

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

**ORTA YÜKSEKLİKTEKİ BETONARME BİNADA YUMUŞAK  
KAT DÜZENSİZLİĞİNİN DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN  
DİNAMİK ANALİZLE ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**IRMAK AVCI**

**DENİZLİ, HAZİRAN- 2018**

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



**ORTA YÜKSEKLİKTEKİ BETONARME BİNADA YUMUŞAK  
KAT DÜZENSİZLİĞİNİN DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN  
ANALİZLE ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**IRMAK AVCI**

**DENİZLİ, HAZİRAN- 2018**

**Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi tarafından 2017FEBE029 nolu  
proje ile desteklenmiştir.**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

IRMAK AVCI tarafından hazırlanan "ORTA YÜKSEKLİKTEKİ BETONARME BİNADA YUMUŞAK KAT DÜZENSİZLİĞİNİN DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN DİNAMİK ANALİZLE ARAŞTIRILMASI" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 27.06.2018 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Danışman

Prof. Dr. Mehmet İNEL

#### Üye

Prof. Dr. Recep BİRGÜL

#### Üye

Dr. Öğr. Üyesi Bayram Tanık ÇAYCI

Mehmet İnel  
Recep Birgül  
Bayram Tanık Çaycı

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 18/07/2018 tarih ve 30/09.. sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Uğur Yücel

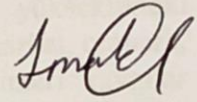
Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ÖZET

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.

15 EKİM 2017



İRMAK AVCI

AŞIYANAR KÜTÜPHANESİ: Pazarca-Ormanca Aşık, Hüseyin Davut, Gökçü Kütüphanesi, Ankara, Türkiye. Yayıncı: İsmail, Fatma Yılmaz, İstanbul, Türkiye.

## ÖZET

### ORTA YÜKSEKLİKTEKİ BETONARME BİNADA YUMUŞAK KAT DÜZENSİZLİĞİNİN DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN DİNAMİK ANALİZLE ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

IRMAK AVCI

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. MEHMET İNEL)

DENİZLİ, HAZİRAN- 2018

Ülkemizde binaların önemli bir kısmını düşük ve orta yükseklikteki betonarme yapılar oluşturmaktadır. Bu yapıların zemin katlarının market, otopark, depo, işyeri vb. ticari ya da bireysel kullanımlardan doğan mimari kaygılar sebebiyle mevcut duvarlar kaldırılmakta veya zemin katı diğer katlardan daha yüksek imal edilmektedir. Gerçekleştirilen çalışmada orta yükseklikteki betonarme yapılarda bu iki durumdan kaynaklanan yumuşak kat düzensizliği olgusunun sismik davranışa etkisini araştırmak amacıyla 20 farklı gerçek ivme kaydı altında X ve Y analiz doğrultularında Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanım Alanında Dinamik Analiz Yöntemi ile analizler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Doğrusal Elastik Olmayan Statik İtme Analiz Yöntemi ile deplasman kapasiteleri elde edilerek sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu kapsamda 1998 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik şartlarına göre 1. derece deprem bölgesi ve Z3 yerel zemin sınıfı için tasarlanan 10 katlı üç boyutlu betonarme bina modelinden, toplamda 6 adet farklı model türetilmiştir. Doğrusal elastik olmayan analizler sonucunda +X, -X, +Y, -Y yönlerindeki maksimum deplasman talepleri ile kapasite eğrileri, maksimum taban kesme kuvveti talepleri, görelî kat ötelenmesi oranlarının katlara dağılımları ile zemin kat görelî kat ötelenmesi oranları elde edilmiştir. Ek olarak sonuçları değerlendirmek için maksimum taban kesme kuvveti ile çatı katı deplasman talebi ve görelî kat ötelenmesi oranları arasındaki korelasyonlar incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar zemin kat yüksekliğinin artması ile kat mekanizması arasında doğrudan bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Zemin kat yüksekliğinin %25'e kadar arttırılması yapı sismik davranışında dikkate değer farklara neden olmamaktadır. Zemin kat yüksekliğinin %60 arttırılarak 4.5 metreye çıkarılması durumunda ise tüm modellerde yumuşak kat mekanizması meydana gelmektedir. Dolgu duvar rijitlik katkısı ise beklenen düzeyin altındadır.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Doğrusal Olmayan Analiz, Dolgu Duvar, Görelî Kat Ötelenme Oranı, Statik İtme Analizi, Yumuşak Kat Etkisi, Zaman Tanım Alanında Analiz.

## **ABSTRACT**

### **INVESTIGATION OF SOFT STOREY EFFECT IN A MID-RISE REINFORCED CONCRETE BUILDING USING NONLINEAR DYNAMIC ANALYSIS**

**MSC THESIS**

**IRMAK AVCI**

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE**

**CIVIL ENGINEERING**

**(SUPERVISOR: PROF. DR. MEHMET İNEL)**

**DENİZLİ, JUNE 2018**

In Turkey, low and mid-rise reinforced concrete buildings are significant portion of existing buildings. The ground floors of these buildings are generally used for commercial purposes such as market, parking lot, warehouse etc. Therefore infill walls are removed due to architectural concerns arising from commercial/individual use or the ground floor is constructed higher than the other floors. The aim of this study is to evaluate the effect of soft storey caused by these two conditions in a typical mid-rise reinforced concrete building using seismic demands obtained from Nonlinear Time-History Analysis in X and Y axis directions subjected to 20 different ground motion records. Besides, capacity curves obtained by Nonlinear Static Pushover Analysis Method are used for evaluation purposes. In this context, 6 different models have been derived from a 10 story RC building designed according to 1998 Turkish Earthquake Code assuming highest seismic zone and Z3 soil type. As a result of nonlinear analysis, maximum displacement demands in the directions of + X, -X, + Y, -Y, and capacity curves, maximum base shear force demands, distribution of interstorey drift ratios and ground floor interstorey drift ratios were obtained. In addition, the correlations between the maximum base shear force with the roof displacement demand and the interstorey drift ratios were investigated. The observed results indicate that there is direct correlation between the increased ground floor height and story mechanism. Up to %25 increase in ground floor height, there is no significant changes in seismic behavior of mid-rise RC buildings. However, soft story mechanism was obvious for the models with %60 increase of ground floor height. The effect of removed infill walls at the ground floor was limited for the current study.

**KEYWORDS:** Infill Wall, Interstorey Drift Ratio, Nonlinear Analysis, Pushover Analysis, Soft Storey Effect, Time History Analysis.

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ.....	xvi
SEMBOL LİSTESİ.....	xvii
ÖNSÖZ.....	xix
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Amaç ve Kapsam.....	3
1.2 Literatür Araştırması ve Özeti.....	5
1.3 Tez İçeriği .....	9
<b>2. YUMUŞAK KAT DÜZENSİZLİĞİ .....</b>	<b>10</b>
<b>3. MODELLEME VE YÖNTEM .....</b>	<b>14</b>
3.1 Modeller ve Özellikleri.....	14
3.1.1 Genel Bilgiler.....	14
3.1.2 Dolgu Duvar Modellemesi.....	18
3.1.3 Doğrusal Elastik Olmayan Modelleme .....	21
3.1.3.1 Betonarme Davranışı .....	21
3.1.3.2 Yapısal Elemanlarda Moment-Eğrilik İlişkisi.....	23
3.1.3.3 Plastik Mafsallık Kabulü ve Plastik Mafsallık Tanımlanması.....	25
3.2 Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanım Alanında Dinamik Analiz	27
3.2.1 Genel Bilgiler.....	27
3.2.2 Kullanılan Deprem İvme Kayıtları ve Özellikleri.....	29
3.3 Doğrusal Elastik Olmayan Statik İtme Analizi .....	31
<b>4. ANALİZ SONUÇLARI.....</b>	<b>33</b>
4.1 Değerlendirmeler ve Kıyaslamalar Hakkında Genel Bilgiler .....	33
4.2 Kapasite Eğrileri Karşılaştırması.....	34
4.3 Taban Kesme Kuvvetleri Karşılaştırması .....	36
4.4 Çatı Deplasman Talepleri Karşılaştırması .....	40
4.5 Görelî Kat Ötelenmesi Oranları Karşılaştırması .....	52
4.6 Deplasman Profilleri Karşılaştırması.....	56
4.7 Maksimum Çatı Katı Deplasmanı-Maksimum Taban Kesme Kuvveti Oranları Karşılaştırması.....	62
4.8 Maksimum Görelî Kat Ötelenmesi-Maksimum Taban Kesme Kuvveti Oranları Karşılaştırması.....	66
4.9 Değerlendirmeler İçin Tablolar .....	70
<b>5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER.....</b>	<b>82</b>
5.1 Genel.....	82
5.2 Elde Edilen Bulgular ve Sonuç Değerlendirmesi.....	83
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>87</b>
<b>7. EKLER .....</b>	<b>92</b>
EK A.1 Dolgu Duvar Rijitlik Katkısı Dikkate Alınmayan 2.8m, 3.5m ve 4.5m Zemin Kat Yüksekliğine Sahip Modeller için X Analiz Doğrultusunda Elde Edilen Sonuçlar .....	92



EK B.1 Dolgu Duvar Rijitlik Katkısı Dikkate Alınmayan 2.8m, 3.5m ve 4.5m Zemin Kat Yüksekliğine Sahip Modeller için Y Analiz Doğrultusunda Elde Edilen Sonuçlar .....	112
EK C.1 Dolgu Duvar Rijitlik Katkısı Dikkate Alınan 2.8m, 3.5m ve 4.5m Zemin Kat Yüksekliğine Sahip Modeller için X Analiz Doğrultusunda Elde Edilen Sonuçlar .....	132
EK D.1 Dolgu Duvar Rijitlik Katkısı Dikkate Alınan 2.8m, 3.5m ve 4.5m Zemin Kat Yüksekliğine Sahip Modeller için X Analiz Doğrultusunda Elde Edilen Sonuçlar .....	152
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>172</b>



# ŞEKİL LİSTESİ

## Sayfa

<b>Şekil 1.1:</b> Yumuşak kat düzensizliği meydana getiren durumlar.....	2
<b>Şekil 1.2:</b> İçerik Şeması .....	4
<b>Şekil 2.1:</b> TDY-2007’de yumuşak kat düzensizliği durumu .....	10
<b>Şekil 2.2:</b> Çerçevelerde görelî kat ötelenmesi.....	11
<b>Şekil 2.3:</b> Zemin katın dükkân olarak kullanılması sonucu ve bölme duvarların azlığı nedeniyle yumuşak kat oluşarak zemin katı göçmüş bir bina. a)Binanın depremden sonraki durumu b)binanın depremden önceki durumu. (Erzincan Depremi, 1992).	12
<b>Şekil 2.4:</b> Yumuşak kat sebebiyle zemin katı göçmüş bir bina .....	12
<b>Şekil 2.5:</b> Yumuşak kat sebebiyle giriş katı göçmüş bir bina, Van Depremi, 2011 .....	13
<b>Şekil 2.6:</b> Yumuşak kat sebebiyle giriş katı göçmüş bir bina, Kocaeli Depremi, 1999 .....	13
<b>Şekil 3.1:</b> Dolgu duvarsız modellerin kat kalıp planı.....	16
<b>Şekil 3.2:</b> Dolgu duvarlı modellerin normal katlar kalıp planı (duvar desenli taraflı alanlar dolgu duvarı temsil etmektedir) .....	16
<b>Şekil 3.3:</b> Dolgu duvarlı modellerin zemin kat kalıp planı (duvar desenli taraflı alanlar dolgu duvarı temsil etmektedir) .....	17
<b>Şekil 3.4:</b> Modellerin 3 boyutlu görünümüleri .....	17
<b>Şekil 3.5:</b> Dolgu duvarın rijitlik ve dayanıma katkısının diyagonal çubuklar ile modellenmesi.....	20
<b>Şekil 3.6:</b> Beton ve yapı çeliği için gerilme-şekil değiştirme ilişkileri .....	22
<b>Şekil 3.7:</b> İdealize edilmiş eleman davranışı.....	22
<b>Şekil 3.8:</b> Basit eğilme altındaki bir dikdörtgen kesitteki eğilme momenti-eğrilik değişimi.....	23
<b>Şekil 3.9:</b> Eksenel kuvvet altındaki bir dikdörtgen kesitteki eğilme momenti -eğrilik ilişkisi.....	24
<b>Şekil 3.10:</b> Yığılı plastik davranış modeli .....	25
<b>Şekil 3.11:</b> İvme kayıtları tepki spektrumları (%5 sönüm için).....	30
<b>Şekil 3.12:</b> Statik itme analizi itme deseni.....	32
<b>Şekil 4.1:</b> Tüm modellerin X analiz doğrultusu için elde edilen kapasite eğrileri.....	34
<b>Şekil 4.2:</b> Tüm modellerin Y analiz doğrultusu için elde edilen kapasite eğrileri.....	35
<b>Şekil 4.3:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınmayan modellerin X analiz doğrultusu için taban kesme kuvveti karşılaştırması.....	36
<b>Şekil 4.4:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerin X analiz doğrultusu için taban kesme kuvveti karşılaştırması.....	37
<b>Şekil 4.5:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınmayan modellerin Y analiz doğrultusu için taban kesme kuvveti karşılaştırması.....	38
<b>Şekil 4.6:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerin Y analiz doğrultusu için taban kesme kuvveti karşılaştırması.....	39
<b>Şekil 4.7:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınmayan modellerin +X yönü çatı deplasman talepleri.....	40

<b>Şekil 4.8:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerin +X yönü çatı deplasman talepleri.....	41
<b>Şekil 4.9:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınmayan modellerin -X yönü çatı deplasman talepleri .....	42
<b>Şekil 4.10:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerin -X yönü çatı deplasman talepleri.....	43
<b>Şekil 4.11:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınmayan modellerin X doğrultusu mutlak maksimum çatı deplasman talepleri .....	44
<b>Şekil 4.12:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerin X doğrultusu mutlak maksimum çatı deplasman talepleri .....	45
<b>Şekil 4.13:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınmayan modellerin +Y yönü çatı deplasman talepleri.....	46
<b>Şekil 4.14:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerin +Y yönü çatı deplasman talepleri.....	47
<b>Şekil 4.15:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınmayan modellerin -Y yönü çatı deplasman talepleri.....	48
<b>Şekil 4.16:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerin -Y yönü çatı deplasman talepleri.....	49
<b>Şekil 4.17:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınmayan modellerin Y doğrultusu mutlak maksimum çatı deplasman talepleri .....	50
<b>Şekil 4.18:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerin Y doğrultusu mutlak maksimum çatı deplasman talepleri .....	51
<b>Şekil 4.19:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan ve alınmayan modellerin X analiz doğrultusu için görelî kat ötelenme oranlarının karşılaştırılması.....	53
<b>Şekil 4.20:</b> Zemin kat yüksekliği farklı olan bütün modellerin X analiz doğrultusu için görelî kat ötelenme oranlarının karşılaştırılması...53	53
<b>Şekil 4.21:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan ve alınmayan modellerin Y analiz doğrultusu için görelî kat ötelenme oranlarının karşılaştırılması.....	54
<b>Şekil 4.22:</b> Zemin kat yüksekliği farklı olan bütün modellerin Y analiz doğrultusu için görelî kat ötelenme oranlarının karşılaştırılması...55	55
<b>Şekil 4.23:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan ve alınmayan modellerin -X yönü için deplasman profillerinin karşılaştırılması.....	56
<b>Şekil 4.24:</b> Zemin kat yüksekliği farklı olan bütün modellerin -X yönü için deplasman profillerinin karşılaştırılması.....	57
<b>Şekil 4.25:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan ve alınmayan modellerin +X yönü için deplasman profillerinin karşılaştırılması.....	58
<b>Şekil 4.26:</b> Zemin kat yüksekliği farklı olan bütün modellerin +X yönü için deplasman profillerinin karşılaştırılması.....	58
<b>Şekil 4.27:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan ve alınmayan modellerin -Y yönü için deplasman profillerinin karşılaştırılması.....	59
<b>Şekil 4.28:</b> Zemin kat yüksekliği farklı olan bütün modellerin -Y yönü için deplasman profillerinin karşılaştırılması.....	59
<b>Şekil 4.29:</b> Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan ve alınmayan modellerin +Y yönü için deplasman profillerinin karşılaştırılması.....	60

<b>Şekil 4.30:</b> Zemin kat yüksekliği farklı olan bütün modellerin +Y yönü için deplasman profillerinin karşılaştırılması.....	60
<b>Şekil 4.31:</b> DDRK dikkate alınmayan modellerin X analiz doğrultusu için maks. taban kesme kuvveti-maks. çatı katı deplasman talebi eğilimleri karşılaştırması.....	62
<b>Şekil 4.32:</b> DDRK dikkate alınan modellerin X analiz doğrultusu için maks. taban kesme kuvveti-maks. çatı katı deplasman talebi eğilimleri karşılaştırması.....	63
<b>Şekil 4.33:</b> DDRK dikkate alınmayan modellerin Y analiz doğrultusu için maks. taban kesme kuvveti-maks. çatı katı deplasman talebi eğilimleri karşılaştırması.....	64
<b>Şekil 4.34:</b> DDRK dikkate alınan modellerin Y analiz doğrultusu için maks. taban kesme kuvveti-maks. çatı katı deplasman talebi eğilimleri karşılaştırması.....	64
<b>Şekil 4.35:</b> DDRK dikkate alınmayan modellerin X analiz doğrultusu için maks. taban kesme kuvveti-maks. görelî kat ötelenmesi oranı eğilimleri karşılaştırması.....	66
<b>Şekil 4.36:</b> DDRK dikkate alınan modellerin X analiz doğrultusu için maks. taban kesme kuvveti-maks. görelî kat ötelenmesi oranı eğilimleri karşılaştırması.....	67
<b>Şekil 4.37:</b> DDRK dikkate alınmayan modellerin Y analiz doğrultusu için maks. taban kesme kuvveti-maks. görelî kat ötelenmesi oranı eğilimleri karşılaştırması.....	68
<b>Şekil 4.38:</b> DDRK dikkate alınan modellerin Y analiz doğrultusu için maks. taban kesme kuvveti-maks. görelî kat ötelenmesi oranı eğilimleri karşılaştırması.....	68
<b>Şekil 4.39:</b> X analiz doğrultusu için bütün modellerin referans modele göre maksimum taban kesme kuvveti azalma oranları.....	75
<b>Şekil 4.40:</b> Y analiz doğrultusu için bütün modellerin referans modele göre maksimum taban kesme kuvveti azalma oranları.....	77
<b>Şekil 4.41:</b> X analiz doğrultusu için bütün modellerin referans modele göre zemin kat görelî kat ötelenme oranları artışları.....	79
<b>Şekil 4.42:</b> Y analiz doğrultusu için bütün modellerin referans modele göre zemin kat görelî kat ötelenme oranları artışları.....	81
<b>Şekil A.1:</b> CAPEMEND-PET090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasman -zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı .....	92
<b>Şekil A.2:</b> CHICHI-TCUW45 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı .....	93
<b>Şekil A.3:</b> DZC-BOL090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	94

<b>Şekil A.4:</b> ERZ-EW ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı .....	95
<b>Şekil A.5:</b> GAZLI-GAZ000 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı .....	96
<b>Şekil A.6:</b> IMPVALL-H-E05140 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı .....	97
<b>Şekil A.7:</b> KOBE-NIS000 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı .....	98
<b>Şekil A.8:</b> KOBE-TAK090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı .....	99
<b>Şekil A.9:</b> KOC-DZC180 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı .....	100
<b>Şekil A.10:</b> KOC-DZC270 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı .....	101
<b>Şekil A.11:</b> LANDERS-LCN275 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı .....	102
<b>Şekil A.12:</b> LOMAP-LEX090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı .....	103
<b>Şekil A.13:</b> MORGAN-CYC285 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü	

- deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı .. 104
- Şekil A.14:** NORTH-R-CNP196 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 105
- Şekil A.15:** NORTH-R-NWH360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 106
- Şekil A.16:** NORTH-R-SPV360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 107
- Şekil A.17:** NORTH-R-SYL090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 108
- Şekil A.18:** NORTH-R-TAR360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 109
- Şekil A.19:** PALMSPR-NPS210 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 110
- Şekil A.20:** WHITTIER-A-EJS048 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 111
- Şekil B.1:** CAPEMEND-PET090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 112
- Şekil B.2:** CHICHI-TCU45 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 113
- Şekil B.3:** DZC-BOL090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman

	grafığı b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	114
<b>Şekil B.4:</b>	ERZ-EW ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	115
<b>Şekil B.5:</b>	GAZLI-GAZ000 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	116
<b>Şekil B.6:</b>	IMPVALL-H-E05140 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	117
<b>Şekil B.7:</b>	KOBE-NIS000 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	118
<b>Şekil B.8:</b>	KOBE-TAK090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	119
<b>Şekil B.9:</b>	KOC-DZC180 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	120
<b>Şekil B.10:</b>	KOC-DZC270 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	121
<b>Şekil B.11:</b>	LANDERS-LCN275 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	122
<b>Şekil B.12:</b>	LOMAP-LEX090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	123
<b>Şekil B.13:</b>	MORGAN-CYC285 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı	

- zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımları ..... 124
- Şekil B.14:** NORTHR-CNP196 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımları ..... 125
- Şekil B.15:** NORTHR-NWH360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımları ..... 126
- Şekil B.16:** NORTHR-SPV360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımları ..... 127
- Şekil B.17:** NORTHR-SYL090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımları ..... 128
- Şekil B.18:** NORTHR-TAR360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımları ..... 129
- Şekil B.19:** PALMSPR-NPS210 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımları ..... 130
- Şekil B.20:** WHITTIER-A-EJS048 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımları ..... 131
- Şekil C.1:** CAPEMEND-PET090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımları ..... 132
- Şekil C.2:** CHICHI-TCU45 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımları ..... 133
- Şekil C.3:** DZC-BOL090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman



	grafığı b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	134
<b>Şekil C.4:</b>	ERZ-EW ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	135
<b>Şekil C.5:</b>	GAZLI-GAZ000 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	136
<b>Şekil C.6:</b>	IMPVALL-H-E05140 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafığı b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	137
<b>Şekil C.7:</b>	KOBE-NIS000 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	138
<b>Şekil C.8:</b>	KOBE-TAK090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	139
<b>Şekil C.9:</b>	KOC-DZC180 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	140
<b>Şekil C.10:</b>	KOC-DZC270 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	141
<b>Şekil C.11:</b>	LANDERS-LCN275 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafığı b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	142
<b>Şekil C.12:</b>	LOMAP-LEX090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafığı b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	143
<b>Şekil C.13:</b>	MORGAN-CYC285 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı	

- zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 144
- Şekil C.14:** NORTHR-CNP196 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 145
- Şekil C.15:** NORTHR-NWH360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 146
- Şekil C.16:** NORTHR-SPV360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 147
- Şekil C.17:** NORTHR-SYL090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 148
- Şekil C.18:** NORTHR-TAR360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 149
- Şekil C.19:** PALMSPR-NPS210 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 150
- Şekil C.20:** WHITTIER-A-EJS048 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 151
- Şekil D.1:** CAPEMEND-PET090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 152
- Şekil D.2:** CHICHI-TCUW45 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 153
- Şekil D.3:** DZC-BOL090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman

	grafığı b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	154
<b>Şekil D.4:</b>	ERZ-EW ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	155
<b>Şekil D.5:</b>	GAZLI-GAZ000 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	156
<b>Şekil D.6:</b>	IMPVALL-H-E05140 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafığı b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı .....	157
<b>Şekil D.7:</b>	KOBE-NIS000 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	158
<b>Şekil D.8:</b>	KOBE-TAK090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	159
<b>Şekil D.9:</b>	KOC-DZC180 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	160
<b>Şekil D.10:</b>	KOC-DZC270 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafığı b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı.....	161
<b>Şekil D.11:</b>	LANDERS-LCN275 ivme kaydı için zaman tanım alanında ..... doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafığı b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı .....	162
<b>Şekil D.12:</b>	LOMAP-LEX090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafığı b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı .....	163
<b>Şekil D.13:</b>	MORGAN-CYC285 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı	

- zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 164
- Şekil D.14:** NORTHR-CNP196 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 165
- Şekil D.15:** NORTHR-NWH360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 166
- Şekil D.16:** NORTHR-SPV360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 167
- Şekil D.17:** NORTHR-SYL090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 168
- Şekil D.18:** NORTHR-TAR360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 169
- Şekil D.19:** PALMSPR-NPS210 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 170
- Şekil D.20:** WHITTIER-A-EJS048 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı -zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı ..... 171

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 3.1:</b> Modellere ait bilgiler .....	15
<b>Tablo 3.2:</b> Tuğla duvar elastisite modülleri.....	20
<b>Tablo 3.3:</b> Deprem ivme kayıtları parametreleri .....	29
<b>Tablo 4.1:</b> +X yönü maksimum deplasman talepleri.....	70
<b>Tablo 4.2:</b> -X yönü maksimum deplasman talepleri.....	71
<b>Tablo 4.3:</b> +Y yönü maksimum deplasman talepleri.....	72
<b>Tablo 4.4:</b> -Y yönü maksimum deplasman talepleri.....	73
<b>Tablo 4.5:</b> X analiz doğrultusu için maksimum taban kesme kuvveti talepleri	74
<b>Tablo 4.6:</b> Y analiz doğrultusu için maksimum taban kesme kuvveti talepleri	76
<b>Tablo 4.7:</b> X analiz doğrultusu için zemin kat görelî kat ötelenmesi oranları	.78
<b>Tablo 4.8:</b> Y analiz doğrultusu için zemin kat görelî kat ötelenmesi oranları	.80

## SEMBOL LİSTESİ

<b>T</b>	: Binanın 1. doğal titreşim periyodu
<b>P<sub>Elastik</sub></b>	: Eleman için elastik durum taşıma gücü
<b>P<sub>Elasto-Plastik</sub></b>	: Eleman için elasto-plastik durum taşıma gücü
<b>δ<sub>Elastik</sub></b>	: Elemanın elastik durum şekil değiştirme sınırı
<b>δ<sub>max</sub></b>	: Elemanın elasto-plastik durum şekil değiştirme sınırı
<b>f<sub>c</sub></b>	: Beton basınç dayanımı
<b>f<sub>cc</sub></b>	: Sargılı beton basınç dayanımı
<b>f<sub>co</sub></b>	: Sargısız beton basınç dayanımı
<b>f<sub>s</sub></b>	: Yapı çeliği dayanımı
<b>f<sub>y</sub></b>	: Yapı çeliği akma dayanımı
<b>f<sub>u</sub></b>	: Yapı çeliği kopma dayanımı
<b>ε<sub>c</sub></b>	: Beton basınç birim şekil değiştirmesi
<b>ε<sub>co</sub></b>	: Sargısız beton birim şekil değiştirmesi
<b>ε<sub>cc</sub></b>	: Sargılı beton birim şekil değiştirmesi
<b>ε<sub>cu</sub></b>	: Sargılı beton maksimum şekil değiştirmesi
<b>ε<sub>s</sub></b>	: Yapı çeliği çekme birim uzaması
<b>ε<sub>sy</sub></b>	: Yapı çeliği akma birim uzaması
<b>ε<sub>sh</sub></b>	: Yapı çeliği pekleşme birim uzaması
<b>ε<sub>su</sub></b>	: Yapı çeliği kopma birim uzaması
<b>(N/N<sub>0</sub>)</b>	: Eksenel yük düzeyinin eksenel yük taşıma gücüne oranı
<b>M</b>	: Eğilme momenti
<b>EI</b>	: Eğilme rijitliği
<b>η<sub>ki</sub></b>	: Rijitlik düzensizliği katsayısı
<b>h<sub>i</sub></b>	: Binanın i'inci katının kat yüksekliği
<b>(δ<sub>i</sub>)<sub>max</sub></b>	: Binanın i'inci katındaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi
<b>Δ<sub>i</sub></b>	: Binanın i'inci katındaki görelî kat ötelenmesi
<b>λ<sub>d</sub></b>	: Dolgu duvar ile çerçevenin rijitlik parametresi
<b>a<sub>d</sub></b>	: Çubuk genişliği
<b>h<sub>k</sub></b>	: Kolon boyu
<b>r<sub>d</sub></b>	: Dolgu duvar köşegen uzunluğu
<b>t<sub>d</sub></b>	: Güçlendirilmiş duvarın kalınlığı
<b>h<sub>d</sub></b>	: Güçlendirilmiş duvarın yüksekliği
<b>I<sub>k</sub></b>	: Kolonun atalet momenti
<b>θ</b>	: Köşegen basınç çubuk elemanının yatay ile olan açısı
<b>k<sub>d</sub></b>	: Köşegen basınç çubuk elemanının eksenel rijitliği
<b>τ</b>	: Malzemenin kayma gerilmesi
<b>ε</b>	: Malzemenin birim şekil değiştirmesi
<b>μ</b>	: Betonarme davranışta süneklilik
<b>M<sub>cr</sub></b>	: Kesitte çatlama oluşturan eğilme momenti
<b>M<sub>u</sub></b>	: Kesitin eğilme momenti taşıma gücü
<b>M<sub>y</sub></b>	: Kesitin akma momenti
<b>Ø<sub>cr</sub></b>	: Çatlama eğriliği
<b>Ø<sub>y</sub></b>	: Eşdeğer akma eğriliği
<b>Ø<sub>u</sub></b>	: Plastik eğrilik
<b>L<sub>p</sub></b>	: Plastik mafsal boyu
<b>[C]</b>	: Sönüm matrisi

<b>[K]</b>	: Rijitlik matrisi
<b>[M]</b>	: Kütle matrisi
<b><math>\xi_n</math></b>	: Kritik sönüm oranı
<b><math>\eta</math></b>	: Kütleyle bağlı sönüm oranı
<b><math>\delta</math></b>	: Rijitliğe bağlı sönüm oranı
<b><math>\omega_n</math></b>	: Doğal titreşim frekansı
<b>m</b>	: Kütle
<b>c</b>	: Sönüm
<b>k</b>	: Rijitlik
<b><math>\ddot{u}_g</math></b>	: Yer ivmesi



## ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca tezimin planlamasında araştırılmasında ve oluşumunda ilgisinin yanı sıra desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirmeleri ve bilgilendirmeleriyle çalışmamın bilimsel temeller ışığında şekillenmesini sağlayan saygı değer hocalarım Prof. Dr. Mehmet İNEL'e ve Dr. Öğr. Üyesi Bayram Tanık ÇAYCI'ya teşekkürlerimi borç bilirim.

Öğrenim hayatım boyunca her zaman yanımda olan ve destekleyen kıymetli aileme teşekkür ve minnetimi özellikle belirtmek istiyorum.

Yüksek Lisans yaptığım süre boyunca çalışma hayatımda ve sosyal hayatımda yanımda olan oda arkadaşlarıma, yaptıkları fedakarlıklar ve manevi destekleri için ayrıca teşekkür ederim.

Dostluğunu ve yardımlarını benden esirgemeyen Nesar Ahmad ATAYI'ya, Birtan UYGUN'a ve Muhammet TANIL'a teşekkür ve minnetimi özellikle belirtmek isterim.

Tüm hayatım boyunca yanımda olacak olan Sultan Damla SATIR'a her aşamada yanımda olduğu ve beni cesaretlendirdiği için ayrıca teşekkür ederim.



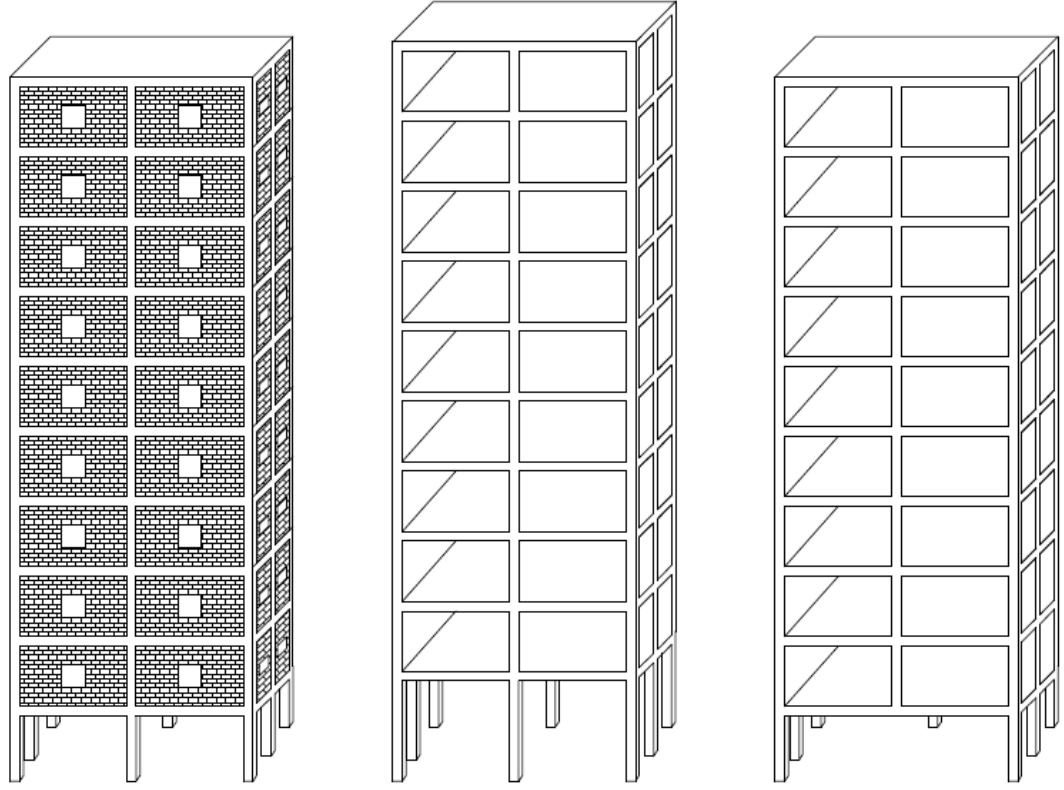
# 1. GİRİŞ

Ülkemiz sismik olarak aktif bir bölgede yer almaktadır. Geçmiş birçok yıkıcı depremde büyük can ve mal kaybı meydana gelmiştir. Sismik talepleri etkileyen en önemli faktörlerden birisi de komşu katlar arasındaki rijitlik düzensizliğine bağlı olarak gelişen yumuşak kat düzensizliğidir. Geçmiş depremler yumuşak kat düzensizliğinin yapılarda ağır hasar oluşumlarının hatta yıkımlara neden olduğunu açıkça göstermiştir. Bu nedenle bu düzensizlik birçok sismik değerlendirme raporunda yer almaktadır. Bu durumlar ise ülkemiz mevcut yapı stokunun sismik davranış özelliklerinin gerçekçi bir şekilde ortaya konmasını, zorunlu hale getirmektedir.

Sismik talepleri gerçeğe en yakın şekilde elde edebilmek için doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında dinamik analiz yöntemi kullanılmaktadır. Bu analiz yöntemi ile yapının doğrusal elastik olmayan davranış özellikleri göz önüne alınarak gerçek ivme kayıtları altında yapının sismik tepkisi hesaplanmaktadır. Fakat bu yöntem statik analiz yöntemlerine göre zaman alıcıdır ve hesap yükü daha fazladır. Ayrıca analiz sırasında yakınsama problemleri meydana gelebilmektedir.

Geçmiş depremler göstermektedir ki, katlar arasındaki ani rijitlik değişimleri, ağır hasar oluşumu hatta toptan göçmeye neden olabilmektedir. Yumuşak kat düzensizliği olarak adlandırılan bu olgu özellikle herhangi bir katın yüksekliğinin bir üst veya bir alt katın yüksekliğinden fazla ya da az olması durumunda ya da rijitlik dağılımını bozacak şekilde dolgu duvar kullanımı olduğu durumlarda meydana gelmektedir.

Günümüzde dolgu duvarlar tasarım aşamasında yapıya ağırlık dışında bir katkısı olmayacağı varsayılarak, betonarme yapıların taşıyıcı iskeletinin boşluklarını doldurmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu nedenle dolgu duvar malzemelerinin dayanım özellikleri üzerinde çok durulmaz. Fakat dolgu duvarların, yapının deprem ve düşey yükler altındaki davranışı ile yapının rijitlik, taşıma gücü, periyot ve sönüm gibi dinamik özelliklerine de önemli katkıları vardır (Bayülke, 2003).



a) Rijit üst katlar

b) Zemin kat yüksekliğinin fazla olması

c) Devam etmeyen yapısal eleman

**Şekil 1.1:** Yumuşak kat düzensizliği meydana getiren durumlar

Ülkemiz düşük ve orta katlı yapı stoku incelendiğinde genellikle, giriş katının dükkân veya otopark amaçlı kullanımı, bu katın yüksekliğinin fazla olması sebebiyle ya da üst katlarda duvar kullanılırken bu katlarda duvar yerine cam malzeme kullanılması, katlar arası rijitlik dağılımını bozduğu için yumuşak kat düzensizliği meydana getirebilmektedir. Ayrıca ticari amaçlı kullanımlarda kullanım alanını arttırmak amacıyla devam eden yapısal elemanların zemin kattan kaldırılması da rijitlik düzensizliğini bozması sebebiyle yumuşak kat düzensizliğine sebep olabilmektedir (Şekil 1.1). Yumuşak kat düzensizliğini etkileyen parametreler ve bu parametrelerin etkisi dikkate alınarak yapı sismik davranışının gerçekçi bir şekilde ortaya konabilmesi bu nedenlerden dolayı büyük önem arz etmektedir.

## 1.1 Amaç ve Kapsam

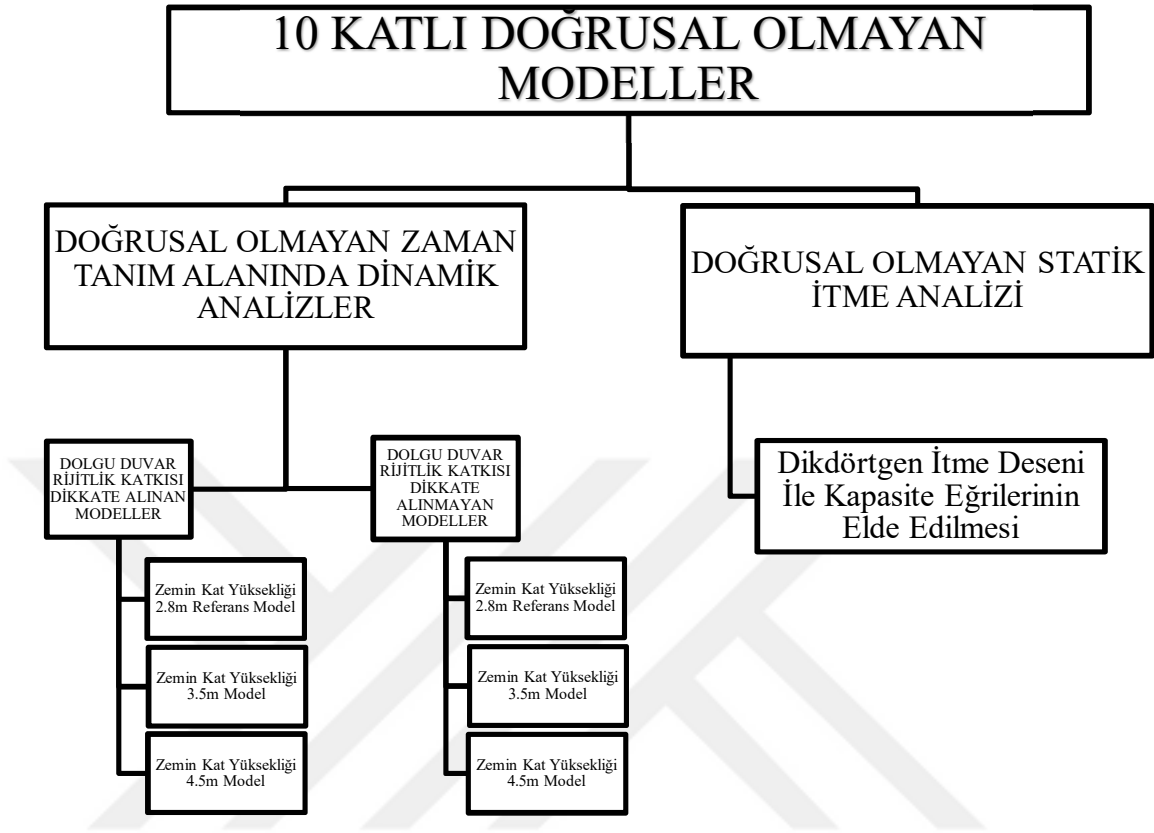
Gerçekleştirilen çalışmanın amacı, yumuşak kat düzensizliğinin, orta yükseklikteki mevcut betonarme binaların sismik davranışı üzerindeki etkilerinin araştırılmasıdır. Bu kapsamda ülkemizde yumuşak kat düzensizliğine sıklıkla neden olan katlar arası yükseklik farkı ve dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınarak zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan dinamik analizler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla toplamda 240 adet zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan dinamik analiz gerçekleştirilmiştir. Ayrıca doğrusal elastik olmayan statik itme analizleri yapılarak kullanılan modellerin kapasiteleri elde edilmiştir.

Çalışmada, bir adet 1998 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1998-ABYYHY) esaslarına göre tasarlanmış 10 katlı betonarme çerçeve taşıyıcı sistemine sahip bina bilgisayar ortamında 3-B olarak modellenmiştir. Modellenen yapıda dolgu duvarların rijitlik katkısı diyagonal basınç çubukları kullanılarak dikkate alınmıştır. Dolgu duvar rijitlik katkısının dikkate alındığı ve alınmadığı modellerden, zemin kat yüksekliği 2.8 m, 3.5 m ve 4.5 m olacak şekilde toplamda altı farklı kombinasyon türetilmiştir. 2.8 m zemin kat yüksekliğine sahip yumuşak kat düzensizliği olmayan, dolgu duvar rijitlik katkısının dikkate alındığı ve dolgu duvar rijitlik katkısının dikkate alınmadığı referans binalar türetilen diğer kombinasyonlar ile kıyaslanmıştır. Bu kıyaslamalar, dolgu duvar rijitlik katkısının dikkate alındığı ve alınmadığı modeller için ayrı ayrı yapılmıştır.

Tez çalışması kapsamında yapılan analizler, Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanım Alanında Dinamik Analiz Yöntemi kullanılarak iki asal doğrultu için yapılmıştır. Analizlerde geçmişte gerçekleşmiş yıkıcı depremlere ait toplam 20 gerçek ivme kaydı kullanılmıştır. Yumuşak kat davranışını incelemek için türetilen 6 farklı modelin her iki asal doğrultusu da dikkate alınarak toplamda 240 doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında dinamik analiz ve 12 adet doğrusal elastik olmayan statik itme analizi gerçekleştirilmiştir. Tez kapsamında ele alınan model ve analizlerle ilgili şema Şekil 1.2’de verilmiştir.

Yumuşak kat düzensizliğinin sismik talepler üzerindeki etkilerinin irdelenebilmesi amacıyla bu tez çalışmasında görelî kat ötelenme oranları, taban

kesme kuvveti değerleri, çatı katı deplasman talepleri ile parametreler arası korelasyonlar gibi birçok parametre dikkate alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir.



Şekil 1.2: İçerik Şeması

## 1.2 Literatür Araştırması ve Özeti

Literatürde dolgu duvar etkisi, yumuşak kat düzensizliği ve doğrusal elastik olmayan analiz yöntemlerinin kullanıldığı belli başlı çalışmalar aşağıda yer almaktadır.

Özmen ve diğ. (2007), tarafından gerçekleştirilen çalışmada dolgu duvarların yumuşak kat davranışı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu kapsamda 1975 Afet Yönetmeliği'ne göre tasarımılandırılmış dolgu duvarlı modeller kullanılarak, doğrusal olmayan statik analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında 4 ve 7 katlı toplamda 10 adet 3 boyutlu çerçeve model oluşturulmuştur. Ayrıca her bir model için 10 ve 20 cm olmak üzere iki farklı etriye aralığı dikkate alınmıştır. Çalışma sonucunda ise dolgu duvarların modellemeye katılması genel olarak yapı dayanımını arttırmıştır. Fakat deplasman kapasitesini azaltmıştır. Ayrıca yanal donatı oranının azalması dayanımda sınırlı etkiye sebep olurken deplasman kapasitesini büyük ölçüde azaltmıştır.

Korkmaz ve diğ. (2010), tarafından gerçekleştirilen çalışmada, yapısal düzensizlik içeren, betonarme 10 katlı çerçeve yapıların, sismik davranışları incelenmiştir. Bu kapsamda, 16 farklı bina kombinasyonu kullanılarak. Doğrusal Olmayan Statik İtme Analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, dolgu duvarın kaldırdığı tip modellerde, yapı yatay yer değiştirme kapasitesi düşmektedir. Buna ek olarak taban kesme kuvveti değeri de azalmaktadır. Yumuşak kat durumu incelendiğinde ise, sismik davranışın yumuşak katlı çerçevelerde daha olumsuz yönde olduğu görülmüştür. Yumuşak kat durumu, taban kesme kuvvetini azaltsa da sismik kapasitesini de azalttığı için dezavantaj olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle, zemin kat yüksekliği, diğer kat yüksekliklerine oranla yüksek olan yapıların, tasarımına önem verilmesi çalışma sonucunda önerilmektedir.

Meral (2010), tarafından yapılan “DÜŞÜK VE ORTA YÜKSEKLİKTEKİ BETONARME YAPILARIN SİSMİK DEPLASMAN TALEPLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ” isimli yüksek lisans çalışmasında 2, 4 ve 7 katlı yapıların doğrusal olmayan statik ve dinamik analizleri yapılmıştır. Tasarımı yapılan modellerde 1975 ve 1998 afet yönetmelikleri kullanılarak tasarım farklılıkları ortaya konulmuştur. Ayrıca deplasman talepleri incelenerek mevcut yapı stokunun

performansı değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar şu şekildedir. 1998 afet yönetmeliğine göre tasarımılandırılan yapılarda, 1975 afet yönetmeliğine göre tasarımılandırılan yapılara oranla ciddi bir iyileşme olduğu görülmüştür. Yapılan düzensizlik karşılaştırmalarında en olumsuz düzensizliğin yumuşak kat düzensizliği olduğu ortaya koyulmuştur. Ayrıca beton dayanımı ile enine donatı oranının deplasman talebi üzerindeki etkisi düşük iken deplasman kapasitesini olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Karasu ve diğ. (2011), tarafından gerçekleştirilen çalışmada, zemin kat yüksekliği arttırılmış 3 katlı yumuşak kat düzensizliği bulunan betonarme bir yapı için, dolgu duvarın sismik performansa olan etkisi incelenmiştir. Bu kapsamda, 3 adet farklı katlarda dolgu duvarı bulunan modeller türetilmiştir. Analizlerde “Doğrusal Elastik Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ile “Doğrusal Elastik Olmayan Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” kullanılmıştır. Analizler sonucunda, dolgu duvarın, yapı rijitliğini arttırması ve yanal deformasyonu sınırlamasından dolayı, yapının sismik performansına etkisinin olumlu olduğu ortaya koyulmuştur. Ayrıca yapılan çalışma sonucu 2 analiz yöntemi arasında ciddi farklar olduğu ortaya çıkmıştır. Doğrusal olmayan analiz yöntemi sonuçlarının daha tutucu olduğu görülmüştür. Çalışmadaki yapıların simetrik olması ve düşük katlı olması sebebiyle aksi durumlar için çalışma yapılarak aradaki ilişkinin değerlendirilmesi önerilmiştir.

Özmen (2011), tarafından gerçekleştirilen doktora tezi kapsamında düşük ve orta yükseklikteki yapılarda yapı düzensizlikleri, malzeme kalitesi ile detaylandırmanın yapı sismik performansına etkisini irdelemek için değerlendirmeler yapılmıştır. Araştırılan parametrelerin çeşitli durumlardaki özelliklerini yansıtmak ve dolgu duvar etkisini de değerlendirmek amacıyla 432 adet model kullanılmıştır. Yapılan 264 ivme kaydı ile 228096 adet doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanındaki analizler ve 864 adet artımsal itme analizi sonucu düzensizlikler ile ilgili elde edilen sonuçlar şu şekildedir. Dolgu duvarların rijitlik düzensizliğini bozmayacak şekilde dizilimi düşük katlı yapılarda davranışa olumlu katkıları vardır. Ayrıca kat sayısı arttıkça duvar etkisinin azaldığı sonucuna varılmıştır. Yumuşak kat düzensizliğinin diğer düzensizliklere göre sismik davranışa daha ciddi olumsuz etkileri olduğu tez kapsamında elde edilmiştir.

İnel ve diğ. (2011), tarafından gerçekleştirilen projede, yapısal düzensizlikler ile yapısal parametreler değerlendirilmiştir. Bu kapsam da 475 adet mevcut bina projesi incelenmiş ve yapısal özellikleri sayısallaştırılarak 1975 ve 1998 yönetmeliklerine göre tasarımılandırılmış 528 adet üç boyutlu bina modeline iki asal doğrultu doğrusal ötesi artımsal itme analizi yapılmıştır. Ayrıca, 264 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analiz yapılarak doğrusal olmayan sismik talepleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda ise dolgu duvarlar yatayda ve düşeyde rijitlik dağılımını bozmayacak şekilde bulunması durumunda düşük katlı yapılarda sismik davranışa olumlu katkısı olduğu bulunan sonuçlar arasındadır. Aksi durumda ise dolgu duvarların, yapının sismik davranışını olumsuz etkilediği ortaya koyulmuştur. Ayrıca yumuşak kat davranışı bina deplasman kapasitelerini düşürürken, deplasman taleplerini de büyük oranda arttırmıştır.

Tezcan ve diğ. (2013), tarafından gerçekleştirilen çalışmada 2 katlı tek açıklıklı yumuşak katlı betonarme bina modeli kullanılmıştır. Çalışmada ele alınan model için yumuşak kat oluşumu incelenmiştir. Bu kapsamda bir tanesi TDY'ye göre tüm kat çerçeveleri duvarlı, ikinci model FEMA'ya göre tüm kat çerçeveleri duvarlı ve son modelin ise FEMA'ya göre sadece üst kat çerçevesi duvarlı olmak üzere 3 adet model SAP2000 programında modellenmiştir. Toplamda 8 adet ivme kaydı ile zaman tanım alanında analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçlarda TDY'ye göre yapılan analizlerde yumuşak kat tespit edilememiştir. FEMA'ya göre elde edilen görel kat ötelenmesi oranları TDY'ye oranla oldukça yüksek bulunmuştur.

Hirde ve Tepugade (2014), tarafından gerçekleştirilen çalışma kapsamında, 20 katlı yapılarda, zemin kat ve farklı katlar arasında oluşan rijitlik düzensizliğinin, performansa etkisi incelenmiştir. Ayrıca yapı sistemini perde ile güçlendirerek sismik kapasite değişimi değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, 8 adet bina modeline doğrusal elastik olmayan statik itme analizi yapılmıştır. Değerlendirmeler sonucunda, perde, yanal ötelenmede azalmaya neden olmuştur. Ayrıca güçlendirme işleminden sonra taban kesme kapasitesi artmıştır. Son olarak yumuşak katın bulunduğu kat seviyesi arttıkça deplasman kapasitesi azalmıştır.

Stoica (2015), tarafından gerçekleştirilen makalede, zayıf ve yumuşak kat davranışı görülen, 5 ve 9 katlı iki adet modelin uzun ve kısa doğrultusundaki 2-boyutlu çerçeveleri incelenmiştir. Her bir model için ilk katında uygulanacak olan 4 farklı çelik

güçlendirme tipi için, kombinasyonlar türetilmiştir. Bu kapsamda toplamda 10 adet modele doğrusal analizler yapılmıştır. Analizler sonucunda, 4-5 katlı binalar için görelî kat ötelenmesini en aza indiren, viskoz damperler ile güçlendirme yöntemi (Retrofitting with Viscous Dampers) en etkili yöntem olarak bulunmuştur. Ancak bu yöntem aynı zamanda en pahalı olan bir çözümdür. Dikey düzensizliği olan yapıların tasarım aşamasında bu durumlar göz önüne alınarak, ilk katın dayanımı ve rijitlik unsurlarını arttırmak, çözüm önerilerinden biridir.

Dadi ve Agarwal (2015), tarafından gerçekleştirilen çalışmanın amacı, performans esaslı tasarım için yumuşak katlı betonarme çerçeve binaların doğrusal elastik olmayan modellenmesi ile farklı çelik güçlendirme tiplerinin nitel ve nicel değerlendirmesini yapmaktır. Bu çalışma deneysel bir çalışma olup bu kapsamda, zemin + 2 katlı yumuşak katı bulunan 2 adet uygulama modeline testler uygulanmıştır. Bu testler sonucunda yapısal elemanların sismik kapasiteleri belirlenmiştir. Bunlara ek olarak karşılaştırmak amacıyla prototipin doğrusal olmayan analitik modeli bilgisayar ortamında modellenmiştir. Çalışma sonucunda, sadece statik yüklemeye göre detaylandırılmış (M1) çerçevenin dayanımı ve sünekliliği, hem statik hem deprem yüklemesine göre detaylandırılmış (M2) çerçevesine kıyasla daha azdır. Ayrıca yumuşak katlı modelin performansında, takviye türünün önemli bir etkisi gözlenmemiştir.

Mahmoud ve diğ. (2016), tarafından gerçekleştirilen çalışma kapsamında, 12 katlı betonarme çerçeve yapıların, dinamik davranışlarındaki değişim Zaman Tanım Alanında Analiz Yöntemi ile incelenmiştir. Analizlerde 2 adet deprem kaydı kullanılarak dolgu duvar ile yumuşak kat seviyesinin sismik performansa etkisi araştırılmıştır. Analizler sonucunda, dolgu duvarın, kat yer değiştirmelerini azalttığı tespit edilmiş, dolayısıyla bina performansını da arttırmıştır. Fakat dolgu duvar aynı zamanda kat kesme kuvvetlerini de arttırmaktadır. Bunlara ek olarak, yumuşak katın bulunduğu yapılarda, o katlardaki kat ötelenmelerinin, referans çerçeveye kıyasla aşırı oranda büyüdüğü tespit edilmiştir.

Uruci ve Bilgin (2016), tarafından gerçekleştirilen çalışmada, yumuşak kat düzensizliğini ve dolgu duvar etkisini incelemek amacıyla, 3 ve 6 katlı betonarme çerçeve yapılardan oluşan toplamda 10 adet model doğrusal elastik olmayan statik analiz yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. İtme analizleri sonucunda yumuşak kat



düzensizliğinin varlığı çerçevelerin sismik performansını düşürdüğü sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca zemin katında dolgu duvarın bulunmaması nedeniyle oluşan yumuşak kat düzensizliği, kat yüksekliği nedeniyle meydana gelen yumuşak kat düzensizliği faktöründen daha yıkıcı etkiye sahiptir. Çalışma sonucunda en yıkıcı durum, dolgu duvarlarının bulunmaması ve zemin kat yüksekliğinin fazla olması sonucunda ortaya çıkmıştır.

Ali ve diğ. (2017), tarafından gerçekleştirilen çalışma kapsamında, farklı katlar arasında rijitlik düzensizliği bulunan 7 katlı 4 farklı bina modeli kullanılarak sismik analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde yumuşak kat düzensizliğinin sismik talepleri önemli oranda arttırabildiği, bu düzensizliğe sahip olmayan modellere göre kat mekanizması oluşma ihtimalinin arttığı belirtilmektedir.

### **1.3 Tez İçeriği**

Tez çalışmasının 1. bölümünde teze ait genel bilgiler, tezin konusu, amacı ve kapsamı ile literatürde yer alan çalışmaların özetleri verilmiştir.

Tez çalışmasının 2. bölümünde “Yumuşak Kat Düzensizliği” hakkında, TDY-2007 göz önünde bulundurularak bilgi verilmiştir.

Tez çalışmasının 3. bölümünde tez çalışmasında kullanılan modeller, doğrusal elastik olmayan modelleme ile dolgu duvar rijitlik katkısının modellenmesi hakkında genel bilgiler verilerek analizlerde kullanılan ivme kayıtlarından bahsedilmiştir.

Tez çalışmasının 4. bölümünde analiz sonuçlarından elde edilen veriler ve yapılan kıyaslamalar yer almaktadır.

Tez çalışmasının 5. bölümünde ise elde edilen bulgular ışığında sonuçların değerlendirmeleri yer almaktadır.

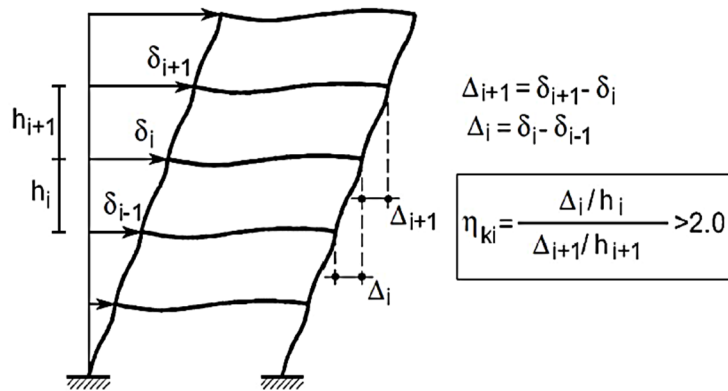
## 2. YUMUŞAK KAT DÜZENSİZLİĞİ

Depremler, yapısal sistemler için bir enerji yüklemesidir. Bu nedenle şiddetli depremler altında yapının gelen enerjiyi sönmülmesi için elastik sınırlar ötesinde deformasyonu söz konusu olur. Bu deformasyonlar kat kütlelerinin büyük yer değiştirmesine sebep olurlar. Kat kütlelerinin birbirlerine göre, belirli sınırlar dışında yer değiştirmeleri farkı, yumuşak kat düzensizliğine yol açmaktadır.

Yumuşak kat düzensizliği 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (TDY-2007) esaslarına göre, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, %5 ek dış merkezlik etkileri de göz önüne alınarak herhangi bir i'inci kattaki ortalama görel kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görel kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı  $\eta_{ki}$ 'nin 2.0'den fazla olması sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu durum komşu katlar arası rijitlik düzensizliği olarak da bilinmektedir. Yumuşak kat düzensizliği, TDY-2007'de verilmiş iki adet eşitlik olan (2.1) ve (2.2) ile kontrol edilmektedir.

$$\eta_{ki} = (\Delta_i/h_i)_{ort}/(\Delta_{i+1}/h_{i+1})_{ort} > 2.0 \quad (2.1)$$

$$\eta_{ki} = (\Delta_i/h_i)_{ort}/(\Delta_{i-1}/h_{i-1})_{ort} > 2.0 \quad (2.2)$$

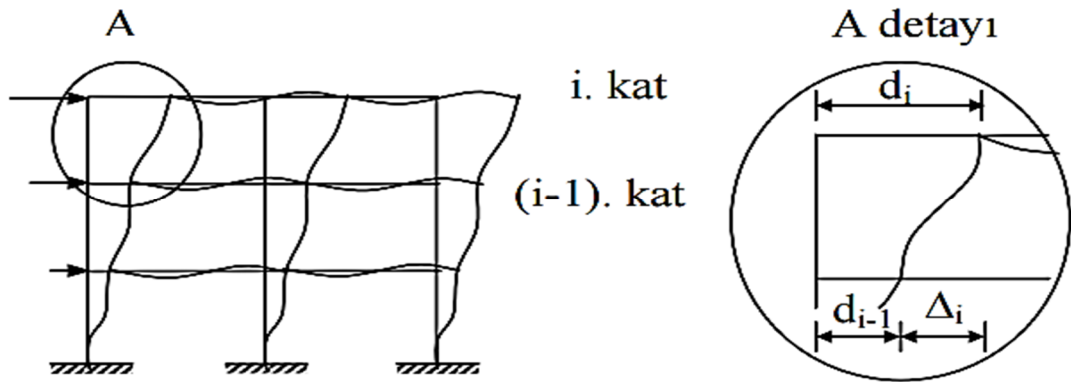


Şekil 2.1: TDY-2007'de yumuşak kat düzensizliği durumu

Şekil 2.1 ve bağıntı (2.1) ile (2.2)'de TDY-2007'deki yumuşak kat düzensizliği ile ilgili ifadeler yer almaktadır. İfadeler değerlendirildiğinde, birbirine komşu iki kat

arasındaki yer değiştirmeleri farkı ve komşu katlar arası kat yükseklikleri farkı arttıkça rijitlik düzensizliği katsayısı  $\eta_{ki}$ 'de artmaktadır. Bu durum yumuşak kat düzensizliği oluşumuna neden olmaktadır.

Literatürde, birbirine komşu iki kat arasındaki yer değiştirmeleri farkına göreli (rölatif) kat ötelenmesi (GKÖ) denilmektedir. GKÖ, Şekil 2.1 ve Şekil 2.2'de  $\Delta_i$  ile gösterilmektedir. Bağıntı (2.1) ile (2.2) incelendiğinde GKÖ, yumuşak kat düzensizliğini kontrol eden en önemli parametredir.



**Şekil 2.2:** Çerçeveselerde göreli kat ötelenmesi

Bu durum göz önüne alındığında, GKÖ değerini kontrol altında tutmak, yumuşak kat düzensizliğini engellemek ve deprem enerjisini sönümleyerek kontrollü hasar oluşturmak için önemli bir etkindir. Bu kapsamda TDY-2007 GKÖ'yü (2.3) ile sınırlamaktadır.

$$(\delta_i)_{max}/h_i \leq 0.02 \quad (2.3)$$

$(\delta_i)_{max}$  : Binanın i'inci katındaki maksimum etkin göreli kat ötelenmesi

$h_i$  : Binanın i'inci katının kat yüksekliği

Tez çalışması kapsamında modellenen yapılarda yumuşak kat düzensizliği hem zemin kat yüksekliğinin artırılması hem de rijitlik düzensizliği oluşturacak Şekilde dolgu duvar dizilimi ile göz önüne alınmıştır.

Geçmiş depremlerde oluşan yumuşak kat hasarları Şekil 2.3-2.6'da gösterilmiştir.

a)



b)



**Şekil 2.3:** Zemin katın dükkân olarak kullanılması sonucu ve bölme duvarların azlığı nedeniyle yumuşak kat oluşarak zemin katı göçmüş bir bina. a)Binanın depremden sonraki durumu b)binanın depremden önceki durumu. (Erzincan Depremi, 1992)



**Şekil 2.4:** Yumuşak kat sebebiyle zemin katı göçmüş bir bina



**Şekil 2.5:** Yumuşak kat sebebiyle giriş katı göçmüş bir bina, Van Depremi, 2011  
(İnel vd., 2011)



**Şekil 2.6:** Yumuşak kat sebebiyle giriş katı göçmüş bir bina, Kocaeli Depremi, 1999

## 3. MODELLEME VE YÖNTEM

### 3.1 Modeller ve Özellikleri

#### 3.1.1 Genel Bilgiler

Tez çalışmasında, betonarme çerçeve sisteme sahip 10 katlı bina modeli kullanılmıştır. Modellenen yapıdan, 3 farklı zemin kat yüksekliği ile dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan ve alınmayan olarak toplamda 6 adet model türetilmiştir. Çalışmada kullanılan modellerin yapısal eleman dizilimleri aynı olmak üzere taşıyıcı sistem geometrik çözümleri 1998 Afet Yönetmeliği (ABYYHY-1998) kullanılarak yapılmıştır. Bina modeli ile ilgili parametreler için İnel ve diğ. (2009) ve Ozmen ve diğ. (2015) tarafından gerçekleştirilen envanter çalışmalarından faydalanılmıştır.

Envanter çalışmaları incelendiğinde, mevcut yapılarda üst katlara doğru kolon kesitleri küçülmektedir. Bu nedenle tez çalışması kapsamında kullanılan modelde, bu durum dikkate alınarak modelleme yapılmıştır. Ayrıca binada bulunan döşemeler, tasarımda oluşturulmamış olup, döşemelere gelen yükler ve döşemelerin kendi ağırlıkları, döşemelerin bağlandıkları kirişlere yayılı yük olarak aktarılmıştır. Buna ek olarak farklı kat seviyelerinde rijit diyafram kabulü ile diyaframlar oluşturulmuştur.

Tez kapsamında kullanılan bina modelinin, doğrusal elastik olmayan davranış özellikleri plastik mafsal kabulü ile göz önüne alınmıştır. Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan ve dikkate alınmayan modeller olarak türetilmesi sebebiyle dolgu duvarların sismik davranış üzerindeki etkileri de incelenmiştir.

Çalışmada yumuşak kat davranışının sismik davranış üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla ayrıca zemin katta ticari amaçlı kullanılan işyerlerinin dış duvarlarının bulunarak iç duvarlarının kaldırılması sebebiyle, dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerin zemin katındaki, X doğrultusunda ve Y doğrultusunda uzanan iç duvarları kaldırılmıştır.

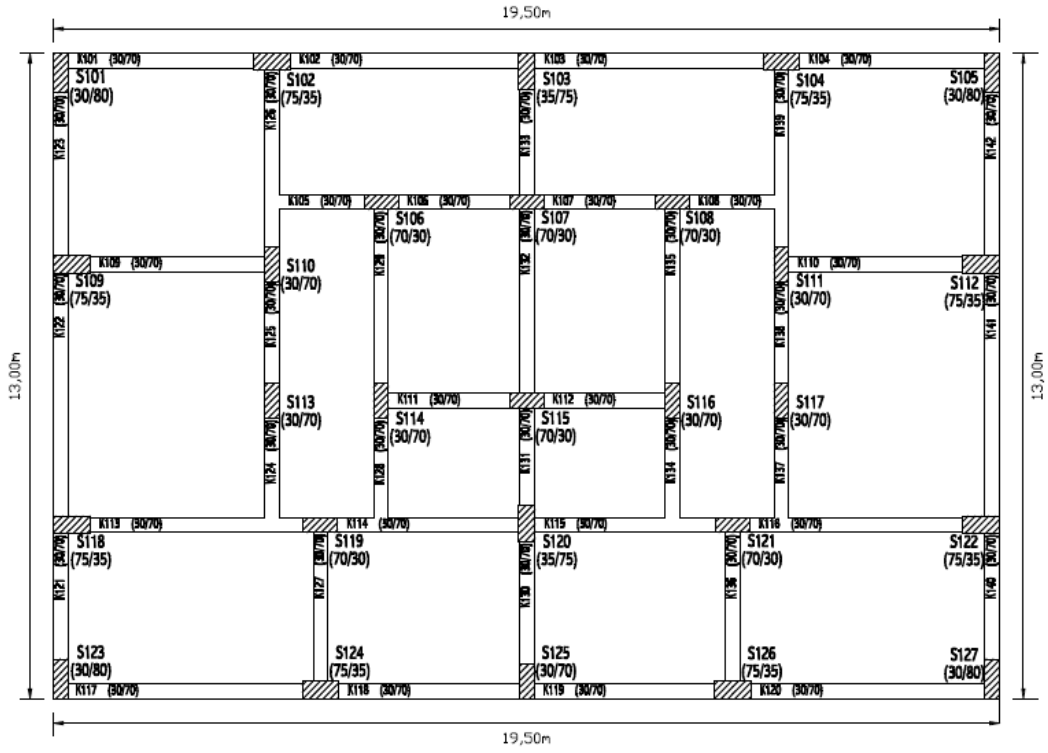
Bu çalışmada analiz yöntemi olarak Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanım Alanında Dinamik Analiz Yöntemi ile Doğrusal Elastik Olmayan Statik İtme Analizi kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında modelleme ve analizler için SAP2000 yapısal analiz programı kullanılmıştır. Modellere ait bilgiler Tablo 3.1’de yer almaktadır.

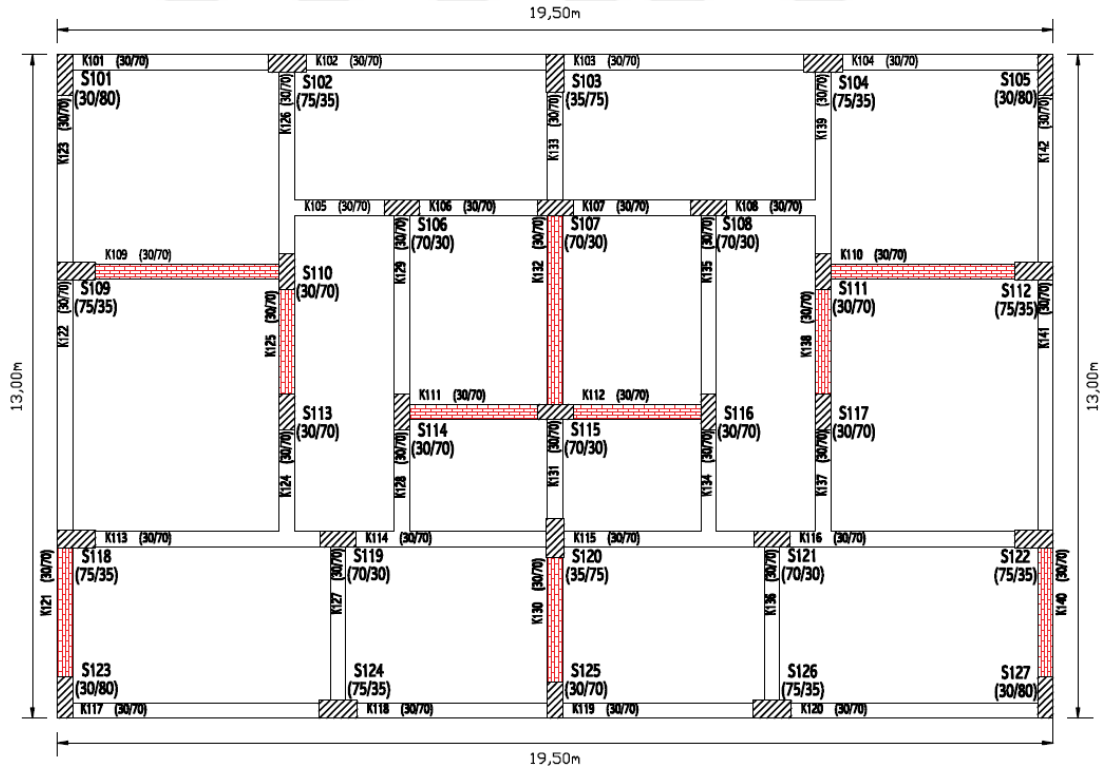
**Tablo 3.1:** Modellere ait bilgiler

<b>Model</b>	<b>10-2.8</b>	<b>10-3.5</b>	<b>10-4.5</b>	<b>10D-2.8</b>	<b>10D-3.5</b>	<b>10D-4.5</b>
<b>Zemin Kat Yüksekliği (m)</b>	2.8	3.5	4.5	2.8	3.5	4.5
<b>Normal Kat Yüksekliği (m)</b>	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
<b>Bina Yüksekliği (m)</b>	28.0	28.7	29.7	28.0	28.7	29.7
<b>Sismik Ağırlık (kN)</b>	28576.2	28684.5	28839.4	28601.4	28709.7	28864.6
<b>Periyot(s)</b>	0.90	0.95	1.05	0.85	0.89	0.97
<b>Kat Sayısı</b>	10					
<b>Beton Sınıfı(MPa)</b>	25					
<b>Çelik Sınıfı(MPa)</b>	S420 (BÇIII)					
<b>Yerel Zemin Sınıfı</b>	Z3 (TA=0.15s, TB=0.6s)					
<b>Deprem Bölgesi</b>	1. Derece Deprem Bölgesi (0.4g)					

Tez kapsamında kullanılan bina modellerinin eleman dizilimi ve yapısal eleman boyutları Şekil 3.1, Şekil 3.2 ve Şekil 3.3’te verilmiştir. Modellere ait 3 boyutlu görünüm ise Şekil 3.4’te yer almaktadır.

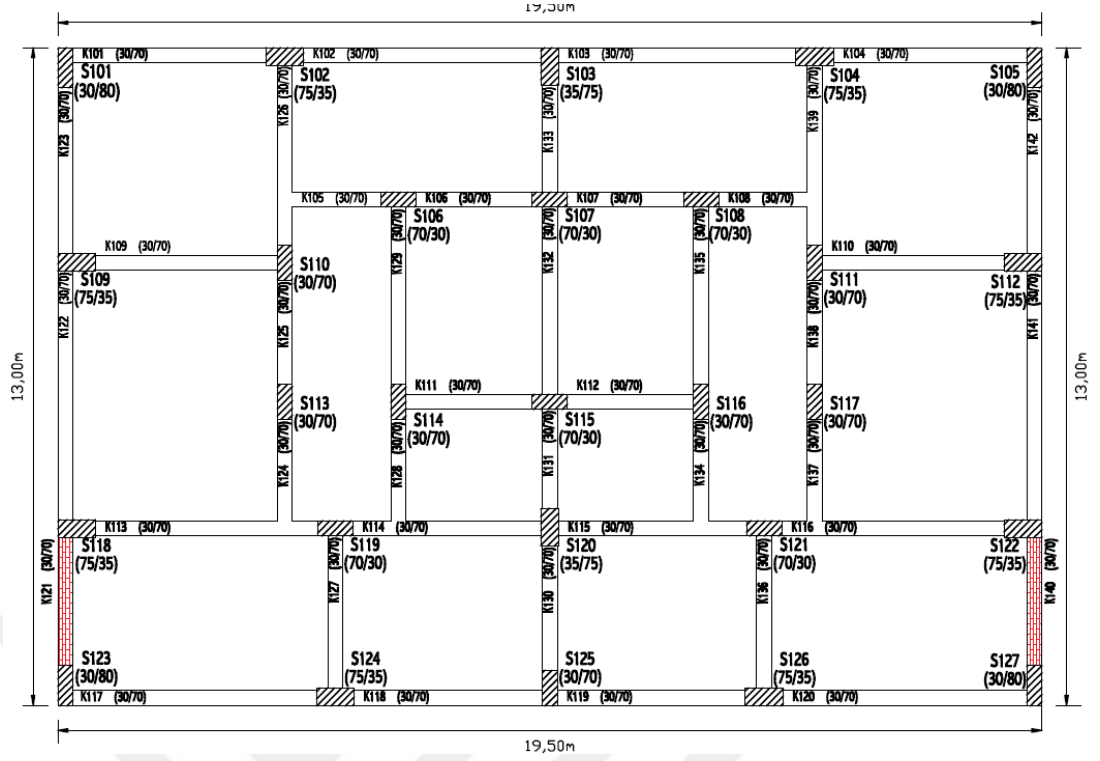


Şekil 3.1: Dolgu duvarsız modellerin kat kalıp planı

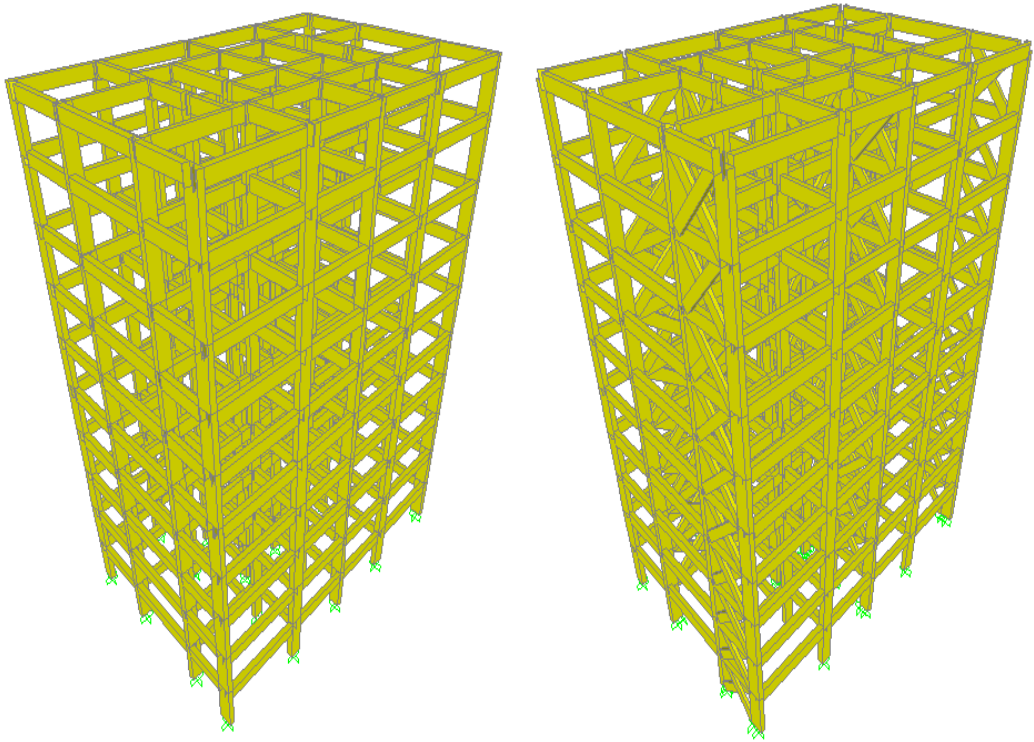


Şekil 3.2: Dolgu duvarlı modellerin normal katlar kalıp planı (duvar desenli taraflı alanlar dolgu duvarı temsil etmektedir)





Şekil 3.3: Dolgu duvarlı modellerin zemin kat kalıp planı (duvar desenli taralı alanlar dolgu duvarı temsil etmektedir)



Şekil 3.4: Modellerin 3 boyutlu görünüşleri

Şekil 3.2 ile Şekil 3.3'te kalıp planları üzerinde duvar desenli kırmızı renk ile taralı gösterilen dolgu duvarların kalınlıkları 190 mm olarak alınarak kat alanına oranları hesaplanmıştır.

Şekil 3.2'de dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerde dolgu duvarların normal katlarda bulunduğu yerler gösterilmektedir. Normal katlarda dolgu duvarların kat alanına oranı %2.06'dır. Bu oranın %1.147'si Y doğrultusunda uzanan duvarlar iken %0.914'ü X doğrultusunda uzanan duvarlardır.

Şekil 3.3'te ise dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerde dolgu duvarların zemin katlarda bulunduğu yerler gösterilmektedir. Zemin katlarda dolgu duvarların kat alanına oranı %0.377'dir. Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerin zemin katında normal katlardan farklı olarak X doğrultusunda uzanan dolgu duvarlar ile Y doğrultusunda uzanan iç akslardaki duvarlar kaldırılmıştır. Bu durum dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan 2.8 m zemin kat yüksekliğine sahip modelde rijitlik değişiminden dolayı yumuşak kat düzensizliği eğilimi olduğunu göstermektedir.

### 3.1.2 Dolgu Duvar Modellemesi

Betonarme çerçeve sistemlerde yapı iskeletini oluşturan elemanların iç ya da dış kısımları genellikle tuğla olmak üzere farklı yapı malzemeleriyle doldurulmaktadır. Tez çalışması kapsamında modellenen dolgu duvarlar, 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar ile İlgili Yönetmelik'te (TDY-2007) belirtilen dolgu duvarları modelleme esaslarına göre yapılmıştır.

TDY-2007'ye göre dolgu duvar modellemesi:

- Yapı modelinde betonarme çerçeve içinde düzenlenmiş ve köşegen uzunluğunun kalınlığına oranı 30'dan küçük olan dolgu duvarlar göz önüne alınacaktır.
- Duvar yüzey alanına oranı %10'u geçmeyen boşlukların bulunduğu duvarların yapı modeline katılmasına boşlukların konumu köşegen basınç çubuğu oluşumunu engellememesi koşuluyla izin verilebilir.

- Dolgu duvarlar uygulanan deprem yönünde basınç kuvveti alan eşdeğer köşegen çubuk elemanları ile temsil edileceklerdir.
- Eşdeğer basınç çubuğunun kalınlığı güçlendirilmiş dolgu duvar kalınlığına eşittir. Genişliği ( $a_d$ ) denklem 3.1'den hesaplanacaktır.

$$a_d = 0.175(\lambda_d h_k)^{-0.4} r_d \quad (3.1)$$

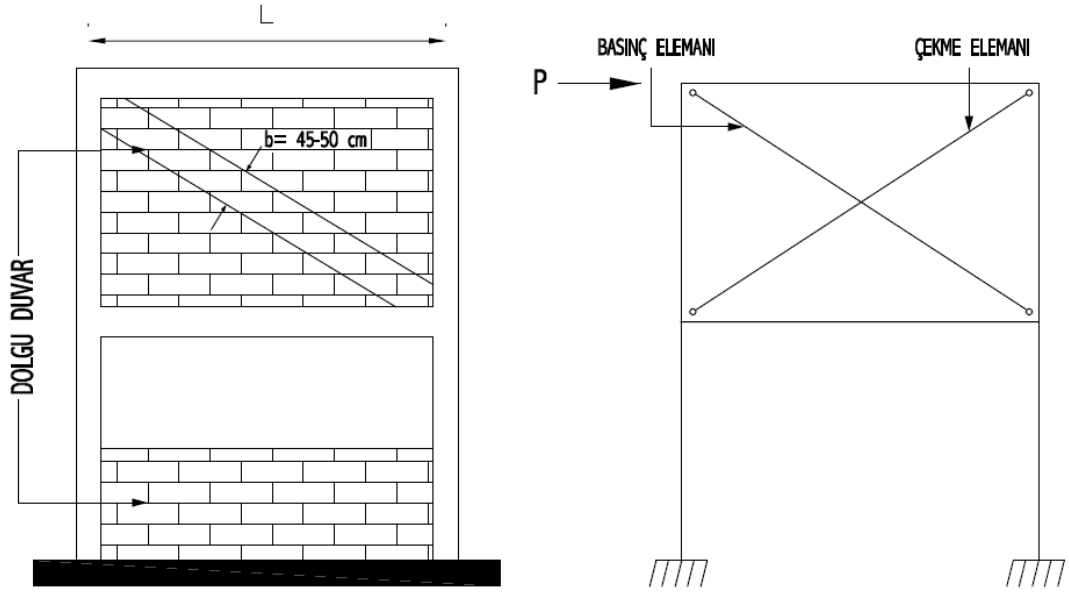
Burada  $a_d$  çubuk genişliği (mm),  $h_k$  kolon boyu (mm),  $r_d$  (mm) dolgu duvar köşegen uzunluğudur.  $\lambda_d$ , denklem 3.2 ile hesaplanacaktır.

$$\lambda_d = \left[ \frac{E_d t_d \sin 2\theta}{4E_c I_k h_d} \right]^{\frac{1}{4}} \quad (3.2)$$

Denklem 3.2'de  $E_d$  ve  $E_c$  dolgu duvar ve çerçeve betonunun elastisite modülü,  $t_d$  ve  $h_d$  güçlendirilmiş duvarın kalınlığı ve yüksekliği (mm),  $I_k$  kolonun atalet momenti ( $\text{mm}^4$ ) ve  $\theta$  köşegenin yatay ile olan açısıdır. Köşegen basınç çubuk elemanının aksenal rijitliği denklem 3.3 ile hesaplanacaktır.

$$k_d = \frac{a_d t_d E_d}{r_d} \quad (3.3)$$

Tez çalışması kapsamında, modellenen dolgu duvarların yapı sistemine olan rijitlik ve dayanım katkısı, TDY-2007'de belirtildiği gibi eşdeğer diyagonal basınç çubukları yardımıyla yapılmıştır. Bu elemanların modellemesi Şekil 3.5'de gösterilmiştir.



**Şekil 3.5:** Dolgu duvarın rijitlik ve dayanıma katkısının diyagonal çubuklar ile modellenmesi

Bu modelleme tekniğinde, kat hizalarına tesir eden yatay kuvvetler altındaki dolgu duvarın, kuvvetin etki ettiği düğüm noktası ile diyagonaldeki düğüm noktası arasında bir basınç çubuğu gibi davrandığı varsayılmaktadır. Literatürde, bu hesap yaklaşımına eşdeğer basınç çubuğu yaklaşımı denilmektedir.

Dolgu duvar davranışının çerçeve sistemlere etkisinde, duvarın rijitliğini etkileyen dolgu duvar elastisite modülünün önemi büyüktür. Duvar elastisite modülünü belirlemek için, yapılan çalışmalar sonucu elde edilen bilgiler, Tablo 3.2’de verilmiştir.

**Tablo 3.2:** Tuğla duvar elastisite modülleri

$E_d$ (MPa)	$E_c$ (MPa)	Çalışmayı Yapan, Yıl	Üniversite	$E_d / E_c$
1240	30000	Yalçın, 1999	İTÜ	1/24
6000	12000	Öktem, 2003	İTÜ	1/2
15200	29600	Erçetin, 2004	CBÜ	1/2
1000	28000	Tarakçı, 2006	PAÜ	1/28
714	29600	Çağlayan, 2006	CBÜ	1/40
1000	-	TDY, 2007	-	-

Modellemede kullanılan dolgu duvarlar için elastisite modülü değeri, Tablo 3.2 ‘de verilen TDY 2007’de belirtilen 1000 MPa ( $N/mm^2$ ) olarak alınmıştır.

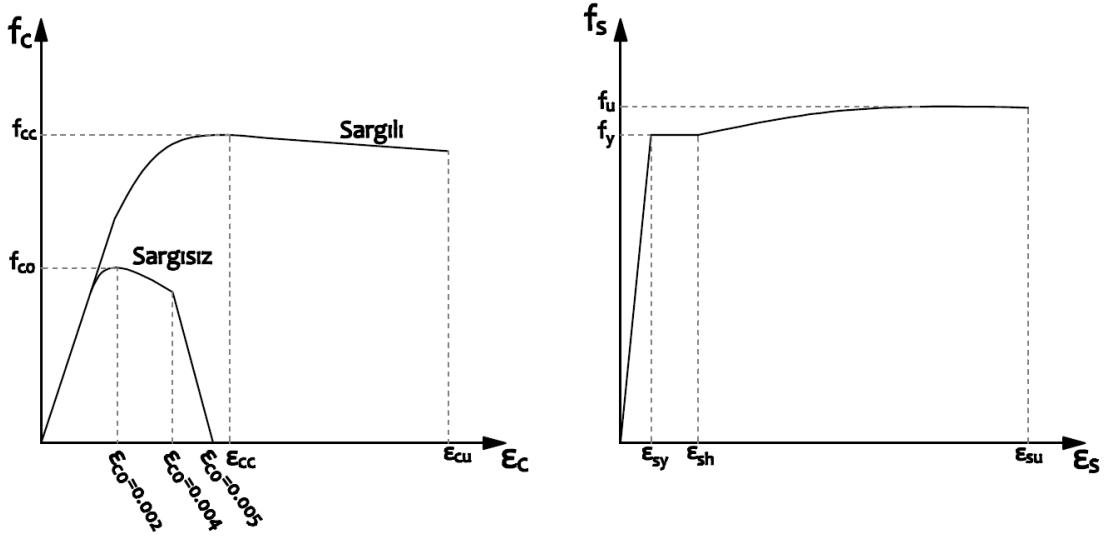
### 3.1.3 Doğrusal Elastik Olmayan Modelleme

#### 3.1.3.1 Betonarme Davranışı

Doğrusal elastik olmayan çözümleme için üç aşamadan söz edilmektedir. Bu aşamalar:

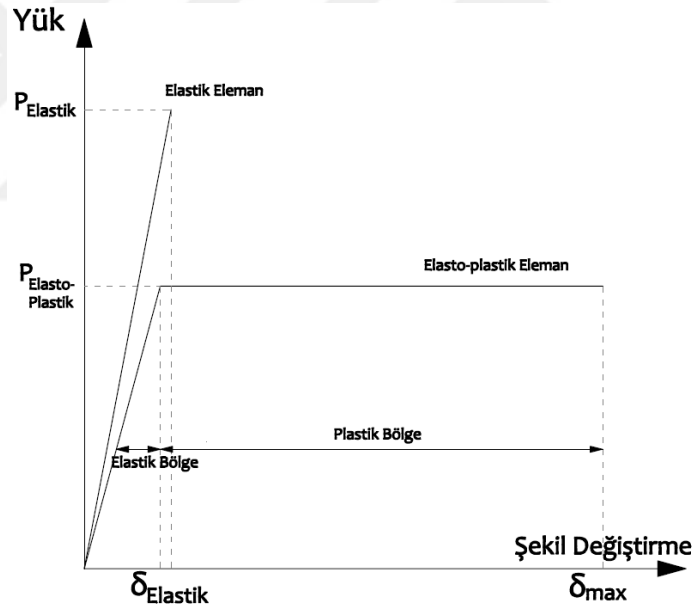
- a) Denge koşullarının sağlanması
- b) Uygunluk koşullarının sağlanması
- c) Malzeme için gerilme-birim deformasyon ( $\tau - \varepsilon$ ), ilişkilerinin belirlenmesi.

Betonarmenin çeşitli kuvvetler altındaki kuvvet deformasyon ilişkilerinin saptanabilmesi için, betonun dayanımı, yüklenme hızı, uygulanan yük geçmişi, kesit boyutları ve geometrisi gibi parametreler önemli rol oynamaktadır. Ayrıca uzun süreli basınç gerilmeleri altında kalması durumunda betonda sünme deformasyonları oluşmakta ve bu durumun sonucu olarak beton davranışında önemli farklılaşmalar olmaktadır. Bu durumlar göz önüne alındığında çok sayıda deney sonucu, betonarme elemanların basınç bölgesindeki gerilme dağılımının, aksenal basınç altında denenen numunelerden elde edilen gerilme şekil değiştirme ( $\tau - \varepsilon$ ), eğrisine benzediğini varsayılmıştır. Çelik malzemenin gerilme şekil değiştirme ( $\tau - \varepsilon$ ) ilişkisi ise elasto-plastik varsayılmaktadır. Bu varsayıma göre çelik malzeme akma gerilmesine ulaşıncaya kadar doğrusal-elastik, bu gerilmeden sonra plastik bir malzeme gibi davranmaktadır (Canbay ve diğ. (Eds.),2012). Şekil 3.6'da sırayla beton ve yapı çeliğinin gerilme-şekil değiştirme grafikleri verilmiştir.



Şekil 3.6: Beton ve yapı çeliği için gerilme-şekil değiştirme ilişkileri

İdealize edilen eleman davranışı ise Şekil 3.7'de verilmiştir.



Şekil 3.7: İdealize edilmiş eleman davranışı

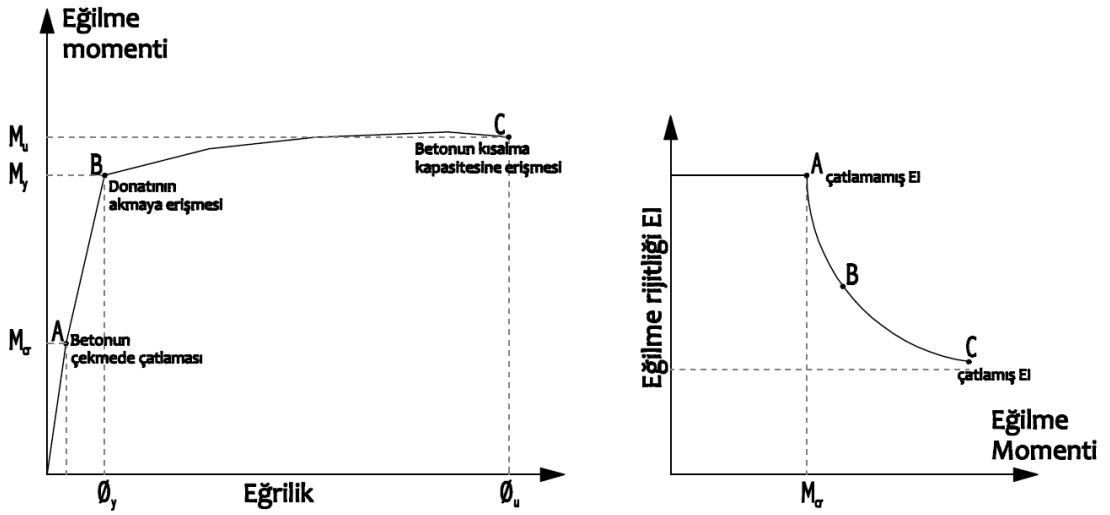
Şekil 3.7 değerlendirildiğinde, elastik eleman yapı davranışında, yük artışı ile aynı oranda deformasyona yol açmaktadır. Doğrusal bir davranıştır ve  $P_{Elastik}$  taşıma gücüne ulaştığı anda aniden kırılarak, direncini kaybeder. Elasto-plastik eleman ise  $P_{Elasto-Plastik}$  taşıma gücüne erişene kadar doğrusal davranır devamında sabit bir yük taşıırken büyük deformasyonlar yapar ve direncini uzun süre kaybetmez.

$$\mu = \delta_{\max} / \delta_{\text{elastik}} \quad (3.4)$$

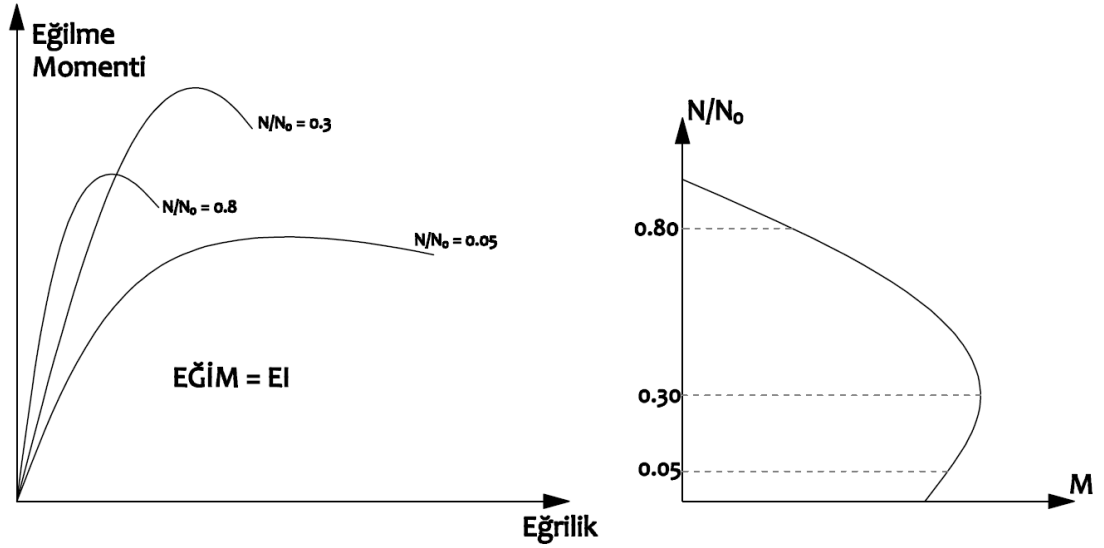
Betonarme davranışta süneklilik, denklem (3.4)'de belirtildiği gibi elemanın yapabileceği en büyük deformasyonun, elastik sınır deformasyonuna oranıdır. Ayrıca sünek elemanlar elasto-plastik davranış göstermektedirler.

### 3.1.3.2 Yapısal Elemanlarda Moment-Eğrilik İlişkisi

Eğilme momenti veya eğilmeye ek olarak aksenal kuvvetin etkisinde olan betonarme bir kesitin moment-eğrilik ilişkisi, çelik ve betonun ( $\tau - \varepsilon$ ) eğrisi ve denge ile uygunluk denklemleri yardımıyla hesaplanabilir. Şekil 3.8 ile Şekil 3.9'da bu iki durumdaki moment-eğrilik ilişkileri gösterilmiştir.



Şekil 3.8: Basit eğilme altındaki bir dikdörtgen kesitteki eğilme momenti-eğrilik değişimi



**Şekil 3.9:** Eksenel kuvvet altındaki bir dikdörtgen kesitteki eğilme momenti-eğrilik ilişkisi

Moment-eğrilik eğrisi altında kalan alan, kesitin enerji tüketebilme kapasitesini göstermektedir. Alan arttıkça tüketilen enerjide artmaktadır. Şiddetli depremlerde, yapıların elastik bölgede kalması mümkün olmayacağı için elastik sınırlar ötesinde deforme olan yapıların göçmemesi yeterli enerjiyi tüketebilmesiyle mümkündür.

Şekil 3.9'dan anlaşıldığı gibi kolon elemanların eğrilikleri eksenel yük düzeyi ( $N/N_0$ ) ile doğrudan ilgilidir. Dolayısıyla deformasyon yapabilme kapasitesi ile enerji tüketebilme kapasitesi eksenel yük düzeyine göre değişmektedir.

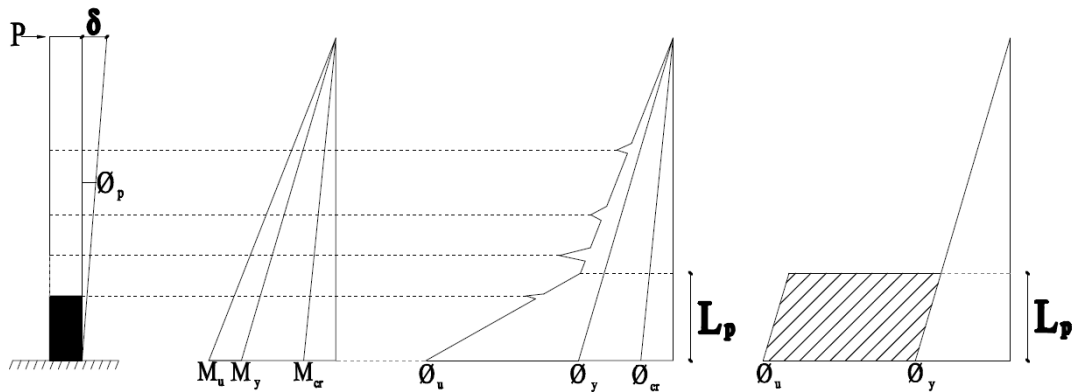


### 3.1.3.3 Plastik Mafsal Kabulü ve Plastik Mafsal Tanımlanması

Doğrusal elastik olmayan analizlerin doğrusal analizlerden farkı, elemanların dayanım değerine ulaştıktan sonra, sabit sayılabilecek yük altında deformasyon yapmaya devam ederek enerji sönümlemeyi sürdürmesidir. Bu durum elemanlar deformasyon kapasitesini kaybedene kadar devam eder. Doğrusal elastik olmayan analizlerde bu dayanım deformasyon ilişkisi plastik mafsallar yoluyla modellenebilmektedir.

Tez çalışması kapsamında doğrusal elastik olmayan modellemede kullanılan mafsal modeli, TDY-2007’de tanımlanan yığılı plastik davranış modelidir. Bu modele göre, bütün plastik deformasyonların sonlu uzunlukta olan bölgede toplandığı ve bu bölgedeki deformasyonların düzgün yayılı bir şekilde olacağı varsayılmaktadır. Bunun dışındaki bölgelerde ise sistem elastik davranmaktadır.

TDY-2007’ye göre plastik mafsal boyu olarak adlandırılan plastik şekil değiştirme bölgesinin uzunluğu ( $L_p$ ) çalışan doğrultudaki kesit boyutunu ( $h$ )’nin yarısına eşit alınmaktadır ( $L_p=0.5h$ ). Ayrıca plastik şekil değiştirmeyi temsil eden plastik kesitin, teorik olarak plastik şekil değiştirme bölgesinin tam ortasına yerleştirilmesi gerekir. Ancak pratik açıdan daha kolay olması açısından kiriş ve kolonların net açıklıklarının uçlarına konulabilmektedir. Şekil 3.10’da yatay kuvvet altında ankastre mesnetli konsol bir kolonda mafsal oluşması yığılı plastik davranış modeli ile gösterilmiştir.



Şekil 3.10: Yığılı plastik davranış modeli

Şekil 3.10 değerlendirildiğinde artan yükler sebebiyle oluşan moment,  $M_{cr}$  (çatlama momenti) değerine ulaştığı anda mesnetten itibaren kesitte çatlaklar meydana gelir. Çatlaklar oluştuğu için kesit etkili yüksekliğinde azalma olur bu da eylemsizlik momentini azaltır. Azalan eylemsizlik momenti eğriliklerde sıçramalara neden olmaktadır. Eğrilik artışları kesit akma momenti  $M_y$ 'e ulaşarak, nihai dayanım değeri olan  $M_u$  değerine gelene kadar devam eder.  $M_u$ 'ya ulaşan moment değeri kesit için, göçme anlamına gelmektedir. Ayrıca  $\theta_{cr}$ ,  $\theta_y$ ,  $\theta_u$  sırasıyla kesitin çatlama, akma ve nihai moment dayanımına ulaştığı andaki eğrilik değerleridir.

Tez çalışması kapsamında doğrusal elastik olmayan davranışın modellenmesinde kesitlerin moment-eğrilik ilişkileri elde edilirken beton gerilme-şekil değiştirme modeli olarak Mander Sargılı Beton Modeli kullanılmıştır (Mander ve diğ. 1988). Plastik mafsalların oluştuğu kesitler için beton dayanımı, kesit özellikleri, donatı özellikleri ve kesit içindeki yerleşimi, enine donatıya ait özellikler ve yerleşim aralığı bilgileri SEMAp (Özmen ve diğ. 2007; TÜBİTAK 105M024, 2008) yazılımına tanımlanarak moment-eğrilik ilişkileri belirlenmiş ve plastik mafsallar üretilmiştir. Üretilen plastik mafsallar modellerde kiriş ve kolonların net açıklıklarının uçlarına konulmuştur.

## 3.2 Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanım Alanında Dinamik Analiz

### 3.2.1 Genel Bilgiler

Doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında dinamik analiz yöntemi yapıların dinamik davranışını tayin edebilmek için kullanılan en gerçekçi sonuç veren yöntem olarak kabul görmektedir. Bu yöntem ile denklem (3.5)'de verilen dinamik denge denklemi her zaman adımı için tekrar çözülür. Her bir zaman adımının çözülmesi sonucu her bir eleman için zamana bağlı yer değiştirmeler, elastik ile plastik şekil değiştirmeler ve iç kuvvetler hesaplanabilmektedir.

$$m\ddot{u}(t) + c\dot{u}(t) + ku(t) = -m\ddot{u}_g(t) \quad (3.5)$$

Zaman tanım alanındaki analizler iki farklı metot ile çözülebilmektedir. Bu metotlardan bir tanesi modal yöntem iken diğeri doğrudan integral metodudur. Sap 2000 programıyla yapılan analizlerde modal ya da doğrudan integral metodu (Direct Integration) uygulanabilmektedir. Modal zaman tanım alanındaki analiz ile yapının her bir modu ayrı ayrı çözülmektedir. Sonuç olarak ise bütün modları birleştirme işlemi yapılır. Modal çözümler artımsal ya da analitik olabilmektedir. Doğrudan integral (Direct Integration) metodu ile zaman tanım alanındaki analiz metodunda ise her zaman adımında bütün yapı için çözüm yapılmaktadır. Modal yöntem doğrusal elastik olmayan yapılar için kullanılamaz. Fakat doğrudan integral metodu hem doğrusal hem de doğrusal elastik olmayan yapılar için kullanılabilir. Bu nedenle tez çalışması kapsamında doğrudan integral metodu kullanılmıştır. Ayrıca pratik mühendislikte, genelde doğrudan integral metodu kullanılmaktadır (Wilson, 2002).

Dinamik davranışı ve zaman tanım alanında hesap yöntemi kullanılırken talepleri etkileyen en önemli parametrelerden bir tanesi de sönümdür. Sönümü bir salınım hareketinin genliğini iç dirençlerin etkisiyle küçülten etken olarak tanımlamak mümkündür. Zaman tanım alanında hesap yöntemi kullanılırken sönüm oranı üzerine yapılan çalışmalar sonucu, %2 ile %5 arasında sönüm oranının yapılarda görülebileceği anlaşılmaktadır (PEER/ATC72-1). Sönümleme modeli olarak ise

genelde Rayleigh sönüm modeli kullanılmaktadır. Tez çalışması kapsamında da Rayleigh sönüm modeli kullanılmıştır. Denklem (3.6)'da Rayleigh sönüm modeli denklemi verilmiştir.

$$[C] = \eta[M] + \delta[K] \quad (3.6)$$

Denklem (3.6)'da Rayleigh sönüm matrisi verilmiştir. Buradaki  $\eta$  kütleyle bağlı sönüm oranı iken,  $\delta$  rijitliğe bağlı sönüm oranıdır. Bu katsayılar, en büyük ve en küçük etkin moda göre hesaplanmaktadır.

Modal denklemler ile ortogonallik koşulları arasındaki ilişkiler sebebiyle denklem (3.6), denklem (3.7)'de olduğu gibi de ifade edilebilmektedir.

$$\xi_n = \frac{1}{2\omega_n}\eta + \frac{\omega_n}{2}\delta \quad (3.7)$$

Burada  $\xi_n$  kritik sönüm oranı iken  $\omega_n$  sistemin doğal titreşim frekansıdır.

### 3.2.2 Kullanılan Deprem İvme Kayıtları ve Özellikleri

Zaman tanım alanında hesap yöntemlerindeki en önemli parametrelerden bir tanesi de uygun deprem ivme kayıtlarının seçilmesi ve ölçeklendirilmesidir. TDY-2007’de bina ve bina türü yapıların zaman tanım alanında analizi için yapay yollarla üretilen, daha önce kaydedilmiş veya benzeştirilmiş deprem yer hareketlerinin kullanılması önerilmektedir. Ayrıca bir deprem kaydının seçilebilmesi için depremin büyüklüğü, fay tipi, faya olan mesafe, yerel zemin koşulları, yırtılma yönü ve kaydın spektral içeriği göz önüne alınmalıdır (Fahjan, 2008).

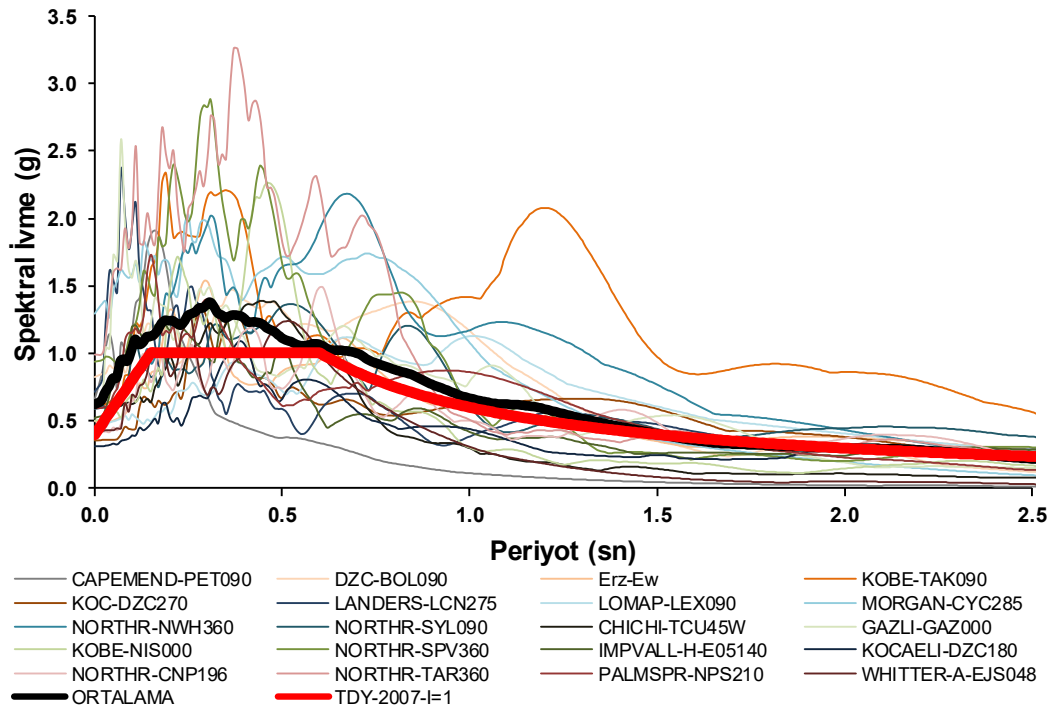
Tez çalışmasında, PEER (Pacific Earthquake Engineering Research Center Ground Motion Database) veri tabanından seçilen gerçek depremlere ait farklı etki ve özelliklere sahip 20 adet ivme kaydı kullanılmıştır (PEER, <http://peer.berkeley.edu/>). Seçilen ivme kayıtları arasında ülkemizde gerçekleşen yıkıcı etkiye sahip depremlerde bulunmaktadır. Kullanılan deprem ivme kayıtları ve ivme kayıtlarının özellikleri Tablo 3.3’de verilmektedir.

**Tablo 3.3:** Deprem ivme kayıtları parametreleri

Grup	No	Deprem Adı	Tarih	İstasyon	Büyüklik	Bileşen	PGA (g)	PGV (cm/sn)	PGD (cm)	Vs30 (m/sn)
FORWARD DIRECTIVITY	1	Capemend	25.04.1992	Petrolia	7.01	90	0.662	22.42	3.42	422.17
	2	Düzce	12.11.1999	Bolu	7.14	90	0.822	62.05	13.17	293.57
	3	Erzincan	13.03.1992	Erzincan	6.69	East	0.496	64.30	21.93	352.05
	4	Kobe	16.01.1995	Takatori	6.90	90	0.616	120.73	32.74	256.00
	5	Kocaeli	17.01.1999	Duzce	7.51	270	0.358	47.28	24.42	281.86
	6	Landers	28.06.1992	Lucerne	7.28	275	0.721	97.65	70.35	1369.00
	7	LomaPrieta	18.08.1989	Los GatosLex	6.93	90	0.433	86.27	30.09	1070.34
	8	Morgan Hill	24.04.1984	Coyote Lake Dam	6.19	285	1.298	80.77	9.57	561.43
	9	Northridge	17.01.1994	Newhall-Fire	6.69	360	0.590	96.94	38.16	269.14
	10	Northridge	17.01.1994	Sylmar Ol	6.69	90	0.604	78.10	16.81	440.54
B	11	Chi-Chi,Taiwan	20.09.1999	Teu045-W	7.62	West	0.474	37.40	40.24	704.64
	12	Gazli	17.05.1976	Karakyr	6.80	0	0.608	65.35	25.33	259.59
	13	Kobe	16.01.1995	Nishi-Akashi	6.90	0	0.509	37.19	9.33	609.00
	14	Northridge	17.01.1994	Sepulveda V. A	6.69	360	0.939	75.94	15.04	380.06
C	15	ImperialValley	15.10.1979	El-Centro	6.53	140	0.519	46.87	35.40	205.63
	16	Northridge	17.01.1994	Canoga Park	6.69	196	0.420	60.66	20.27	267.49
	17	Kocaeli	17.08.1999	Duzce	7.51	180	0.312	58.85	44.13	281.86
	18	Northridge	17.01.1994	Tarzana	6.69	360	0.990	77.26	30.73	257.21
	19	Whittier Narrows	01.10.1987	Santa Fe Springs	5.99	48	0.426	37.70	3.54	339.06
	20	N.Palmsp.	08.07.1986	N.Palmsp.	6.06	210	0.594	73.23	11.46	344.67

Çalışmada kullanılan deprem ivme kayıtları daha önceden meydana gelmiş olan gerçek ivme kayıtlarından faydalanarak, düşük etkili olandan ileri atım (Forward Directivity) özelliği barındıran kayıtlara doğru etkisi muhtemel olanları seçilerek oluşturulmuştur. Seçilen ivme kayıtlarından 10 tanesi zemin grubundan bağımsız olarak İleri Atım (Forward Directivity) özelliği bulunan ivme kayıtlarıdır. Geri kalan 10 ivme kaydı ise USGS zemin grubu sınıflandırmasına göre değerlendirildiğinde, 4 adet B zemin tipi, 6 adet C zemin tipi için kaydedilen ivme kayıtları olarak, analizlerde kullanılmıştır. B ve C zemin grupları, TDY-2007'ye göre verilen yerel zemin sınıfı özellikleri ile tamamen uymamaktadır. Fakat USGS zemin sınıflandırma sisteminde B grubu kesme dalgası hızı 360-750 m/s arası için, C grubu zeminlerde 180-360 m/s içindir. Bu nedenle sırasıyla Z2 zemin sınıfı B grubuna, Z3 zemin sınıfının ise C grubuna benzeştiği varsayılmaktadır.

Tez çalışması kapsamında doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında dinamik analiz de kullanılan 20 gerçek ivme kaydının %5 sönüm değeri için hesaplanan elastik ivme spektrumları, bu spektrumların ortalaması ve TDY-2007'e göre hesaplanan 1. derece deprem bölgesinde Z3 yerel zemin sınıfına ait elastik ivme spektrumu I=1 için elde edilerek Şekil 3.11'de gösterilmiştir.



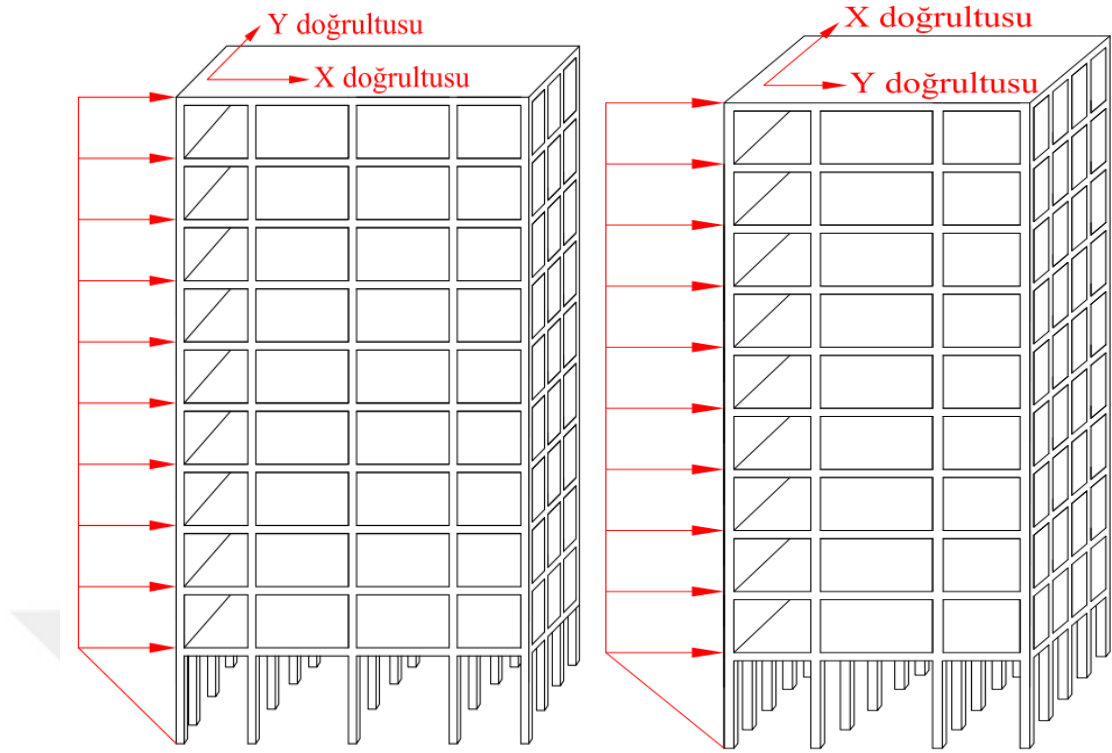
Şekil 3.11: İvme kayıtları tepki spektrumları (%5 sönüm için)

Tez kapsamında yapılan doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında dinamik analizler ile verilerin değerlendirilmesi için, deprem ivme kayıtları altında oluşan, kat kütle merkezlerindeki deplasman istemleri, görelî kat ötelenmeleri, taban kesme kuvvetleri ve kapasite eğrilerinden yola çıkarak mekanizma oluşumları ve yumuşak kat davranışının talepler üzerindeki etkileri detaylı şekilde incelenmiştir

### 3.3 Doğrusal Elastik Olmayan Statik İtme Analizi

Doğrusal Elastik Olmayan Statik İtme Analizi, taşıyıcı sistemdeki doğrusal davranış göz önüne alınarak belirli yük dağılımı altında bir yapının, taşıma kapasitesine ulaşana kadar adım adım arttırılan yanal yüklerin etkisinde rijitlik ve dayanım değişiminin hesaplandığı analiz yöntemidir. Böylece kullanılan yük dağılımı altında yapının tepe noktasının, belirlenen yer değiştirme değerine ulaşana kadar sayısal çözüm yapılarak, yapının kapasite eğrisi (çatı deplasmanı-taban kesme kuvveti) elde edilmektedir. Bu yöntem ile yapı içindeki kuvvet dağılımı ve yapının davranışının nasıl değiştiği gibi birçok bilgi elde edilebilmektedir (Çağlar ve diğ., 2014). Ayrıca statik itme analizi yapıların deprem davranışını belirlenmesinde kullanılan yaygın yöntemlerden birisidir.

Tez çalışması kapsamında tüm modeller için yapılan X ve Y doğrultuları için doğrusal elastik olmayan statik itme analizleri sonucu kapasite eğrileri elde edilmiştir. Yer değiştirme değeri toplam bina yüksekliklerinin %1.4 ile %1.5 arasında değişen 400 mm olarak belirlenmiştir. Statik itme analizlerinde yatay yük kapasitelerinin zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analiz sonuçlarından elde edilen talepler ile kıyaslanabilmesi için dayanımı üst sınıra yakın sonuçlar veren dikdörtgen yük deseni kullanılmıştır (Kabakuşak, 2018).



**Şekil 3.12:** Statik itme analizi itme deseni

Şekil 3.12’de çalışma kapsamında yapılan doğrusal elastik olmayan statik itme analizlerinde kullanılan itme deseni iki asal doğrultu içinde gösterilmiştir.



## 4. ANALİZ SONUÇLARI

### 4.1 Değerlendirmeler ve Kıyaslamalar Hakkında Genel Bilgiler

Tez çalışması kapsamında, dolgu duvar rijitlik katkısı (DDRK) dikkate alınan zemin kat yükseklikleri sırasıyla 2.8 metre, 3.5 metre ile 4.5 metre olan 3 adet model türetilmiştir. Ayrıca dolgu duvar rijitlik katkısı (DDRK) dikkate alınmayan zemin kat yükseklikleri 2.8 metre, 3.5 metre ile 4.5 metre olan 3 adet model daha türetilerek toplamda 6 adet 10 katlı 3 boyutlu modele, yumuşak kat düzensizliği etkisinin araştırılması amacıyla X ve Y doğrultuları için ayrı ayrı toplamda 240 adet Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanım Alanında Dinamik Analiz Yöntemi kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca toplamda 12 adet olmak üzere iki doğrultu için ayrı ayrı Doğrusal Elastik Olmayan Statik İtme Analizleri gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen statik itme analizlerinde dikdörtgen itme deseni kullanılarak modellerin kapasite eğrileri elde edilmiştir.

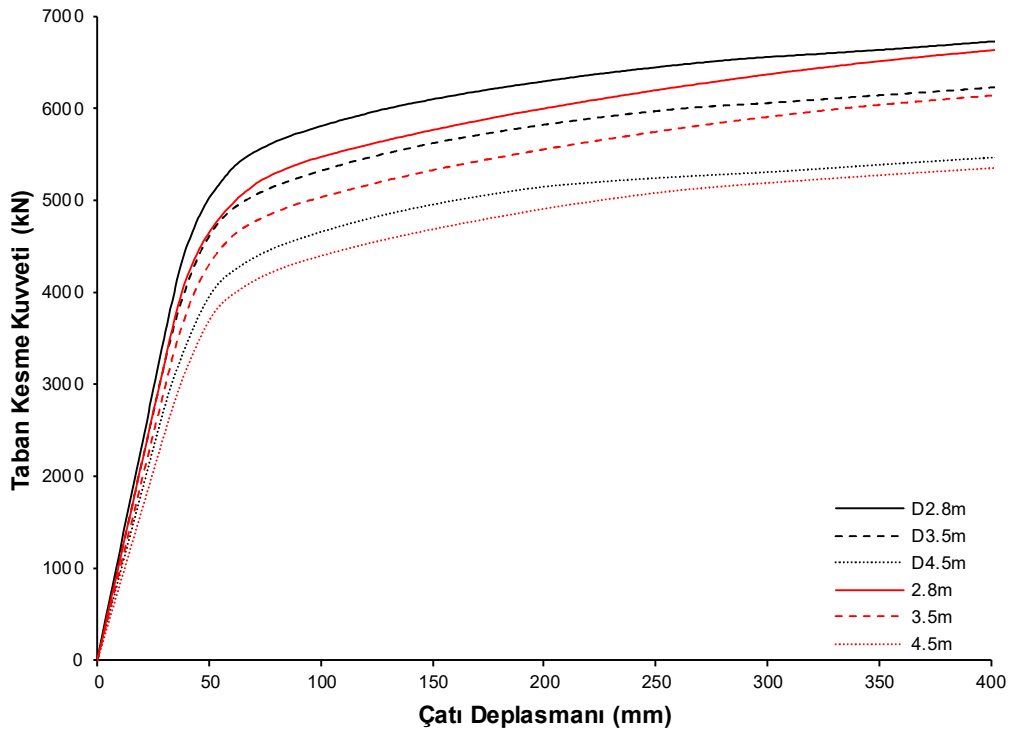
Analizler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi hem dolgu duvar rijitlik katkısı (DDRK) dikkate alınan hem de dolgu duvar rijitlik katkısı (DDRK) dikkate alınmayan modellerde X ve Y doğrultuları için ayrı ayrı yapılmıştır.

20 adet gerçek deprem ivme kaydı ile yapılan analizler sonucundaki değerlendirmeler ve kıyaslamalar aşağıda belirtilen konularda yapılmıştır:

- Kapasite eğrileri
- Taban kesme kuvvetleri
- Çatı deplasmanları
- Göreli kat ötelenmesi profilleri
- Deplasman profilleri
- Çatı deplasmanı-Taban kesme kuvveti oranı
- Göreli kat ötelenmesi-Taban kesme kuvveti oranı
- Değerlendirmeler için tablolar

## 4.2 Kapasite Eğrileri Karşılaştırması

Çalışma kapsamında yapılan X ve Y doğrultularındaki doğrusal elastik olmayan statik itme analizleri sonucu tüm modellerin kapasite eğrileri elde edilmiştir. Karşılaştırmalar bina toplam yüksekliğinin yaklaşık olarak %1.5 değerine denk gelen 400 mm çatı deplasmanı için yapılmıştır. Şekil 4.1’de tüm modellerin X analiz doğrultusu için elde edilen kapasite eğrileri verilmiştir. Şekil 4.2’de ise tüm modellerin Y analiz doğrultusu için elde edilen kapasite eğrileri verilmektedir.

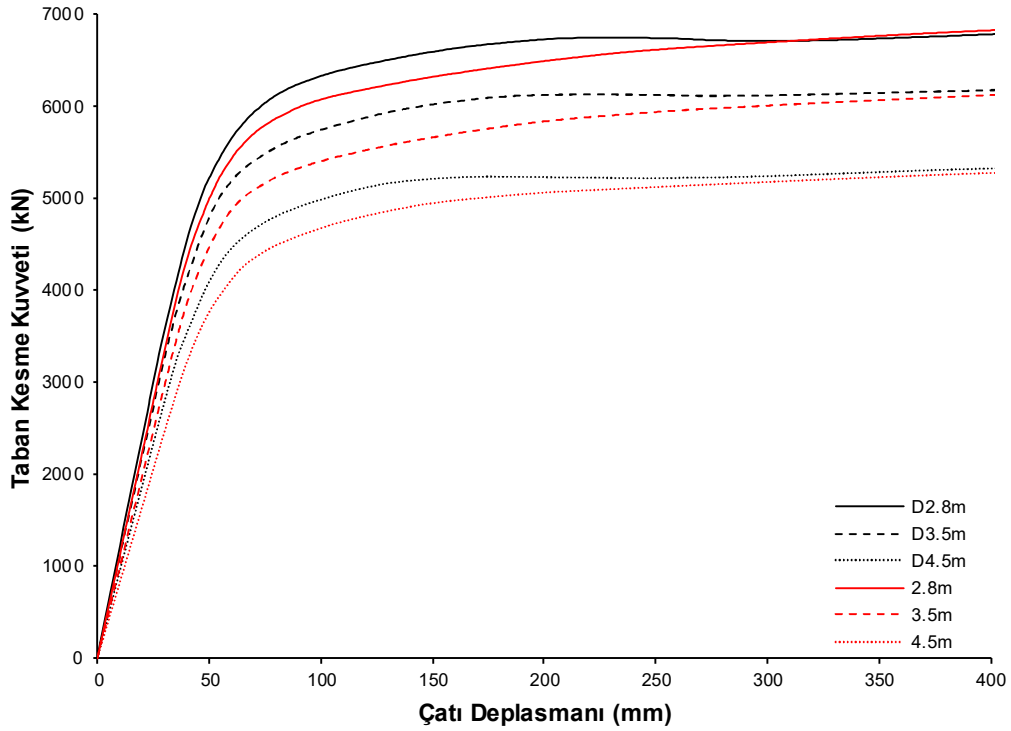


Şekil 4.1: Tüm modellerin X analiz doğrultusu için elde edilen kapasite eğrileri

Şekil 4.1 incelendiğinde, X analiz doğrultusu için yapılan doğrusal elastik olmayan statik itme analizi sonucu akma noktasında en büyük taban kesme kuvvetine sahip olan model DDRK dikkate alınan zemin kat yüksekliği 2.8m olan model olarak elde edilmiştir. Akma noktasında en küçük taban kesme kuvveti değerine sahip olan model ise DDRK dikkate alınmayan 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan modeldir.

Akma noktalarındaki deplasman değerleri ile taban kesme kuvveti değerleri DDRK dikkate alınan modellerde 2.8m için 54.22 mm;5176.5 kN, 3.5m için 54.92 mm; 4772.2 kN, 4.5m için 54.51 mm;4097.74 kN olarak hesaplanmıştır. DDRK

dikkate alınmayan modellerde ise 2.8m için 58.29 mm;4917.81 kN, 3.5m için 56.75 mm; 4514.88. kN, 4.5m için 55.48 mm; 3880.17 kN olarak hesaplanmıştır.



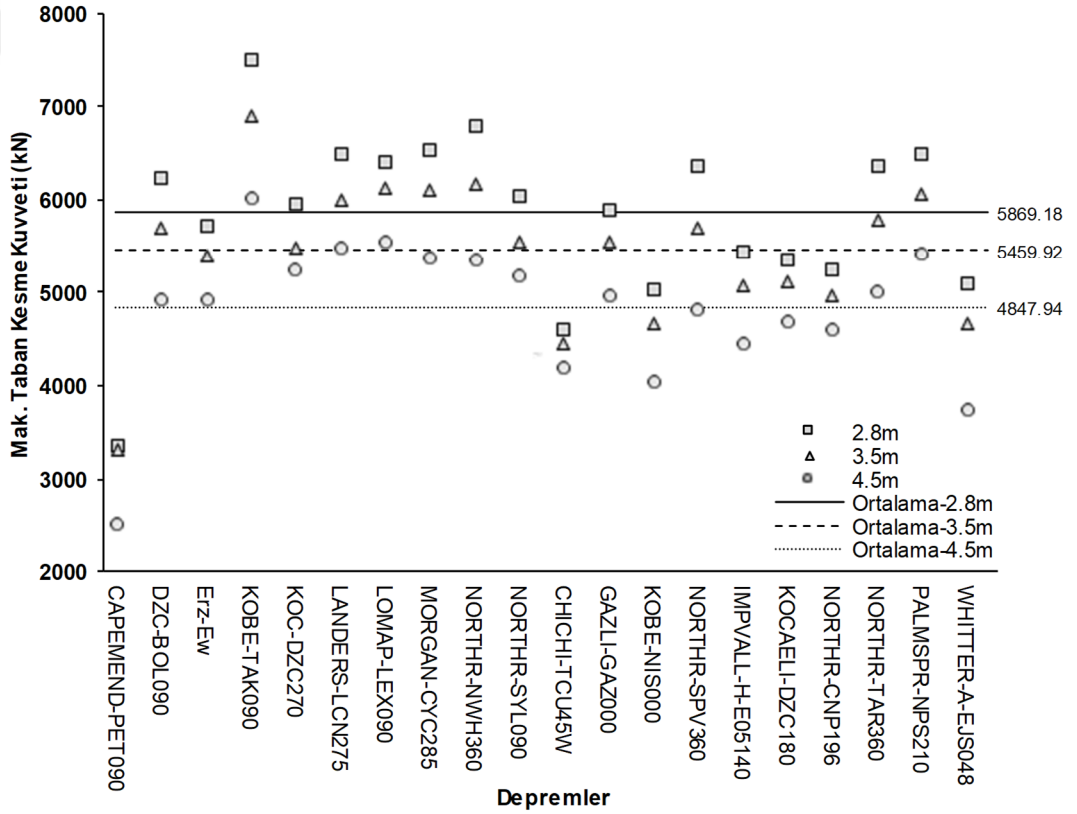
**Şekil 4.2:** Tüm modellerin Y analiz doğrultusu için elde edilen kapasite eğrileri

Şekil 4.2 incelendiğinde, Y analiz doğrultusu için yapılan doğrusal elastik olmayan statik itme analizi sonucu akma noktasında en büyük taban kesme kuvvetine sahip olan model DDRK dikkate alınan zemin kat yüksekliği 2.8m olan model olarak elde edilmiştir. Akma noktasında en küçük taban kesme kuvveti değerine sahip olan model ise DDRK dikkate alınmayan 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan modeldir.

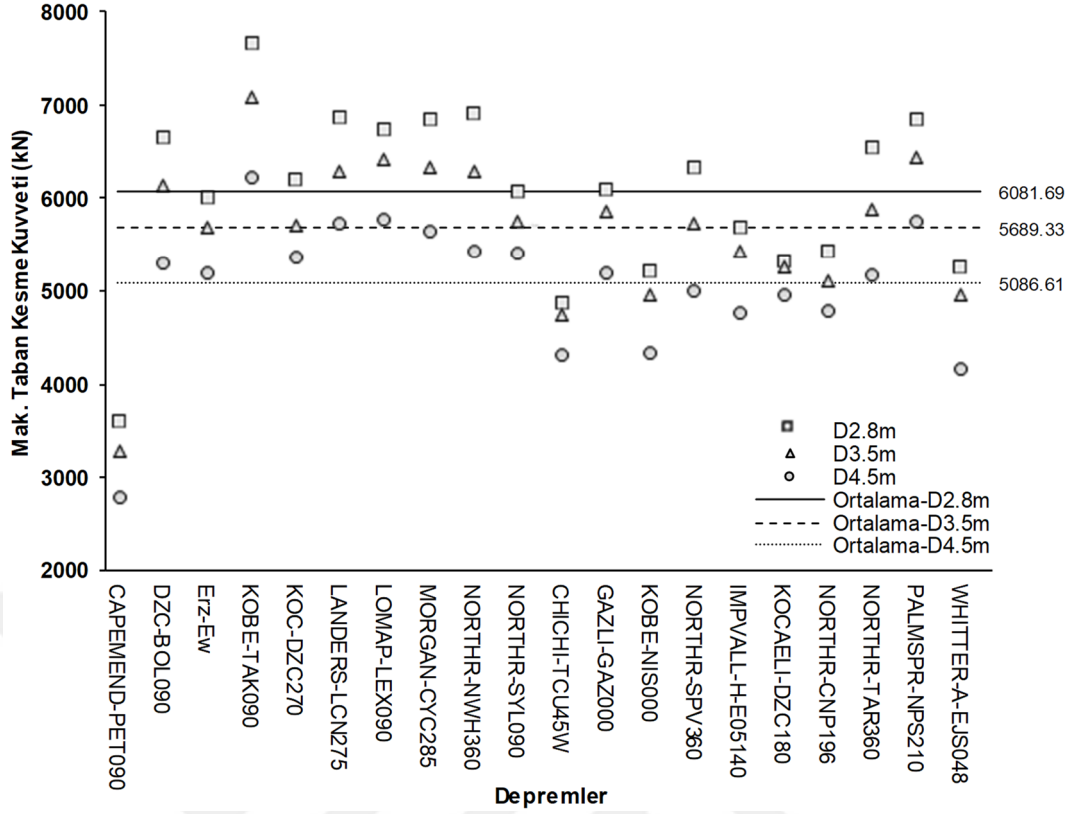
Akma noktalarındaki deplasman değerleri ile taban kesme kuvveti değerleri DDRK dikkate alınan modellerde 2.8m için 66.04 mm; 5833.72 kN, 3.5m için 64.02 mm; 5294.75 kN, 4.5 m için 65.43 mm; 4572.18 kN olarak hesaplanmıştır. DDRK dikkate alınmayan modellerde ise 2.8m için 62.18 mm; 5505.75 kN, 3.5m için 61.20 mm; 4917.10 kN, 4.5m için 61.40 mm; 4156.05 kN olarak hesaplanmıştır.

### 4.3 Taban Kesme Kuvvetleri Karşılaştırması

Yapılan X ve Y doğrultularındaki analizler sonucu gerçek deprem ivme kayıtlarından elde edilen taban kesme kuvvetlerinin, her zaman adımı içinden mutlak maksimumları hesaplanmıştır. Taleplerin depremlere göre dağılımları dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan ve dikkate alınmayan modellerde ayrı ayrı olacak şekilde analiz doğrultusu X için Şekil 4.3 ile Şekil 4.4'de verilmiştir. Y doğrultusundaki analiz sonuçları için olan grafikler ise Şekil 4.5 ile Şekil 4.6'da verilmektedir. Ayrıca her model için 20 gerçek deprem ivme kaydı altında elde edilen ortalama taban kesme kuvvetleri talepleri de aynı grafikler üzerinde değerleriyle gösterilmektedir.



Şekil 4.3: Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınmayan modellerin X analiz doğrultusu için taban kesme kuvveti karşılaştırması

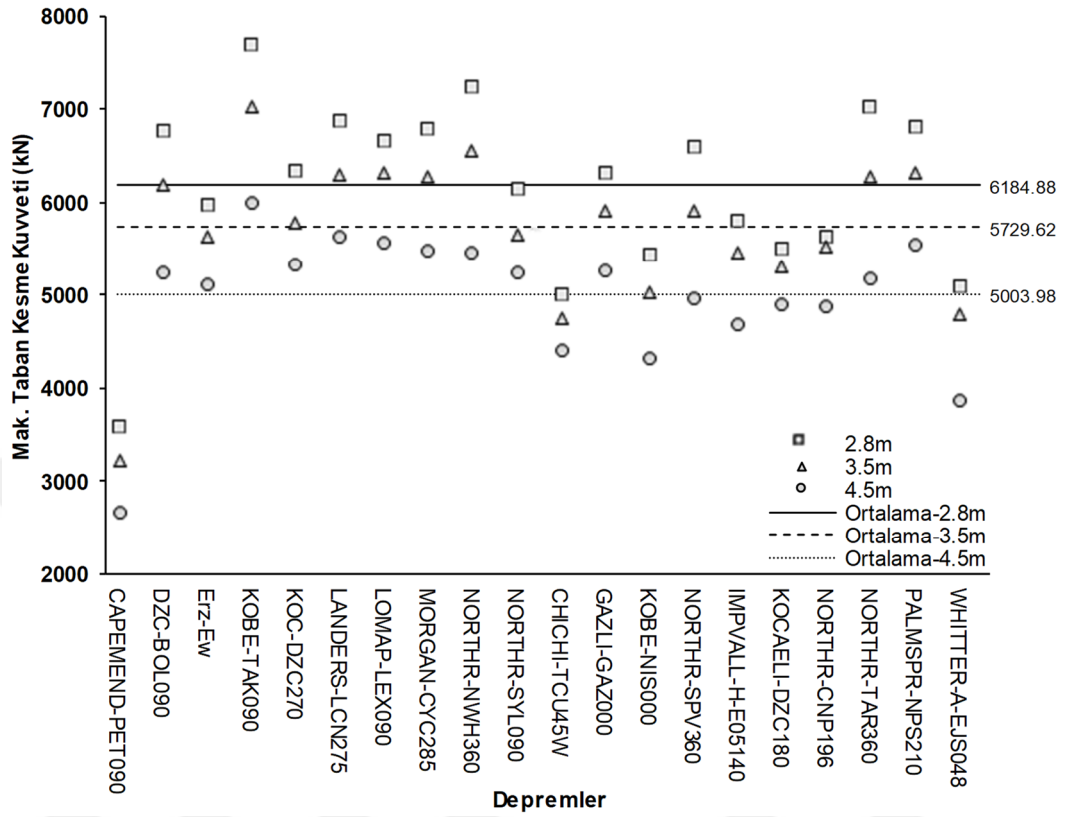


**Şekil 4.4:** Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerin X analiz doğrultusu için taban kesme kuvveti karşılaştırması

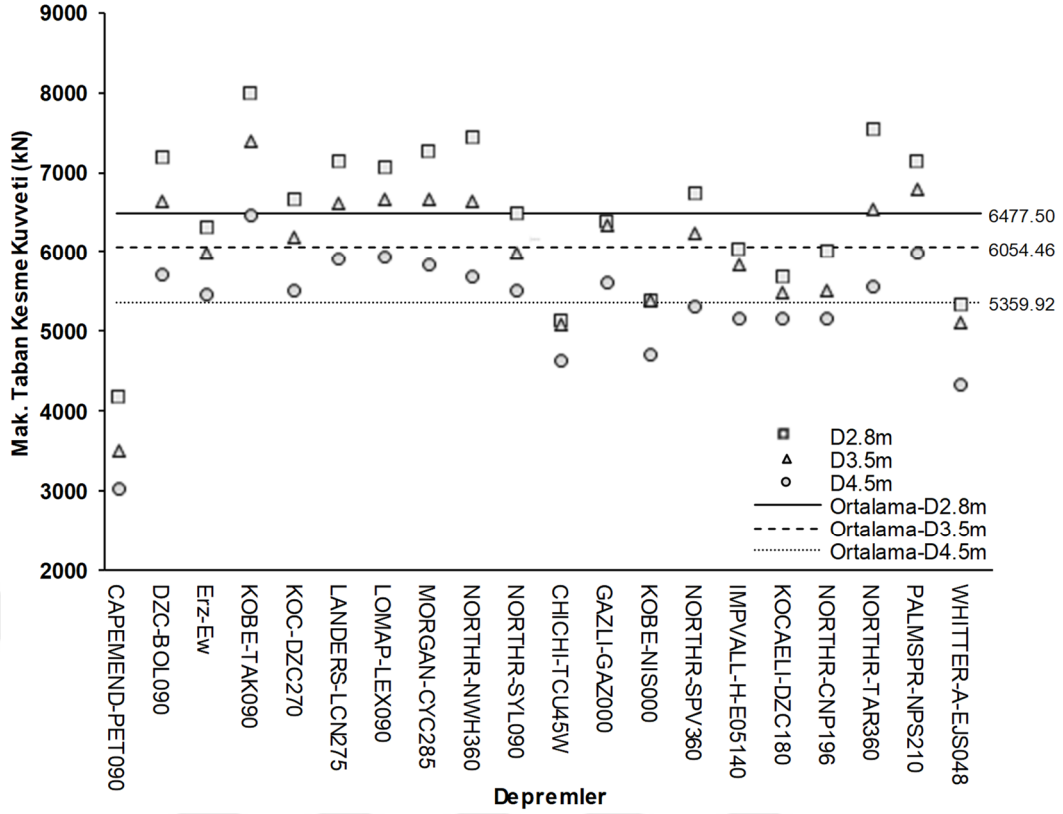
Şekil 4.3 ve Şekil 4.4 birlikte değerlendirildiğinde, X analiz doğrultusu için dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan ve dikkate alınmayan bütün modellerde en büyük taban kesme kuvveti talepleri KOBE-TAK090 ivme kaydı altında elde edilmiştir. KOBE-TAK090 ivme kaydı altında DDRK dikkate alınmayan modellerde 2.8m için 7517.32 kN, 3.5m için 6931.1 kN iken 4.5m için 6042.16 kN olarak elde edilmiştir. DDRK dikkate alınan modellerde ise sırasıyla 2.8m, 3.5m ve 4.5m için, 7682.4 kN, 7101 kN ve 6256.34 kN olarak elde edilmiştir. Ayrıca her ivme kaydı kendi içinde değerlendirildiğinde, 2.8m zemin kat yüksekliğine sahip modeller, 3.5m ile 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip modellerden daha yüksek taban kesme kuvveti taleplerine sahiptir.

DDRK dikkate alınan modellerdeki ortalama taban kesme kuvveti talepleri DDRK dikkate alınmayan modellere göre daha fazladır. 2.8m zemin kat yüksekliğine sahip DDRK dikkate alınan ve DDRK dikkate alınmayan modeller arasındaki taban kesme kuvveti talep farkı %3.5 oranındadır. 3.5m zemin kat yüksekliğine sahip

modeller arasındaki taban kesme kuvveti talep farkı %4 iken 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip modeller arasındaki bu fark %4.7 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.5: Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınmayan modellerin Y analiz doğrultusu için taban kesme kuvveti karşılaştırması



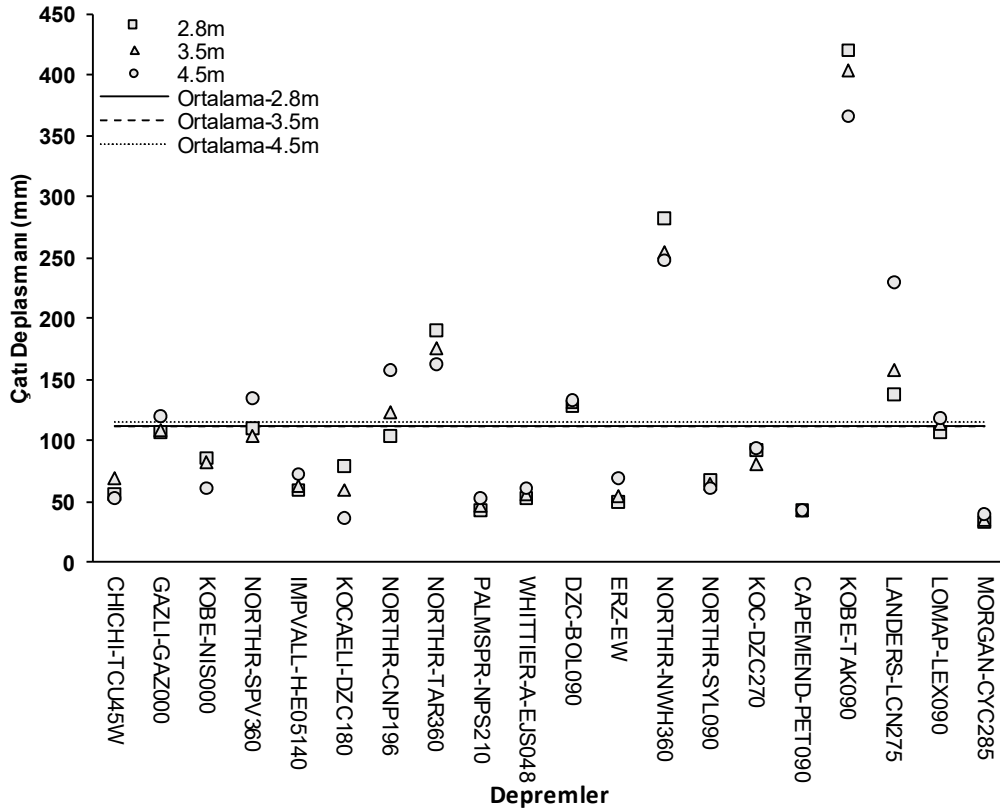
**Şekil 4.6:** Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerin Y analiz doğrultusu için taban kesme kuvveti karşılaştırması

Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da verilen Y analiz doğrultusu için bulunan sonuçlar değerlendirildiğinde, her model için en büyük taban kesme kuvveti talebi KOBE-TAK090 ivme kaydı altında elde edilmiştir. KOBE-TAK090 ivme kaydı altında DDRK dikkate alınmayan modellerde taban kesme kuvveti talepleri sırasıyla 2.8m için 7701.4 kN, 3.5m için 7048.3 kN iken 4.5m için 6025.71 kN olarak elde edilmiştir. DDRK dikkate alınan modellerde ise 2.8m, 3.5m ve 4.5m için sırasıyla, 8006.79, 7408.66 kN ve 6481.78 kN olarak elde edilmiştir.

DDRK dikkate alınan modellerde DDRK dikkate alınmayan modellere göre daha fazla ortalama taban kesme kuvveti talepleri elde edilmiştir. DDRK dikkate alınan ve DDRK dikkate alınmayan modellerdeki taban kesme kuvveti talepleri farkı sırasıyla 2.8m zemin kat yüksekliğine sahip modeller için %4.5, 3.5m zemin kat yüksekliğine sahip modeller için %5.4 ve 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip modeller için ise %6.6 olarak elde edilmiştir.

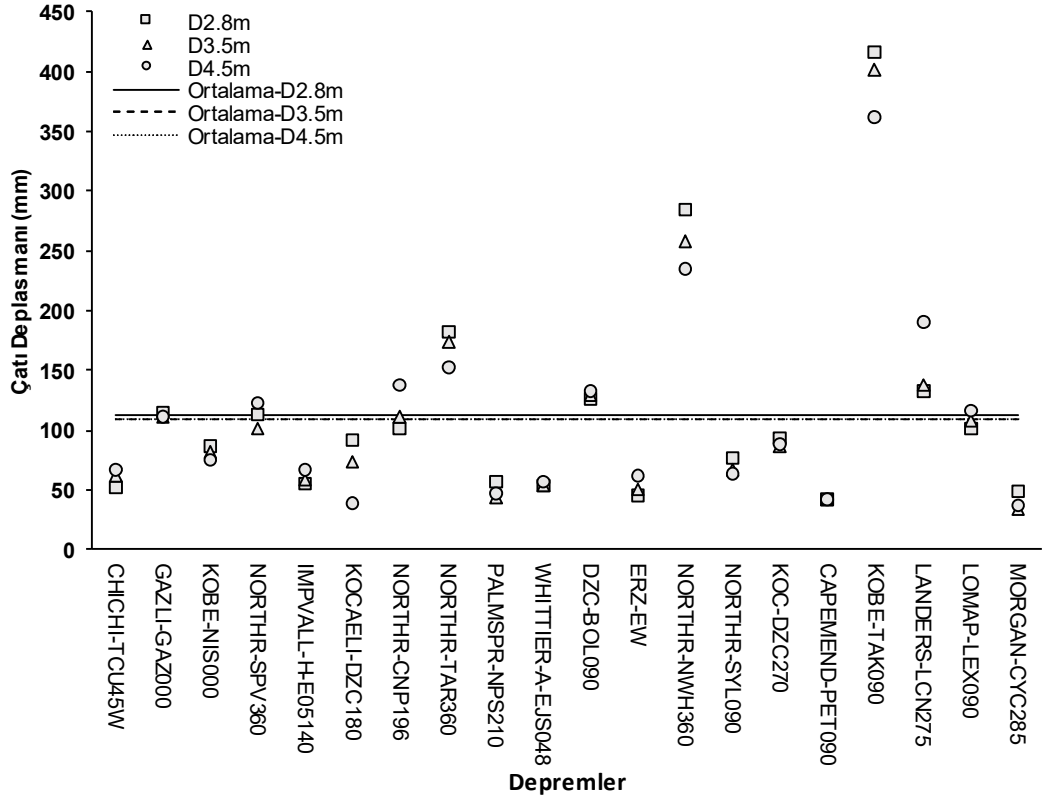
#### 4.4 Çatı Deplasman Talepleri Karşılaştırması

Tez çalışması kapsamında yapılan X doğrultusundaki analizler sonucu gerçek deprem ivme kayıtlarından elde edilen çatı katı deplasman taleplerinin, her zaman adımı içinden +X ve -X yönleri için maksimumları hesaplanmıştır. Hesaplanan maksimum çatı deplasman taleplerinin depremlere göre dağılımları DDRK dikkate alınan ve dikkate alınmayan modellerde ayrı ayrı olacak şekilde +X yönündeki sonuçlar Şekil 4.7 ile Şekil 4.8’de verilmiştir. Aynı şekilde Şekil 4.9 ve Şekil 4.10’da ise -X yönündeki DDRK dikkate alınan ve alınmayan modeller için maksimum çatı deplasman talepleri verilmektedir. Ayrıca her model için 20 gerçek deprem ivme kaydı altında elde edilen maksimum çatı deplasman taleplerinin ortalamaları da aynı grafikler üzerinde çizgi olarak gösterilmektedir.



Şekil 4.7: Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınmayan modellerin +X yönü çatı deplasman talepleri

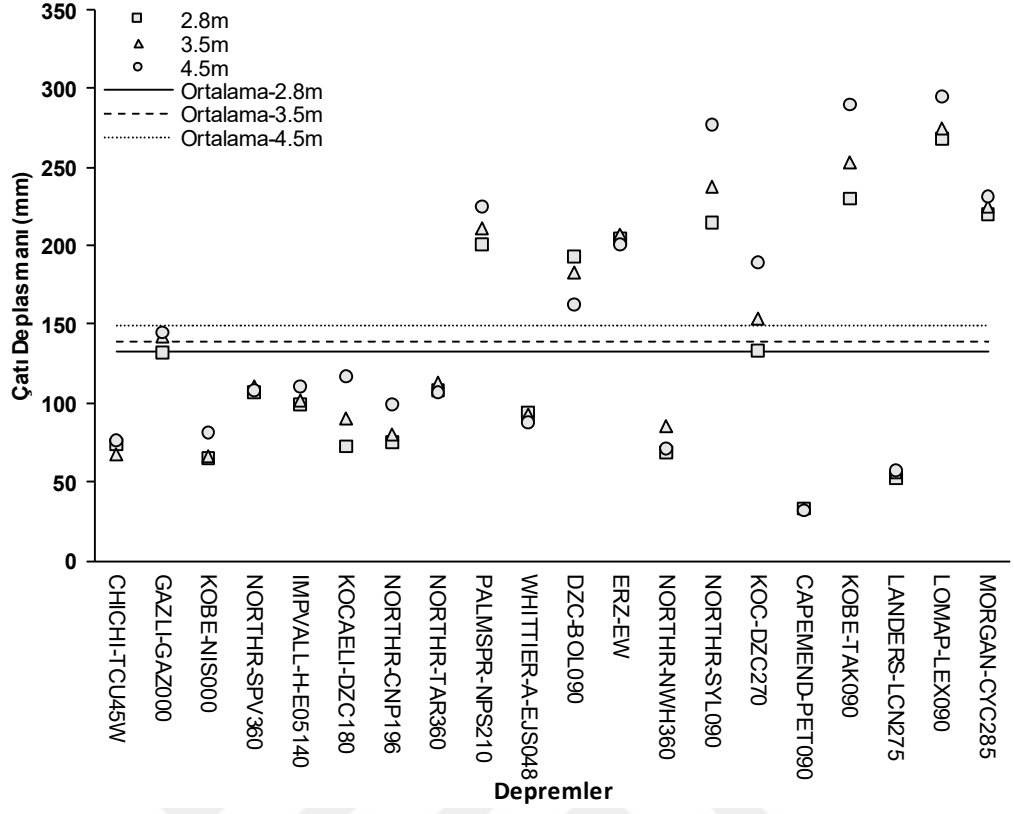




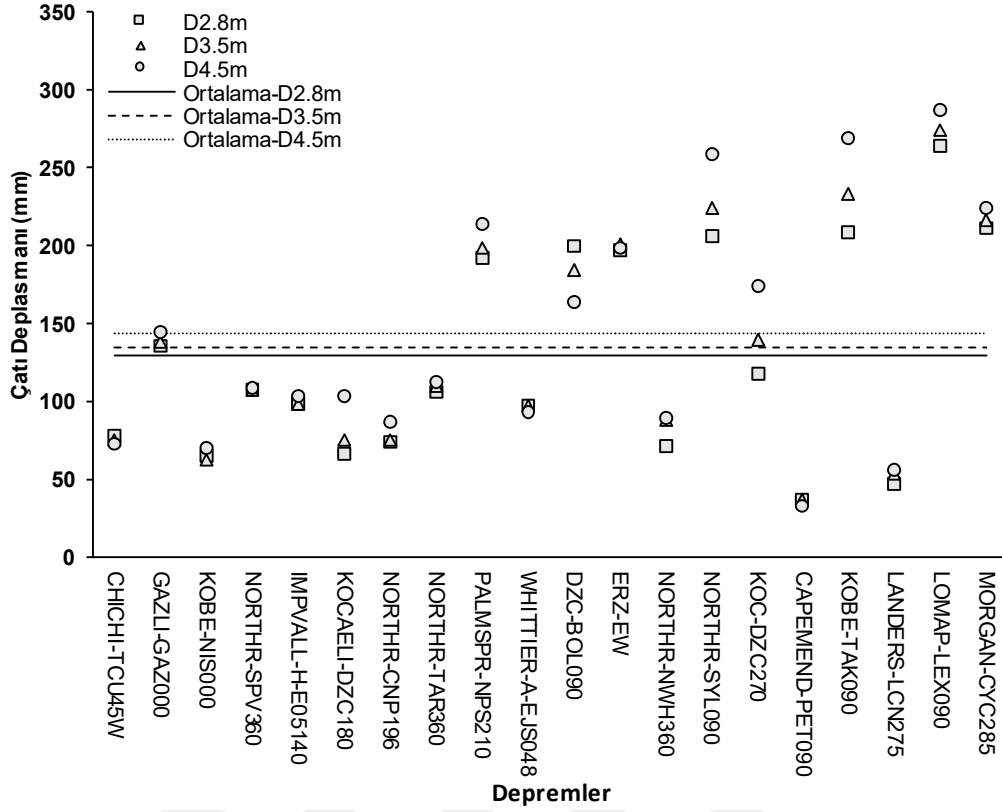
**Şekil 4.8:** Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerin +X yönü çatı deplasman talepleri

Şekil 4.7 ile Şekil 4.8 birlikte değerlendirildiğinde, +X yönü için DDRK dikkate alınan ve alınmayan bütün modellerde en büyük çatı katı deplasman talepleri KOBE-TAK090 ivme kaydı altında elde edilmiştir. KOBE-TAK090 ivme kaydı altında DDRK dikkate alınmayan modellerde maksimum çatı katı deplasman talepleri 2.8m, 3.5m ve 4.5m modeller için sırasıyla 419.27 mm, 403.93 mm ve 365.79 mm olarak elde edilmiştir. DDRK dikkate alınan modellerde ise talepler 416.15 mm, 401.80 mm ve 361.48 mm olarak elde edilmiştir.

20 gerçek ivme kaydı altındaki maksimum çatı katı deplasman taleplerinin ortalamaları sırasıyla 2.8m, 3.5m ve 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip DDRK dikkate alınmayan modellerde 112.15 mm, 111.22 mm ve 115.62 mm olarak elde edilmiştir. DDRK dikkate alınan modellerde ise sırasıyla 113.08 mm, 108.64 mm ve 109.90 mm şeklindedir.



Şekil 4.9: Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınmayan modellerin -X yönü çatı deplasman talepleri



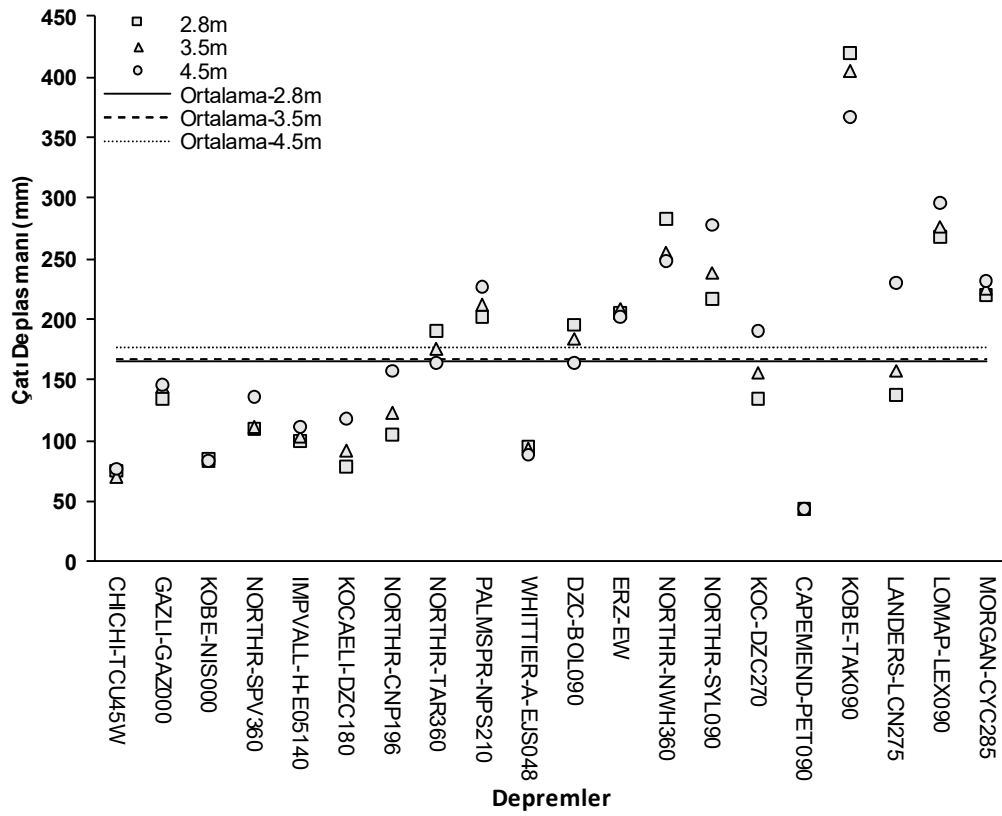
**Şekil 4.10:** Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerin -X yönü çatı deplasman talepleri

Şekil 4.9 ile Şekil 4.10 birlikte değerlendirildiğinde, -X yönü için DDRK dikkate alınan ve alınmayan bütün modellerde en büyük çatı katı deplasman talepleri LOMAP-LEX090 ivme kaydı altında elde edilmiştir. LOMAP-LEX090 ivme kaydı altında DDRK dikkate alınmayan modellerde maksimum çatı katı deplasman talepleri 2.8m için 268.31 mm, 3.5m için 275.13 mm iken 4.5m için 295.57 mm olarak elde edilmiştir. DDRK dikkate alınan modellerde ise sırasıyla 2.8m, 3.5m ve 4.5m için, 263.75 mm, 274.17 mm ve 286.85 mm olarak elde edilmiştir.

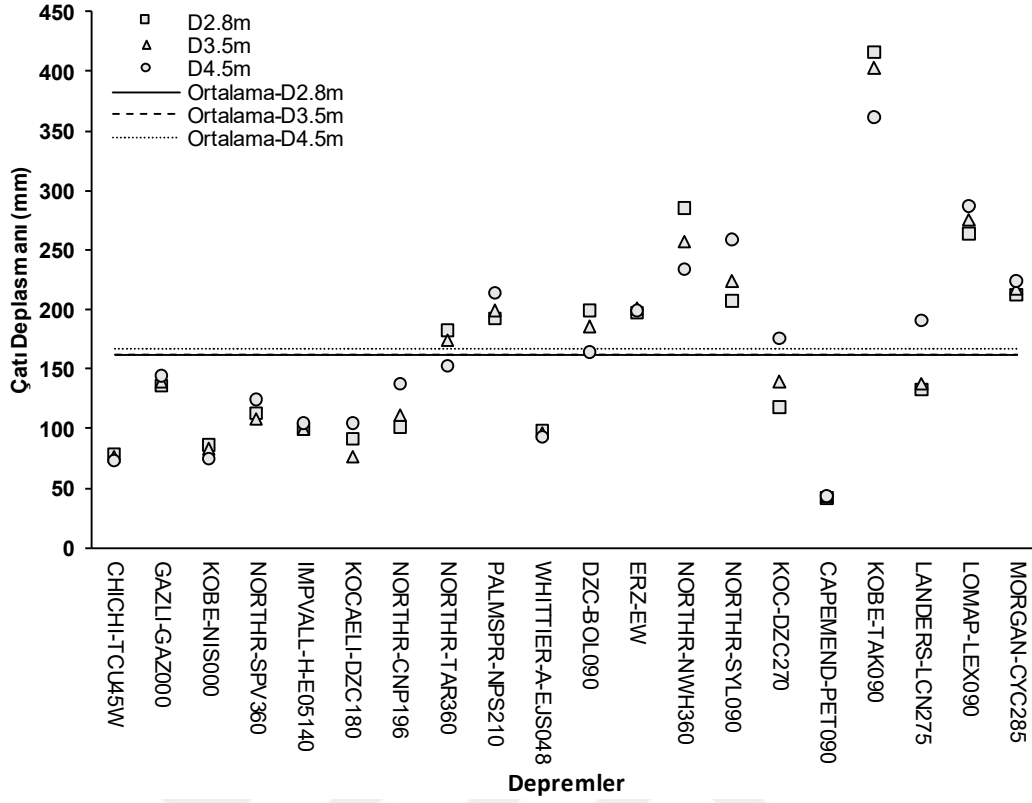
20 gerçek ivme kaydı altındaki maksimum çatı katı deplasman taleplerinin ortalamaları 2.8m, 3.5m ve 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip DDRK dikkate alınmayan modellerde sırasıyla 132.93 mm, 139.73 mm ve 148.82 mm olarak elde edilmiştir. DDRK dikkate alınan modellerde ise sırasıyla 128.93 mm, 134.29 mm ve 143.14 mm olarak elde edilmiştir.

X doğrultusundaki analizler sonucu elde edilen +X ve -X yönleri için çatı katı deplasman taleplerinin maksimumları arasından yönden bağımsız olacak şekilde

mutlak olarak daha büyük olan taleplerin depremlere göre dağılımları Şekil 4.11 ile Şekil 4.12’de verilmiştir. Şekil 4.11’de DDRK dikkate alınmayan modellere ait mutlak maksimum çatı deplasman talepleri grafiği, Şekil 4.12’de ise DDRK dikkate alınan modellere ait mutlak maksimum çatı deplasman talepleri grafiği gösterilmektedir. Ayrıca her model için 20 gerçek deprem ivme kaydı altında elde edilen mutlak maksimum çatı deplasmanlarının ortalamaları da aynı grafikler üzerinde çizgi olarak gösterilmektedir.



Şekil 4.11: Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınmayan modellerin X doğrultusu mutlak maksimum çatı deplasman talepleri



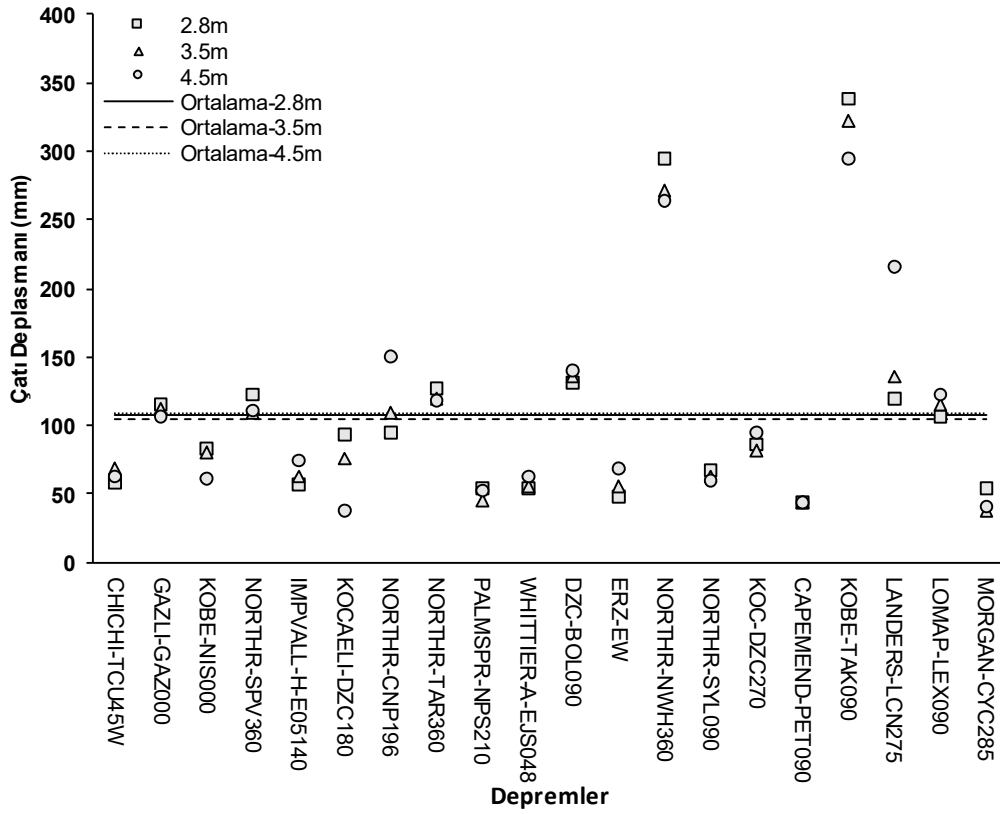
**Şekil 4.12:** Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerin X doğrultusu mutlak maksimum çatı deplasman talepleri

Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de verilen X doğrultusundaki analizler sonucu elde edilen mutlak maksimum çatı deplasman talepleri incelendiğinde, en büyük talepler KOB-E-TAK090 ivme kaydı altında elde edilmiştir. KOB-E-TAK090 ivme kaydı altında DDRK dikkate alınmayan modellerde mutlak maksimum çatı katı deplasman talepleri 2.8m için 419.27 mm, 3.5m için 403.93 mm iken 4.5m için 365.79 mm olarak elde edilmiştir. DDRK dikkate alınan modellerde ise 2.8m, 3.5m ve 4.5m modeller için sırasıyla 416.15 mm, 401.80 mm ve 361.48 mm olarak elde edilmiştir.

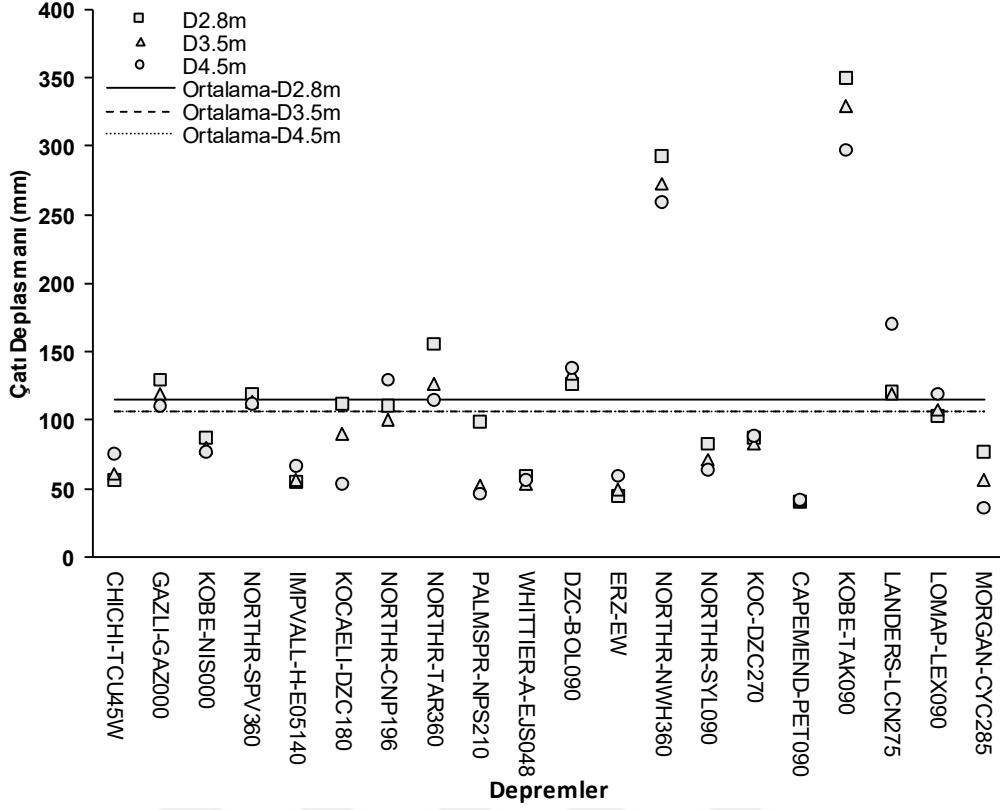
20 gerçek ivme kaydı altındaki mutlak maksimum çatı katı deplasman taleplerinin ortalamaları 2.8m, 3.5m ve 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip DDRK dikkate alınmayan modellerde sırasıyla 164.51 mm, 167.22 mm ve 177.44 mm olarak elde edilmiştir. DDRK dikkate alınan modellerde ise sırasıyla 162.00 mm, 161.61 mm ve 167.56 mm olarak elde edilmiştir.

Tez çalışması kapsamında yapılan Y doğrultusundaki analizler sonucu gerçek deprem ivme kayıtlarından elde edilen çatı katı deplasman taleplerinin, her zaman adımı içinden +Y ve -Y yönleri için maksimumları hesaplanmıştır. Hesaplanan

maksimum çatı deplasman taleplerinin depremlere göre dağılımları DDRK dikkate alınan ve alınmayan modellerde ayrı ayrı olacak şekilde +Y yönündeki sonuçlar Şekil 4.13 ile Şekil 4.14’de verilmiştir. Aynı şekilde Şekil 4.15 ve Şekil 4.16’da ise -Y yönündeki DDRK dikkate alınan ve alınmayan modeller için maksimum çatı deplasmanları verilmektedir. Ayrıca her model için 20 gerçek deprem ivme kaydı altında elde edilen maksimum çatı deplasmanlarının ortalamaları da aynı grafikler üzerinde çizgi olarak gösterilmektedir.



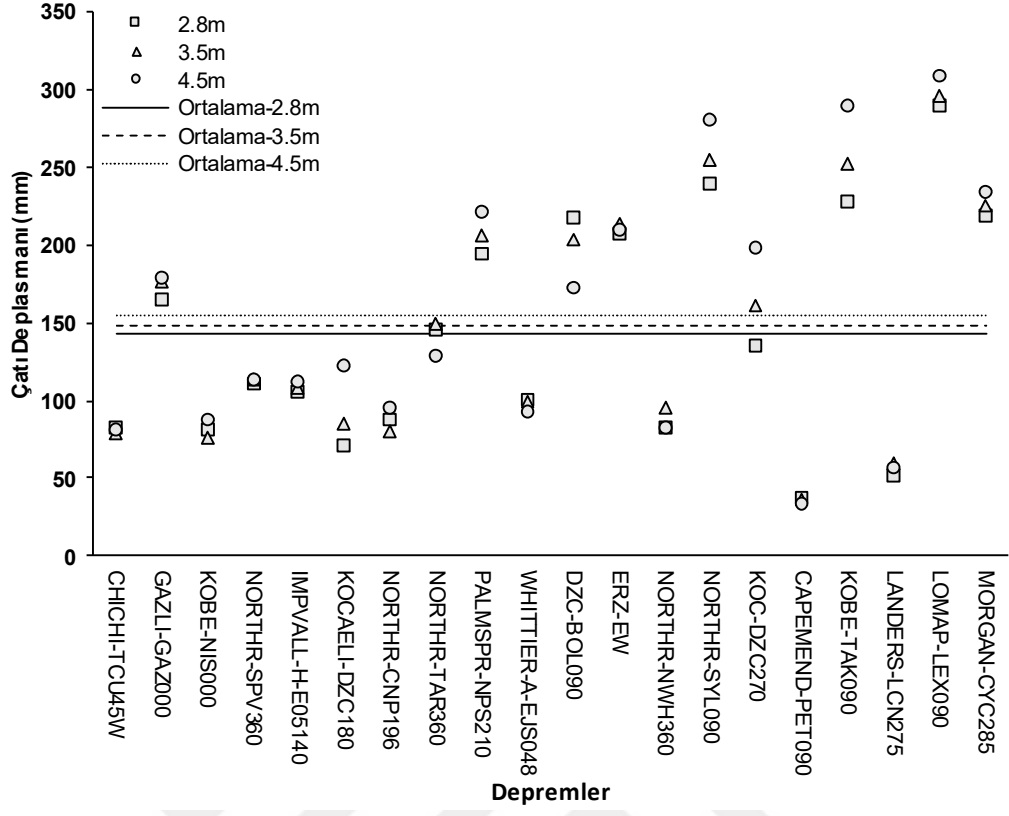
Şekil 4.13: Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınmayan modellerin +Y yönü çatı deplasman talepleri



**Şekil 4.14:** Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerin +Y yönü çatı deplasman talepleri

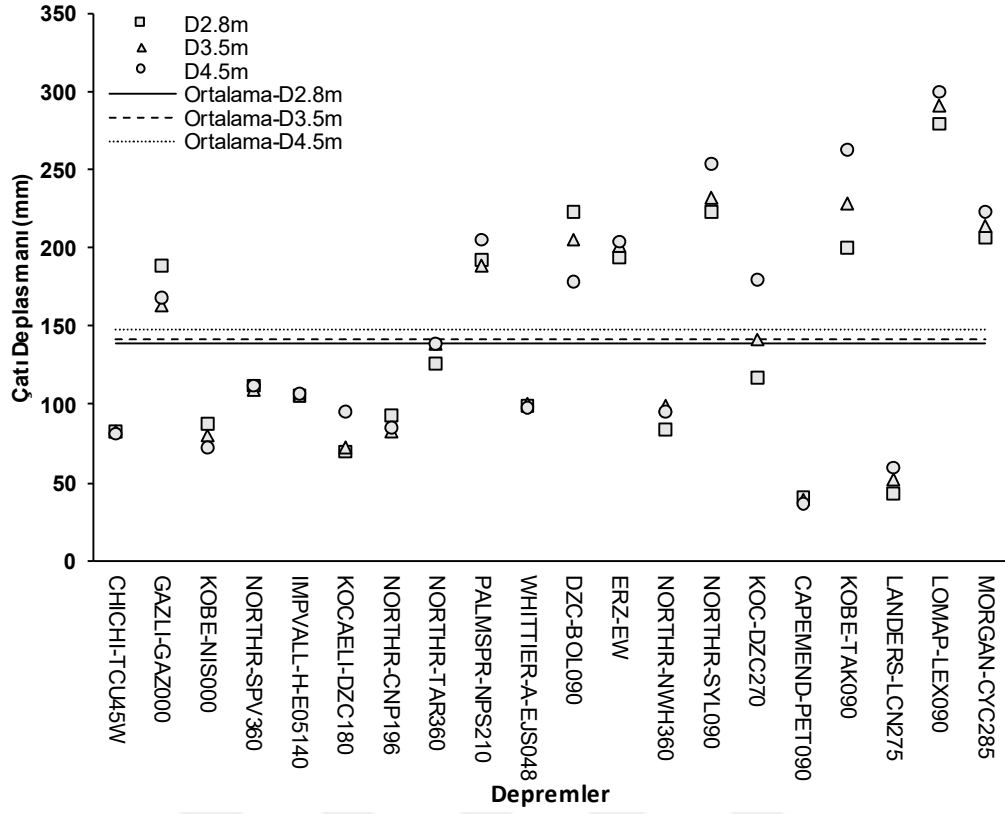
Şekil 4.13 ile Şekil 4.14 birlikte değerlendirildiğinde, +Y yönü için DDRK dikkate alınan ve alınmayan bütün modellerde en büyük çatı katı deplasman talepleri KOBE-TAK090 ivme kaydı altında elde edilmiştir. KOBE-TAK090 ivme kaydı altında DDRK dikkate alınmayan modellerde maksimum çatı katı deplasman talepleri 2.8m için 338.12 mm, 3.5m için 321.29 mm iken 4.5m için 293.63 mm olarak elde edilmiştir. DDRK dikkate alınan modellerde ise 2.8m, 3.5m ve 4.5m için sırasıyla 349.73 mm, 329.86 mm ve 296.91 mm olarak elde edilmiştir.

20 gerçek ivme kaydı altındaki maksimum çatı katı deplasman taleplerinin ortalamaları 2.8m, 3.5m ve 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip DDRK dikkate alınmayan modellerde sırasıyla 107.06 mm, 104.43 mm ve 108.61 mm olarak elde edilirken DDRK dikkate alınan modellerde ise sırasıyla 115.65 mm, 106.18 mm ve 106.09 mm olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.15: Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınmayan modellerin -Y yönü çatı deplasman talepleri





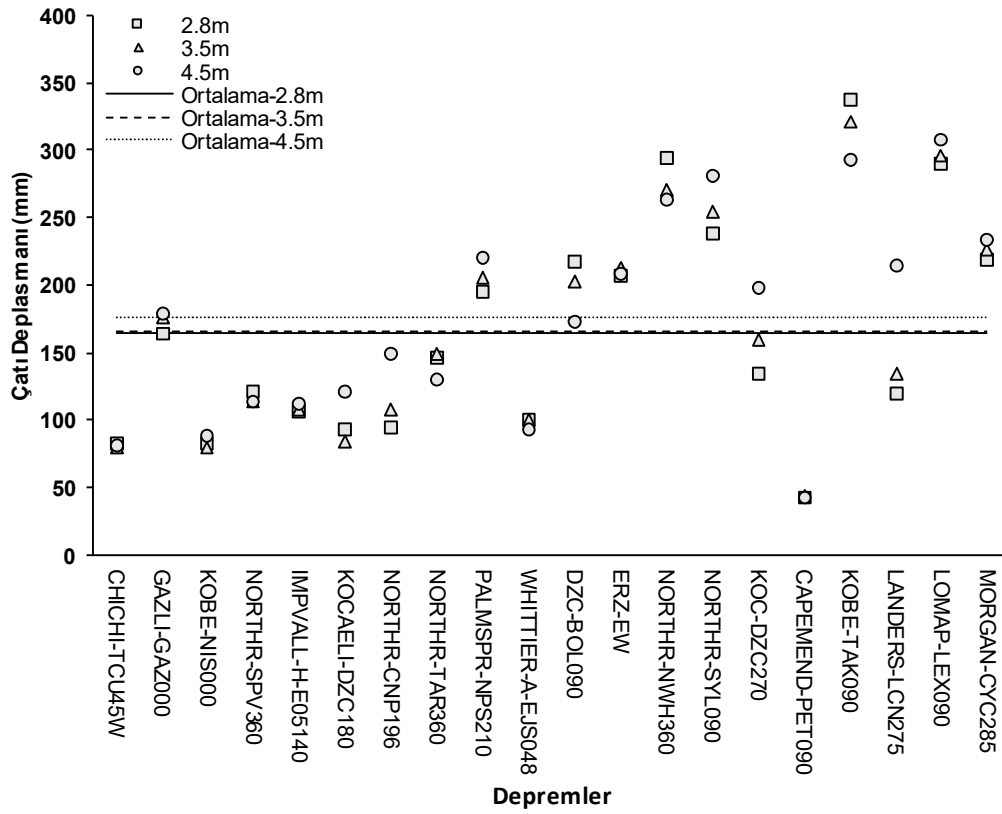
**Şekil 4.16:** Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerin -Y yönü çatı deplasman talepleri

Şekil 4.15 ile Şekil 4.16 birlikte değerlendirildiğinde, -Y yönü için DDRK dikkate alınan ve alınmayan bütün modellerde en büyük çatı katı deplasman talepleri LOMAP-LEX090 ivme kaydı altında elde edilmiştir. LOMAP-LEX090 ivme kaydı altında DDRK dikkate alınmayan modellerde maksimum çatı katı deplasman talepleri 2.8m için 289.87 mm, 3.5m için 296.09 mm iken 4.5m için 308.64 mm olarak elde edilmiştir. DDRK dikkate alınan 2.8m, 3.5m ve 4.5m modellerde ise sırasıyla 279.20 mm, 291.29 mm ve 299.47 mm olarak elde edilmiştir.

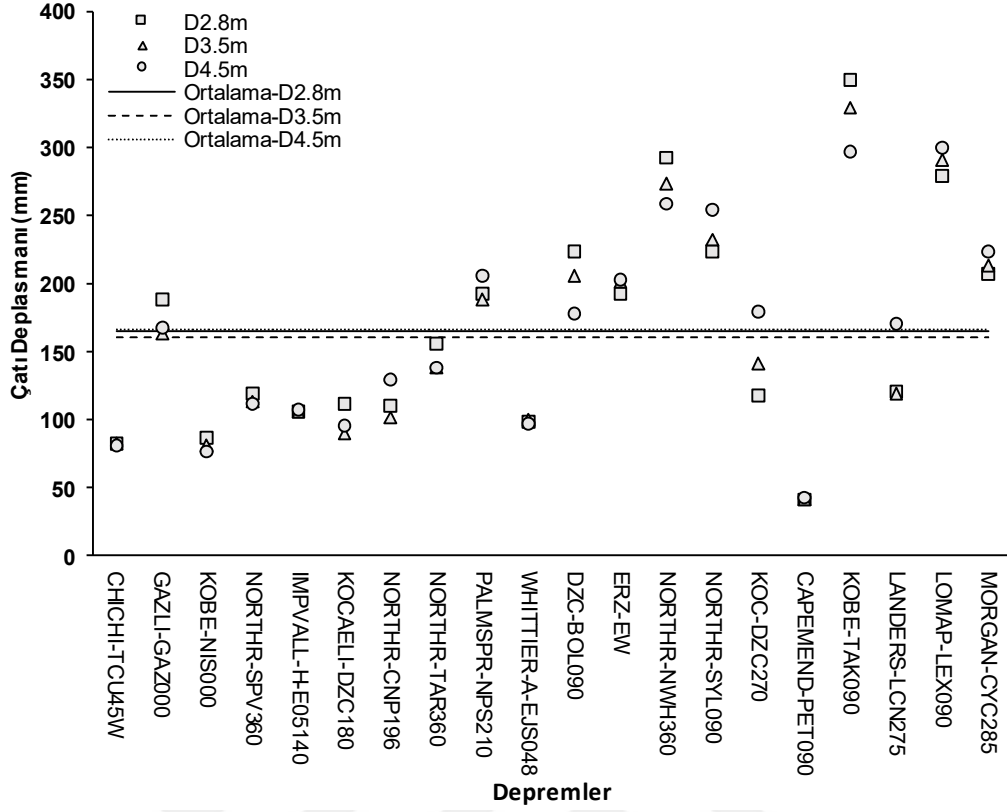
20 gerçek ivme kaydı altındaki maksimum çatı katı deplasman taleplerinin ortalamaları 2.8m, 3.5m ve 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip DDRK dikkate alınmayan modellerde sırasıyla 142.81 mm, 148.58 mm ve 155.14 mm olarak elde edilmiştir. DDRK dikkate alınan modellerde ise sırasıyla 138.66 mm, 141.55 mm ve 147.81 mm olarak elde edilmiştir.

Y doğrultusundaki analizler sonucu elde edilen +Y ve -Y yönleri için çatı katı deplasman taleplerinin maksimumları arasından yönden bağımsız olacak şekilde

mutlak olarak daha büyük olan taleplerin depremlere göre dağılımları Şekil 4.17 ile Şekil 4.18’de verilmiştir. Şekil 4.17’de DDRK dikkate alınmayan modellere ait mutlak maksimum çatı deplasman talepleri grafiği, Şekil 4.18’de ise DDRK dikkate alınan modellere ait mutlak maksimum çatı deplasman talepleri grafiği gösterilmektedir. Ayrıca her model için 20 gerçek deprem ivme kaydı altında elde edilen mutlak maksimum çatı deplasmanlarının ortalamaları da aynı grafikler üzerinde çizgi olarak gösterilmektedir.



Şekil 4.17: Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınmayan modellerin Y doğrultusu mutlak maksimum çatı deplasman talepleri



**Şekil 4.18:** Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerin Y doğrultusu mutlak maksimum çatı deplasman talepleri

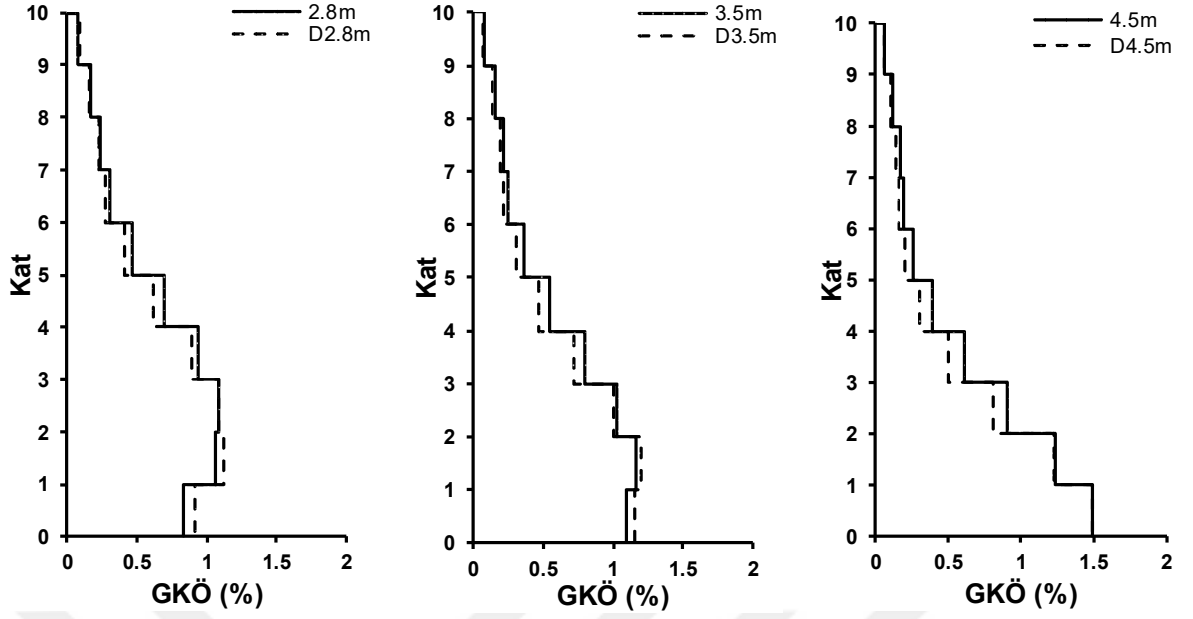
Şekil 4.17 ve Şekil 4.18’de verilen Y doğrultusundaki analizler sonucu elde edilen mutlak maksimum çatı deplasman talepleri incelendiğinde, en büyük talepler KOBE-TAK090 ivme kaydı altında elde edilmiştir. KOBE-TAK090 ivme kaydı altında DDRK dikkate alınmayan modellerde mutlak maksimum çatı katı deplasman talepleri 2.8m için 338.12 mm, 3.5m için 321.29 mm iken 4.5m için 293.63 mm olarak elde edilmiştir. DDRK dikkate alınan modellerde ise 2.8m, 3.5m ve 4.5m için sırasıyla 349.73 mm, 329.86 mm ve 296.91 mm olarak elde edilmiştir.

20 gerçek ivme kaydı altındaki mutlak maksimum çatı katı deplasman taleplerinin ortalamaları 2.8m, 3.5m ve 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip DDRK dikkate alınmayan modellerde sırasıyla 164.59 mm, 166.40 mm ve 175.42 mm olarak elde edilmiştir. DDRK dikkate alınan modellerde ise sırasıyla 165.16 mm, 160.78 mm ve 166.09 mm olarak elde edilmiştir.

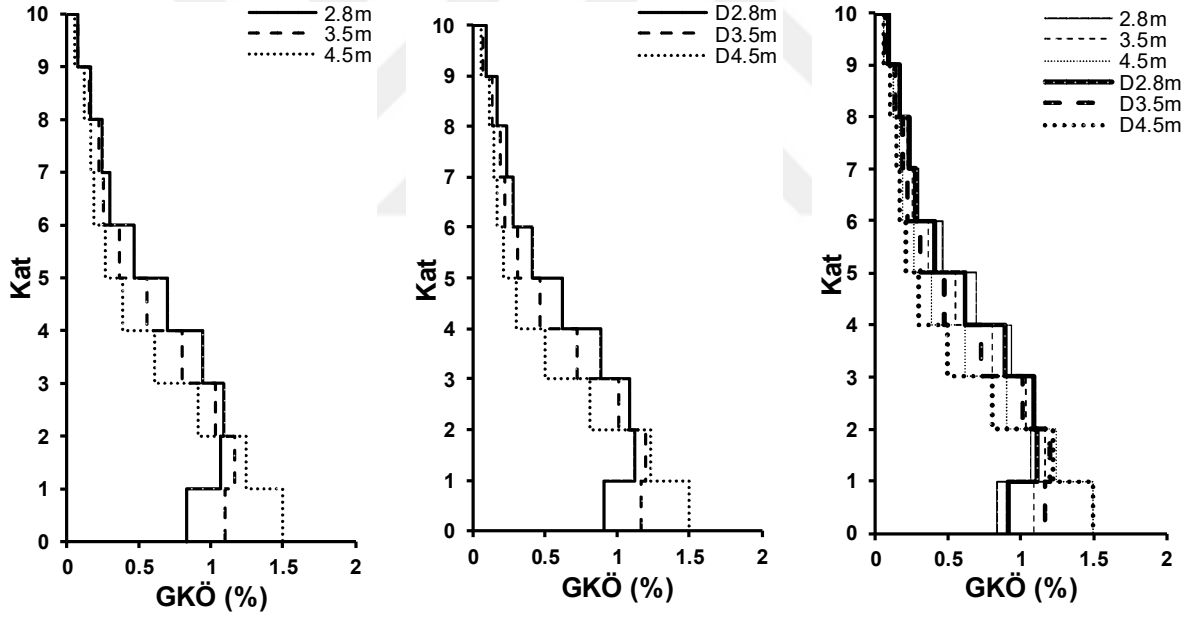
#### 4.5 Göreli Kat Ötelenmesi Oranları Karşılaştırması

Tez çalışmasındaki kullanılan modellere ait deplasman talebinin maksimum olduğu andaki göreli kat ötelenme oranlarının (GKÖO) katlara göre dağılımı bütün modeller için hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Göreli kat ötelenme oranı katlar arası şekil değiştirme farklarının ortaya konması ve sismik performans değerlendirmesi açısından önemli bir parametredir. Ayrıca dinamik analiz yöntemlerinin zamana bağlı olması nedeniyle, sonuçlar kullanılan ivme kayıtlarının frekans içeriklerinden doğrudan etkilenmektedir. Bu nedenle her bir ivme kaydına ait sonuçların tek tek değerlendirilmesi zorluklar içermektedir. Bu durum göz önüne alınarak GKÖO değerlendirilmesinde genel eğilimin daha sağlıklı anlaşılabilmesi için karşılaştırmalar ortalamalar türünden yapılmıştır. Her bir analiz sonucuna ait GKÖO profilleri ise ekler kısmında Ek.A(d)-Ek.D(d)'de verilmektedir.

Her bir modele ait X analiz doğrultusu için hesaplanan 20 gerçek deprem ivme kaydından elde edilen GKÖO ortalamaları Şekil 4.19 ve Şekil 4.20'de grafikler üzerinde gösterilmektedir. Şekil 4.19'da aynı zemin kat yüksekliğine sahip DDRK dikkate alınan ve alınmayan modeller birbirleri arasında karşılaştırılmıştır. Şekil 4.20'de ise DDRK dikkate alınmayan modeller ile DDRK dikkate alınan modeller kendi içinde karşılaştırılmıştır. Ayrıca Şekil 4.20'de bütün modellere ait GKÖO değerleri aynı grafik üzerinde de gösterilmektedir.



Şekil 4.19: Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan ve alınmayan modellerin X analiz doğrultusu için görel kat ötelenme oranlarının karşılaştırılması

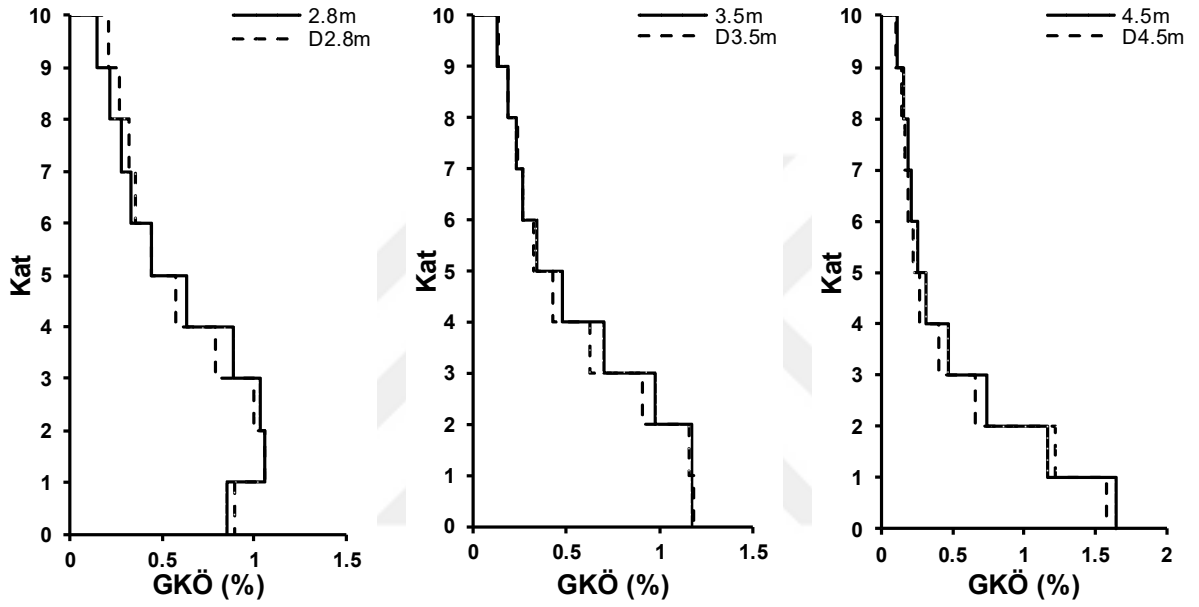


Şekil 4.20: Zemin kat yüksekliği farklı olan bütün modellerin X analiz doğrultusu için görel kat ötelenme oranlarının karşılaştırılması

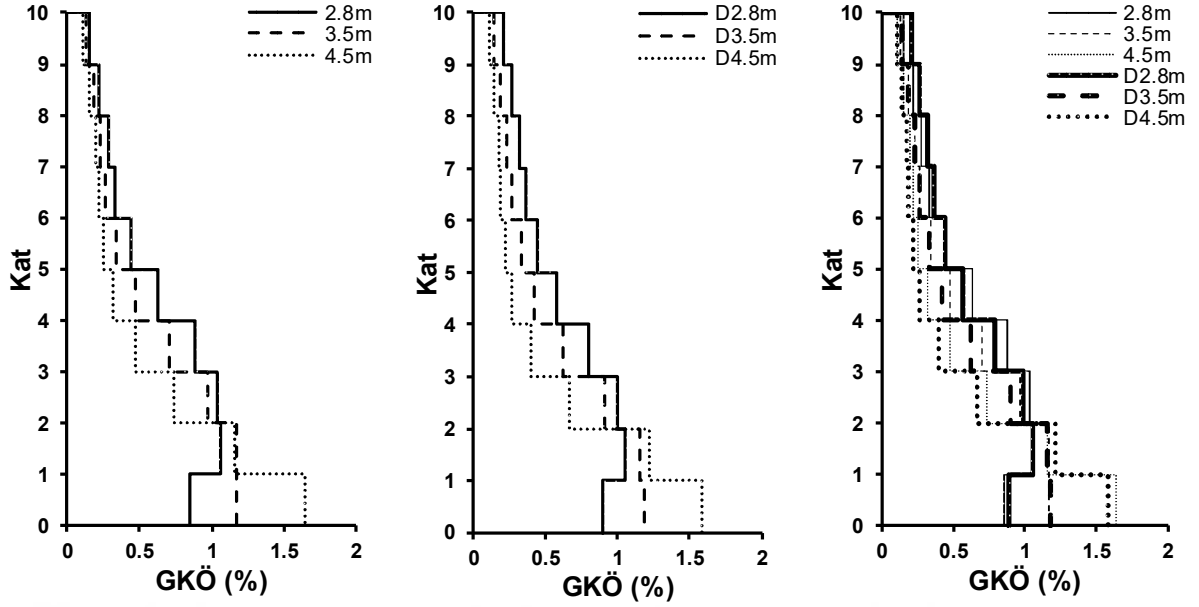
Şekil 4.19 ile Şekil 4.20 incelendiğinde, hesaplanan en büyük görel kat ötelenme oranları; DDRK dikkate alınmayan modellerde zemin kat yüksekliği 2.8m olan model için %1.09, 3.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan model için %1.16 ve 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan model için ise %1.49'dur. DDRK dikkate alınan modellerde ise 2.8m, 3.5m ve 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip modeller için sırasıyla %1.11, %1.20 ve %1.49 olarak elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar

değerlendirildiğinde X analiz doğrultusunda yapılan analizler sonucu DDRK dikkate alınan modellerin DDRK dikkate alınmayan modellere göre daha fazla GKÖO sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca Şekil 4.20'den anlaşıldığı üzere sonuçlar dolgu duvar rijitlik katkısından bağımsız olarak zemin kattaki GKÖO değerleri zemin kat yüksekliği arttıkça artış göstermektedir.

Şekil 4.21 ile Şekil 4.22'de ise Y analiz doğrultusundaki sonuçlar yer almaktadır.



**Şekil 4.21:** Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan ve alınmayan modellerin Y analiz doğrultusu için görel kat ötelenme oranlarının karşılaştırılması



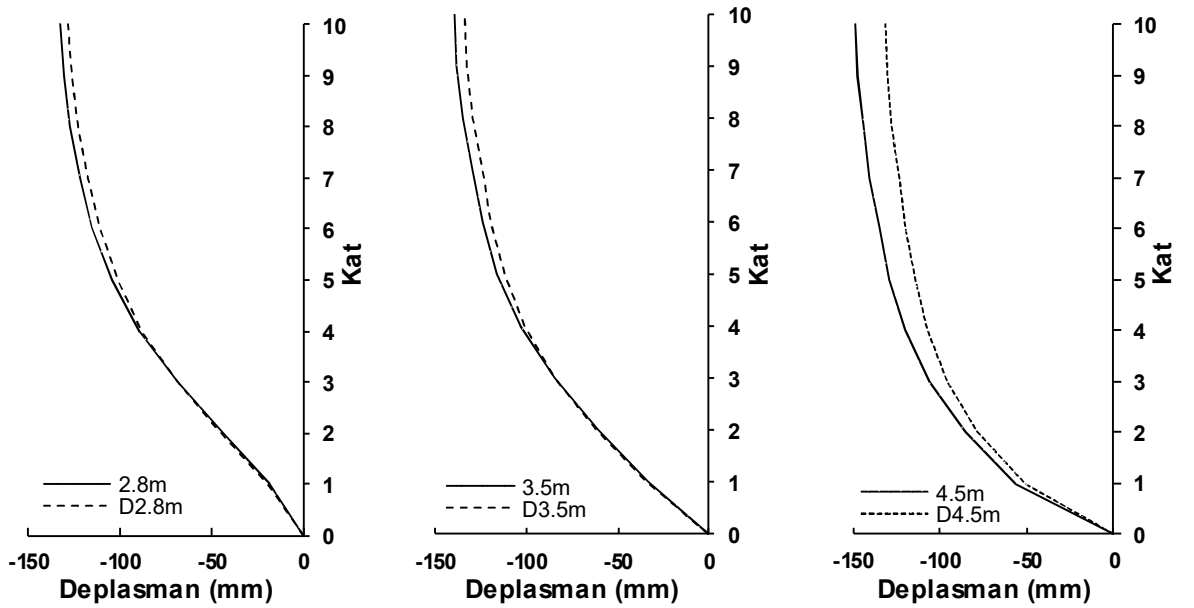
**Şekil 4.22:** Zemin kat yüksekliği farklı olan bütün modellerin Y analiz doğrultusu için göreceli kat ötelenme oranlarının karşılaştırılması

Şekil 4.21 ile Şekil 4.22 incelendiğinde, hesaplanan en büyük göreceli kat ötelenme oranları; DDRK dikkate alınmayan modellerde zemin kat yüksekliği 2.8m olan model için %1.06, 3.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan model için %1.17 ve 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan model için ise %1.64'tür. DDRK dikkate alınan modellerde ise 2.8m, 3.5m ve 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip modeller için sırasıyla %1.05, %1.18 ve %1.58 olarak elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde Y analiz doğrultusunda yapılan analizler sonucu 2.8m ile 3.5m zemin kat yüksekliğine sahip modellerde DDRK dikkate alınan modellerin DDRK dikkate alınmayan modellere göre daha fazla GKÖO sahip olduğu görülmektedir. Fakat 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip modellerde ise bu durum tam tersi olarak gözlemlenmektedir. Çünkü *DDRK dikkate alınan modellerin zemin katındaki Y doğrultusunda uzanan dış duvarların bulunması*, GKÖO değerine olumlu katkısı olmaktadır. Ayrıca Şekil 4.22'den anlaşıldığı üzere sonuçlar dolgu duvar rijitlik katkısından bağımsız olarak zemin kattaki GKÖO değerleri zemin kat yüksekliği arttıkça artış göstermektedir.

#### 4.6 Deplasman Profilleri Karşılaştırması

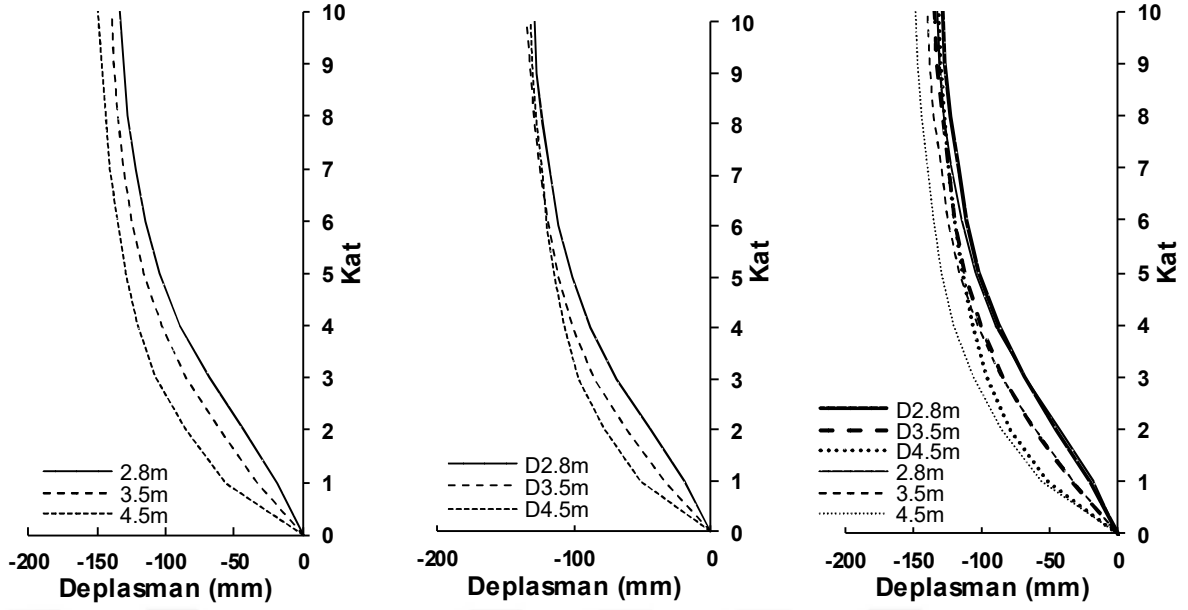
Çalışma kapsamında, modeller ve her bir ivme kaydı altında çatı katı deplasmanının X ile Y analiz doğrultuları için pozitif yönde maksimum ve negatif yönde mutlak olarak maksimum deplasman talepleri hesaplanmıştır. Her bir ivme kaydı altında çatı katı deplasman talebi en fazla olan modelin o anı referans alınarak diğer modellerin o andaki deplasman profilleri hem pozitif yön (+X, +Y) hem de negatif yön (-X,-Y) için elde edilmiştir. Kıyaslamalar her ivme kaydından elde edilen profillerin ortalamaları alınarak yapılmıştır.

Deplasman profilleri, taleplerin katlara nasıl dağıldıklarını göstermektedir. Ayrıca benzer çatı deplasman talepleri altında deplasman profilleri de büyük değişiklik gösterebilmektedir. Bu durum, yaklaşımlar arası farkların daha detaylı incelenmesine olanak sağlamaktadır. Bu bölümde her iki doğrultu ve yönler için analiz ortalamalarına ait deplasman profilleri verilmektedir. Her bir ivme kaydı altında pozitif negatif yön için hesaplanan deplasman profilleri ekler kısmında Ek.A(b)-Ek.D(b), pozitif yön için olan profiller ise Ek.A(c)-Ek.D(c)'de yer almaktadır. Her bir model için maksimum çatı katı deplasman talebinin hesaplandığı ana ait ortalama deplasman profilleri X analiz doğrultusu için sonuçlar Şekil 4.23-4.26'da verilmiştir. Y analiz doğrultusu için sonuçlar ise Şekil 4.27-4.30'da verilmektedir.



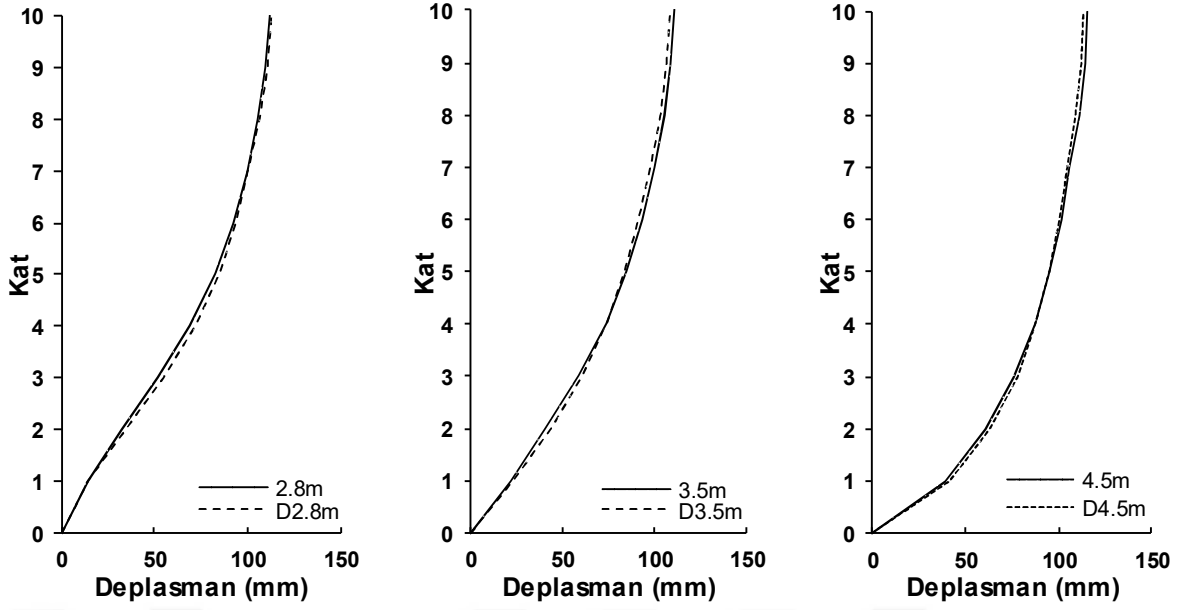
Şekil 4.23: Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan ve alınmayan modellerin -X yönü için deplasman profillerinin karşılaştırılması



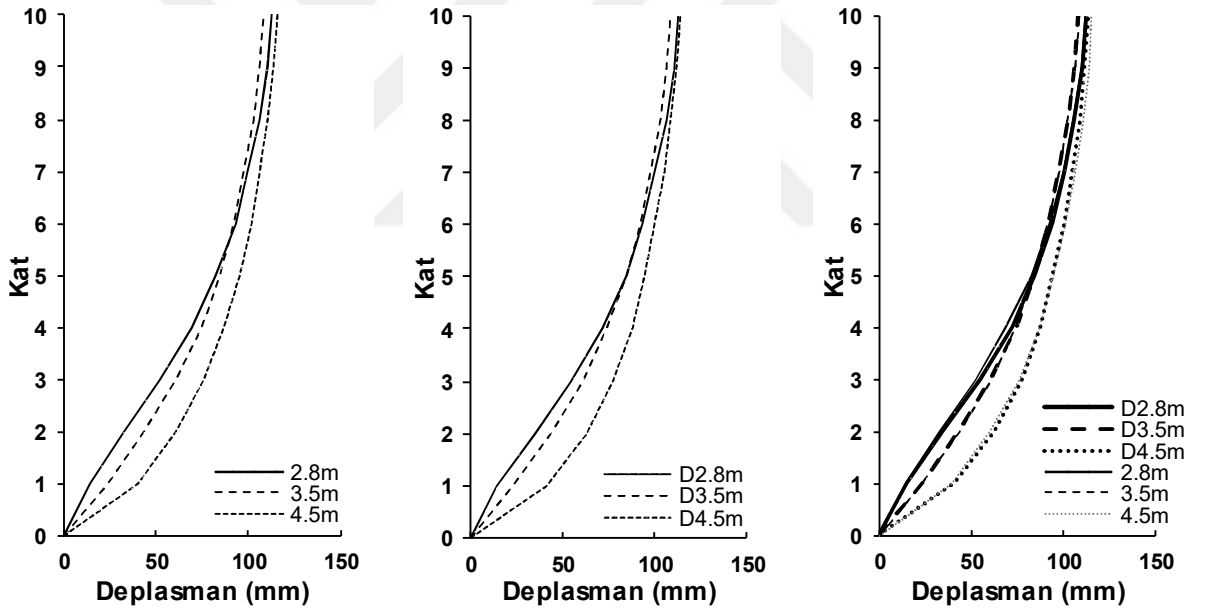


**Şekil 4.24:** Zemin kat yüksekliği farklı olan bütün modellerin -X yönü için deplasman profillerinin karşılaştırılması

Şekil 4.23 ve 4.24 incelendiğinde, -X yönü için DDRK dikkate alınan ve DDRK dikkate alınmayan modeller arasında farkın sınırlı düzeyde olduğu görülmektedir. DDRK dikkate alınan modellerde dolgu duvar rijitlik katkısı profilin kapanmasına sebep olmaktadır. DDRK dikkate alınmayan modellerde zemin kat yüksekliği arttıkça kat deplasman talepleri artmaktadır. DDRK dikkate alınan modellerde ise ilk 5 katın deplasman talepleri zemin kat yüksekliği arttıkça artış gösterirken üst katlardaki deplasman talepleri birbirine yaklaşmaktadır. Buna ek olarak DDRK dikkate alınmayan modellerdeki talepler DDRK dikkate alınan modellere oranla daha yüksek hesaplanmıştır.

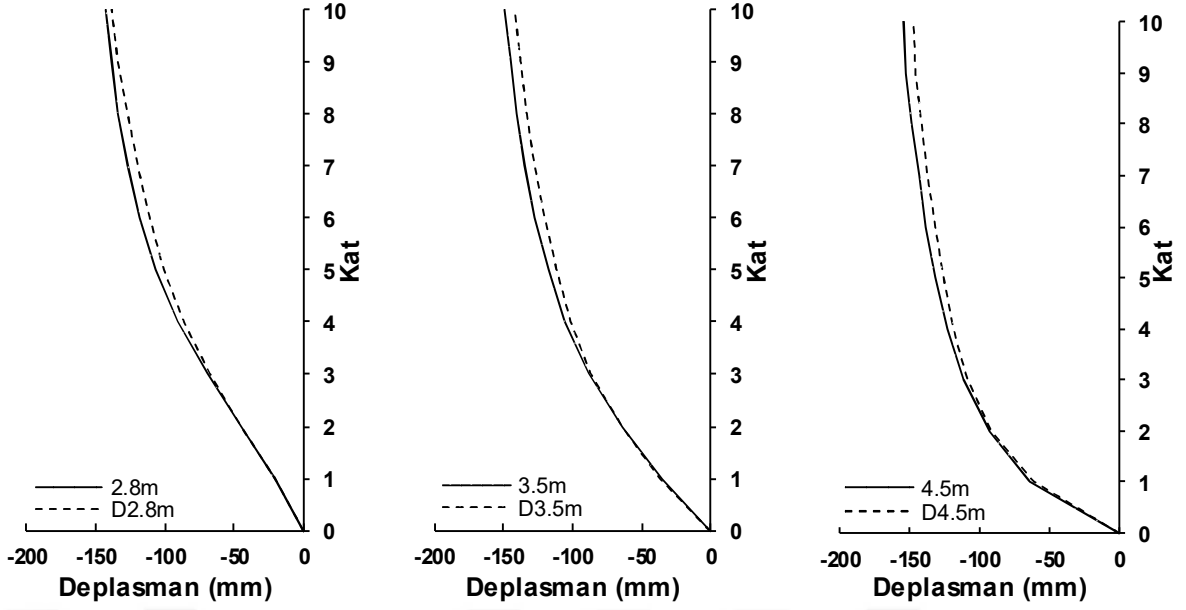


Şekil 4.25: Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan ve alınmayan modellerin +X yönü için deplasman profillerinin karşılaştırılması

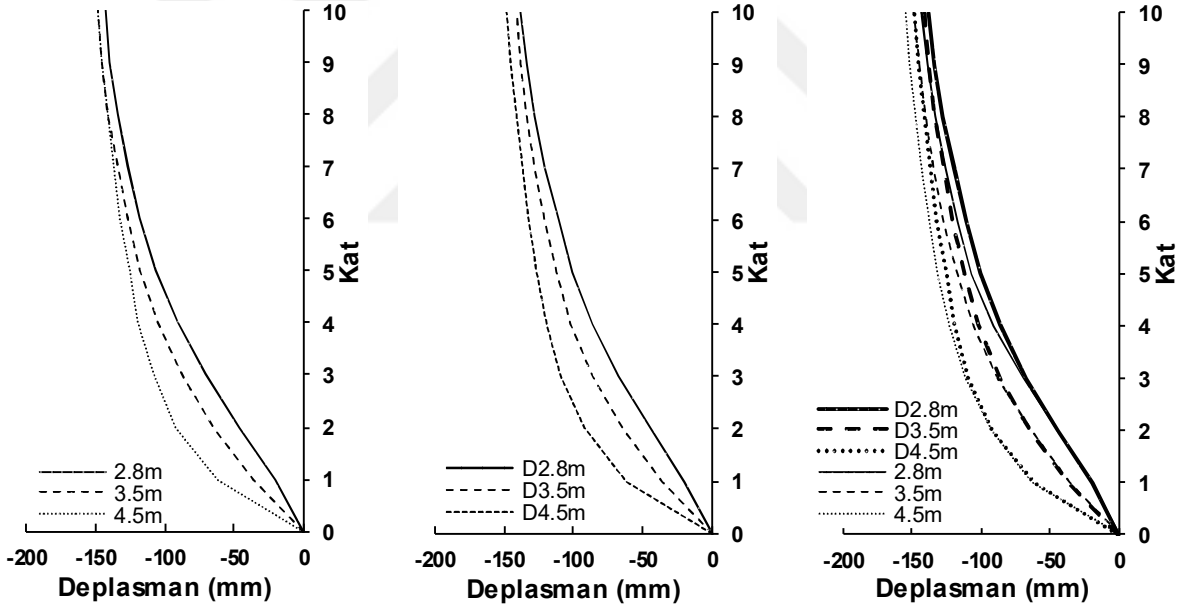


Şekil 4.26: Zemin kat yüksekliği farklı olan bütün modellerin +X yönü için deplasman profillerinin karşılaştırılması

Şekil 4.25 ve 4.26 incelendiğinde, +X yönü için DDRK dikkate alınan ve DDRK dikkate alınmayan modeller arasında farkın dikkate alınacak düzeyde olmadığı görülmektedir. Bütün modellerde ilk 5 kat deplasman talepleri, zemin kat yüksekliği arttıkça artarken üst katlara doğru, profiller birbirlerine yaklaşmaktadır.



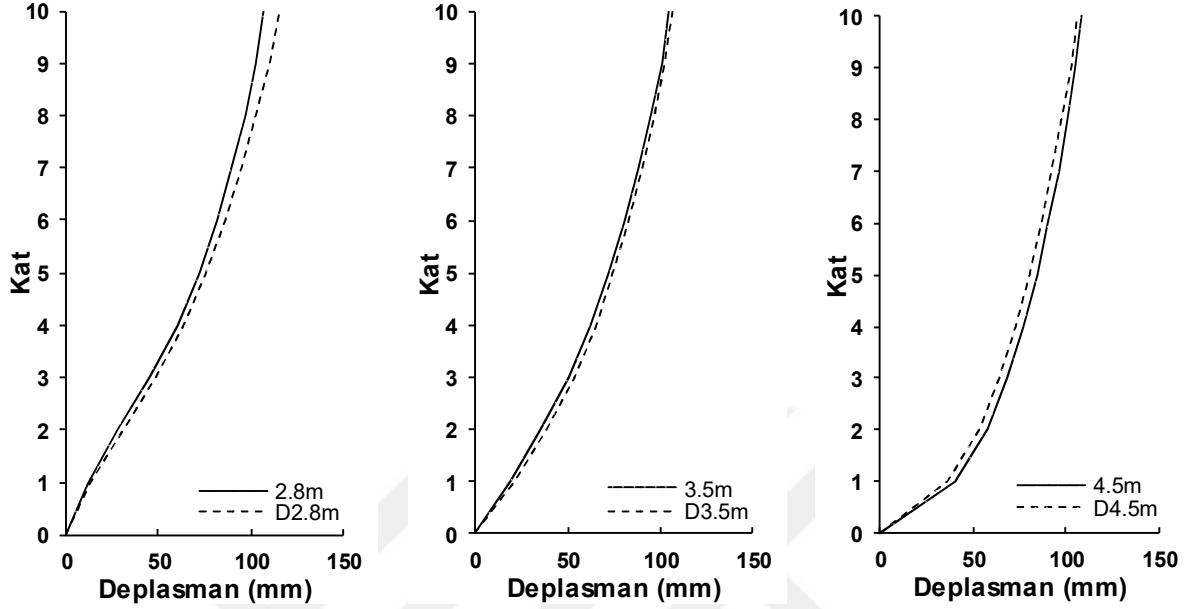
Şekil 4.27: Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan ve alınmayan modellerin -Y yönü için deplasman profillerinin karşılaştırılması



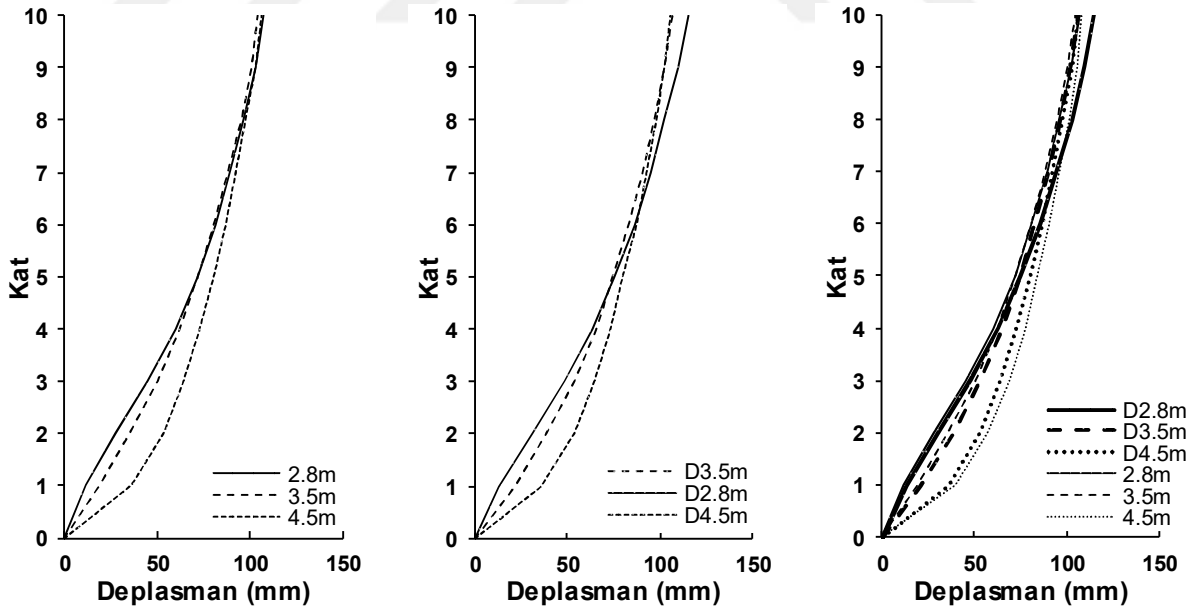
Şekil 4.28: Zemin kat yüksekliği farklı olan bütün modellerin -Y yönü için deplasman profillerinin karşılaştırılması

Şekil 4.27 ve 4.28 incelendiğinde, -Y yönü için DDRK dikkate alınan ve DDRK dikkate alınmayan modeller arasında farkın sınırlı düzeyde olduğu görülmektedir. DDRK dikkate alınan modellerde dolgu duvar rijitlik katkısı profilin kapanmasına sebep olmaktadır. DDRK dikkate alınmayan modellerde zemin kat yüksekliği arttıkça kat deplasman talepleri artmaktadır. DDRK dikkate alınan modellerde ise ilk 5 katın deplasman talepleri zemin kat yüksekliği arttıkça artış

gösterirken üst katlardaki deplasman talepleri birbirine yaklaşılmaktadır. Buna ek olarak DDRK dikkate alınmayan modellerdeki talepler DDRK dikkate alınan modellere oranla daha yüksek hesaplanmıştır.



Şekil 4.29: Dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan ve alınmayan modellerin +Y yönü için deplasman profillerinin karşılaştırılması



Şekil 4.30: Zemin kat yüksekliği farklı olan bütün modellerin +Y yönü için deplasman profillerinin karşılaştırılması

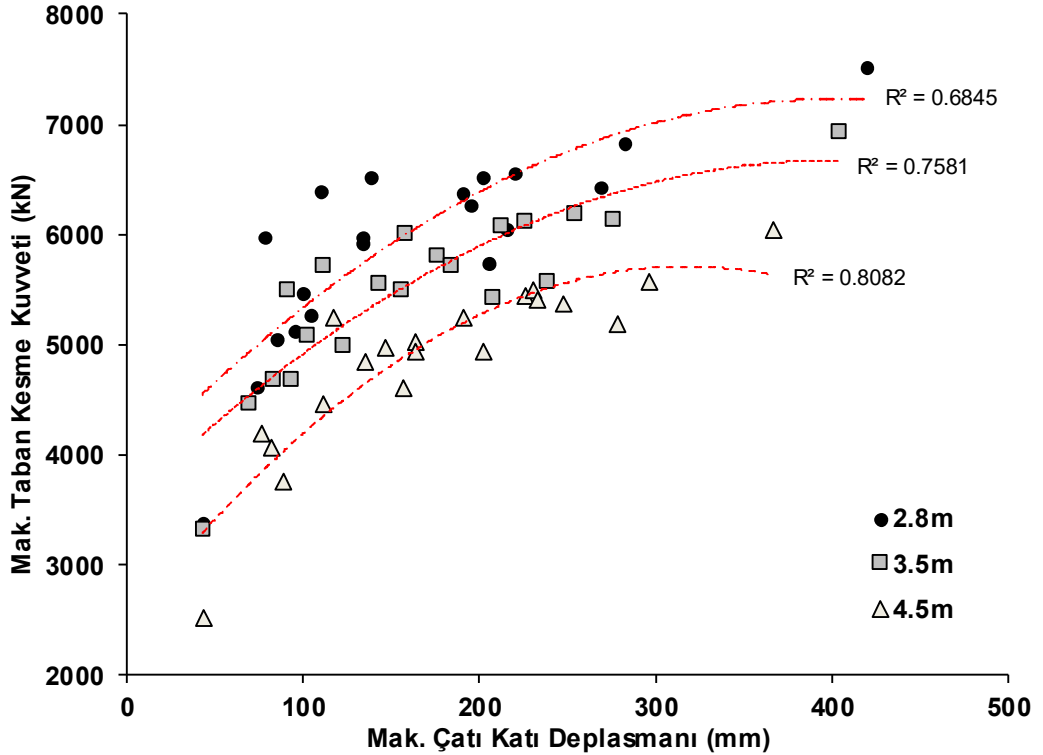
Şekil 4.29 ve 4.30 incelendiğinde, +Y yönü için DDRK dikkate alınan ve DDRK dikkate alınmayan modellerin deplasman profillerinin birbirine benzediği

görülmektedir. Bütün modellerde ilk 5 kat deplasman talepleri, zemin kat yüksekliği arttikça artmaktadır. Fakat DDRK dikkate alınmayan modellerin deplasman profilleri üst katlara gidildikçe birleşirken, DDRK dikkate alınan modellere bakıldığında D2.8 m olan modelde en büyük çatı deplasman talebi elde edilmiştir.

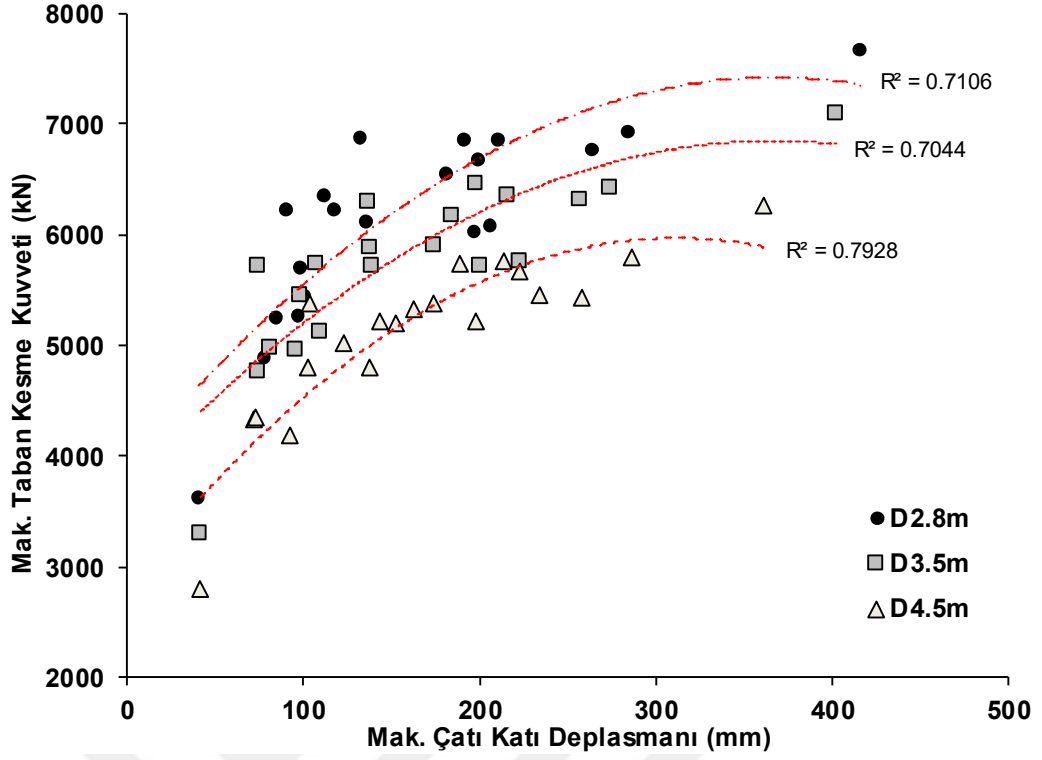


#### 4.7 Maksimum Çatı Katı Deplasmanı-Maksimum Taban Kesme Kuvveti Oranları Karşılaştırması

Çalışma kapsamında, modeller ve her bir ivme kaydı altında maksimum taban kesme kuvvetleri ile mutlak maksimum çatı katı deplasmanlarının birbirleri arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Korelasyon katsayısının +1 değerine yaklaşması değişkenlerin aynı yönde değiştiği anlamına gelmektedir. Korelasyon katsayısı, 0 değerine yaklaştıkça ise değişkenler arasındaki ilişkinin azaldığı yorumunu yapabiliriz. Bu durum, yaklaşımlar arası farkların daha detaylı incelenmesine olanak sağlamaktadır. X ile Y analiz doğrultuları için maksimum deplasman talepleri ile maksimum taban kesme kuvveti talepleri elde edilerek aynı grafikler üzerinde gösterilmiştir. Kıyaslamalar ise DDRK dikkate alınan ve DDRK dikkate alınmayan modeller için ayrı ayrı yapılmıştır. Fakat korelasyon katsayıları aracılığıyla dolgu duvar rijitlik katkısının korelasyonu nasıl etkilediği de görülmektedir. X analiz doğrultusu için sonuçlar Şekil 4.31 ve Şekil 4.32’de verilmiştir. Y analiz doğrultusu için sonuçlar ise Şekil 4.33 ve 4.34’de verilmektedir.

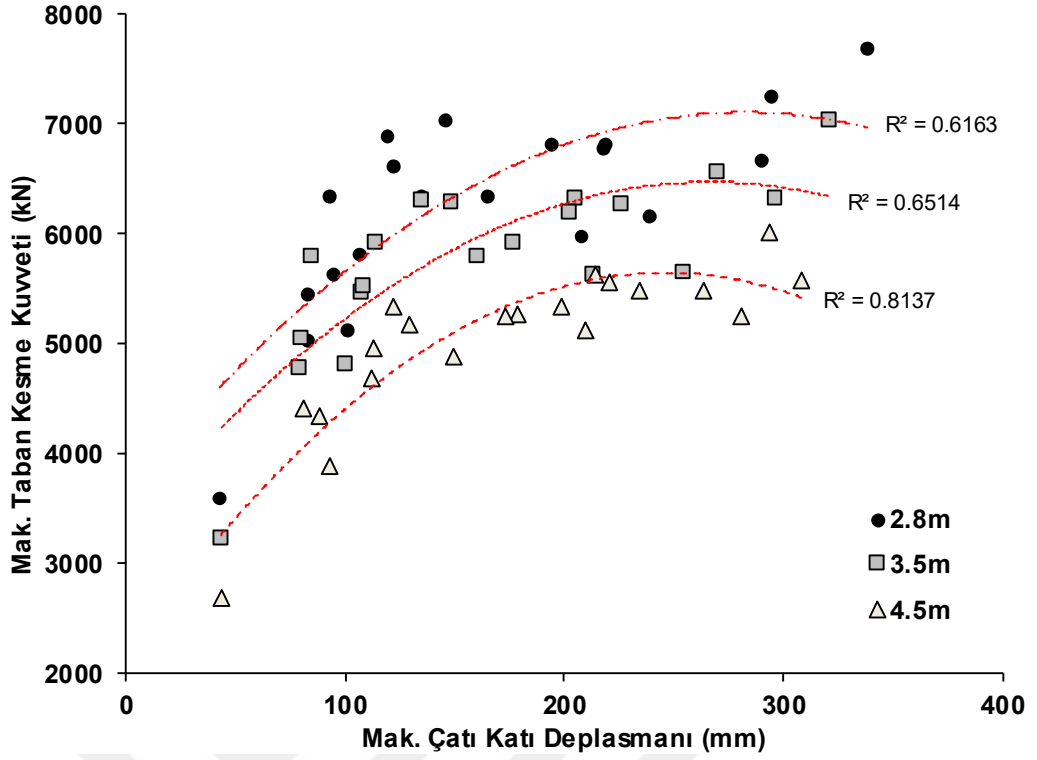


Şekil 4.31: DDRK dikkate alınmayan modellerin X analiz doğrultusu için maks. taban kesme kuvveti-maks. çatı katı deplasman talebi eğilimleri karşılaştırması

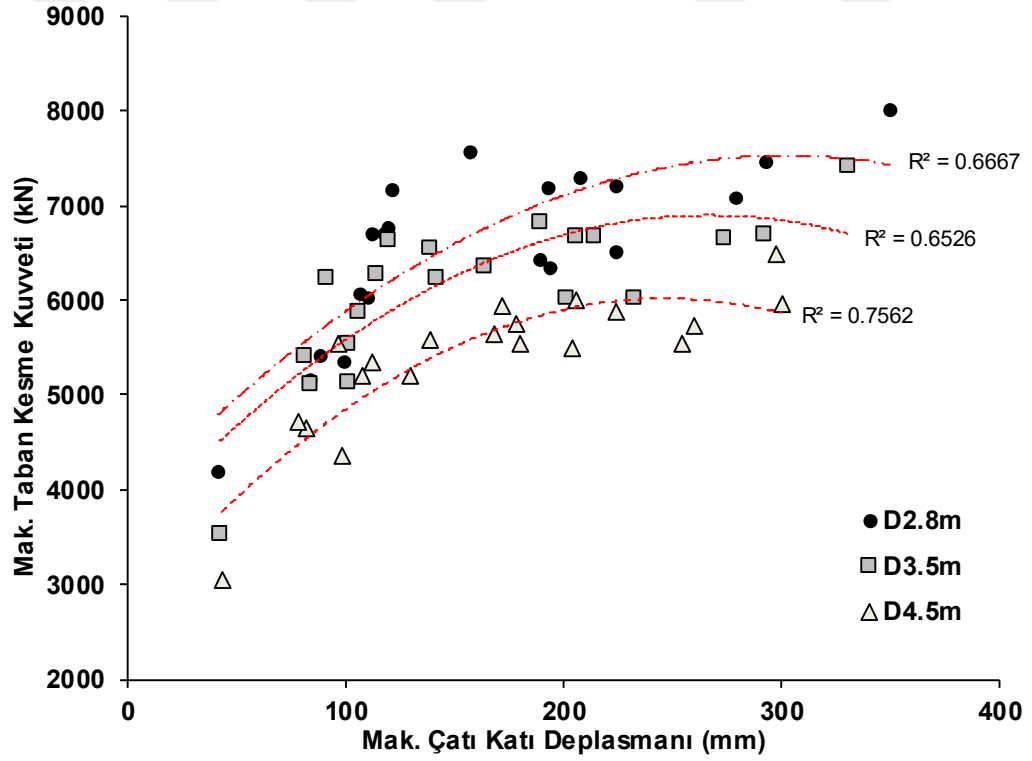


Şekil 4.32: DDRK dikkate alınan modellerin X analiz doğrultusu için maks. taban kesme kuvveti-maks. çatı katı deplasman talebi eğilimleri karşılaştırması

Şekil 4.31’de DDRK dikkate alınmayan modeller için olan sonuçlar, Şekil 4.32’de ise DDRK dikkate alınan modeller için sonuçlar verilmektedir. Grafikler incelendiğinde, DDRK dikkate alınmayan 2.8m modelinden elde edilen  $R^2 = 0.6845$ , 3.5m olan modeldeki  $R^2 = 0.7581$  ve 4.5m olan modelde ise  $R^2 = 0.8082$  olarak hesaplanmıştır. DDRK dikkate alınan modellerde ise 2.8m, 3.5m ve 4.5m olan modeller de  $R^2$  değerleri sırasıyla 0.7106, 0.7044 ve 0.7928 olarak hesaplanmıştır. Sonuçlara bakıldığında en büyük korelasyon katsayısı iki durumda da 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan modellerden elde edilmiştir. Ayrıca DDRK dikkate alınmayan 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan modelden elde edilen korelasyon katsayısı DDRK dikkate alınan 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan modelden %1.91 oranında daha fazladır.



Şekil 4.33: DDRK dikkate alınmayan modellerin Y analiz doğrultusu için maks. taban kesme kuvveti-maks. çatı katı deplasman talebi eğilimleri karşılaştırması



Şekil 4.34: DDRK dikkate alınan modellerin Y analiz doğrultusu için maks. taban kesme kuvveti-maks. çatı katı deplasman talebi eğilimleri karşılaştırması

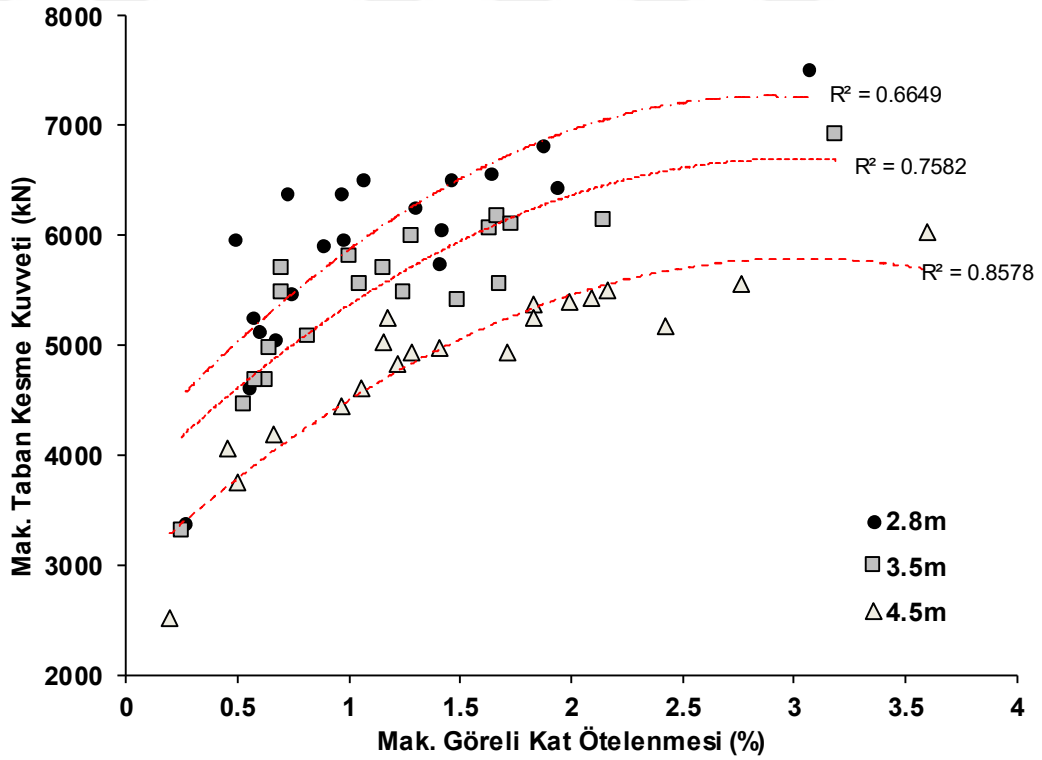


Şekil 4.33 ile Şekil 4.34’de Y analiz doğrultusundan elde edilen sonuçlar verilmektedir. Grafikler incelendiğinde, DDRK dikkate alınmayan 2.8m modelinden elde edilen  $R^2 = 0.6163$ , 3.5m olan modeldeki  $R^2 = 0.6514$  ve 4.5m olan modelde ise  $R^2 = 0.8137$  olarak hesaplanmıştır. DDRK dikkate alınan modellerde ise 2.8m, 3.5m ve 4.5m olan modeller de  $R^2$  değerleri sırasıyla 0.6667, 0.6526 ve 0.7562 olarak hesaplanmıştır. Sonuçlara bakıldığında en büyük korelasyon katsayısı iki durumda da 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan modellerden elde edilmiştir. Ayrıca DDRK dikkate alınmayan 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan modelden elde edilen korelasyon katsayısı DDRK dikkate alınan 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan modelden %7.07 oranında daha fazladır.

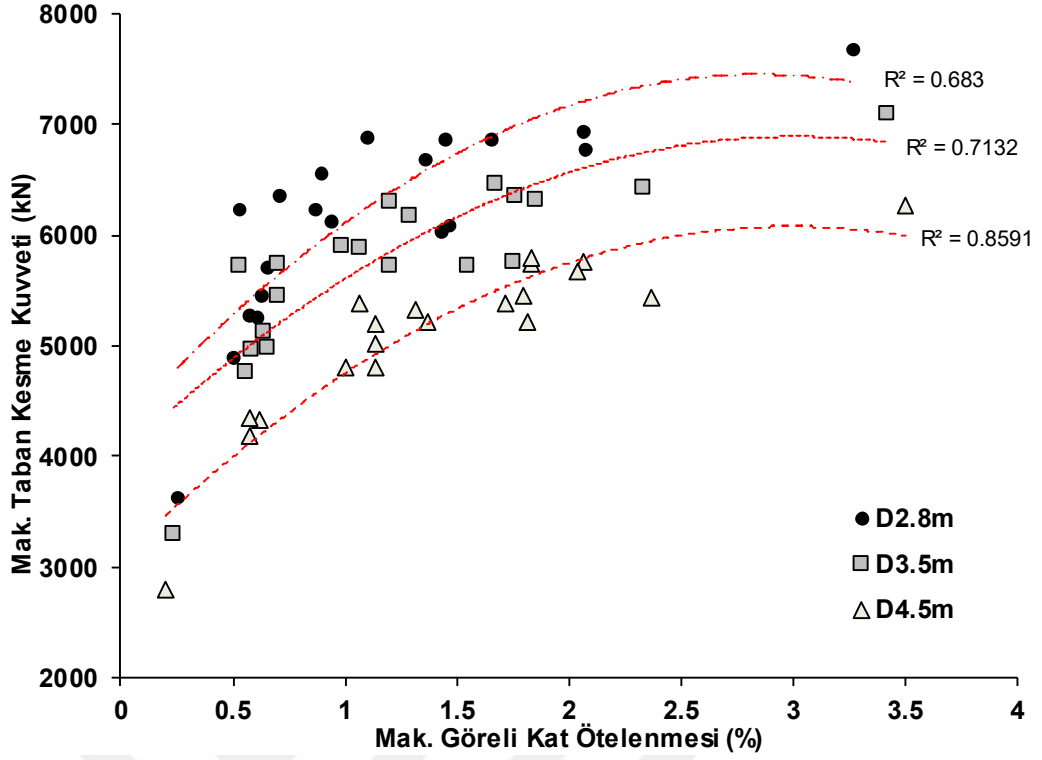


#### 4.8 Maksimum Görelî Kat Ötelenmesi-Maksimum Taban Kesme Kuvveti Oranları Karşılaştırması

Yumuşak kat davranışını kontrol eden görelî kat ötelenmesi oranlarının her bir ivme kaydı altında maksimum taban kesme kuvvetleri ile olan korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Bu kapsamda X ile Y analiz doğrultuları için maksimum görelî kat ötelenmesi oranları ile maksimum taban kesme kuvveti talepleri elde edilerek aynı grafikler üzerinde gösterilmiştir. Karşılaştırmalar, DDRK dikkate alınan ve DDRK dikkate alınmayan modeller için ayrı ayrı yapılmıştır. X analiz doğrultusu için sonuçlar Şekil 4.35 ve Şekil 4.36’da verilmiştir. Y analiz doğrultusu için sonuçlar ise Şekil 4.37 ve 4.38’de verilmektedir.

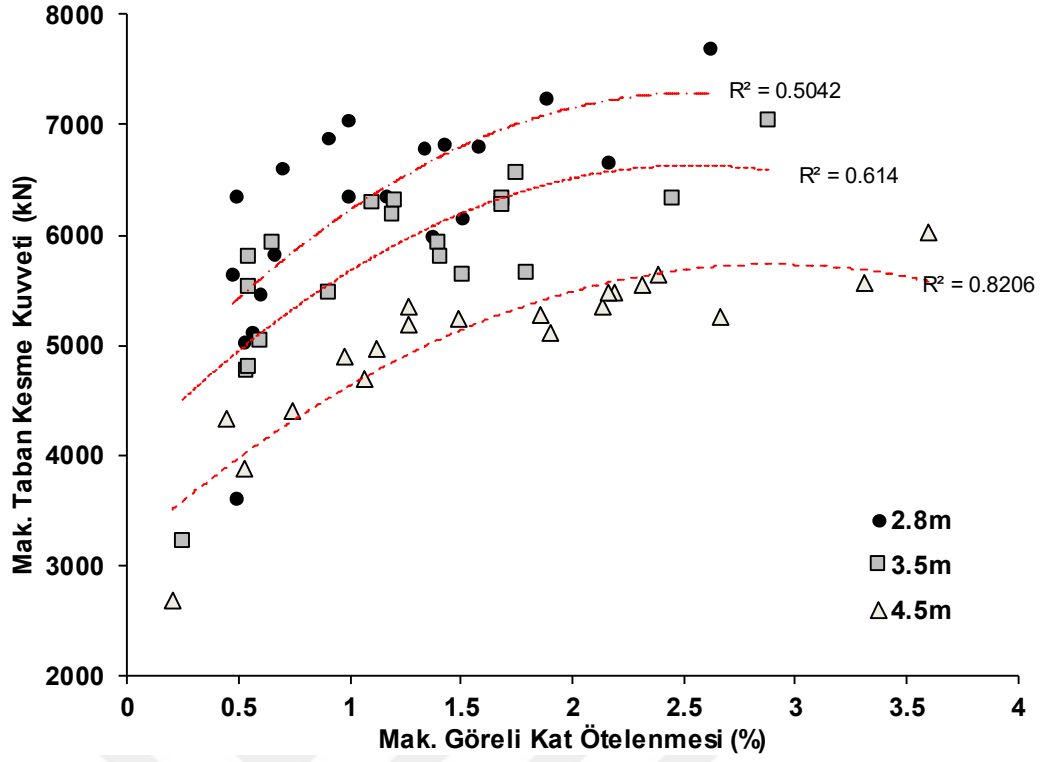


Şekil 4.35: DDRK dikkate alınmayan modellerin X analiz doğrultusu için maks. taban kesme kuvveti-maks. görelî kat ötelenmesi oranı eğilimleri karşılaştırması

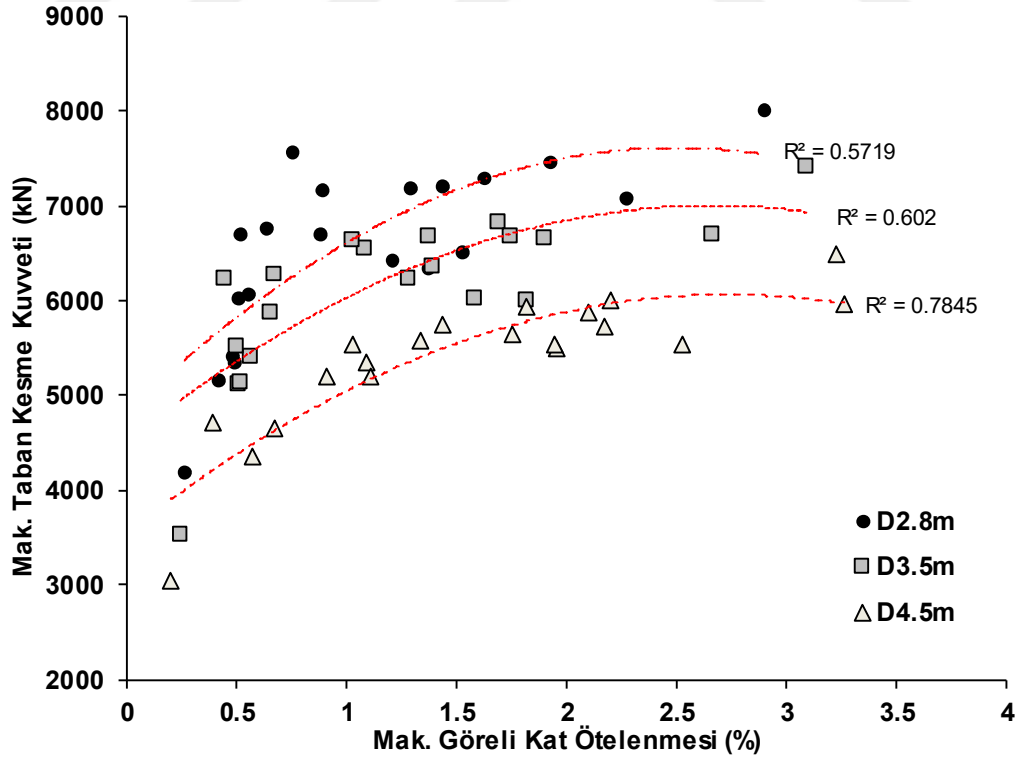


**Şekil 4.36:** DDRK dikkate alınan modellerin X analiz doğrultusu için maks. taban kesme kuvveti-maks. görelî kat ötelenmesi oranı eğilimleri karşılaştırması

Şekil 4.35’de DDRK dikkate alınmayan modeller için olan sonuçlar, Şekil 4.36’da ise DDRK dikkate alınan modeller için sonuçlar verilmektedir. Grafikler incelendiğinde, DDRK dikkate alınmayan 2.8m modelinden elde edilen  $R^2 = 0.6649$ , 3.5m olan modeldeki  $R^2 = 0.7582$  ve 4.5m olan modelde ise  $R^2 = 0.8578$  olarak hesaplanmıştır. DDRK dikkate alınan modellerde ise 2.8m, 3.5m ve 4.5m olan modellerde  $R^2$  değerleri sırasıyla 0.6830, 0.7132 ve 0.8591 olarak hesaplanmıştır. Sonuçlara bakıldığında en büyük korelasyon katsayısı iki durumda da 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan modellerden elde edilmiştir. DDRK dikkate alınmayan 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan modelden elde edilen korelasyon katsayısı ile DDRK dikkate alınan 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan modeldeki korelasyon katsayısı birbirine yakın elde edilmiştir.



Şekil 4.37: DDRK dikkate alınmayan modellerin Y analiz doğrultusu için maks. taban kesme kuvveti-maks. görelî kat ötelenmesi oranı eğilimleri karşılaştırması



Şekil 4.38: DDRK dikkate alınan modellerin Y analiz doğrultusu için maks. taban kesme kuvveti-maks. görelî kat ötelenmesi oranı eğilimleri karşılaştırması

Şekil 4.37 ile Şekil 4.38’de ise Y analiz doğrultusundan elde edilen sonuçlar verilmektedir. Grafikler incelendiğinde, DDRK dikkate alınmayan 2.8m modelinden elde edilen  $R^2 = 0.5042$ , 3.5m olan modeldeki  $R^2 = 0.6140$  ve 4.5m olan modelde ise  $R^2 = 0.8206$  olarak hesaplanmıştır. DDRK dikkate alınan modellerde ise 2.8m, 3.5m ve 4.5m olan modeller de  $R^2$  değerleri sırasıyla 0.5719, 0.6020 ve 0.7845 olarak hesaplanmıştır. Sonuçlara bakıldığında en büyük korelasyon katsayısı iki durumda da 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan modellerden elde edilmiştir. Ayrıca DDRK dikkate alınmayan 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan modelden elde edilen korelasyon katsayısı DDRK dikkate alınan 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan modelden %4.4 oranında daha fazladır.



#### 4.9 Değerlendirmeler İçin Tablolar

**Tablo 4.1:** +X yönü maksimum deplasman talepleri

<b>MAKSİMUM DEPLASMAN TALEPLERİ (mm) (+X YÖNÜ)</b>						
<b>İVME KAYITLARI</b>	<b>MODELLER</b>					
	<b>2.8m</b>	<b>3.5m</b>	<b>4.5m</b>	<b>D2.8m</b>	<b>D3.5m</b>	<b>D4.5m</b>
CAPEMEND-PET090	42.70	43.47	42.96	41.03	41.94	42.08
DZC-BOL090	128.36	131.81	133.50	124.92	129.44	132.86
Erz-Ew	48.87	54.93	68.79	44.79	49.93	61.09
KOBE-TAK090	419.27	403.93	365.79	416.16	401.80	361.48
KOC-DZC270	91.55	80.55	93.94	93.01	85.33	87.02
LANDERS-LCN275	137.79	157.14	230.40	132.80	136.72	189.41
LOMAP-LEX090	106.50	113.56	118.46	100.83	106.81	116.31
MORGAN-CYC285	33.02	34.99	40.34	47.85	33.37	37.02
NORTHR-NWH360	282.65	253.98	247.19	284.40	257.16	234.05
NORTHR-SYL090	67.57	64.77	61.40	75.86	65.48	62.74
CHICHI-TCU45W	56.02	69.44	52.05	51.95	60.66	66.35
GAZLI-GAZ000	107.51	108.32	119.61	114.84	110.16	111.16
KOBE-NIS000	84.71	82.73	61.35	85.32	81.65	73.83
NORTHR-SPV360	109.49	103.29	135.19	112.53	101.56	123.15
IMPVALL-H-E05140	59.10	62.85	72.43	54.02	57.52	66.72
KOCAELI-DZC180	78.20	59.56	36.15	90.96	73.66	38.63
NORTHR-CNP196	103.85	122.66	156.84	100.52	110.19	137.71
NORTHR-TAR360	190.60	175.64	162.83	181.30	174.14	152.58
PALMSPR-NPS210	42.61	45.34	51.83	56.18	42.74	47.21
WHITTER-A-EJS048	52.64	55.53	61.32	52.34	52.50	56.49
<b>ORTALAMA</b>	<b>112.15</b>	<b>111.22</b>	<b>115.62</b>	<b>113.08</b>	<b>108.64</b>	<b>109.90</b>

Doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanı analizinden her model için zamana bağlı olarak elde edilen deplasman taleplerinin pozitif yönde maksimumları hesaplanarak her ivme kaydı için sonuçlar Tablo 4.1’de verilmektedir. Ayrıca 20 gerçek ivme kaydından elde edilen sonuçların ortalamaları da verilmektedir. Ortalamalar DDRK dikkate alınmayan zemin kat yüksekliği 2.8m, 3.5m ve 4.5m olan modeller için sırasıyla 112.15mm, 111.22mm, 115.62mm olarak hesaplanmıştır. DDRK dikkate alınan modeller içinse sırasıyla 113.08mm, 108.64mm ve 109.90mm olarak elde edilmiştir. Ortalamalar değerlendirildiğinde dolgu duvar rijitlik katkısı, zemin kat yüksekliği 3.5m ve 4.5m olan modeller de deplasman talebini azaltırken, 2.8m zemin kat yüksekliğine sahip olan modelde deplasman talebini arttırmaktadır.

**Tablo 4.2:** -X yönü maksimum deplasman talepleri

<b>MAKSİMUM DEPLASMAN TALEPLERİ (mm) (-X YÖNÜ)</b>						
<b>İVME KAYITLARI</b>	<b>MODELLER</b>					
	<b>2.8m</b>	<b>3.5m</b>	<b>4.5m</b>	<b>D2.8m</b>	<b>D3.5m</b>	<b>D4.5m</b>
CAPEMEND-PET090	34.26	33.50	32.34	37.09	36.17	33.43
DZC-BOL090	194.42	183.46	163.31	199.13	184.87	163.54
Erz-Ew	205.15	207.80	201.89	196.72	200.68	198.45
KOBE-TAK090	230.08	253.54	290.70	208.83	233.12	268.42
KOC-DZC270	134.24	154.95	190.30	117.23	139.43	174.67
LANDERS-LCN275	52.90	56.75	57.28	46.86	52.98	56.59
LOMAP-LEX090	268.31	275.13	295.57	263.75	274.17	286.85
MORGAN-CYC285	220.13	225.46	231.82	211.17	216.46	223.61
NORTHR-NWH360	69.56	85.69	71.44	72.02	87.64	89.56
NORTHR-SYL090	215.64	237.74	278.04	206.00	223.47	258.78
CHICHI-TCU45W	74.00	67.76	76.43	78.03	75.05	72.71
GAZLI-GAZ000	133.35	143.14	145.66	136.01	138.41	144.31
KOBE-NIS000	65.80	67.03	82.14	65.41	61.97	69.92
NORTHR-SPV360	107.57	110.82	109.02	107.10	107.28	108.32
IMPVALL-H-E05140	99.50	102.22	111.16	98.74	98.66	103.38
KOCAELI-DZC180	72.98	90.32	117.14	65.65	74.99	103.87
NORTHR-CNP196	75.51	81.36	100.20	74.00	75.70	87.27
NORTHR-TAR360	109.06	113.50	107.87	106.63	109.59	112.33
PALMSPR-NPS210	201.30	211.47	225.72	191.55	198.60	213.65
WHITTER-A-EJS048	94.82	92.97	88.47	96.78	96.47	93.16
<b>ORTALAMA</b>	<b>132.93</b>	<b>139.73</b>	<b>148.82</b>	<b>128.93</b>	<b>134.29</b>	<b>143.14</b>

Doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanı analizinden her model için zamana bağlı olarak elde edilen deplasman taleplerinin negatif yönde mutlak maksimumları hesaplanarak her ivme kaydı için sonuçlar Tablo 4.2’de verilmektedir. Ayrıca 20 gerçek ivme kaydından elde edilen sonuçların ortalamaları da verilmektedir. Ortalamalar DDRK dikkate alınmayan zemin kat yüksekliği 2.8m, 3.5m ve 4.5m olan modeller için sırasıyla 132.93mm, 139.73mm, 148.82mm olarak hesaplanmıştır. DDRK dikkate alınan modeller içinse sırasıyla 128.93mm, 134.29mm ve 143.14mm olarak elde edilmiştir. Ortalamalar değerlendirildiğinde dolgu duvar rijitlik katkısı, zemin kat yüksekliği 2.8m, 3.5m ve 4.5m olan modeller de deplasman talebini azaltmaktadır. Ayrıca zemin kat yüksekliği arttıkça -X yönündeki deplasman talepleri de artmaktadır.

**Tablo 4.3:** +Y yönü maksimum deplasman talepleri

<b>MAKSİMUM DEPLASMAN TALEPLERİ (mm) (+Y YÖNÜ)</b>						
<b>İVME KAYITLARI</b>	<b>MODELLER</b>					
	<b>2.8m</b>	<b>3.5m</b>	<b>4.5m</b>	<b>D2.8m</b>	<b>D3.5m</b>	<b>D4.5m</b>
CAPEMEND-PET090	42.90	43.87	43.48	41.40	42.42	42.72
DZC-BOL090	130.97	134.97	139.93	127.52	133.72	138.40
Erz-Ew	48.04	54.39	68.26	44.86	49.50	60.16
KOBE-TAK090	338.12	321.29	293.63	349.73	329.86	296.91
KOC-DZC270	86.35	81.00	94.92	87.89	83.76	88.53
LANDERS-LCN275	119.70	134.55	214.61	120.57	118.86	171.29
LOMAP-LEX090	106.19	114.62	121.62	102.99	107.63	119.34
MORGAN-CYC285	53.24	37.24	40.52	77.24	57.32	36.27
NORTHR-NWH360	294.58	270.33	263.25	292.87	272.90	259.35
NORTHR-SYL090	67.20	62.62	59.51	82.89	71.49	63.39
CHICHI-TCU45W	57.29	67.81	61.66	57.07	61.71	75.92
GAZLI-GAZ000	114.89	111.13	106.26	129.85	119.50	111.07
KOBE-NIS000	82.71	79.78	61.35	87.10	80.67	77.50
NORTHR-SPV360	121.90	109.07	109.98	118.90	113.77	112.26
IMPVALL-H-E05140	56.44	62.22	73.64	54.95	56.97	66.44
KOCAELI-DZC180	92.70	76.01	37.66	111.78	90.30	53.78
NORTHR-CNP196	94.95	108.59	149.55	110.19	101.26	129.43
NORTHR-TAR360	125.80	118.79	118.19	156.43	126.59	115.36
PALMSPR-NPS210	54.22	45.19	51.96	99.69	52.13	47.14
WHITTER-A-EJS048	53.06	55.02	62.26	59.18	53.20	56.48
<b>ORTALAMA</b>	<b>107.06</b>	<b>104.43</b>	<b>108.61</b>	<b>115.65</b>	<b>106.18</b>	<b>106.09</b>

20 gerçek ivme kaydı altında Y analiz doğrultusu için pozitif yönde maksimum deplasman talepleri hesaplanarak her ivme kaydı için sonuçlar Tablo 4.3'de verilmektedir. Ayrıca 20 gerçek ivme kaydından elde edilen sonuçların ortalamaları da Tablo 4.3'de görülmektedir. Ortalamalar DDRK dikkate alınmayan zemin kat yüksekliği 2.8m, 3.5m ve 4.5m olan modeller için sırasıyla 107.06mm, 104.43mm, 108.61mm olarak hesaplanmıştır. DDRK dikkate alınan modeller içinse sırasıyla 115.65mm, 106.18mm ve 106.09mm olarak elde edilmiştir.



**Tablo 4.4:** -Y yönü maksimum deplasman talepleri

<b>MAKSİMUM DEPLASMAN TALEPLERİ (mm) (-Y YÖNÜ)</b>						
<b>İVME KAYITLARI</b>	<b>MODELLER</b>					
	<b>2.8m</b>	<b>3.5m</b>	<b>4.5m</b>	<b>D2.8m</b>	<b>D3.5m</b>	<b>D4.5m</b>
CAPEMEND-PET090	38.34	37.00	33.99	41.22	39.64	36.34
DZC-BOL090	217.74	202.85	173.15	223.66	205.79	177.94
Erz-Ew	207.64	213.57	209.39	193.49	200.90	203.75
KOBE-TAK090	227.83	252.52	289.25	200.86	227.71	262.41
KOC-DZC270	134.93	160.37	198.53	117.62	141.28	179.62
LANDERS-LCN275	52.10	59.56	57.45	43.30	51.87	60.04
LOMAP-LEX090	289.87	296.09	308.64	279.20	291.29	299.47
MORGAN-CYC285	219.22	225.75	234.38	206.79	214.08	223.29
NORTHR-NWH360	82.55	95.39	82.44	84.33	99.97	95.93
NORTHR-SYL090	239.01	254.39	280.85	223.47	232.45	254.14
CHICHI-TCU45W	83.23	79.12	80.94	83.05	83.37	81.51
GAZLI-GAZ000	164.82	176.67	178.59	188.82	162.90	167.78
KOBE-NIS000	81.16	76.94	88.15	87.91	79.93	72.22
NORTHR-SPV360	111.07	114.00	113.44	112.03	109.92	111.64
IMPVALL-H-E05140	106.24	107.77	112.14	106.05	105.59	107.03
KOCAELI-DZC180	71.55	84.75	121.99	70.41	73.15	96.04
NORTHR-CNP196	87.35	80.63	95.75	92.90	83.31	85.12
NORTHR-TAR360	145.84	149.01	129.45	126.81	138.63	138.64
PALMSPR-NPS210	194.62	205.44	221.09	192.31	188.61	205.59
WHITTER-A-EJS048	101.10	99.84	93.15	98.94	100.69	97.66
<b>ORTALAMA</b>	<b>142.81</b>	<b>148.58</b>	<b>155.14</b>	<b>138.66</b>	<b>141.55</b>	<b>147.81</b>

20 gerçek ivme kaydı altında Y analiz doğrultusu için negatif yönde mutlak maksimum deplasman talepleri hesaplanarak her ivme kaydı için sonuçlar Tablo 4.4'de verilmektedir. Ayrıca 20 gerçek ivme kaydından elde edilen sonuçların ortalamaları da Tablo 4.3'de görülmektedir. Ortalamalar DDRK dikkate alınmayan zemin kat yüksekliği 2.8m, 3.5m ve 4.5m olan modeller için sırasıyla 142.81mm, 148.58mm, 155.14mm olarak hesaplanmıştır. DDRK dikkate alınan modeller içinse sırasıyla 138.66, 141.55mm ve 147.81mm olarak elde edilmiştir. Ortalamalar incelendiğinde, bütün modellerde zemin kat yüksekliği arttıkça -Y yönündeki maksimum deplasman talepleri de artmaktadır.

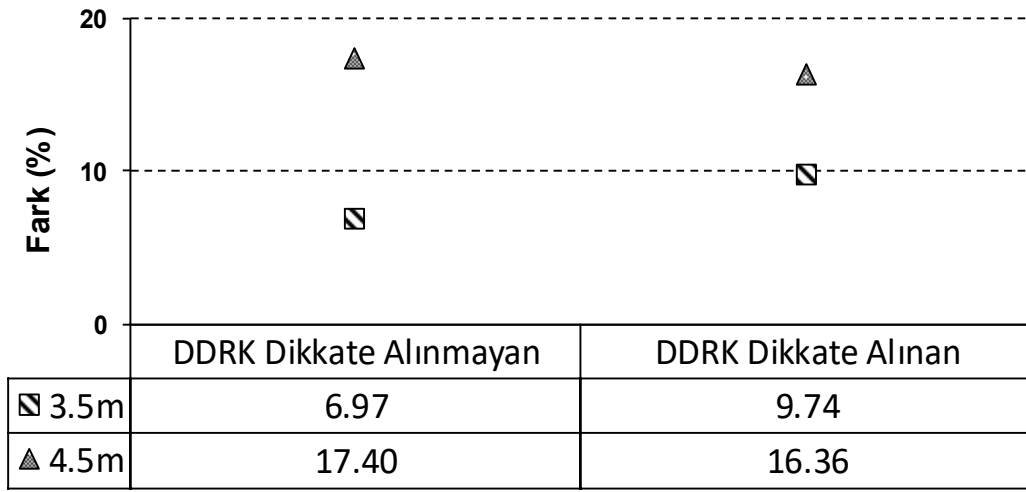
**Tablo 4.5:** X analiz doğrultusu için maksimum taban kesme kuvveti talepleri

<b>MAKSİMUM TABAN KESME KUVVETLERİ (kN) X ANALİZ DOĞRULTUSU</b>						
<b>İVME KAYITLARI</b>	<b>MODELLER</b>					
	<b>2.8m</b>	<b>3.5m</b>	<b>4.5m</b>	<b>D2.8m</b>	<b>D3.5m</b>	<b>D4.5m</b>
CAPEMEND-PET090	3380.99	3324.79	2533.70	3634.95	3296.04	2806.69
DZC-BOL090	6262.92	5722.77	4942.45	6682.22	6169.69	5329.28
Erz-Ew	5742.72	5427.09	4951.96	6028.37	5714.70	5215.15
KOBE-TAK090	7517.32	6931.05	6042.16	7682.40	7100.99	6256.34
KOC-DZC270	5971.08	5500.76	5259.57	6233.04	5726.39	5381.58
LANDERS-LCN275	6513.78	6011.78	5507.60	6883.99	6308.96	5741.57
LOMAP-LEX090	6433.37	6142.09	5569.44	6771.90	6436.17	5801.89
MORGAN-CYC285	6564.82	6116.91	5406.15	6866.43	6361.55	5671.01
NORTHR-NWH360	6824.35	6196.23	5384.26	6937.81	6320.02	5456.08
NORTHR-SYL090	6056.47	5574.38	5194.65	6093.40	5766.43	5434.50
CHICHI-TCU45W	4623.80	4469.05	4206.04	4896.74	4764.21	4333.30
GAZLI-GAZ000	5920.42	5565.44	4986.96	6111.95	5884.21	5212.23
KOBE-NIS000	5051.66	4692.87	4073.67	5245.81	4976.05	4351.21
NORTHR-SPV360	6391.13	5716.99	4846.11	6351.82	5749.36	5018.28
IMPVALL-H-E05140	5470.82	5092.25	4466.85	5703.87	5457.29	4795.28
KOCAELI-DZC180	5368.35	5138.23	4714.74	5352.02	5283.44	4972.73
NORTHR-CNP196	5261.82	4991.55	4621.89	5457.81	5124.15	4807.92
NORTHR-TAR360	6385.19	5814.71	5040.86	6561.68	5909.50	5195.95
PALMSPR-NPS210	6519.66	6083.82	5446.31	6866.80	6463.94	5765.39
WHITTER-A-EJS048	5123.02	4685.72	3763.40	5270.83	4973.59	4185.75
<b>ORTALAMA</b>	<b>5869.18</b>	<b>5459.92</b>	<b>4847.94</b>	<b>6081.69</b>	<b>5689.33</b>	<b>5086.61</b>

X analiz doğrultusu için yapılan doğrusal olmayan zaman tanım alanı analizlerinden her model ve her ivme kaydı altında maksimum taban kesme kuvvetleri kN cinsinden hesaplanıp sonuçlar Tablo 4.5’de verilmektedir. Ayrıca 20 gerçek ivme kaydından elde edilen sonuçların ortalamaları da verilmektedir. Ortalamalar DDRK dikkate alınmayan zemin kat yüksekliği 2.8m, 3.5m ve 4.5m olan modeller için sırasıyla 5869.18 kN, 5459.92 kN, 4847.94 kN olarak hesaplanmıştır. DDRK dikkate alınan modeller içinse sırasıyla 6081.69 kN, 5689.33 kN ve 5086.61 kN olarak elde edilmiştir. Ortalamalar değerlendirildiğinde, dolgu duvar rijitlik katkısı taban kesme kuvveti taleplerini arttırmaktadır. Ayrıca zemin kat yüksekliği arttıkça taban kesme kuvveti talebi azalmaktadır.

Ortalamalar incelendiğinde, zemin kat yüksekliği 2.8m olan DDRK dikkate alınan ve alınmayan modeller referans alınarak, referansa göre zemin kat yüksekliği

3.5m ve 4.5m olan DDRK dikkate alınan ve alınmayan modellerdeki maksimum taban kesme kuvveti azalma oranları Şekil 4.39’da verilmektedir.



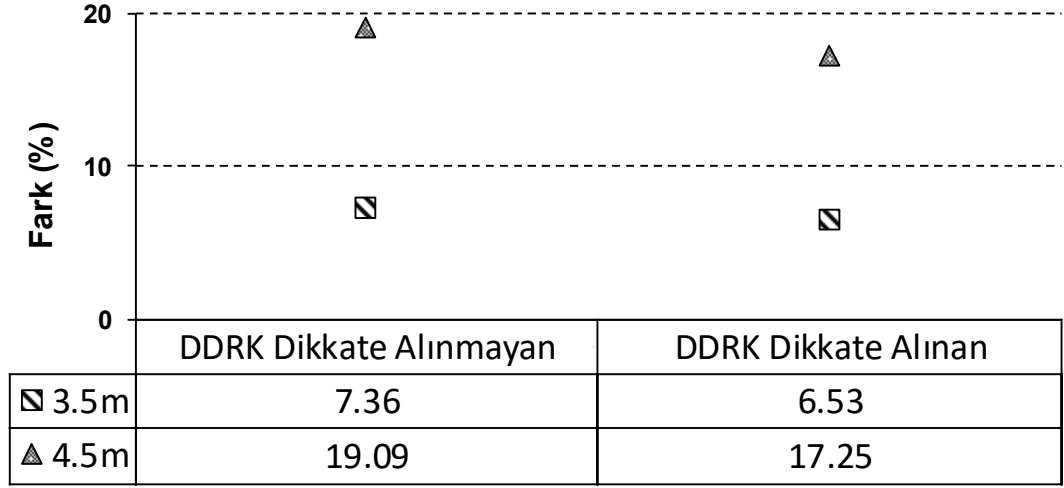
**Şekil 4.39:** X analiz doğrultusu için bütün modellerin referans modele göre maksimum taban kesme kuvveti azalma oranları

Şekil 4.39 incelendiğinde, DDRK dikkate alınmayan modellerde 2.8m zemin kat yüksekliğine sahip model referans alındığında, 3.5m zemin kat yüksekliğine sahip modeldeki azalma oranı %6.97, 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan modelde ise %17.40 oranında azalma olmaktadır. DDRK dikkate alınan modellerde ise D2.8m model referans alındığında azalma oranları 3.5m zemin kat yüksekliğine sahip model için %9.74, 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip modeldeki artış ise %16.36 olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 4.6:** Y analiz doğrultusu için maksimum taban kesme kuvveti talepleri

<b>MAKSİMUM TABAN KESME KUVVETLERİ (kN) Y ANALİZ DOĞRULTUSU</b>						
<b>DEPREMLER</b>	<b>MODELLER</b>					
	<b>2.8m</b>	<b>3.5m</b>	<b>4.5m</b>	<b>D2.8m</b>	<b>D3.5m</b>	<b>D4.5m</b>
CAPEMEND-PET090	3603.69	3238.07	2683.18	4194.29	3540.66	3044.38
DZC-BOL090	6793.13	6200.46	5253.21	7210.13	6671.17	5743.69
Erz-Ew	5987.42	5648.60	5123.81	6340.01	6017.66	5490.17
KOBE-TAK090	7701.40	7048.27	6025.71	8006.79	7408.66	6481.78
KOC-DZC270	6359.42	5801.26	5352.41	6700.15	6223.36	5536.34
LANDERS-LCN275	6889.61	6321.17	5644.76	7152.28	6630.15	5943.98
LOMAP-LEX090	6671.44	6332.85	5582.26	7086.72	6693.85	5952.96
MORGAN-CYC285	6817.98	6285.91	5489.23	7279.26	6685.16	5869.42
NORTHR-NWH360	7253.57	6566.18	5488.73	7464.11	6664.12	5716.49
NORTHR-SYL090	6163.80	5661.27	5264.94	6500.54	6011.29	5543.92
CHICHI-TCU45W	5031.53	4777.60	4420.17	5153.76	5113.64	4660.01
GAZLI-GAZ000	6347.14	5939.39	5275.46	6416.90	6352.17	5639.26
KOBE-NIS000	5461.28	5054.98	4344.98	5415.14	5410.07	4721.24
NORTHR-SPV360	6616.69	5939.80	4974.87	6759.69	6267.64	5340.68
IMPVALL-H-E05140	5825.72	5475.55	4697.94	6060.63	5869.51	5195.25
KOCAELI-DZC180	5530.72	5328.25	4918.33	5702.15	5502.71	5194.82
NORTHR-CNP196	5648.18	5534.12	4896.05	6030.12	5526.19	5194.52
NORTHR-TAR360	7039.61	6291.88	5194.70	7554.83	6555.92	5574.86
PALMSPR-NPS210	6832.26	6332.91	5563.13	7173.83	6814.24	6002.72
WHITTER-A-EJS048	5122.96	4813.81	3885.79	5348.65	5131.08	4351.97
<b>ORTALAMA</b>	<b>6184.88</b>	<b>5729.62</b>	<b>5003.98</b>	<b>6477.50</b>	<b>6054.46</b>	<b>5359.92</b>

Y analiz doğrultusu için yapılan doğrusal olmayan zaman tanım alanı analizlerinden her model ve her ivme kaydı altında maksimum taban kesme kuvvetleri kN cinsinden hesaplanıp sonuçlar Tablo 4.6’da verilmektedir. Ayrıca 20 gerçek ivme kaydından elde edilen sonuçların ortalamaları da verilmektedir. Ortalamalar DDRK dikkate alınmayan zemin kat yüksekliği 2.8m, 3.5m ve 4.5m olan modeller için sırasıyla 6184.88 kN, 5729.62 kN, 5003.98 kN olarak hesaplanmıştır. DDRK dikkate alınan modeller içinse sırasıyla 6477.50 kN, 6054.46 kN ve 5359.92 kN olarak elde edilmiştir. Ortalamalar değerlendirildiğinde, dolgu duvar rijitlik katkısı taban kesme kuvveti taleplerini arttırmaktadır. Ayrıca zemin kat yüksekliği arttıkça taban kesme kuvveti talebi azalmaktadır.



**Şekil 4.40:** Y analiz doğrultusu için bütün modellerin referans modele göre maksimum taban kesme kuvveti azalma oranları

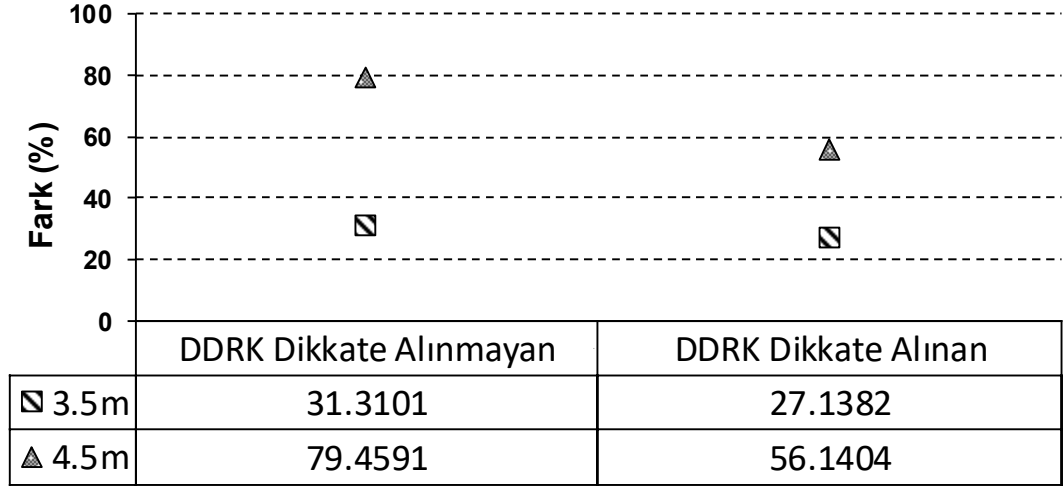
Şekil 4.40 incelendiğinde, DDRK dikkate alınmayan modellerde 2.8m zemin kat yüksekliğine sahip model referans alındığında, 3.5m zemin kat yüksekliğine sahip modeldeki azalma oranı %7.36, 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan modelde ise %19.09 oranında azalma olmaktadır. DDRK dikkate alınan modellerde ise D2.8m model referans alındığında azalma oranları 3.5m zemin kat yüksekliğine sahip model için %6.53, 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip modeldeki azalma oranı ise %17.25 olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 4.7:** X analiz doğrultusu için zemin kat görelî kat ötelenmesi oranları

<b>ZEMİN KAT GÖRELİ KAT ÖTELENME ORANLARI (%) X ANALİZ DOĞRULTUSU</b>						
<b>İVME KAYITLARI</b>	<b>MODELLER</b>					
	<b>2.8m</b>	<b>3.5m</b>	<b>4.5m</b>	<b>D2.8m</b>	<b>D3.5m</b>	<b>D4.5m</b>
CAPEMEND-PET090	0.1192	0.1527	0.1913	0.1246	0.1519	0.1807
DZC-BOL090	0.6796	0.8757	1.0940	1.0076	1.1626	1.2680
Erz-Ew	1.0616	1.3797	1.7100	1.2024	1.5312	1.8159
KOBE-TAK090	2.8854	3.1865	3.5934	3.1042	3.4222	3.5056
KOC-DZC270	0.7539	1.2465	1.8314	0.7059	1.1985	1.7150
LANDERS-LCN275	0.9076	1.2822	2.1596	0.9863	1.2035	1.8372
LOMAP-LEX090	1.7424	2.1418	2.7642	1.9365	2.3366	2.8145
MORGAN-CYC285	1.2333	1.5769	1.9882	1.3670	1.6855	2.0373
NORTHR-NWH360	1.4179	1.4915	1.8306	1.6055	1.6582	1.8019
NORTHR-SYL090	1.1634	1.6771	2.4249	1.2845	1.7507	2.3693
CHICHI-TCU45W	0.2727	0.0770	0.6628	0.2891	0.4399	0.6204
GAZLI-GAZ000	0.7032	1.0373	1.4063	0.7914	1.0660	1.3684
KOBE-NIS000	0.3443	0.4717	0.2298	0.3526	0.5484	0.5777
NORTHR-SPV360	0.2991	0.4689	1.2205	0.3390	0.5580	1.1408
IMPVALL-H-E05140	0.5267	0.7816	0.9719	0.3493	0.5767	1.0075
KOCAELI-DZC180	0.1130	0.6763	1.1744	0.2086	0.4481	1.0638
NORTHR-CNP196	0.2676	0.5098	1.0568	0.3287	0.5637	1.1408
NORTHR-TAR360	0.6572	0.8541	0.9898	0.6925	0.8385	0.9656
PALMSPR-NPS210	1.2727	1.6306	2.0939	1.3185	1.6739	2.0694
WHITTER-A-EJS048	0.2200	0.3316	0.4684	0.2454	0.3748	0.5481
<b>ORTALAMA</b>	<b>0.8320</b>	<b>1.0925</b>	<b>1.4931</b>	<b>0.9120</b>	<b>1.1595</b>	<b>1.4924</b>

X analiz doğrultusu için yapılan doğrusal olmayan zaman tanım alanı analizlerinden her model ve her ivme kaydı altında zemin kat görelî kat ötelenme oranları % olarak hesaplanarak sonuçlar Tablo 4.7’de verilmektedir. Ayrıca 20 gerçek ivme kaydından elde edilen sonuçların ortalamaları da verilmektedir. Ortalamalar DDRK dikkate alınmayan zemin kat yüksekliği 2.8m, 3.5m ve 4.5m olan modeller için sırasıyla %0.8320, %1.0925, %1.4931 olarak hesaplanmıştır. DDRK dikkate alınan modeller içinse sırasıyla %0.9120, %1.1595 ve %1.4924 olarak elde edilmiştir.

Ortalamalar incelendiğinde, zemin kat yüksekliği 2.8m olan DDRK dikkate alınan ve alınmayan modeller referans alınarak, referansa göre zemin kat yüksekliği 3.5m ve 4.5m olan DDRK dikkate alınan ve alınmayan modellerdeki zemin kat görelî ötelenme oranları artışları Şekil 4.41’de verilmektedir.



**Şekil 4.41:** X analiz doğrultusu için bütün modellerin referans modele göre zemin kat görelî kat ötelenme oranları artışları

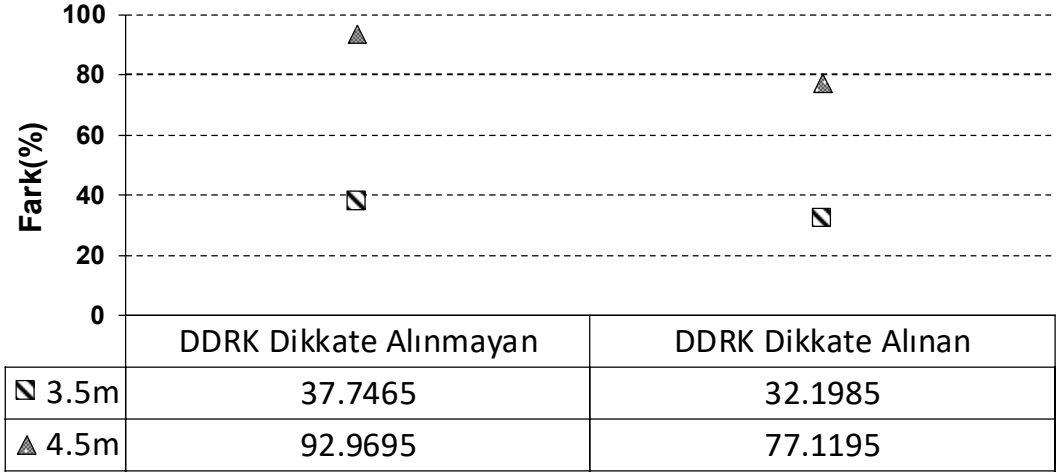
Şekil 4.41 incelendiğinde, DDRK dikkate alınmayan modellerde 2.8m zemin kat yüksekliğine sahip model referans alındığında, 3.5m zemin kat yüksekliğine sahip modeldeki artış %31.31, 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan modelde ise %79.46 artış olmaktadır. DDRK dikkate alınan modellerde ise 2.8m model referans alındığında artışlar 3.5m zemin kat yüksekliğine sahip model için %27.14, 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip modeldeki artış ise %56.15 olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 4.8:** Y analiz doğrultusu için zemin kat görelî kat ötelenmesi oranları

<b>ZEMİN KAT GÖRELİ KAT ÖTELENME ORANLARI (%) Y ANALİZ DOĞRULTUSU</b>						
<b>İVME KAYITLARI</b>	<b>MODELLER</b>					
	<b>2.8m</b>	<b>3.5m</b>	<b>4.5m</b>	<b>D2.8m</b>	<b>D3.5m</b>	<b>D4.5m</b>
CAPEMEND-PET090	0.1110	0.1445	0.1804	0.1084	0.1362	0.2025
DZC-BOL090	0.7815	1.0129	1.2066	1.1508	1.3233	1.4020
Erz-Ew	1.0998	1.4919	1.9008	1.1875	1.5792	1.9497
KOBE-TAK090	2.4606	2.8779	3.6000	2.7751	3.0878	3.2260
KOC-DZC270	0.8374	1.4038	2.1330	0.7421	1.2774	1.9407
LANDERS-LCN275	0.7700	1.2027	2.3867	0.7675	1.0254	1.8173
LOMAP-LEX090	1.9983	2.4474	3.3115	2.1655	2.6566	3.2571
MORGAN-CYC285	1.2789	1.6305	2.1631	1.3983	1.7421	2.1014
NORTHR-NWH360	1.4976	1.6591	2.1841	1.6273	1.8143	2.1737
NORTHR-SYL090	1.2605	1.7927	2.6602	1.3470	1.8156	2.5207
CHICHI-TCU45W	0.2781	0.4465	0.7410	0.2557	0.4494	0.6679
GAZLI-GAZ000	1.0128	1.3973	1.8606	1.0495	1.3869	1.7558
KOBE-NIS000	0.3440	0.5426	0.4085	0.1979	0.5368	0.3923
NORTHR-SPV360	0.3148	0.5033	0.7372	0.2291	0.4498	1.0854
IMPVALL-H-E05140	0.3405	0.9066	1.0662	0.3002	0.5876	1.1041
KOCAELI-DZC180	0.1602	0.4884	1.2663	0.2151	0.2077	1.0267
NORTHR-CNP196	0.2046	0.3862	0.9752	0.2608	0.3811	0.9038
NORTHR-TAR360	0.7995	1.1012	1.2605	0.7197	1.0827	1.3374
PALMSPR-NPS210	1.2649	1.6868	2.3143	1.1609	1.6887	2.1988
WHITTER-A-EJS048	0.2255	0.3487	0.5258	0.2005	0.3798	0.5673
<b>ORTALAMA</b>	<b>0.8520</b>	<b>1.1736</b>	<b>1.6441</b>	<b>0.8929</b>	<b>1.1804</b>	<b>1.5815</b>

Y analiz doğrultusu için yapılan doğrusal olmayan zaman tanım alanı analizlerinden her model ve her ivme kaydı altında zemin kat görelî kat ötelenme oranları % olarak hesaplanarak sonuçlar Tablo 4.8’de verilmektedir. Ayrıca 20 gerçek ivme kaydından elde edilen sonuçların ortalamaları da verilmektedir. Ortalamalar DDRK dikkate alınmayan zemin kat yüksekliği 2.8m, 3.5m ve 4.5m olan modeller için sırasıyla %0.8520, %1.1736, %1.6441 olarak hesaplanmıştır. DDRK dikkate alınan modeller içinse sırasıyla %0.8929, %1.1804 ve %1.5815 olarak elde edilmiştir.





**Şekil 4.42:** Y analiz doğrultusu için bütün modellerin referans modele göre zemin kat görelî kat ötelenme oranları artışları

Şekil 4.42 incelendiğinde, DDRK dikkate alınmayan modellerde 2.8m zemin kat yüksekliğine sahip model referans alındığında, 3.5m zemin kat yüksekliğine sahip modeldeki artış %37.75, 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan modelde ise %92.97 artış olmaktadır. DDRK dikkate alınan modellerde ise D2.8m model referans alındığında artışlar 3.5m zemin kat yüksekliğine sahip model için %32.20, 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip modeldeki artış ise %77.12 olarak hesaplanmıştır.

## 5. SONUÇLAR VE DEĞELENDİRMELER

### 5.1 Genel

Tez kapsamında orta yükseklikteki betonarme binaları temsil eden 10 katlı bina modellerinde zemin kat yüksekliğindeki artışla birlikte yapının yatay ötelenme rijitliği azalmaktadır. Dolayısıyla yapı dinamik özellikleri de değişmektedir. Rijitlik katkısı dikkate alınan dolgu duvar oranları ve kat yerleşimi de zemin kat ve normal katlar arasında değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle incelenen binaların sismik davranışları ile ilgili genellemeler yapmayı zorlaştırmaktadır. Tez kapsamında elde edilen sonuçların farklı dinamik ve statik özelliklere sahip binalar için kullanılırken dikkat edilmesi büyük önem arz etmektedir.

Çalışma kapsamında, zemin kat yükseklikleri arttırılarak ve dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerin, zemin katta X doğrultusunda uzanan dolgu duvarlar ile Y doğrultusunda iç akslarda uzanan dolgu duvarlar kaldırılarak 10 katlı 3 boyutlu yumuşak katlı modeller oluşturulmuştur.

20 gerçek ivme kaydı altında her iki asal doğrultuda doğrusal olmayan zaman tanım alanında dinamik analiz sonuçları derlenerek maksimum taban kesme kuvveti talepleri, çatı katı deplasman talepleri ve görelî kat ötelenme oranları ile deplasman ve görelî kat ötelenme oranlarının katlara göre dağılımlarını veren profiller elde edilmiştir. Ayrıca çatı katı deplasmanı ve görelî kat ötelenmesi oranlarının taban kesme kuvvetiyle olan korelasyon ilişkisine bakılmıştır. Buna ek olarak her model için doğrusal olmayan statik itme analizi yapılarak kapasite eğrileri karşılaştırılmıştır.

Periyot artışı genel olarak kuvvet talebini düşürmekte iken, deplasman talebini arttırmaktadır. Ayrıca dinamik analizin doğası gereği sonuçların ivme kaydının frekans içeriğinden doğrudan etkilendiği açıkça görülmektedir. Bu nedenle karşılaştırmalarda ivme kayıtlarından elde edilen sonuçlar yerine 20 adet ivme kaydına ait sonuçların ortalaması kullanılmıştır.

## 5.2 Elde Edilen Bulgular ve Sonuç Değerlendirmesi

- Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde yumuşak kat düzensizliğinin yapı sismik davranışını ve taleplerin katlar arasındaki dağılımını büyük oranda değiştirdiği söylenebilir.
- Zemin kat yüksekliğinin artması ile kat mekanizması oluşması durumunda sismik taleplerin önemli bir kısmı zemin katta toplanmaktadır. Taleplerin bir katta yoğunlaşması nedeniyle daha düşük çatı deplasman talepleri altında yapı hasar oranı artmaktadır.
- Yapı kat mekanizması 3.5 metre zemin kat yüksekliğine sahip modellerde sınırlı düzeyde oluşmaktadır. Zemin kat yüksekliğinin 4.5 metre alınması durumunda ise tüm modellerde kat mekanizmasının oluştuğu ve yapı plastik davranışının önemli kısmının zemin katta meydana geldiği görülmektedir.
- Kullanılan referans modellerde zemin kat yüksekliğinin diğer katlara oranla %25 oranında artışına kadar sismik davranışta önemli bir farklılığın meydana gelmediği söylenebilir. Ancak kullanılan binanın modern deprem yönetmeliği olan 1998 yönetmeliğine göre projelendirildiği unutulmamalıdır. Bina modern yönetmeliğin gerektirdiği unsurları sağlamakta ve yeterli sünek düzeyine sahiptir. Sınırlı oranda sünek davranış gösteren binalarda böyle bir genellemenin yapılması mümkün değildir.
- Dolgu duvarların yatay ötelenme rijitlik katkısı oldukça sınırlı düzeydedir. Boşluk oranı yüksek olan duvarların rijitlik katkısının dikkate alınmaması, yumuşak katlı binalarda genel olarak zemin katta dolgu duvar oranındaki düşüşün kullanılan modellere yansıtılması gibi nedenlerle bu etkilerin sınırlı olmasına neden olduğu düşünülmektedir.
- Kapasite eğrileri incelendiğinde dolgu duvar etkisi ile bina akma dayanımında, X analiz doğrultusunda, bütün modellerde  $\approx$ %5 oranında artış gözlenmektedir. Y analiz doğrultusunda ise bu artışlar 2.8m için %5.62, 3.5m için %7.13, 4.5m için %9.1 olarak gözlenmiştir.
- Her iki asal doğrultunun tüm yönleri için elde edilen deplasman profilleri incelendiğinde zemin kat yüksekliğinin artması deplasman

taleplerinin alt katlarda artmasına sebep olmaktadır. Bu durum yumuşak kat etkisinin bir sonucudur.

- Her iki analiz doğrultusundaki görelî kat ötelenmesi profilleri incelendiğinde, zemin kat yüksekliği arttıkça görelî kat ötelenmesi oranlarının alt katlarda daha büyük değerlere ulaşarak üst katlardaki GKÖO değerlerinin azalmasına sebep olmaktadır. Bu durum yumuşak kat mekanizmasının sonucudur.
- Her iki asal doğruitu için de yumuşak kat etkisinin en belirgin olduğu durum olan 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınmayan ve dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerde maksimum taban kesme kuvveti ile maksimum görelî kat ötelenmesi oranı arasında %78-%86 düzeyinde korelasyon(ilişki) elde edilmiştir. Sonuç olarak, yumuşak kat etkisinin bu iki parametrenin arasındaki ilişkiyi ciddi düzeyde arttırdığı sonucuna varılmıştır.
- Maksimum taban kesme kuvveti ile çatı katı deplasman talebi arasındaki korelasyonlar(ilişki) değerlendirildiğinde; yumuşak kat etkisinin en belirgin olduğu durum olan 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip olan modellerde bu iki parametre arasında %75-%82 düzeyinde korelasyon elde edilmiştir. Yumuşak kat etkisinin bu parametrelerin arasındaki korelasyon üzerinde dikkate alınır düzeyde etkisi vardır sonucuna varılmaktadır.
- Çatı katı deplasmanı ile görelî kat ötelenme oranı ve taban kesmesi arasındaki korelasyonun artması, taleplerin belirli bir katta yoğunlaşması ile doğrudan ilgilidir. Zemin kat yüksekliğindeki artışla birlikte bu değerler arasındaki korelasyonun artması kat mekanizması davranışının önemli bir belirtisidir.
- Yumuşak kat etkisini kontrol eden en önemli parametre görelî kat ötelenmesidir. Analizlerde kullanılan ivme kayıtlarının ortalama zemin kat görelî kat ötelenme oranları (GKÖO) dikkate alındığında, zemin kat yüksekliğinin artması zemin kat GKÖO değerlerini ciddi oranda arttırmaktadır. Elde edilen bu sonuç, literatürde yer alan görüşler ile uyumlu ve desteklemektedir.

- Dolgu duvar rijitlik katkısının dikkate alınması ile bina periyotlarını azaltması sebebiyle spektral ivme taleplerinde artış meydana gelebilmektedir. Bu durum dolgu duvar rijitlik katkısı dikkate alınan modellerde daha yüksek deplasman talepleri elde edilmesine sebep olabilmektedir.
- İvme kayıtlarının ortalama ivme spektrumu incelendiğinde bina periyotlarının sabit ivme bölgesini geçtiği görülmektedir. Bu nedenle periyot düşüşü ile birlikte belirli düzeyde talep artışının meydana gelmesi beklenen bir durumdur.
- 20 gerçek ivme kaydından elde edilen maksimum çatı katı deplasman taleplerinin ortalamaları dikkate alındığında, dolgu duvarın rijitlik ve dayanıma olan katkısı sebebiyle X analiz doğrultusu için 2.8m, 3.5m ve 4.5m zemin kat yükseklikleri için azalma oranları sırasıyla %1.53, %3.35 ve %5.57'dir. Fakat Y analiz doğrultusu için 2.8m %0.35 artarken 3.5m %3.38, 4.5m %5.32 azalmaktadır. Artış nedeni sistemin Y analiz doğrultusu için değişen dayanım ve rijitlik özellikleri sebebiyle 2.8m zemin kat yüksekliğine sahip etkin periyot değeri için spektral ivme değerindeki ani artış olabilir. Buradan dolgu duvarın rijitlik katkısının çatı katı deplasman talepleri üzerindeki etkisi sınırlı düzeydedir sonucuna varılabilir.

Sonuç olarak elde edilen veriler değerlendirildiğinde, kullanılan bina için zemin kat yüksekliğinin %25'e kadar arttırılmasının yapı sismik davranışında önemli bir değişikliğe neden olmadığı söylenebilir. Zemin kat yüksekliğinin %60 arttırıldığı 4.5m zemin kat yüksekliğine sahip modellerin tamamında yumuşak kat mekanizması meydana gelmiş ve hasarlar zemin katta yoğunlaşmıştır. Dolgu duvarların rijitlik katkısı ise beklenen düzeyin altındadır. Özellikle boşluk oranı yüksek duvarların rijitlik katkısının dikkate alınmaması ve yumuşak katlı modellerde zemin kat dolgu duvar oranının düşmesinin elde edilen sonuçlarda etkisinin olduğu düşünülmektedir.

Kullanılan binanın modern deprem yönetmeliği olan 1998 yönetmeliğine göre projelendirildiği unutulmamalıdır. Bina modern yönetmeliğin gerektirdiği unsurları sağlamakta ve yeterli sünek düzeyine sahiptir. Sınırlı oranda sünek davranış gösteren binalarda böyle bir genellemenin yapılması mümkün değildir. Farklı kat yüksekliğine

sahip modeller kullanılarak çalışmanın genişletilmesi ve sınırlı plastik deformasyon yeteneğine sahip binaların da dikkate alınması ile elde edilen sonuçların karşılaştırılması yumuşak kat davranış özelliklerinin daha gerçekçi şekilde ortaya konmasına katkı sağlayacaktır.



## 6. KAYNAKLAR

ABYYHY-1975, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara, (2007).

ABYYHY-1998, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara, (1998).

Ali, S., Malik, F., Sonone, T., Kalbande, B., Agale, H., “Analysis of Building with Soft Storey during Earthquake”, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(3), (2017)

ATC40 Seismic Evaluation And Retrofit Of Concrete Buildings, *Applied Technology Council*, California, (1996).

Bayülke, N., “Betonarme Yapının Dolgu Duvarı”, *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 426, (2003).

Beşikçi, O.B., “Düşük ve Orta Yükseklikteki Yumuşak Katlı Binaların Deplasman Taleplerinin Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanım Alanında Analizle Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, Denizli, (2013).

Canbay, E., Ersoy, U., Özcebe, G., Sucuoğlu, H., Wasti, S.T.(Eds.), “Binalar İçin Deprem Mühendisliği Temel İlkeler”, (2012).

Çağlar, N., Öztürk, H., Demir, A., Akkaya, A., “TDY2007’ye Göre Tasarlanmış Betonarme Bir Yapının Doğrusal Elastik Olmayan Analiz Yöntemleri ile İncelenmesi”, *ISITES2014 Karabük*, (2014).

Çağlayan, E., “Betonarme Çerçevelerin Yatay Yüklere Göre Analizinde Dolgu Duvar Etkisinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, Manisa, (2006).

Çaycı, B.T., “Yapı Zemin Etkileşiminin Mevcut Binaların Sismik Performansı Üzerindeki Etkileri”, Doktora Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, Denizli, (2016).

Dadi, V., Agarwal, P., “Nonlinear Cyclic Performance Evaluation of Soft Storey RC Frame Buildings Based on Different Characteristics of Reinforcement”, *KSCE Journal of Civil Engineering*, 1-9, (2015).

Daniel, S., “Aspects on the performance of buildings with soft and weak storeys”, *Technical University of Civil Engineering of Bucharest*, Bucharest, (2015).

Erçetin, İ., “Düzensiz Betonarme Yapılarda Dolgu Duvar Etkisinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, Manisa. (2004).

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

Fahjan, Y.M., “Türkiye Deprem Yönetmeliği (TDY, 2007) Tasarım İvme Spektrumuna Uygun Gerçek Deprem Kayıtlarının Seçilmesi ve Ölçeklenmesi”, *İMO Teknik Dergi*, (2008).

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

Hirde, S., Tepugade, G., “Seismic Performance of Multistorey Building with Soft Storey at Different Level with RC Shear Wall”, *International Journal of Current Engineering and Technology*, 4(3), (2014).

İnel, M., Özmen, H.B., Şenel, Ş.M. ve Kayhan, A.H., “Mevcut Betonarme Binaların Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi”, *Uluslararası Sakarya Sempozyumu*, Sakarya, (2009).

İnel, M., Şenel, Ş.M., Özmen, H.B., “Düşük ve Orta Yükseklikteki Betonarme Yapıların Deprem Performanslarını Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi”, *Tübitak Proje No:107M569*, (2011).

İnel, M., Şenel, Ş.M., Özmen, H.B., “Simav ve Van Depremleri Yapı Hasar Nedenlerinin Değerlendirilmesi”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2011

Kabakuşak, S., “Çok Katlı Betonarme Binaların Sismik Performanslarının Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, Denizli, (2017).

Karasu, T.O., Erdem, R.T., Demir, A., Bağcı, M., “Yumuşak Kat Düzensizliği Bulunan Betonarme Bir Binanın Performansının İncelenmesi”, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, ISSN 1305-1385, (2011).



Korkmaz, A., Uçar, T., İrtem, E., “Yumuşak Kat Düzensizliğinin Ve Dolgu Duvarların Betonarme Binaların Deprem Davranışına Etkileri”, *Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü*, İzmir, (2010).

Mahmoud, s., Genidy, M., Tahooun, H., “Time-History Analysis of Reinforced Concrete Frame Buildings with Soft Storeys”, *Arab J Sci Eng*, (2016).

Mander, J.B., Priestley, M.J.N. and Park, R., “Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete”, *ASCE: Journal of Structural Engineering*, 114(8),1804-1826, (1988).

Meral, E., “Düşük ve Orta Yükseklikteki Betonarme Yapıların Sismik Deplasman Taleplerinin Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, Denizli. (2010).

Ozmen, H.B., İnel M., Senel S.M. and Kayhan, A.H., “Load Carrying System Characteristics of Existing Turkish RC Building Stock”, *International Journal of Civil Engineering*, 13(1), 76-91 (2015)

Öktem, O., “Betonarme Çerçeve Sistemlerinin Lineer Olmayan Hesabı ve Dolgu Duvarların Modellenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Mühendisliği Anabilim Dalı*, İstanbul. (2003).

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

Özmen, H.B., İnel, M., Bilgin, H., “Yumuşak Kat Davranışının Duvar Etkisi Dikkate Alınarak İncelenmesi”, *Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, İstanbul, (2007).

Özmen, H.B., İnel, M., Şenel, Ş.M., “Mevcut Türk Betonarme Yapı Stoğu Dayanım ve Deformasyon Özellikleri”, *Yedinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, İstanbul, (2011).

Peer, 15 June 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; Tubitak Proje No: 105M024, (2008).

Tarakçı, U., “Mevcut Yapıların İncelenmesi Ve Dolgu Duvar Takviyesi İle Güçlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, Denizli. (2006).

Tezcan, T., Başaran, H., Demir, A., Bağcı, M., “Yumuşak Kat Oluşumunda Duvar Etkisi Ve Türk Deprem Yönetmeliğinin Konuya Yaklaşımı”, *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 9(1), 29-38, (2013).

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

Uruci, R., Bilgin, H., “Effects of Soft storey Irregularity on RC building Response”, *3rd International Balkans Conference on Challenges of Civil Engineering*, Albania, (2016).

Wikipedia, 15 January 2001, <https://en.wikipedia.org>, (2001).

Wilson, E.L., Three-Dimensional Static and Dynamic Analysis of Structures, *Computers and Structures Inc.*, 234- 249, (2002).

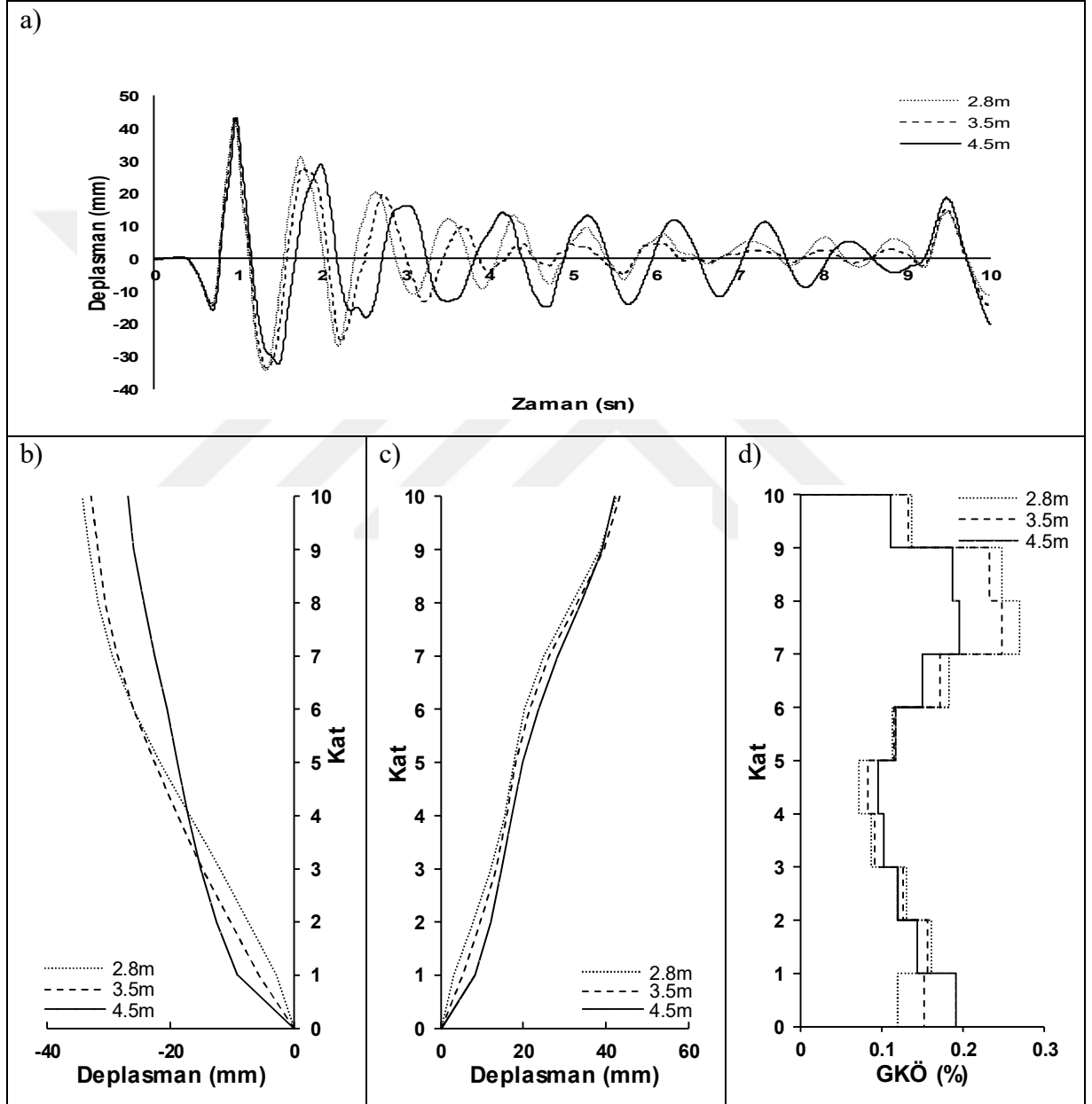
Yalçın, E., “Dolgu Duvarları ve Konumlarının Çok Katlı Betonarme Yapıların Deprem Kuvvetleri Altındaki Davranışına Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, İstanbul, (1999).



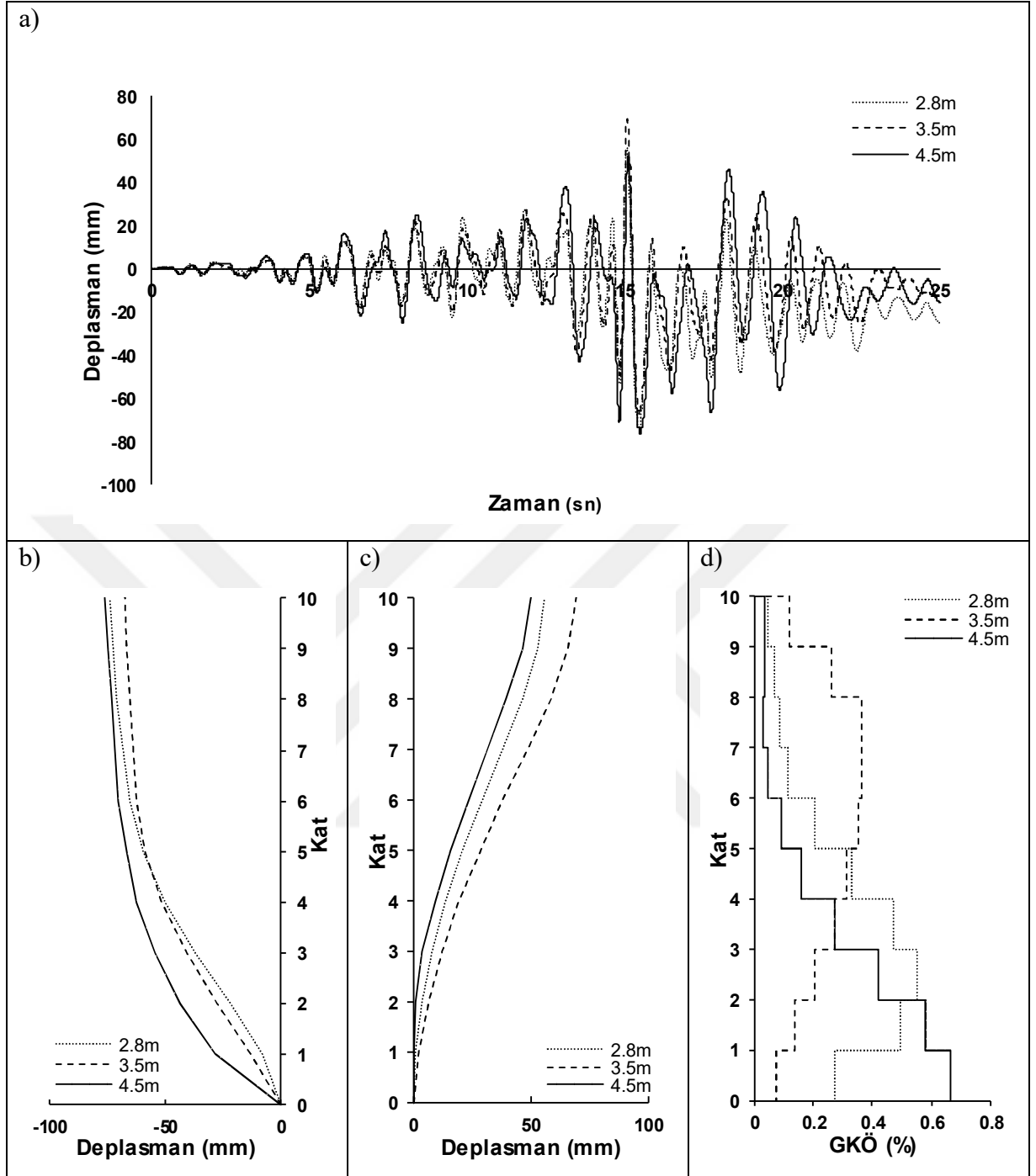
# **EKLER**

## 7. EKLER

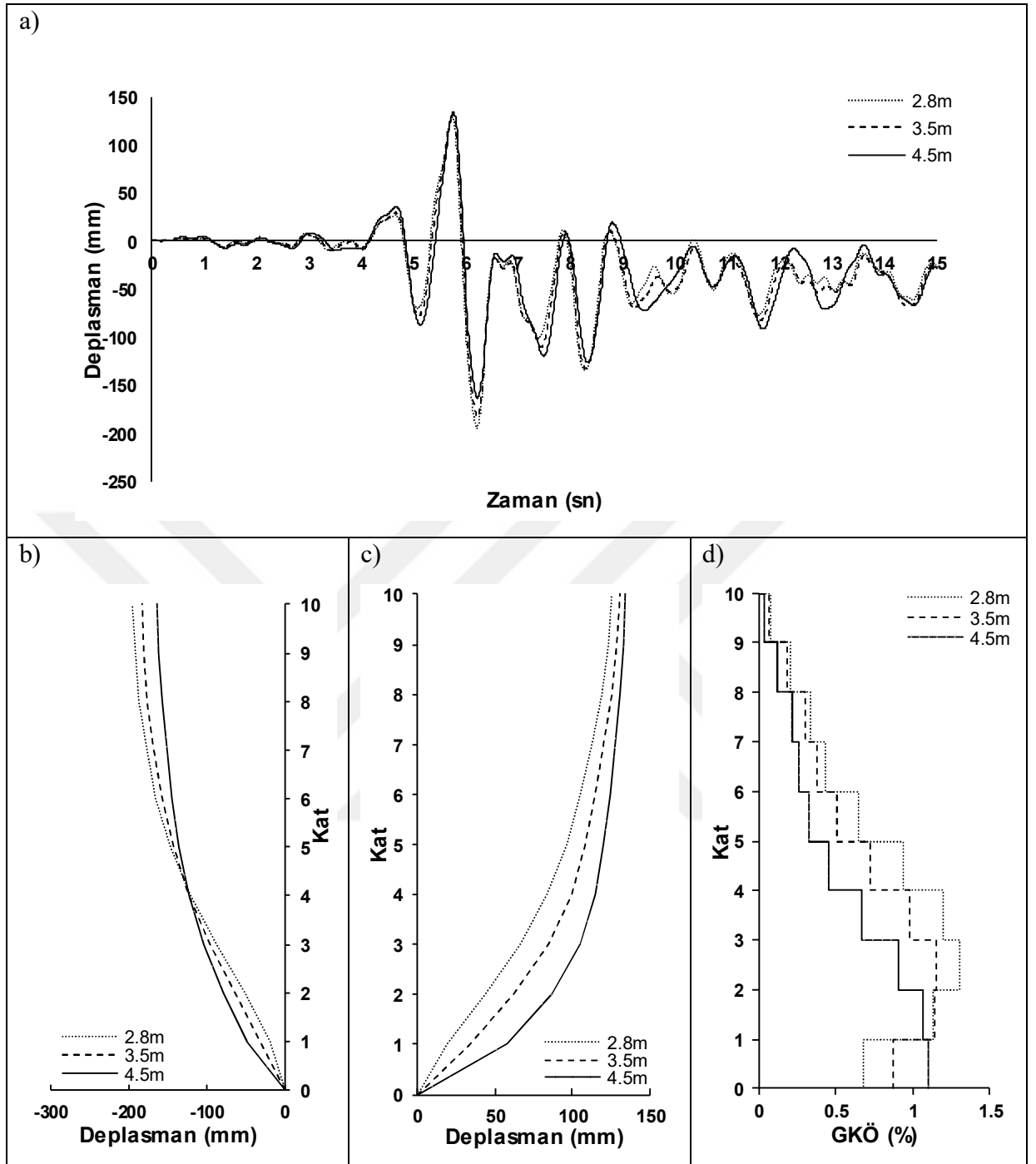
### EK A.1 Dolgu Duvar Rijitlik Katkısı Dikkate Alınmayan 2.8m, 3.5m ve 4.5m Zemin Kat Yüksekliğine Sahip Modeller için X Analiz Doğrultusunda Elde Edilen Sonuçlar



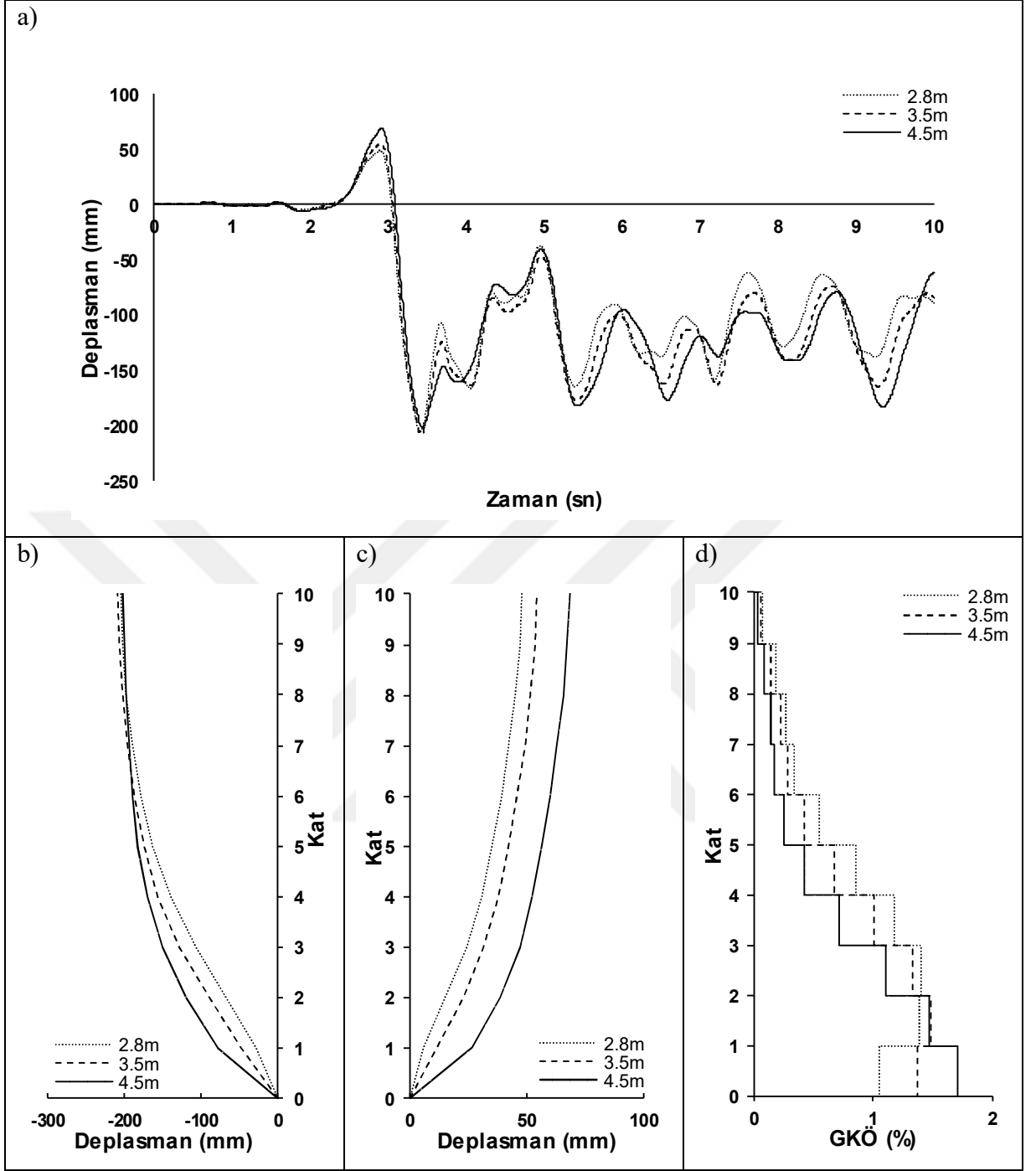
Şekil A.1: CAPEMEND-PET090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasman-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



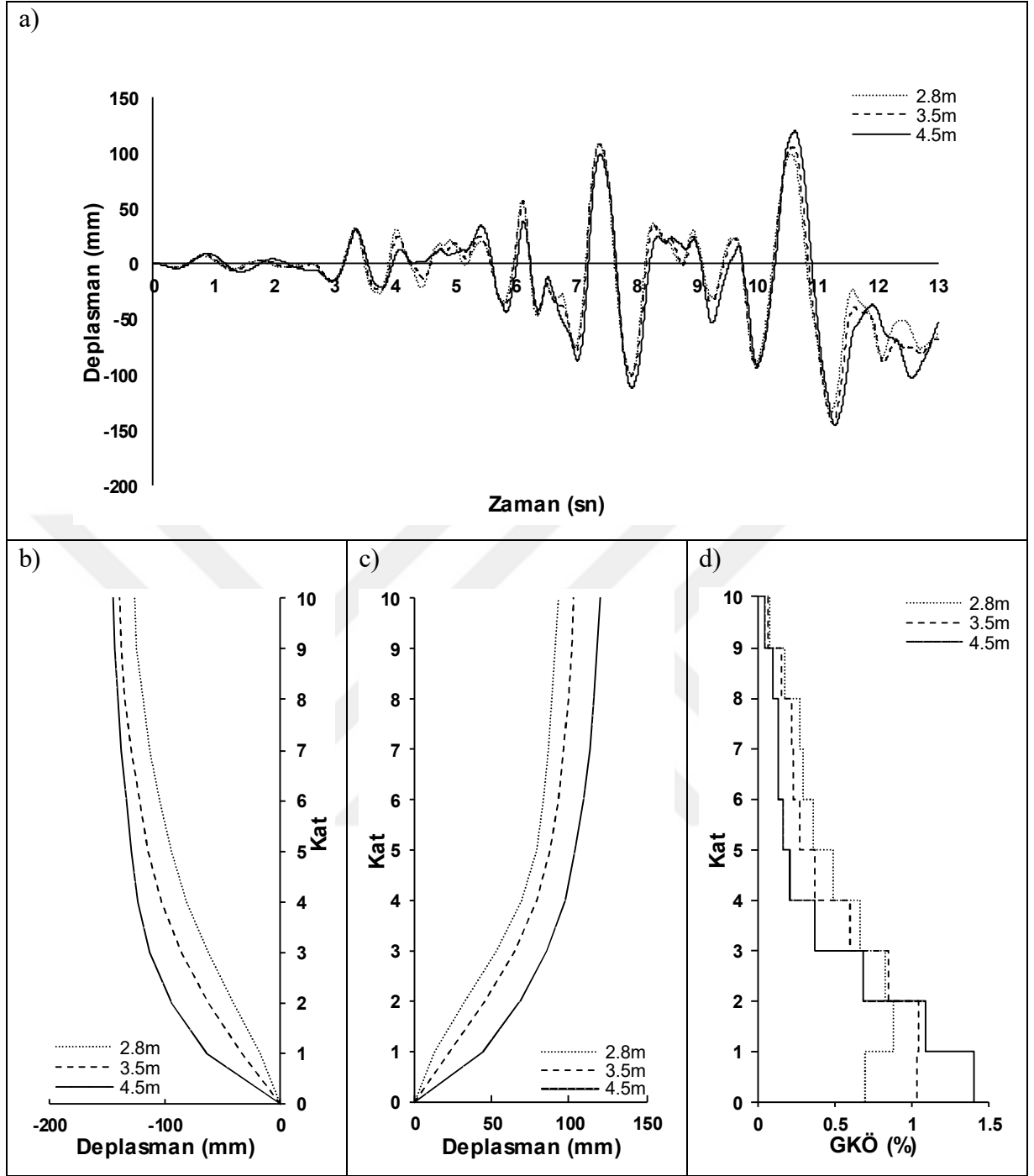
**Şekil A.2:** CHICHI-TCUW45 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



**Şekil A.3:** DZC-BOL090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

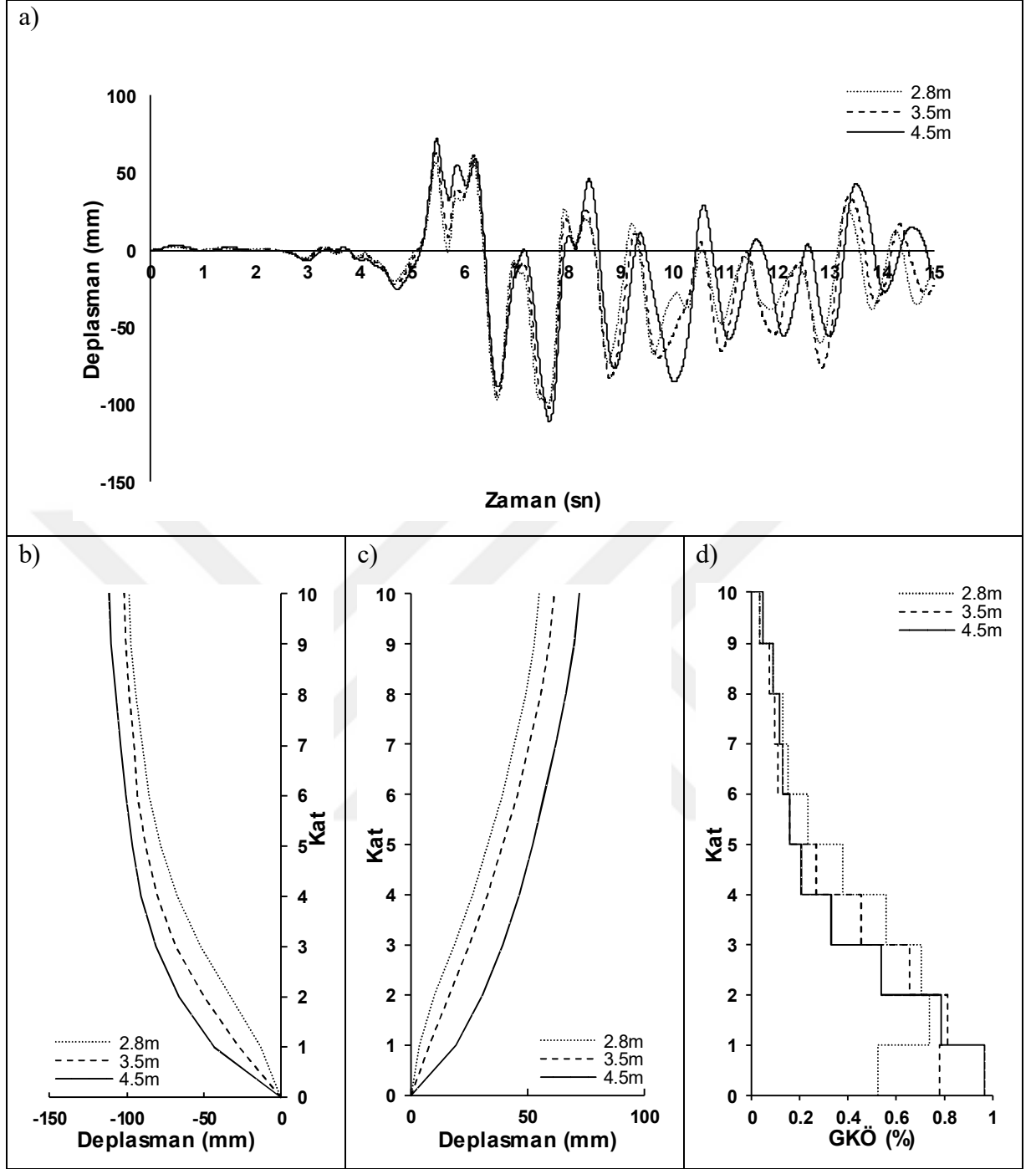


**Şekil A.4:** ERZ-EW ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

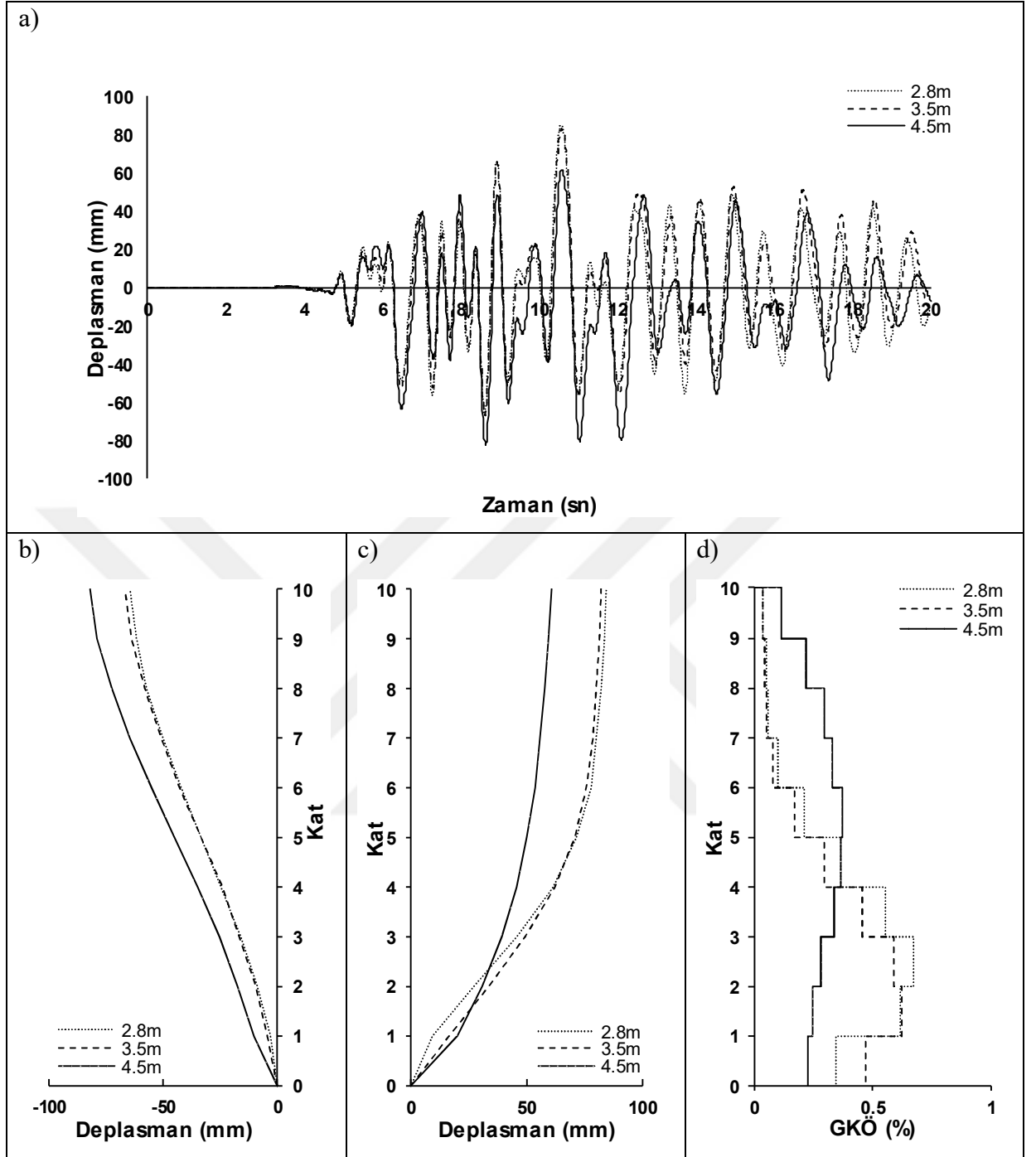


Şekil A.5: GAZLI-GAZ000 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

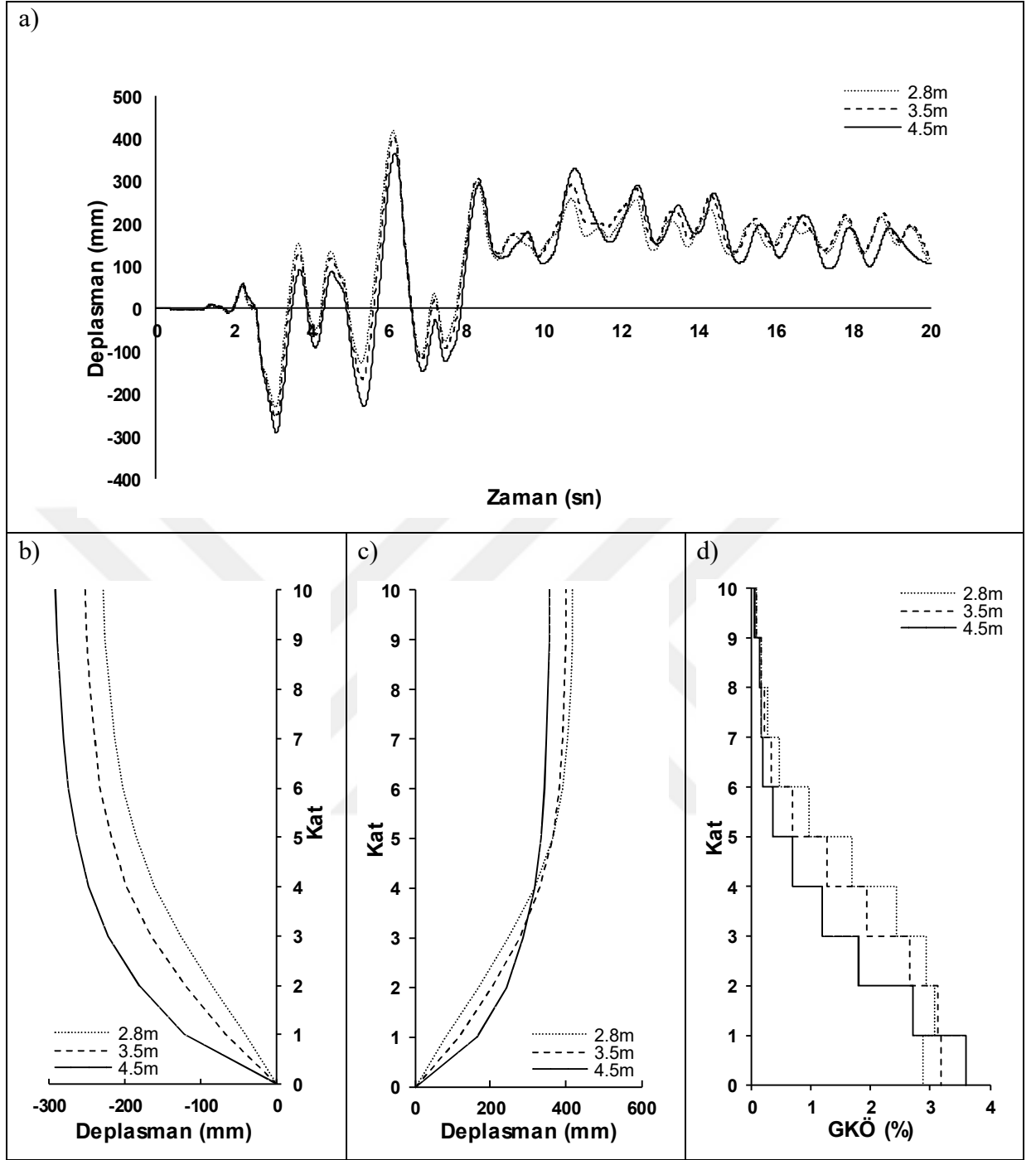




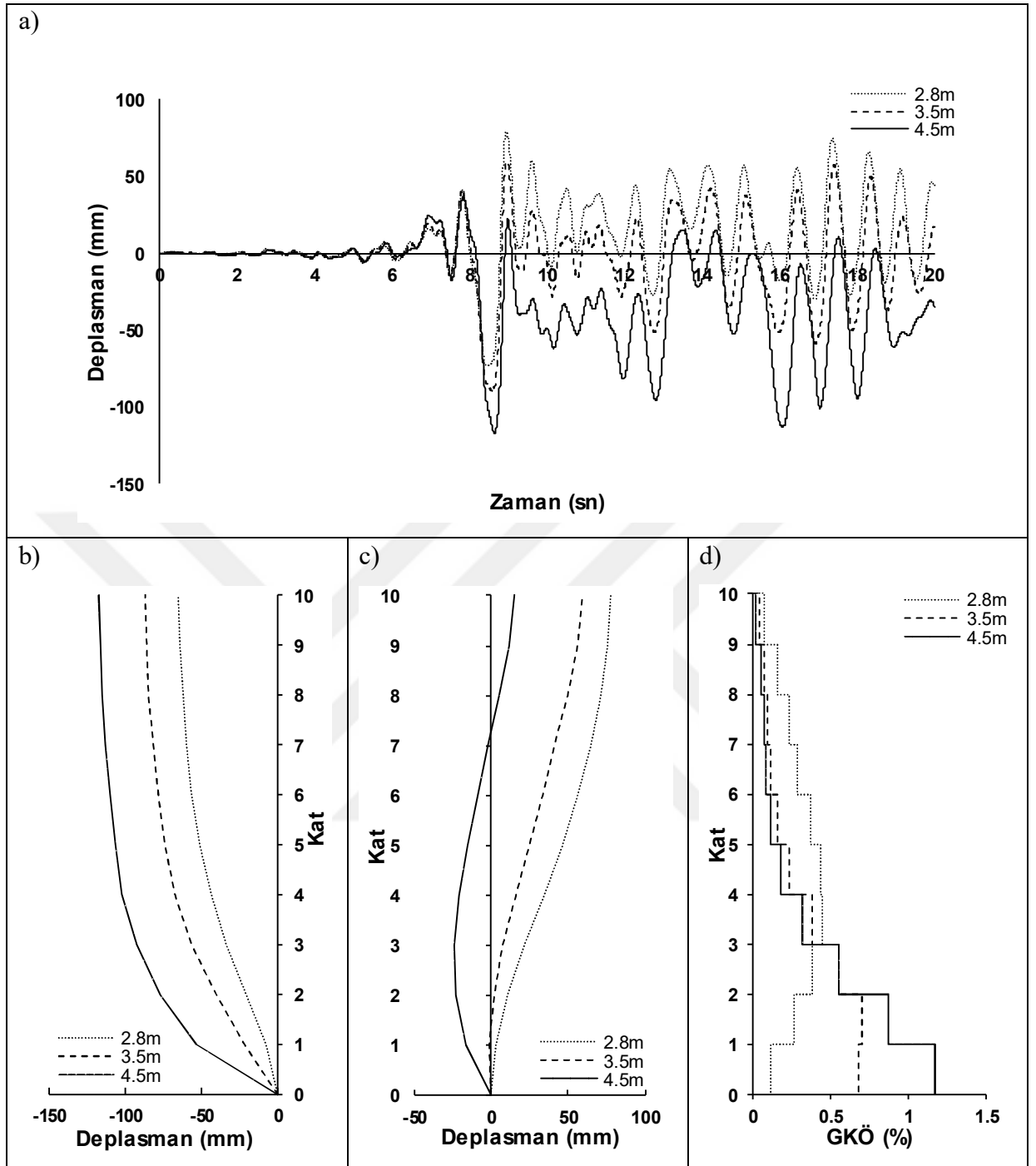
**Şekil A.6:** IMPVALL-H-E05140 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



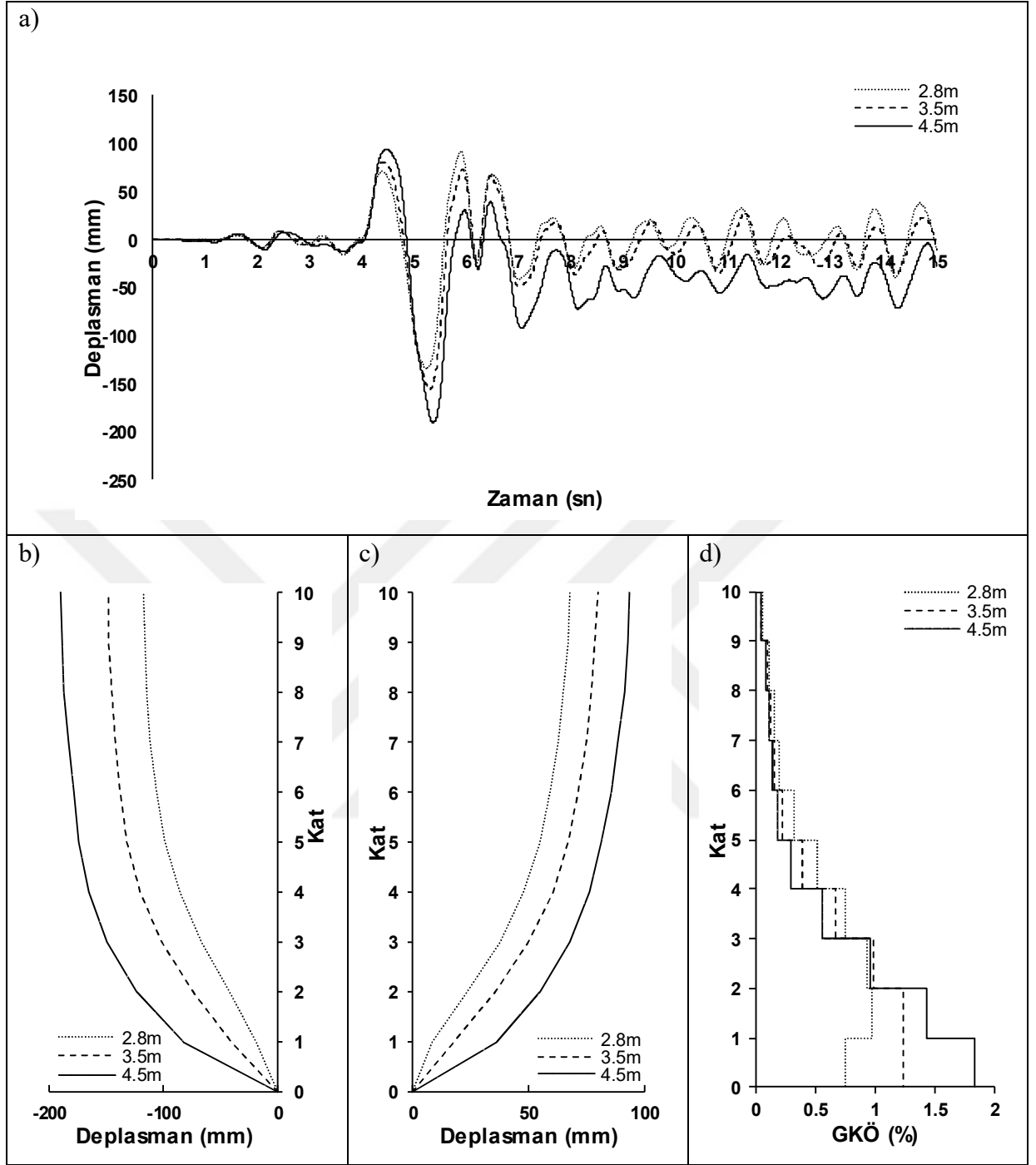
**Şekil A.7:** KOBE-NIS000 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



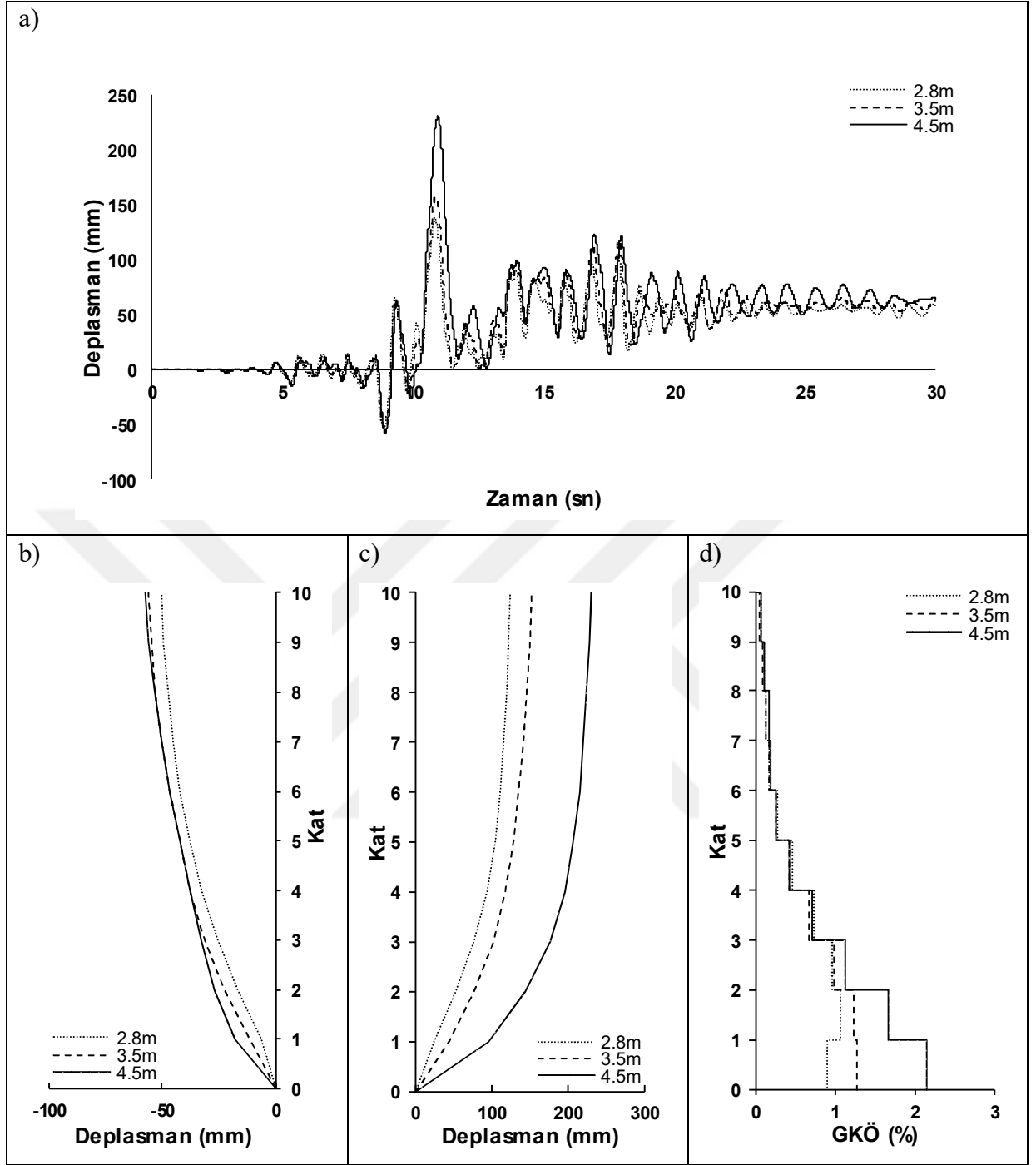
Şekil A.8: KOBE-TAK090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



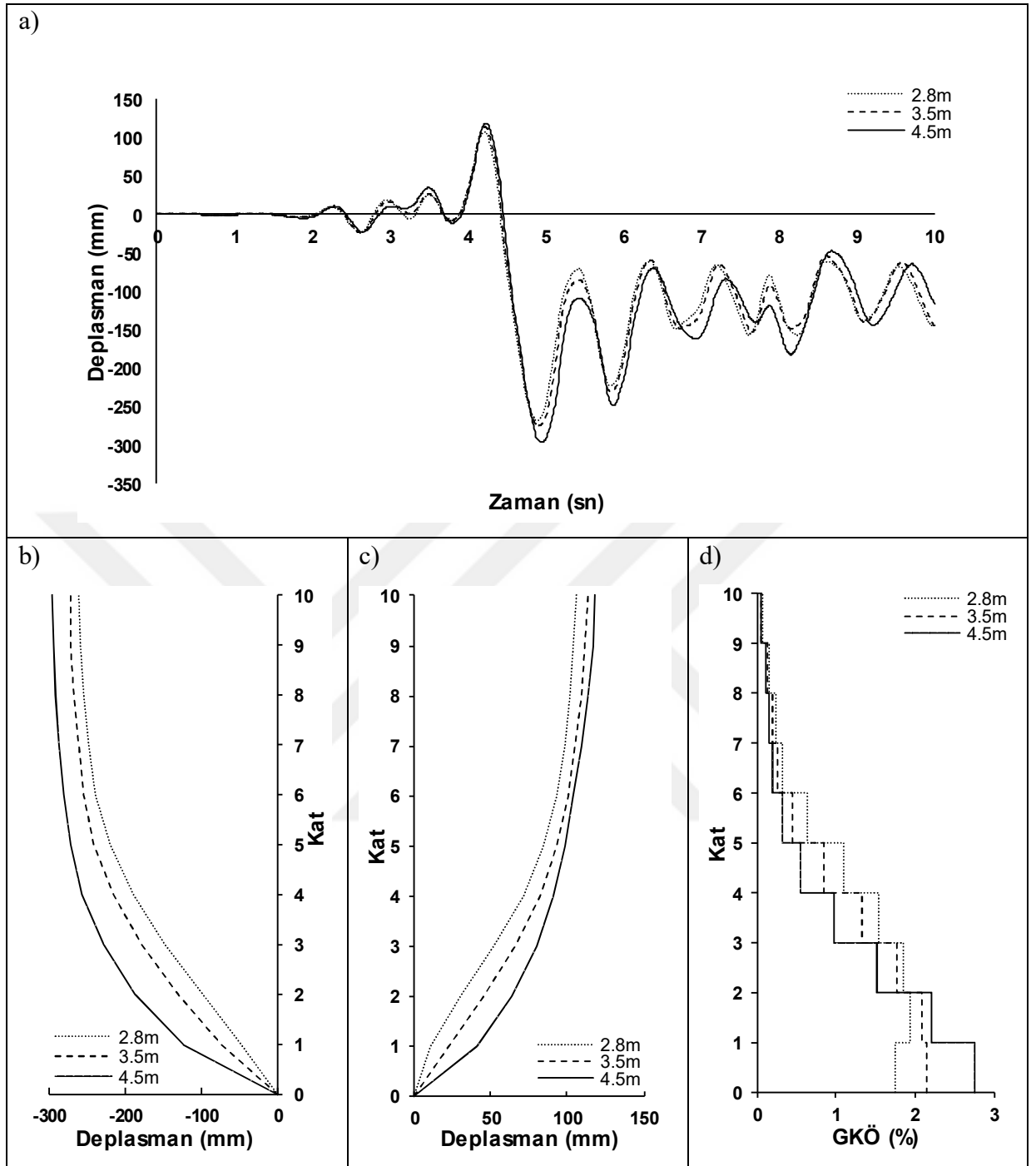
Şekil A.9: KOC-DZC180 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



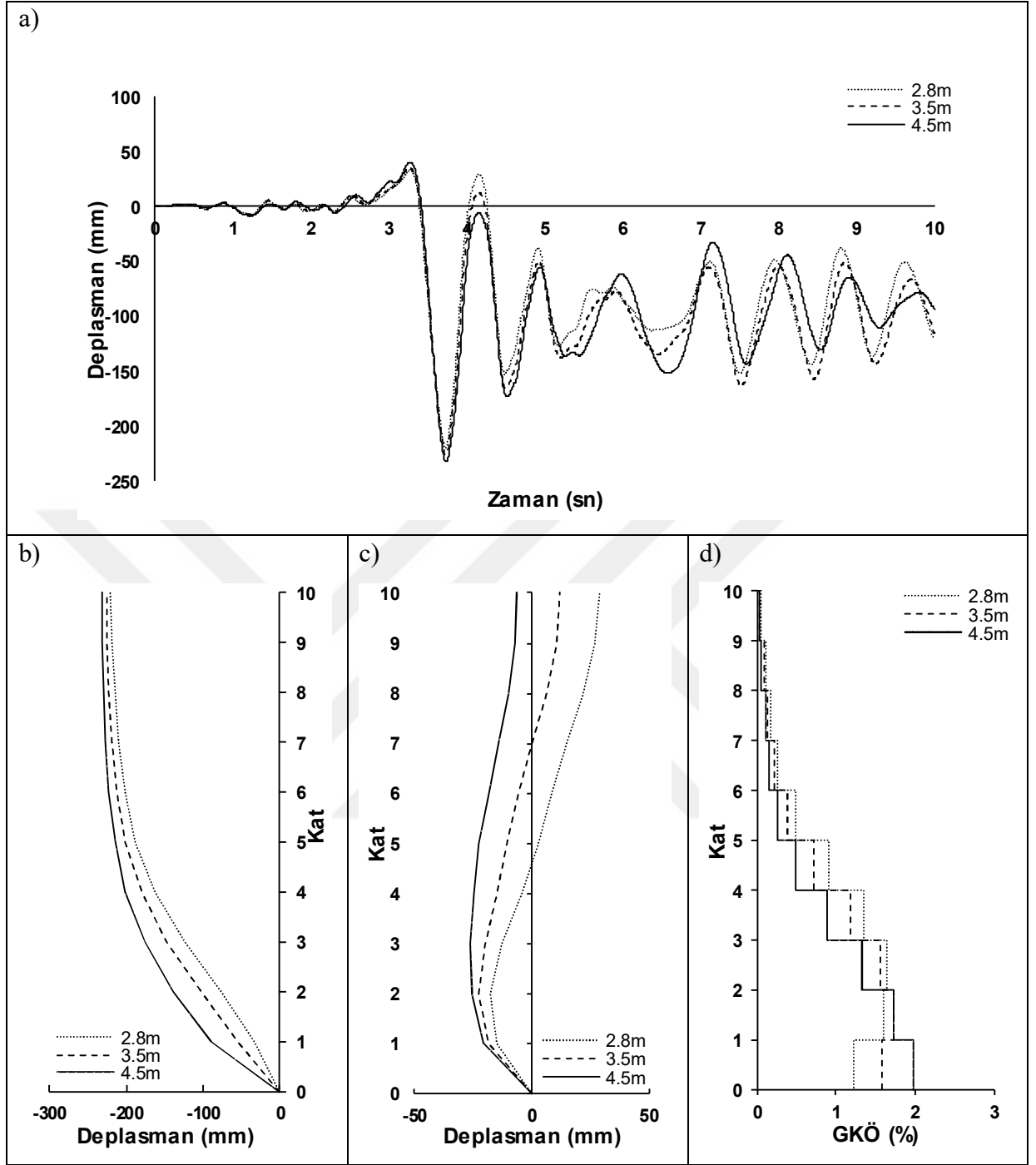
**Şekil A.10:** KOC-DZC270 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



**Şekil A.11:** LANDERS-LCN275 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

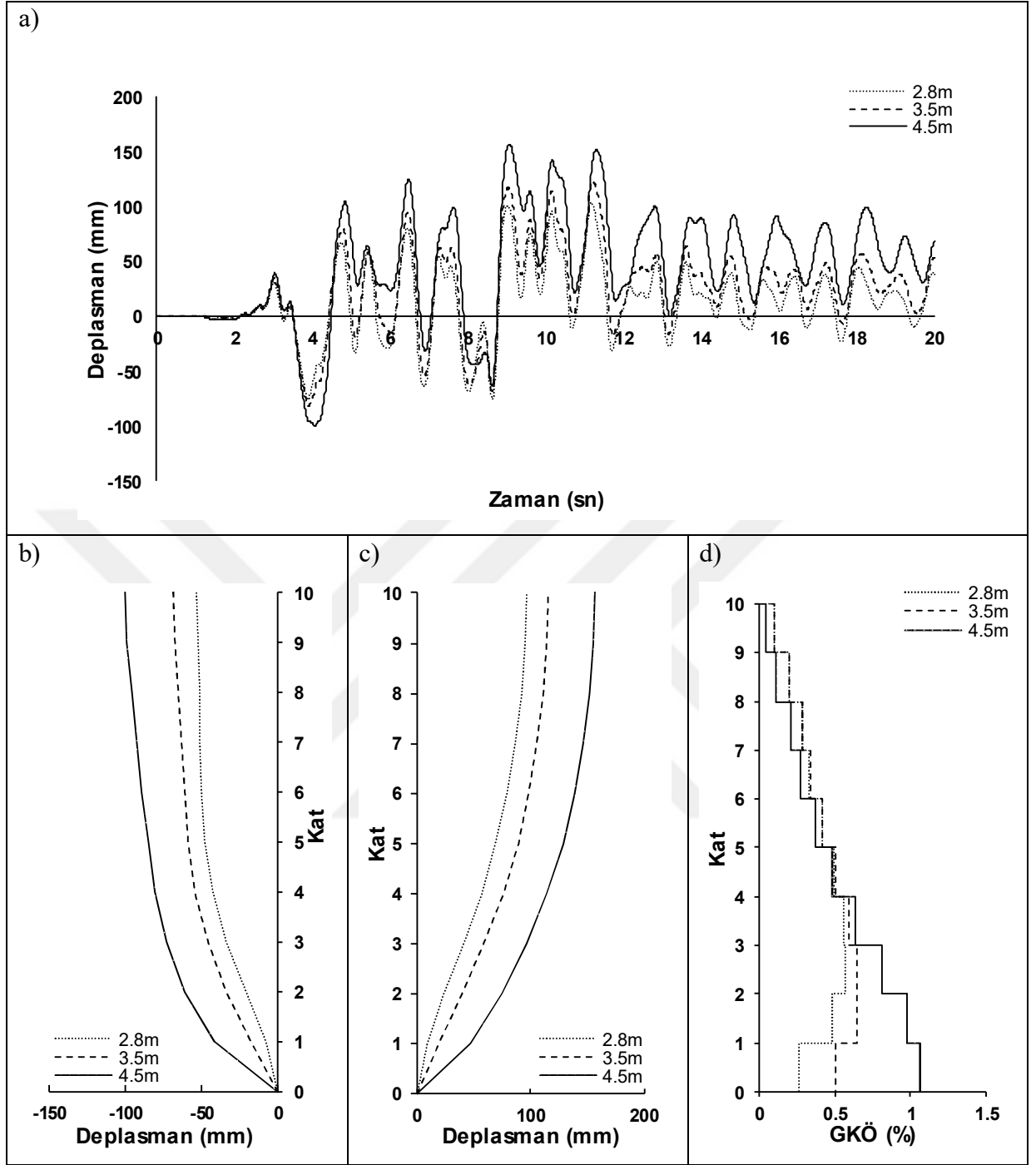


**Şekil A.12:** LOMAP-LEX090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

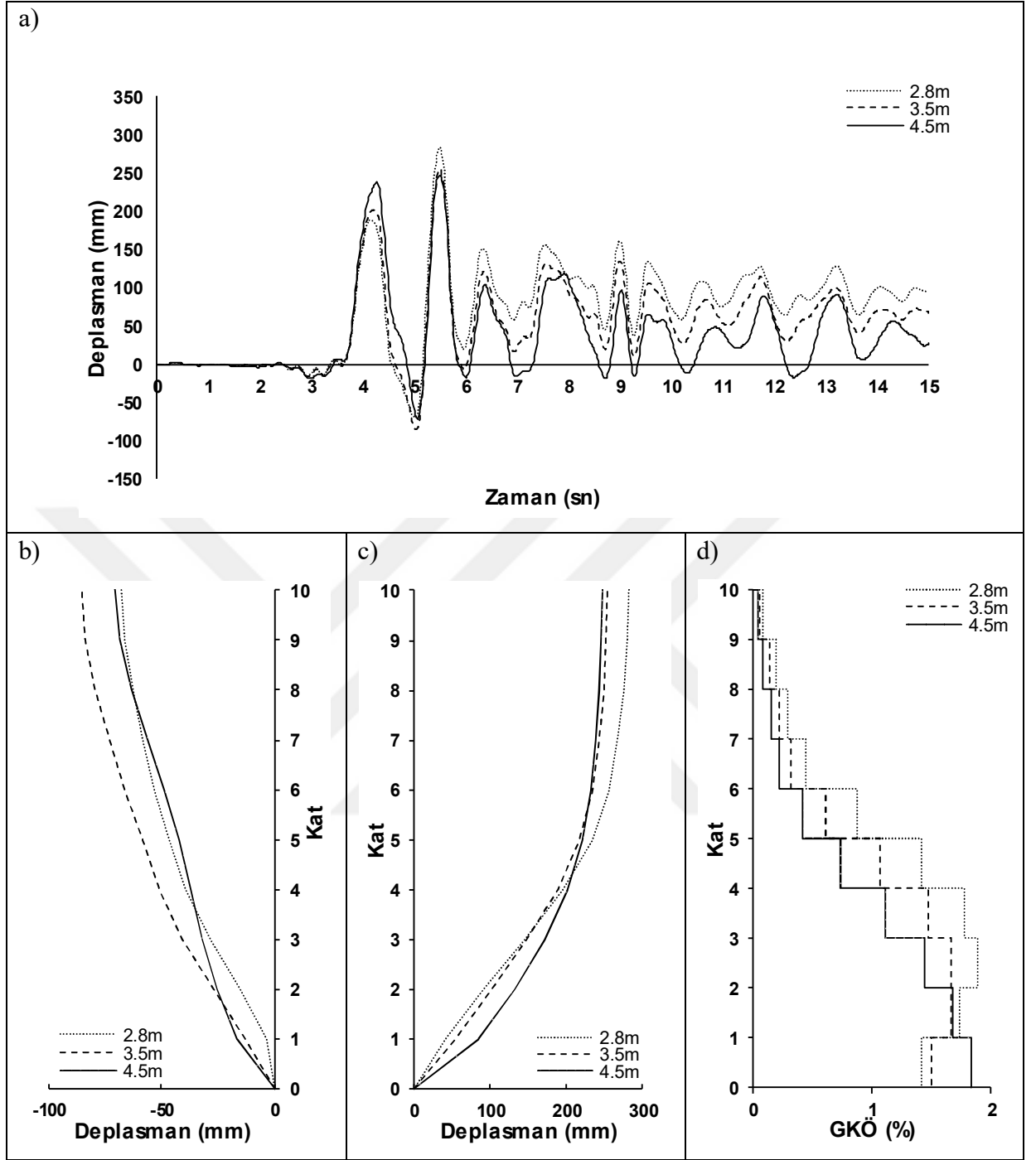


**Şekil A.13:** MORGAN-CYC285 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

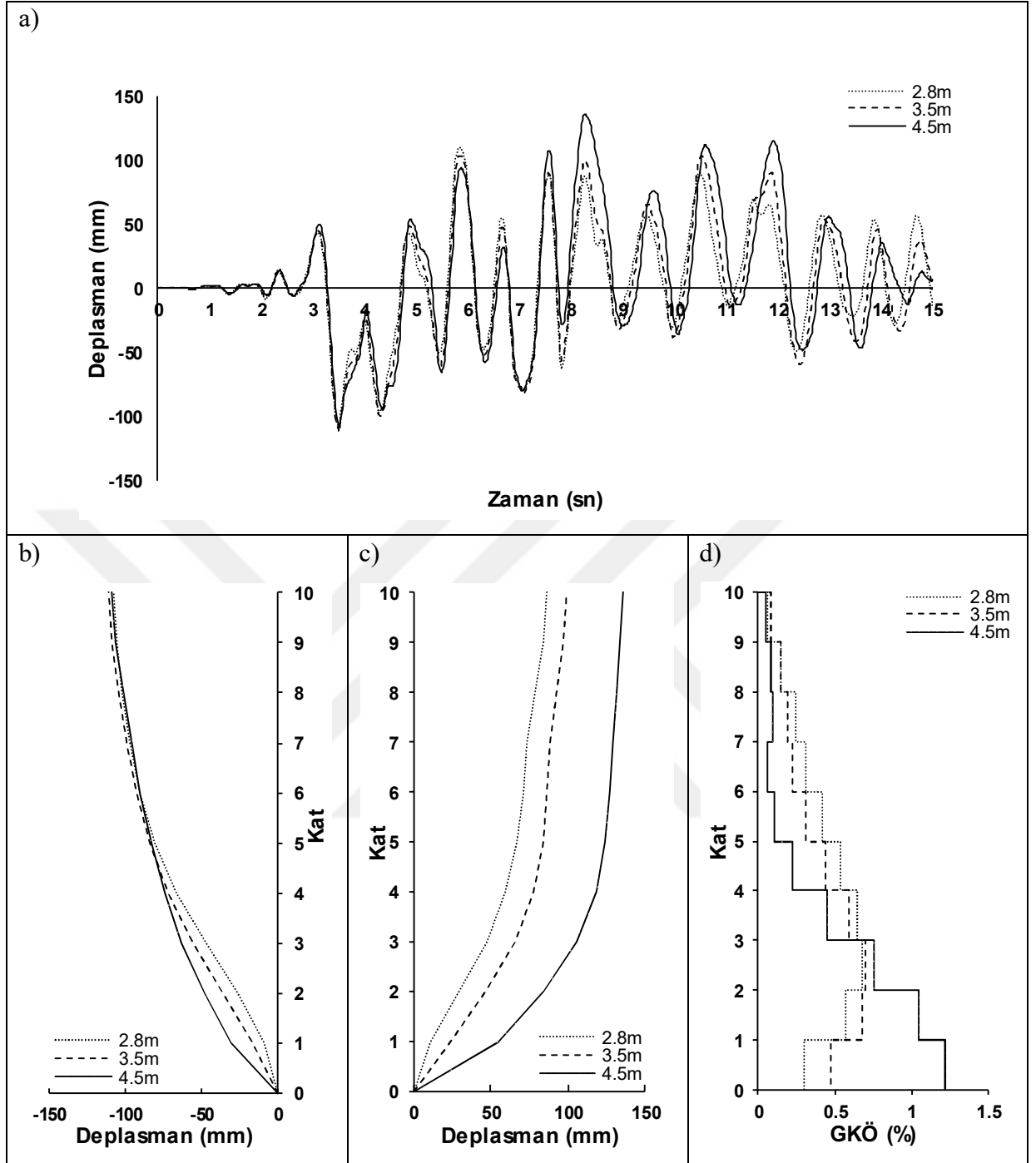




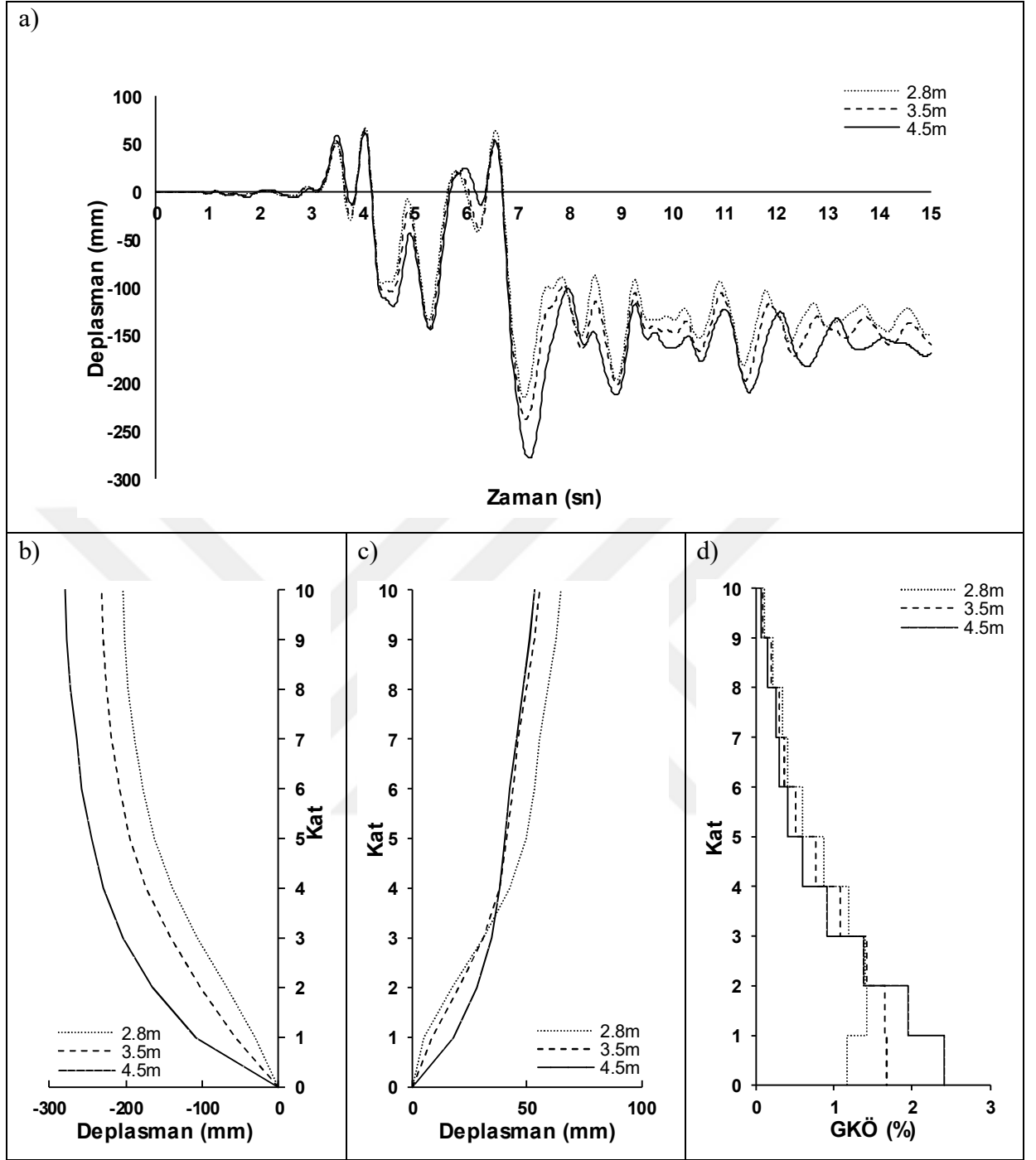
**Şekil A.14:** NORTH-CNP196 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



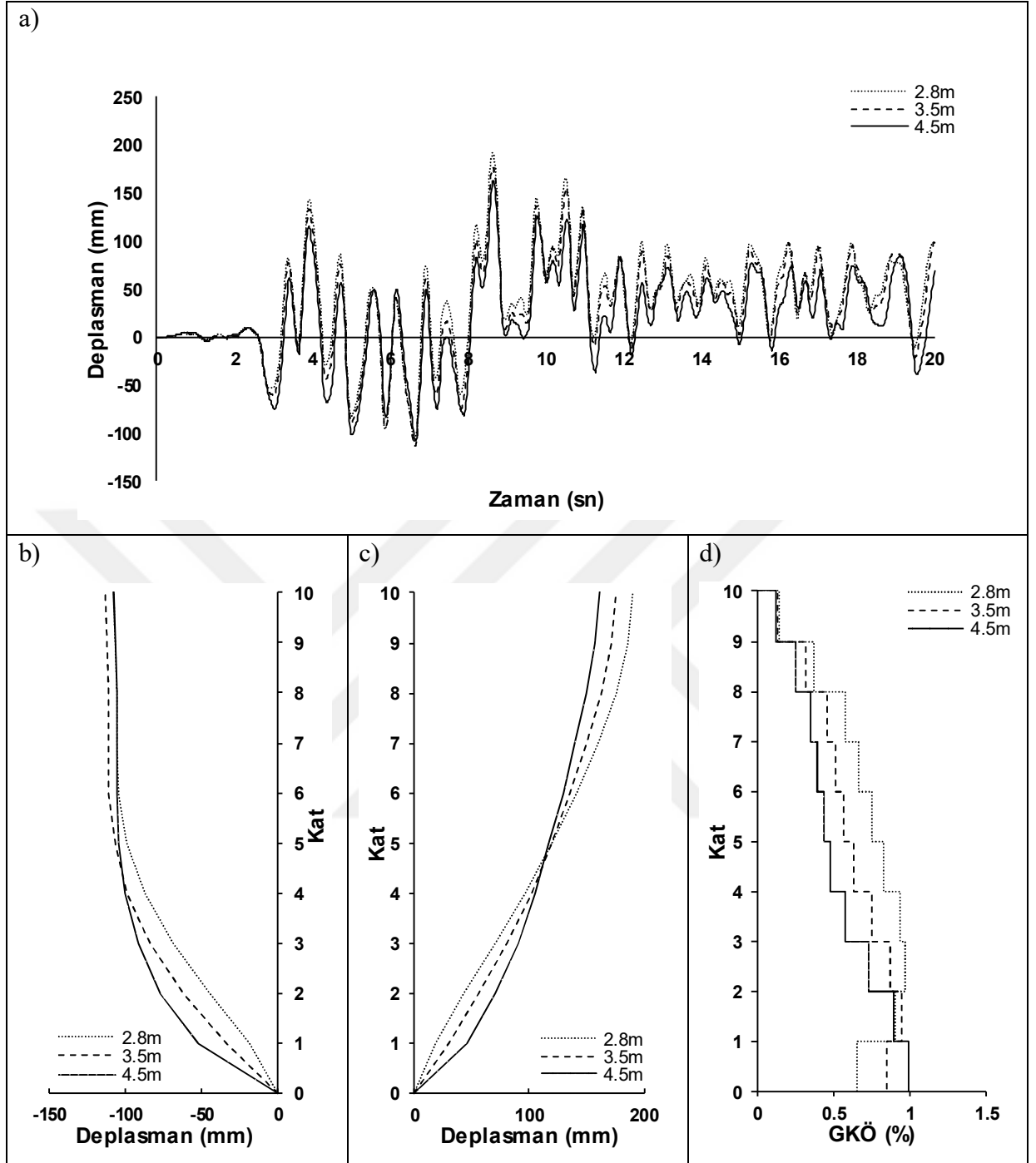
Şekil A.15: NORTHR-NWH360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



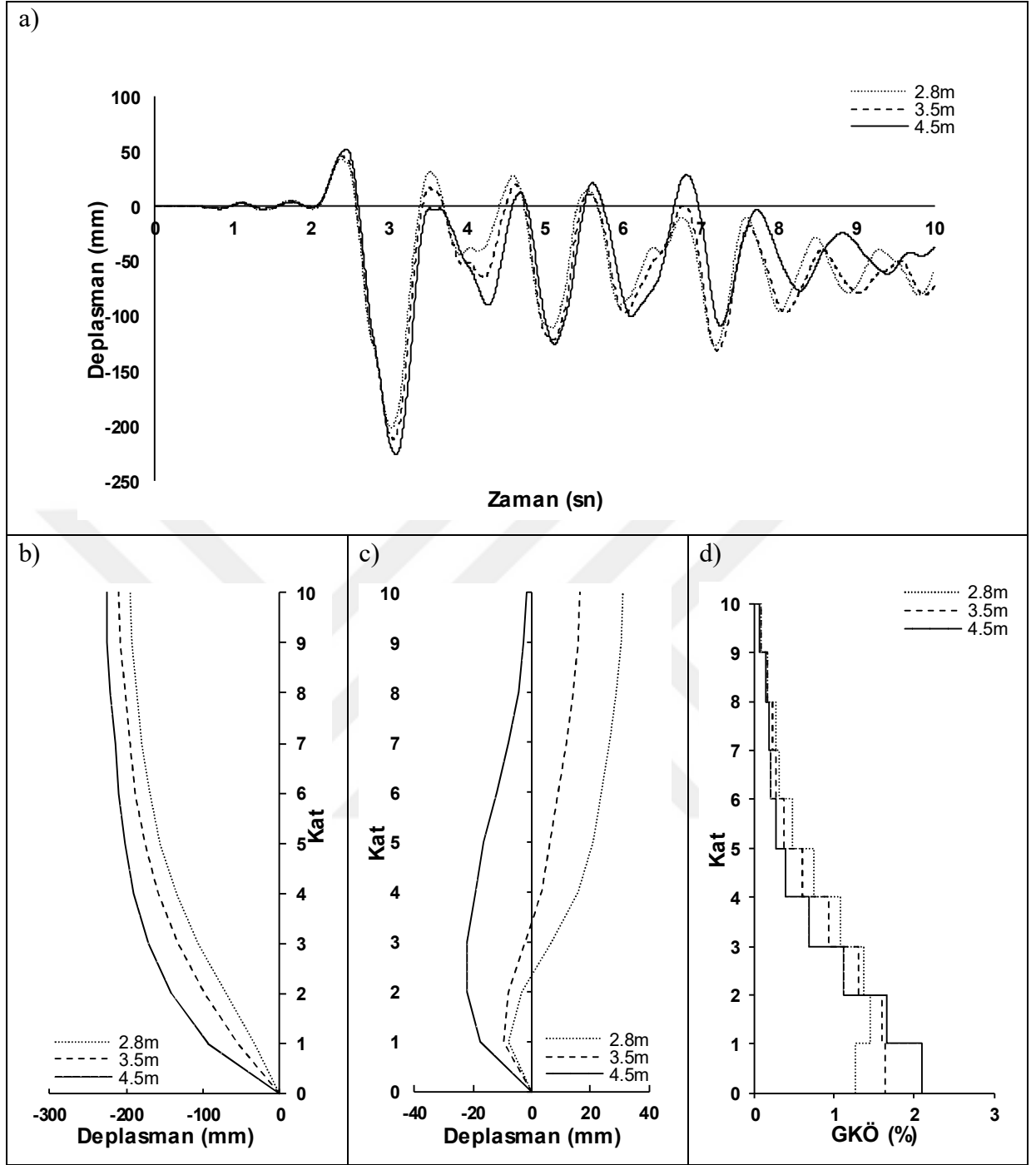
**Şekil A.16:** NORTH-SPV360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



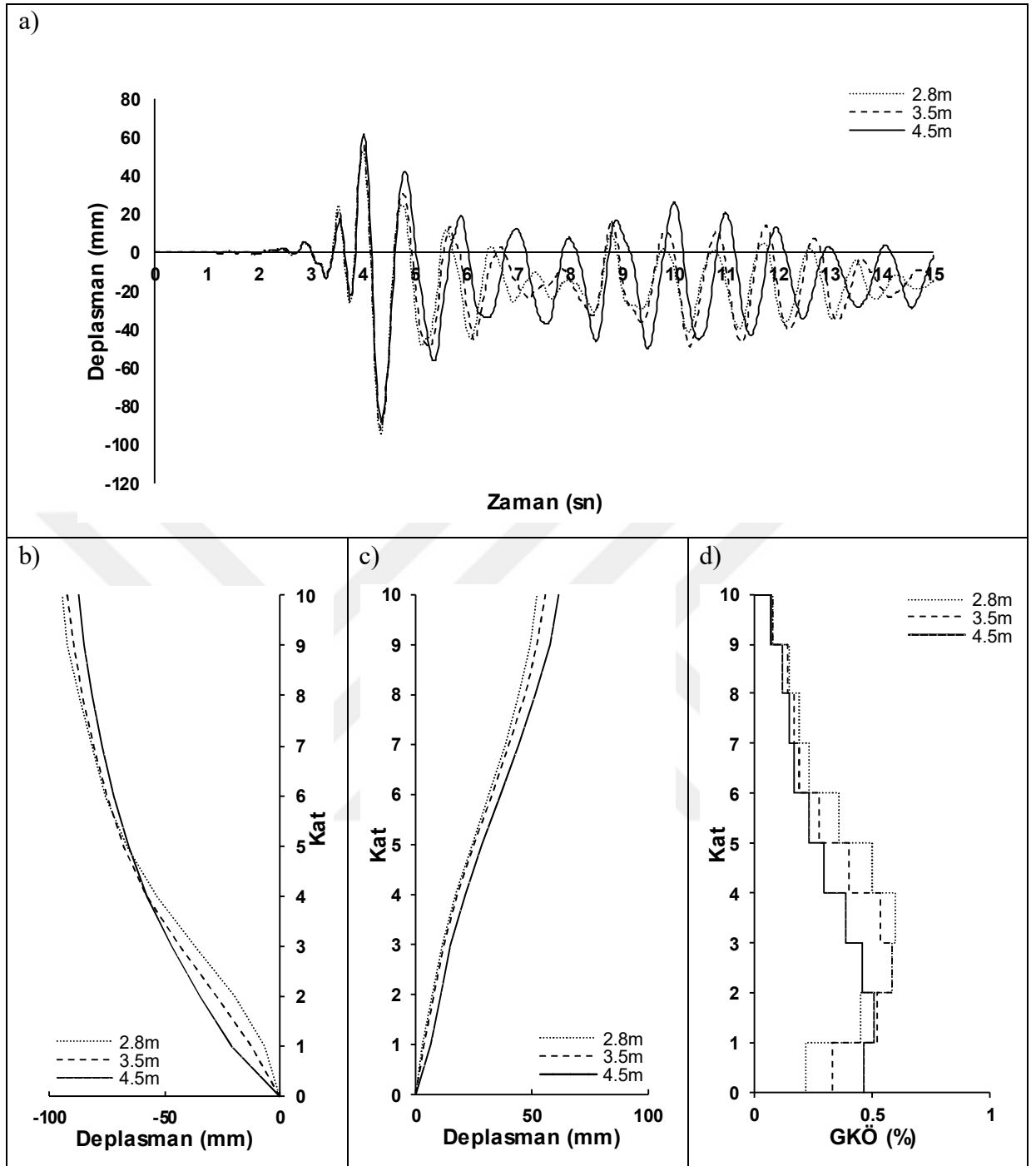
**Şekil A.17:** NORTH-THR-SYL090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



**Şekil A.18:** NORTH-R-TAR360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

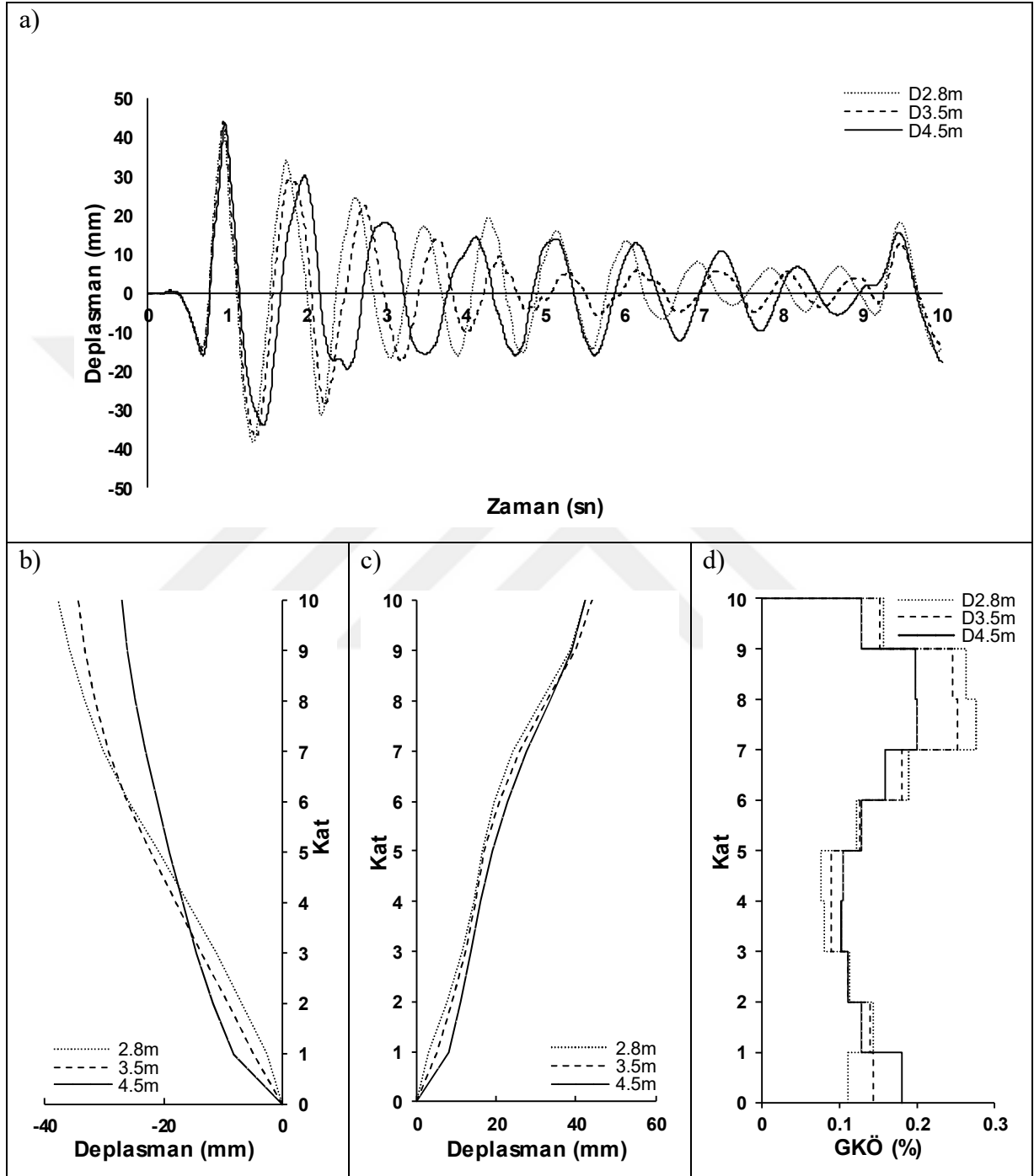


**Şekil A.19:** PALMSPR-NPS210 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



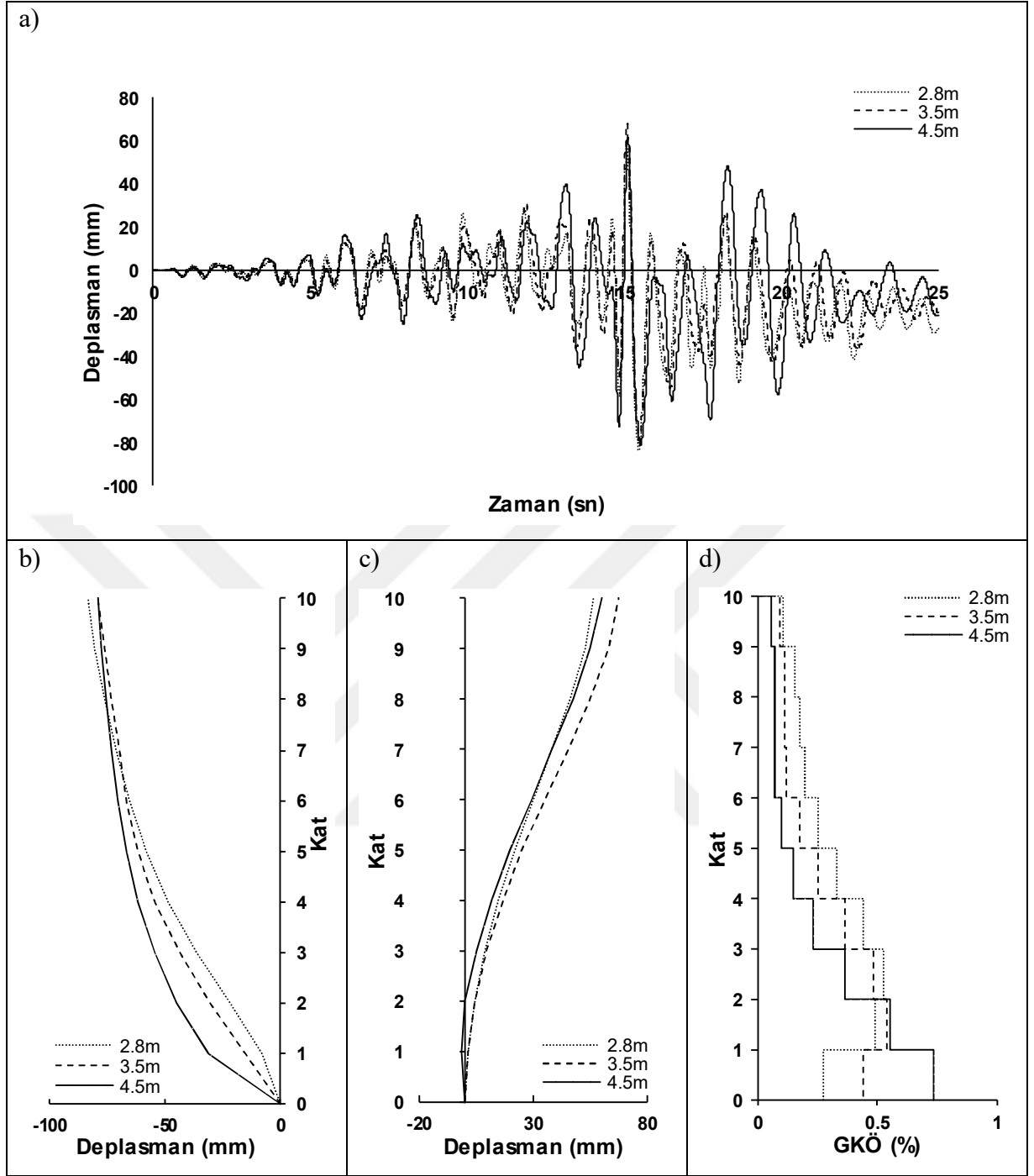
**Şekil A.20:** WHITTIER-A-EJS048 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

**EK B.1 Dolgu Duvar Rijitlik Katkısı Dikkate Alınmayan 2.8m, 3.5m ve 4.5m Zemin Kat Yüksekliğine Sahip Modeller için Y Analiz Doğrultusunda Elde Edilen Sonuçlar**

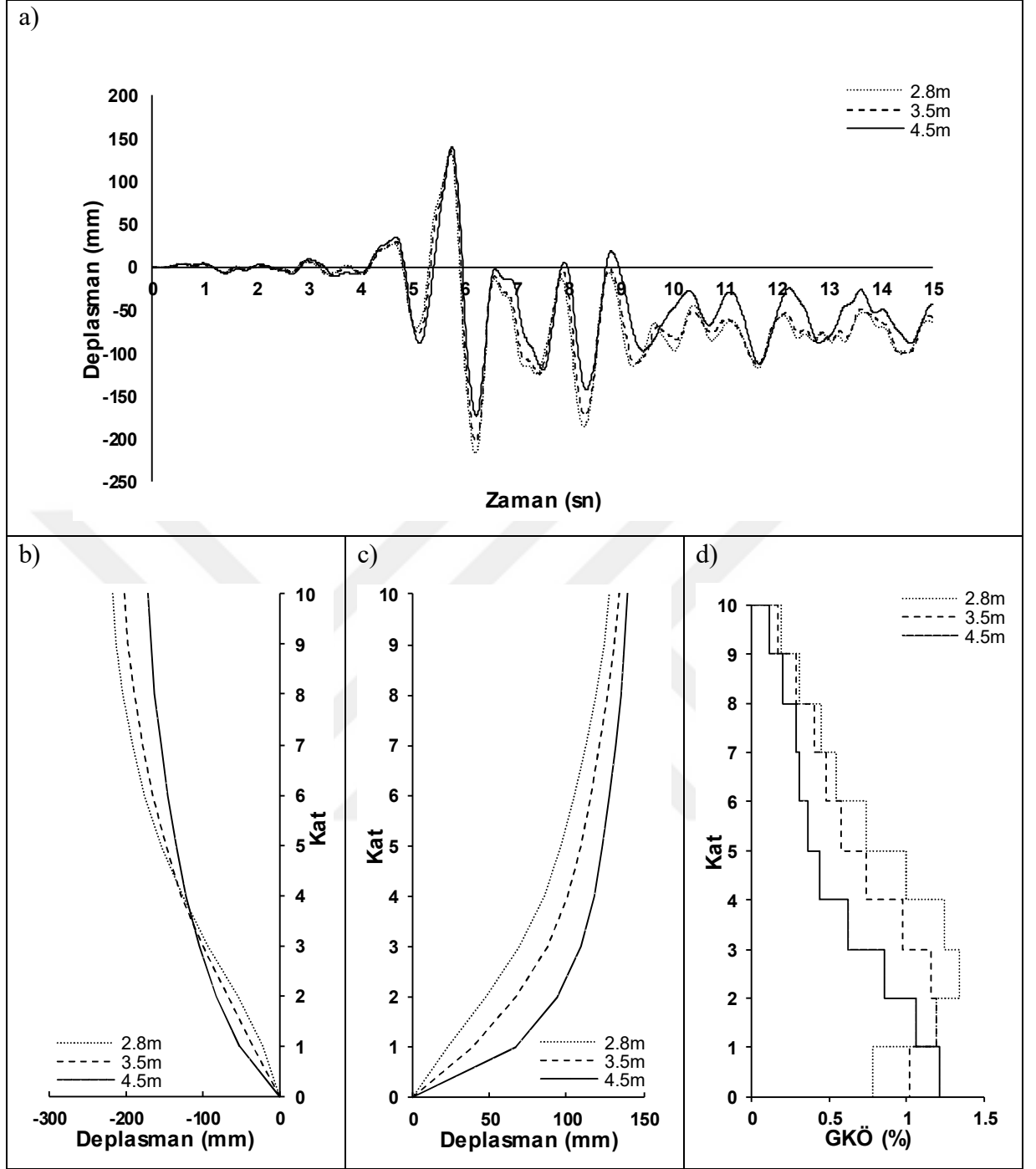


**Şekil B.1:** CAPEMEND-PET090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasman-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

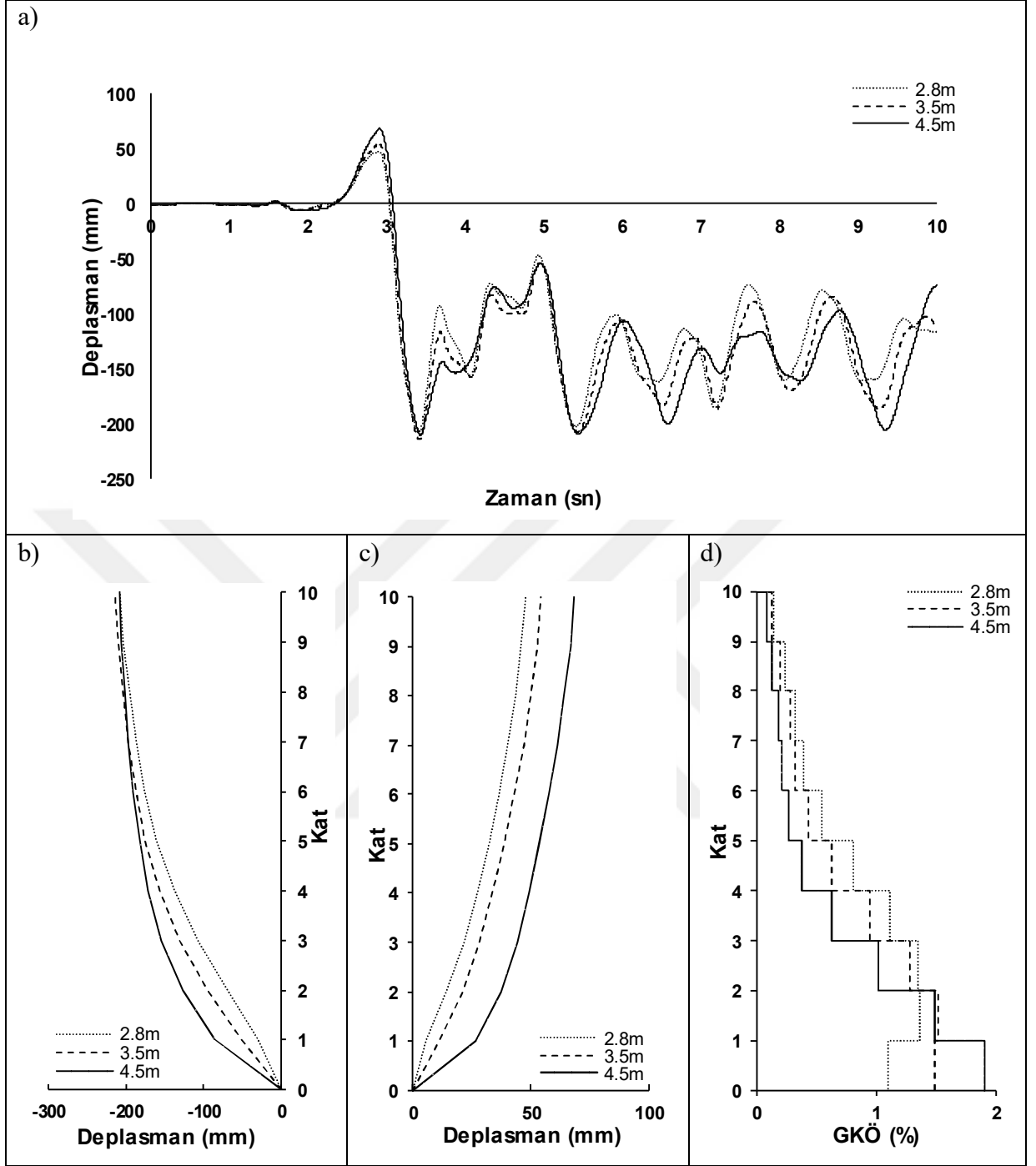




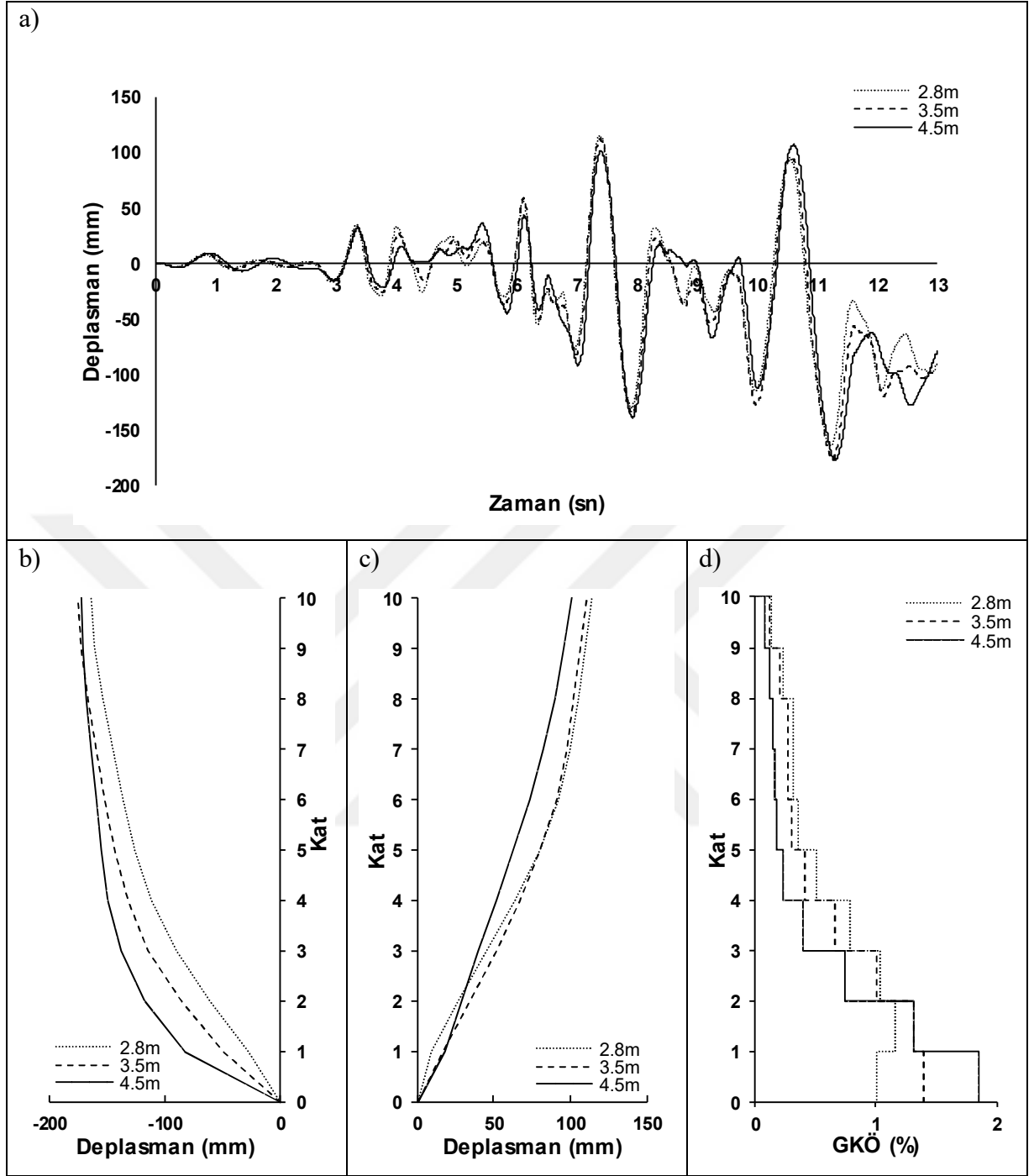
**Şekil B.2:** CHICHI-TCU45 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



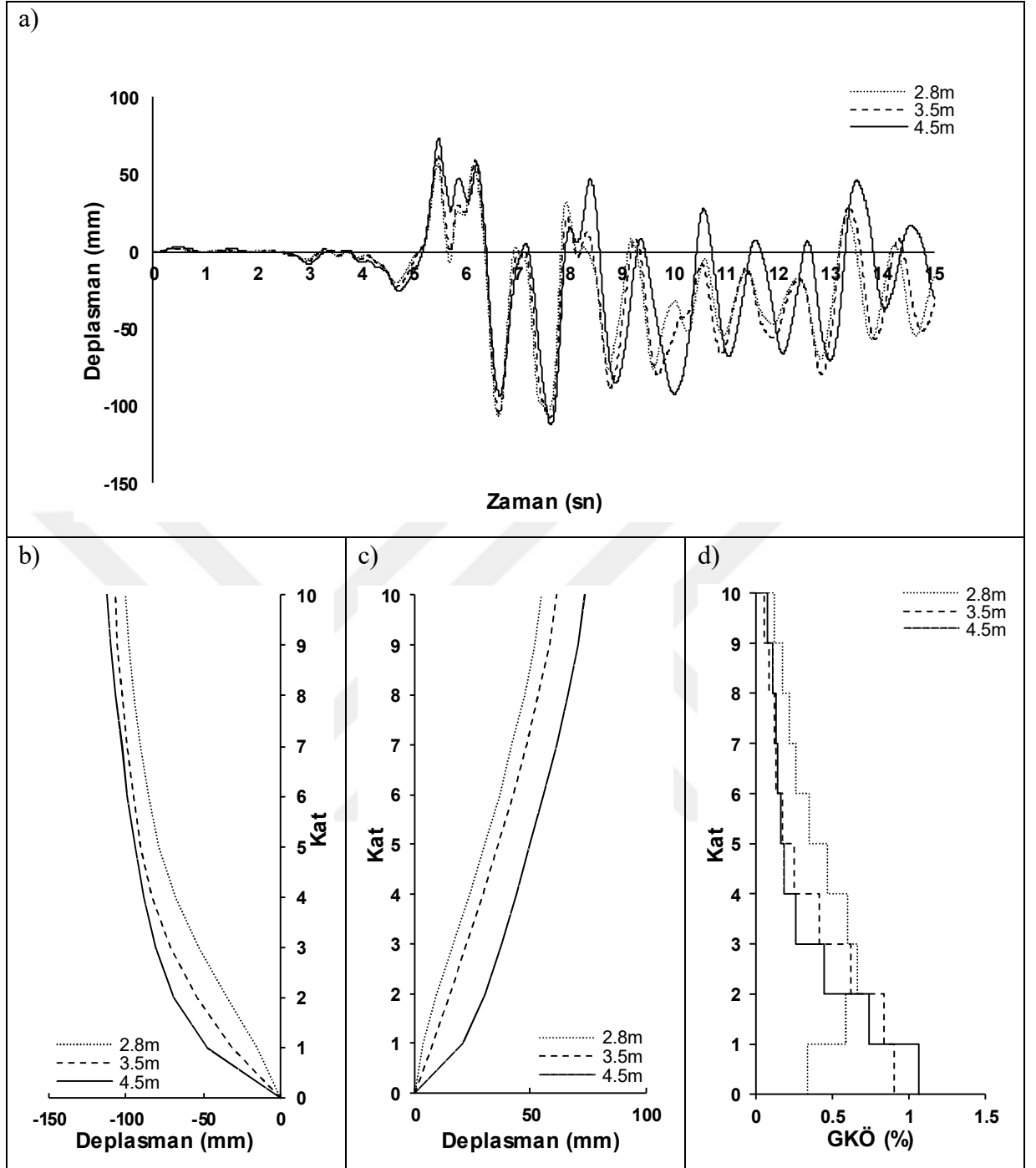
**Şekil B.3:** DZC-BOL090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



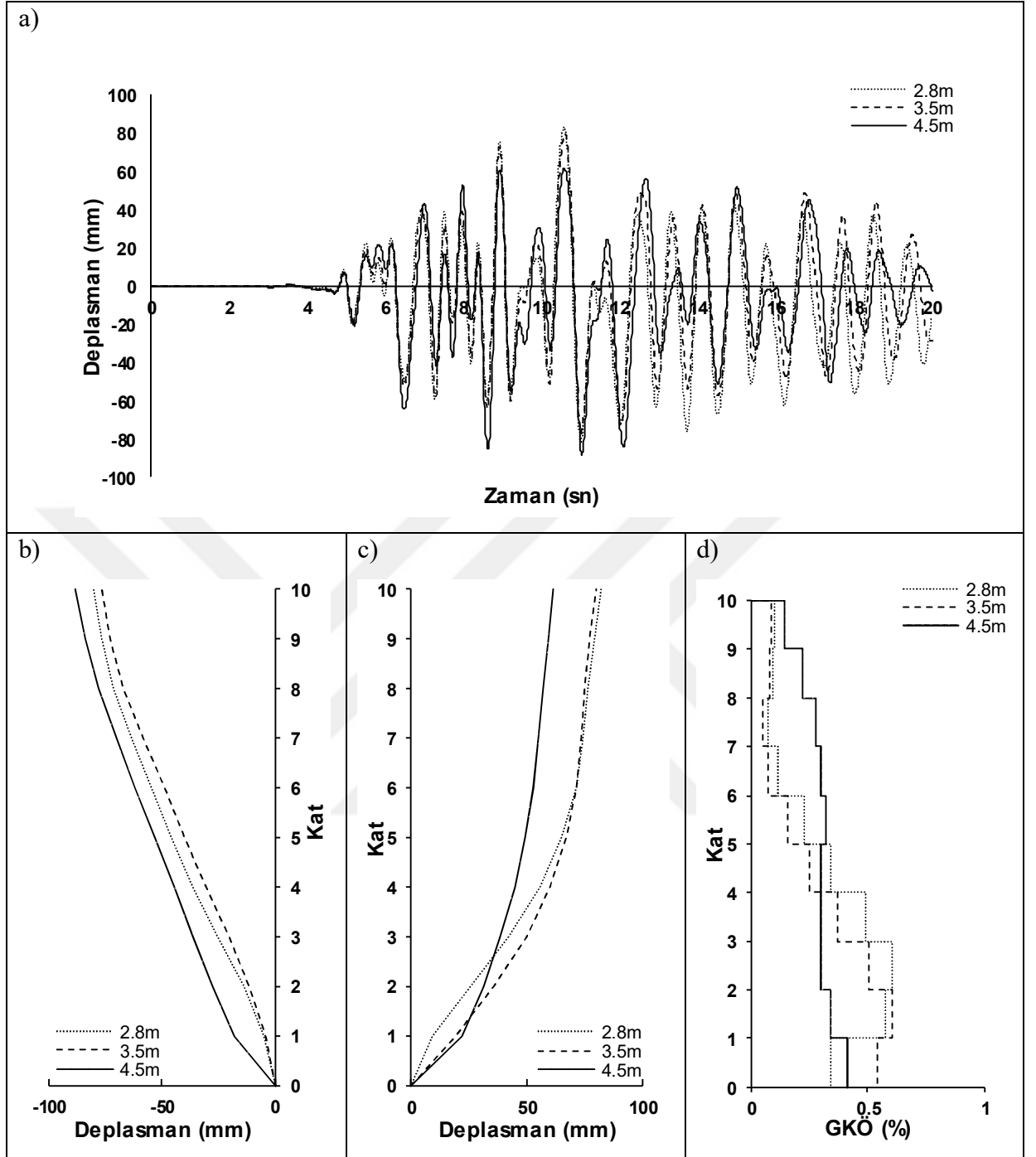
**Şekil B.4:** ERZ-EW ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



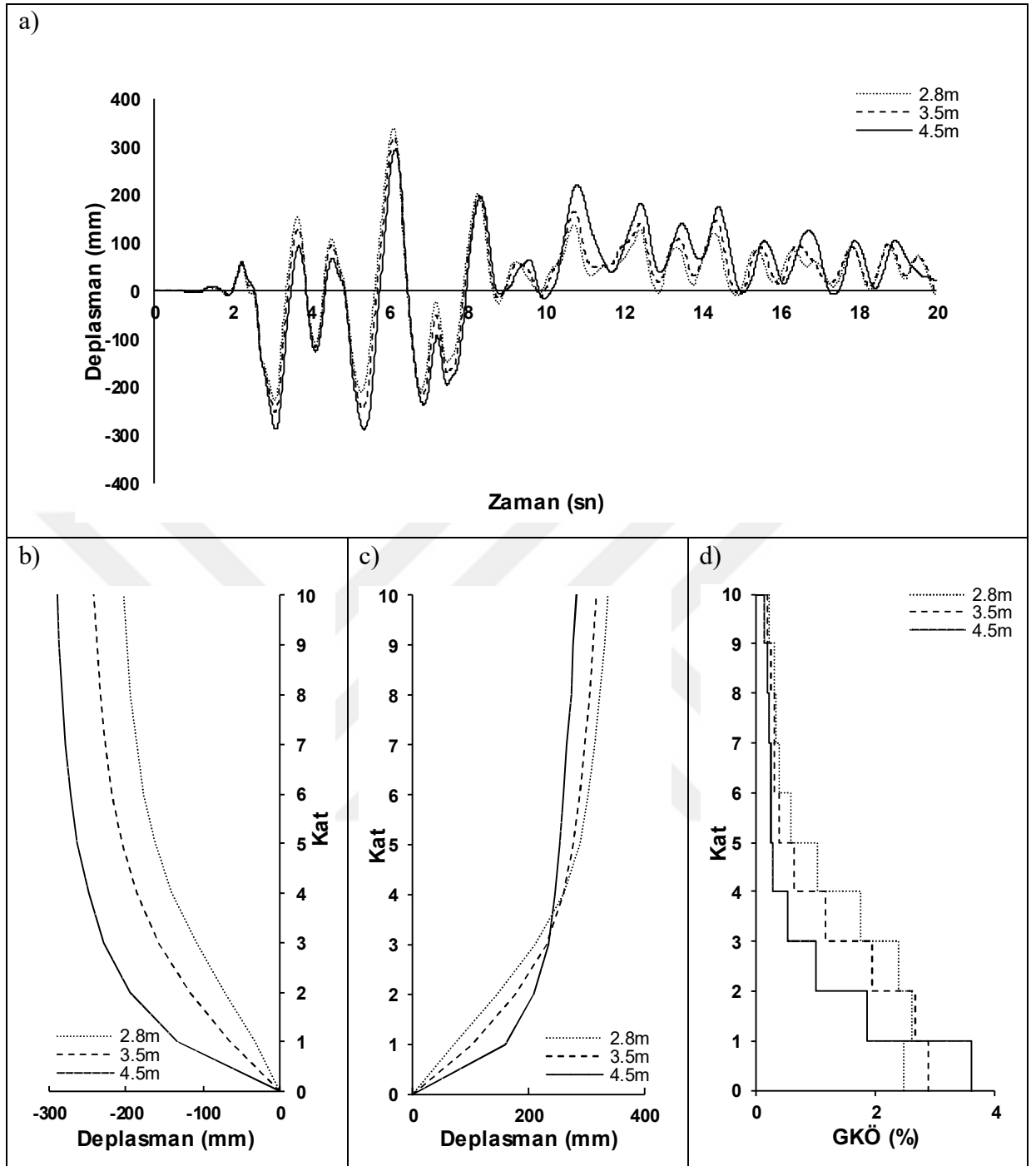
**Şekil B.5:** GAZLI-GAZ000 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



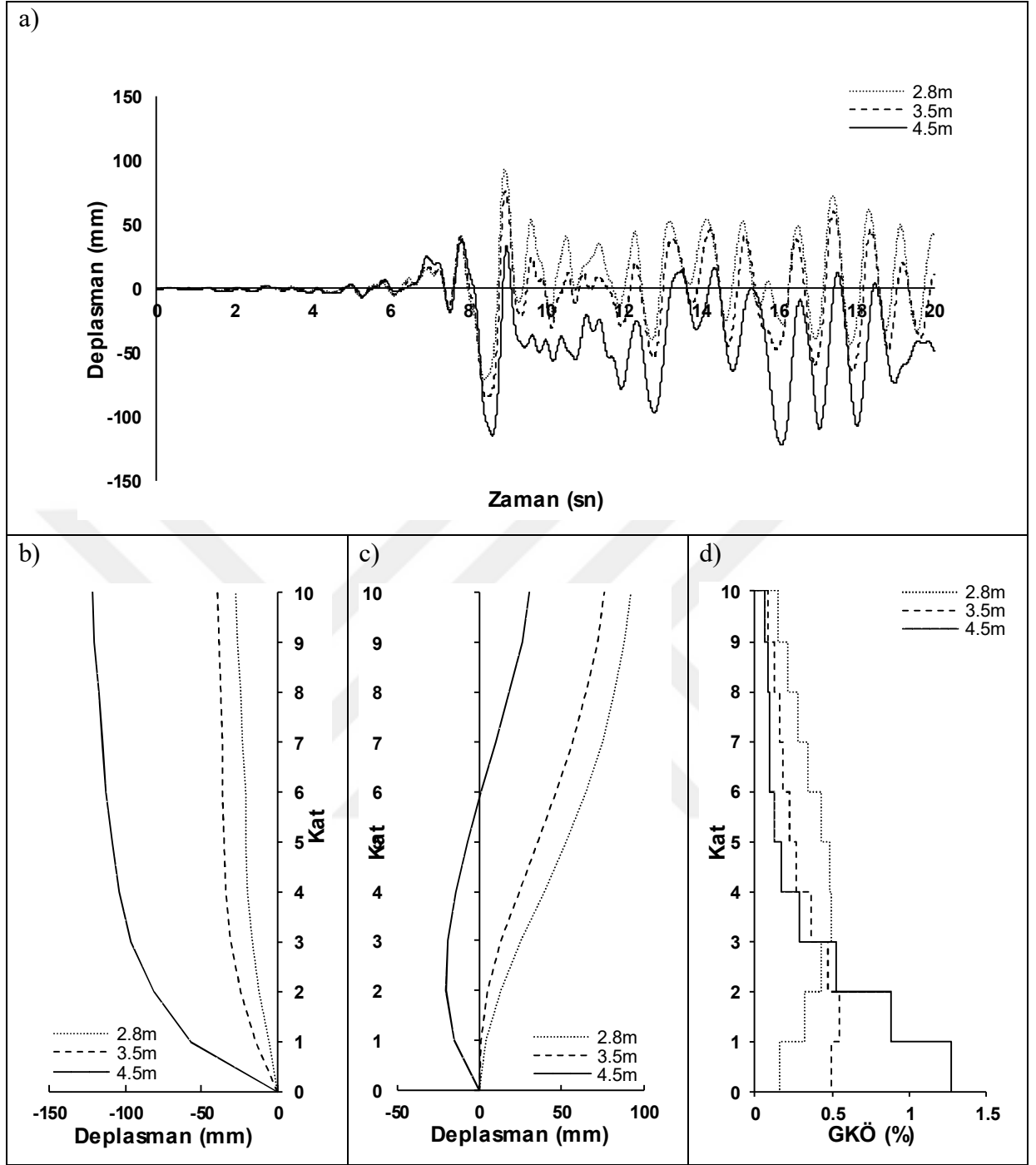
**Şekil B.6:** IMPVALL-H-E05140 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



**Şekil B.7:** KOBE-NIS000 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

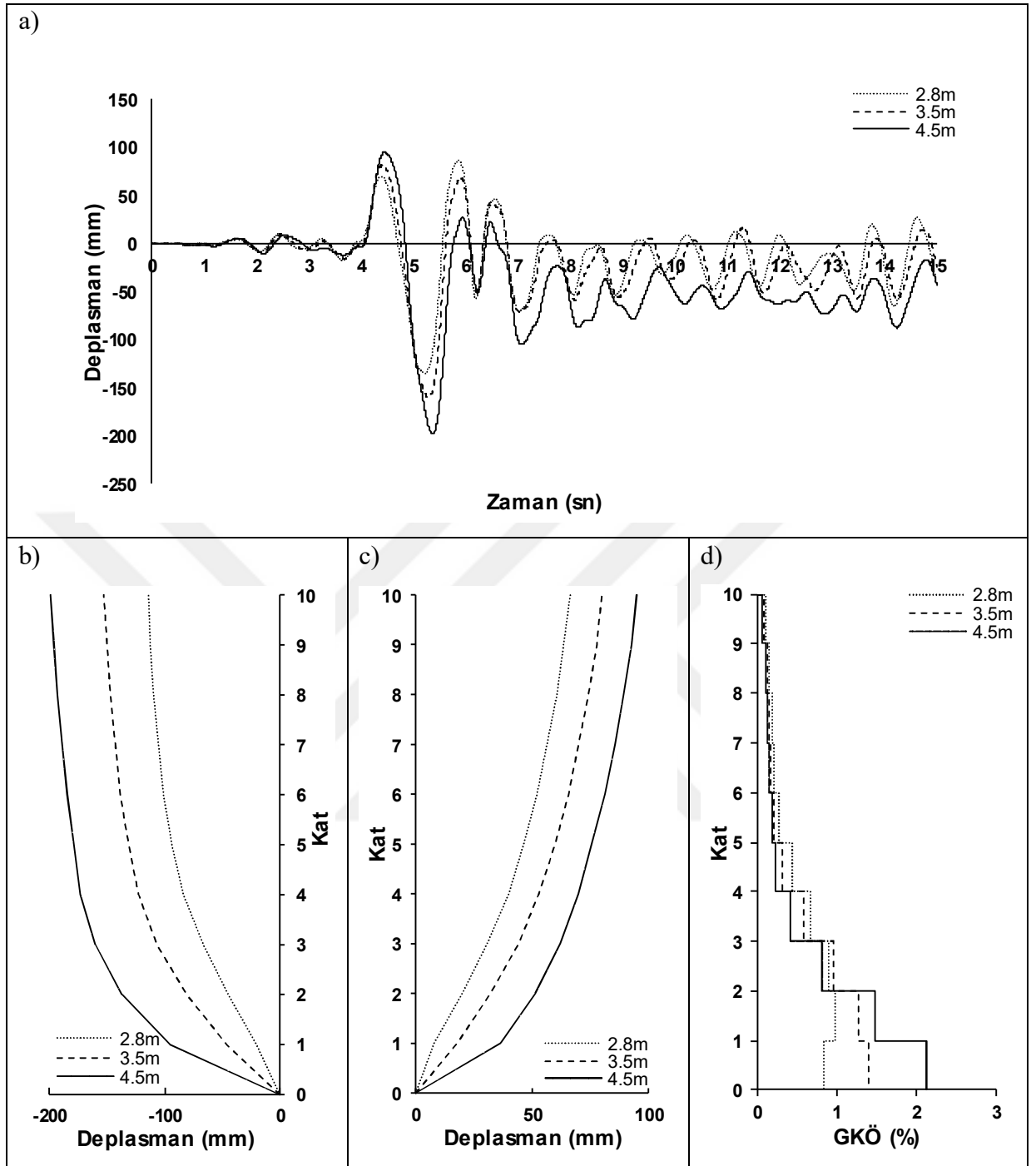


**Şekil B.8:** KOBE-TAK090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

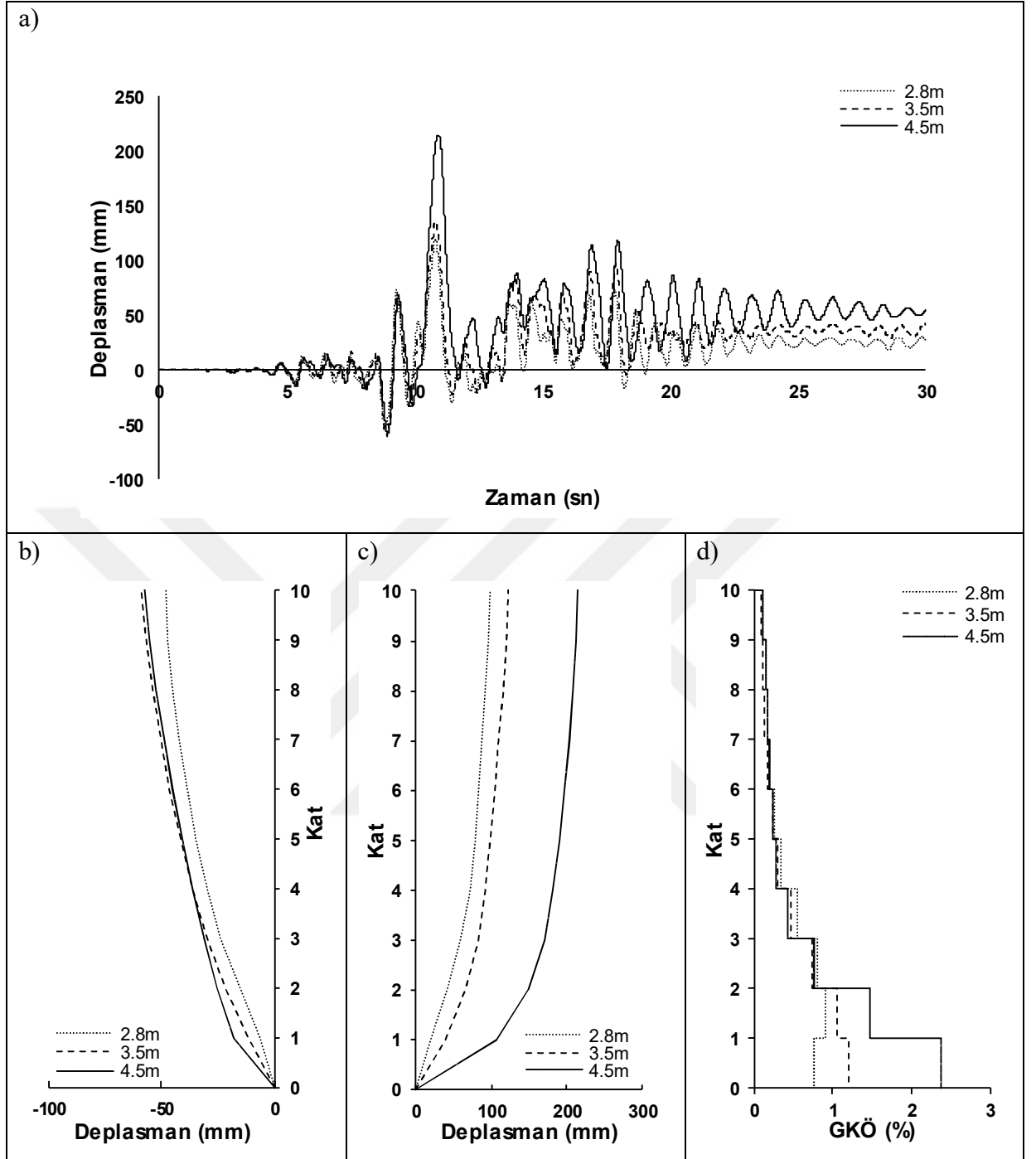


**Şekil B.9:** KOC-DZC180 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

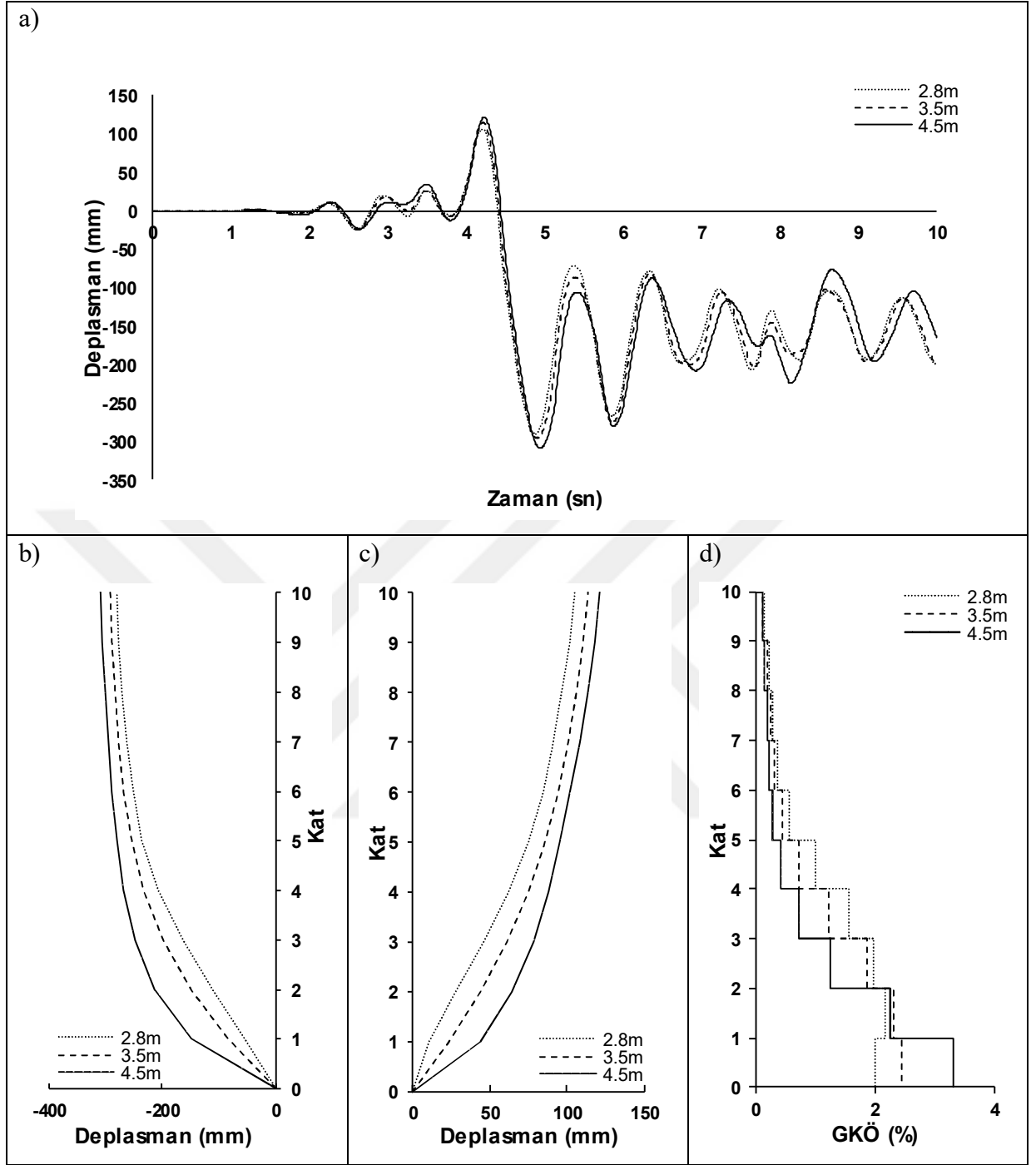




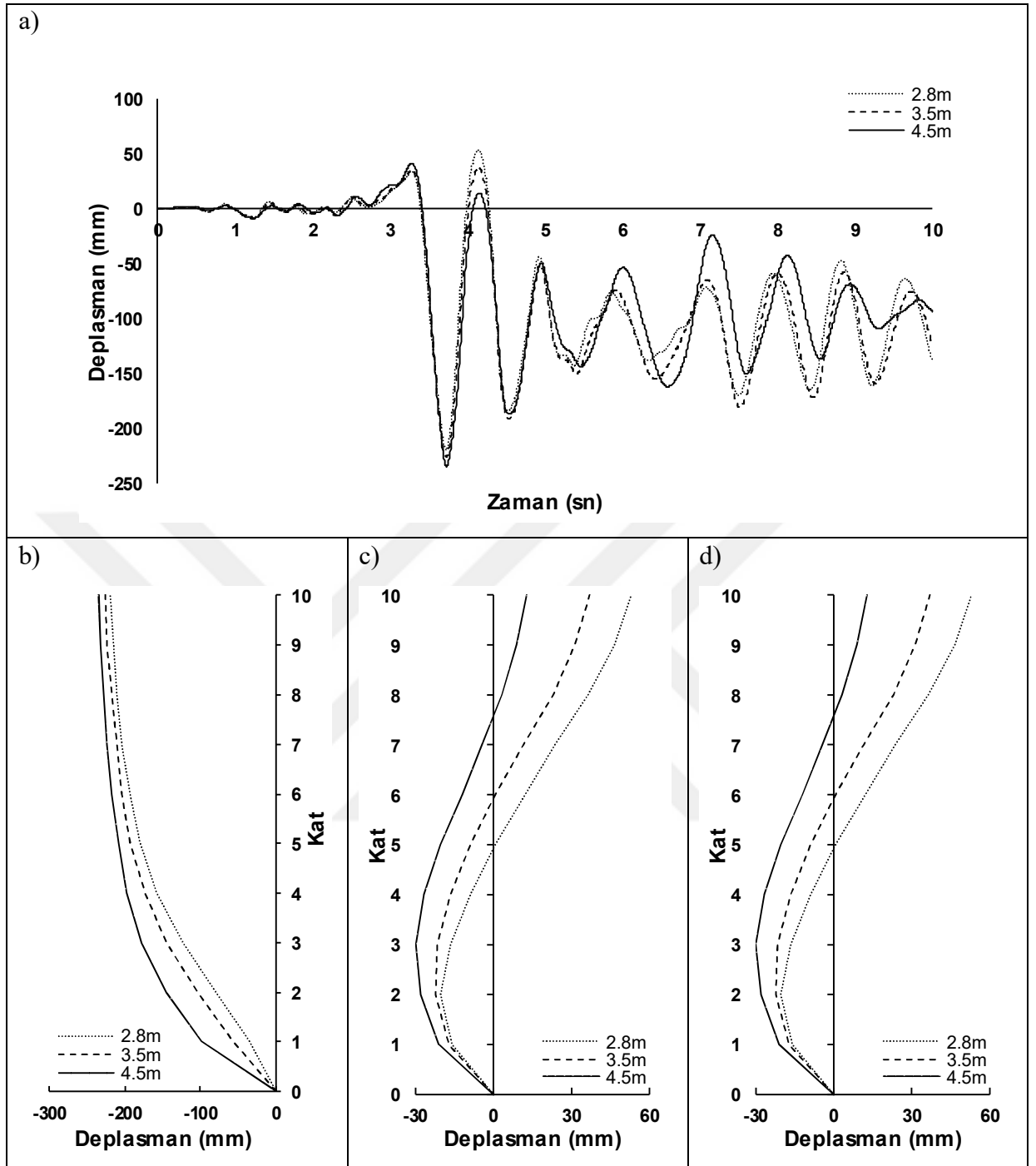
**Şekil B.10:** KOC-DZC270 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



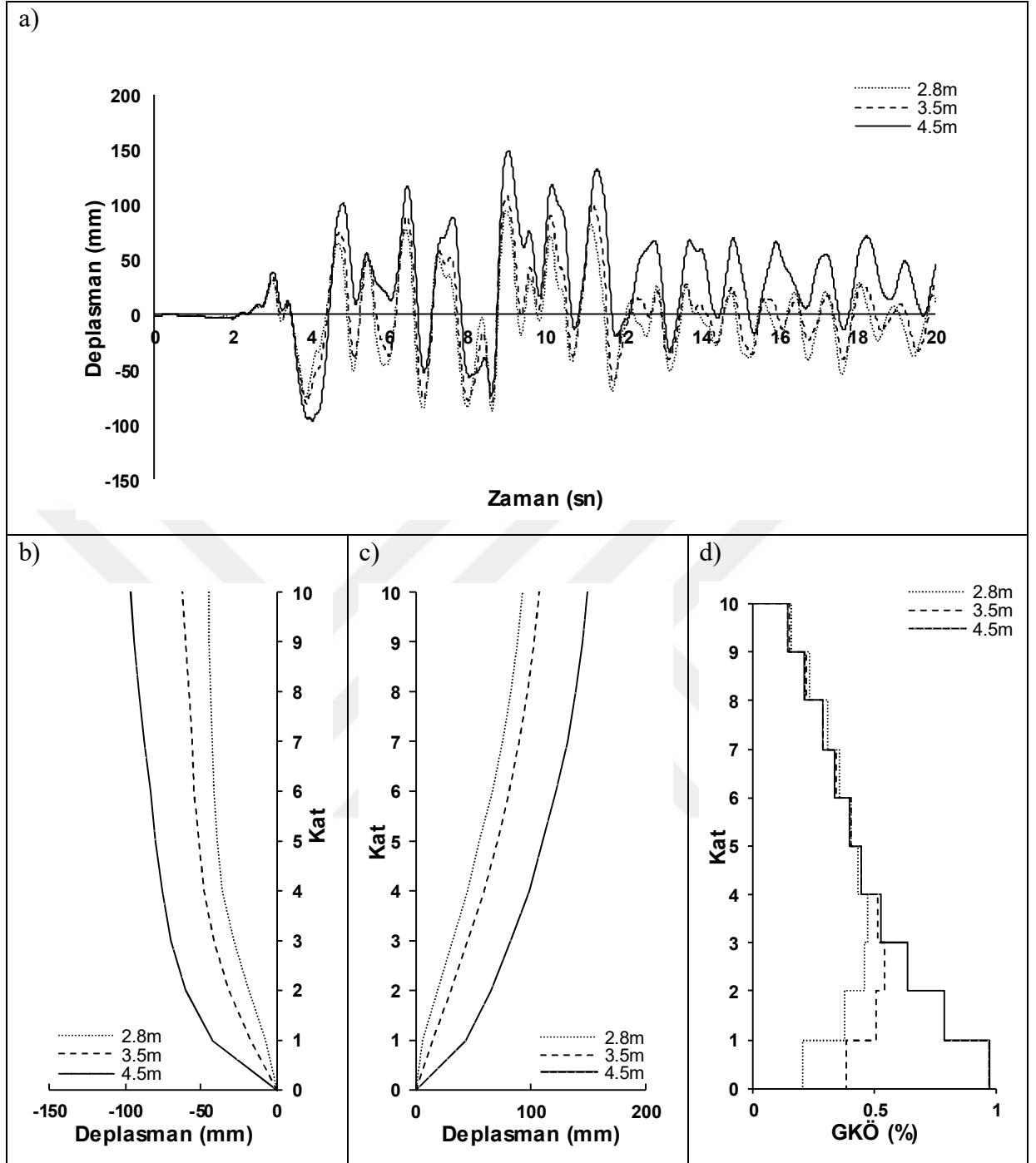
**Şekil B.11:** LANDERS-LCN275 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



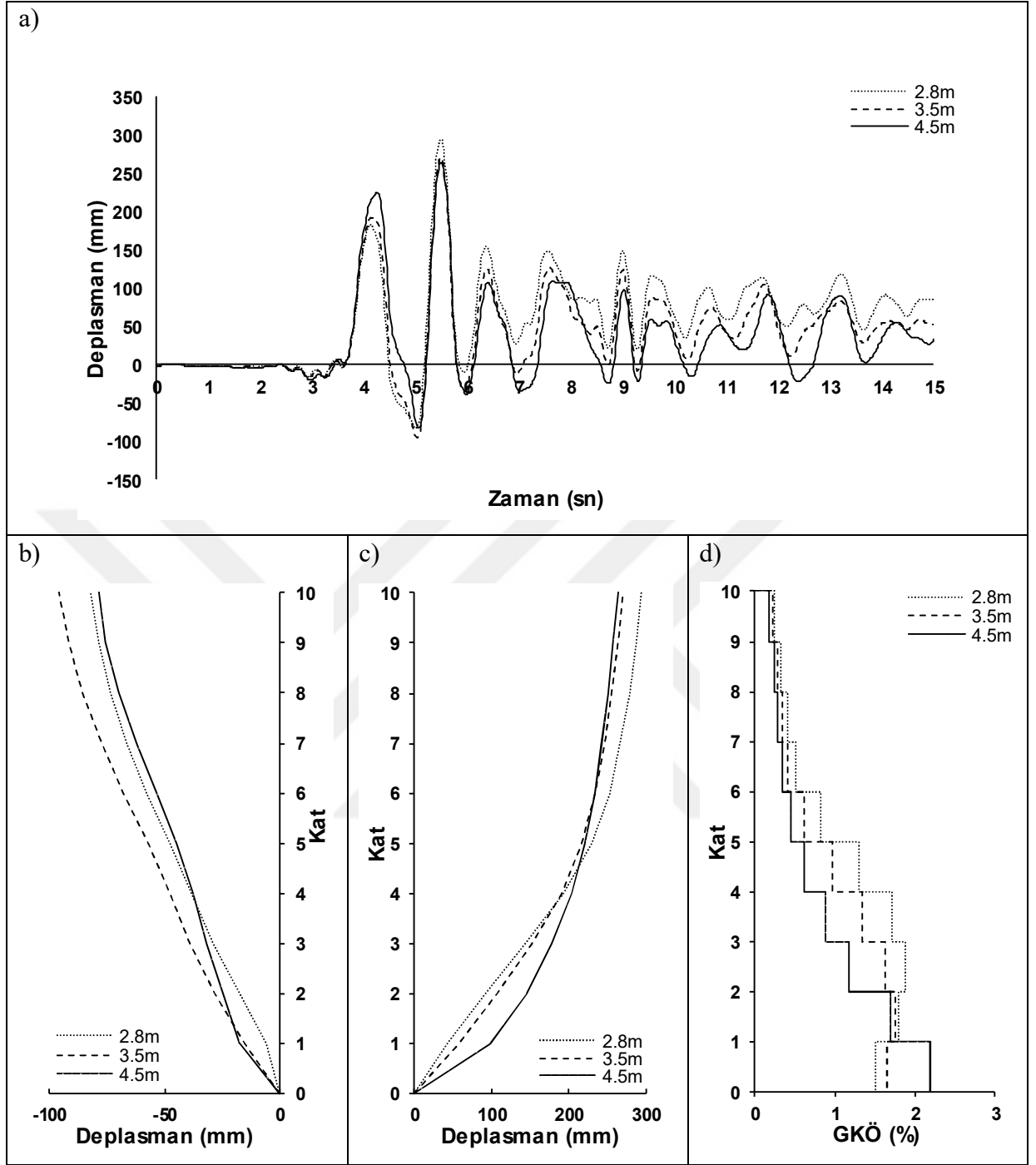
Şekil B.12: LOMAP-LEX090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



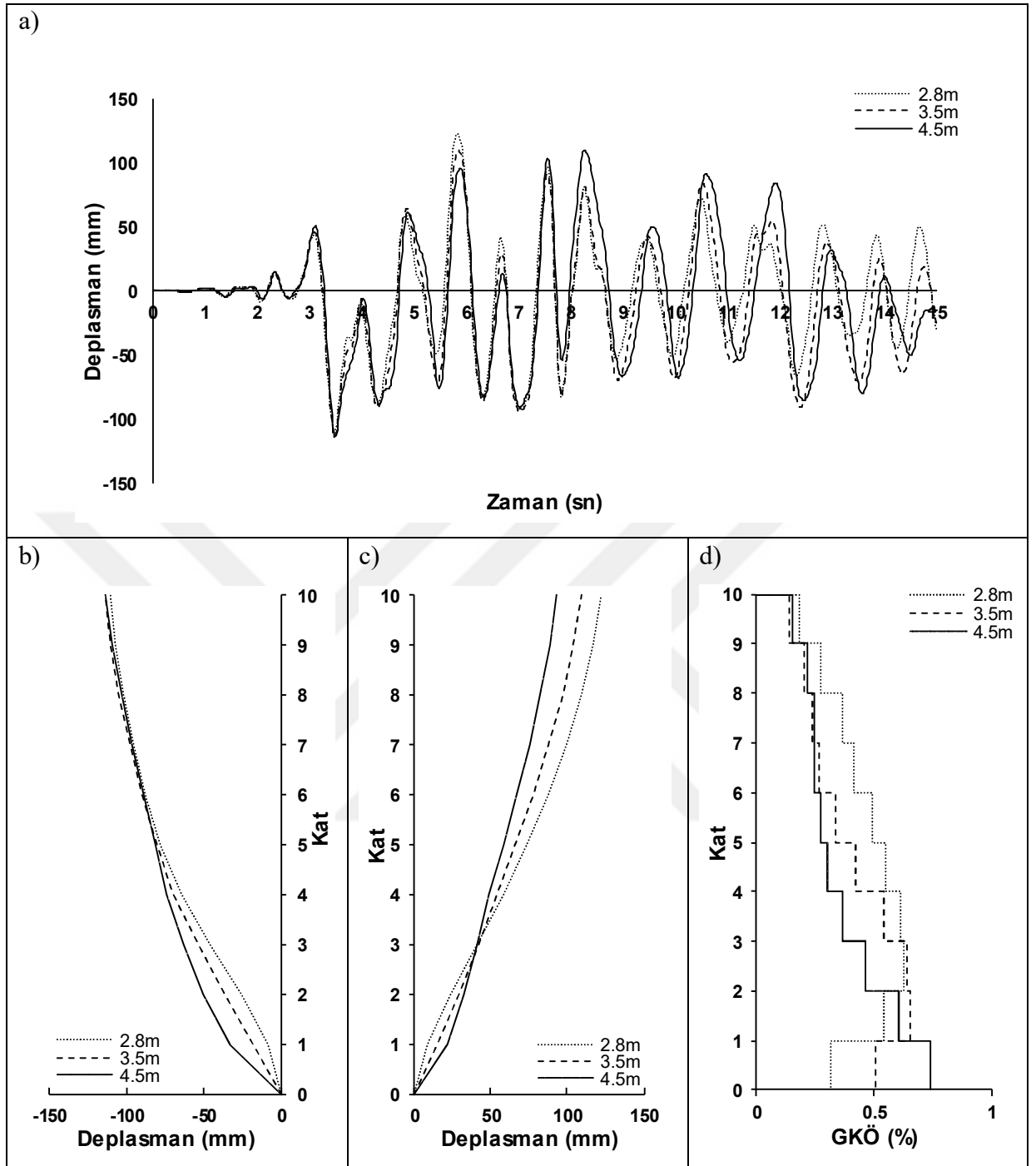
**Şekil B.13:** MORGAN-CYC285 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



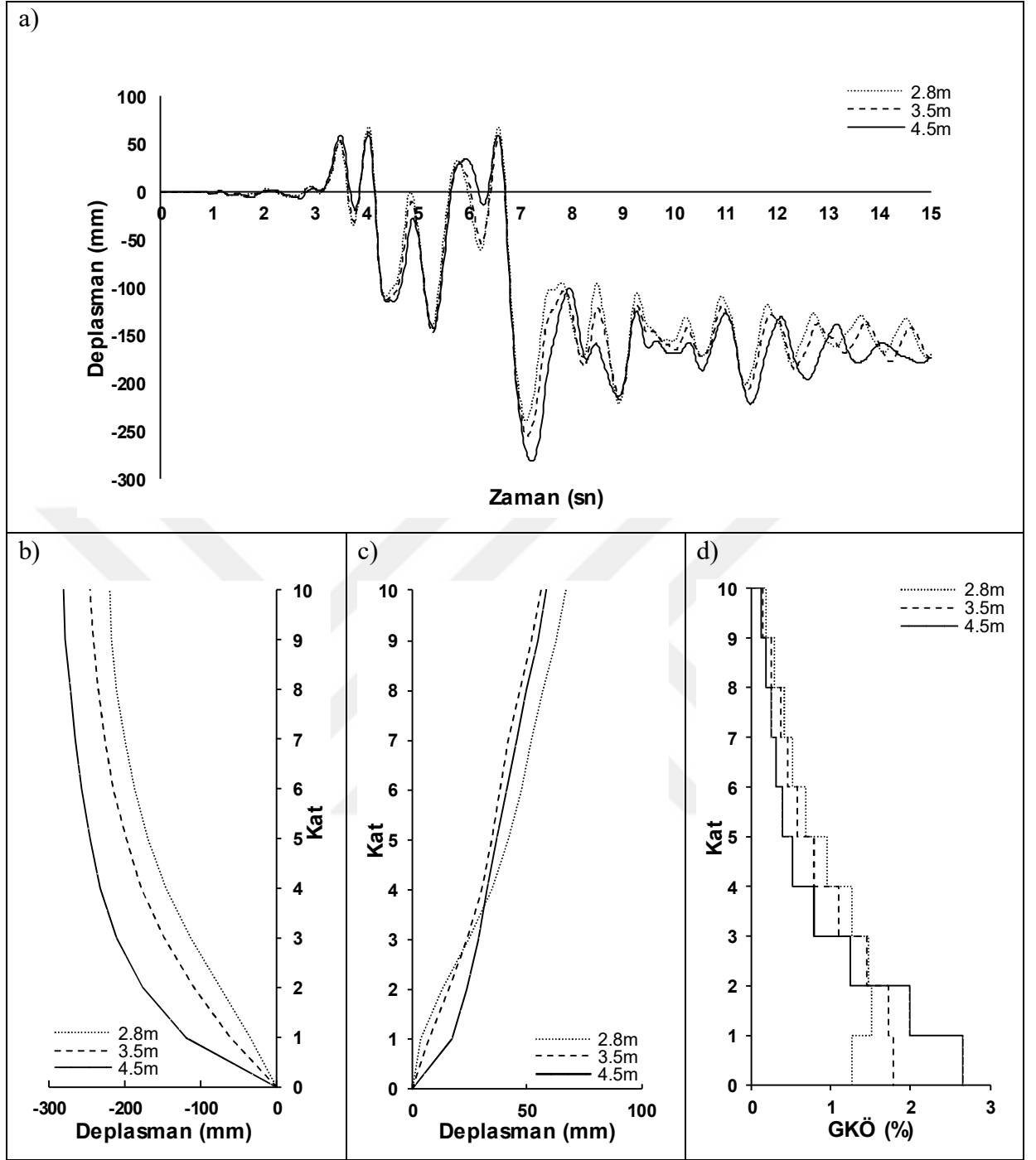
**Şekil B.14:** NORTH-CNP196 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



**Şekil B.15:** NORTHR-NWH360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

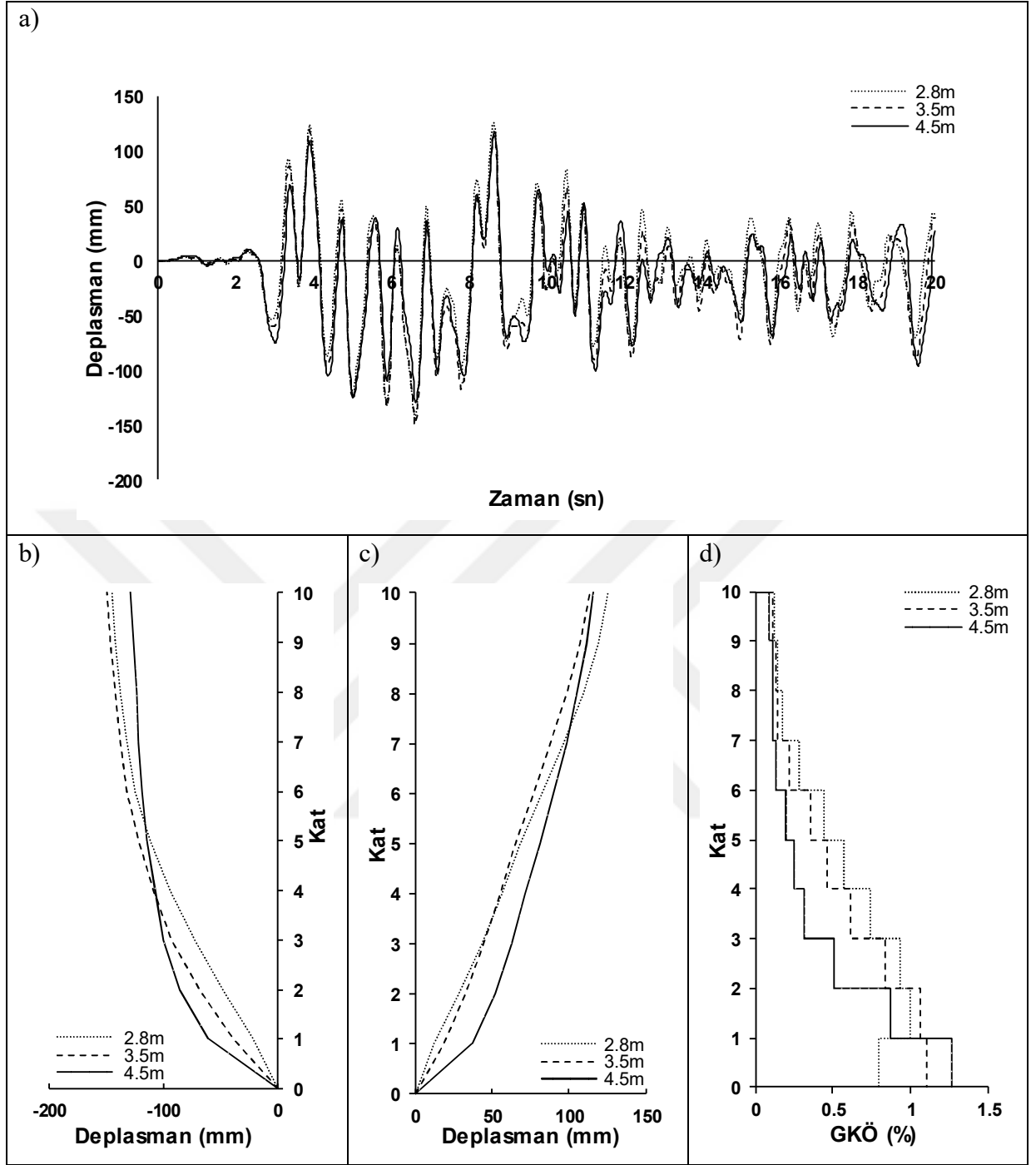


**Şekil B.16:** NORTH-SPV360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

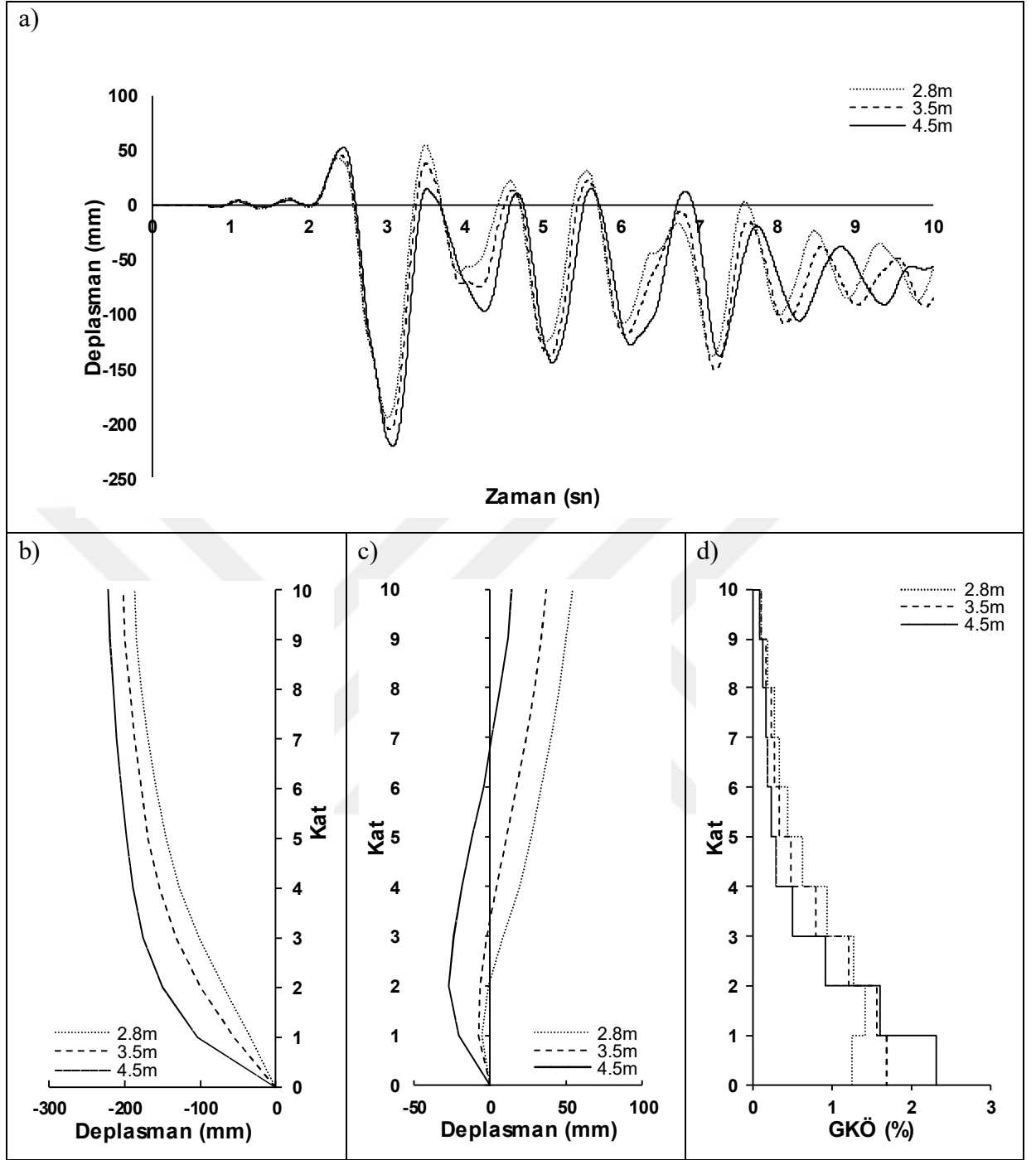


**Şekil B.17:** NORTH-THR-SYL090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

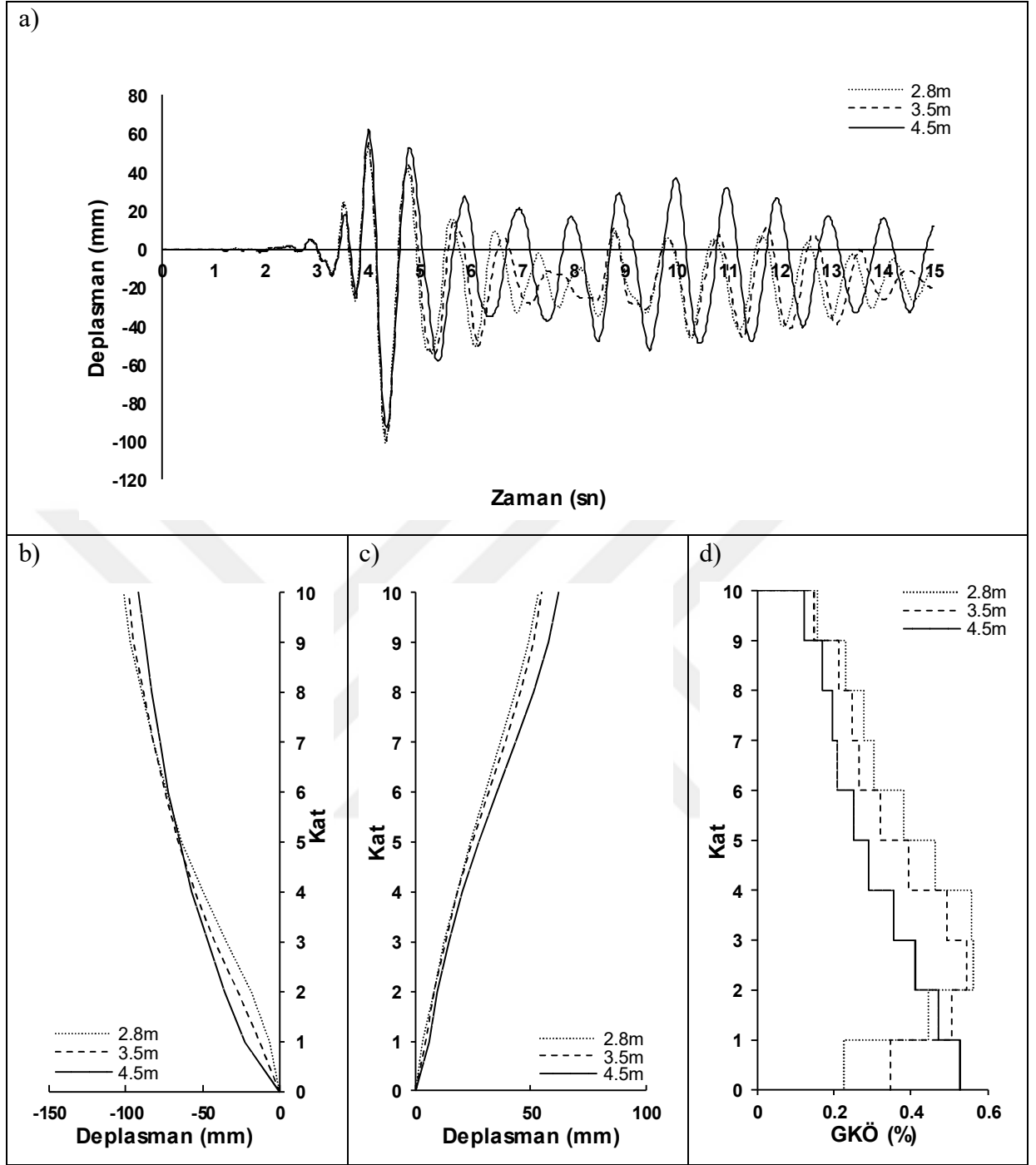




**Şekil B.18:** NORTH-R-TAR360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

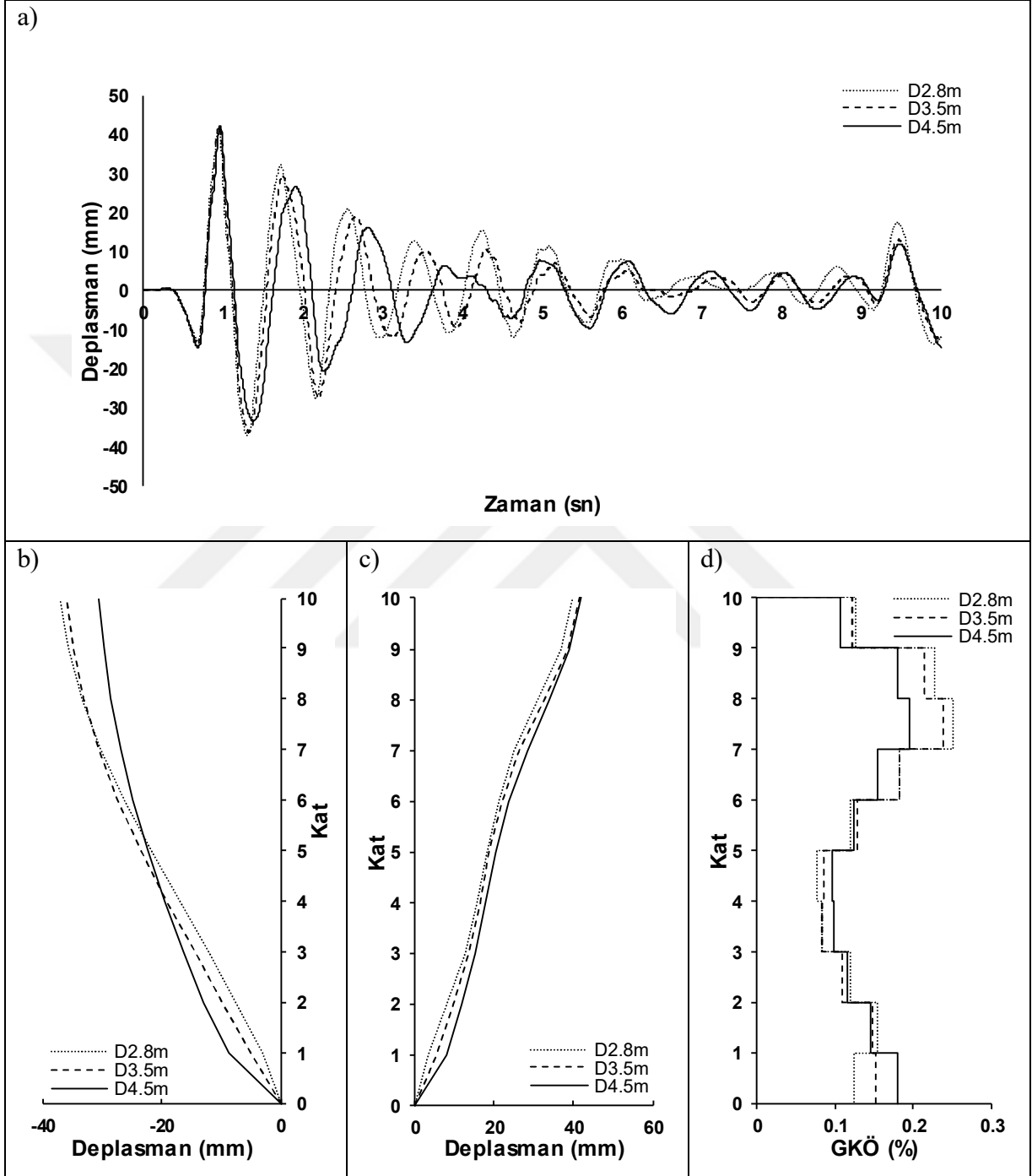


**Şekil B.19:** PALMSPR-NPS210 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

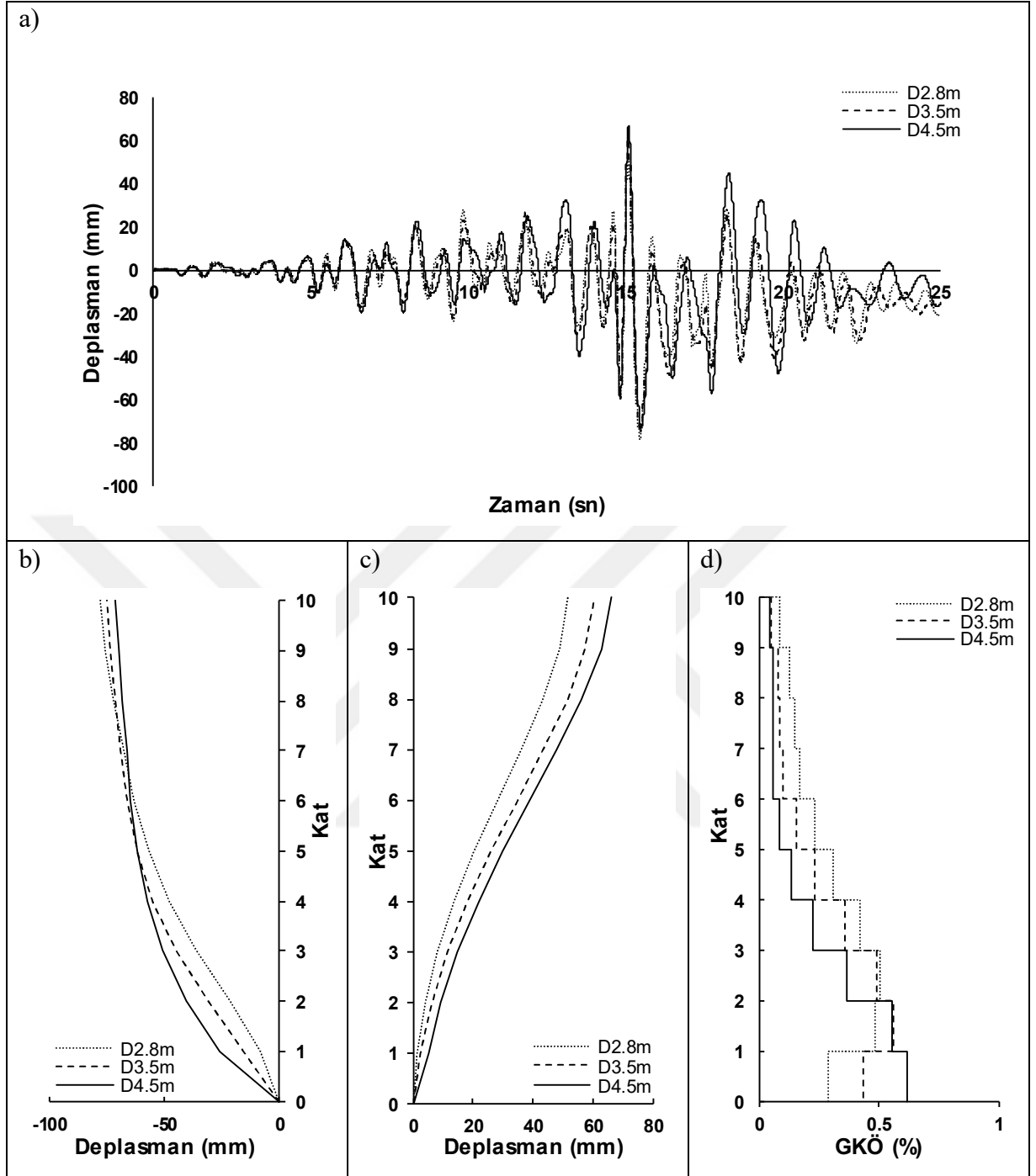


Şekil B.20: WHITTIER-A-EJS048 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

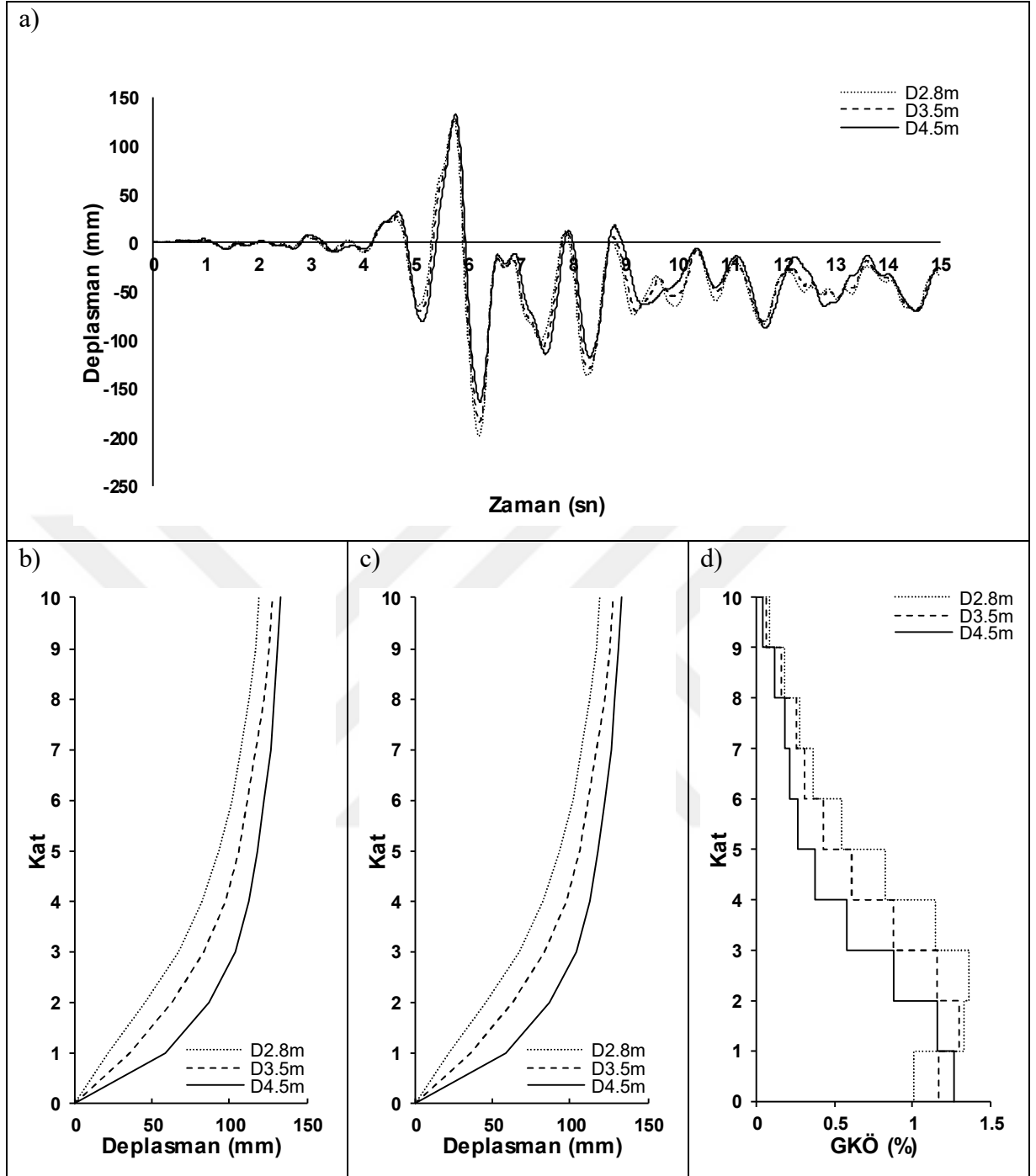
**EK C.1 Dolgu Duvar Rijitlik Katkısı Dikkate Alınan 2.8m, 3.5m ve 4.5m Zemin Kat Yüksekliğine Sahip Modeller için X Analiz Doğrultusunda Elde Edilen Sonuçlar**



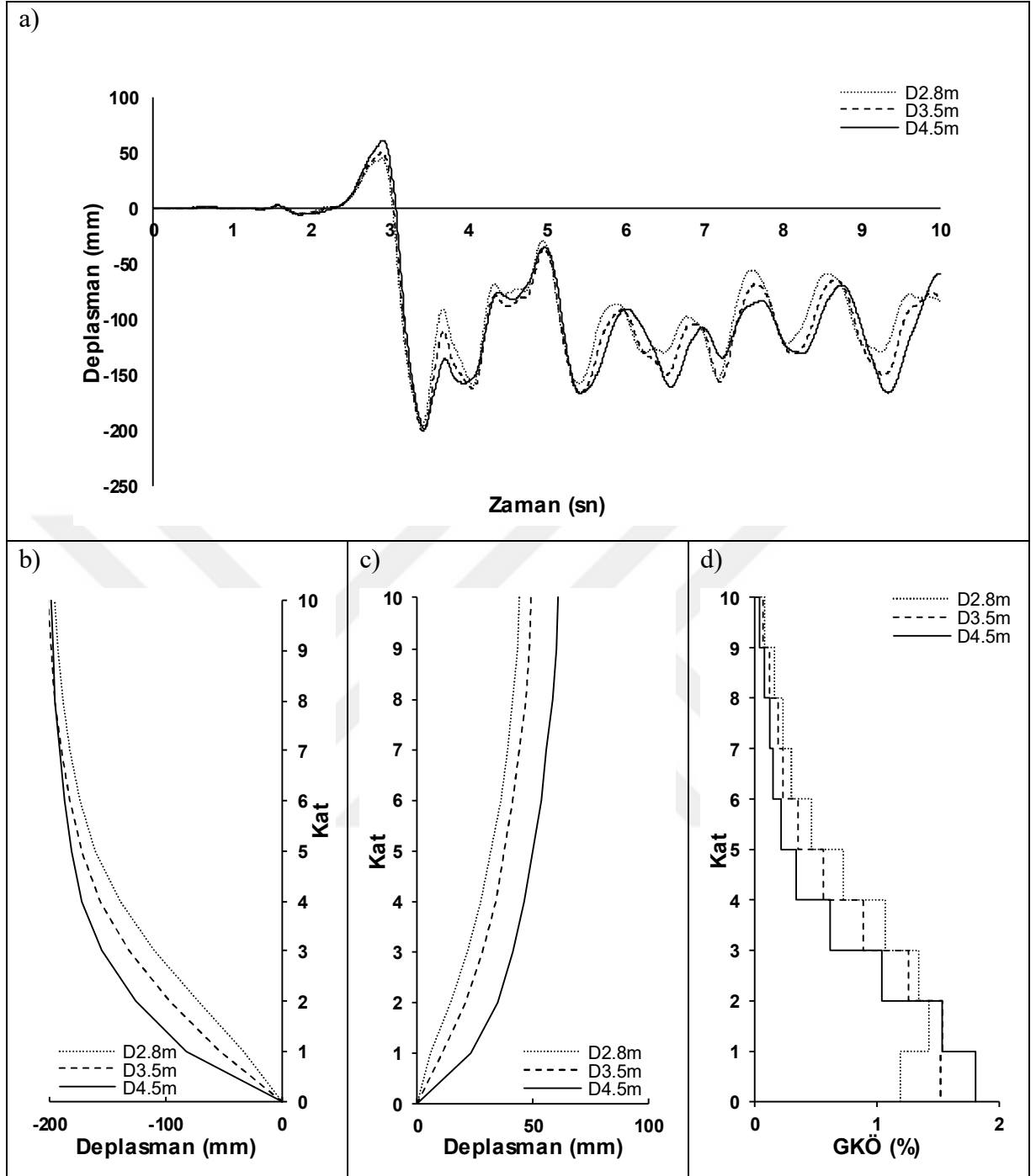
**Şekil C.1:** CAPEMEND-PET090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



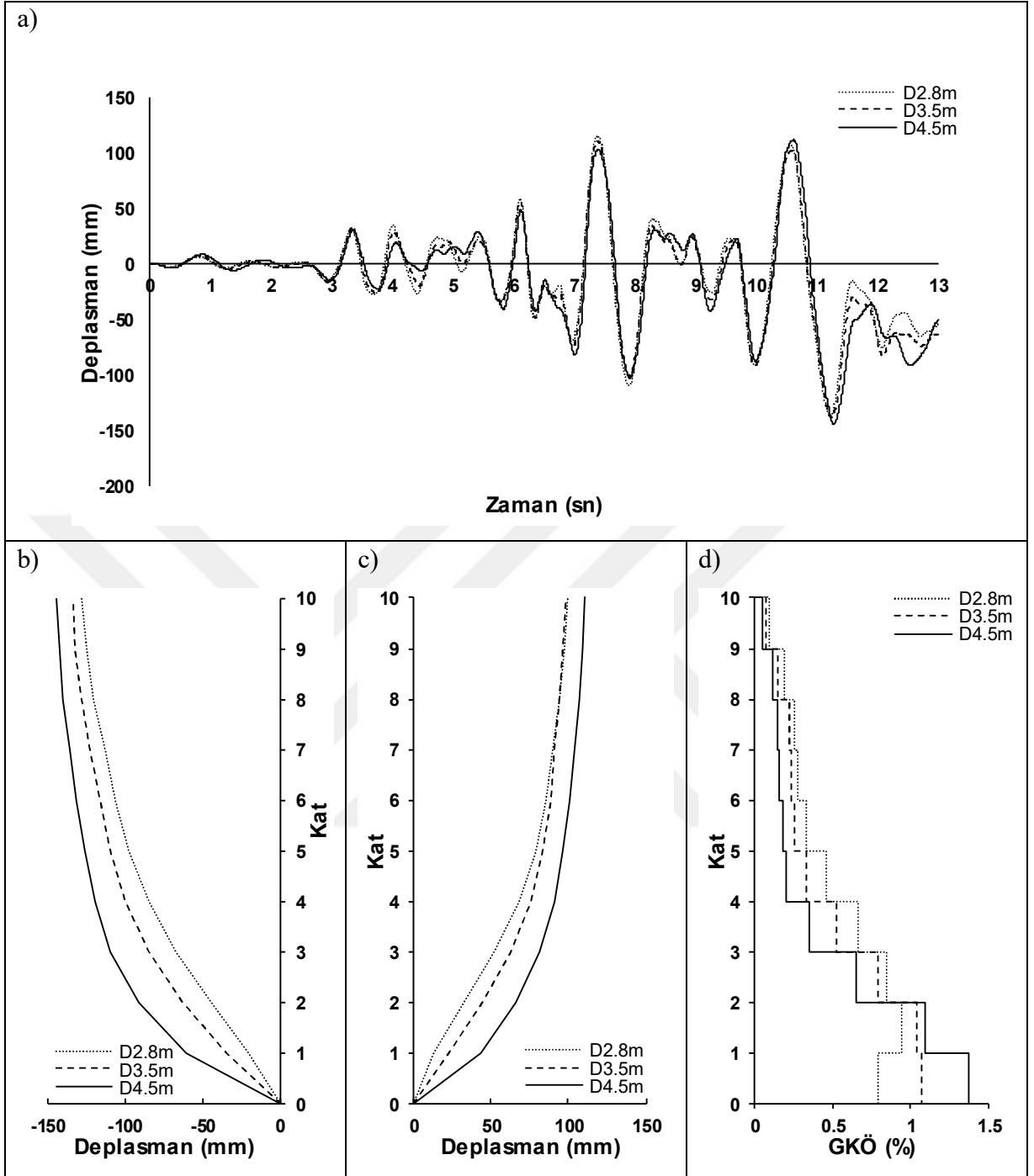
**Şekil C.2:** CHICHI-TCU45 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



**Şekil C.3:** DZC-BOL090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

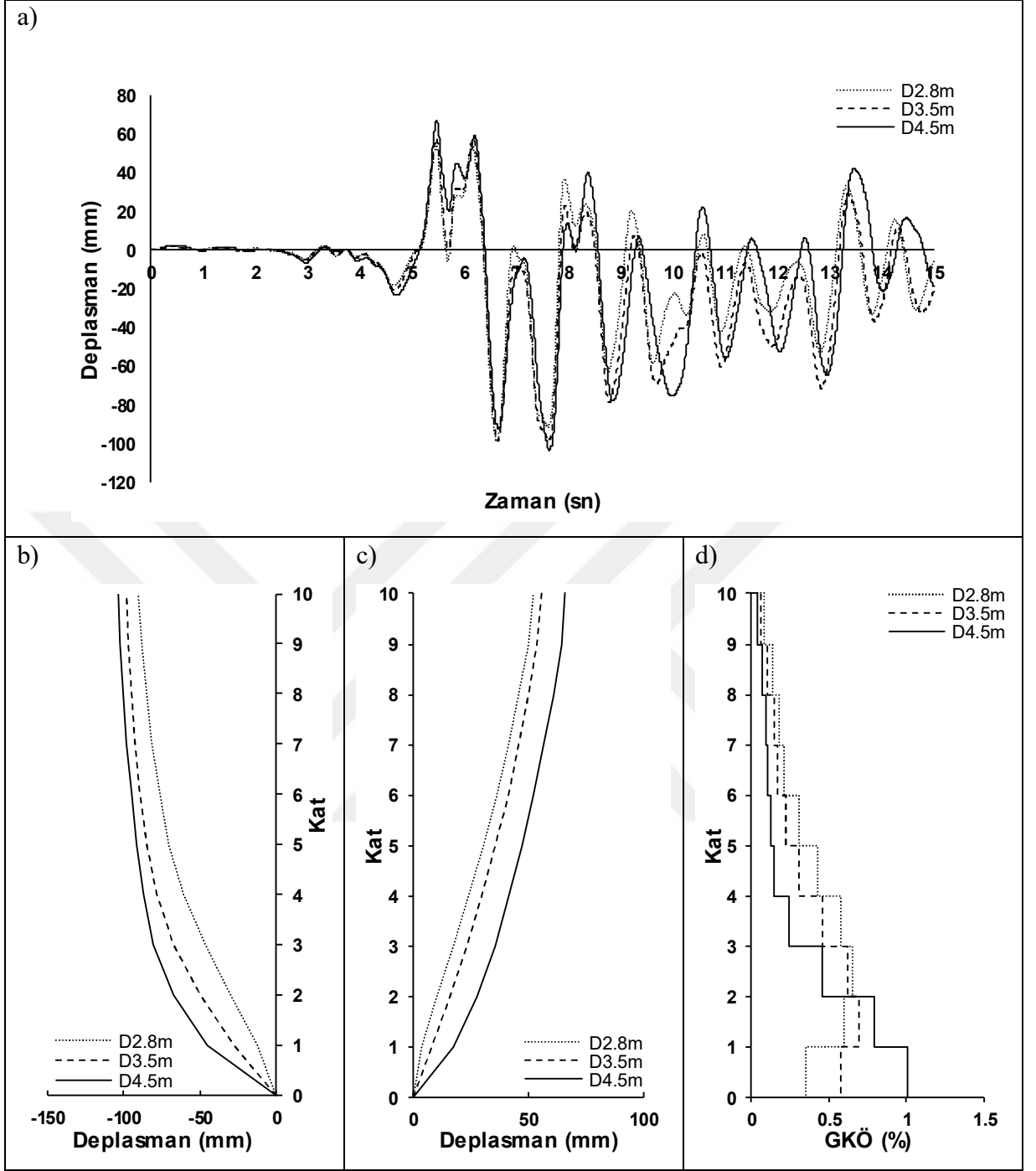


**Şekil C.4:** ERZ-EW ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

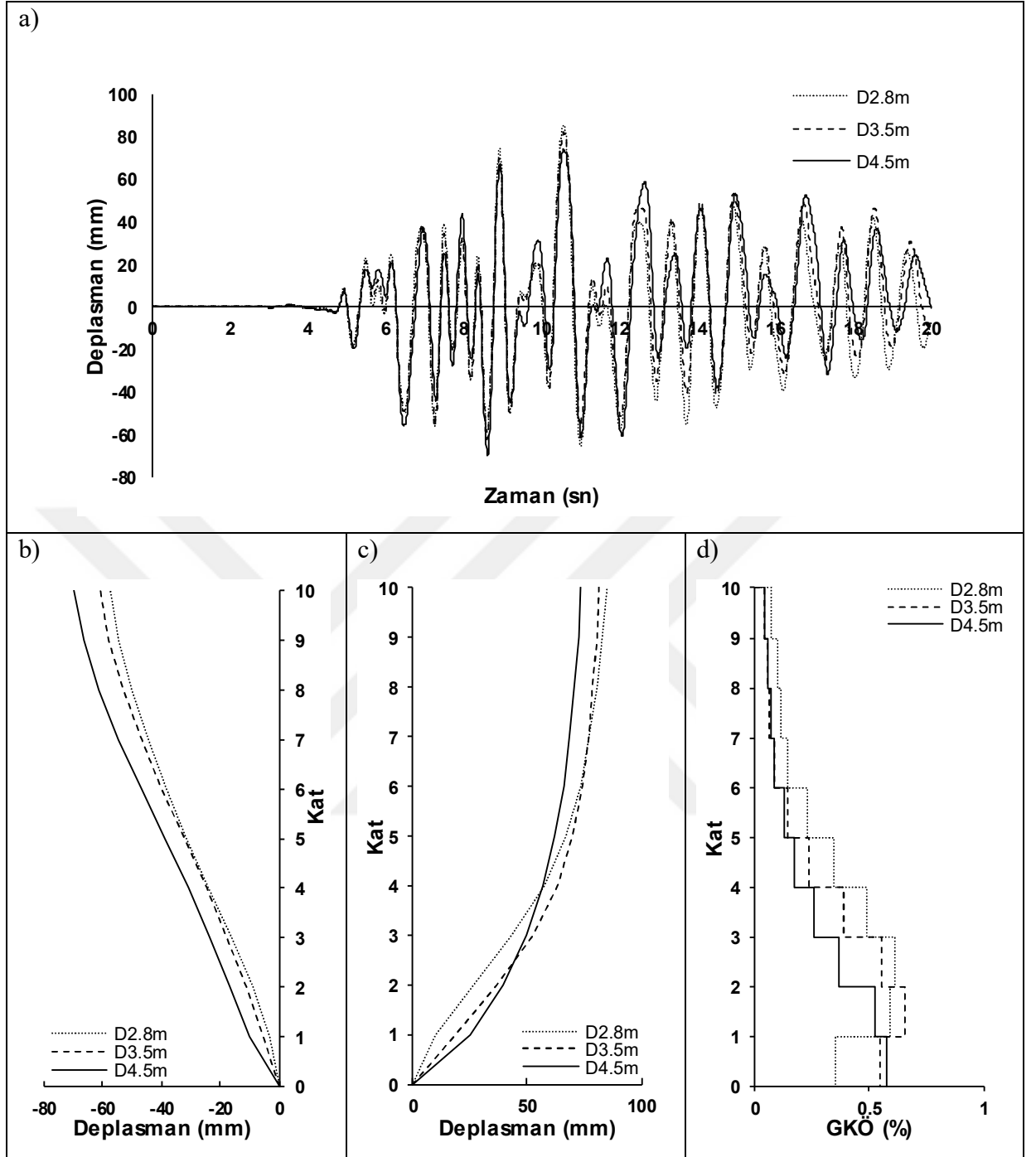


Şekil C.5: GAZLI-GAZ000 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

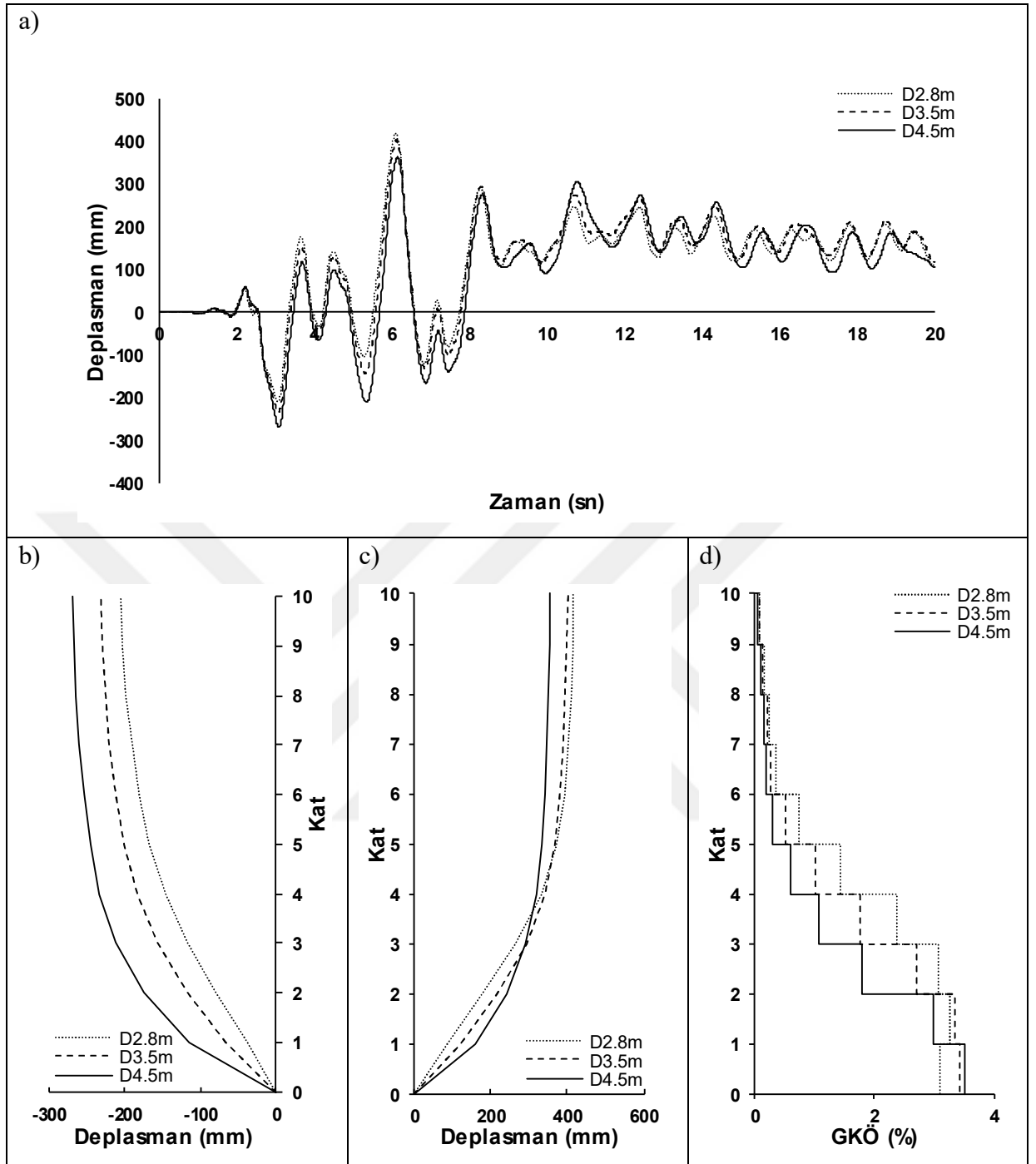




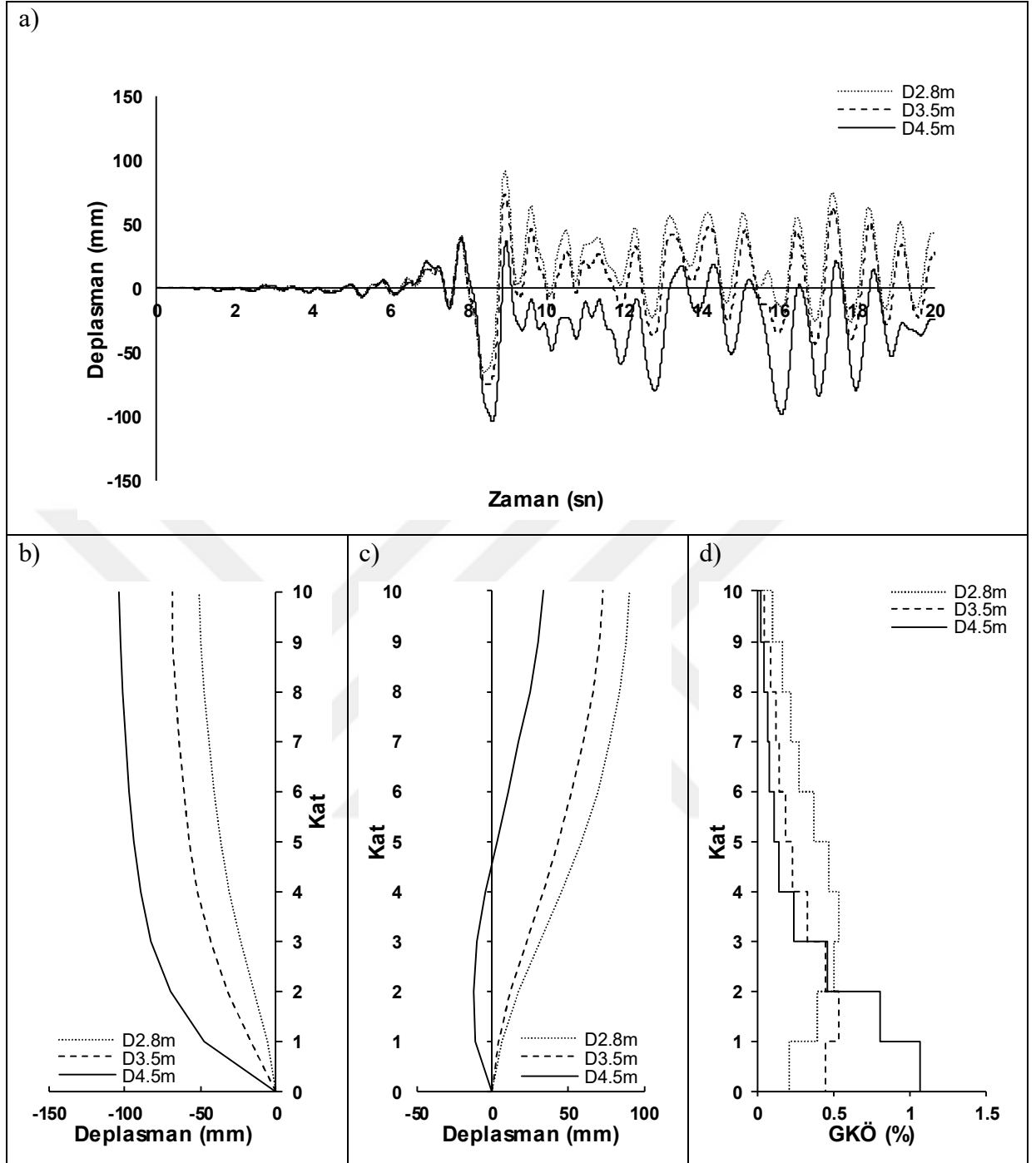
**Şekil C.6:** IMPVALL-H-E05140 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



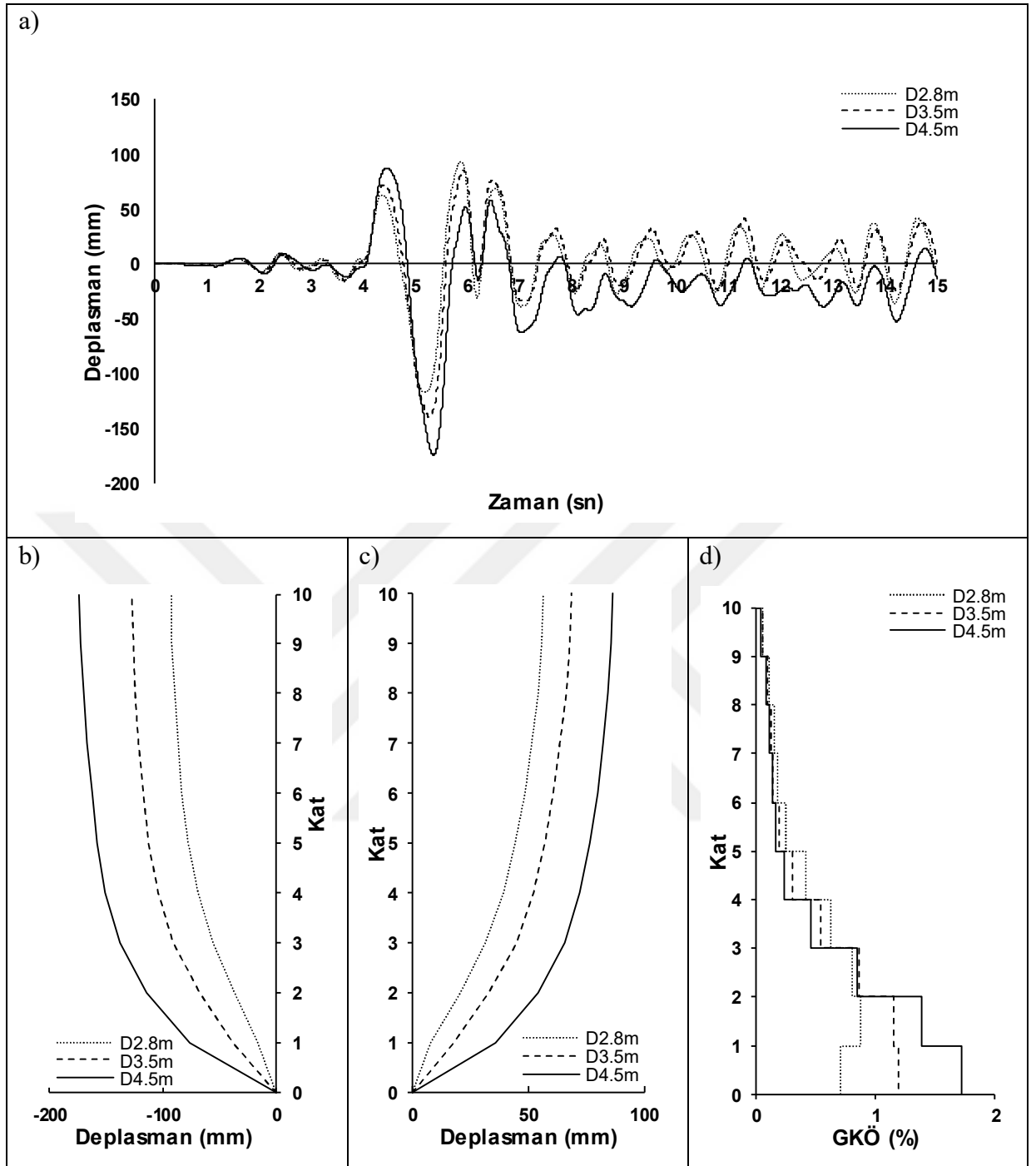
**Şekil C.7:** KOBE-NIS000 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



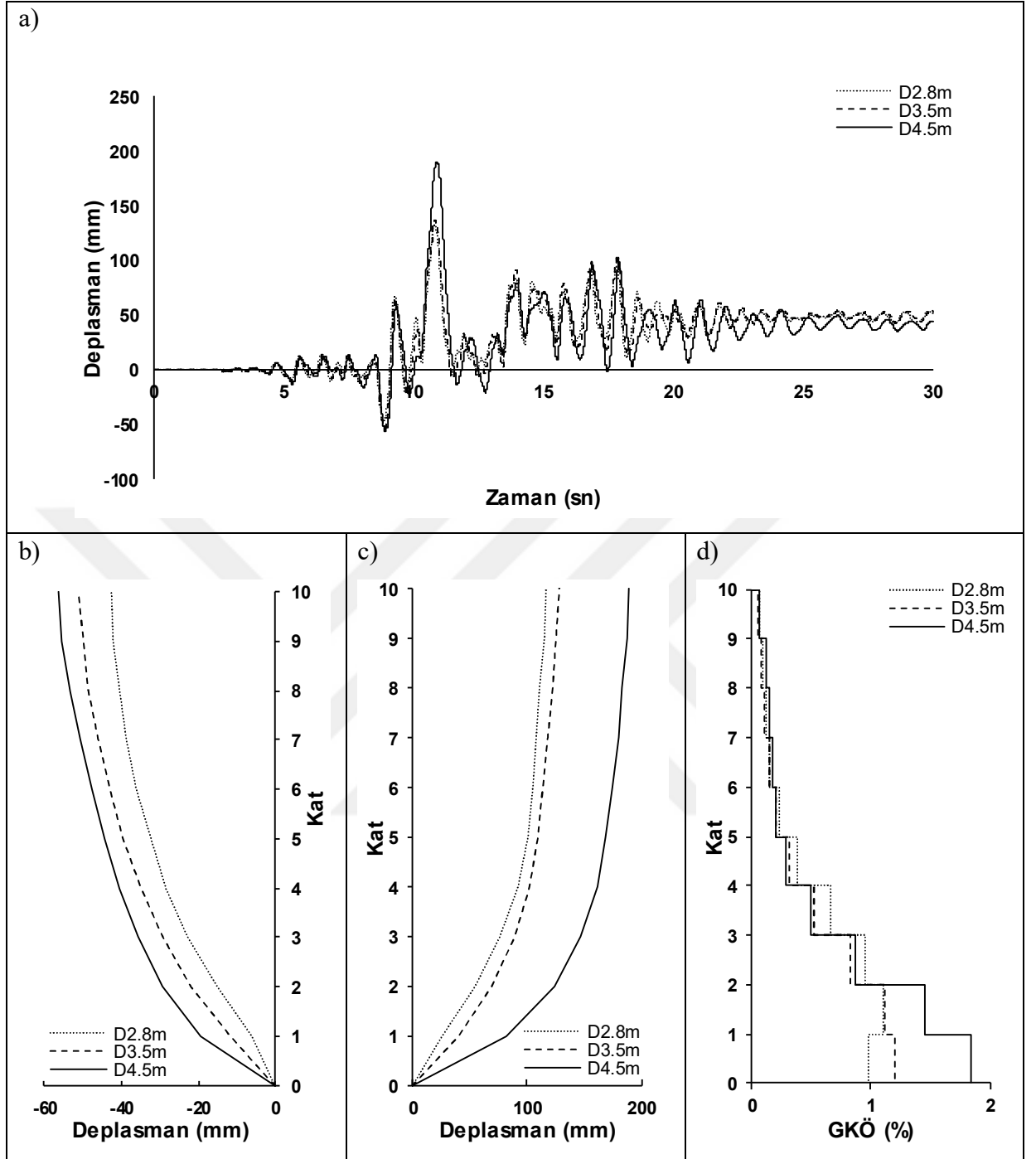
**Şekil C.8:** KOBE-TAK090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



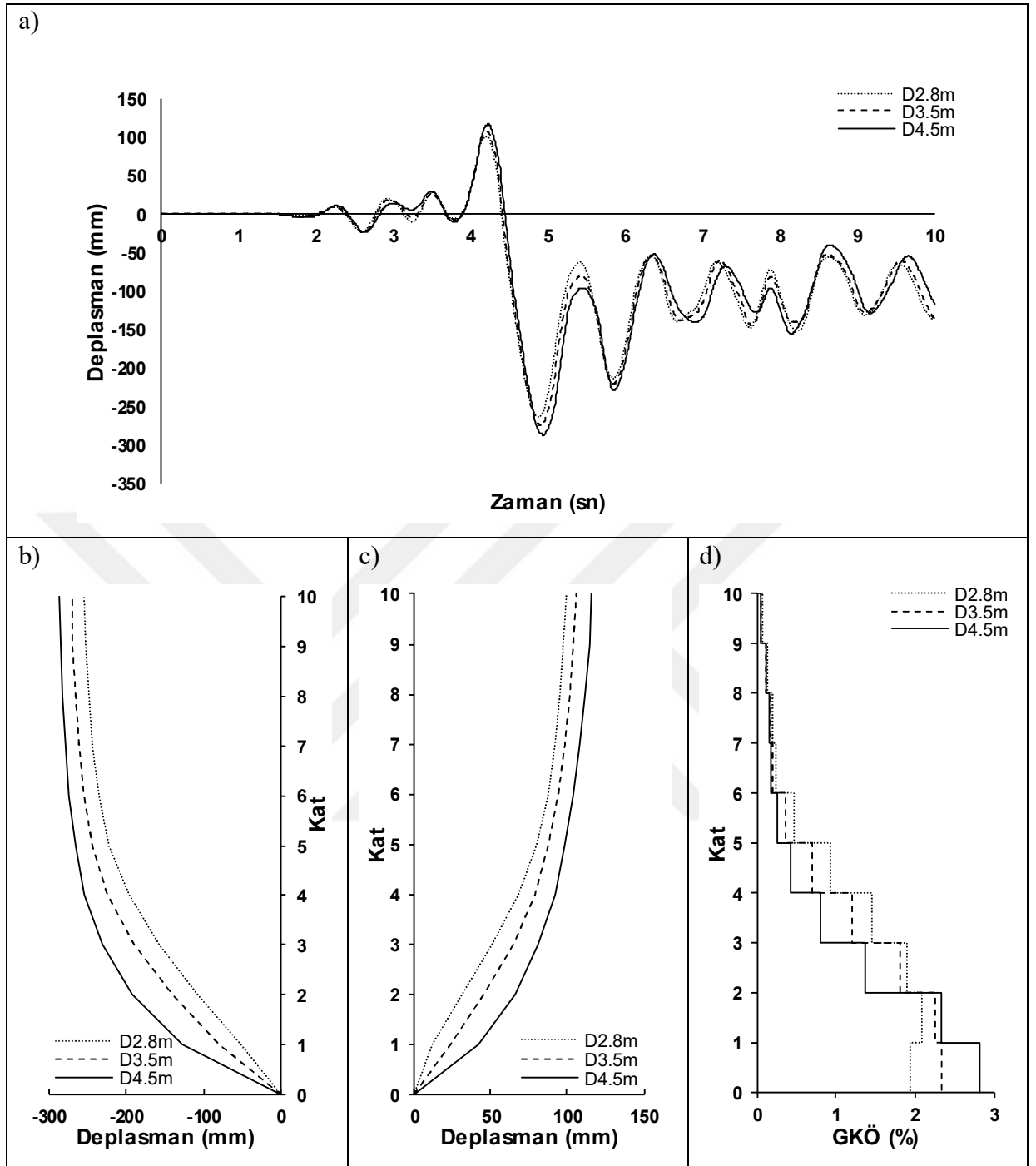
**Şekil C.9:** KOC-DZC180 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



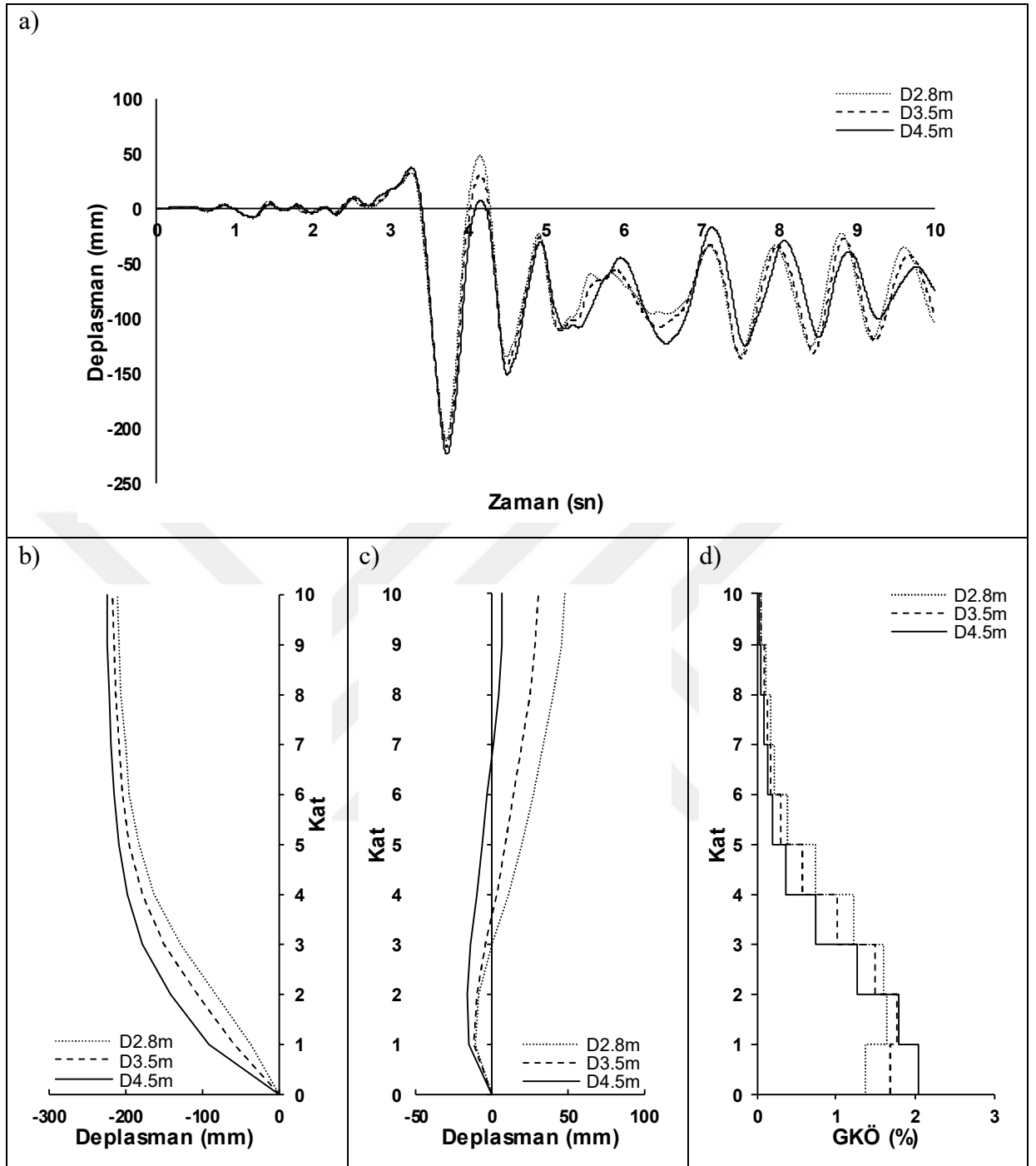
**Şekil C.10:** KOC-DZC270 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



**Şekil C.11:** LANDERS-LCN275 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

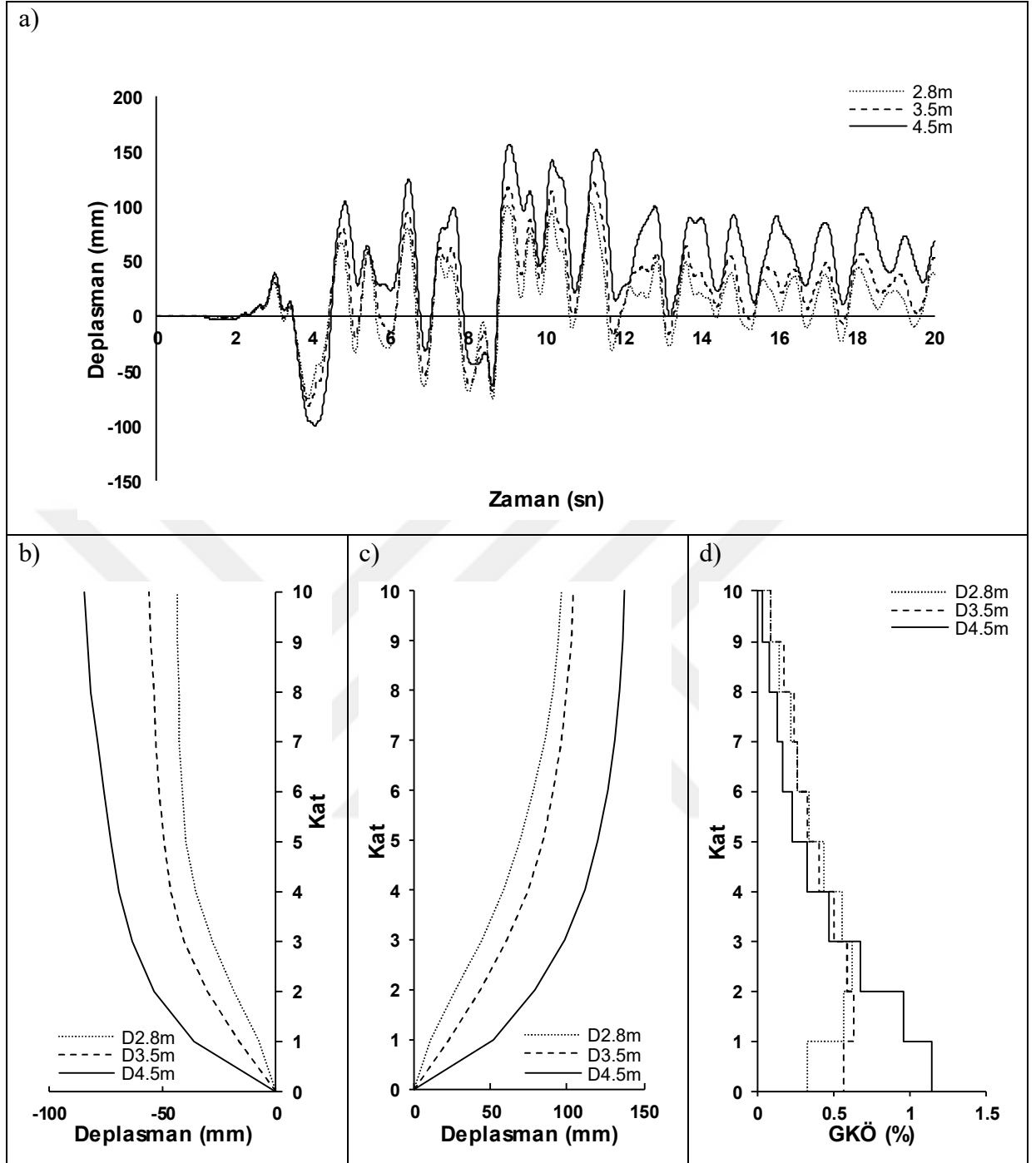


**Şekil C.12:** LOMAP-LEX090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

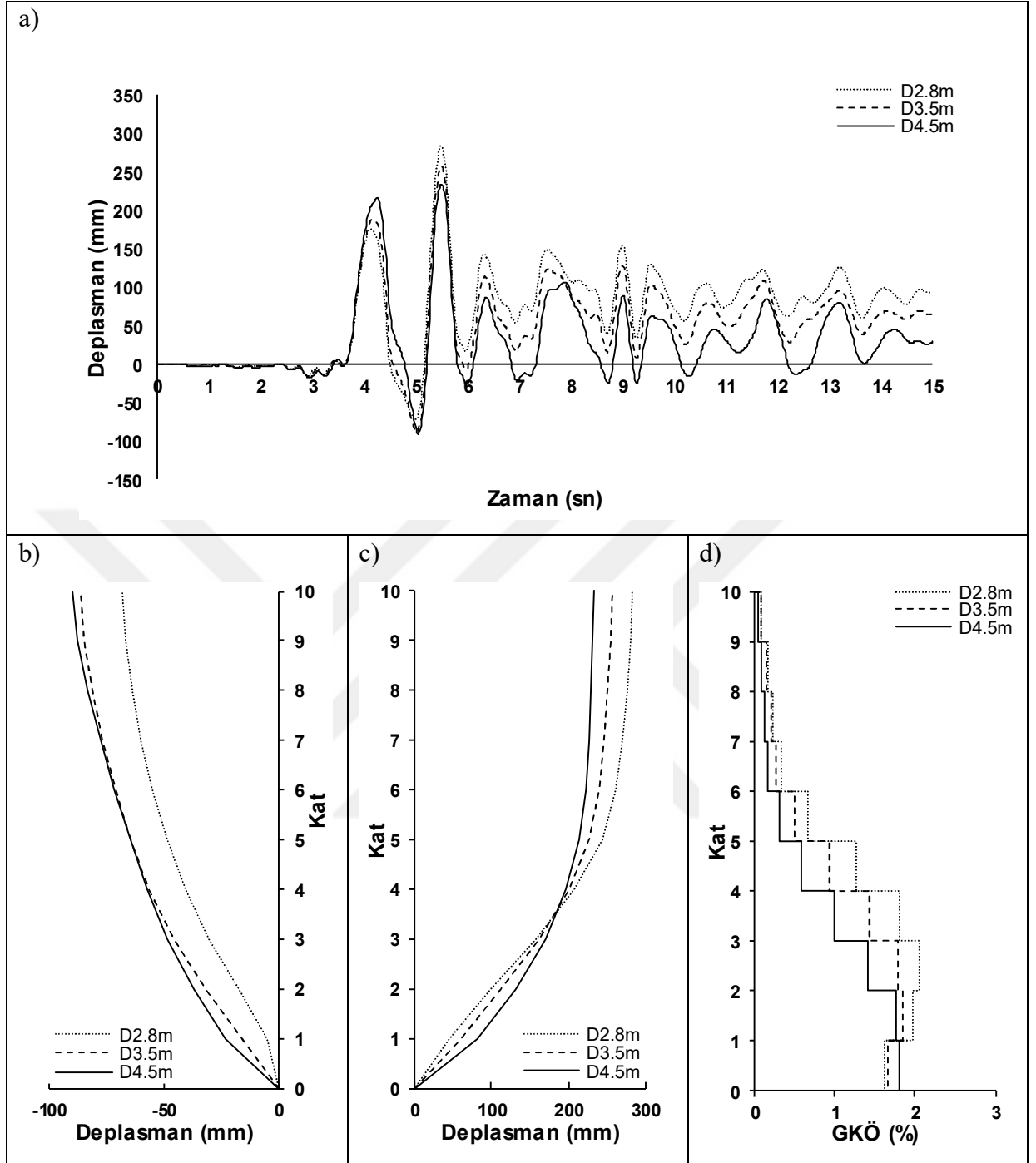


**Şekil C.13:** MORGAN-CYC285 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

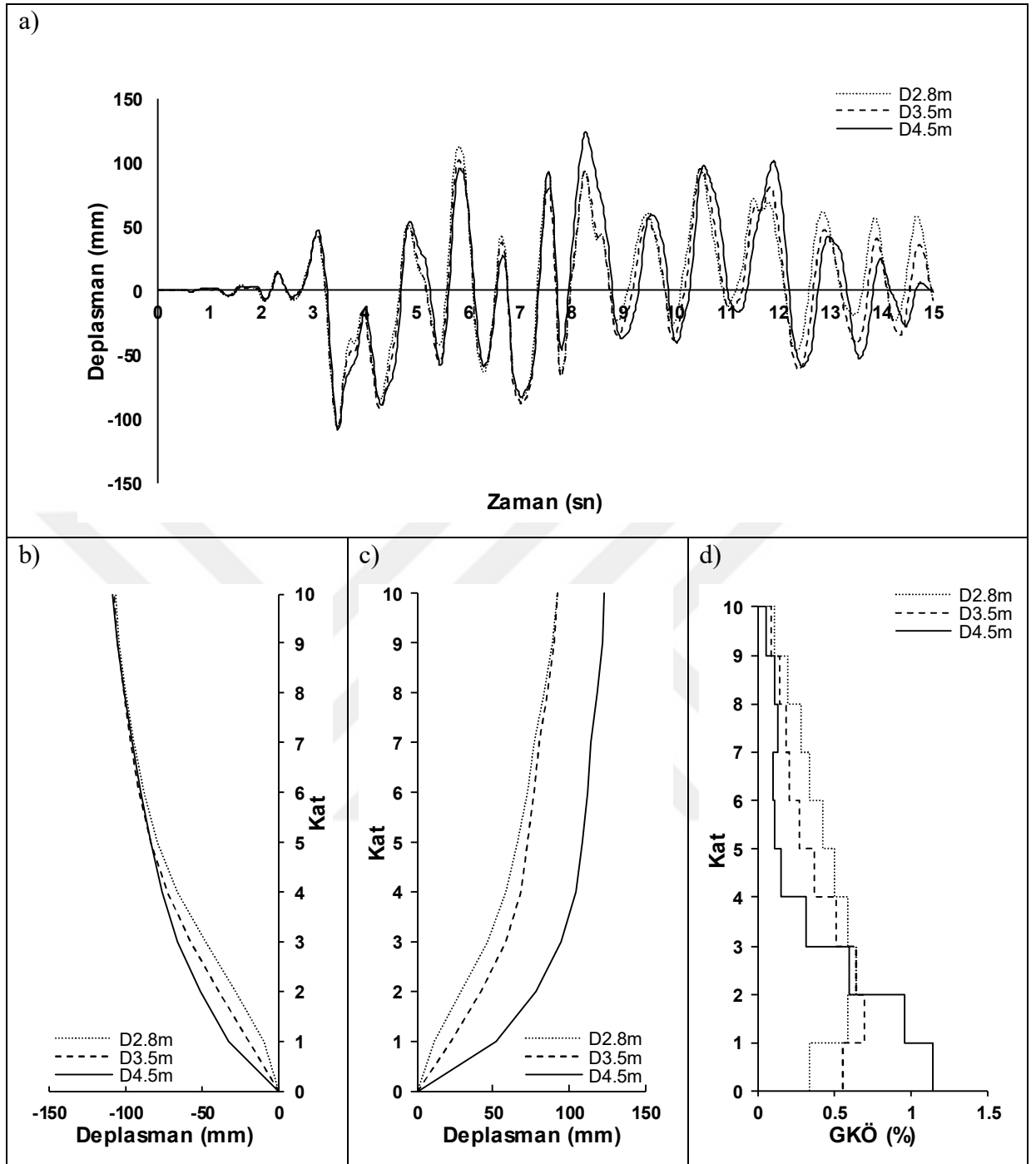




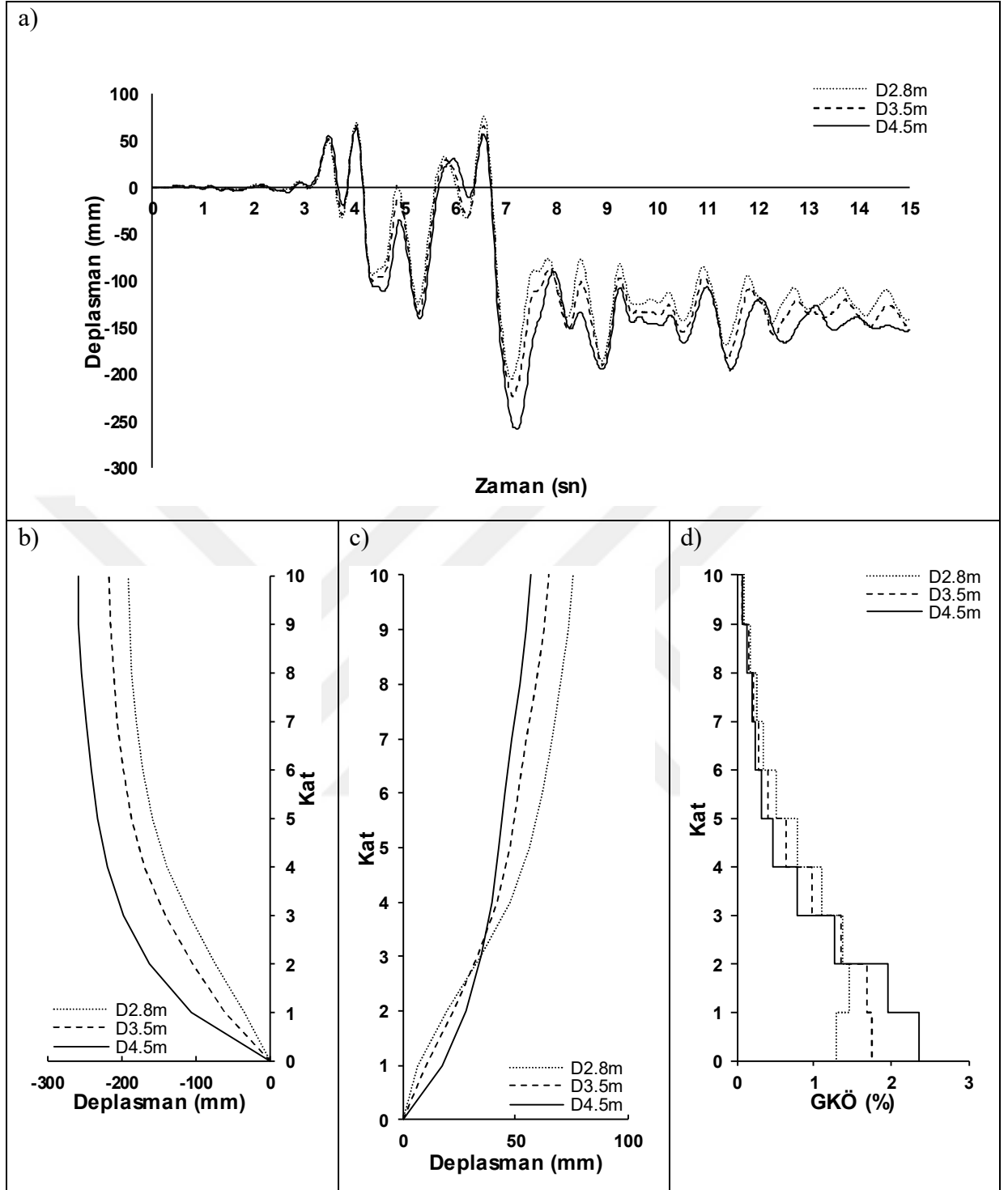
**Şekil C.14:** NORTH-CNP196 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



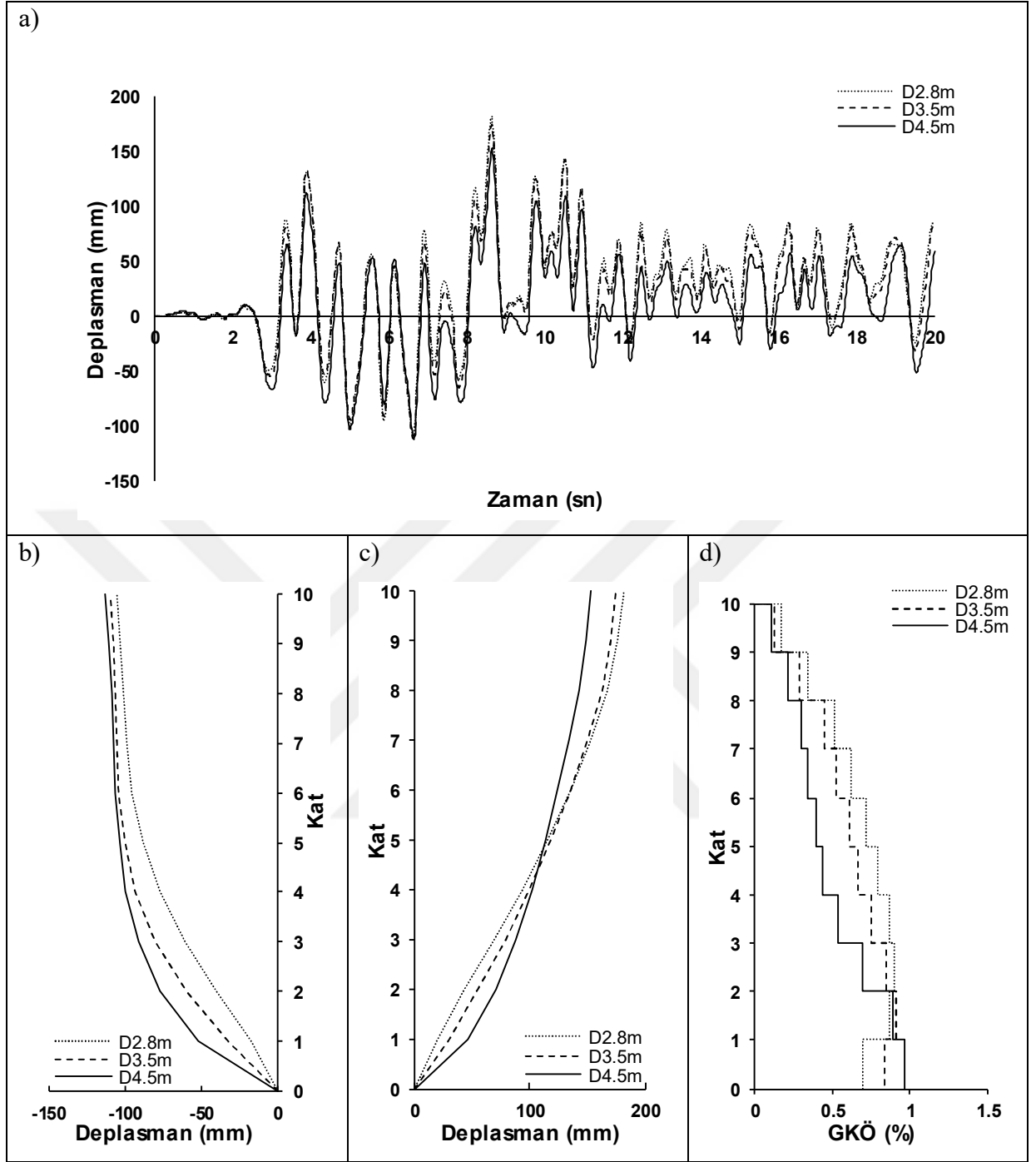
**Şekil C.15:** NORTHR-NWH360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



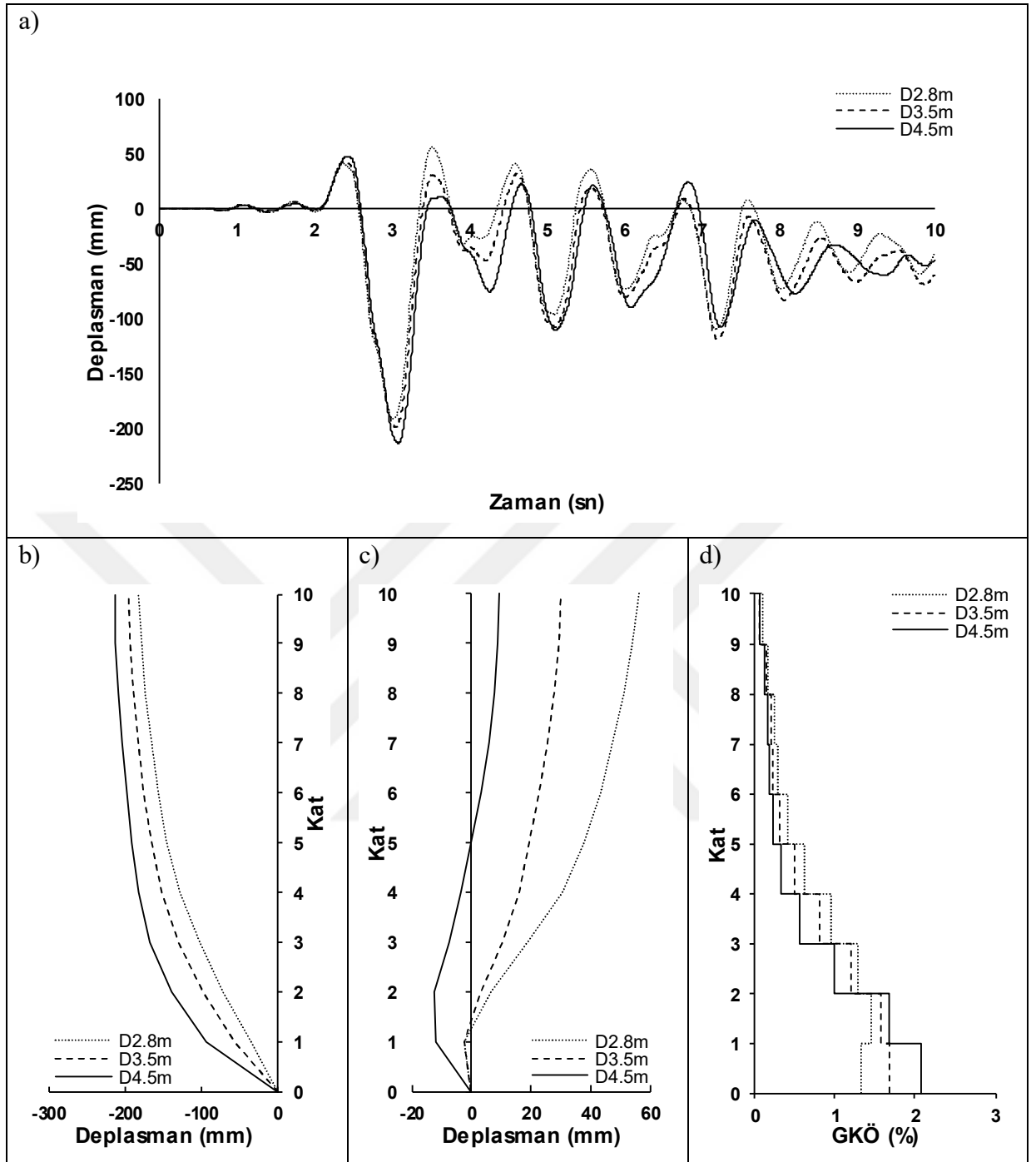
**Şekil C.16:** NORTH-SPV360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



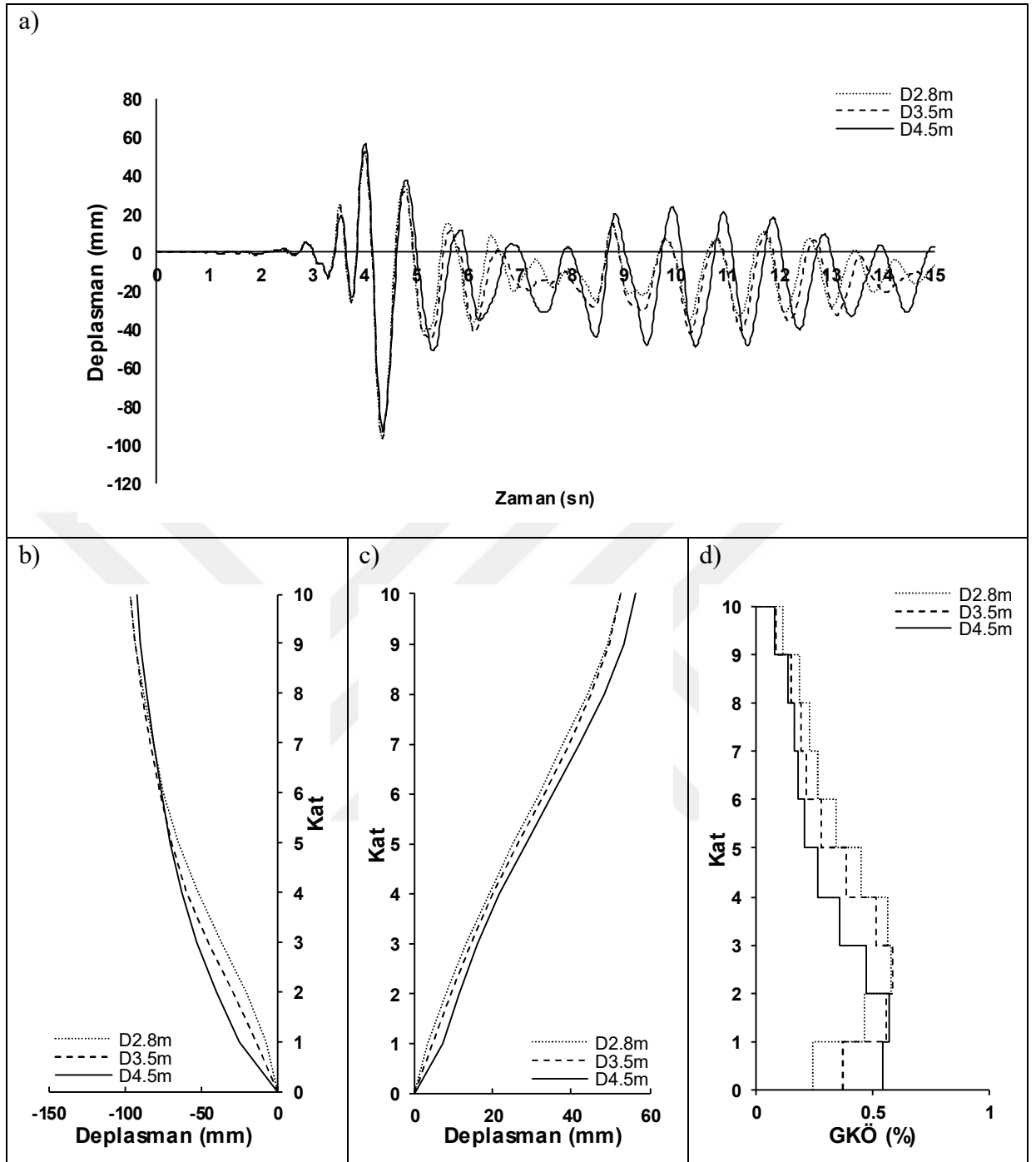
**Şekil C.17:** NORTH-R-SYL090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



**Şekil C.18:** NORTH-R-TAR360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

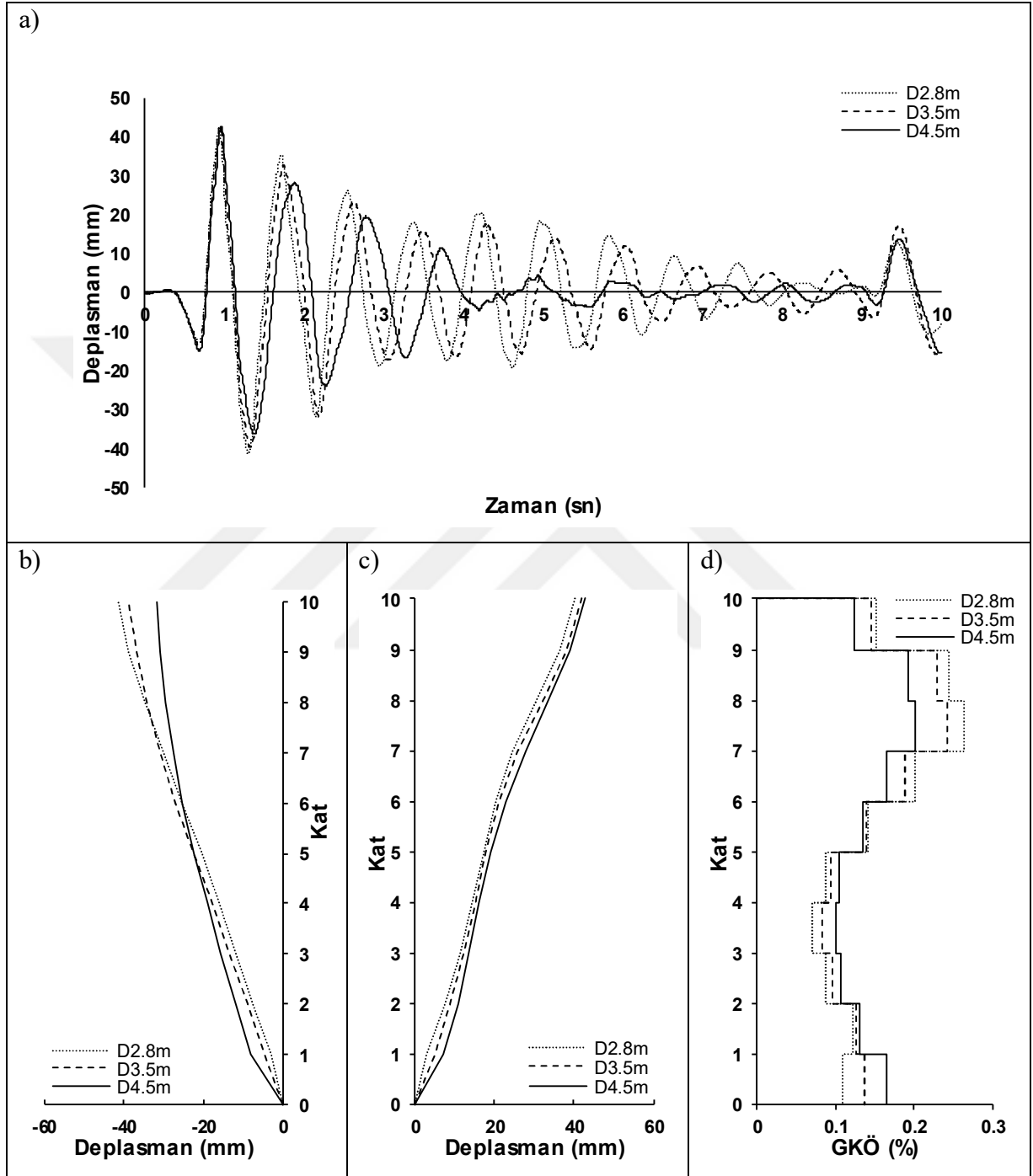


**Şekil C.19:** PALMSPR-NPS210 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



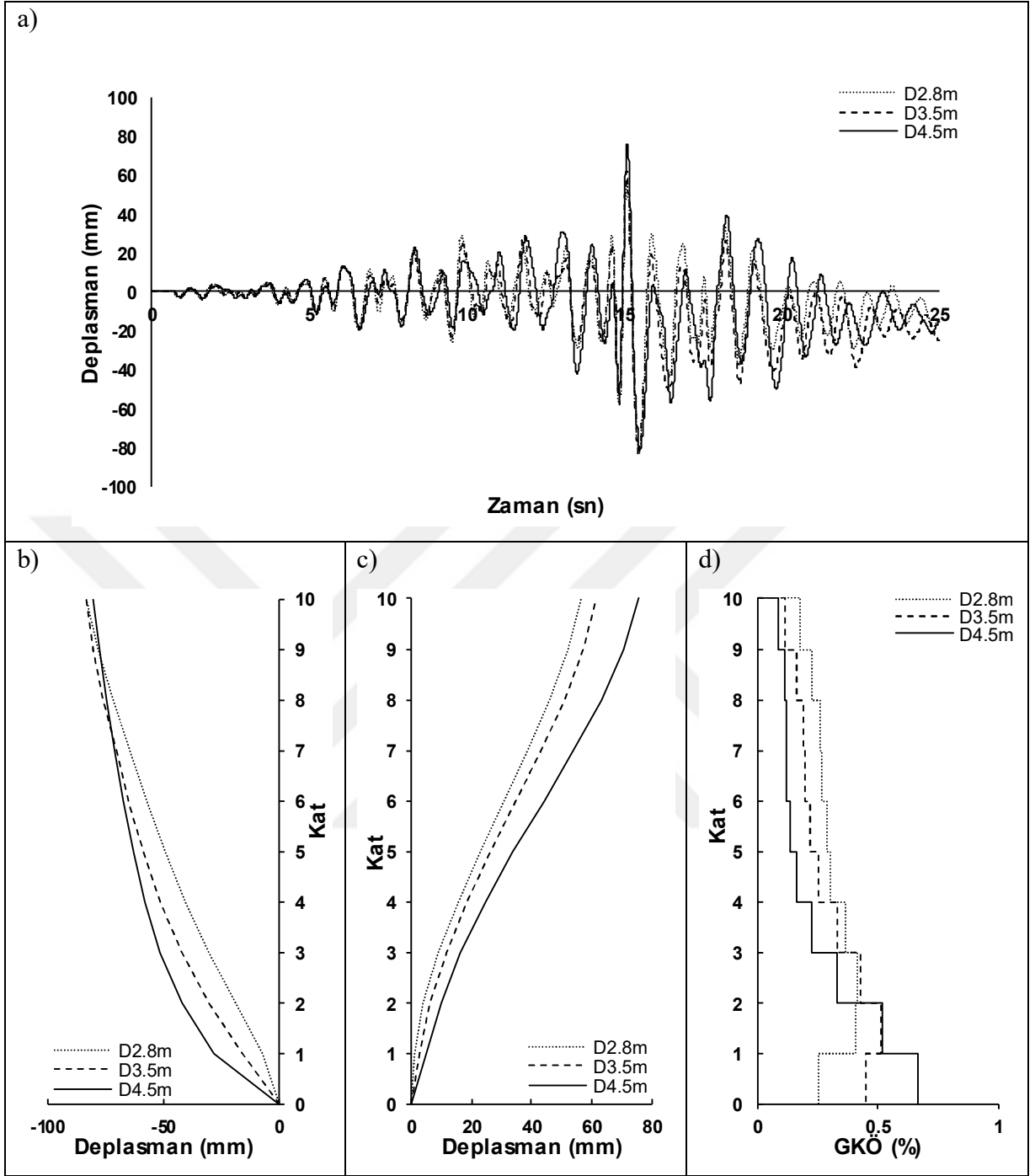
**Şekil C.20:** WHITTIER-A-EJS048 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-X yönü deplasman profili c)+X yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

**EK D.1 Dolgu Duvar Rijitlik Katkısı Dikkate Alınan 2.8m, 3.5m ve 4.5m Zemin Kat Yüksekliğine Sahip Modeller için X Analiz Doğrultusunda Elde Edilen Sonuçlar**

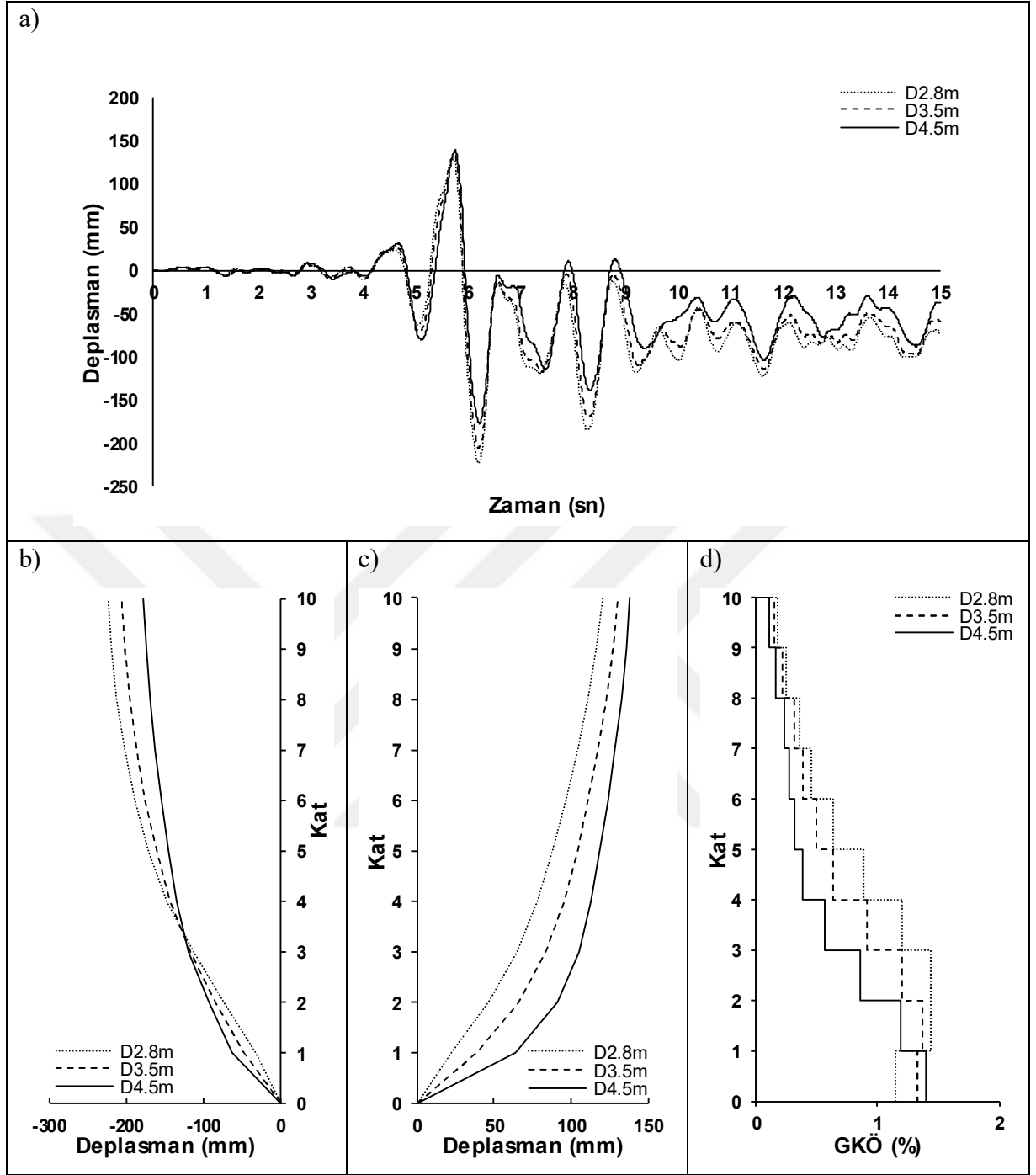


**Şekil D.1:** CAPEMEND-PET090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

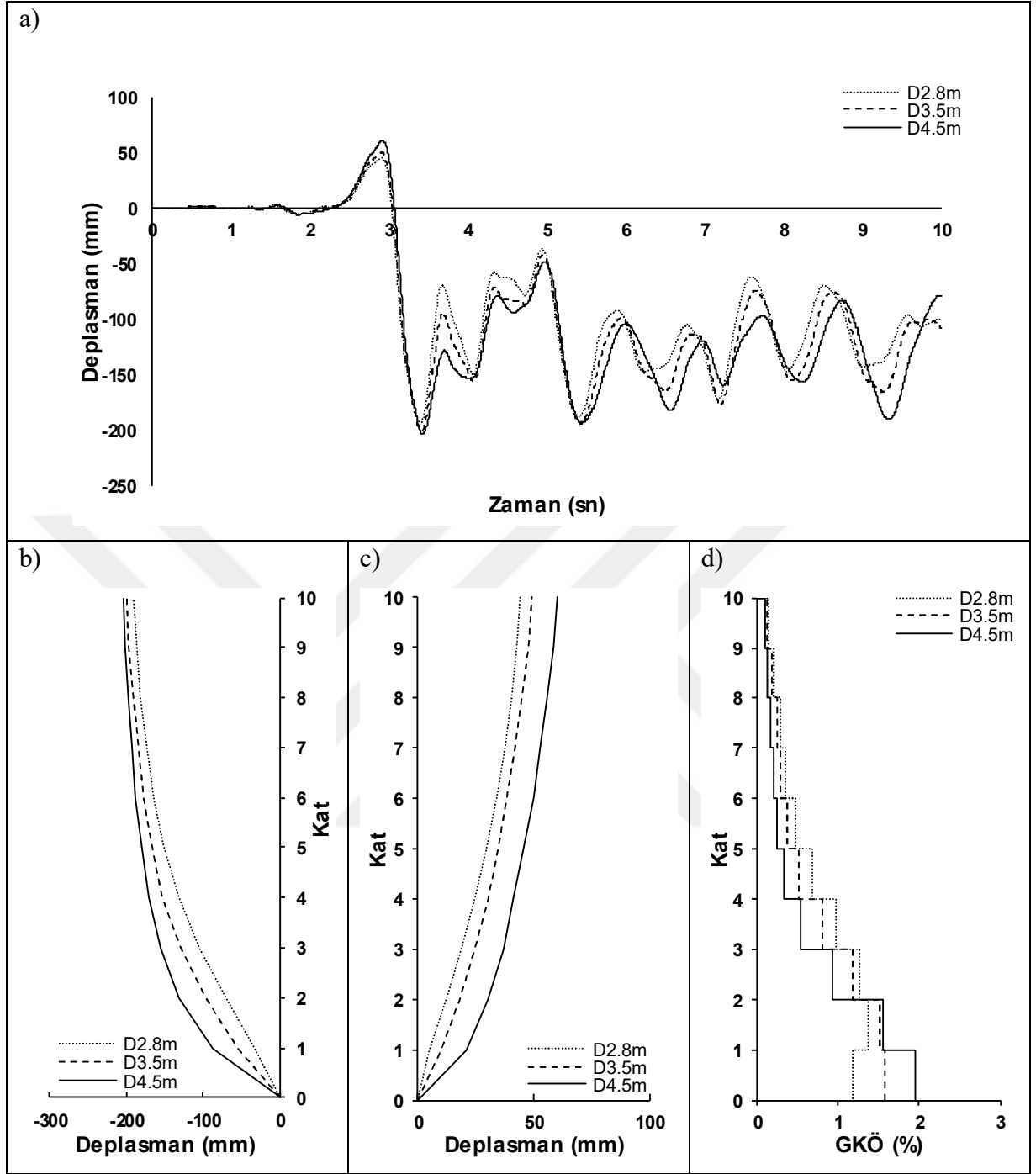




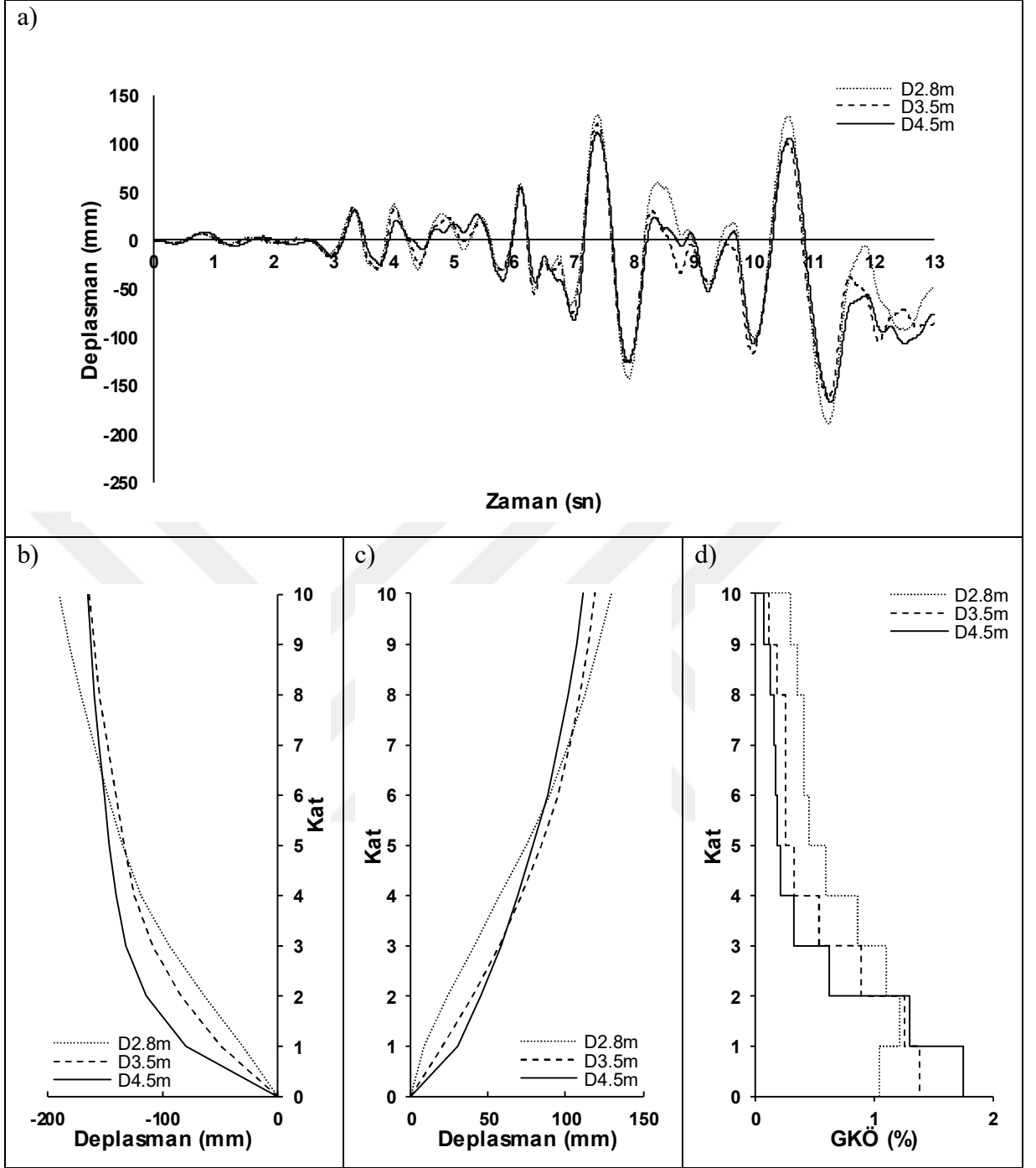
**Şekil D.2:** CHICHI-TCUW45 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



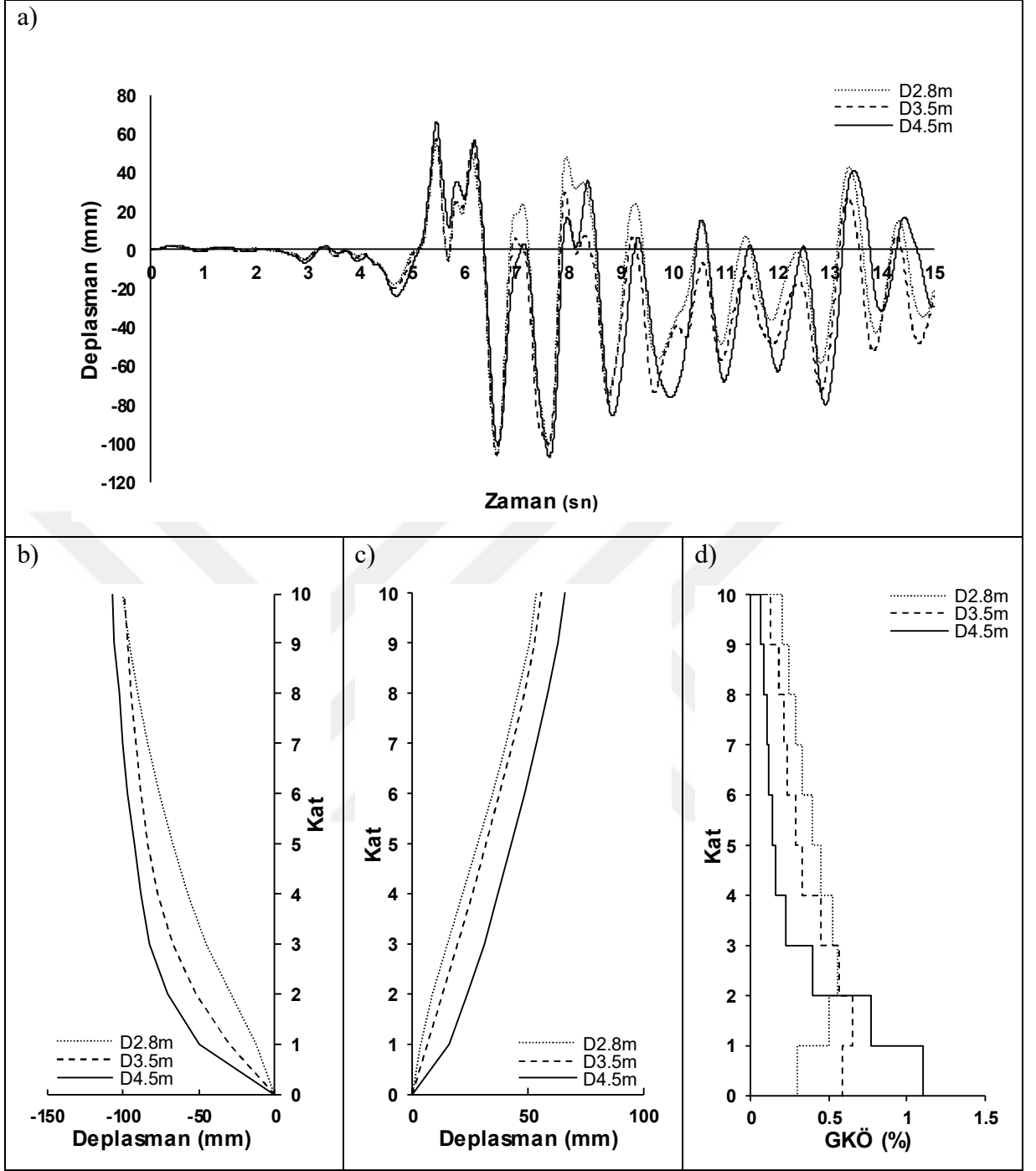
**Şekil D.3:** DZC-BOL090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



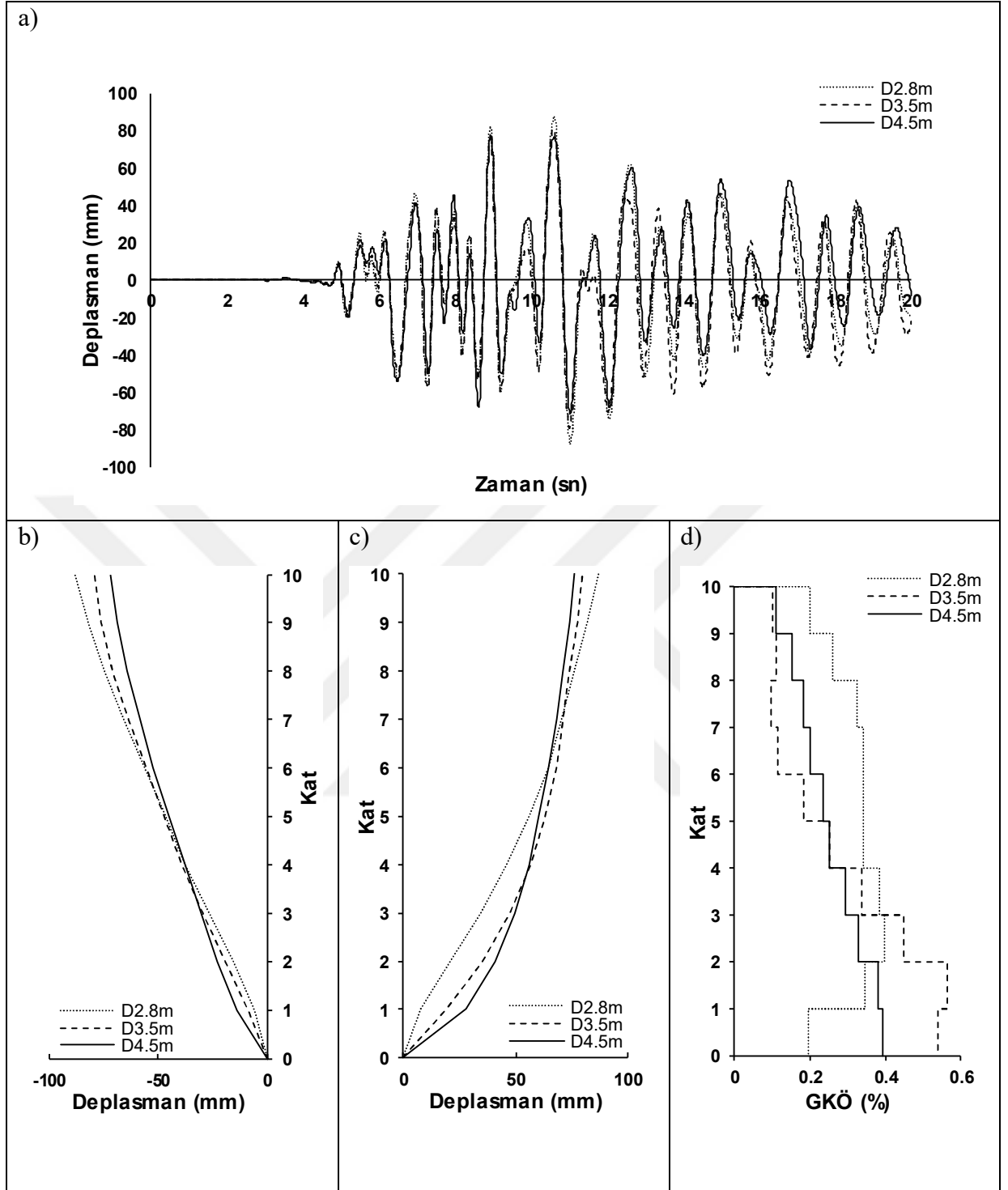
**Şekil D.4:** ERZ-EW ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



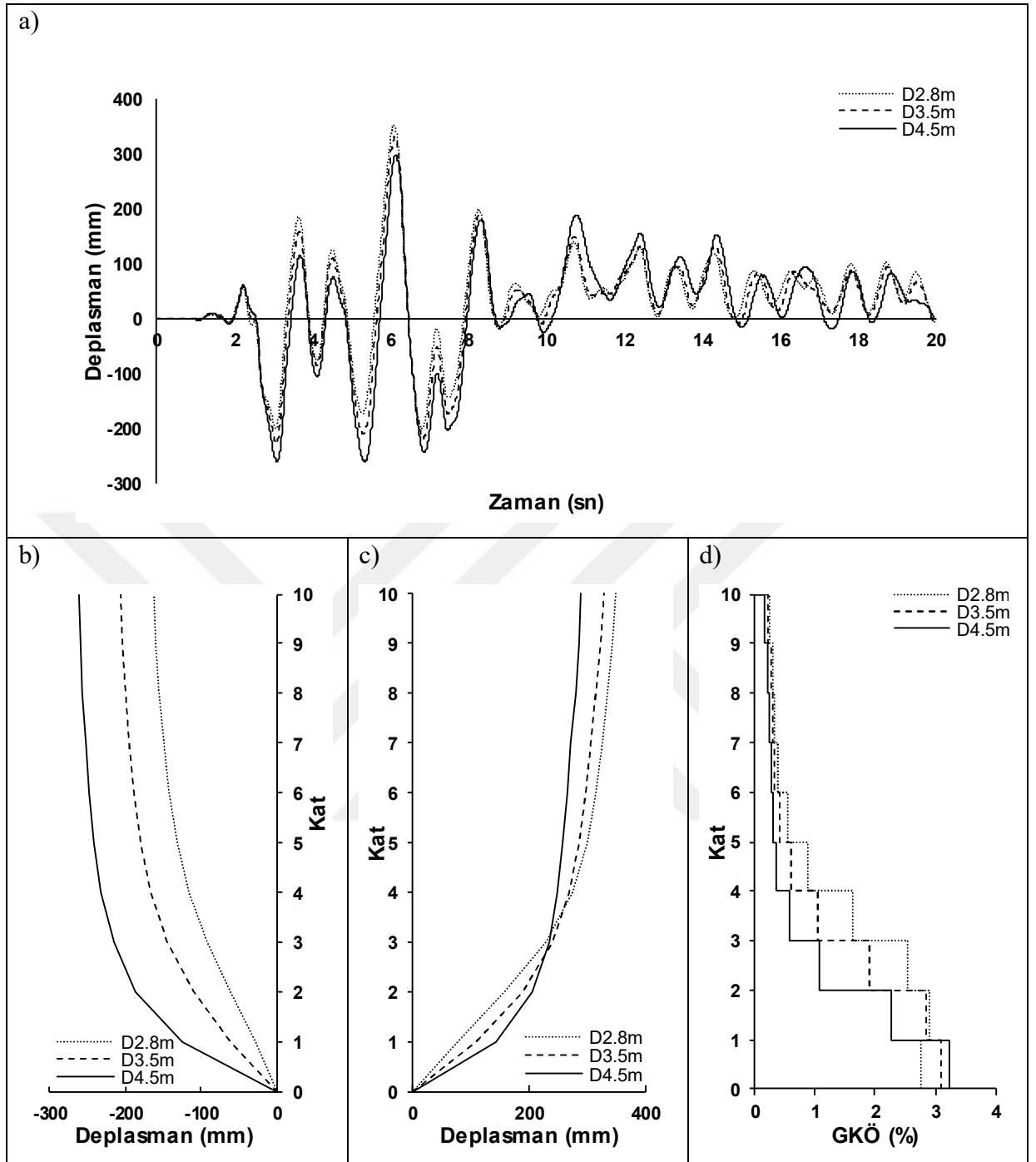
**Şekil D.5:** GAZLI-GAZ000 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



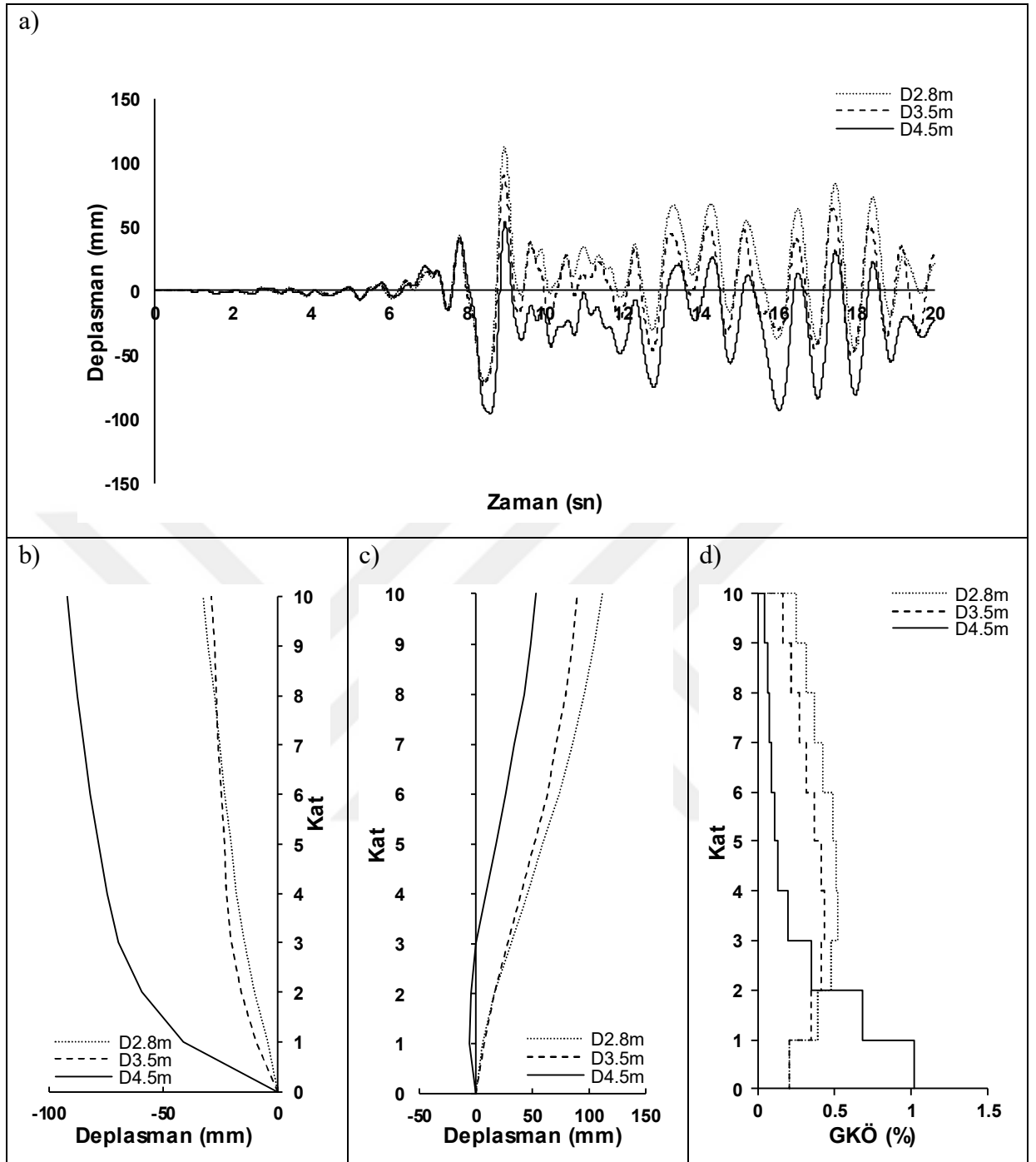
**Şekil D.6:** IMPVALL-H-E05140 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



**Şekil D.7:** KOBE-NIS000 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

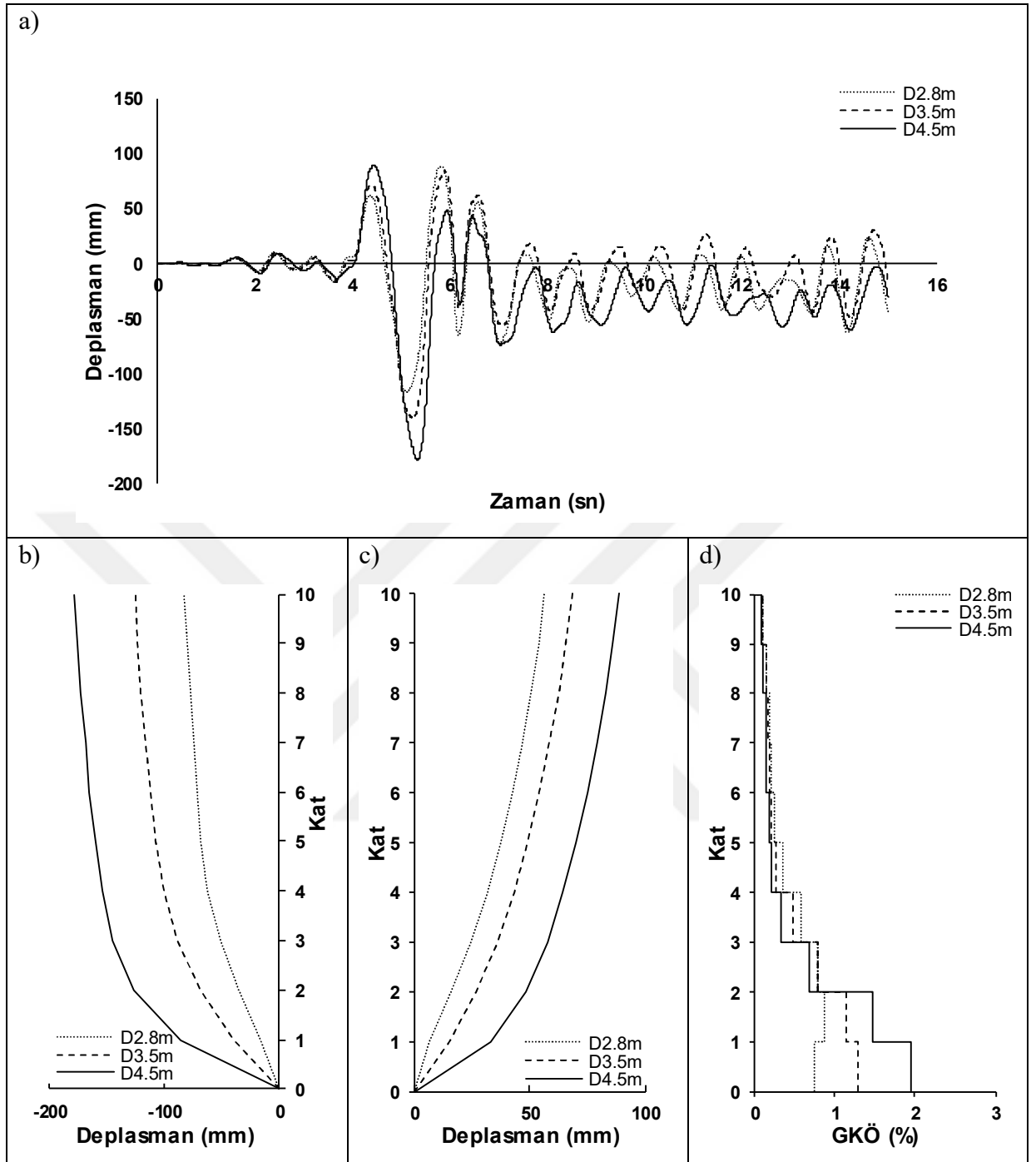


**Şekil D.8:** KOBE-TAK090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

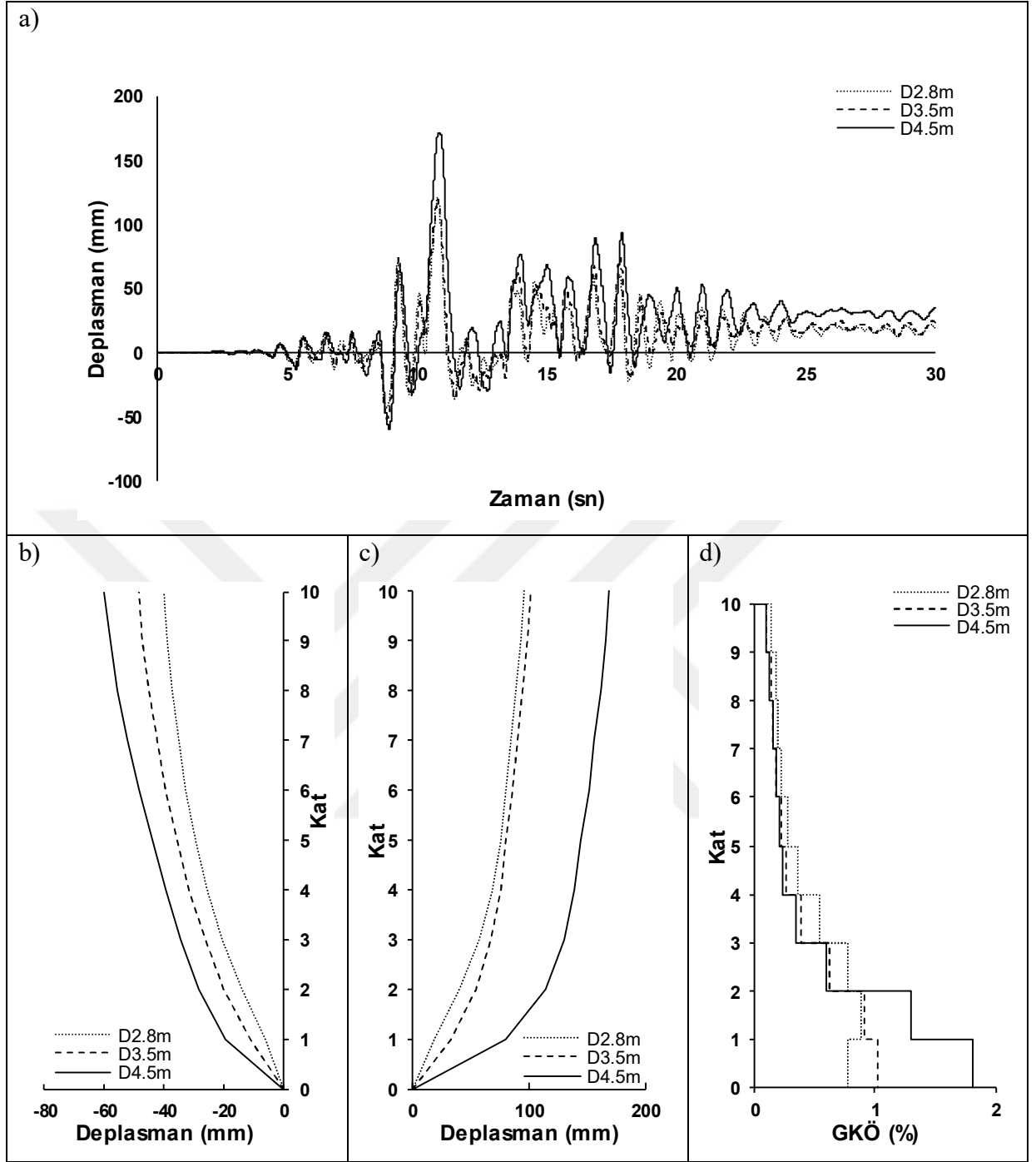


**Şekil D.9:** KOC-DZC180 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

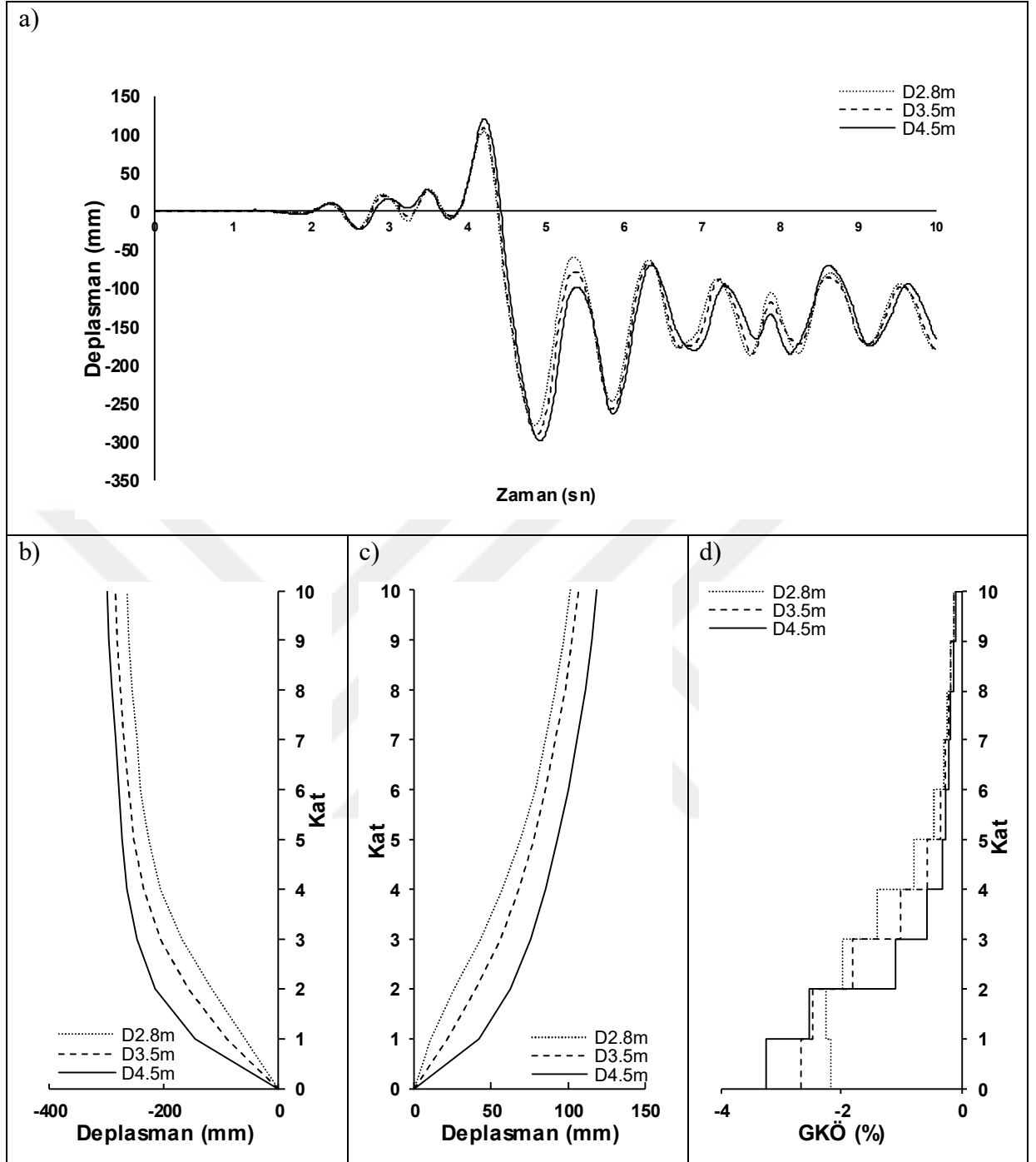




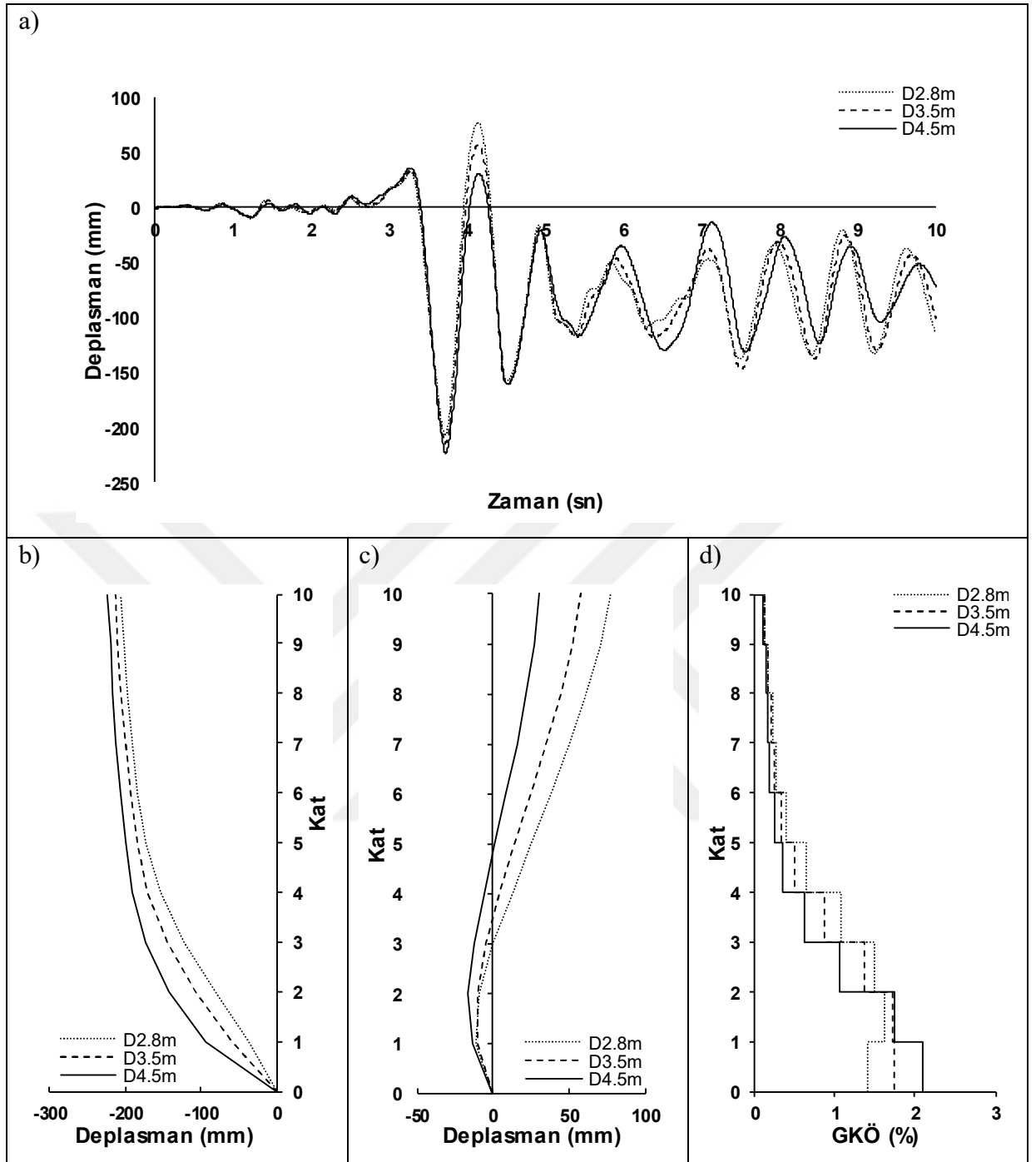
**Şekil D.10:** KOC-DZC270 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



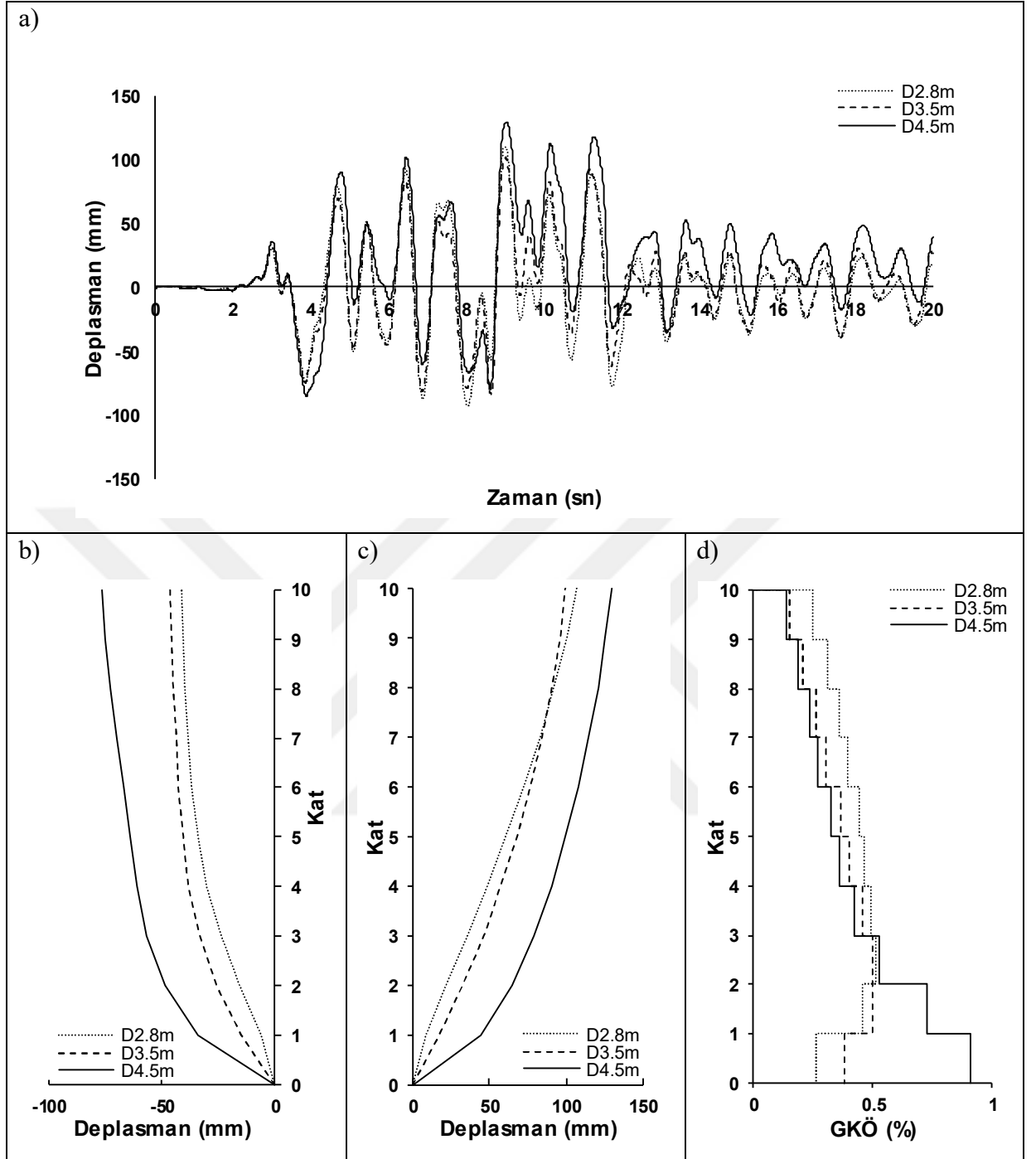
**Şekil D.11:** LANDERS-LCN275 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



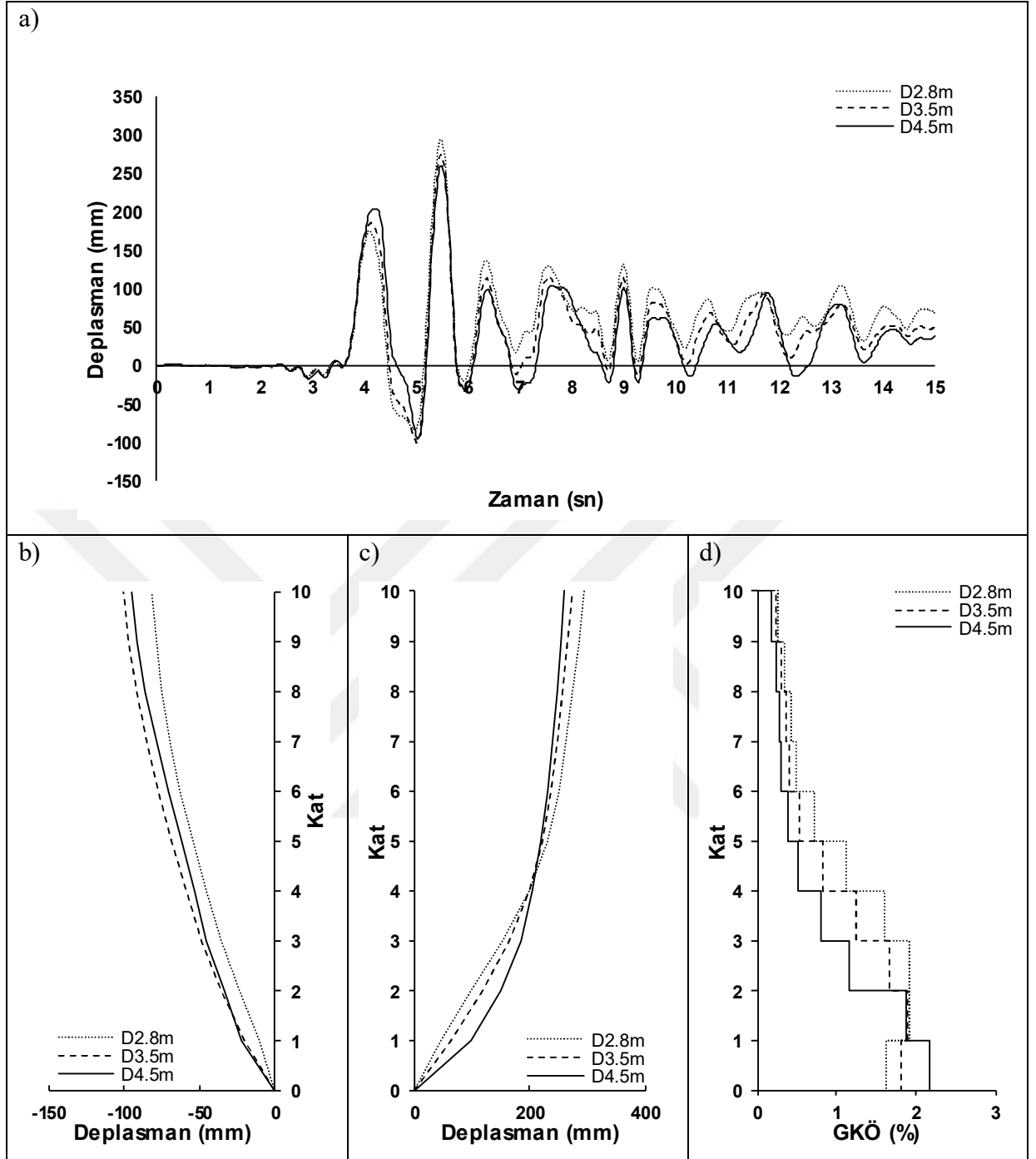
**Şekil D.12:** LOMAP-LEX090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



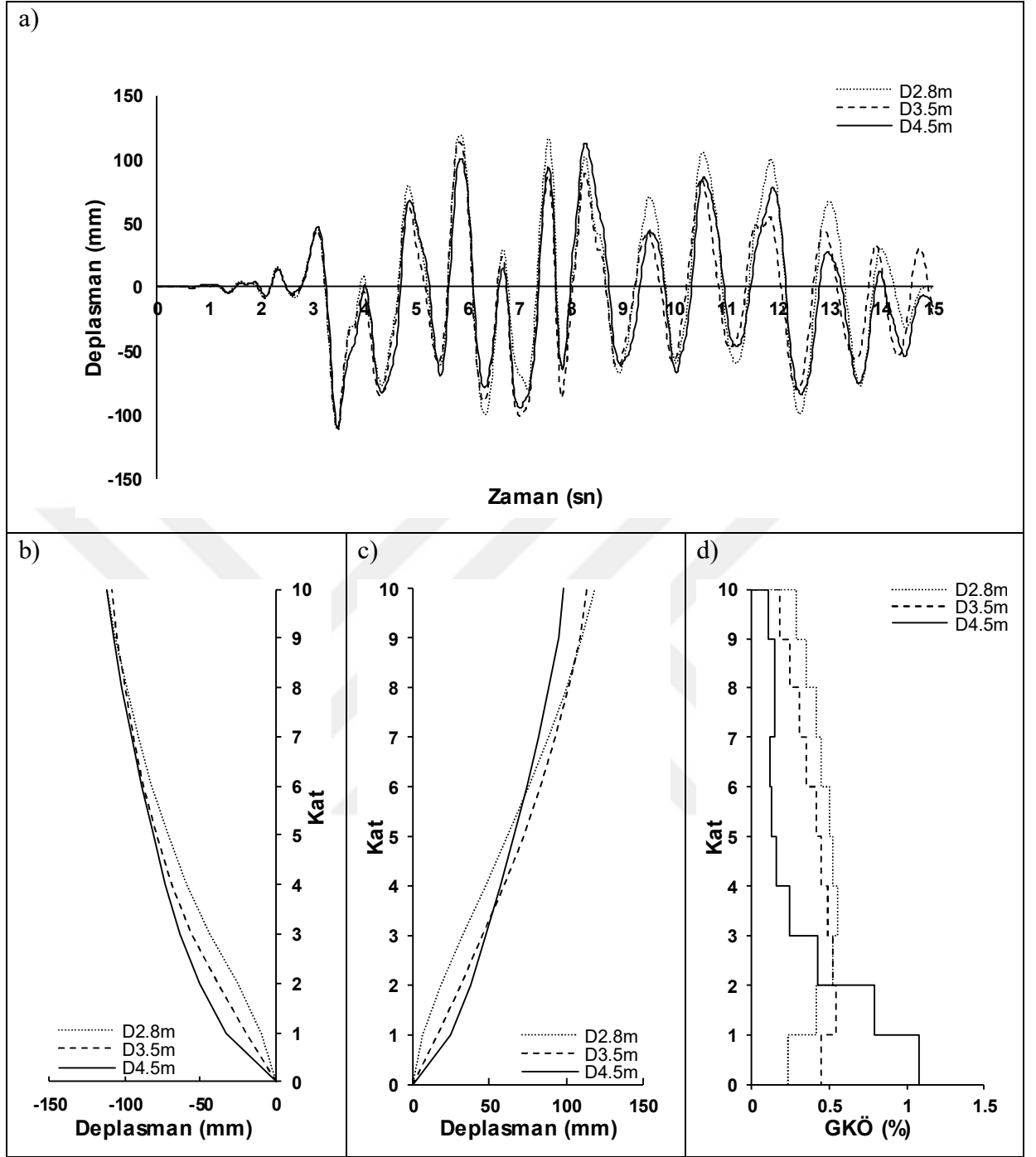
**Şekil D.13:** MORGAN-CYC285 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



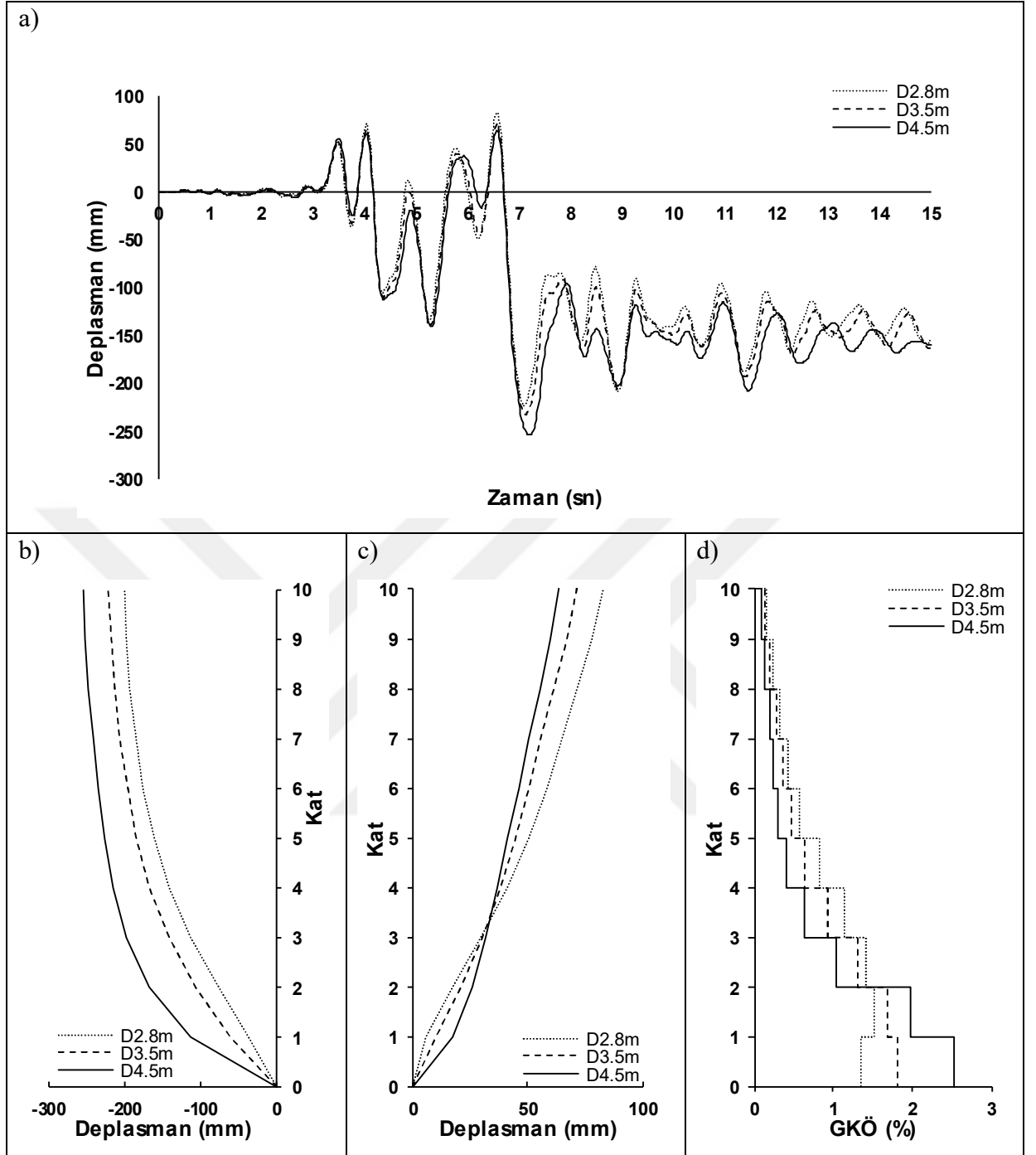
**Şekil D.14:** NORTH-CNP196 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



**Şekil D.15:** NORTHHR-NWH360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

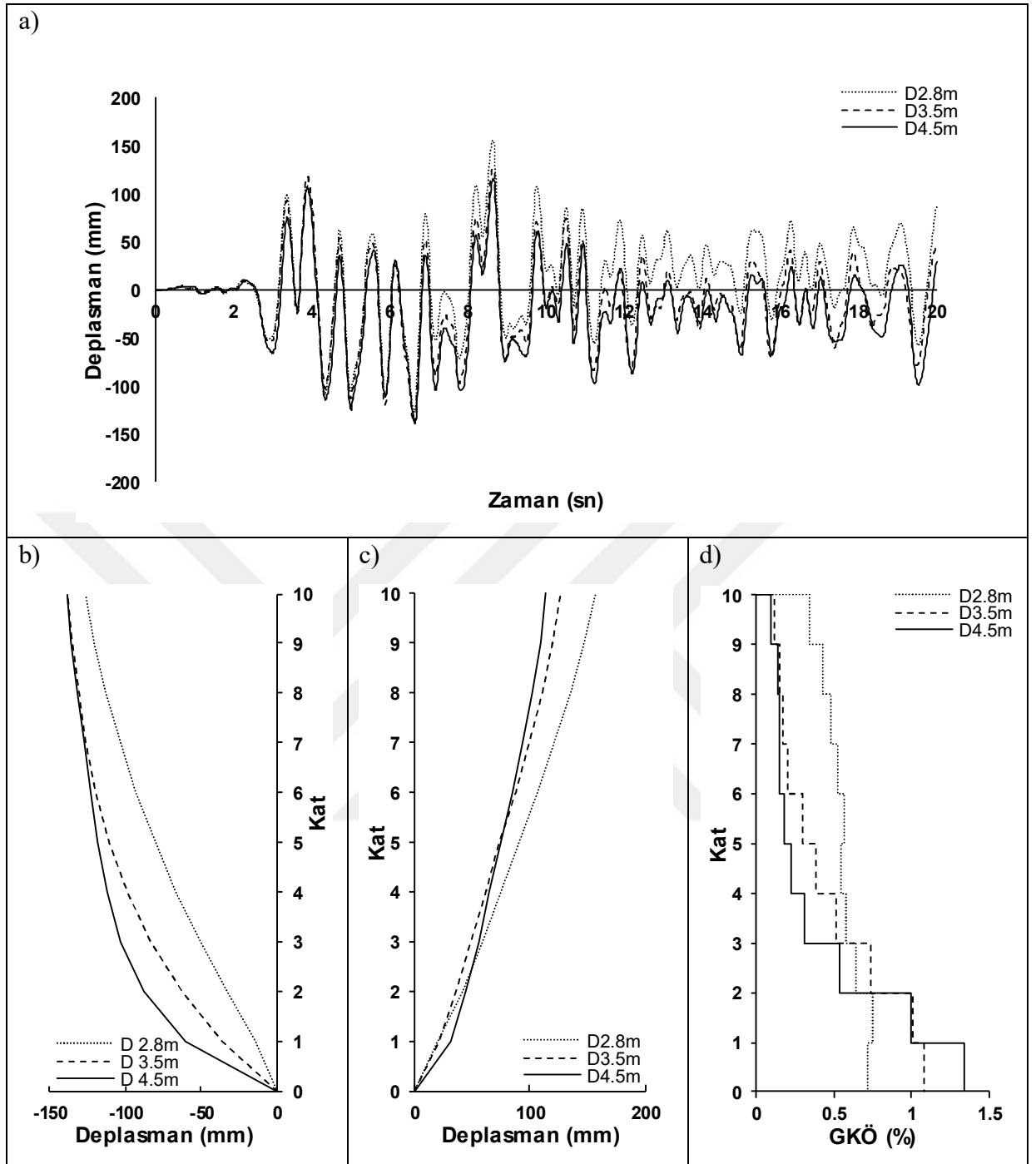


**Şekil D.16:** NORTHHR-SPV360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

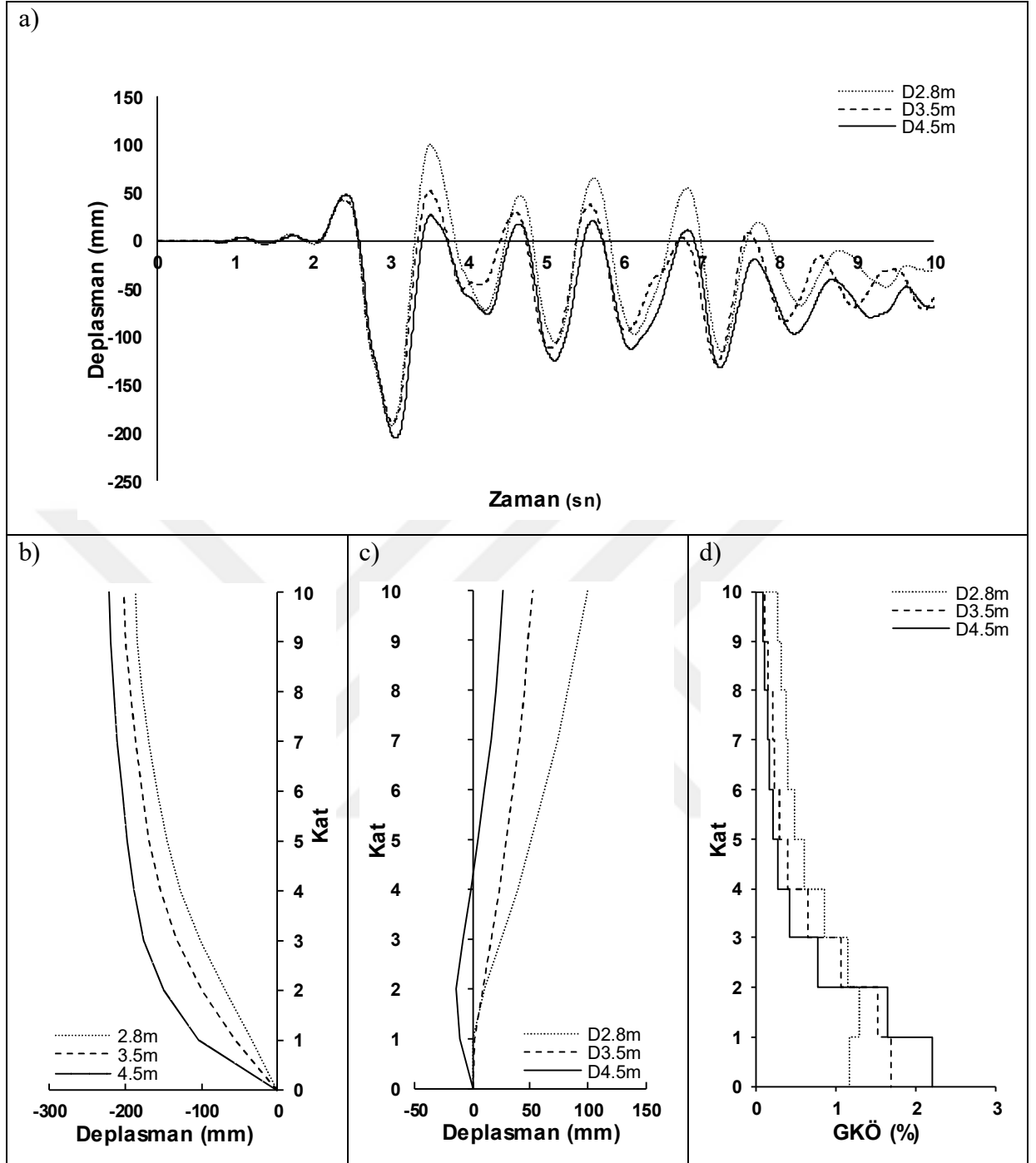


**Şekil D.17:** NORTHHR-SYL090 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

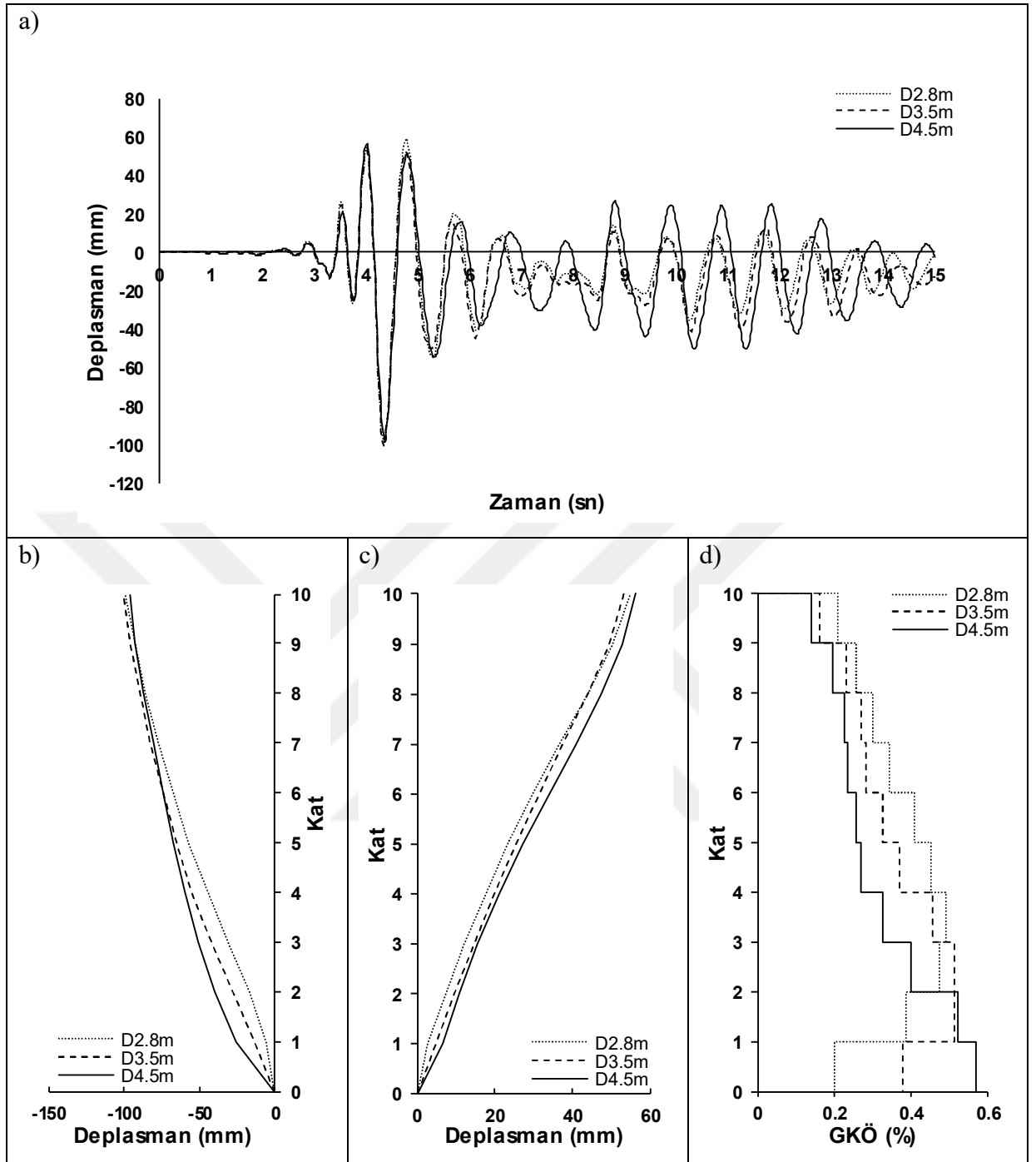




**Şekil D.18:** NORTH-R-TAR360 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



**Şekil D.19:** PALMSPR-NPS210 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı



**Şekil D.20:** WHITTIER-A-EJS048 ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonuçları a)Çatı katı deplasmanı-zaman grafiği b)-Y yönü deplasman profili c)+Y yönü deplasman profili d)Deplasmanın maksimum olduğu andaki mutlak maksimum GKÖ oranlarının katlara göre dağılımı

# ÖZGEÇMİŞ

## KİŞİSEL BİLGİLER

---

<b>Ad Soyad</b>	Irmak AVCI
<b>Doğum Tarihi</b>	27.01.1993
<b>Doğum Yeri</b>	Selendi/MANİSA
<b>Medeni Durumu</b>	Bekar
<b>Askerlik Durumu</b>	Tecilli (22.06.2019)



## EĞİTİM BİLGİLERİ

---

<u>Derece</u>	<u>Bölüm/Program</u>	<u>Okul</u>	<u>Yıl</u>
Lise	Sayısal	Dündar Çiloğlu Anadolu Lisesi	2007-2011
Lisans	İnşaat Mühendisliği	Pamukkale Üniversitesi	2011-2016
<b>Yüksek Lisans:</b>	Fen Bilimleri Enstitüsü - İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yapı Bilim Dalı	Pamukkale Üniversitesi	2016-2018

**Yüksek Lisans Tez Konusu:** Orta Yükseklikteki Betonarme Yapılarda Yumuşak Kat Düzensizliğinin Doğrusal Elastik Olmayan Dinamik Analizlerle Araştırılması (Danışman: Prof. Dr. Mehmet İNEL)

### Çalışma Alanları:

- Yapıların sismik performanslarının değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi
- Zaman-tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analiz
- Yumuşak kat düzensizliği
- Dinamik analiz yöntemleri

## İLETİŞİM BİLGİLERİ

---

<b>Adres</b>	Sakarya Mahallesi Uzunyol Caddesi İmer Apartmanı Kat:5 Daire:10 Şehzadeler/MANİSA
<b>GSM</b>	+90 (539) 714 29 25
<b>E-posta</b>	irmakavci92@gmail.com

---

## YETKİNLİKLER

---

<b>Bilgisayar</b>	Microsoft Office (Üst)
	AutoCAD (Üst)
	Sta4CAD (Üst)
	Sap2000 (İyi)
<b>Yabancı Dil</b>	İngilizce (Orta)

---

## İŞ DENEYİMİ

---

<b>Temmuz 2015-Mart 2018</b>	Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü (Döner Sermaye Hizmeti Kapsamında, Depremsellik İnceleme ve Güçlendirme İşleri)
------------------------------	---

---

## PROJELER

---

**Millî Eğitim Bakanlığı Tarafından Talep Edilen Deprem Performansı Değerlendirme Raporları (Pamukkale Üniversitesi Döner Sermaye Hizmeti Kapsamında):**

- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “İzmir İli Gaziemir İlçesi Gaziemir

Seydiköy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.

- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “İzmir İli Buca İlçesi Buca Betontaş Anadolu Lisesi Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “İzmir İli Buca İlçesi Buca Buca Hoca Ahmet Yesevi Anadolu İmam Hatip Lisesi Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “İzmir İli Buca İlçesi Buca Mehmet Emin Yurdakul Ortaokulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “İzmir İli Buca İlçesi Buca Mevlana Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “İzmir İli Buca İlçesi Buca Mimar Kemalettin İlkokulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “İzmir İli Buca İlçesi Buca Necip Fazıl Kısakürek İlkokulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “İzmir İli Buca İlçesi Zübeyde Hanım Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “İzmir İli Kemalpaşa İlçesi Kemalpaşa Sekiz Eylül İlkokulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “İzmir İli Balçova İlçesi Balçova Anadolu Lisesi Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “İzmir İli Bornova İlçesi Bornova Mesleki Eğitim Merkezi Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “İzmir İli Çiğli İlçesi Gülen Kora Ortaokulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “İzmir İli Karabağlar İlçesi Karabağlar Şerif Remzi Ortaokulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “İzmir İli Karşıyaka İlçesi Karşıyaka Özgiller Dalan İlkokulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “İzmir İli Karşıyaka İlçesi Karşıyaka İnci Şener İlkokulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “İzmir İli Konak İlçesi Konak Kenan Evren Anadolu Lisesi Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “İzmir İli Konak İlçesi Zübeyde Hanım Anaokulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “İzmir İli Konak İlçesi Konak Ahmet Şefika Kilimci Özel Eğitim ve İş Uygulama Okulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.

- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “İzmir İli Menemen İlçesi Egekent-2 Ortaokulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli Kuşadası İlçesi Kuşadası Atatürk Orta Okulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli Kuşadası İlçesi Vali Kadir Uysal Ortaokulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli Kuşadası İlçesi Şehit Kaya Aldoğan Anadolu Lisesi Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli Didim İlçesi Selçuk Özsoy Orta Okulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli Söke İlçesi Söke Hilmi Fırat Anadolu Lisesi Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli Söke İlçesi Söke Öğretmen Nebahat Alpan Ortaokulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli Söke İlçesi Söke Öğretmenevi ve ASO Müdürlüğü Binası ve Lokali Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli Nazilli İlçesi Nazilli 50. Yıl Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli Nazilli İlçesi Nazilli Nahit Menteşe Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli Çine İlçesi Çine Muhsin Kalkan Mesleki Ve Teknik Anadolu Lisesi Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli Efeler İlçesi Güzelhisar İlkokulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli Efeler İlçesi Efeler Hacı Celal Oto Ortaokulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli Efeler İlçesi Efeler Hacı Celal Oto İlkokulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli Efeler İlçesi Efeler Hacı Lütfiye Ata Ortaokulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli İncirliova İlçesi İncirliova Cemal Gürbüz Atık Orta Okulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli Karacasu İlçesi Karacasu Mesleki Eğitim Merkezi Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli Nazilli İlçesi Nazilli Müşerref

Gündoğdu Orta Okulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.

- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli Nazilli İlçesi Nazilli Öğretmenevi ve ASO Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli Nazilli İlçesi Nazilli Nahit Mentеше Ortaokulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli Nazilli İlçesi Nazilli Yavuz Selim İlkokulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.
- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Aydın İli Nazilli İlçesi Efeler Gazipaşa İlkokulu Deprem Performansı Değerlendirme Raporu”, 2017, Denizli.

**Pamukkale Üniversitesi Rektörlüğü Tarafından Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden Talep Edilen Depremsellik İnceleme Raporları:**

- İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Denizli İli Merkez Pamukkale Üniversitesi Eski Sağlık Araştırma ve Uygulama Merkezi Binası Depremsellik İnceleme Raporu”, 2017, Denizli.
  - İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Denizli İli Çal İlçesi Pamukkale Üniversitesi Çal Meslek Yüksekokulu Depremsellik İnceleme Raporu”, 2017, Denizli.
  - İnel, M., Güven, H., Çaycı B.T., **Avcı, I.**, “Denizli İli Bekilli İlçesi Pamukkale Üniversitesi Bekilli Meslek Yüksekokulu Depremsellik İnceleme Raporu”, 2017, Denizli.
-



## REFERANSLAR

---

- Prof. Dr. Mehmet İNEL** Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği  
(Anabilim Dalı Başkanı, Deprem Ve Bölümü Yapı Anabilim Dalı, DENİZLİ  
Yapı Uygulama Ve Araştırma Merkezi minel @pau.edu.tr  
Müdürü) (0258) 296 33 64
- Mimar Mehmet Deniz AVCI** Ante Mimarlık İnşaat Ltd. Şti. (Vero Concept)  
deniz.avci @vero-concept.com  
(0232) 361 51 51
- Dr. Öğr. Üyesi Bayram Tanık ÇAYCI** Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği  
(Bölüm Başkan Yardımcısı) Bölümü Yapı Anabilim Dalı, DENİZLİ  
bcayci @pau.edu.tr  
(0258) 296 34 38
- Arş. Gör. Hüseyin GÜVEN** Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği  
Bölümü Yapı Anabilim Dalı, DENİZLİ  
huseying @pau.edu.tr  
(0258) 296 34 14
-