	0.3061	0.1973
LOMAP-HSP090	0.1458	0.1651	0.1594	0.0966
LOMAP-LEX090	0.3992	0.4058	0.2487	0.1515
LOMAP-TRI090	0.2147	0.2386	0.1905	0.2554
LOMAP-WVC270	0.2751	0.2328	0.1924	0.3123
MORGAN-CYC285	0.3677	0.3565	0.2966	0.1350
NORTHR-CNP196	0.3115	0.3897	0.3868	0.1938
NORTHR-NWH360	0.4668	0.4489	0.3610	0.2000
NORTHR-PKC360	0.1792	0.2024	0.1847	0.4154
NORTHR-PUL194	0.3708	0.3817	0.3244	0.1735
NORTHR-SPV360	0.3007	0.3074	0.3156	0.3589
NORTHR-SYL090	0.3191	0.3711	0.3669	0.2557
NORTHR-TAR360	0.4293	0.4759	0.4048	0.4880
NORTHR-WIL180	0.1427	0.1228	0.1267	0.1006
PALMSPR-NPS210	0.3295	0.3020	0.2492	0.2785
PARKF-C02065	0.4690	0.5034	0.3325	0.4334
SPITAK-GUK000	0.0878	0.0858	0.0659	0.0732
SUPERST-B-ICC000	0.2080	0.2460	0.1956	0.2261
WHITTIER-A-EJS048	0.1485	0.1646	0.0899	0.1180
ORTALAMA	0.2585	0.2669	0.2260	0.2402

Tablo 5.17: 20 Katlı modellerin V/W oranları (DEOA)

İVME KAYITLARI	Dış X-Aksı V/W Oranları	Dış Y-Aksı V/W Oranları	İç X-Aksı V/W Oranları	İç Y-Aksı V/W Oranları
CAPEMEND-PET090	0.0535	0.0558	0.0440	0.0533
CHICHI-TCU45W	0.1110	0.1073	0.0779	0.0888
DZC-BOL090	0.1048	0.1253	0.0874	0.1110
ERZ-EW	0.1154	0.1452	0.0849	0.1157
GAZLI-GAZ000	0.1138	0.1414	0.0924	0.1108
IMPVALL-BRA315	0.0861	0.1069	0.0724	0.0980
IMPVALL-H-E05140	0.1180	0.1400	0.0828	0.1078
IMPVALL-H-E11230	0.1123	0.1062	0.0705	0.0933
ITALY-STU000	0.1220	0.1230	0.0769	0.1028
ITALY-STU270	0.1212	0.1441	0.0811	0.1106
KOBE-NIS000	0.1150	0.1374	0.0808	0.1189
KOCAELI-ATS000	0.0956	0.1199	0.0754	0.1009
KOCAELI-DZC180	0.1188	0.1390	0.0810	0.1069
KOCAELI-IZT180	0.1019	0.1003	0.0711	0.0951
KOC-DZC270	0.0967	0.1190	0.0744	0.0980
KOC-GBZ000	0.1080	0.1048	0.0837	0.1008
LANDERS-JOS090	0.1132	0.1309	0.0771	0.1043
LANDERS-LCN275	0.1204	0.1591	0.0974	0.1285
LANDERS-YER360	0.0941	0.0952	0.0661	0.0881
LOMAP-G01090	0.1102	0.1289	0.0819	0.1197
LOMAP-G03090	0.1042	0.1376	0.0773	0.1048
LOMAP-HSP000	0.1163	0.1476	0.0888	0.1164
LOMAP-HSP090	0.0979	0.1220	0.0752	0.1019
LOMAP-LEX090	0.1198	0.1487	0.0892	0.1176
LOMAP-TRI090	0.1060	0.1306	0.0752	0.1069
LOMAP-WVC270	0.0915	0.1351	0.0853	0.1090
MORGAN-CYC285	0.0982	0.1420	0.0905	0.1207
NORTHR-CNP196	0.0969	0.1320	0.0854	0.1074
NORTHR-NWH360	0.1200	0.1550	0.0912	0.1264
NORTHR-PKC360	0.1113	0.1275	0.0807	0.1103
NORTHR-PUL194	0.1155	0.1593	0.1014	0.1307
NORTHR-SPV360	0.1332	0.1727	0.0973	0.1270
NORTHR-SYL090	0.1251	0.1631	0.0918	0.1270
NORTHR-TAR360	0.1174	0.1514	0.0886	0.1176
NORTHR-WIL180	0.0915	0.1105	0.0751	0.1047
PALMSPR-NPS210	0.1183	0.1359	0.0901	0.1167
PARKF-C02065	0.1249	0.1488	0.0876	0.1139
SPITAK-GUK000	0.0696	0.0631	0.0694	0.0649
SUPERST-B-ICC000	0.1034	0.1299	0.0792	0.1025
WHITTIER-A-EJS048	0.0918	0.0994	0.0719	0.0923
ORTALAMA	0.1071	0.1285	0.0813	0.1068

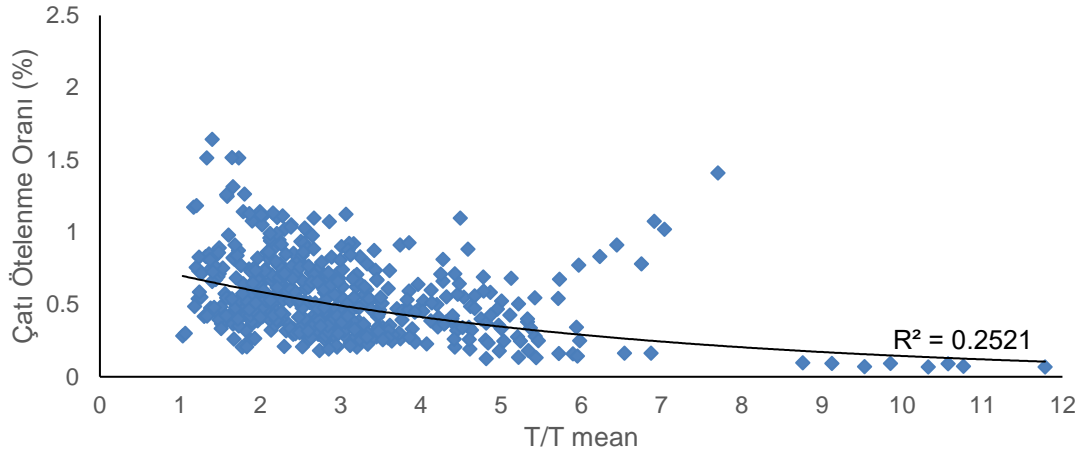
Tablo 5.18: 20 Katlı modellerin V/W oranları (DEA)

İVME KAYITLARI	Dış X-Aksı V/W Oranları	Dış Y-Aksı V/W Oranları	İç X-Aksı V/W Oranları	İç Y-Aksı V/W Oranları
CAPEMEND-PET090	0.0579	0.0580	0.0461	0.0527
CHICHI-TCU45W	0.1727	0.1471	0.0933	0.1242
DZC-BOL090	0.3152	0.3397	0.2294	0.3125
ERZ-EW	0.4502	0.4363	0.2909	0.4054
GAZLI-GAZ000	0.2583	0.2749	0.1955	0.2556
IMPVALL-BRA315	0.1431	0.1183	0.1052	0.1074
IMPVALL-H-E05140	0.2402	0.2703	0.2772	0.2773
IMPVALL-H-E11230	0.1341	0.1333	0.1205	0.1251
ITALY-STU000	0.2311	0.2138	0.1579	0.1928
ITALY-STU270	0.2494	0.2545	0.3043	0.2839
KOBE-NIS000	0.1920	0.1961	0.2065	0.1961
KOCAELI-ATS000	0.1357	0.1455	0.0961	0.1347
KOCAELI-DZC180	0.2685	0.2930	0.2349	0.2597
KOCAELI-IZT180	0.1662	0.1070	0.0805	0.1023
KOC-DZC270	0.3842	0.3323	0.2284	0.2980
KOC-GBZ000	0.1241	0.1088	0.1130	0.1033
LANDERS-JOS090	0.1776	0.2329	0.1875	0.2388
LANDERS-LCN275	0.2971	0.2742	0.3066	0.2659
LANDERS-YER360	0.0957	0.0995	0.0728	0.0895
LOMAP-G01090	0.1386	0.1537	0.1308	0.1517
LOMAP-G03090	0.2457	0.2637	0.2164	0.2596
LOMAP-HSP000	0.3432	0.3099	0.2507	0.2865
LOMAP-HSP090	0.1496	0.1698	0.1080	0.1619
LOMAP-LEX090	0.3701	0.3057	0.2527	0.2746
LOMAP-TRI090	0.1966	0.1863	0.1528	0.1709
LOMAP-WVC270	0.2135	0.2042	0.1631	0.1980
MORGAN-CYC285	0.3399	0.2950	0.2892	0.2745
NORTHR-CNP196	0.3577	0.4613	0.2355	0.4204
NORTHR-NWH360	0.4289	0.4415	0.2727	0.3636
NORTHR-PKC360	0.1852	0.1862	0.1912	0.1792
NORTHR-PUL194	0.3850	0.3379	0.3272	0.3132
NORTHR-SPV360	0.2796	0.3393	0.3742	0.3705
NORTHR-SYL090	0.3615	0.3822	0.4273	0.3922
NORTHR-TAR360	0.3922	0.4948	0.3420	0.4025
NORTHR-WIL180	0.0954	0.1220	0.1208	0.1209
PALMSPR-NPS210	0.2930	0.2650	0.2079	0.2463
PARKE-C02065	0.4696	0.4249	0.2800	0.3930
SPITAK-GUK000	0.0840	0.0644	0.0839	0.0663
SUPERST-B-ICC000	0.2474	0.2207	0.1883	0.2120
WHITTIER-A-EJS048	0.1282	0.1155	0.0782	0.1014
ORTALAMA	0.2450	0.2445	0.2010	0.2296

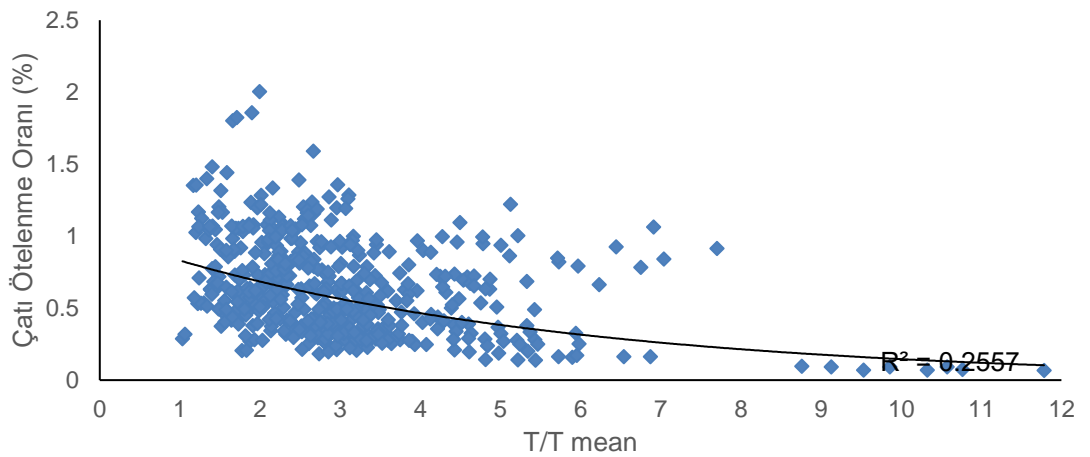
5.4 İvme Parametreleri İle Talepler Arası İlişkileri

Tez çalışması kapsamında iki boyutlu betonarme binaların 40 ivme kaydı için doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan zaman-tanım alanında dinamik analizleri gerçekleştirilmiş ve güçlü yer hareketi parametreleri ile arasındaki korelasyonlar karşılaştırılmıştır.

Gerçekleştirilen doğrusal elastik analizler (DEA) ve doğrusal elastik olmayan analizler (DEOA) sonucunda tüm modellerin çatı ötelenme oranları hesap edilmiştir. Hesap edilen çatı ötelenme oranlarının 40 ivme kaydının T/Tmean (bina periyodu ile ortalama periyot oranı) oranlarıyla olan ilişkileri Şekil 5.1 ve Şekil 5.2’de gösterilmektedir.



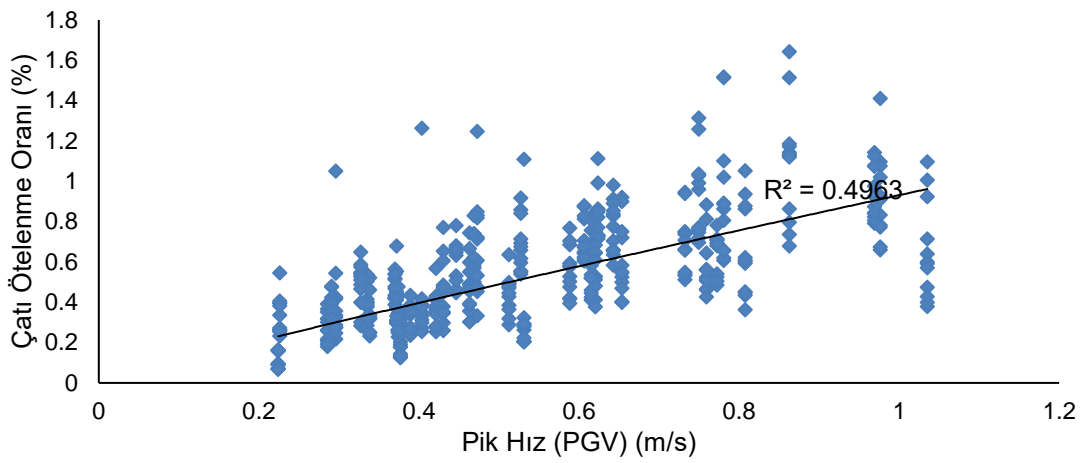
Şekil 5.1: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve T/Tmean korelasyon grafiği (DEOA)



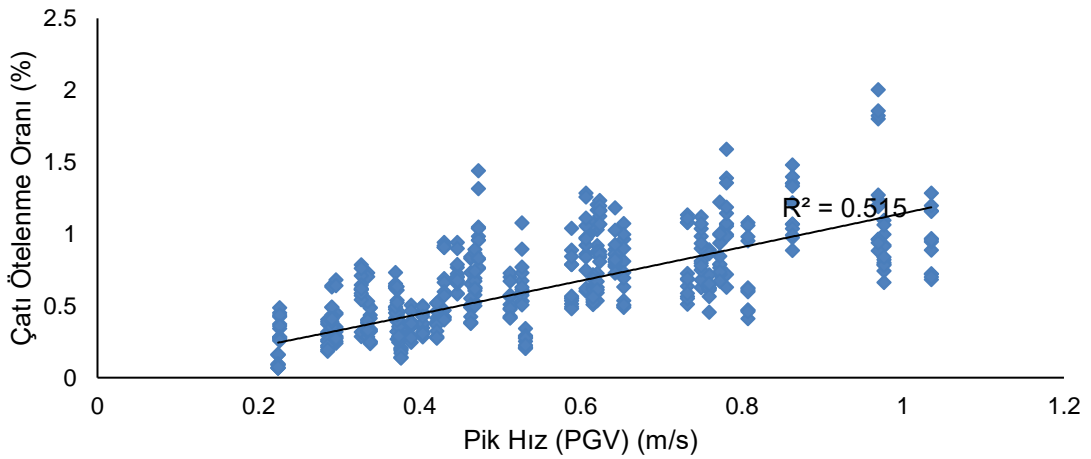
Şekil 5.2: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve T/Tmean korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.1’de doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.2521 elde edilirken Şekil 5.2’de verilen doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.2557 olarak elde edilmiştir. Her iki analiz yöntemi için elde edilen korelasyon katsayıları, parametreler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin çatı ötelenme oranları ile güçlü yer hareketi parametresi olan pik hız (PGV) arasındaki ilişkileri Şekil 5.3 ve Şekil 5.4’te gösterilmektedir.



Şekil 5.3: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Maksimum Hız korelasyon grafiği (DEOA)

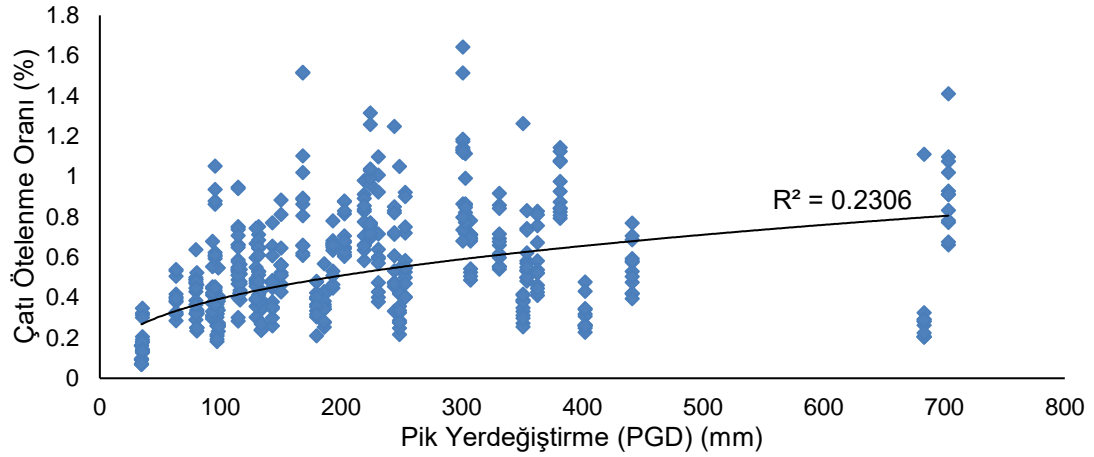


Şekil 5.4: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Maksimum Hız korelasyon grafiği (DEA)

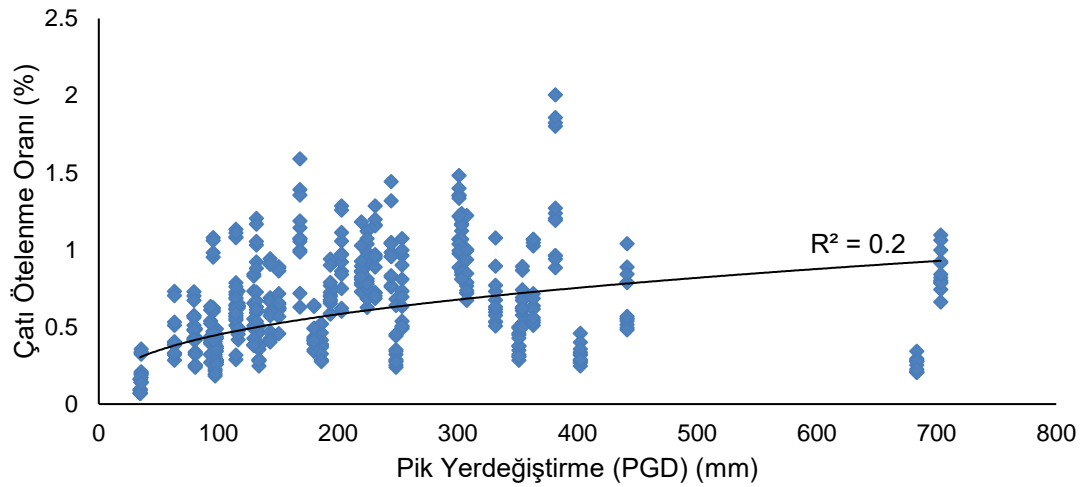
Şekil 5.3’te doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.4963 elde edilirken Şekil 5.4’te verilen doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.5150 olarak elde edilmiştir. Her iki analiz yöntemi

için elde edilen korelasyon katsayıları, parametreler arasında anlamlı ilişkinin sınırlı olduğunu göstermektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin çatı ötelenme oranları ile genlik parametresi olan pik yer değiştirme arasındaki ilişkileri Şekil 5.5 ve Şekil 5.6'da gösterilmektedir.



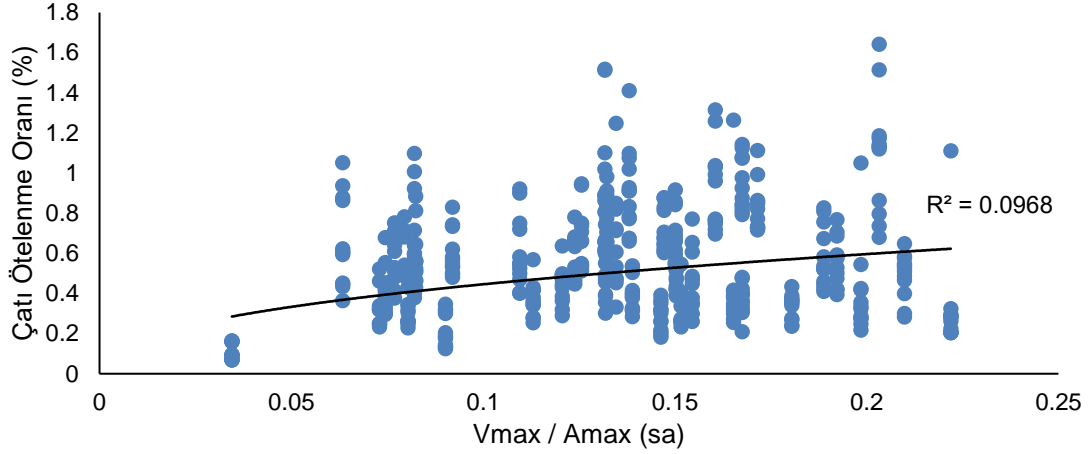
Şekil 5.5: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Pik Yer değiştirme korelasyon grafiği (DEOA)



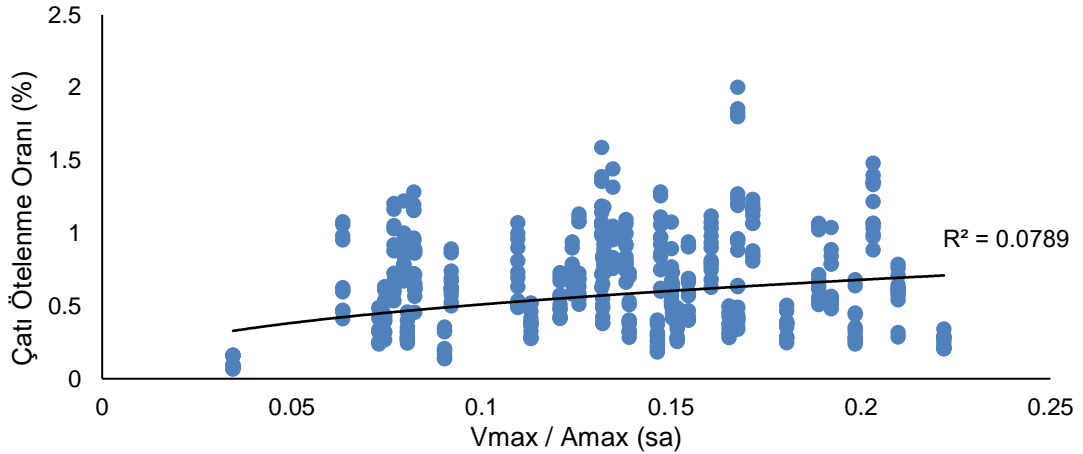
Şekil 5.6: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Pik Yer değiştirme korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.5'te doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.2306 elde edilirken Şekil 5.6'da verilen doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.2000 olarak elde edilmiştir. Her iki analiz yöntemi için elde edilen korelasyon katsayıları, parametreler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin çatı ötelenme oranları ile frekans içeriği parametresi olan V_{max}/A_{max} arasındaki ilişkileri Şekil 5.7 ve Şekil 5.8'de gösterilmektedir.



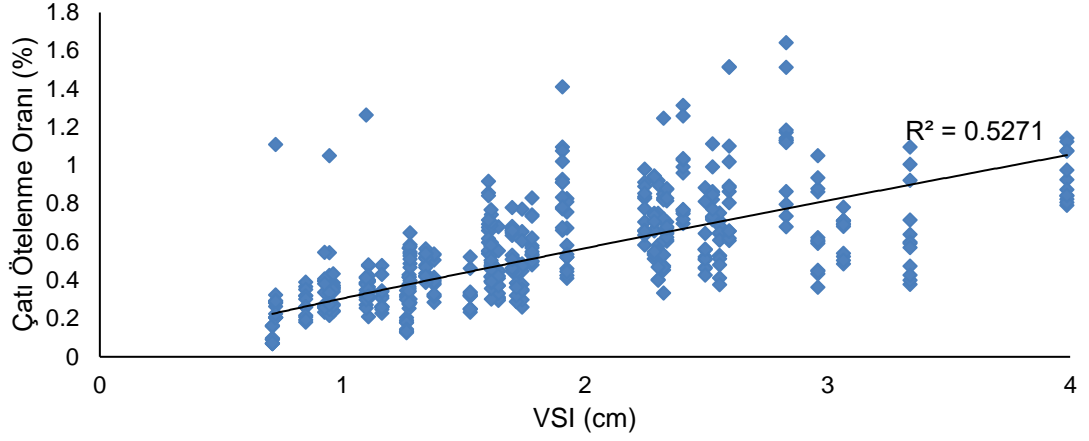
Şekil 5.7: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve V_{max}/A_{max} korelasyon grafiği (DEOA)



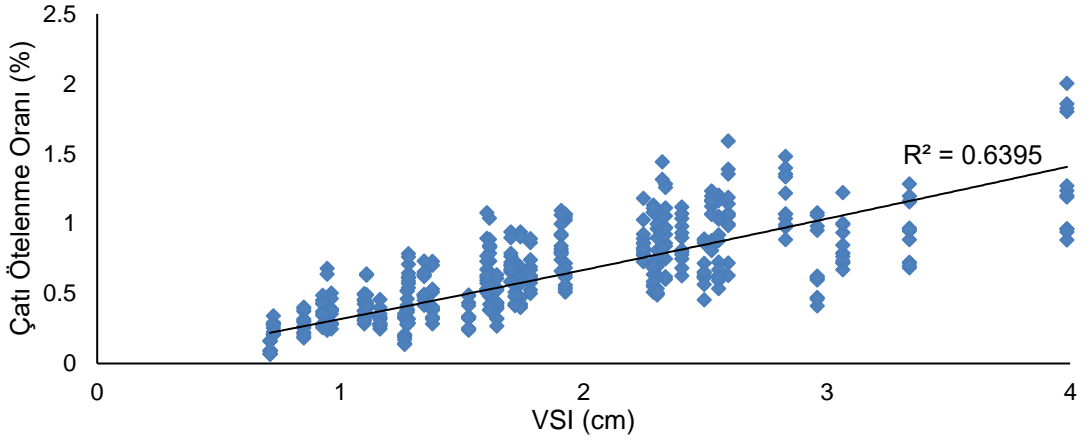
Şekil 5.8: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve V_{max}/A_{max} korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.7'de doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.0968 elde edilirken Şekil 5.8'de verilen doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.0789 olarak elde edilmiştir. Her iki analiz yöntemi için elde edilen korelasyon katsayıları, parametreler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin çatı ötelenme oranları ile yer hareketi parametresi olan hız spektrum şiddeti arasındaki ilişkileri Şekil 5.9 ve Şekil 5.10'de gösterilmektedir.



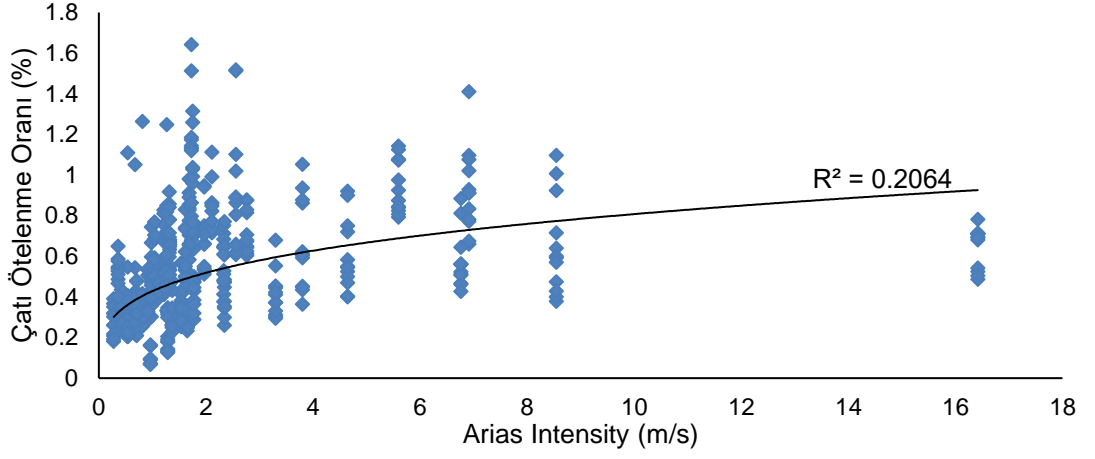
Şekil 5.9: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Hız Spektrum Şiddeti korelasyon grafiği (DEOA)



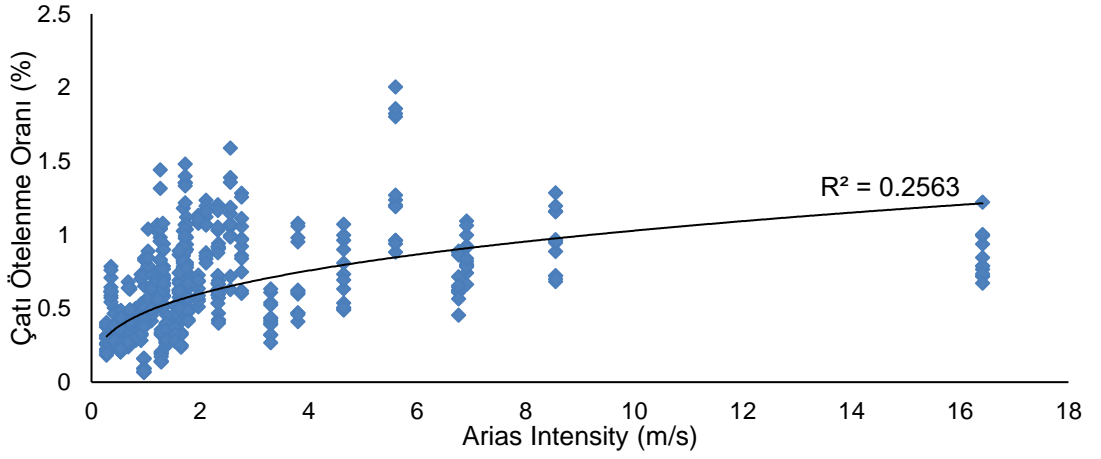
Şekil 5.10: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Hız Spektrum Şiddeti korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.9’de doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.5271 elde edilirken Şekil 5.10’de verilen doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.6395 olarak elde edilmiştir. Elde edilen korelasyon katsayısı doğrusal elastik analiz yöntemi için çatı katı ötelenme oranı ile hız spektrum şiddeti arasında ilişki olduğunu göstermektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin çatı ötelenme oranları ile yer hareketi parametresi olan arias şiddeti arasındaki ilişkileri Şekil 5.11 ve Şekil 5.12’de gösterilmektedir.



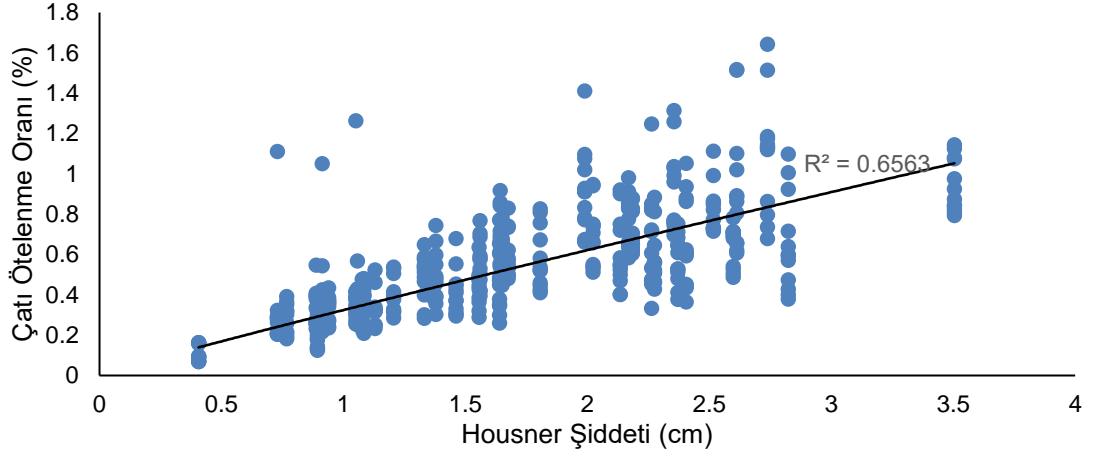
Şekil 5.11: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Arias Şiddeti korelasyon grafiği (DEOA)



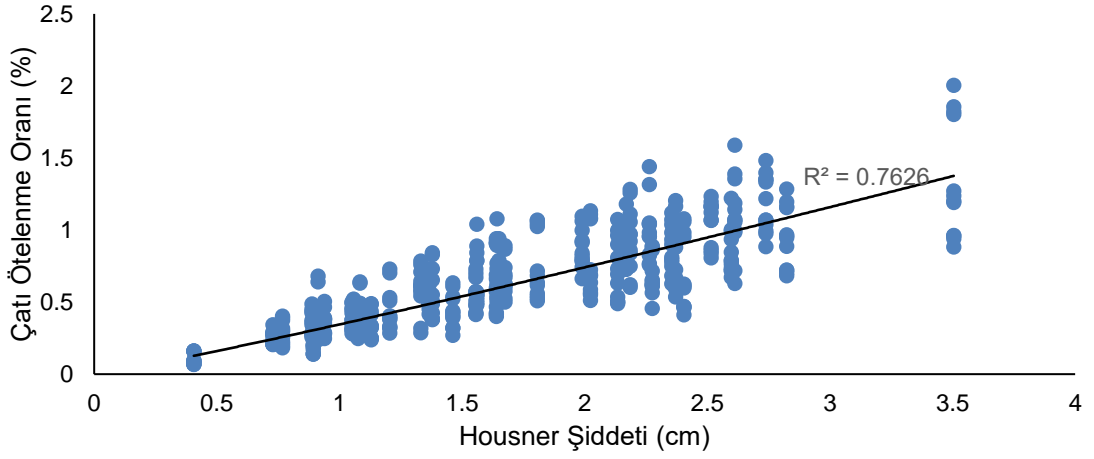
Şekil 5.12: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Arias Şiddeti korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.11’de doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.2064 elde edilirken Şekil 5.12’de verilen doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.2563 olarak elde edilmiştir. Elde edilen korelasyon katsayıları her iki analiz yöntemi içinde çatı katı ötelenme oranı ile arias şiddeti arasındaki ilişkinin dikkate alınacak düzeyde olmadığını göstermektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin çatı ötelenme oranları ile yer hareketi parametresi olan housner şiddeti arasındaki ilişkileri Şekil 5.13 ve Şekil 5.14’te gösterilmektedir.



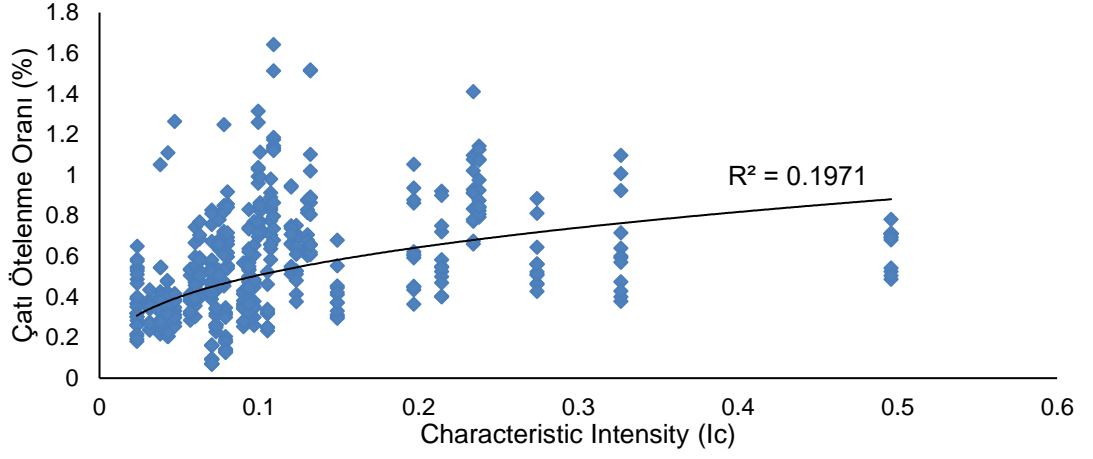
Şekil 5.13: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Housner Şiddeti korelasyon grafiği (DEOA)



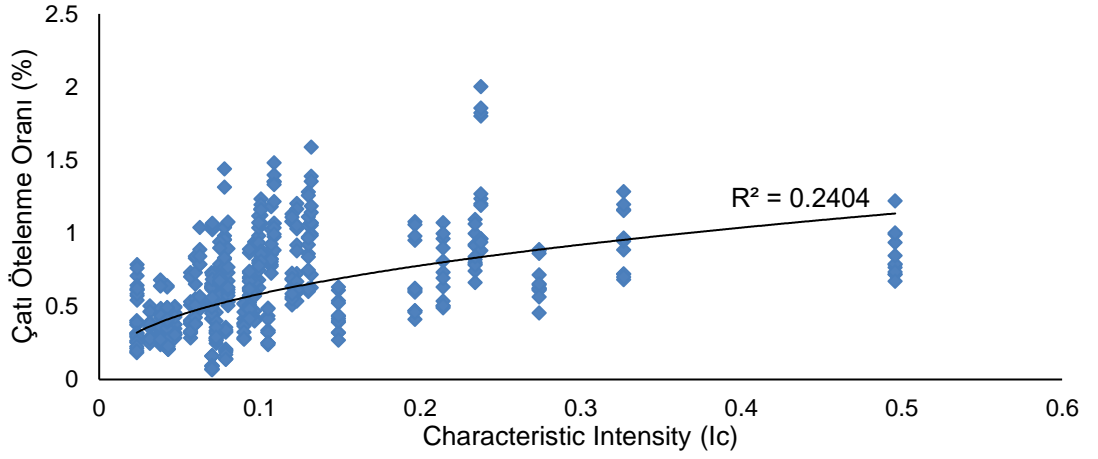
Şekil 5.14: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Housner Şiddeti korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.13’de doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.6563 elde edilirken Şekil 5.14’de verilen doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.7626 olarak elde edilmiştir. Elde edilen korelasyon katsayıları her iki analiz yöntemi içinde çatı katı ötelenme oranı ile housner şiddeti arasındaki ilişki olduğunu sonucuna varılmıştır.

Analizler sonucunda tüm modellerin çatı ötelenme oranları ile yer hareketi parametresi olan karakteristik şiddeti arasındaki ilişkileri Şekil 5.15 ve Şekil 5.16’da gösterilmektedir.



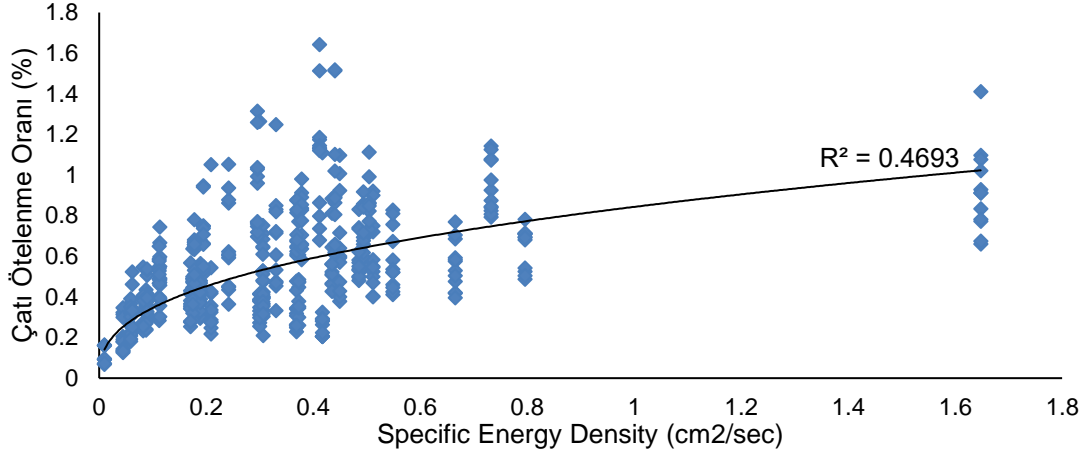
Şekil 5.15: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Karakteristik Şiddeti korelasyon grafiği (DEOA)



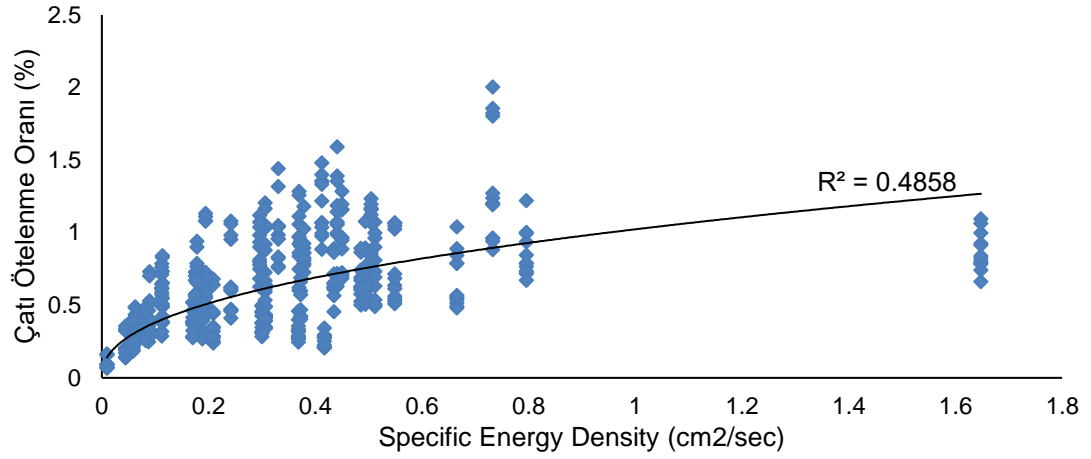
Şekil 5.16: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Karakteristik Şiddeti korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.15’de doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.1971 elde edilirken Şekil 5.16’de verilen doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.2404 olarak elde edilmiştir. Her iki analiz yöntemi için elde edilen korelasyon katsayıları, parametreler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin çatı ötelenme oranları ile yer hareketi parametresi olan spesifik enerji yoğunluğu arasındaki ilişkileri Şekil 5.17 ve Şekil 5.18’de gösterilmektedir.



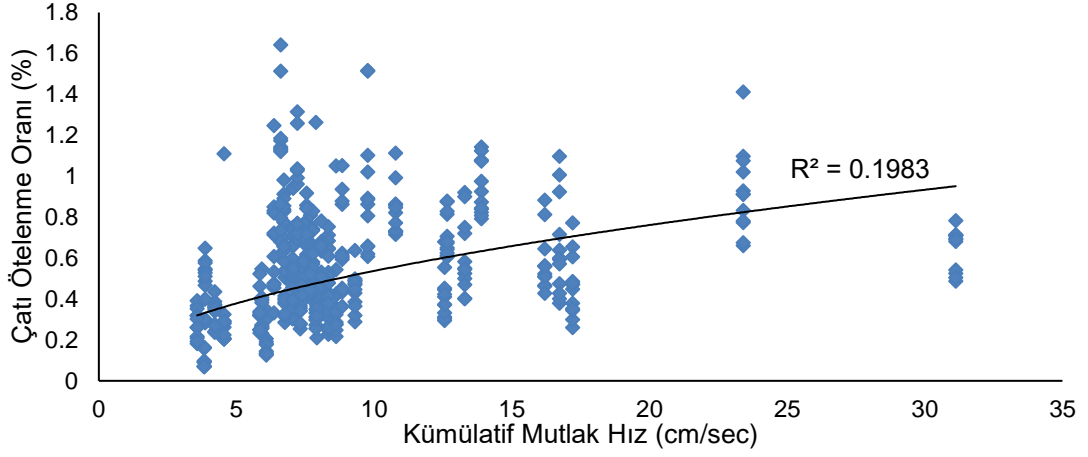
Şekil 5.17: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Spesifik Enerji Yoğunluğu korelasyon grafiği (DEOA)



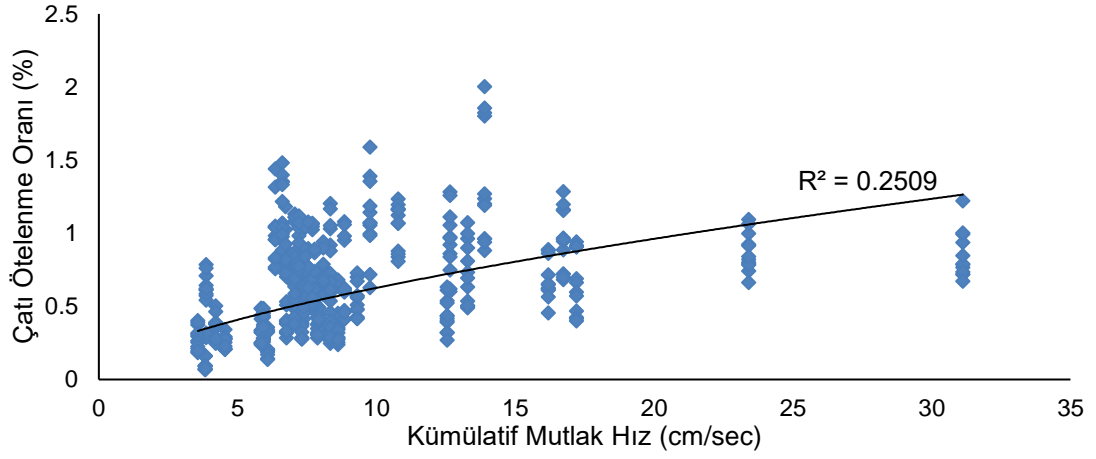
Şekil 5.18: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Spesifik Enerji Yoğunluğu korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.17’de doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.4693 elde edilirken Şekil 5.18’de verilen doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.4858 olarak elde edilmiştir. Elde edilen korelasyon katsayıları her iki analiz yöntemi içinde çatı katı ötelenme oranı ile spesifik enerji yoğunluğu arasındaki ilişkinin yeterli düzeyde olmadığını göstermektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin çatı ötelenme oranları ile yer hareketi parametresi olan kümülatif mutlak hız arasındaki ilişkileri Şekil 5.19 ve Şekil 5.20’de gösterilmektedir.



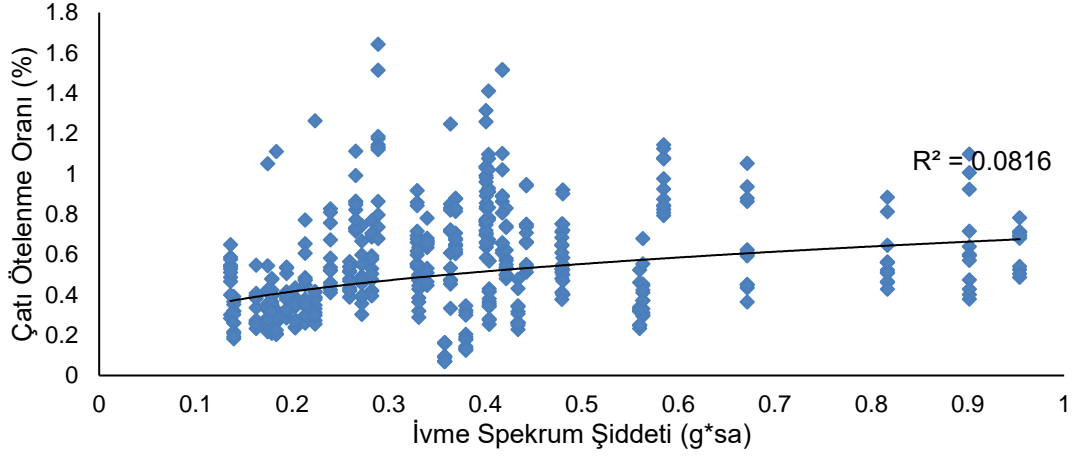
Şekil 5.19: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Kümülatif Mutlak Hız korelasyon grafiği (DEOA)



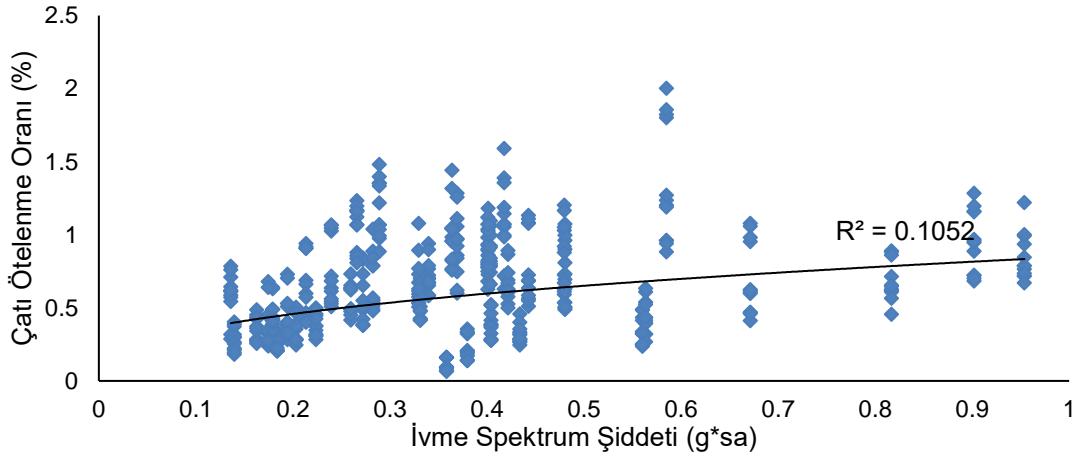
Şekil 5.20: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve Kümülatif Mutlak Hız korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.19’de doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.1983 elde edilirken Şekil 5.20’de verilen doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.2509 olarak elde edilmiştir. Elde edilen korelasyon katsayıları her iki analiz yöntemi içinde çatı katı ötelenme oranı ile kümülatif mutlak hız arasındaki ilişkinin yeterli düzeyde olmadığını göstermektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin çatı ötelenme oranları ile yer hareketi parametresi olan ivme spektrum şiddeti arasındaki ilişkileri Şekil 5.21 ve Şekil 5.22’de gösterilmektedir.



Şekil 5.21: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve İvme Spektrum Şiddeti korelasyon grafiği (DEOA)

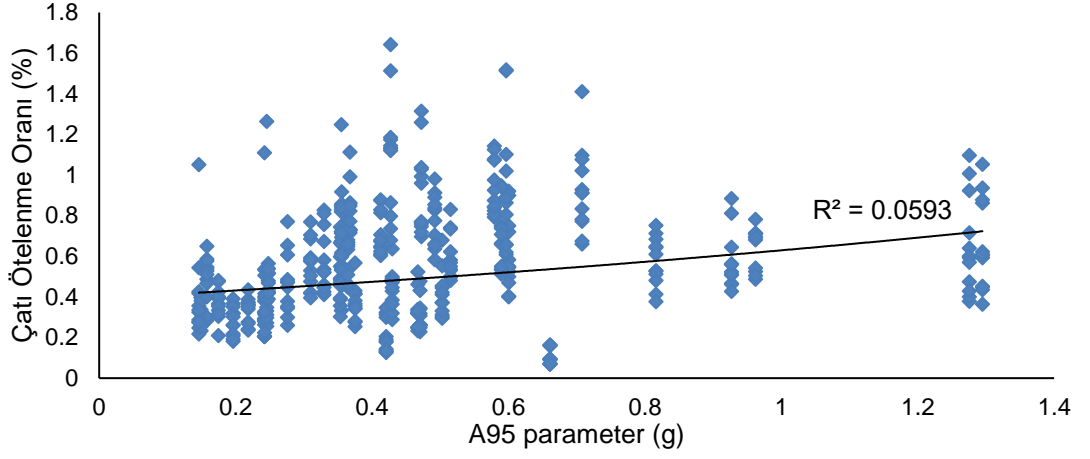


Şekil 5.22: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve İvme Spektrum Şiddeti korelasyon grafiği (DEA)

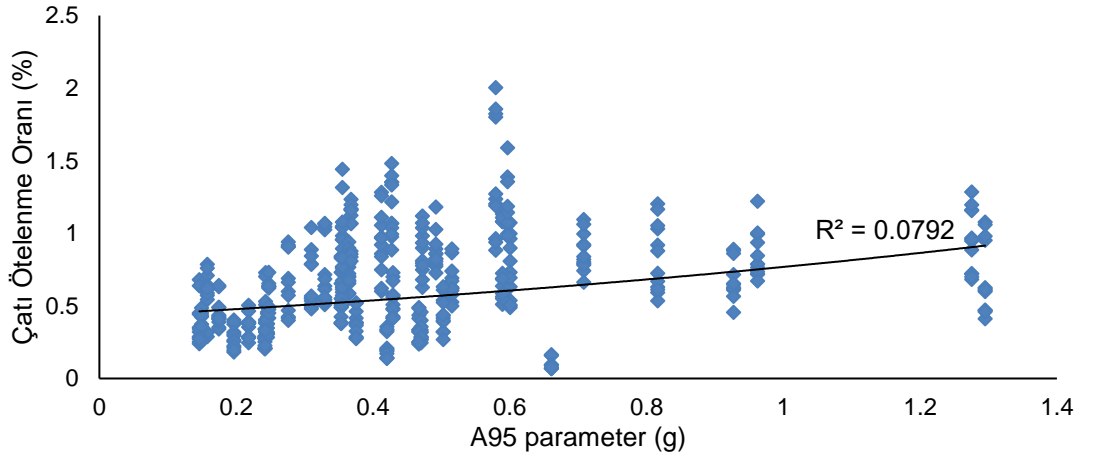
Şekil 5.21’de doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.0816 elde edilirken Şekil 5.22’de doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.1052 olarak elde edilmiştir. Her iki analiz yöntemi için elde edilen korelasyon katsayıları, parametreler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Şekil 5.21 ve Şekil 5.22 birlikte değerlendirildiğinde, doğrusal elastik olmayan ve doğrusal elastik analiz sonuçları arasında yeterli düzeyde bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır.

Analizler sonucunda tüm modellerin çatı ötelenme oranları ile yer hareketi parametresi olan A95 parametre arasındaki ilişkileri Şekil 5.23 ve Şekil 5.24’te gösterilmektedir.



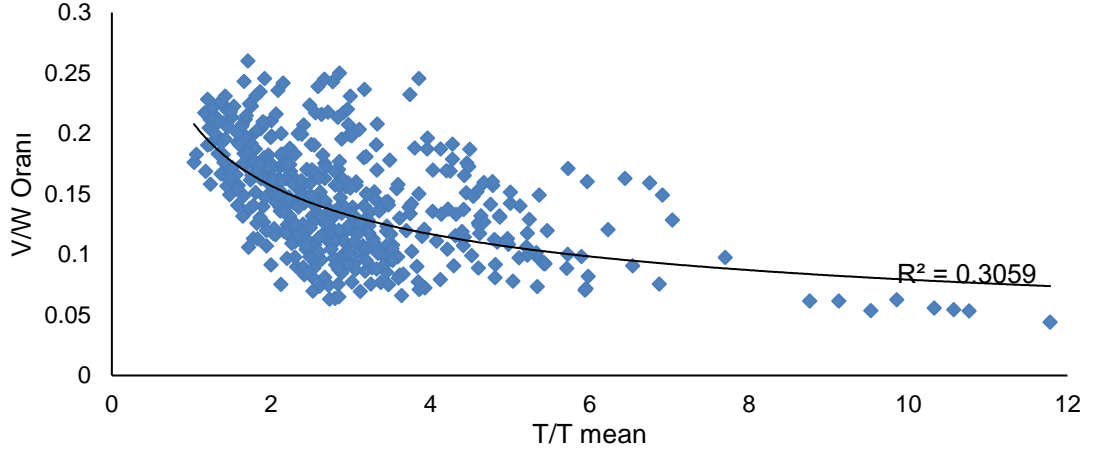
Şekil 5.23: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve A95 Parametre korelasyon grafiği (DEOA)



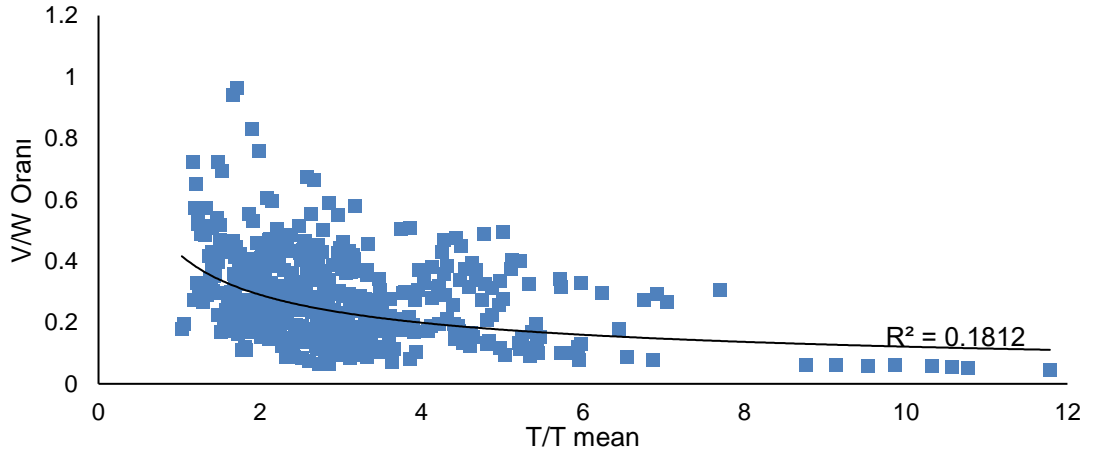
Şekil 5.24: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ve A95 Parametre korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.23’de doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.0854 elde edilirken Şekil 5.24’de doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.1045 olarak elde edilmiştir. Her iki analiz yöntemi için elde edilen korelasyon katsayıları, parametreler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin V/W (çatı katı kesme kuvveti ile bina ağırlığı oranı) oranları ile yer hareketi parametresi olan T/Tmean arasındaki ilişkileri Şekil 5.25 ve Şekil 5.26’da gösterilmektedir.



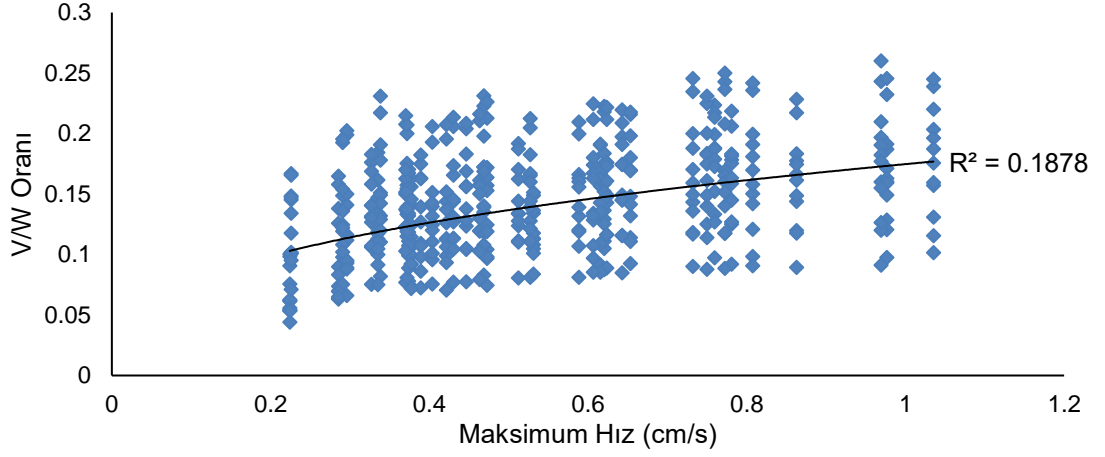
Şekil 5.25: Tüm modellerin V/W oranı ve T/Tmean korelasyon grafiği (DEOA)



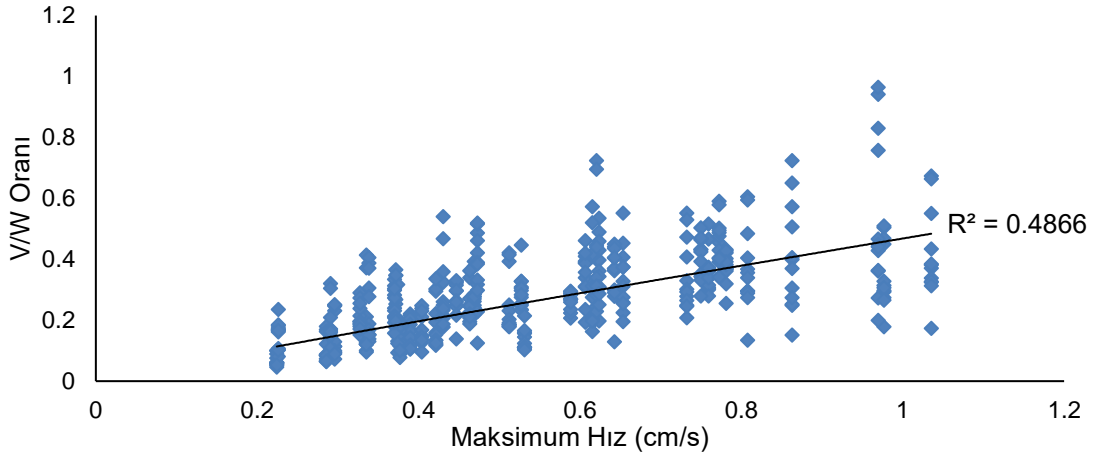
Şekil 5.26: Tüm modellerin V/W oranı ve T/Tmean korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.25'te doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.3059 elde edilirken Şekil 5.26'de doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.1812 olarak elde edilmiştir. Her iki analiz yöntemi için elde edilen korelasyon katsayıları, parametreler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin V/W oranları ile yer hareketi parametresi olan pik hız arasındaki ilişkileri Şekil 5.27 ve Şekil 5.28'de gösterilmektedir.



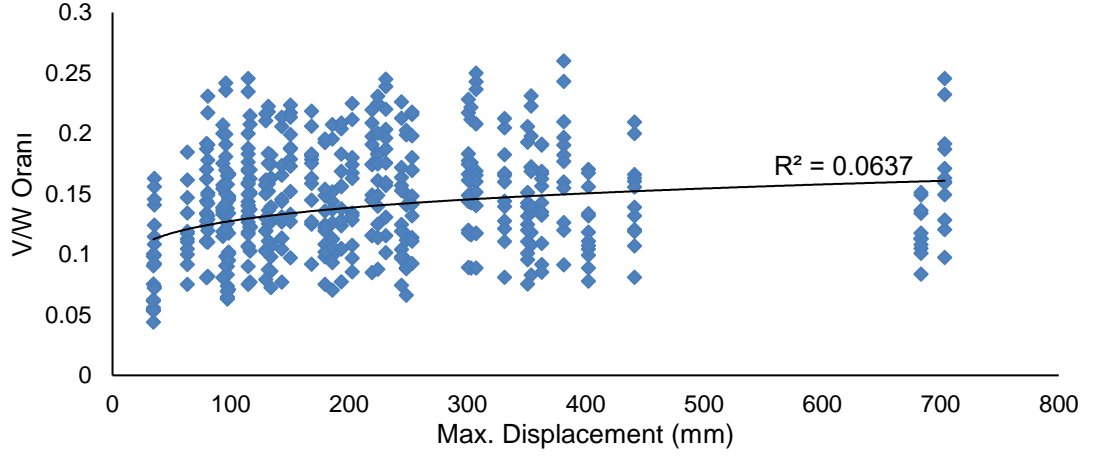
Şekil 5.27: Tüm modellerin V/W oranı ve Pik Hız korelasyon grafiği (DEOA)



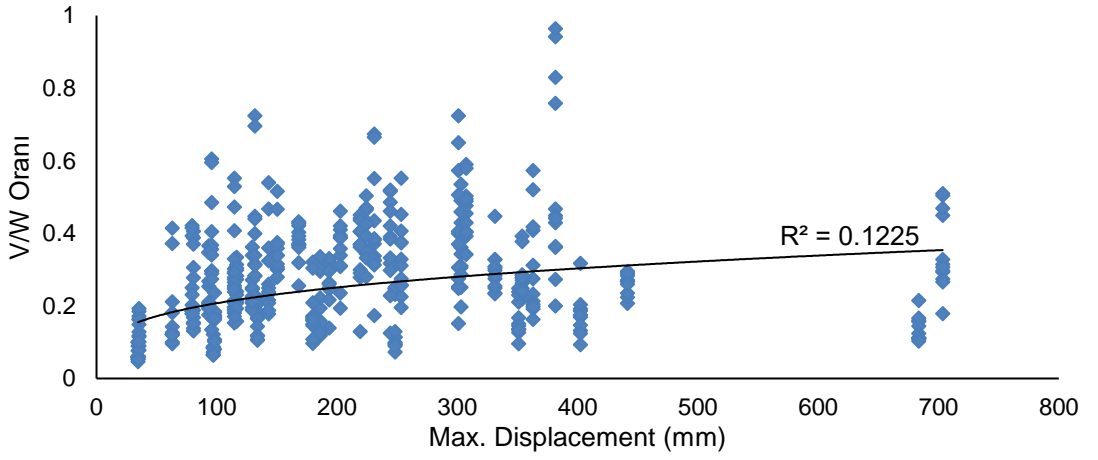
Şekil 5.28: Tüm modellerin V/W oranı ve Pik Hız korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.27’de doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.1878 elde edilirken Şekil 5.28’de doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.4866 olarak elde edilmiştir. Her iki analiz yöntemi için elde edilen korelasyon katsayıları, parametreler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin V/W oranları ile yer hareketi parametresi olan pik yer değiştirme arasındaki ilişkileri Şekil 5.29 ve Şekil 5.30’da gösterilmektedir.



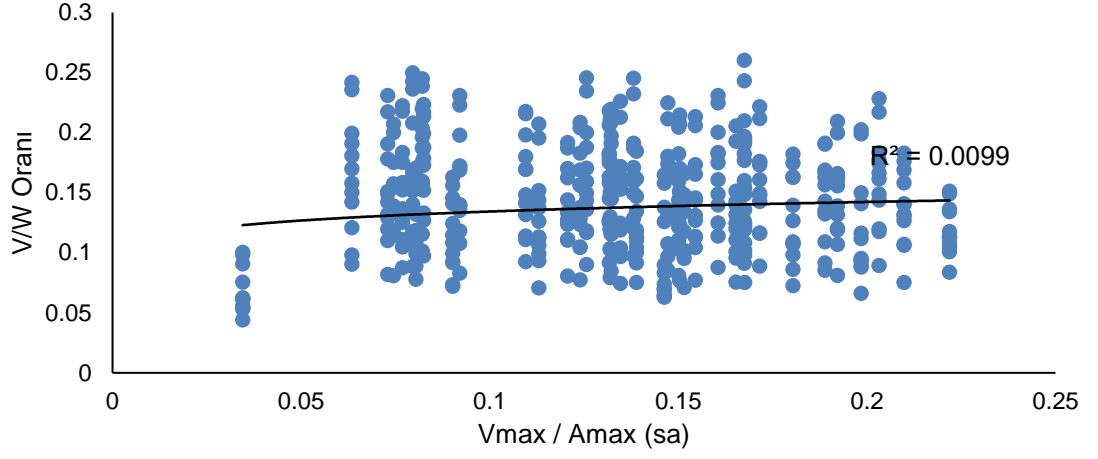
Şekil 5.29: Tüm modellerin V/W oranı ve Pik Yer değiştirme korelasyon grafiği (DEOA)



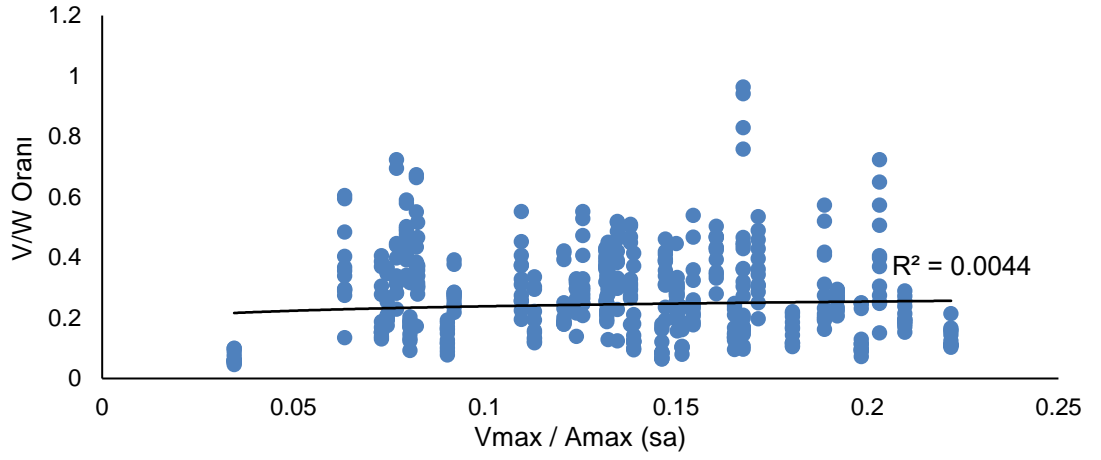
Şekil 5.30: Tüm modellerin V/W oranı ve Pik Yer değiştirme korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.29’de doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.0637 elde edilirken Şekil 5.30’de doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.1225 olarak elde edilmiştir. Her iki analiz yöntemi için elde edilen korelasyon katsayıları, parametreler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin V/W oranları ile yer hareketi parametresi olan V_{max}/A_{max} arasındaki ilişkileri Şekil 5.31 ve Şekil 5.32’de gösterilmektedir.



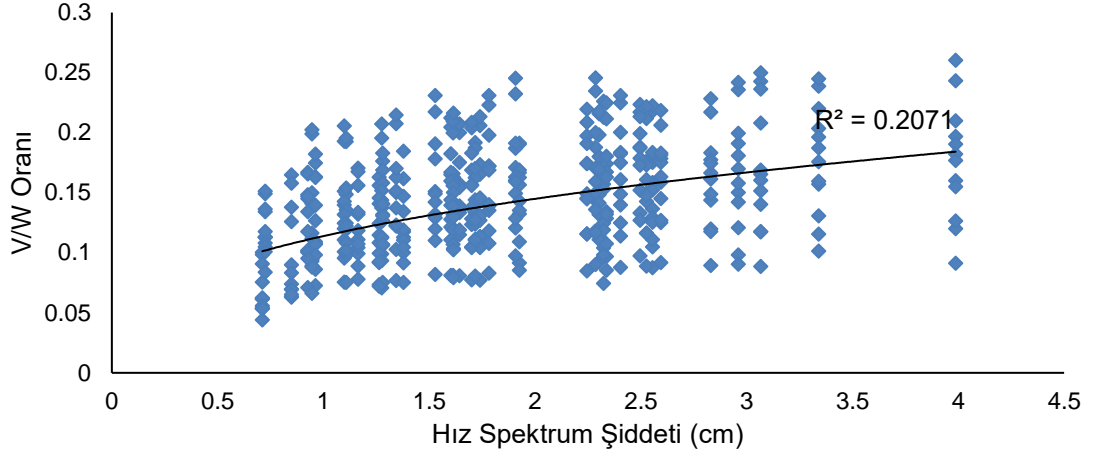
Şekil 5.31: Tüm modellerin V/W oranı ve Vmax/Amax korelasyon grafiği (DEOA)



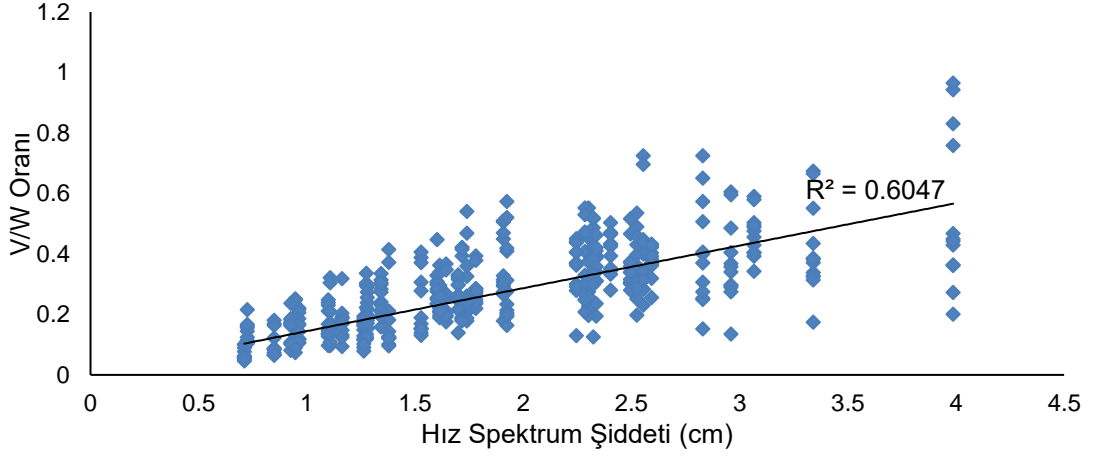
Şekil 5.32: Tüm modellerin V/W oranı ve Vmax/Amax korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.31’de doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.0099 elde edilirken Şekil 5.32’de doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.0044 olarak elde edilmiştir. Her iki analiz yöntemi için elde edilen korelasyon katsayıları, parametreler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin V/W oranları ile yer hareketi parametresi olan hız spektrum şiddeti arasındaki ilişkileri Şekil 5.33 ve Şekil 5.34’de gösterilmektedir.



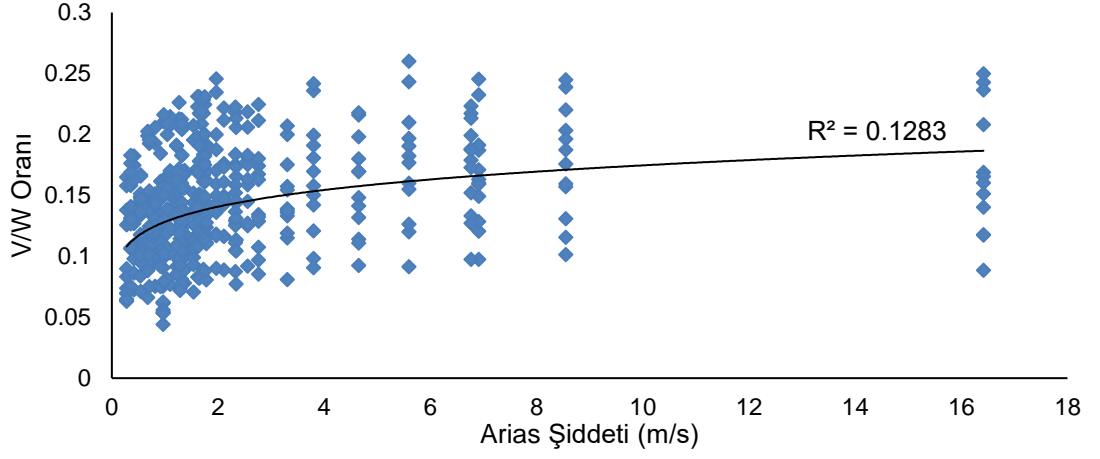
Şekil 5.33: Tüm modellerin V/W oranı ve Hız Spektrum Şiddeti korelasyon grafiği (DEOA)



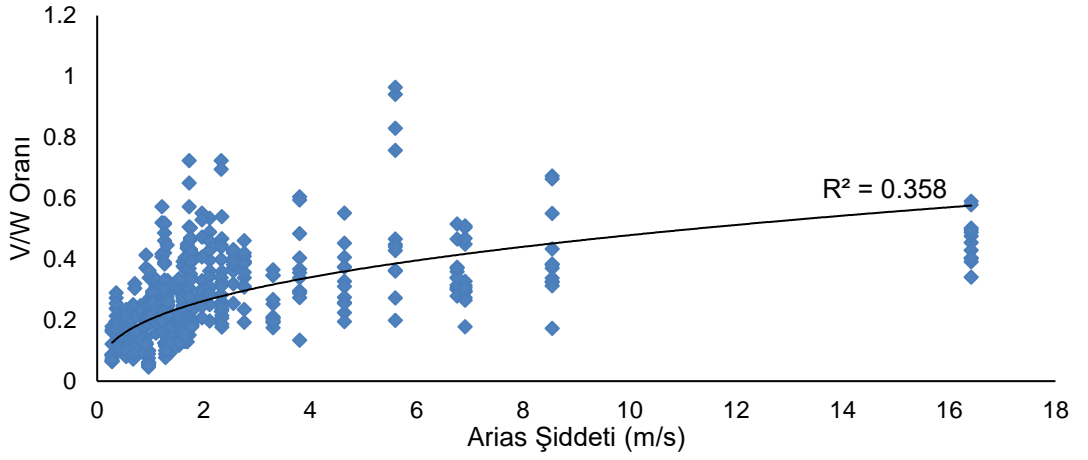
Şekil 5.34: Tüm modellerin V/W oranı ve Hız Spektrum Şiddeti korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.33’de doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.2071 elde edilirken Şekil 5.34’de doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.6047 olarak elde edilmiştir. Elde edilen korelasyon katsayıları incelendiğinde, doğrusal elastik analiz sonuçlarına göre parametreler arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Ancak doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları için parametreler arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığı elde edilmiştir.

Analizler sonucunda tüm modellerin V/W oranları ile yer hareketi parametresi olan Arias şiddeti arasındaki ilişkileri Şekil 5.35 ve Şekil 5.36’da gösterilmektedir.



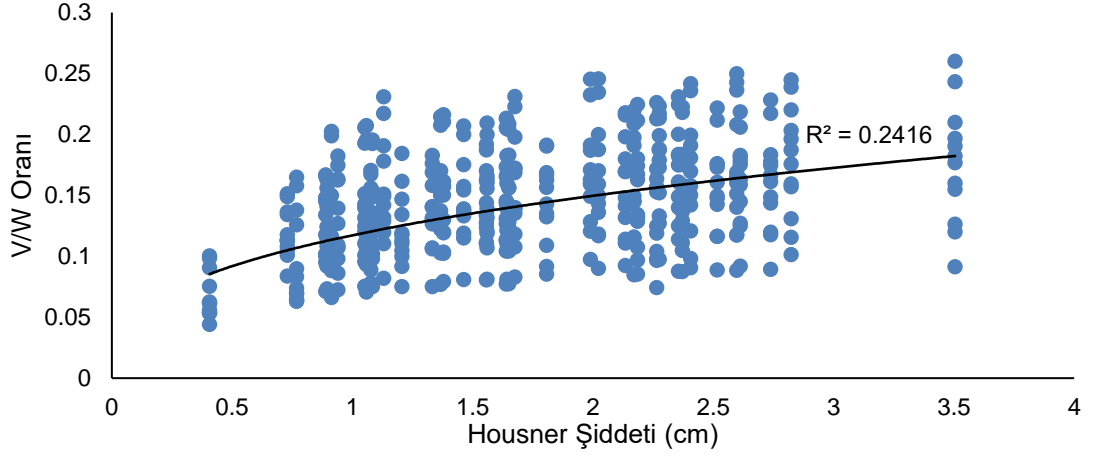
Şekil 5.35: Tüm modellerin V/W oranı ve Arias Şiddeti korelasyon grafiği (DEOA)



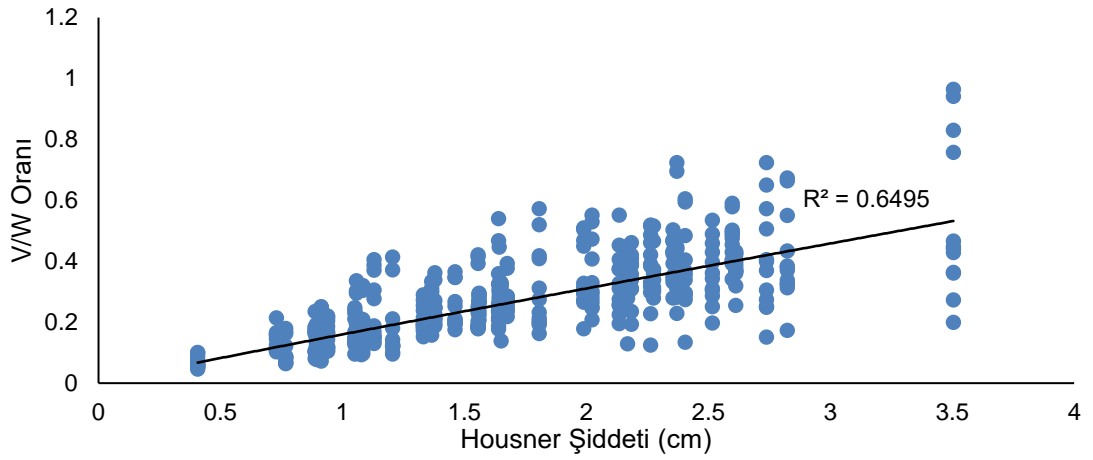
Şekil 5.36: Tüm modellerin V/W oranı ve Arias Şiddeti korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.35’de doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.1283 elde edilirken Şekil 5.36’de doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.3580 olarak elde edilmiştir. Her iki analiz yöntemi için elde edilen korelasyon katsayıları, parametreler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin V/W oranları ile yer hareketi parametresi olan Housner şiddeti arasındaki ilişkileri Şekil 5.37 ve Şekil 5.38’de gösterilmektedir.



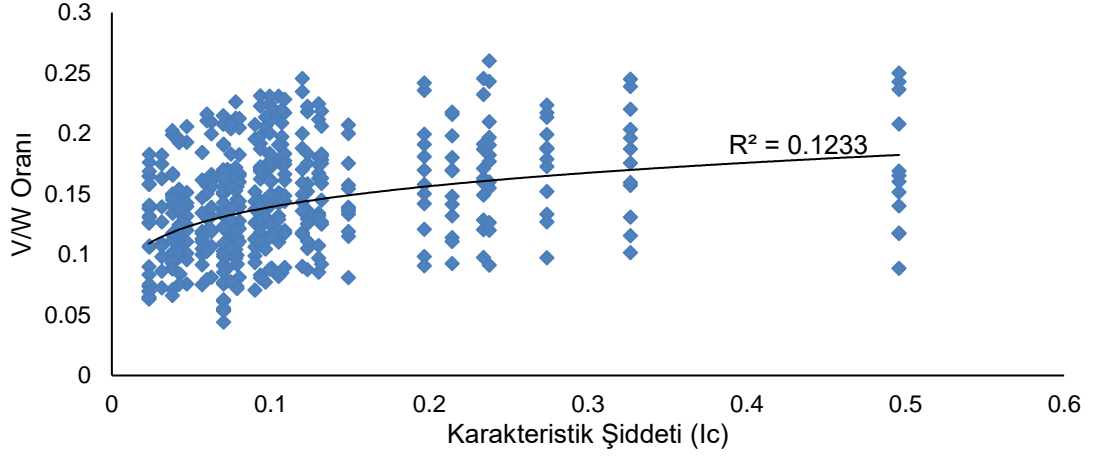
Şekil 5.37: Tüm modellerin V/W oranı ve Housner Şiddeti korelasyon grafiği (DEOA)



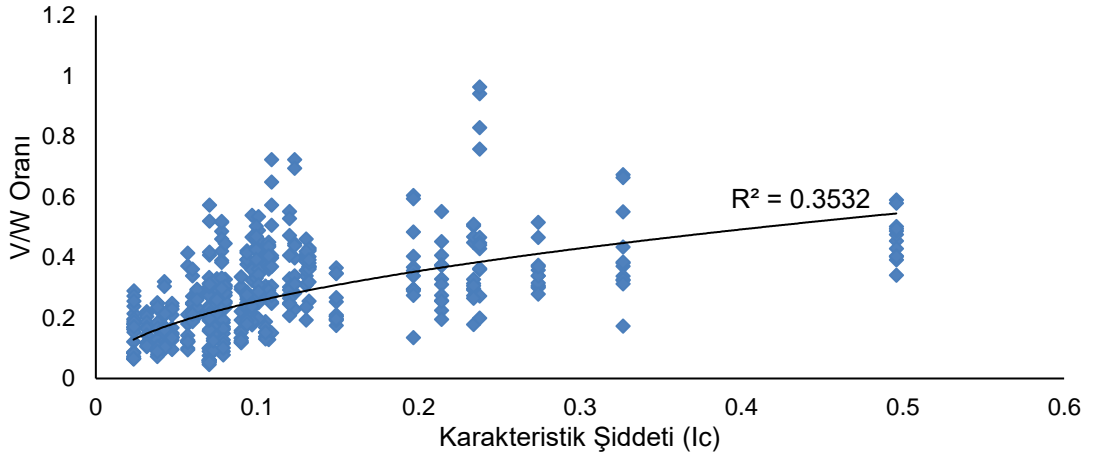
Şekil 5.38: Tüm modellerin V/W oranı ve Housner Şiddeti korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.37’de doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.2416 elde edilirken Şekil 5.38’de doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.6495 olarak elde edilmiştir. Elde edilen korelasyon katsayıları incelendiğinde, doğrusal elastik analiz sonuçlarına göre parametreler arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Ancak doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları için parametreler arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır.

Analizler sonucunda tüm modellerin V/W oranları ile yer hareketi parametresi olan karakteristik şiddeti arasındaki ilişkileri Şekil 5.39 ve Şekil 5.40’ta gösterilmektedir.



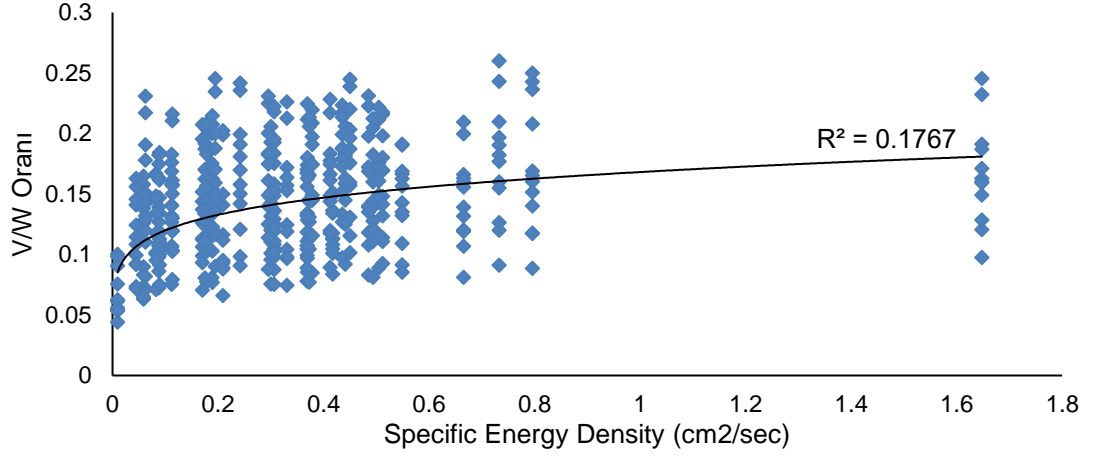
Şekil 5.39: Tüm modellerin V/W oranı ve Karakteristik Şiddeti korelasyon grafiği (DEOA)



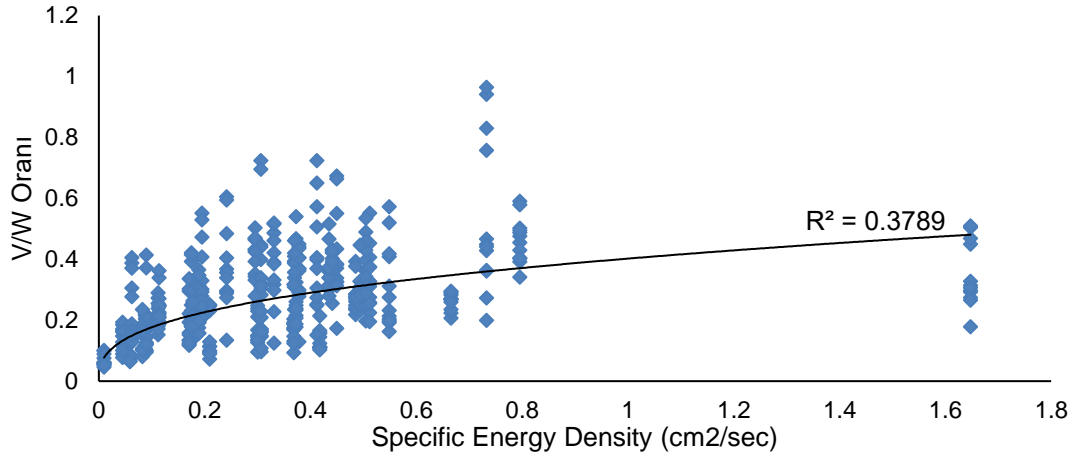
Şekil 5.40: Tüm modellerin V/W oranı ve Karakteristik Şiddeti korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.39'de doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.1233 elde edilirken Şekil 5.40'de doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.3532 olarak elde edilmiştir. Her iki analiz yöntemi için elde edilen korelasyon katsayıları, parametreler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin V/W oranları ile yer hareketi parametresi olan spesifik enerji yoğunluğu arasındaki ilişkileri Şekil 5.41 ve Şekil 5.42'de gösterilmektedir.



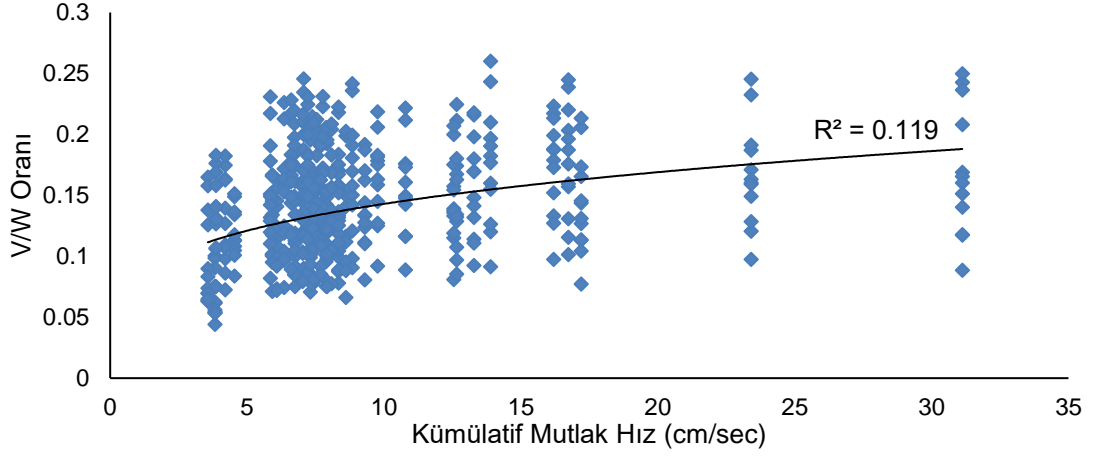
Şekil 5.41: Tüm modellerin V/W oranı ve Spesifik Enerji Yoğunluğu korelasyon grafiği (DEOA)



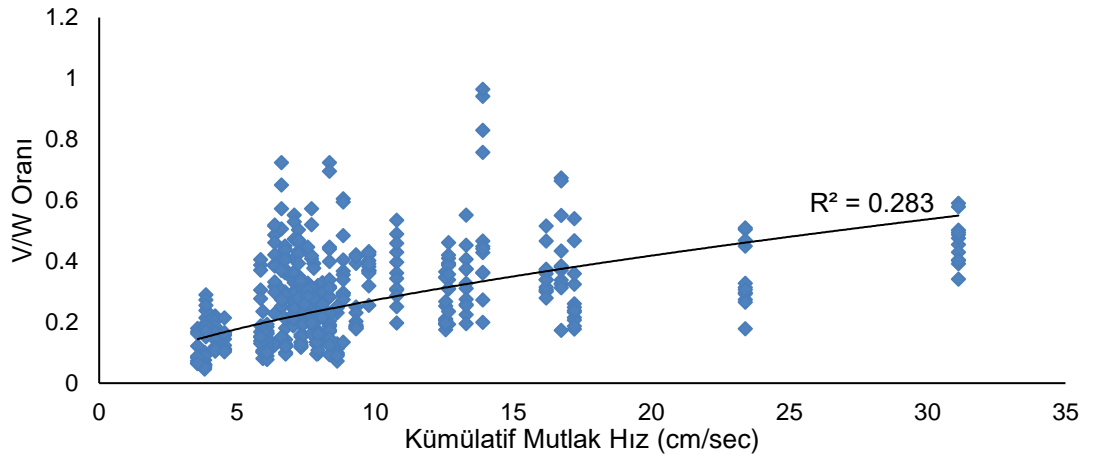
Şekil 5.42: Tüm modellerin V/W oranı ve Spesifik Enerji Yoğunluğu korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.41’de doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.1767 elde edilirken Şekil 5.42’de doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.3789 olarak elde edilmiştir. Her iki analiz yöntemi için elde edilen korelasyon katsayıları, parametreler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin V/W oranları ile yer hareketi parametresi olan kümülatif mutlak hız arasındaki ilişkileri Şekil 5.43 ve Şekil 5.44’te gösterilmektedir.



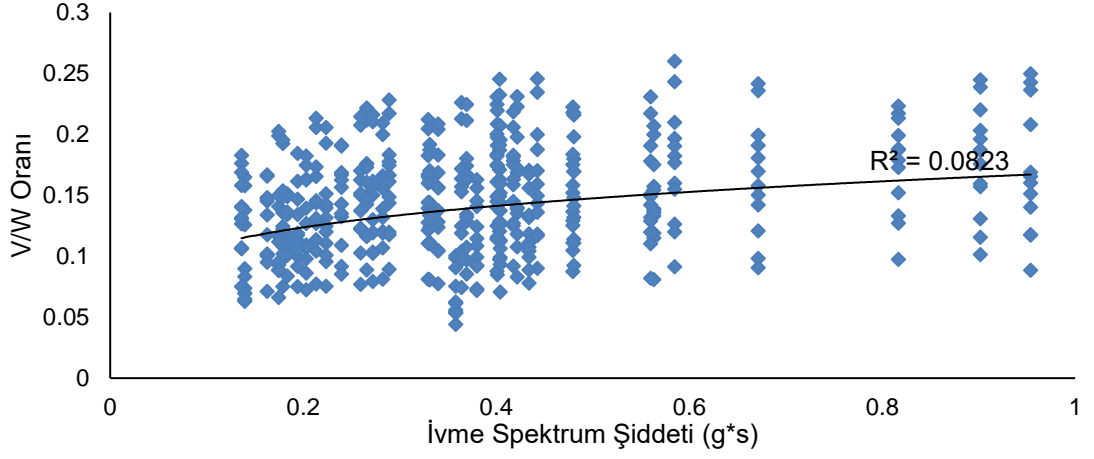
Şekil 5.43: Tüm modellerin V/W oranı ve Kümülatif Mutlak Hız korelasyon grafiği (DEOA)



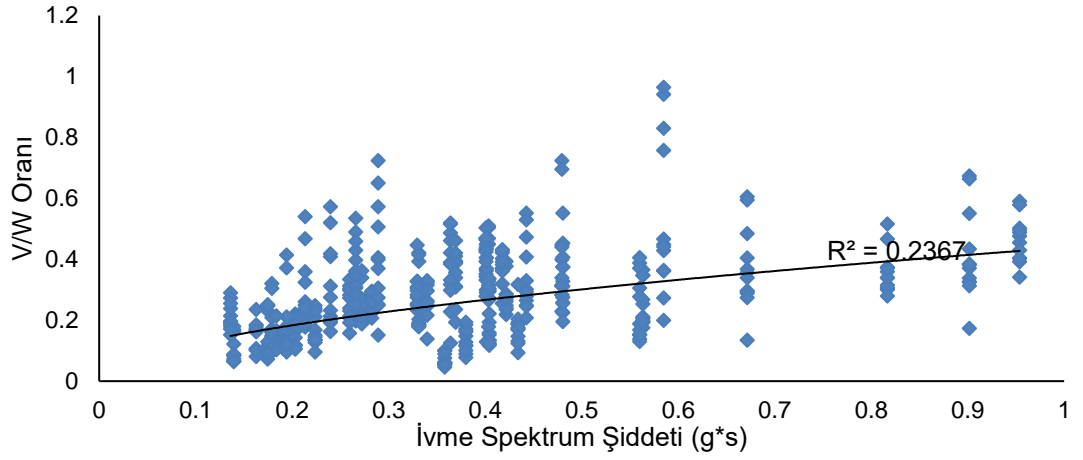
Şekil 5.44: Tüm modellerin V/W oranı ve Kümülatif Mutlak Hız korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.43'te doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.1767 elde edilirken Şekil 5.44'de doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.3789 olarak elde edilmiştir. Her iki analiz yöntemi için elde edilen korelasyon katsayıları, parametreler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin V/W oranları ile yer hareketi parametresi olan ivme spektrum şiddeti arasındaki ilişkileri Şekil 5.45 ve Şekil 5.46'da gösterilmektedir.



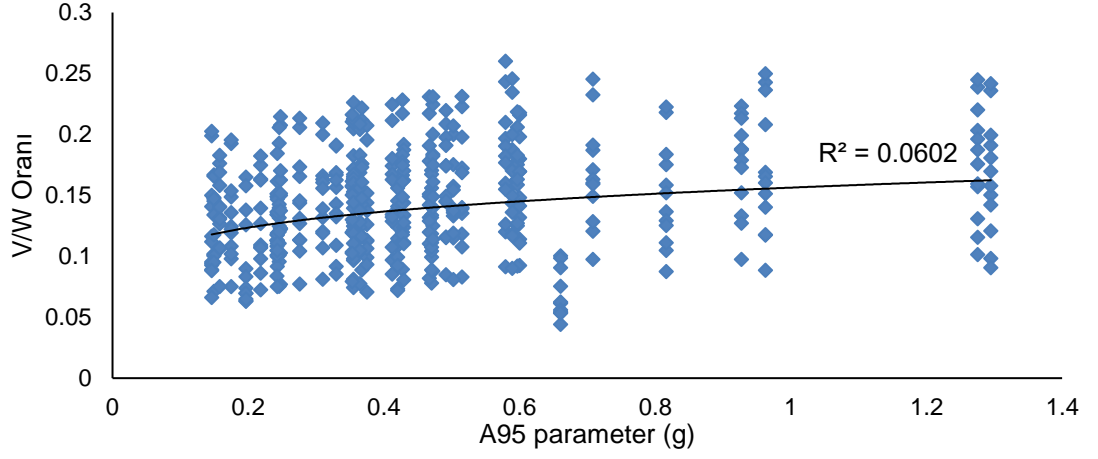
Şekil 5.45: Tüm modellerin V/W oranı ve İvme Spektrum Şiddeti korelasyon grafiği (DEOA)



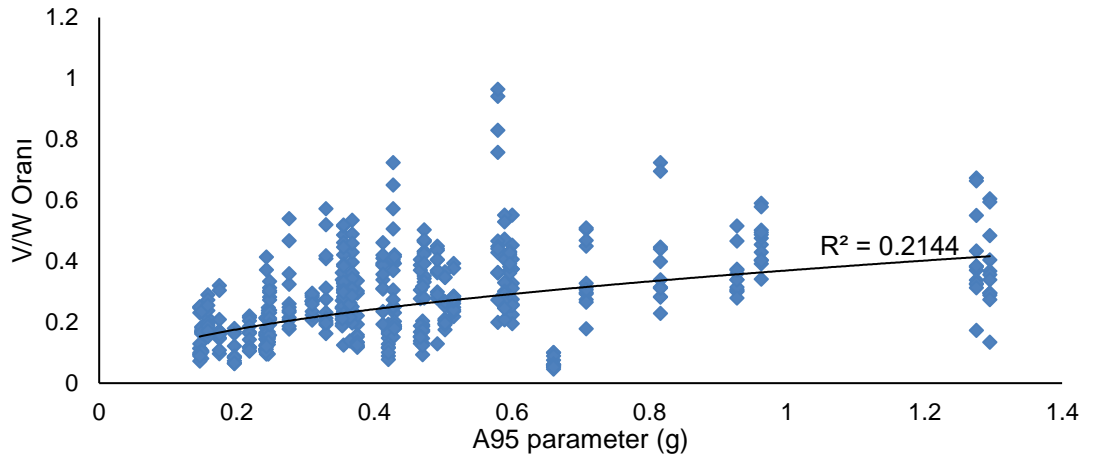
Şekil 5.46: Tüm modellerin V/W oranı ve İvme Spektrum Şiddeti korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.45’de doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.0823 elde edilirken Şekil 5.46’de doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.2367 olarak elde edilmiştir. Her iki analiz yöntemi için elde edilen korelasyon katsayıları, parametreler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin V/W oranları ile yer hareketi parametresi olan A95 parametre arasındaki ilişkileri Şekil 5.47 ve Şekil 5.48’de gösterilmektedir.



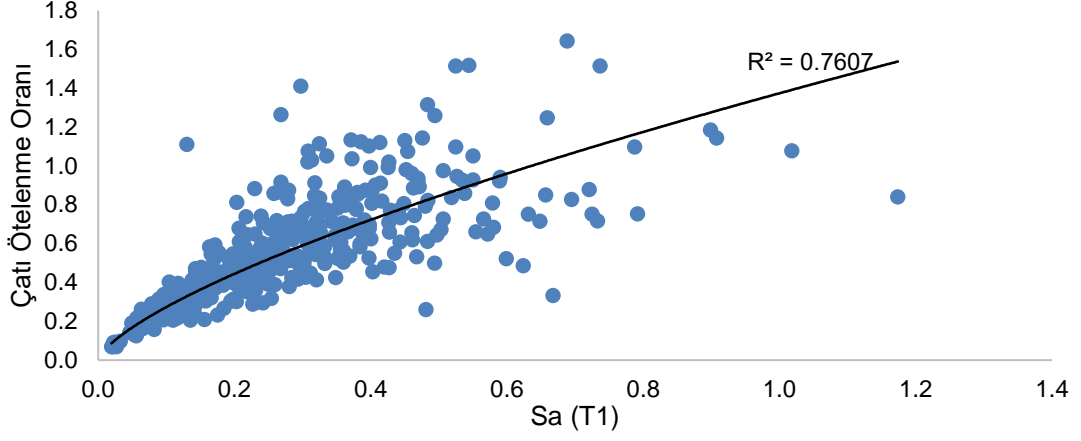
Şekil 5.47: Tüm modellerin V/W oranı ve A95 Parametre korelasyon grafiği (DEOA)



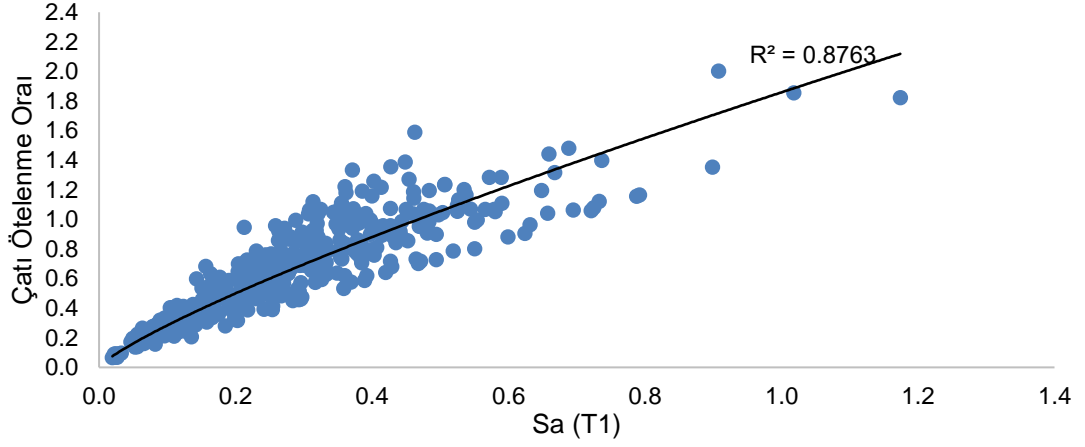
Şekil 5.48: Tüm modellerin V/W oranı ve A95 Parametre korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.47’de doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.0602 elde edilirken Şekil 5.48’de doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.2144 olarak elde edilmiştir. Her iki analiz yöntemi için elde edilen korelasyon katsayıları, parametreler arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin çatı ötelenme oranları ile yer S_a (spektral ivme) arasındaki ilişkileri Şekil 5.49 ve Şekil 5.50’de gösterilmektedir.



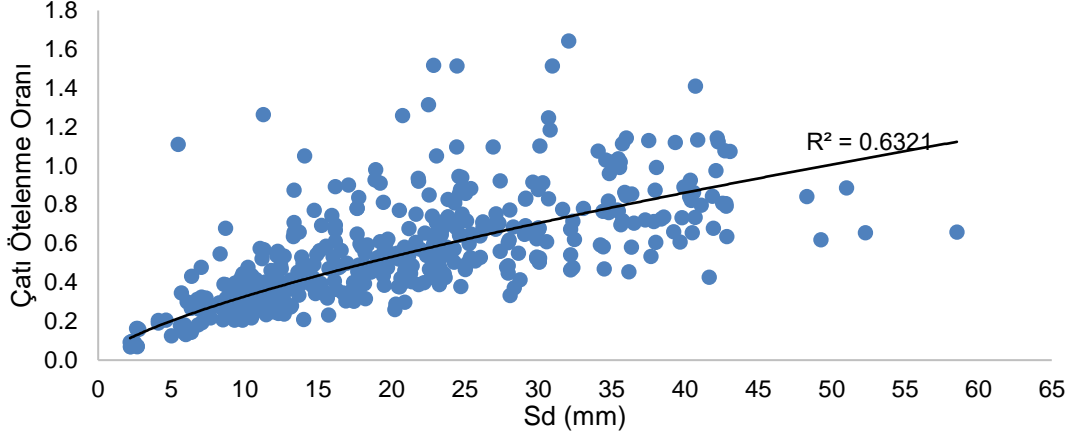
Şekil 5.49: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ile SaT₁ korelasyon grafiği (DEOA)



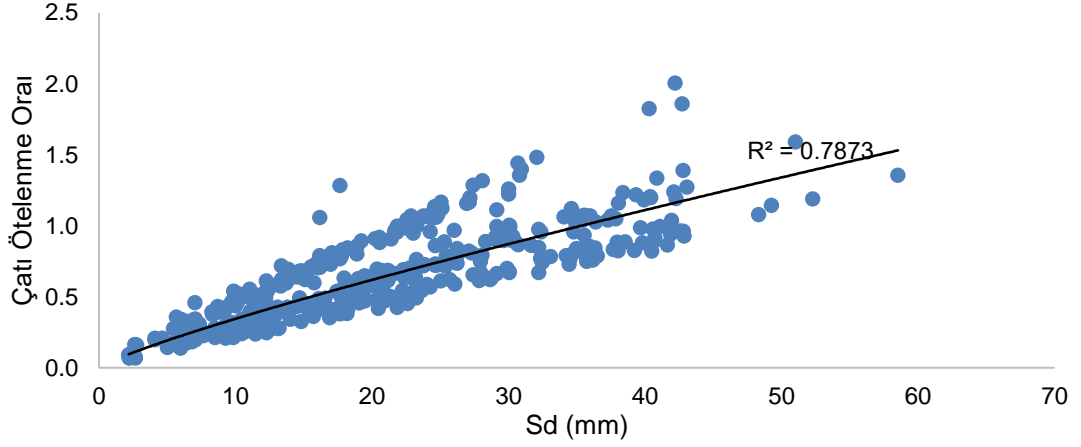
Şekil 5.50: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ile SaT₁ korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.49'da doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.7607 elde edilirken Şekil 5.50'de doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.8763 olarak elde edilmiştir. Elde edilen korelasyon katsayıları incelendiğinde, her iki analiz sonuçlarına göre parametreler arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

Analizler sonucunda tüm modellerin çatı ötelenme oranları ile Sd (spektral yer değiştirme) arasındaki ilişkileri Şekil 5.51 ve Şekil 5.52'de gösterilmektedir.



Şekil 5.51: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ile Sd korelasyon grafiği (DEOA)



Şekil 5.52: Tüm modellerin Çatı Ötelenme Oranı ile Sd korelasyon grafiği (DEA)

Şekil 5.51’de doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.6321 elde edilirken Şekil 5.52’de doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.7873 olarak elde edilmiştir. Elde edilen korelasyon katsayıları incelendiğinde, her iki analiz sonuçlarına göre parametreler arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

SaT_1 ve Sd parametreleri incelediğinde doğrusal elastik analizlerde R^2 değerlerine göre daha kuvvetli bir ilişki olduğu gözlenmiştir.

Her iki doğrultuda yapılan doğrusal elastik analiz ve doğrusal elastik olmayan analizler sonucunda her yer hareketi parametresinin V/W Oranı ve Çatı Ötelenme Oranları ile elde edilen korelasyon katsayıları(R^2) değerleri Tablo 5.7’de gösterilmektedir.

Tablo 5.7 incelendiğinde, V/W oranı ile Hız Spektrum Şiddeti (VSI) ve Housner Şiddeti (Housner Intensity) yer hareketi parametreleri arasındaki korelasyonun her iki analiz yöntemi içinde, T/Tmean oranı ile elde edilen korelasyonlara göre daha yüksek değerler elde edildiği görülmektedir.

Çatı ötelenme oranları ve V/W oranları ile Hız Spektrum Şiddeti (VSI) ve Housner Şiddeti (Housner Intensity) yer hareketi parametreleri arasındaki korelasyonun doğrusal elastik analizler (DEA) için, diğer parametreler ile elde edilen korelasyonuna göre daha yüksek değerler elde edildiği görülmektedir. Ancak doğrusal elastik olmayan analizler de (DEOA) anlamlı düzeyde ilişki elde edilmemiştir.

Hız Spektrum Şiddeti (VSI) ve Housner Şiddeti (Housner Intensity) yer hareketi parametreleri doğrusal elastik analizlerden elde edilen V/W oranı üzerinde daha etkili olduğu söylenebilir. Yer hareketi parametresi ve çatı deplasman talepleri arasındaki en yüksek korelasyon doğrusal elastik modeller için housner şiddeti parametresinde elde edilmiştir.

Doğrusal elastik modellerden Housner Şiddeti parametresi için hesaplanan en yüksek korelasyon katsayısı 0.76'dır. Doğrusal elastik olmayan modeller içinse aynı değer 0.66 olarak hesaplanmıştır. Yapı dinamik tepkisinin doğrusal modellerde zamana bağlı olarak değişmemesi nedeniyle, ivme kaydına ait parametrelerle daha yüksek bir korelasyon bulunması beklenen bir durumdur.

Tablo 5.19: V/W Oranı ve Çatı Ötelenme Oranları ile Yer Hareketi Parametreleri Arasındaki Korelasyon Katsayıları

Parametreler	Çatı Ötelenme Oranı		V/W Oranı	
	DEOA	DEA	DEOA	DEA
T/Tmean	0.2521	0.2557	0.3059	0.1812
Pik Hız	0.4963	0.5150	0.1878	0.4866
Pik Yer değiştirme	0.2306	0.2000	0.0637	0.1225
Amax/Vmax	0.0968	0.0789	0.0099	0.0044
Hız Spektrum Şiddeti	0.5271	0.6395	0.2071	0.6047
Arias Şiddeti	0.2064	0.2563	0.1283	0.3580
Housner Şiddeti	0.6563	0.7626	0.2416	0.6495
Karakteristik Şiddet	0.1971	0.2404	0.1233	0.3532
Spesifik Enerji Yoğunluğu	0.4693	0.4858	0.1767	0.3789
Kümülatif Mutlak Hız	0.1983	0.2509	0.1190	0.2830
İvme Spektrum Şiddeti	0.0816	0.1052	0.0823	0.2367
A95 Parametre	0.0854	0.1045	0.0602	0.2144
Sd	0.7607	0.8763		
Sa	0.6321	0.7873		

5.5 Talepler ile İvme Parametreleri Arası Regresyon Analizi Sonuçları

Elde edilen deplasman ve taban kesme kuvveti talepleri ile ivme parametreleri arasındaki ilişkileri değerlendirmek amacıyla doğrusal en küçük kareler yöntemi kullanılarak Regresyon Analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda Minitab programından elde edilen denklemler aşağıda verilmiştir.

Denklem 5.1 doğrusal elastik analiz sonuçları, denklem 5.2 ise doğrusal elastik olmayan dinamik analiz sonuçlarına göre türetilmiştir. Aynı şekilde V_t ve V/W ile parametreler arasındaki ilişkileri incelemek için denklem 5.3 ve 5.4 sırasıyla türetilmiştir.

$$\begin{aligned} \text{denklem} = & -0.0044 + 1.1 \times Sa^{0.89} + 0.012 \times Sd^{1.12} + 0.002 \times VSI \\ & + 0.03 \times PGV^{4.35} \end{aligned} \quad (5.1)$$

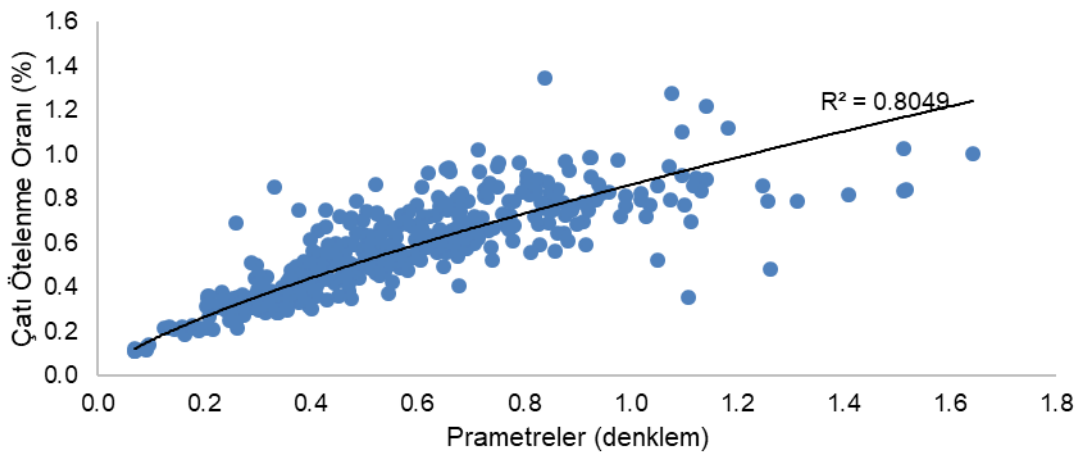
$$\text{denklem} = 0.66 \times Sa^{0.61} + 0.002 \times Sd^{1.2} + 0.036 \times PGV^{1.5} \quad (5.2)$$

$$VT = 9.59 \times Sd + 114 \times VSI^{0.83} \quad (5.3)$$

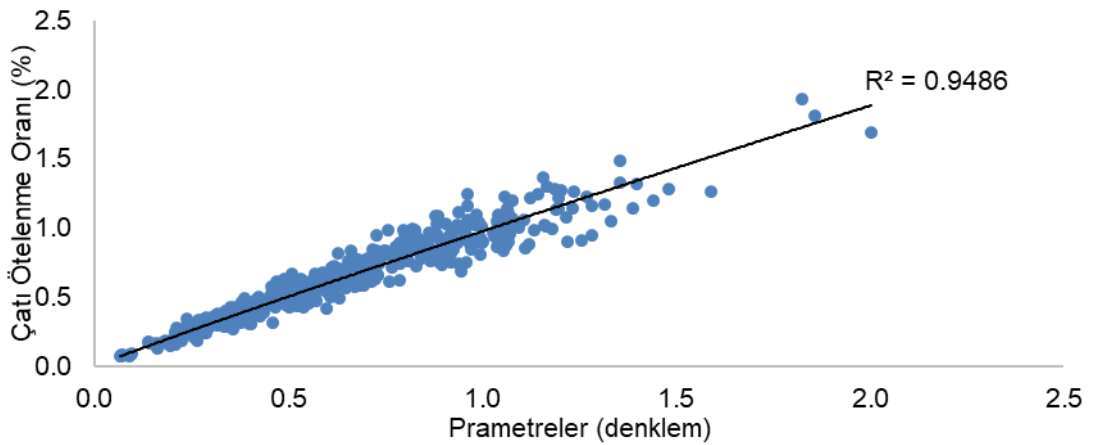
$$\frac{V}{W} \text{ oranı} = 0.55 \times SaT_1 + 0.085 \times VSI^{0.727} \quad (5.4)$$

Analizler sonucunda tüm modellerin çatı ötelenme oranları ile regresyon analiz yönteminden türetilen denklem arasındaki ilişkiler Şekil 5.53 ve Şekil 5.54’de gösterilmektedir.

Şekil 5.53’de doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında dinamik analiz sonuçları incelendiğinde, R^2 değeri 0.8049 elde edilirken Şekil 5.54’te doğrusal elastik analiz sonuçlarında ise R^2 değeri 0.9486 olarak elde edilmiştir. Elde edilen korelasyon katsayıları incelendiğinde, her iki analiz sonuçlarına göre parametreler arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmektedir.



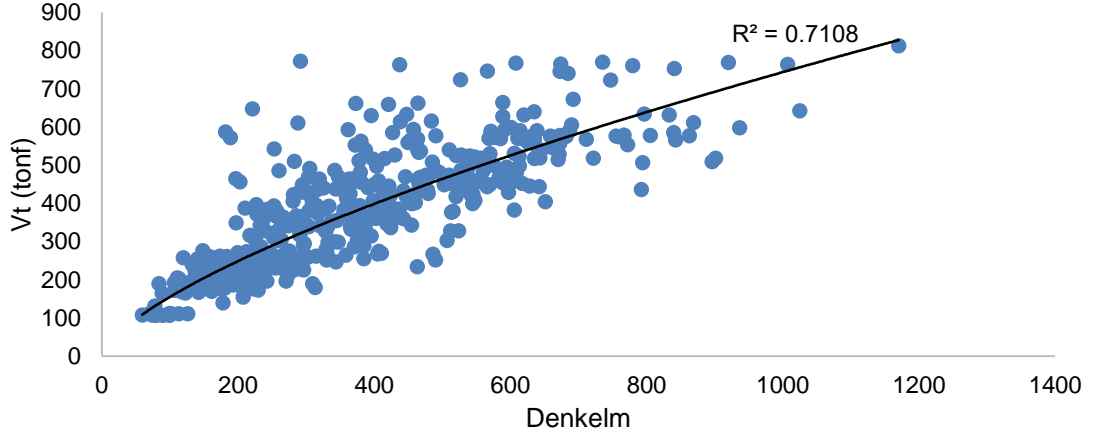
Şekil 5.53: Çatı ötelenme oranı ile parametreler arası regresyon analizi (DEOA)



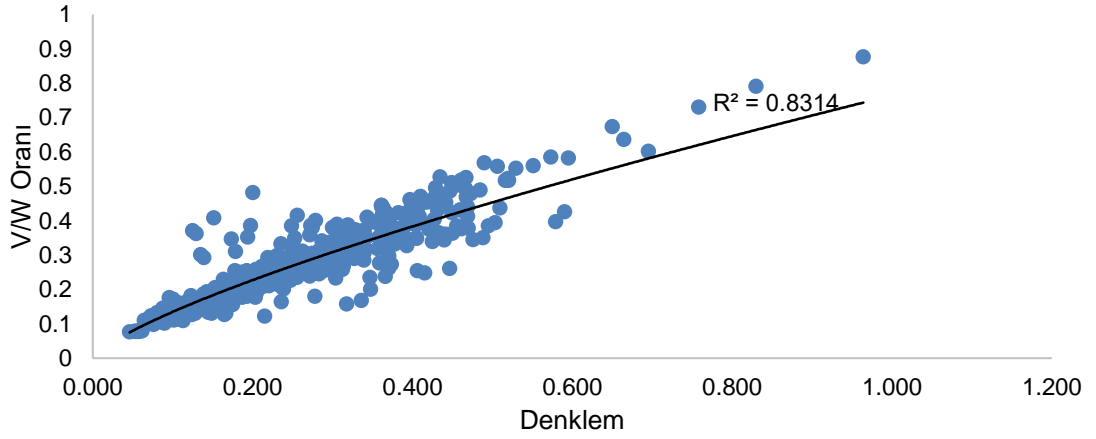
Şekil 5.54: Çatı ötelenme oranı ile parametreler arası regresyon analizi (DEA)

Şekil 5.55’de doğrusal elastik analiz sonuçlarının V_t (taban kesme kuvveti ile denklem arasında ilişkiyi incelendiğinde, R^2 değeri 0.7108 elde edilmiştir. Aynı şekilde Şekil 5.56’te doğrusal elastik analiz sonuçlarının V/W oranı ile denklem

arasındaki ilişkiyi incelendiğinde, R^2 değeri 0.8314 olarak elde edilmiştir. Elde Edilen sonuçları incelendiğinde her iki parametrede anlamlı bir ilişki olduğu söylenebilir.



Şekil 5.55: Vt (taban kesme kuvveti) ile parametreler arası regresyon analizi (DEA)



Şekil 5.56: V/W oranı ile parametreler arası regresyon analizi (DEA)

6. SONUÇLAR VE BULGULAR

6.1 Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın amacı orta ve yüksek katlı betonarme binalarda oluşan taleplerle, kullanılan deprem yer hareketi parametre arasındaki ilişkinin doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanındaki analiz yöntemleri kullanarak araştırılmasıdır. Çalışma kapsamında 12 adet X ve Y doğrultusunda 10, 15 ve 20 katlı betonarme çerçeve modelleri DBYBHY-2007 kriterlerine uygun olarak tasarlanmıştır. Çalışmada toplam 40 adet ivme kaydı altında 960 adet doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan analizler gerçekleştirilmiştir. Tez çalışma kapsamında gerçekleştirilen analiz sonuçlarından elde edilen bulgular maddeler halinde aşağıda verilmektedir.

- Doğrusal elastik modeller için çatı ötelenme oranı ile spektral ivme ve spektral deplasman talepleri arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu söylenebilir. Çatı katı ötelenme oranı ile spektral ivme ve spektral deplasman talepleri için hesaplanan korelasyon katsayıları sırasıyla 0.8763 ve 0.7607 olarak hesaplanmıştır.
- Doğrusal elastik olmayan modeller dikkate alındığında ise çatı katı ötelenme oranı ile spektral ivme ve deplasman talepleri arasındaki korelasyon katsayıları sırasıyla 0.7751 ve 0.6202'ye düşmektedir.
- Doğrusal elastik analiz sonuçları incelendiğinde çatı ötelenme oranı ile Housner Şiddeti arasındaki korelasyonun diğer yer hareketi parametrelerine göre yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ancak bu durum doğrusal elastik olmayan analiz sonuçlarında gözlemlenmemiştir. Bu iki analiz sonuçlarının korelasyon katsayıları sırasıyla 0.6495 ve 0.2416 olarak hesaplanmıştır.
- Her iki analiz sonuçları incelendiğinde V/W oranı ile Housner şiddeti arasındaki korelasyon katsayıları diğer yer hareketi parametrelerine göre anlamlı düzeyde bulunmuştur. Bu iki analiz sonucunun korelasyon katsayıları 0.7626 ve 0.6563 olarak hesaplanmıştır.

- Her iki analiz sonucunu incelendiğinde en düşük korelasyon katsayısı çatı ötelenme oranı ile ivme parametreleri sırasıyla V_{max}/A_{mx} , pik yer değiştirme ve a_{95} parametre arasında hesaplanmıştır. Doğrusal elastik analiz sonucunda korelasyon katsayıları 0.0099, 0.0637 ve 0.0602 olarak bulunmuştur. Doğrusal elastik olmayan analiz sonucunda ise korelasyon katsayıları 0.0044, 0.1225 ve 0.2144 olarak bulunmuştur.

- Yapı dinamik tepkisinin doğrusal elastik modellerde zamana bağlı olarak değişmemesi nedeniyle, ivme kaydına ait parametrelerle daha yüksek bir korelasyon bulunması beklenen bir durumdur.

- Gerçekleştirilen regresyon analizi ile hem doğrusal hem de doğrusal olmayan modeller için çatı katı ötelenme oranlarını tahmin eden denklemler türetilmiştir.

- Doğrusal modeller için önerilen denklemlerle çatı katı ötelenme oranı talepleri arasındaki korelasyon katsayısı 0.9486 olarak hesaplanmıştır. Doğrusal olmayan modeller için bu değer 0.8049'a düşmektedir.

- Genel olarak sonuçlar değerlendirildiğinde doğrusal elastik model yaklaşımı için daha yüksek korelasyon ile talep tahminlerinin yapılabildiği söylenebilir. Ancak doğrusal olmayan davranış özellikleri dikkate alındığında problem daha karmaşık bir hal almaktadır.

- Özellikle tasarım aşamasında sıklıkla kullanılan spektral taleplerin doğrusal olmayan modeller için gerçekçi sonuçlar vermediği söylenebilir.

6.2 Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler

- Gerçekleştirilen çalışmada sınırlı sayıda ivme kaydı ve bina modeli kullanılmıştır. Çalışmanın daha geniş bir periyot bandını kapsayan bina model seti kullanılarak gerçekleştirilmesi yararlı olacaktır.

- Kuvvetli yer hareketlerinin doğası gereği her bir ivme kaydı büyük değişkenlik içermektedir. Bu nedenle kullanılan ivme kaydı sayısının arttırılması daha gerçekçi sonuçlar elde edilmesine imkan verecektir.
- İki boyutlu modeller yerine üç boyutlu bina modelleri gelecek çalışmalarda kullanılabilir. Benzer şekilde yapısal düzensizliklerin sonuçlar üzerindeki etkilerinin araştırılması faydalı olacaktır.
- Zemin yapı etkileşiminin sonuçlar üzerindeki etkilerinin araştırılması da büyük önem arz etmektedir. Ankastre mesnet yaklaşımının özellikle yumuşak zeminlerde gerçekçi sonuçlar vermediği bilinmektedir.

7. KAYNAKLAR

Akinci, A., Malagnini, L., Sabetta, F. “Characteristics of the strong ground motions from the 6 April 2009 L’Aquila earthquake, Italy”, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 320–335, (2010).

Bilal, M., “Türkiye İçin Hissedilen Şiddet İle Ölçülen Yer Hareketi Parametreleri Arasındaki İlişki”, Yüksek Lisans Tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara (2013).

DBYBHY-2007, *Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik*, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara, (2007).

Hatzigeorgiou, G. D., Liolios, A. A., “Nonlinear Behavior of RC Frames Under Repeated Strong Ground Motions” *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 1010–1025, (2010).

İnel, M, Özer, E, Kamal, M, “Comparison of Linear and Nonlinear Seismic Behavior of 2D and 3D RC Buildings”, *International Journal of Engineering & Applied Sciences (IJEAS)*, Vol.9, Issue 4, 17-27, (2017).

İnel, M., Özmen, H. B., “Damage Potential of Earthquake Records For RC Building Stock”, *Earthquakes and Structures*, Vol. 10, No. 6, 1315-1330, (2016).

Kramer, S. L., *Geoteknik Deprem Mühendisliği*, (Çev: Kâmil KAYABALI), Ankara: Gazi Kitabevi, 59-109, (1996).

Minitab, Proprietary Software, Pennsylvania State University, USA, (2016)

Nurtuğ, A., “Deprem Yer Hareketlerinin Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, (1994).

Ovalı, T. N., “Antakya Bölgesinin Sismik Yer Hareketinin Hasar Potansiyeli”, Yüksek Lisans Tezi, *Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Hatay, (2010).

Ohsaki, Y., *Deprem Dalgasının Spektral Analizine Giriş*, (Çev: Muzaffer İPEK), Ankara: TMMOB İnşaat Mühendisler Odası, (1991).

Peer, 2014, <http://peer.berkeley.edu>, (2011).

SAP2000, CSI., Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures Basic Analysis Reference Manual, Berkeley, USA, (2013).

Semap, Sargı Etkisi Modelleme Analiz Programı; TÜBİTAK Proje No: 105M024, (2008).

Sucuoğlu, H., Yücemen, S., Gezer, A., Erberik, A., “Statistical Evaluation of the Damage Potential of Earthquake ground motions”, *Structural Safety* 20, 357-378, (1998).

TS498, Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (1987).

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

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Nesar Ahmad ATAYI

Doğum Yeri ve Tarihi : GHAZNI – 27/04/1991

Lisans Üniversite : KABUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

Y. Lisans Üniversite (varsa) : PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ

Elektronik posta : nesaratai@gmail.com

İletişim Adresi :