

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ANTALYA İLİ İÇİN DEPREM YÖNETMELİKLERİNDEKİ İVME
FARKLARININ BELİRLENMESİ**

Rana Nur TÜRE

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAYIS 2025

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ANTALYA İLİ İÇİN DEPREM YÖNETMELİKLERİNDEKİ İVME
FARKLARININ BELİRLENMESİ**

Rana Nur TÜRE

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAYIS 2025

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA İLİ İÇİN DEPREM YÖNETMELİKLERİNDEKİ İVME
FARKLARININ BELİRLENMESİ

Rana Nur TÜRE
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 26/05/2025 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ramazan ÖZÇELİK (Danışman)	[imza]
Dr. Öğr. Üyesi Engin EMSEN	[imza]
Doç. Dr. Barış ERDİL	[imza]

ÖZET

ANTALYA İLİ İÇİN DEPREM YÖNETMELİKLERİNDEKİ İVME FARKLARININ BELİRLENMESİ

Rana Nur TÜRE

Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ramazan ÖZÇELİK

Mayıs 2025; 114 sayfa

Türkiye, deprem kuşağında yer alması ve aktif fay hatları üzerinde konumlanması nedeniyle tarih boyunca ciddi can ve mal kayıplarına yol açan birçok yıkıcı depreme maruz kalmıştır. Bu durum, afetlerin olası etkilerini en aza indirmek, yapı güvenliğini artırmak, etkili afet planlamaları yapmak amacıyla deprem konusunu önemli bir araştırma alanı haline getirmiştir. Antalya ili ise, çevresinde yer alan aktif fay hatları nedeniyle yüksek sismik riske sahip olmasının yanı sıra, hızla artan nüfusu ve buna bağlı olarak gelişen kentleşme ihtiyacı, tarihi ve doğal yapıları ile stratejik öneme sahip bir turizm merkezi olması nedeniyle afet araştırmaları açısından çalışma alanı olarak öne çıkmaktadır.

Çalışma kapsamında, Türkiye’de 1975, 1998 ve 2018 yıllarında yürürlüğe giren Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1975, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998 ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018 doğrultusunda, her bir zemin sınıfı için eşdeğer deprem yükü analizi gerçekleştirilmiş ve elde edilen deprem ivme değerleri karşılaştırılmıştır. Yönetmelikler arasındaki farklılıkların deprem yükü hesaplamalarına etkisi değerlendirilerek, hesaplanan sonuçların mühendislik yaklaşımları açısından kıyaslanması amaçlanmıştır. Hesaplamalarda kullanılmak üzere yapı ağırlığı ve periyot değerlerini elde etmek için SAP2000 programı kullanılmış, 5 katlı betonarme bir yapı modellenmiştir. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018 ile getirilen lokasyona bağlı deprem yükü hesaplamalarının yapılabilmesi için, Türkiye Deprem Tehlike Haritası kullanılarak deprem parametreleri belirlenmiş; bu kapsamda, Antalya ilinin merkez ilçelerinde seçilen mahalleler ve bu mahallelere ait spesifik lokasyonlar analiz edilmiştir. Çalışmada her merkez ilçe (Aksu, Döşemealtı, Kepez, Konyaaltı, Muratpaşa) için 5 mahalle belirlenmiş ve her mahalle için 10 farklı lokasyon olmak üzere toplam 250 lokasyon kullanılmıştır.

Yapılan hesaplamalar sonucunda, her deprem yönetmeliği kendi içinde değerlendirildiğinde, ABYYHY-1975 kapsamında hesaplanan eşdeğer deprem yükü değerlerinin en düşük, ABYYHY-1998 kapsamında hesaplanan değerlerin ise en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu farklılık, ABYYHY-1975’in çalışma alanını daha düşük bir deprem bölgesi derecesinde değerlendirmesi ve deprem etkilerini tanımlamada daha sınırlı formülasyonlar içermesinden kaynaklanmaktadır. Ek olarak, ABYYHY-1998’de zemin sınıflandırmalarının yeterince ayrıntılı ele alınmaması ve bölgesel depremsellik esasına göre çalışılması, öngörülen deprem yüklerinin TBDY-2018’e kıyasla daha yüksek çıkmasına neden olmuştur. TBDY-2018 ise lokasyona

dayalı deprem analizi yaklaşımı, tanımlanan deprem parametreleri ve ayrıntılı deprem yükü hesaplama yöntemleriyle gerçeğe en yakın sonuçları sunmuştur. Bu çalışmanın, farklı yönetmeliklerin deprem yükü hesaplamalarındaki kapsamalarını ayrıntılı bir şekilde inceleyerek, mevcut yapı stoklarının deprem güvenliğinin değerlendirilmesine ve güçlendirme gereksinimlerinin belirlenmesine katkı sağlaması amaçlanmaktadır.

ANAHTAR KELİMELEER: Antalya ili deprenselliği, Deprem ivmesi, Deprem yönetmelikleri, Eşdeğer deprem yükü analizi

JÜRİ: Prof. Dr. Ramazan ÖZÇELİK

Dr. Öğr. Üyesi Engin EMSEN

Doç. Dr. Barış ERDİL



ABSTRACT

DETERMINATION OF DIFFERENCES FOR THE ACCELERATIONS BETWEEN EARTHQUAKE CODES FOR ANTALYA PROVINCE

Rana Nur TÜRE

MSc Thesis in Civil Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ramazan ÖZÇELİK

May 2025; 114 pages

Turkey, located in an earthquake zone and active fault lines, has historically been exposed to numerous devastating earthquakes that have resulted in significant loss of life and property. This situation has turned the subject of earthquakes into an important field of research aimed at minimizing the potential impacts of disasters, enhancing structural safety, and developing effective disaster planning. The province of Antalya, in addition to having a high seismic risk due to the active fault lines in its vicinity, stands out as a significant area for disaster research because of its rapidly increasing population and the ensuing need for urbanization, as well as its status as a strategically important tourism center with its historical and natural structures.

Within the scope of this study, in accordance with the Turkish Seismic Code-1975, the Turkish Seismic Code-1998, and Turkish Seismic Code-2018—which were implemented in Turkey in 1975, 1998, and 2018, respectively—an equivalent seismic load analysis was performed for each soil class, and the resulting earthquake acceleration values were compared. The aim was to compare the calculated results from an engineering perspective by evaluating the effects of the differences among the regulations on seismic load calculations. For the calculations, the SAP2000 program was used to obtain the structure’s weight and period values by modeling a five-story reinforced concrete building. To perform the location-based seismic load calculations introduced by the Turkish Seismic Code-2018, seismic parameters were determined using the Turkey Seismic Hazard Map; in this context, specific neighborhoods in the central districts of Antalya province and particular locations within these neighborhoods were analyzed. In the study, five neighborhoods were selected for each central district (Aksu, Döşemealtı, Kepez, Konyaaltı, Muratpaşa), and a total of 250 locations (10 different locations per neighborhood) were used.

The calculations revealed that, when evaluated separately, the equivalent seismic load values calculated under the TSC-1975 were the lowest, while those calculated under the TSC-1998 were the highest. This difference is due to the fact that TSC-1975 evaluates the study area as a lower earthquake zone and contains more limited formulations in defining the earthquake effects. Furthermore, the insufficiently detailed treatment of soil classifications in the TSC-1998 and its approach based on regional seismotectonics resulted in predicted seismic loads that were higher compared to those determined by the TSC-2018. In contrast, the TSC-2018 provided results that most closely reflected reality through its location-based seismic analysis approach, defined seismic parameters, and detailed seismic load calculation methods. This study aims to

contribute to the evaluation of the seismic safety of the existing building stock and the determination of reinforcement requirements by examining in detail the scope of seismic load calculations in different codes.

KEYWORDS: Earthquake acceleration, Earthquake codes, Equivalent earthquake load analysis, Seismicity of Antalya province

COMMITTEE: Prof. Dr. Ramazan ÖZÇELİK

Asst. Prof. Dr. Engin EMSEN

Assoc. Prof. Dr. Barış ERDİL



ÖNSÖZ

Tez çalışmam süresince bilgi, deneyim ve desteğini esirgemeyen, deprem alanında bu çalışmayı yürütmemi mümkün kılan tez danışmanım Prof. Dr. Ramazan ÖZÇELİK'e teşekkürlerimi sunarım. Attığım her adımda yanımda olduklarını hissettiren, maddi manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, her koşulda bana sonsuz sevgi, güven ve güç veren kıymetli aileme; sevgili babam Hüseyin TÜRE, annem Sadet TÜRE ve kardeşim Özge TÜRE'ye en derin şükranlarımı sunarım. Hep yanımda olan, her koşulda beni destekleyen, başarılarımla övünen ve beni daima iyiye yönlendiren sevgili hayat arkadaşım Kemal ÇAKIRALP'e teşekkürlerimi sunarım. Lisans arkadaşım ve sevgili meslektaşım İrem DEMİR'e her zaman gösterdiği destekleri ve dostluğu için teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, çalışmam süresince bilgi birikimlerini benden esirgemeyen, yüksek lisans eğitimi boyunca karşılıklı dostluk ilişkileri kurarak birbirimize destek olduğumuz sevgili meslektaşlarım Damla FİDANCI ve Ersin KAÇMAZ'a içten teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	v
AKADEMİK BEYAN	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	2
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. Türkiye’de Yürürlüğe Giren Yönetmelikler.....	3
2.1.1. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1975).....	3
2.1.2. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1998).....	4
2.1.3. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)	5
2.2. Türkiye Deprem Tehlike Haritası.....	6
2.3. Antalya İlinin Coğrafi, Sismolojik ve Jeolojik Özellikleri.....	6
2.4. Literatür Araştırması	7
3. MATERYAL VE METOT	10
3.1. SAP 2000 Programı Üzerinden Betonarme Yapının Modellenmesi.....	10
3.2. TBDY-2018’e göre Etkin Göreli Kat Ötelemeleri Sınır Kontrolü ve Düzensizlikler.....	13
3.2.1. Etkin göreli kat ötelemeleri sınır kontrolü.....	13
3.2.2. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018’e (TBDY-2018) göre düzensizlikler.....	22
3.3. Türkiye Deprem Tehlike Haritası’nın TBDY-2018’e Göre Yapılan Deprem Yüğü Hesaplamalarında Kullanılması.....	25
3.4. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1975) için Eşdeğer Deprem Yüğü Analizi.....	27
3.5. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998 (ABYYHY-1998) için Eşdeğer Deprem Yüğü Analizi	30
3.6. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği- 2018 (TBDY-2018) için Eşdeğer Deprem Yüğü Analizi	32

4. BULGULAR VE TARTIŞMA	35
4.1. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1975) için Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı	35
4.1.1. Z1 zemin sınıfı için eşdeğer deprem yüğü hesabı	35
4.1.2. Z2 zemin sınıfı için eşdeğer deprem yüğü hesabı	36
4.1.3. Z3 zemin sınıfı için eşdeğer deprem yüğü hesabı	36
4.1.4. Z4 zemin sınıfı için eşdeğer deprem yüğü hesabı	36
4.2. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1998) için Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı	37
4.2.1. Z1 zemin sınıfı için eşdeğer deprem yüğü hesabı	37
4.2.2. Z2 zemin sınıfı için eşdeğer deprem yüğü hesabı	38
4.2.3. Z3 zemin sınıfı için eşdeğer deprem yüğü hesabı	38
4.2.4. Z4 zemin sınıfı için eşdeğer deprem yüğü hesabı	38
4.3. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğı (TBDY-2018) için Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı	39
4.3.1. E=36.882762, B=30.645415 lokasyonu için eşdeğer deprem yüğü hesabı	40
4.3.2. E=36.8902630, B=30.6413903 lokasyonu için eşdeğer deprem yüğü hesabı	43
4.3.3. E=36.8907653, B=30.6453335 lokasyonu için eşdeğer deprem yüğü hesabı	46
4.3.4. E=36.8824327, B=30.6410854 lokasyonu için eşdeğer deprem yüğü hesabı	49
4.3.5. E=36.8800055, B=30.6497840 lokasyonu için eşdeğer deprem yüğü hesabı	52
4.3.6. E=36.8856688, B=30.6469772 lokasyonu için eşdeğer deprem yüğü hesabı	55
4.3.7. E=36.8888238, B=30.6440945 lokasyonu için eşdeğer deprem yüğü hesabı	58
4.3.8. E=36.8866457, B=30.6429894 lokasyonu için eşdeğer deprem yüğü hesabı	61
4.3.9. E=36.8832862, B=30.6441320 lokasyonu için eşdeğer deprem yüğü hesabı	64
4.3.10. E=36.8821107, B=30.6463395 lokasyonu için eşdeğer deprem yüğü hesabı	67
5. SONUÇLAR	75
6. KAYNAKLAR	85

7. EKLER.....	87
ÖZGEÇMİŞ	



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Antalya İli için Deprem Yönetmeliklerindeki İvme Farklarının Belirlenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

...../...../20....

Öğrencinin Adı Soyadı

İmzası

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

$A(T)$	: Spektral ivme katsayısı
B	: Boylam
C	: Deprem katsayısı
C_0	: Deprem bölge katsayısı
C_m	: Santimetre
D	: Dayanım fazlalığı katsayısı
DD-1	: 50 yılda aşılma olasılığı %2 (tekrarlanma periyodu 2475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
DD-2	: 50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
DD-3	: 50 yılda aşılma olasılığı %50 (tekrarlanma periyodu 72 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
DD-4	: 50 yılda aşılma olasılığı %68 (tekrarlanma periyodu 43 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
$d_{i,min}$	: Binanın i 'inci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan minimum yer değiştirme [m]
$d_{i,max}$	: Binanın i 'inci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan maksimum yer değiştirme [m]
E	: Enlem
F	: Statik eşdeğer toplam yatay yük
F_S	: Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
F_1	: 1,0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı
g	: Yerçekimi ivmesi [$g = 9.81 \text{ m/s}^2$]
G	: Sabit yük etkisi
H	: Yapının temel üst kotundan ölçülen yüksekliği [m]
h_i	: Binanın i 'inci katının kat yüksekliği [m]
I	: Bina önem katsayısı

K	: Yapı tipi katsayısı
Kgf	: Kilogram-force
Km	: Kilometre
kN	: Kilo-Newton
m	: metre
m^2	: metrekare
m_t [kN]	: Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölümünün toplam kütlesi
n	: Hareketli yük katılım katsayısı
Q	: Hareketli yük etkisi
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$R_a(T)$	: Öngörülen süneklik kapasitesi ve periyoda bağlı deprem yükü azaltma katsayısı
S	: Spektrum Katsayısı
$S_{ae}(T)$	: Yatay elastik tasarım spektral ivmesi [g]
$S_{aR}(T)$	: Azaltılmış tasarım spektral ivmesi [g]
S_{DS}	: Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
S_{D1}	: 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
T	: Doğal titreşim periyodu [s]
T_0	: Zemin Hakim periyodu [s]
T_A	: Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
T_B	: Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
TL	: Yatay elastik tasarım spektrumunda sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu [s]
$T_p^{(X)}$	: Deprem doğrultusunda binanın hakim doğal titreşim periyodu [s]
$u_i^{(X)}$	: (X) deprem doğrultusunda herhangi bir kolon veya perde için, i'inci kattaki azaltılmış yer değiştirme [m]

W	: Toplam yapı ağırlığı
V_t	: Toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
$V_{tE}^{(X)}$	: (X) deprem doğrultusunda binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) [kN]
$\Delta_i^{(X)}$	: Binanın i'inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi [m]
$(\Delta_i^{(X)})_{ort}$	: Binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi [m]
$(\Delta_i^{(X)})_{max}$	: Binanın i'inci katındaki maksimum azaltılmış görelî kat ötelemesi [m]
$\delta_i^{(X)}$	: (X) deprem doğrultusu için, binanın i'inci katındaki kolon veya perdeler için etkin görelî kat ötelemesi [m]
$\delta_{i,max}^{(X)}$	: (X) deprem doğrultusu için, binanın i'inci katındaki etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri [m]
Φ	: Donatı çapı
η_{bi}	: i'inci katta tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı
η_{ki}	: i'inci katta tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı
λ	: Görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılmasında kullanılan ampirik katsayı
k	: İzin verilen görelî kat ötelemelerinin tanımında betonarme ve çelik taşıyıcı sistemler için farklı olarak kullanılan katsayı

Tezde ondalık yazım kullanılmıştır, ondalık ayırıcı olarak “,” kullanılmıştır.

Kısaltmalar

AFAD	: İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü
ABYYHY-1975	: Afet Bölgelerine Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
ABYBHY-1998	: Afet Bölgelerine Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
DBYBHY-2007	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
DEÜ	: Dokuz Eylül Üniversitesi
TBDY-2018	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
T.C. SBB	: Türkiye Cumhuriyeti Strateji ve Bütçe Başkanlığı
TDTH	: Türkiye Deprem Tehlike Haritası

TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TS 500	: Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları
TSC	: Turkish Seismic Code
Vb.	: Ve benzeri
Vd.	: Ve diğerleri



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1. 1972 Deprem Bölgeleri Haritası (Özmen ve Pampal 2017).....	4
Şekil 2. 2. 1996 Deprem Bölgeleri Haritası (AFAD)	5
Şekil 2. 3. 2018 Türkiye Deprem Tehlike Haritası (AFAD)	6
Şekil 2. 4. Antalya İli fiziki haritası (Saygılı 2015).....	7
Şekil 3. 1. SAP2000 programında modellenen betonarme yapı.....	11
Şekil 3. 2. Çatlamamış kesit için yapı hakim periyot değeri	12
Şekil 3. 3. Çatlamış kesit için yapı hakim periyot değeri	12
Şekil 3. 4. Deprem yer hareketi düzeyi, zemin sınıfı ve enlem- boylam bilgilerinin AFAD veri tabanına girilmesi.....	14
Şekil 3. 5. Seçilen örnek lokasyon Aksu İlçesi- Kundu Mahallesi.....	14
Şekil 3. 6. DD-2 deprem yer hareketi düzeyi ZE zemin sınıfı için veri çıktıları	15
Şekil 3. 7. DD-3 deprem yer hareketi düzeyi ZE zemin sınıfı için veri çıktıları	15
Şekil 3. 8. EX +%5 dışmerkezlilik için SAP2000 kat deplasman tablosu.....	16
Şekil 3. 9. EX +%5 dışmerkezlilik için model deformasyon görüntüsü.....	17
Şekil 3. 10. EY +%5 dışmerkezlilik için SAP2000 kat deplasman tablosu.....	18
Şekil 3. 11. EY +%5 dışmerkezlilik için model deformasyon görüntüsü.....	18
Şekil 3. 12. EX %0 dışmerkezlilik için SAP2000 kat deplasman tablosu	19
Şekil 3. 13. EX %0 dışmerkezlilik için model deformasyon görüntüsü	20
Şekil 3. 14. EY %0 dışmerkezlilik için SAP2000 kat deplasman tablosu	21
Şekil 3. 15. EY %0 dışmerkezlilik için model deformasyon görüntüsü	21
Şekil 3. 16. Türkiye Deprem Tehlike Haritası web uygulaması ekran görünümü	25
Şekil 3. 17. Türkiye Deprem Tehlike Haritası raporlama veri giriş ekranı	26
Şekil 3. 18. Spektral ivme katsayıları veri ekranı	26
Şekil 3. 19. Tasarım spektral ivme katsayıları veri ekranı.....	27
Şekil 3. 20. Yatay elastik tasarım spektrumu veri ekranı	27
Şekil 4. 1. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası Antalya ili Konyaaltı ilçesi Toros Mahallesi harita görünümü.....	39
Şekil 4. 2. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası E=36.882762, B=30.645415 lokasyonu harita görünümü.....	40
Şekil 4. 3. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası E=36.8902630, B=30.6413903 lokasyonu harita görünümü.....	43
Şekil 4. 4. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası E=36.8907653, B=30.6453335 lokasyonu harita görünümü.....	46
Şekil 4. 5. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası E=36.8824327, B=30.6410854 lokasyonu harita görünümü.....	49
Şekil 4. 6. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası E=36.8800055, B=30.6497840 lokasyonu harita görünümü.....	52
Şekil 4. 7. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası E=36.8856688, B=30.6469772 lokasyonu harita görünümü.....	55
Şekil 4. 8. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası E=36.8888238, B=30.6440945 lokasyonu harita görünümü.....	58
Şekil 4. 9. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası E=36.8866457, B=30.6429894 lokasyonu harita görünümü.....	61

Şekil 4. 10. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası E=36.8832862, B=30.6441320 lokasyonu harita görünümü.....	64
Şekil 4. 11. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası E=36.8821107, B=30.6463395 lokasyonu harita görünümü.....	67
Şekil 4. 12. Konyaaltı İlçesi Toros Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.....	71
Şekil 4. 13. ABYYHY-1975 kapsamında değişen deprem bölgeleri için Toros Mahallesi deprem kuvveti kıyas grafiği.....	72
Şekil 5. 1. Antalya İli merkez ilçeleri ZA zemin sınıfı için deprem kuvveti kıyas grafiği.....	77
Şekil 5. 2. Antalya İli merkez ilçeleri ZB zemin sınıfı için deprem kuvveti kıyas grafiği.....	78
Şekil 5. 3. Antalya İli merkez ilçeleri ZC zemin sınıfı için deprem kuvveti kıyas grafiği.....	79
Şekil 5. 4. Antalya İli merkez ilçeleri ZD zemin sınıfı için deprem kuvveti kıyas grafiği.....	80
Şekil 5. 5. Antalya İli merkez ilçeleri ZE zemin sınıfı için deprem kuvveti kıyas grafiği.....	81
Şekil 5. 6. Antalya ili ortalama deprem kuvvetleri kıyas grafiği.....	82
Şekil 5. 7. Aksu ilçesi ortalama deprem kuvvetleri kıyas grafiği.....	82
Şekil 5. 8. Döşemealtı ilçesi ortalama deprem kuvvetleri kıyas grafiği.....	83
Şekil 5. 9. Kepez ilçesi ortalama deprem kuvvetleri kıyas grafiği.....	83
Şekil 5. 10. Konyaaltı ilçesi ortalama deprem kuvvetleri kıyas grafiği.....	84
Şekil 5. 11. Muratpaşa ilçesi ortalama deprem kuvvetleri kıyas grafiği.....	84

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3. 1. Modellenen betonarme yapının tasarım değişkenleri	10
Çizelge 3. 2. EX $\pm\%5$ dışmerkezlik için kat öteleme sınır kontrolü	17
Çizelge 3. 3. EY $\pm\%5$ dışmerkezlik için kat öteleme sınır kontrolü	19
Çizelge 3. 4. EX $\%0$ dışmerkezlik için kat öteleme sınır kontrolü	20
Çizelge 3. 5. EY $\%0$ dışmerkezlik için kat öteleme sınır kontrolü	22
Çizelge 3. 6. EX, EY için $\pm\%5$ dışmerkezlik için A1 düzensizliği kontrolü	23
Çizelge 3. 7. EX, EY için $\%0$ dışmerkezlik için A1 düzensizliği kontrolü	23
Çizelge 3. 8. EX, EY için $\pm\%5$ dışmerkezlik için B2 düzensizliği kontrolü	24
Çizelge 3. 9. EX, EY için $\%0$ dışmerkezlik için B2 düzensizliği kontrolü	24
Çizelge 3. 10. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1975'e göre deprem bölge katsayısı	28
Çizelge 3. 11. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1975'e göre hareketli yük katsayısı	29
Çizelge 3. 12. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1975'e göre yapı önem katsayısı	29
Çizelge 3. 13. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998'e göre etkin yer ivmesi katsayısı	30
Çizelge 3. 14. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998'e göre hareketli yük katılım katsayısı	31
Çizelge 3. 15. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998'e göre spektrum karakteristik periyotları	31
Çizelge 3. 16. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998'e göre yerinde dökme betonarme binalar için taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R)	31
Çizelge 3. 17. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998'e göre bina önem katsayısı (I)	32
Çizelge 3. 18. ABYYHY-1975, ABYYHY-1998 ve TBDY-2018 yerel zemin sınıfları denklik tablosu	34
Çizelge 4. 1. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1975 (ABYYHY-1975) için eşdeğer deprem yükü hesabında kullanılan deprem parametreleri ve değerleri	35
Çizelge 4. 2. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998 (ABYYHY-1998) için eşdeğer deprem yükü hesabında kullanılan deprem parametreleri ve değerleri	37
Çizelge 4. 3. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018 (TBDY-2018) için eşdeğer deprem yükü hesabında kullanılan deprem parametreleri ve değerleri	39
Çizelge 4. 4. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.882762, B=30.645415 lokasyonu için ZA zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri	40
Çizelge 4. 5. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.882762, B=30.645415 lokasyonu için ZB zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri	41
Çizelge 4. 6. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.882762, B=30.645415 lokasyonu için ZC zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri	41
Çizelge 4. 7. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.882762, B=30.645415 lokasyonu için ZD zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri	42
Çizelge 4. 8. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.882762, B=30.645415 lokasyonu için ZE zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri	42

[illegible]

Çizelge 4. 33. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8856688, B=30.6469772 lokasyonu için ZE zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri.....	57
Çizelge 4. 34. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8888238, B=30.6440945 lokasyonu için ZA zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri	58
Çizelge 4. 35. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8888238, B=30.6440945 lokasyonu için ZB zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri.....	59
Çizelge 4. 36. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8888238, B=30.6440945 lokasyonu için ZC zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri.....	59
Çizelge 4. 37. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8888238, B=30.6440945 lokasyonu için ZD zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri	60
Çizelge 4. 38. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8888238, B=30.6440945 lokasyonu için ZE zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri.....	60
Çizelge 4. 39. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8866457, B=30.6429894 lokasyonu için ZA zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri	61
Çizelge 4. 40. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8866457, B=30.6429894 lokasyonu için ZB zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri.....	62
Çizelge 4. 41. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8866457, B=30.6429894 lokasyonu için ZC zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri.....	62
Çizelge 4. 42. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8866457, B=30.6429894 lokasyonu için ZD zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri	63
Çizelge 4. 43. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8866457, B=30.6429894 lokasyonu için ZE zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri.....	63
Çizelge 4. 44. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8832862, B=30.6441320 lokasyonu için ZA zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri	64
Çizelge 4. 45. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8832862, B=30.6441320 lokasyonu için ZB zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri.....	65
Çizelge 4. 46. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8832862, B=30.6441320 lokasyonu için ZC zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri.....	65
Çizelge 4. 47. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8832862, B=30.6441320 lokasyonu için ZD zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri	66
Çizelge 4. 48. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8832862, B=30.6441320 lokasyonu için ZE zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri.....	66
Çizelge 4. 49. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8821107, B=30.6463395 lokasyonu için ZA zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri	67
Çizelge 4. 50. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8821107, B=30.6463395 lokasyonu için ZB zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri.....	68
Çizelge 4. 51. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8821107, B=30.6463395 lokasyonu için ZC zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri.....	68
Çizelge 4. 52. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8821107, B=30.6463395 lokasyonu için ZD zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri	69
Çizelge 4. 53. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8821107, B=30.6463395 lokasyonu için ZE zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri.....	69
Çizelge 4. 54. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8821107, B=30.6463395 lokasyonu için ZD zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri	70
Çizelge 4. 55. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8821107, B=30.6463395 lokasyonu için ZE zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri.....	70
Çizelge 4. 56. TBDY-2018'e göre Antalya ili ve merkez ilçeleri için farklı zemin sınıflarına ait ortalama deprem kuvveti değerleri.....	73

Çizelge 4. 57. TBDY-2018’e göre Antalya ili ve merkez ilçeleri için farklı zemin sınıflarına ait deprem kuvveti/bina ağırlığı (%) değerleri.....	73
Çizelge 4. 58. ABYYHY-1975’e göre farklı zemin sınıfları için eşdeğer deprem yükü ve deprem kuvveti/bina ağırlığı (%) değerleri	74
Çizelge 4. 59. ABYYHY-1998’e göre farklı zemin sınıfları için eşdeğer deprem yükü ve deprem kuvveti/bina ağırlığı (%) değerleri	74



1. GİRİŞ

Türkiye; jeopolitik konumu, topografik özellikleri ve iklimi nedeniyle çeşitli doğa olayları ile karşı karşıya kalmaktadır. Akdeniz- Alp Himalaya deprem kuşağında yer alan ülkemiz, yüksek sismik aktiviteye sahip Anadolu plakası üzerinde yer almaktadır. Anadolu plakası; kuzeyde Avrasya plakası, güneyde Afrika plakası, doğuda Doğu Anadolu Bloğu, batıda Ege bloğu ile çevrelenmiş tektonik bir konuma sahiptir. (Bikçe 2017) Türkiye; daimî tehdit oluşturan diri fay hatları, doğrudan etkisi altında olduğu Afrika- Arabistan levhalarının hareketleri nedeniyle tarihi boyunca can ve mal kayıplarına sebebiyet veren birçok depreme tanıklık etmiştir. Öyle ki, T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı 2023 Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu'na göre Türkiye'de 1900-2023 yılları arasında can kaybına veya maddi hasara neden olan 269 deprem kaydedilmiştir. Türkiye'de yaklaşık %60'lık oran ile en çok can ve mal kaybına neden olan doğal afet olması nedeniyle, deprem güncel bir problem olma özelliğini koruyarak birçok araştırmaya konu olmaktadır. (AFAD 2018) Deprem afeti, maddi manevi yıkımların beraberinde ülke ekonomilerine ciddi zararlar vermekte, maruz kalan toplumlar üzerinde psikolojik hasarlara neden olmaktadır. Doğal afetlerin ne zaman, nerede gerçekleşeceği; nasıl bir etkiye sebep olacağı önceden bilinemediğinden önüne geçilemese de yürütülen çalışmalar ile yapıların ve canlıların yaşanacak doğal afetten alacağı hasarı minimuma indirmek veya hasar almasını engellemek amaçlanmaktadır.

Artan bilgi birikimi, gelişen teknoloji ve yürütülen bilimsel çalışmalar doğrultusunda, Türkiye'de yapıların deprem güvenliğini artırmak amacıyla deprem yönetmelikleri zamanla güncellenmiş ve yenilenmiştir. Özellikle büyük depremler sonrasında elde edilen saha verileri, yapısal hasar analizleri deprem yönetmeliklerinin sürekli güncellenmesini zorunlu kılmıştır. 1975, 1998 ve 2018 yıllarında yürürlüğe giren deprem yönetmelikleri, deprem yüklerinin hesaplanma yöntemleri, yapısal tasarım esasları ve mühendislik yaklaşımları açısından önemli farklılıklar içermektedir. Bu çalışma kapsamında, Afet Bölgelerine Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1975, Afet Bölgelerine Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998 ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018'e göre deprem yükü hesaplamaları yapılmış; hesaplama yöntemlerindeki değişimler ile mühendislik yaklaşımlarının zaman içindeki gelişimi karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Antalya ili, aktif fay zonlarına yakın konumu ve artan nüfusuna bağlı olarak gelişen kentleşme dinamikleri nedeniyle deprem mühendisliği açısından incelenmesi gereken önemli bölgelerden biridir. İlin büyük bir kısmı 1996 yılına kadar düşük riskli 4. derece deprem bölgesi olarak değerlendirilmişken, deprem tehlike analizlerinde kullanılan yöntemlerin gelişimi ile güncellenen yönetmelikler doğrultusunda 2. derece deprem bölgesi olarak kabul edilmiştir. Bu önemli değişiklik, bölgedeki yapı stoğunun deprem güvenliği açısından mevcut deprem yönetmelikleri kapsamında yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalarda Antalya'nın deprem tehlikesi ve zemin özellikleri incelenmiş olmakla birlikte, yönetmelikler arasındaki deprem yükü hesaplamalarının karşılaştırmalı analizi sınırlı kalmıştır. Bu çalışma, farklı yönetmeliklere göre deprem yükü hesaplarını kıyaslayarak, bölgedeki yapıların deprem güvenliği açısından daha kapsamlı bir değerlendirme sunmayı amaçlamaktadır.

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Çalışmanın amacı; Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1975, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998 ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018'e dayalı olarak eşdeğer deprem yükü hesaplamaları yaparak, bu yönetmeliklerin deprem kuvveti hesaplamalarındaki farklılıklarını incelemektir. Bu doğrultuda, yönetmeliklerdeki parametre değişiklikleri ve formülasyon farklılıklarının deprem yüklerinin belirlenmesine etkisi değerlendirilecektir. Yapılan hesaplamalar, mevcut yapıların deprem güvenliğini değerlendirme açısından önem taşımaktadır. Zamanla değişen deprem yönetmelikleri ve zemin sınıflandırmaları göz önünde bulundurulduğunda, mevcut yapı stoklarının farklı güvenlik seviyelerine sahip olması beklenmektedir bu bağlamda, yapılan eşdeğer deprem yükü hesaplamalarının mevcut binaların deprem davranışını analiz etme konusunda kritik bir rol oynaması beklenmektedir. Elde edilen veriler, mevcut yapıların hangi yönetmeliğe göre daha güvenli olduğunu ve hangi yönetmelik altında daha fazla güçlendirme gerektirdiğini belirlemeye olanak sağlayacaktır. Bu analizler, depreme dayanıklı yapıların inşaa süreçlerinde ve mevcut yapı stoklarının dayanımının artırılması gereken durumlarda, yerel yönetimlere ve inşaat mühendislerine yol gösterici olacaktır. Ayrıca, Antalya ili özelinde deprem güvenliğini artırmaya yönelik güçlendirme ve kentsel dönüşüm gibi adımların planlanmasına bilimsel bir temel sunacaktır. Bununla birlikte, teknolojik gelişmeler, artan bilgi birikimi ve geçmişte yaşanan afetlerin deprem mühendisliğine etkileri incelenerek, eski yönetmeliklerin çağdaş mühendislik yaklaşımlarına olan uyumu değerlendirilecek ve bu sürecin yapı güvenliği üzerindeki etkileri kapsamlı bir şekilde ele alınacaktır.

Çalışma kapsamında, eşdeğer deprem yükü analizleri ABYYHY-1975, ABYYHY-1998 ve TBDY-2018'e dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Deprem hesaplamalarında gerekli olan yapı periyot değerleri ve yapı ağırlığı parametrelerinin elde edilebilmesi amacıyla SAP2000 programı kullanılarak 5 katlı betonarme bir yapı modellenmiştir. Çalışma alanı olarak Antalya ili merkez ilçeleri seçilmiş olup, bu ilçeler Aksu, Döşemealtı, Kepez, Konyaaltı ve Muratpaşa'dır. Her bir merkez ilçede, Aksu ilçesi için Altınış, Güzelyurt, Hacıaliler, Karaçalı ve Kundu; Döşemealtı ilçesi için Aydınlar, Orta, Tomalar, Yeniköy ve Yeşilbayır; Kepez ilçesi için Göksu, Gülveren, Kültür, Varsak Karşıyaka ve Sütçüler; Konyaaltı ilçesi için Gürsu, Hurma, Öğretmenevleri, Toros ve Uncalı; Muratpaşa ilçesi için ise Fener, Güzeloba, Meltem, Soğuksu ve Zerdalilik olmak üzere 5 mahalle belirlenmiştir. TBDY-2018 çerçevesinde yapılan eşdeğer deprem yükü hesaplamalarında, her mahalle için 10 farklı lokasyon seçilmiş ve toplamda 250 farklı lokasyon üzerinden analizler yapılmıştır. Bu lokasyonlara ait enlem ve boylam verileri kullanılarak, her bir konuma özgü spektral ivme değerleri ve köşe periyotları, AFAD tarafından sağlanan Türkiye Deprem Tehlike Haritası üzerinden elde edilmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

Yer kabuğunda meydana gelen ani enerji boşalmaları sonucu oluşan bir doğal afet olan deprem; insan yaşamı üzerinde psikolojik, sosyolojik, ekonomik ve toplumsal alanda hasarlara neden olmaktadır. Yaşanan felaketlerin can ve mal kayıplarına yol açması, toplumlar üzerinde ciddi etkiler bırakması nedeniyle deprem; çeşitli araştırmalara konu olmuştur. Yapılan araştırmalar doğrultusunda depremlerin oluşum mekanizmasının ve etkilerinin anlaşılması, depreme dayanıklı yapıların inşası için tasarım ilkelerinin doğru belirlenmesi, gerçeğe uygun yapı modellemeleri, çevresel faktörler ve yapı parametreleri ile deprem arasındaki ilişkinin ortaya konulması, etkin afet yönetimi planlarının yapılması amaçlanmıştır.

2.1. Türkiye’de Yürürlüğe Giren Yönetmelikler

Deprem yönetmelikleri, ülkelerin sismik tehlikelerini göz önünde bulundurarak deprem anında yapı ve can güvenliğini sağlamak amacıyla hazırlanan; bünyesinde yapı malzemeleri, yapı tasarımları, yapı davranışları, yapı denetimleri ile ilgili kural ve formülasyonları barındıran yasal mevzuatlardır. Her geçen gün geliştirilen hesaplama yöntemleri, teknolojik olanaklar ve yaşanan depremler sonucunda analiz edilen mevcut yapı stoklarındaki uygulama hataları, dayanım hesaplamalarındaki parametre eksiklikleri, formülasyon hataları; yeni geliştirilecek yönetmeliklere ışık tutmaktadır. Ülkemizde yürürlüğe giren deprem yönetmelikleri kronolojik olarak aşağıda listelenmiştir.

- Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi (1940)
- Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi (1944)
- Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği (1949)
- Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1953)
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1962)
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1968)
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1975)
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1998)
- Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007)
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)

Çalışma kapsamında, Antalya ili merkez ilçelerinde seçilen lokasyonlar için modellenen betonarme yapı baz alınarak ABYYHY-1975, ABYYHY-1998 ve TBDY-2018 doğrultusunda eşdeğer deprem yükü hesaplamaları yapılmıştır. Çalışmada kullanılan yönetmeliklerin açıklamaları aşağıda alt başlıklar halinde verilmiştir.

2.1.1. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1975)

ABYYHY-1975, 1975-1998 yılları arasında yürürlükte kalmıştır. 23 yıllık süre ile en uzun yürürlükte kalan mevzuat özelliği taşımaktadır. Yönetmelikte, ülke 4 ayrı deprem bölgesine ayrılmıştır. Yönetmelik kapsamında beton kalitesine dair kesin sınırlamalar bulunmamakla birlikte, minimum beton dayanım sınıfları ile ilgili öneriler getirilmiştir. Betonarme binalarda kullanılan beton dayanımı minimum B160 (C14)

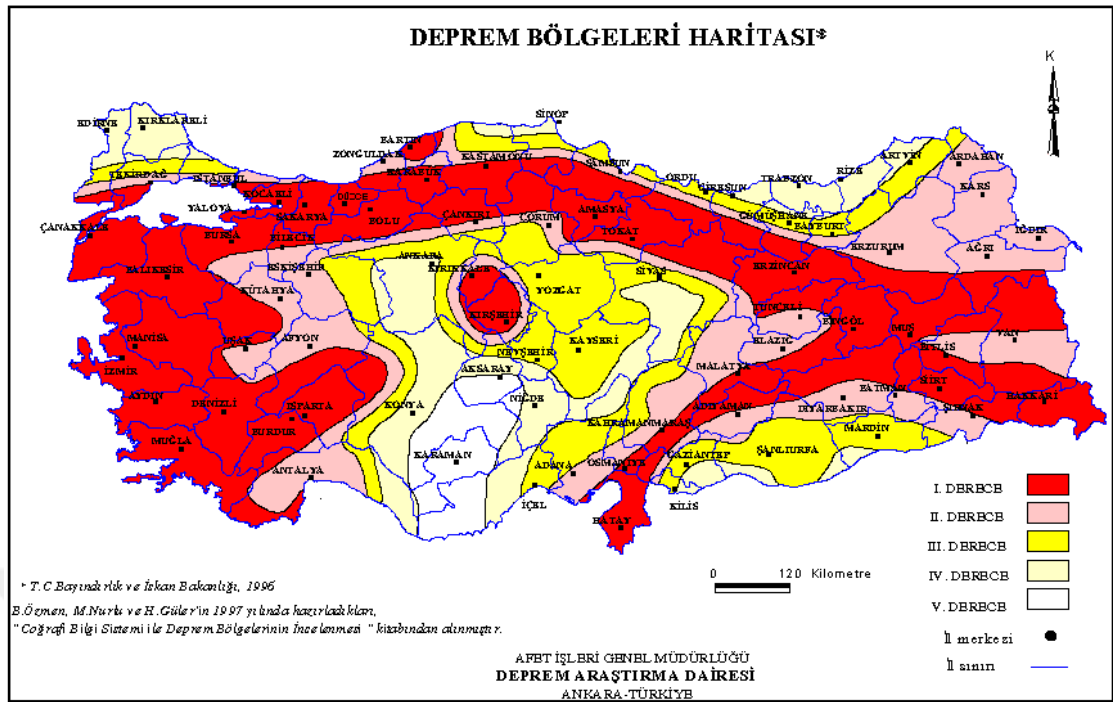
belirlenmiştir. (Çoban 2009) Kolon- kiriş birleşim ve sarılma bölgelerine değinilmiş, uzunlukları hakkında açıklamalara ve şekilli anlatıma yer verilmiştir bu doğrultuda etriye aralığı kirişin genişliğini ve kirişin yüksekliğinin yarısını geçemez koşulu getirilmiştir. Yönetmeliğe betonarme yapılar ve kuralları hakimdir. ABYYHY-1975, zemine bağlı ivme spektrumunu içeren ilk yönetmelik olma özelliği taşımaktadır. (Cansız 2022) Deprem katsayı hesabında zemin hakim periyodu kullanılmış, zemin etkisinin önemi üzerinde durulmuştur. 1. Ve 2. Deprem bölgeleri için minimum etriye çapı ($\Phi 8$) kuralı getirilmiştir bu sayede kritik taşıyıcı elemanlarda kesme dayanımının artırılması hedeflenmiştir.



Şekil 2. 1. 1972 Deprem Bölgeleri Haritası (Özmen ve Pampal 2017)

2.1.2. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1998)

ABYYHY-1998, yapı düzensizliklerinden bahseden ilk deprem yönetmeliğidir. (Akdemir ve Günaydın 2025) Yönetmelikte yapı düzensizlikleri, plan düzensizlikleri ve düşey düzensizlikler olarak sınıflandırılmış, bu düzensizliklerin yapı üzerindeki etkileri ve bu etkilerin minimize edilmesi için alınması gereken önlemler belirlenmiştir. Kat öteleme sınırları ve rijitlik koşulları, taşıyıcı sistem elemanlarının süneklik seviyeleri ile ilişkilendirilmiştir. Deprem tasarımında taşıyıcı sistem davranış katsayıları kullanılarak, sünek tasarımın önemi vurgulanmış ve yapı sistemlerinin farklı süneklik düzeylerine göre sınıflandırılması yapılmıştır. Gelişen teknoloji ve artan bilgi birikimi doğrultusunda deprem yükü hesaplamaları detaylandırılmıştır. Bu doğrultuda deprem yükü hesabı; eşdeğer deprem yükü, mod birleştirme yöntemi, zaman tanım alanında hesap yöntemi olmak üzere üç metot ile tanımlanmıştır. Deprem yükü analizlerinde kullanılmak üzere; etkin yer ivmesi katsayısı, bina önem katsayısı ve spektrum katsayısı tanımlanmıştır. ABYYHY-1998 ile tüm deprem bölgeleri için TS-500 kalite denetimli vibratör kullanılmadan beton dökümü yasaklanmıştır. Depreme dayanıklı yapı tasarım ilkeleri, sadece betonarme yapılar için değil; ahşap, çelik, yığma yapılar için de irdelenmiştir.

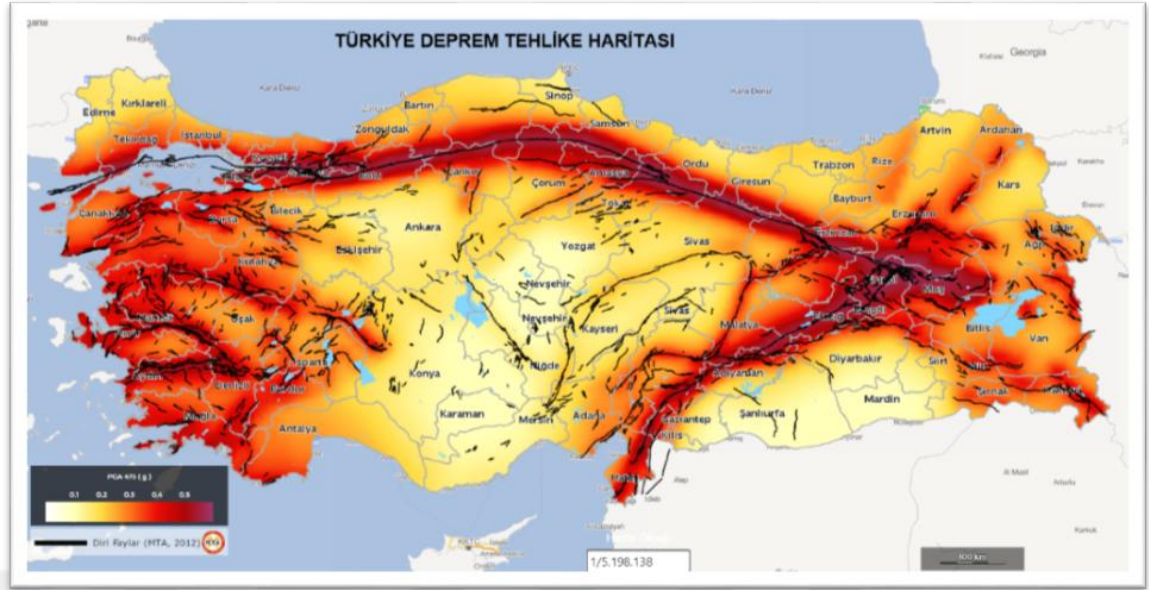


Şekil 2. 2. 1996 Deprem Bölgeleri Haritası (AFAD 1996)

2.1.3. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018, şu an yürürlükte olan son deprem yönetmeliğimizdir. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018, 1/1/2019 tarihinde yürürlüğe girmiştir. (Resmi Gazete 2018)

Deprem bölgesi tanımı, yönetmelikten kaldırılmıştır. Yürürlüğe giren Türkiye Deprem Tehlike Haritası ile deprem bölgelerine dayalı analizler yerini koordinatlara bağlı, zemin sınıfı ve yer hareketi düzeyleri ile ilişkili deprem yükü hesabına bırakmıştır. Yer hareketi düzeyleri DD-1, DD-2, DD-3 ve DD-4 olarak tanımlanmış olup zemin türleri; ZA, ZB, ZC, ZD, ZE ve ZF olmak üzere altı ayrı sınıfa ayrılmıştır. Yapı – zemin ilişkisi daha detaylı bir şekilde ele alınmıştır. TBDY-2018’de deprem yükü hesap formülasyonuna, düşey tasarım spektrumu, yatay elastik tasarım ivme spektrumu, köşe periyodu eklenmiş ve tanımlanmıştır. (Akdemir ve Günaydın 2025) Yatay deprem bileşenleri yanında düşey deprem bileşenlerinin hesabı da dikkate alınmıştır. Yönetmelik, doğrusal olmayan analiz yöntemlerini içeren performansa dayalı tasarım yaklaşımını benimsemiş ve özellikle yüksek binalar için gelişmiş hesap yöntemlerini zorunlu kılmıştır. Enerji sönümleyici sistemler için özel kurallar getirilmiş, mevcut yapıların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi için detaylı kriterler sunulmuştur. TBDY-2018, yenilenen hesaplamalar ve eklenen parametreler ile depreme dayanıklı yapı tasarımının yanında uluslararası deprem mühendisliği standartlarına uyum sağlamak amacıyla tasarlanmıştır.



Şekil 2. 3. 2018 Türkiye Deprem Tehlike Haritası (AFAD 2018)

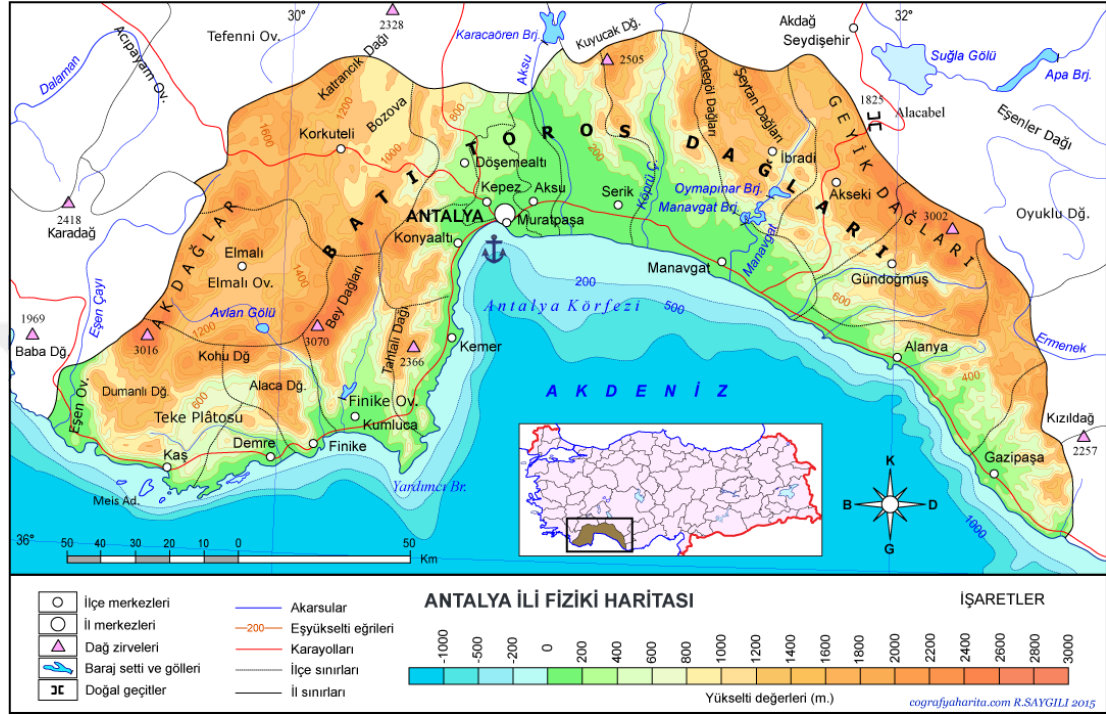
2.2. Türkiye Deprem Tehlike Haritası

Türkiye Deprem Tehlike Haritası, ülkemizin üzerinde yer aldığı fay hatları hakkında detaylı bilgiler vermekte ve bölgelere ait sismik analizleri içermektedir. Deprem tehlike haritaları, bölgelerin sismik tehlikeleri hakkında yer ivmesi bilgilerini sağlamaktadır. (AFAD) Nüfusun deprem riski açısından değerlendirilmesi, mevcut durum tespit ve tahkiklerinin yapılması, ekonomik zarar boyut tahminlerinin yapılması, afet planlamaları, depreme dayanıklı yapı tasarımı gibi hususlarda fayda sağlamaktadır. Ulusal/uluslararası afetler hakkında bilgi birikimlerinin artması, gelişen teknoloji ve hesaplama yöntemleri, yaşanan afetler ve neden oldukları sonuçlar; deprem tehlike haritalarının tarihi boyunca değişimini ve gelişimini sağlamıştır. Türkiye’de 1945, 1947, 1963, 1972, 1996 ve 2018 yıllarında deprem tehlike haritaları yürürlüğe girmiştir. (Özmen 2025) 18 Mart 2018 tarihinde Resmî Gazete ‘de yayımlanarak 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe giren Türkiye Deprem Tehlike Haritası ile birlikte, önceki yönetmeliklerde kullanılan deprem bölgeleri kavramı kaldırılmış ve yerine lokasyona özgü deprem tehlike analizleri sunulmuştur.

2.3. Antalya İlinin Coğrafi, Sismolojik ve Jeolojik Özellikleri

Antalya ili, Türkiye’nin güneyinde, Akdeniz Bölgesi kıyı kesiminde yer almaktadır. Isparta, Burdur, Muğla, Karaman, Mersin ile çevrili olan Antalya; 2024 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye’nin en büyük 5. ilidir. Tarihi yapıları, milli parkları ve sahilleri ile önemli bir turizm kentidir. Aksu, Döşemealtı, Kepez, Konyaaltı ve Muratpaşa olmak üzere 5 merkez ilçesi vardır. Kıyı bölgeleri deniz seviyesinde iken dağlık bölgelerinde ani rakım yüksekliği gözlemlenmektedir. Karstik yapıya sahip Toros Dağlarına ve alüvyonal düzlük ve ovalara sahiptir. Sahip olduğu alüvyon zeminler sıvılaşma ve deprem yüklerini büyütme eğilimindedir. Sahip olduğu zemin yapısı ve eski yapı stokları deprem afetine karşı risk teşkil etmektedir.

Antalya aktif bir sismositeye sahiptir. Fethiye- Burdur Fay Zonu, Helenik Kıbrıs Yayı Uzantısı, Aksu bindirmesi ile ciddi deprem tehlikesi ile karşı karşıyadır. (Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi). Antalya ili merkez ilçeleri, 1996 Türkiye Deprem Tehlike Haritasından önce 4. derece deprem bölgesi olarak sınıflandırılmışken, 1996 itibarıyla 2. derece deprem bölgesi ilan edilmiştir. (Dipova ve Cangir 2011)



Şekil 2. 4. Antalya İli fiziki haritası (Saygılı 2015)

2.4. Literatür Araştırması

Deprem güvenliği analizlerinde kritik bir rol üstlenen ve lokasyona bağlı deprem yükü hesaplamalarına temel teşkil eden Türkiye Deprem Tehlike Haritası, birçok bilimsel çalışmada etkin kullanılmıştır ve güncel çalışmalarda da kullanılmaya devam etmektedir. Literatürdeki bilimsel çalışmalarda, yapıların bir kısmı SAP2000 programı kullanılarak modellenmiş ve eleman analizi, rüzgâr ve kar yükü gibi statik yük analizleri, deprem ve performans analizleri ve yapı tasarımları gibi çeşitli amaçlarla kullanılmıştır. Ayrıca, periyot ve yapı ağırlığı gibi temel parametrelerin belirlenmesi için de etkin olarak kullanılmıştır. Türkiye Deprem Tehlike Haritası ve SAP2000 programının etkin kullanımıyla, günümüzde yürürlükte olan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018 esas alınarak gerçekleştirilen deprem analizlerinde, deprem yükünün lokasyon, zemin tipi ve yapı özellikleri gibi parametrelerle olan ilişkisi detaylı bir şekilde incelenmektedir. Çalışmada kullanılan eşdeğer deprem yükü yöntemi, literatürde sıklıkla tercih edilen ve çeşitli çalışmalarda farklı değişkenler gözetilerek deprem yükünün belirlenmesinde, yapı davranışının değerlendirilmesinde kullanılan yaygın bir hesaplama yöntemidir. Yürürlükten kaldırılmış yönetmeliklerle güncel yönetmeliklerin karşılaştırılması sonucunda, hesaplamalarda kullanılan parametrelerin eksiklikleri, formülasyonlardaki yetersizlikler ve güncel yönetmeliklerle ortaya çıkan uyumsuzluklar

tespit edilerek literatürde detaylı bir şekilde ele alınmaktadır. Aşağıda, bu doğrultuda literatürde yer alan ilgili çalışmalara yer verilmiştir.

Kıvılcım (2005), çalışmasında 1992 Erzincan, 1995 Dinar, 1998 Adana-Ceyhan ve 1999 İzmit depremlerinden elde edilen ivme kayıtlarını esas alarak ABYYHY-1975 ve ABYYHY-1998 kapsamında taban kesme kuvvetlerini hesaplamıştır. Deprem yükü hesabı yapılırken, ivme kayıtlarını uygulamak üzere sekiz katlı betonarme bir yapı modellenmiştir. ABYYHY-1975'te, spektrum katsayısı basit bir formülle belirlenirken, ABYYHY-1998'de zemin sınıfları ve periyot aralıkları dikkate alınarak daha detaylı bir hesap yöntemi yer almıştır. ABYYHY-1998'de yapının sünekliliğine bağlı olarak deprem yükü azaltma katsayısı tanımlanmıştır. Bu farklılıklar deprem yükünün daha hassas hesaplanmasını sağlamıştır. Çalışmada ABYYHY-1998, ABYYHY-1975'e göre daha yüksek deprem güvenliği sağladığı sonucuna ulaşılmış mevcut yapıların yeni yöntemlerle hesaplanarak tekrar değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Dipova ve Cangir (2011) tarafından yapılan çalışmada 1900-2010 yılları arasında yaşanan depremler baz alınarak Antalya ilinin depremselliği incelenmiş, deprem tehlike analizi gerçekleştirilmiştir. Antalya ilinin jeolojik özellikleri, fay hatlarının karakteristikleri ve deprem potansiyeli ele alınarak bölgesel zemin özelliklerinin yapı tasarımı için önemi vurgulanmıştır. İstatistiksel analizlere göre, 100 km yarıçaplı alanda 10 yıl içinde 5 büyüklüğünde bir depremin %71 olasılıkla meydana gelebileceği belirtilmiştir. Sahip olduğu aktif fay hatları, turizm alanındaki önemi, hızla artan nüfusu, yapı yoğunluğu, zayıf zemin koşulları nedeniyle deprem araştırmalarının yapılması gereken il Antalya olarak belirlenmiştir. Mevcut yapı stoklarının deprem dayanımı analizleri için zemin-deprem ilişkilerinin ayrıntılı incelenmesi, zemin büyütme ve sıvılaşma potansiyellerinin haritalandırılması önerilmiştir.

Başaran (2018), Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018 çerçevesinde Afyonkarahisar'da 59 lokasyon belirleyerek farklı zemin sınıfları ve bina yükseklikleri için eşdeğer deprem yüklerini hesaplamıştır. Elde edilen sonuçlar Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik-2007 (DBYBHY-2007) doğrultusunda hesaplanan deprem yükü değerleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada, 5 ve 10 katlı betonarme çerçeve sistemler modellenmiş ve AFAD deprem veri tabanından yararlanarak Türkiye Deprem Tehlike Haritasından güncel deprem parametreleri elde edilmiştir. Farklı zemin sınıflarının deprem yükleri üzerindeki etkisi incelenmiş ve daha zayıf zemin sınıflarında, deprem yüklerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Amani vd. (2020), yığma binaların tasarımı ve deprem güvenliği açısından ABYYHY-1998, DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 arasındaki farkları analiz etmiştir. Çalışmada vurgulandığı üzere; ABYYHY-1998 ve DBYBHY-2007, 4 zemin tipi ve 4 deprem bölgesi tanımlanmışken TBDY-2018'de zemin sınıfı sayısı 6'ya çıkarılmıştır ve deprem bölgeleri kavramı yerine lokasyona bağlı analiz yaklaşımı benimsenmiştir. Türkiye Deprem Tehlike Haritasından alınan koordinata bağlı spektral ivme katsayıları çalışmada kullanılmıştır. Ayrıca, TBDY-2018'de; ABYYHY-1998 ve DBYBHY-2007'de yer almayan deprem tasarım sınıfı, dayanım fazlalığı katsayısı, bina yükseklik sınıfları tanımlanmıştır. Değişen parametrelerin hesaplanan deprem yüklerini doğrudan etkilediği belirtilmiştir. Bingöl'de olduğu varsayılan örnek yığma yapı için yapılan çalışmada elde edilen bulgularda; TBDY-2018, ABYYHY-1998'e göre %77, DBYBHY-2007'ye göre %42 daha büyük taban kesme kuvveti öngörmüştür.

Cansız (2022), çalışmasında 1940-2018 yılları arasında Türkiye’de yürürlüğe giren deprem yönetmeliklerini incelemiştir. Yönetmeliklere göre deprem kuvveti hesaplamalarında kullanılan formülasyonlardaki değişiklikler ve deprem kuvvetini etkileyen parametrelerdeki farklılıklar analiz edilmiştir. ABYYHY-1975 tanımlanan ivme spektrumlarıyla; ABYYHY-1998, çağdaş yönetmeliklere benzer yaklaşımlarıyla; TBDY-2018 ise birden fazla performans hedefine göre tasarım yaklaşımıyla ve lokasyona bağlı deprem tehlikesi ile ön plana çıkmaktadır. Çalışmada, özellikle zemin sınıfı, bina periyodu ve yönetmelik değişimlerinin yapı davranışı üzerinde etkileri analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında, 1. deprem bölgesinde bulunan 5 katlı betonarme bir yapı baz alınarak her yönetmelik için ZC zemin türüne göre eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış, karşılaştırma grafikleri sunulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre ABYYHY-1975’e göre hesaplanan eş değer deprem yükü en yüksek değere sahipken TBDY-2018’e göre elde edilen verilerin koşullara en uygun ve gerçeğe en yakın sonuçları verdiği belirtilmiştir.



3. MATERYAL VE METOT

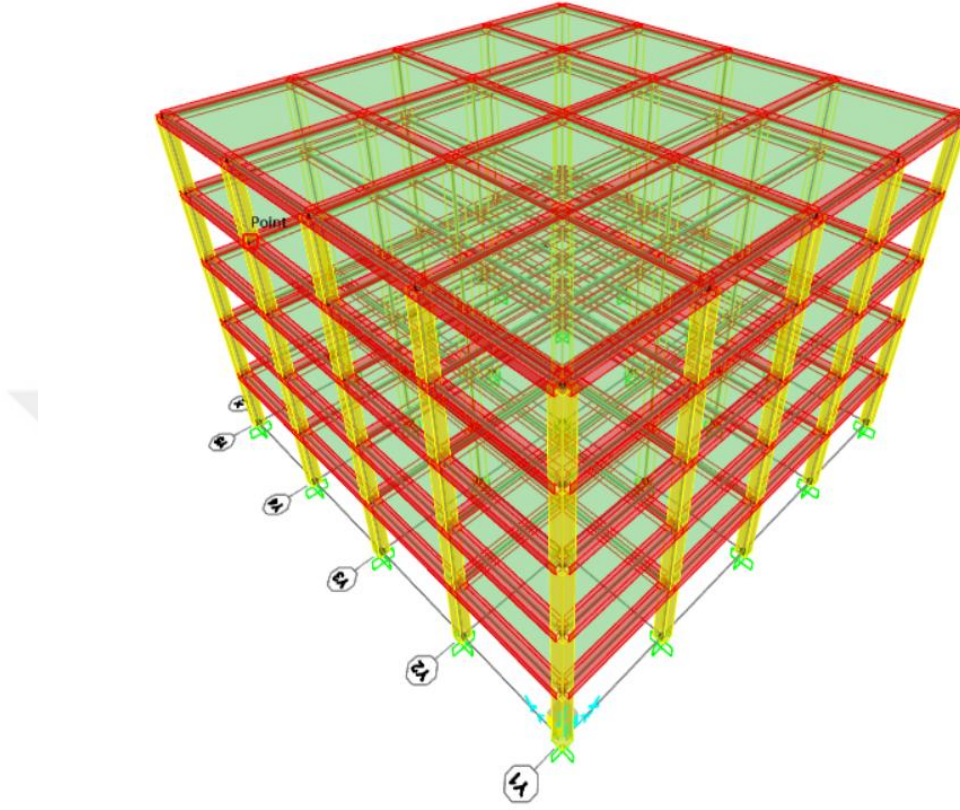
Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1975, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998 ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018'e göre eşdeğer deprem yükü analizinin yapılabilmesi adına ihtiyaç duyulan yapı ağırlığı ve periyot değerlerinin elde edilebilmesi için SAP 2000 programı üzerinden 5 katlı betonarme bir yapı modellenmiştir. Modellenen yapı kullanılarak elde edilecek verilerin ve yapılacak deprem kuvveti hesabının doğruluğunu sağlamak amacıyla TBDY-2018 doğrultusunda, modellenen yapının görelî kat öteleme sınır kontrolü ve düzensizlik kontrolleri yapılmıştır. Çalışma kapsamında; Her bir Antalya ili merkez ilçesi için 5 mahalle ve her mahallede 10 lokasyon olmak üzere toplam 250 lokasyon belirlenmiştir. Türkiye Deprem Tehlike Haritası kullanılarak belirlenen farklı lokasyonlara ait spektral ivme katsayı değerleri ve köşe periyotları okunmuştur. Elde edilen veriler doğrultusunda yönetmeliklerin belirlediği kurallar ve formülasyonlar dikkate alınarak her bir zemin sınıfı için eşdeğer deprem yükü hesaplanmış, sonuçlar arasında mukayese yapılmıştır. Çalışmada kullanılan yöntemler, araçlar, deprem yönetmelikleri ve sundukları formülasyonlar alt başlıklar halinde ayrıntıları ile aşağıda açıklanmıştır.

3.1. SAP 2000 Programı Üzerinden Betonarme Yapının Modellenmesi

Çizelge 3. 1. Modellenen betonarme yapının tasarım değişkenleri

Geometrik Özellikler	X- Boyut (m)	20
	Y-Boyut (m)	20
	Z-Boyut (m)	15
	Kat Yüksekliği (m)	3
Yapı Malzemesi	C25	
Bina Taşıyıcı Sistem Tipi	Betonarme Çerçeve Sistem	
Bina Kullanım Amacı	Özel Konut	
Eleman Boyutları	Kolon Boyutları (cm)	45*45
	Kiriş Boyutları (cm)	30*50
Yük Tanımları	Döşeme Hareketli Yük	2 kN/m^2
	Döşeme Zati Yük	2 kN/m^2
	Duvar Yükü	750 kgf/m

Çizelge 3.1’de belirtilen tasarım değişkenleri esas alınarak SAP2000 programı üzerinden modellenen betonarme yapının 3-D görüntüsü Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3. 1. SAP2000 programında modellenen betonarme yapı

$G + nQ$ Yüklemesi altında yapının ağırlığı 24599 kN okunmuştur.

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1975’te çatlamış/çatlamamış kesit tanımına yer verilmemiştir. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998’de ise tanım yer bulsa da eşdeğer deprem yükü analizi doğrultusunda yapılacak deprem hesaplamalarında çatlamamış kesite ait kesit rijitliklerinin kullanılması gerektiği belirtilmiştir. ABYYHY-1975 ve ABYYHY-1998 kapsamında yapılacak deprem kuvveti hesaplamalarında kullanılmak üzere, çatlamamış kesite ait yapı periyodu SAP2000 programı üzerinden 0,72 okunmuştur. (Şekil 3.2)

File	View	Edit	Format-Filter-Sort	Select	Options			
Units: As Noted						Modal Periods And Frequencies		
Filter:								
	OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	Frequency Cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad2/sec2	
▶	MODAL	Mode	1	0,724511	1,38024125...	8,67231156...	75,2089879...	
	MODAL	Mode	2	0,724511	1,38024125...	8,67231156...	75,2089879...	
	MODAL	Mode	3	0,698982	1,43065126...	8,98904698...	80,8029656...	
	MODAL	Mode	4	0,232265	4,30542941...	27,0518108...	731,800468...	
	MODAL	Mode	5	0,232265	4,30542941...	27,0518108...	731,800468...	
	MODAL	Mode	6	0,221915	4,50623095...	28,3134841...	801,653382...	
	MODAL	Mode	7	0,131481	7,60565332...	47,7877292...	2283,66706...	
	MODAL	Mode	8	0,131481	7,60565332...	47,7877292...	2283,66706...	
	MODAL	Mode	9	0,123717	8,08297266...	50,7868151...	2579,30058...	
	MODAL	Mode	10	0,090555	11,0429948...	69,3851828...	4814,30360...	
	MODAL	Mode	11	0,090555	11,0429948...	69,3851829...	4814,30360...	
	MODAL	Mode	12	0,083614	11,9597400...	75,1452629...	5646,81054...	

Şekil 3. 2. Çatlamamış kesit için yapı hakim periyot değeri

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018’de gerçeğe en yakın sonuçların elde edilmesi adına, yapılacak deprem kuvveti hesaplamalarında çatlamış kesit için belirlenen etkin kesit rijitliklerinin kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Bu doğrultuda, modellenen betonarme yapıda kolon elemanı için etkin rijitlik katsayısı 0,70, kiriş elemanı için 0,35 olarak tanımlanmıştır ve program üzerinden yapı periyot değeri 0,83 okunmuştur. (Şekil 3.3)

File	View	Edit	Format-Filter-Sort	Select	Options			
Units: As Noted						Modal Periods And Frequencies		
Filter:								
	OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	Frequency Cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad2/sec2	
▶	MODAL	Mode	1	0,831547	1,20257807 ...	7,55602091 ...	57,0934520...	
	MODAL	Mode	2	0,831547	1,20257807 ...	7,55602091 ...	57,0934520...	
	MODAL	Mode	3	0,815684	1,22596476 ...	7,70296382 ...	59,3356516...	
	MODAL	Mode	4	0,2681	3,72995536 ...	23,4360007 ...	549,246130...	
	MODAL	Mode	5	0,2681	3,72995536 ...	23,4360007 ...	549,246130...	
	MODAL	Mode	6	0,25979	3,84926174 ...	24,1856248 ...	584,944448...	
	MODAL	Mode	7	0,153186	6,52799458 ...	41,0165996 ...	1682,36144...	
	MODAL	Mode	8	0,153186	6,52799458 ...	41,0165996 ...	1682,36144...	
	MODAL	Mode	9	0,145504	6,87267996 ...	43,1823217 ...	1864,71291...	
	MODAL	Mode	10	0,10641	9,39764638 ...	59,0471536 ...	3486,56635...	
	MODAL	Mode	11	0,10641	9,39764638 ...	59,0471536 ...	3486,56635...	
	MODAL	Mode	12	0,098688	10,1329223 ...	63,6670286 ...	4053,49054...	

Şekil 3. 3. Çatlamış kesit için yapı hakim periyot değeri

3.2. TBDY-2018'e göre Etkin Görelî Kat Ötelemeleri Sınır Kontrolü ve Düzensizlikler

Görelî kat ötelemeleri sınır kontrolü, deprem sırasında yapıya etki eden yüklere bağılı olarak katlar arasındaki yatay yer değıştirme farklarının yapı ve yapı elemanlarına hasara neden olacak boyuta ulaşp ulaşmadığının belirlenmesi için uygulanmaktadır. Bu nedenle TBDY-2018'e göre yapı güvenliğı ve servis görëbilirliğı açısından zorunlu bir kontrol şartıdır.

3.2.1. Etkin görelî kat ötelemeleri sınır kontrolü

X Yönlü deprem doğrultusunda ardışık kolon veya perdeler arası yer değıştirme farkları olan azaltılmış görelî kat ötelemesi, ($\Delta_i^{(X)}$) denklem (3.1) ile hesaplanmaktadır. $u_i^{(X)}$ ve $u_{i-1}^{(X)}$, azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan katlardaki yatay yer değıştirmeleri ifade etmektedir.

$$\Delta_i^{(X)} = u_i^{(X)} - u_{i-1}^{(X)} \quad (3.1)$$

X Yönlü deprem etkisi altında oluşan etkin görelî kat ötelemesi $\delta_i^{(X)}$ ile gösterilmekte olup denklem (3.2) ile hesaplanmaktadır.

$$\delta_i^{(X)} = \frac{R}{I} \cdot \Delta_i^{(X)} \quad (3.2)$$

Etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri ($\delta_{i,max}^{(X)}$) için gevrek malzemedan yapılmış boşluklu veya boşluksuz dolgu duvarlarının ve cephe elemanlarının tamamen bitişik olması durumunda denklem (3.3) koşulu belirlenmiştir.

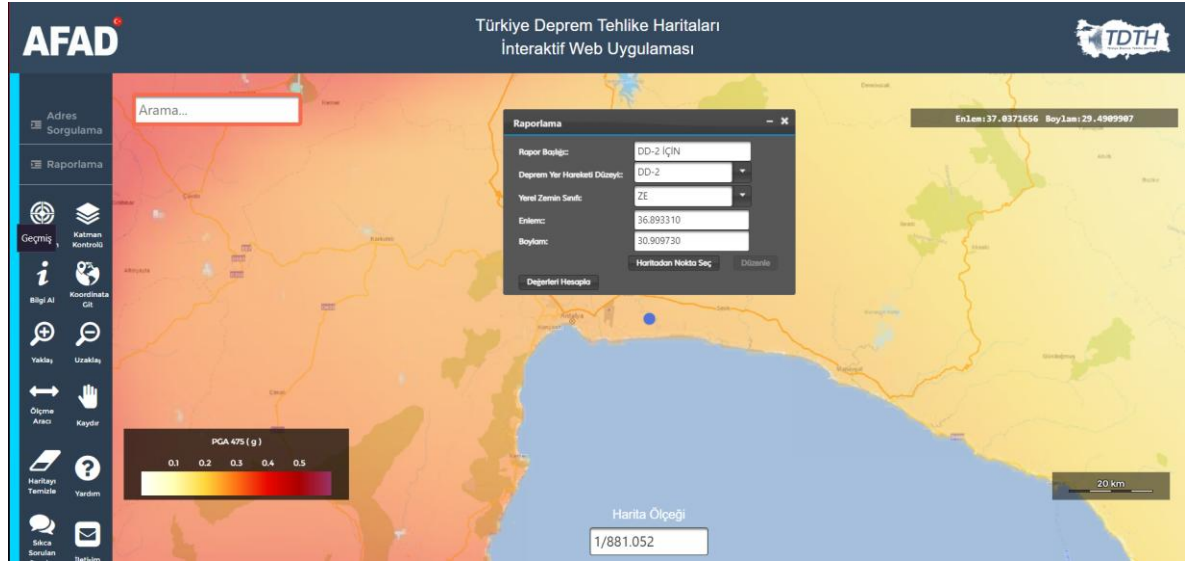
$$\lambda \cdot \frac{\delta_{i,max}^{(X)}}{h_i} \leq 0,008k \quad (3.3)$$

Betonarme binalarda k 1, çelik binalarda ise k 0,5 alınmalıdır.

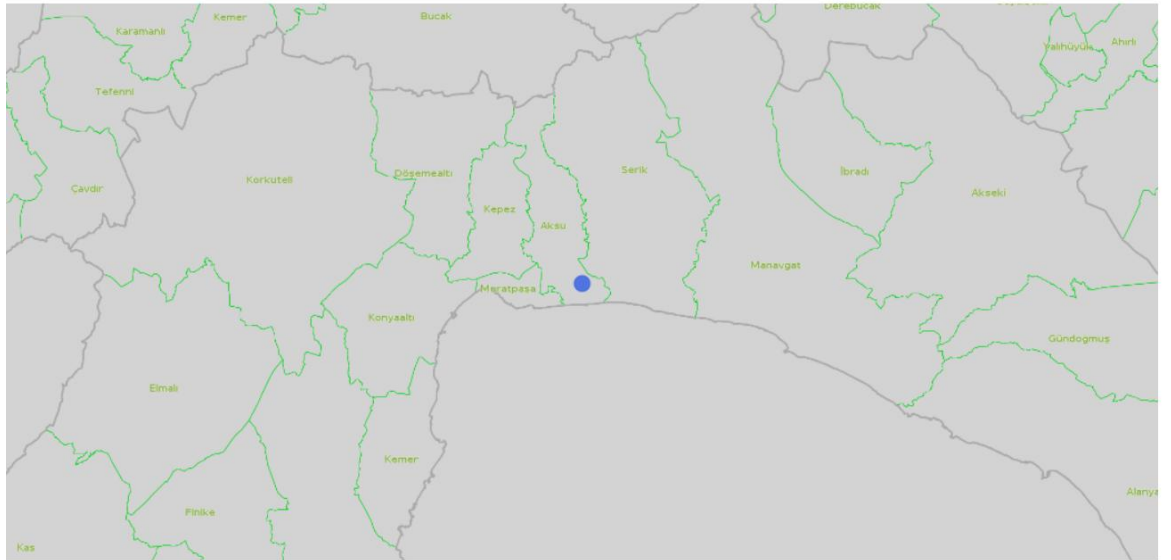
λ Katsayısı, denklem (3.4)'te verildiğı üzere DD-3 yer hareketine göre hesaplanan elastik tasarım spektral ivmenin DD-2 yer hareketine göre hesaplanan elastik tasarım spektral ivmesine oranıdır.

$$\lambda = \frac{S_{ae}(T)(DD - 3)}{S_{ae}(T)(DD - 2)} \quad (3.4)$$

Modellenen betonarme yapının çalışmaya uygunluğunun kontrol edilebilmesi adına yapılacak etkin görelî kat öteleme sınır kontrolü için Aksu ilçesi, Kundu mahallesine ait bir lokasyon ($E=36.893310$, $B=30.909730$) kullanılmıştır. En olumsuz şartlar baz alınarak kontrolün yapılabilmesi adına zemin sınıfı ZE olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. 4. Deprem yer hareketi düzeyi, zemin sınıfı ve enlem- boylam bilgilerinin AFAD veri tabanına girilmesi



Şekil 3. 5. Seçilen örnek lokasyon Aksu İlçesi- Kundo Mahallesi

Çıktılar

$S_S = 0.540$	$S_1 = 0.144$	$S_{DS} = 0.883$	$S_{D1} = 0.548$
$PGA = 0.255$	$PGV = 10.607$		

S_S : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_{D1} : 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

PGA : En büyük yer ivmesi [g]

PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]

Şekil 3. 6. DD-2 deprem yer hareketi düzeyi ZE zemin sınıfı için veri çıktıları

DD-2 yer hareketi düzeyi için T_A 0,124, T_B 0,62 okunmuştur. Bina doğal periyodu TBDY-2018'e göre çatlamış kesit için 0,83'tür.

Sağlanan $T > T_B$ koşulu için; yatay tasarım spektral ivmesi ($S_{ae}(T)$) denklem (3.5)'te, azaltılmış tasarım spektral ivmesi ($S_{aR}(T)$) denklem (3.6)'da hesaplanmıştır.

$$S_{ae}(T)(X) = S_{ae}(T)(Y) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,548}{0,83} = 0,660241 \quad (3.5)$$

$$S_{aR}(T)(X) = S_{aR}(T)(Y) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,660241}{8} = 0,08253 \quad (3.6)$$

Çıktılar

$S_S = 0.216$	$S_1 = 0.057$	$S_{DS} = 0.518$	$S_{D1} = 0.239$
$PGA = 0.102$	$PGV = 4.190$		

S_S : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_{D1} : 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

PGA : En büyük yer ivmesi [g]

PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]

Şekil 3. 7. DD-3 deprem yer hareketi düzeyi ZE zemin sınıfı için veri çıktıları

DD-3 yer hareketi düzeyi için T_A 0,092, T_B 0,462 okunmuştur.

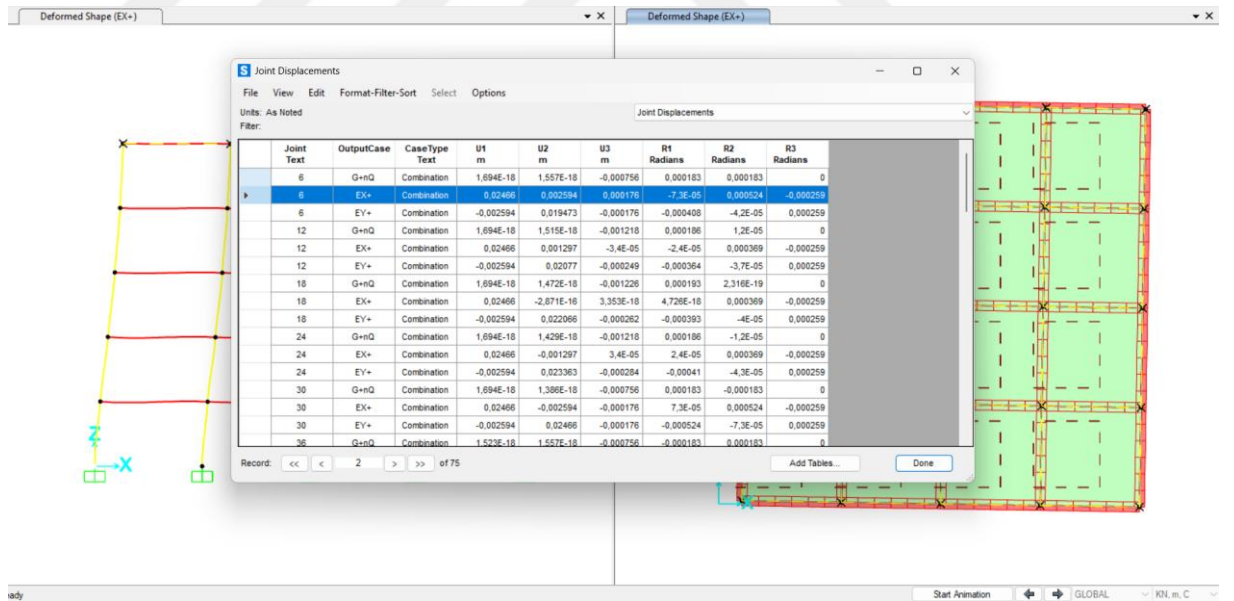
Sağlanan $T > T_B$ koşulu için; yatay tasarım spektral ivmesi ($S_{ae}(T)$) denklem (3.7)'de, azaltılmış tasarım spektral ivmesi ($S_{aR}(T)$) denklem (3.8)'de, λ katsayısı ise denklem (3.9)'da hesaplanmıştır.

$$S_{ae}(T)(X) = S_{ae}(T)(Y) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,239}{0,83} = 0,287952 \quad (3.7)$$

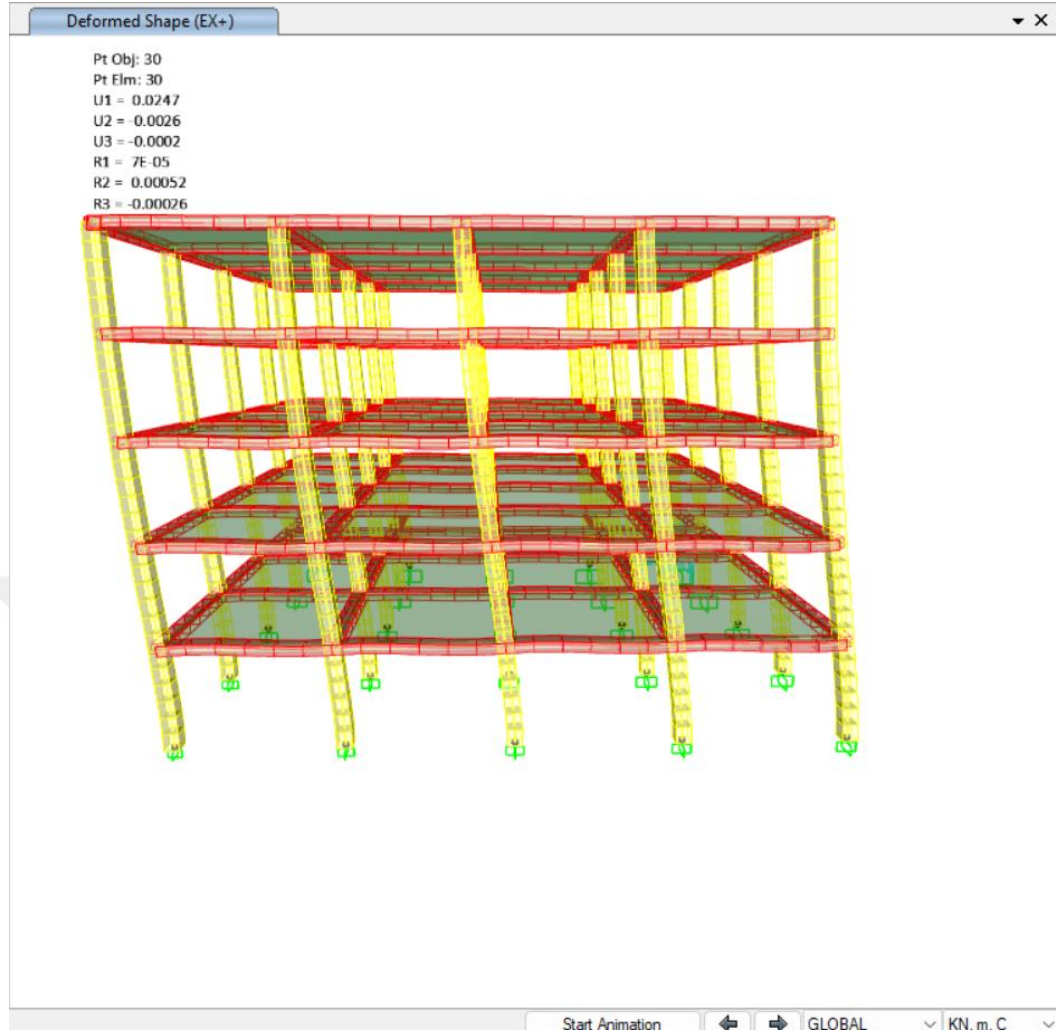
$$S_{aR}(T)(X) = S_{aR}(T)(Y) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,287952}{8} = 0,035994 \quad (3.8)$$

$$\lambda_X = \lambda_Y = \lambda = \frac{S_{ae}(T)(DD - 3)}{S_{ae}(T)(DD - 2)} = \frac{0,287952}{0,660241} = 0,436131 \quad (3.9)$$

EX ve EY yüklemeleri altında $\pm\%5$ ek dışmerkezlilik için kat ötelemeleri sınır kontrolü için SAP2000 programı üzerinden kat deplasman tabloları okunmuş, model deformasyon görüntüleri incelenmiştir. EX yüklemesi altında $\pm\%5$ dışmerkezlilik için kat öteleme sınır kontrolü hesap verileri Çizelge 3.2'de, EY için Çizelge 3.3'te verilmiştir.



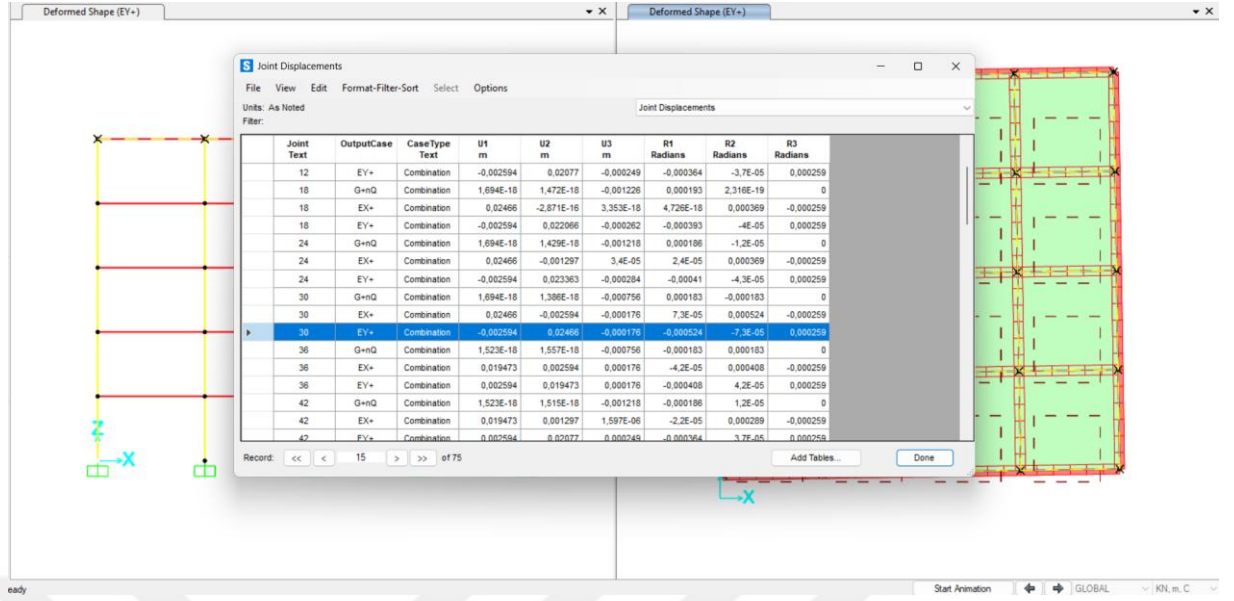
Şekil 3. 8. EX $\pm\%5$ dışmerkezlilik için SAP2000 kat deplasman tablosu



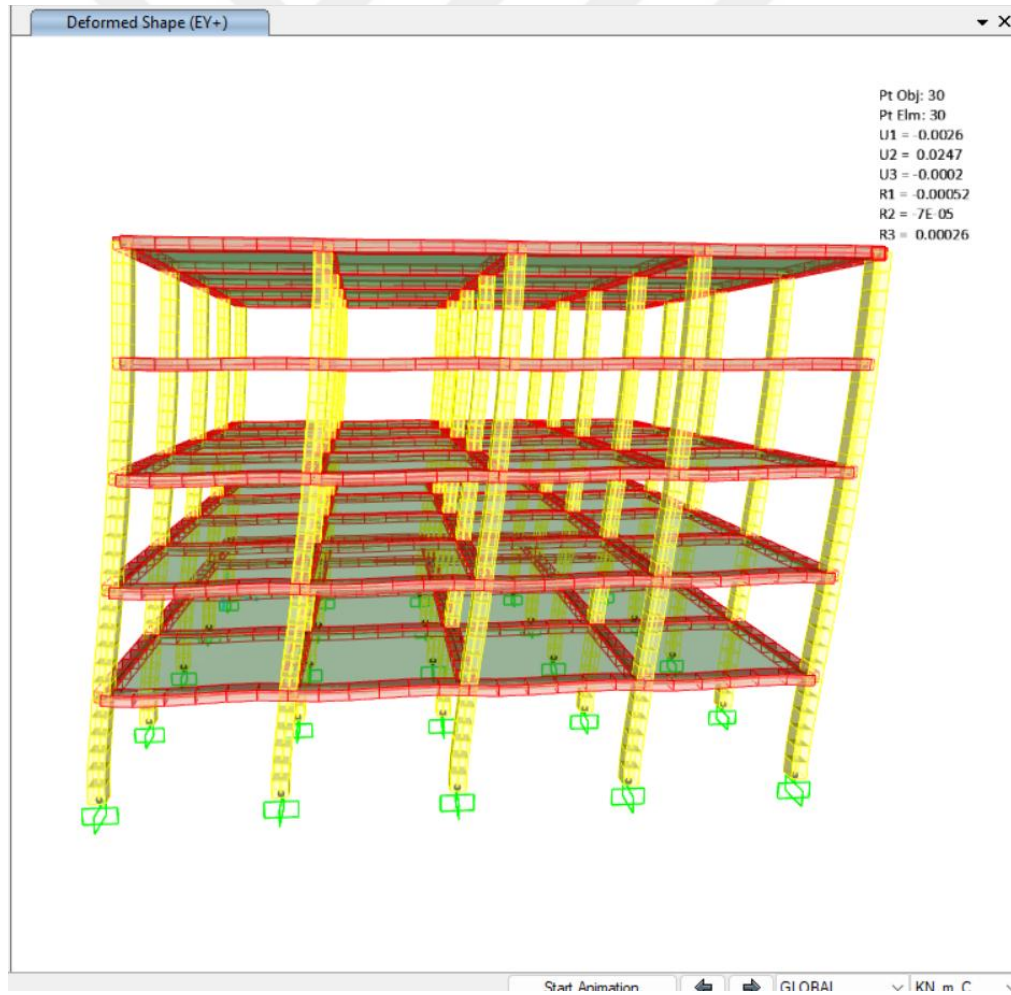
Şekil 3. 9. EX +%5 dışmerkezlilik için model deformasyon görüntüsü

Çizelge 3. 2. EX $\pm$ %5 dışmerkezlilik için kat öteleme sınır kontrolü

Kat	$d_{i,max}$ (m)	$\Delta_{i,max}$ (m)	$\delta_{i,max}^{(X)}$	h_i (m)	λ_x	$\lambda_x \cdot \delta_{i,max}^{(X)} / h_i$
5	0,0247	0,0027	0,0216	3	0,436131	%0,314
4	0,0220	0,0045	0,036	3	0,436131	%0,523
3	0,0175	0,006	0,048	3	0,436131	%0,698
2	0,0115	0,0067	0,0536	3	0,436131	%0,779
1	0,0048	0,0048	0,0384	3	0,436131	%0,558



Şekil 3. 10. EY +%5 dışmerkezlik için SAP2000 kat deplasman tablosu

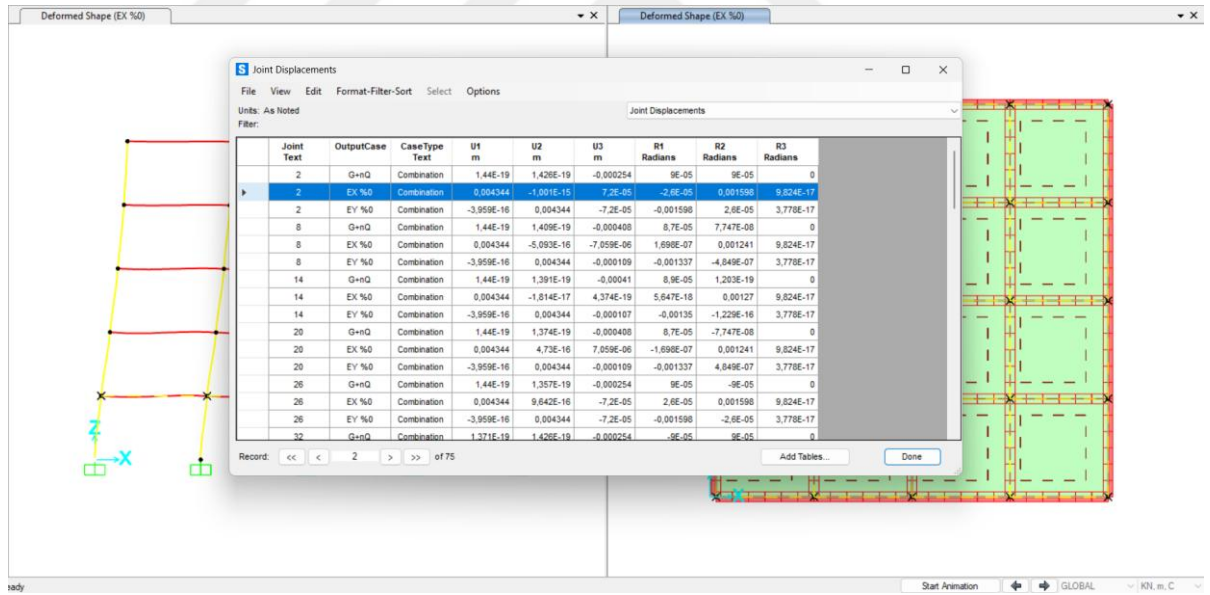


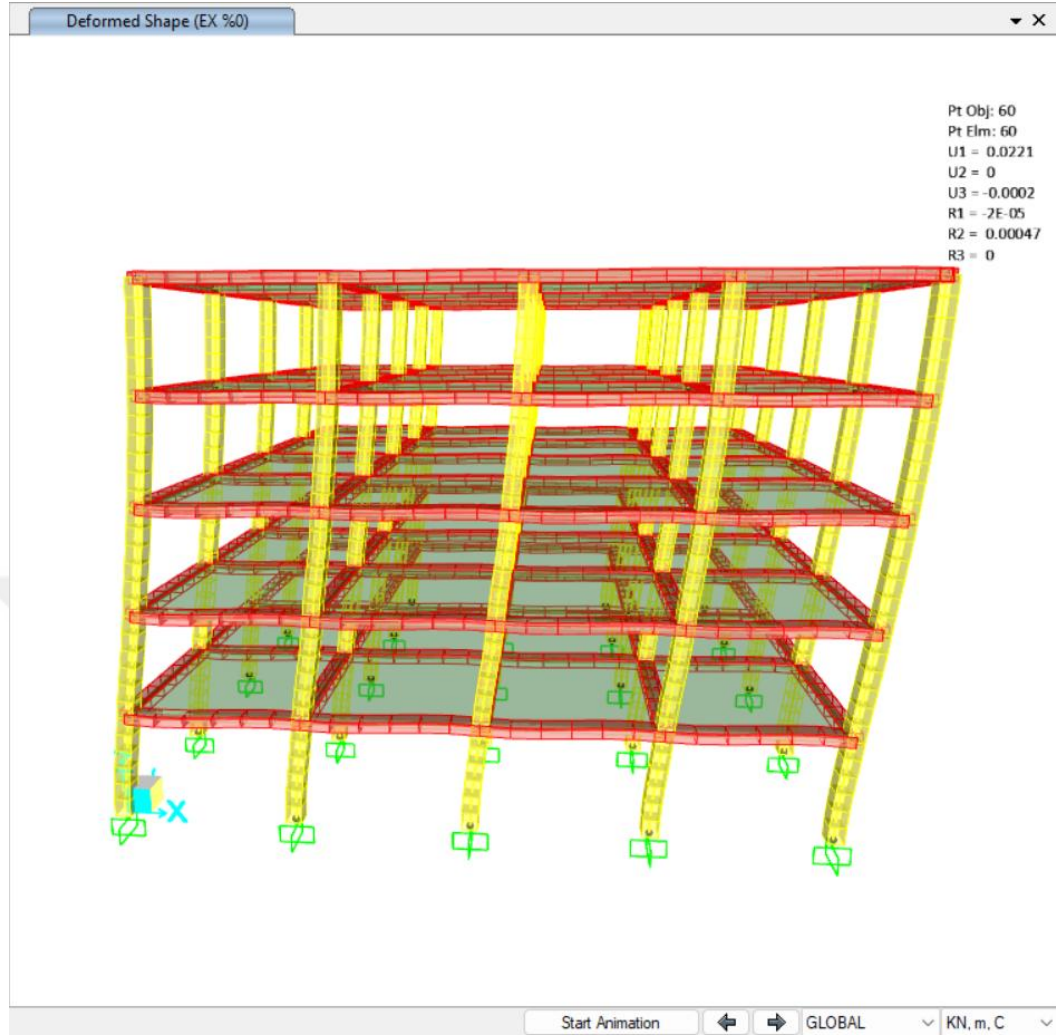
Şekil 3. 11. EY +%5 dışmerkezlik için model deformasyon görüntüsü

Çizelge 3. 3. EY $\pm\%5$ dışmerkezlilik için kat öteleme sınır kontrolü

Kat	$d_{i,max}$ (m)	$\Delta_{i,max}$ (m)	$\delta_{i,max}^{(X)}$	h_i (m)	λ_x	$\lambda_x \cdot \delta_{i,max}^{(X)} / h_i$
5	0,0247	0,0027	0,0216	3	0,436131	%0,314
4	0,0220	0,0045	0,036	3	0,436131	%0,523
3	0,0175	0,006	0,048	3	0,436131	%0,698
2	0,0115	0,0067	0,0536	3	0,436131	%0,779
1	0,0048	0,0048	0,0384	3	0,436131	%0,558

EX ve EY yüklemeleri altında %0 ek dışmerkezlilik için kat ötelemeleri sınır kontrolü için aynı adımlar izlenerek SAP2000 programı üzerinden kat deplasman tabloları okunmuş, model deformasyon görüntüleri incelenmiştir. EX yüklemesi altında %0 dışmerkezlilik için kat öteleme sınır kontrolü hesap verileri Çizelge 3.4'te, EY için Çizelge 3.5'te verilmiştir.

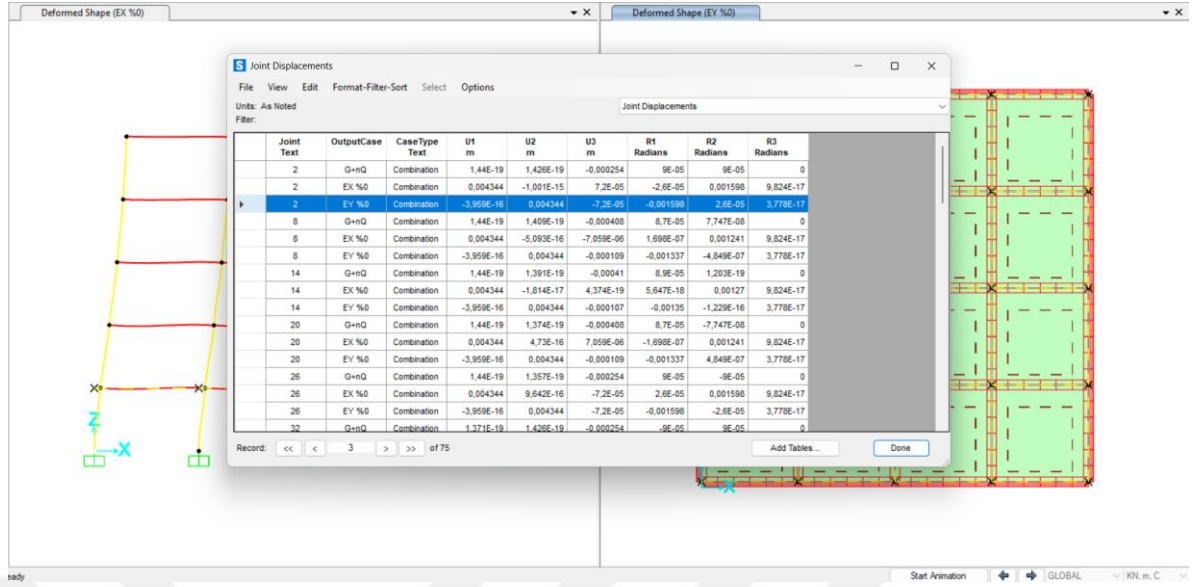
**Şekil 3. 12.** EX %0 dışmerkezlilik için SAP2000 kat deplasman tablosu



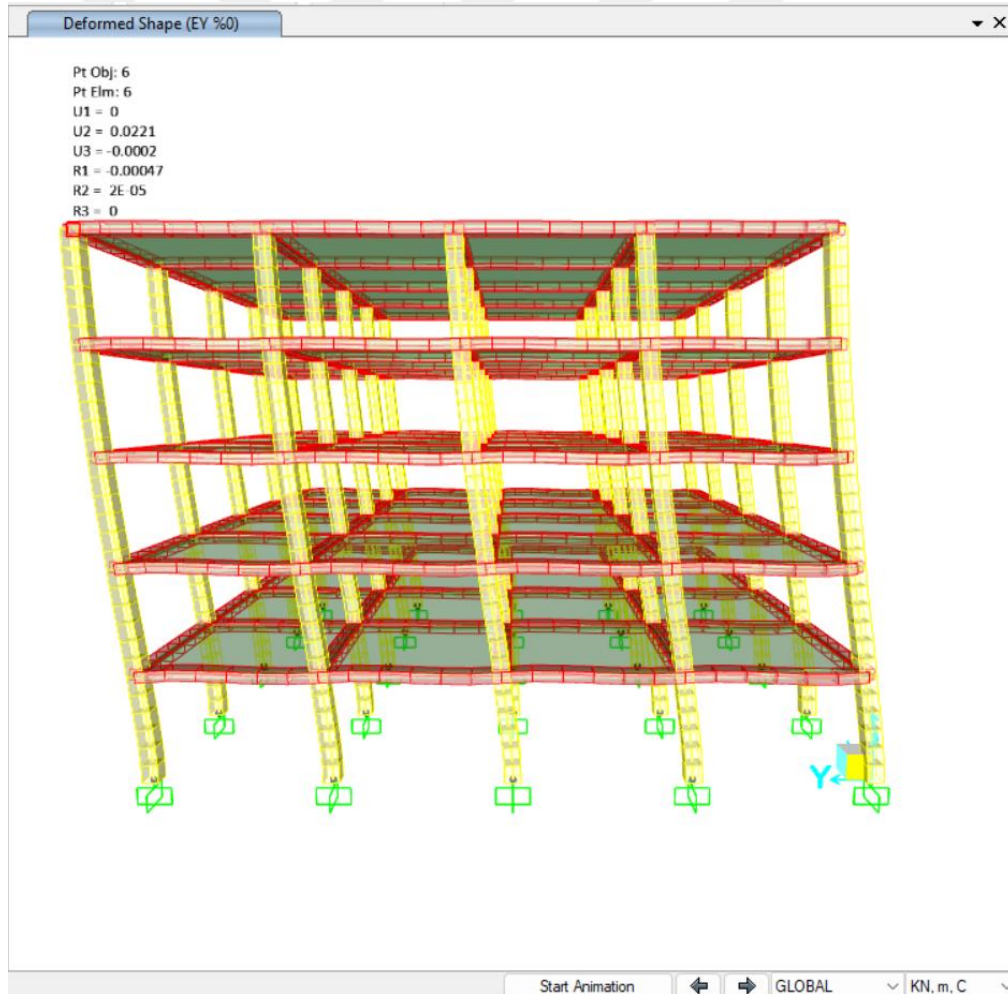
Şekil 3. 13. EX %0 dışmerkezlilik için model deformasyon görüntüsü

Çizelge 3. 4. EX %0 dışmerkezlilik için kat öteleme sınır kontrolü

Kat	$d_{i,max}$ (m)	$\Delta_{i,max}$ (m)	$\delta_{i,max}^{(X)}$	h_i (m)	λ_x	$\lambda_x \cdot \delta_{i,max}^{(X)} / h_i$
5	0,0221	0,0024	0,0192	3	0,436131	%0,279
4	0,0197	0,0041	0,0328	3	0,436131	%0,477
3	0,0156	0,0053	0,0424	3	0,436131	%0,616
2	0,0103	0,006	0,0480	3	0,436131	%0,698
1	0,0043	0,0043	0,0344	3	0,436131	%0,5



Şekil 3. 14. EY %0 dışmerkezlilik için SAP2000 kat deplasman tablosu



Şekil 3. 15. EY %0 dışmerkezlilik için model deformasyon görüntüsü

Çizelge 3. 5. EY %0 dışmerkezlilik için kat öteleme sınır kontrolü

Kat	$d_{i,max}$ (m)	$\Delta_{i,max}$ (m)	$\delta_{i,max}^{(X)}$	h_i (m)	λ_x	$\lambda_x \cdot \delta_{i,max}^{(X)} / h_i$
5	0,0221	0,0024	0,0192	3	0,436131	%0,279
4	0,0197	0,0041	0,0328	3	0,436131	%0,477
3	0,0156	0,0053	0,0424	3	0,436131	%0,616
2	0,0103	0,006	0,0480	3	0,436131	%0,698
1	0,0043	0,0043	0,0344	3	0,436131	%0,5

Eşdeğer deprem yükü analizinde kullanılmak üzere modellenen 5 katlı betonarme yapı için görel kat öteleme sınır kontrolü yapılmış olup, bu kontrolün sağlanmasıyla birlikte yapıdan elde edilen periyot ve ağırlık parametreleri kullanımının doğruluğu güvence altına alınmıştır.

3.2.2. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018'e (TBDY-2018) göre düzensizlikler

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018'de düzensizlikler planda düzensizlik (A), düşeyde düzensizlik (B) olmak üzere iki ana başlıkta tanımlanmıştır.

A1 burulma düzensizliği, bir kattaki maksimum görel kat ötelemesinin ortalama görel kat ötelemeye oranı olan burulma düzensizliği katsayısı (η_b) ile irdelenmektedir. Denklem 3.10'da verilen eşitliğin 1,2 'den daha büyük olma durumu burulma düzensizliğini ifade etmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i^{(X)})_{max}}{(\Delta_i^{(X)})_{min}} \quad (3.10)$$

A2 döşeme düzensizliği için 3 koşul belirlenmiştir. a) Merdiven ve asansör boşlukları dahil boşluk alanlarının kat alanı brüt alanının 1/3'ünden fazla olması, b) Döşemelerde deprem aktarımını güçlendirecek şekilde boşluklar, c) Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu

A3 düzensizliği plandaki çıkıntılar ile ilişkilendirilmiştir. Düzlemdeki çıkıntıların birbirine dik düzlemdeki çıkıntıların aynı kat ve doğrultulardaki plan boyutlarından %20 daha büyük olması durumu düzensizliğidir.

B1 düzensizliği zayıf kat nedenlidir, komşu katlar arası dayanım düzensizliğini ifade etmektedir. Kattaki etkili kesme alanının bir üst kattaki etkili kesme alanına oranının (η_{ci}) 0,80'den küçük olması durumudur.

B2 düzensizliği yumuşak kat nedenlidir, komşular arası rijitlik düzensizliğidir. Rijit düzensizliği katsayısının (η_{ki}), ortalama kat ötelemesinin bir önceki veya bir sonraki kat ötelemesine oranının 2'den fazla olması durumudur. Düzensizlik durumları denklem (3.11) ve denklem (3.12)'de verilmiştir.

$$\eta_{ki} \cdot \frac{\Delta_i}{h_i} (ort) / \frac{\Delta_{i+1}}{h_{i+1}} (ort) > 2 \quad (3.11)$$

$$\eta_{ki} \cdot \frac{\Delta_i}{h_i} (ort) / \frac{\Delta_{i-1}}{h_{i-1}} (ort) > 2 \quad (3.12)$$

B3 düşey eleman düzensizliği, taşıyıcı eleman kolon veya perdelerin bazı bölümlerde kaldırılması ya da perdelerin alt kolonlara oturtulması düzensizliğidir.

Çizelge 3. 6. EX, EY için $\pm\%5$ dışmerkezlik için A1 düzensizliği kontrolü

Kat	$d_{i,min}(m)$	$d_{i,max}(m)$	$\Delta_{i,min}(m)$	$\Delta_{i,max}(m)$	$\Delta_{i,ort}(m)$	η_{bi}
5	0,0195	0,0247	0,0021	0,0027	0,0024	1,125
4	0,0174	0,0220	0,0036	0,0045	0,00405	1,111
3	0,0138	0,0175	0,0047	0,0060	0,00535	1,121
2	0,0091	0,0115	0,0052	0,0067	0,00595	1,126
1	0,0039	0,0048	0,0039	0,0048	0,00435	1,103

Çizelge 3. 7. EX, EY için $\%0$ dışmerkezlik için A1 düzensizliği kontrolü

Kat	$d_{i,min}(m)$	$d_{i,max}(m)$	$\Delta_{i,min}(m)$	$\Delta_{i,max}(m)$	$\Delta_{i,ort}(m)$	η_{bi}
5	0,0221	0,0221	0,0024	0,0024	0,0024	1,000
4	0,0197	0,0197	0,0041	0,0041	0,0041	1,000
3	0,0156	0,0156	0,0053	0,0053	0,0053	1,000
2	0,0103	0,0103	0,006	0,0060	0,006	1,000
1	0,0043	0,0043	0,0043	0,0043	0,0043	1,000

Modellenen betonarme yapıda A1 düzensizliği bulunmamaktadır.

Modellenen betonarme yapıda döşeme boşlukları veya kat planında çıkıntı bulunmamaktadır, A2 ve A3 düzensizliği yoktur.

Model üzerinde katlar arası kesme alanında değişiklik olmadığı için B1 düzensizliği bulunmamaktadır.

Çizelge 3. 8. EX, EY için $\pm\%5$ dışmerkezlik için B2 düzensizliği kontrolü

Kat	h_i (m)	$\Delta_{i,ort}$ (ort)	Δ_i/h_i (ort)	$\eta_{ki} \cdot \frac{\Delta_i}{h_i} (ort) / \frac{\Delta_{i+1}}{h_{i+1}} (ort)$	$\eta_{ki} \cdot \frac{\Delta_i}{h_i} (ort) / \frac{\Delta_{i-1}}{h_{i-1}} (ort)$
5	3	0,0024	0,0008	-	0,59259
4	3	0,00405	0,00135	1,6875	0,72700
3	3	0,00535	0,001783	1,32098	0,899159
2	3	0,00595	0,001983	1,11214	1,36781
1	3	0,00435	0,00145	0,73109	-

Çizelge 3. 9. EX, EY için $\%0$ dışmerkezlik e için B2 düzensizliği kontrolü

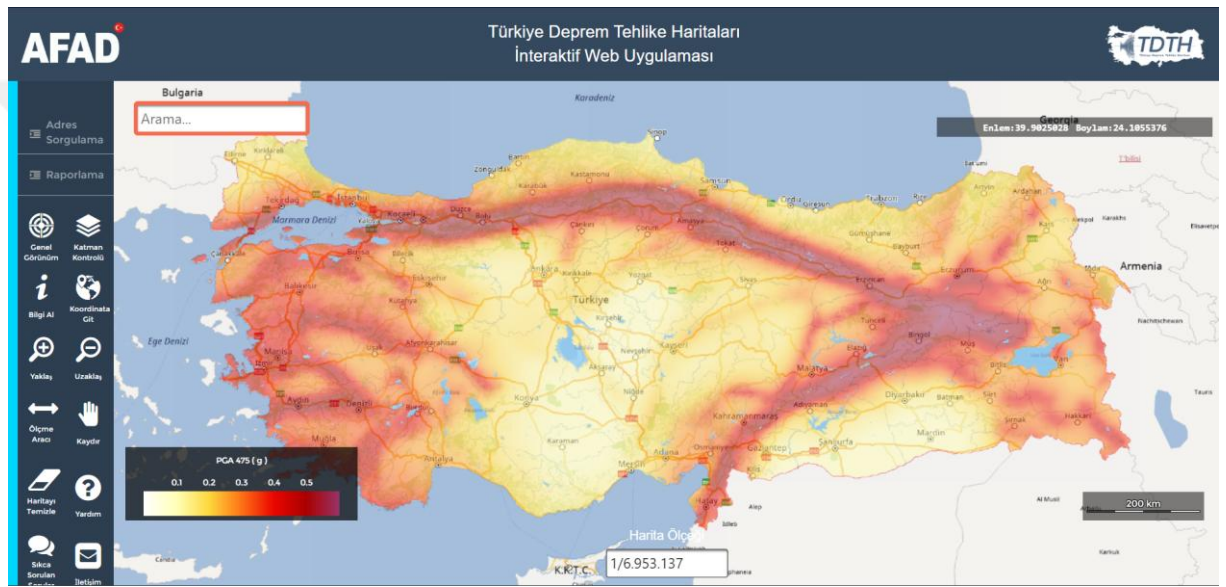
Kat	h_i (m)	$\Delta_{i,ort}$ (ort)	Δ_i/h_i (ort)	$\eta_{ki} \cdot \frac{\Delta_i}{h_i} (ort) / \frac{\Delta_{i+1}}{h_{i+1}} (ort)$	$\eta_{ki} \cdot \frac{\Delta_i}{h_i} (ort) / \frac{\Delta_{i-1}}{h_{i-1}} (ort)$
5	3	0,0024	0,0008	-	0,58536
4	3	0,0041	0,001367	1,708333	0,77358
3	3	0,0053	0,001767	1,292682	0,88333
2	3	0,006	0,002	1,132075	1,39534
1	3	0,0043	0,001433	0,716666	-

Modellenen betonarme yapıda B2 ve B3 düzensizliği yoktur.

3.3. Türkiye Deprem Tehlike Haritası'nın TBDY-2018'e Göre Yapılan Deprem Yükü Hesaplamalarında Kullanılması

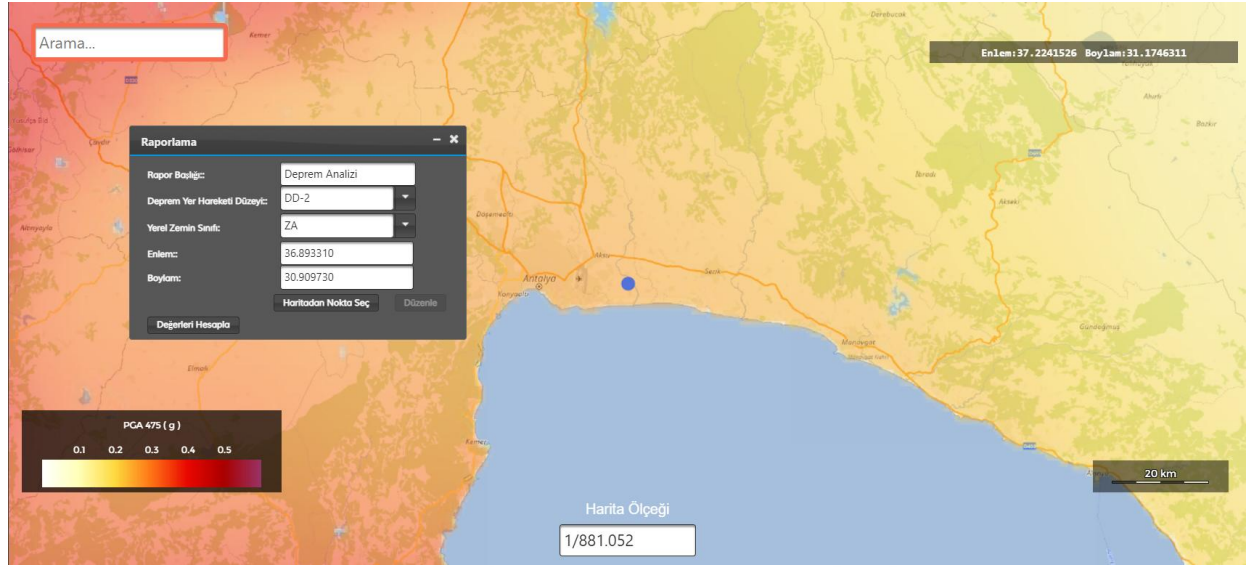
Türkiye Deprem Tehlike Haritası güncellenerek 18 Mart 2018'de resmî gazetede yayınlanmış ve yürürlüğe girmiştir. (AFAD) TBDY-2018 ile birlikte deprem hesaplamalarında bölgesel depremsellik yaklaşımı yerini lokasyona bağlı deprem analizlerine bırakmıştır. Bu analizlerde, Türkiye Deprem Tehlike Haritası temel alınarak belirlenen konum, deprem yer hareketi düzeyi ve yerel zemin sınıfları için yer ivmesi değerleri okunmaktadır.

Türkiye Deprem Tehlike Haritası'na, İç İşleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'na ait resmi site üzerinden e-devlet aracılığıyla giriş yapılarak ulaşım sağlanmaktadır.



Şekil 3. 16. Türkiye Deprem Tehlike Haritası web uygulaması ekran görünümü

Tehlike haritası üzerinden lokasyon, enlem-boylam değerleri, lokasyona ait deprem yer hareketi düzeyi ve yerel zemin sınıfı girilerek deprem parametrelerine ulaşılabilir.



Şekil 3. 17. Türkiye Deprem Tehlike Haritası raporlama veri giriş ekranı

Yapılan çalışmada, TBDY-2018’de tanımlanan 4 deprem yer hareketi düzeyinden, standart tasarım deprem yer hareketi düzeyi olarak da isimlendirilen 50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi (DD-2) kullanılmıştır.

Türkiye Deprem Tehlike Haritası kullanılarak 250 lokasyonun her biri için TBDY-2018’de tanımlanan 5 zemin sınıfına ait gerekli parametrelerin okunması yapılmıştır.

Çıktılar

$S_s = 0.540$	$S_1 = 0.144$	$PGA=0.255$	$PGV=10.607$
S_s : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]			
S_1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]			
PGA : En büyük yer ivmesi [g]			
PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]			

Şekil 3. 18. Spektral ivme katsayıları veri ekranı

Tasarım Spektral İvme Katsayıları

$$S_{DS} = S_S F_S = 0.540 \times 0.800 = 0.432$$

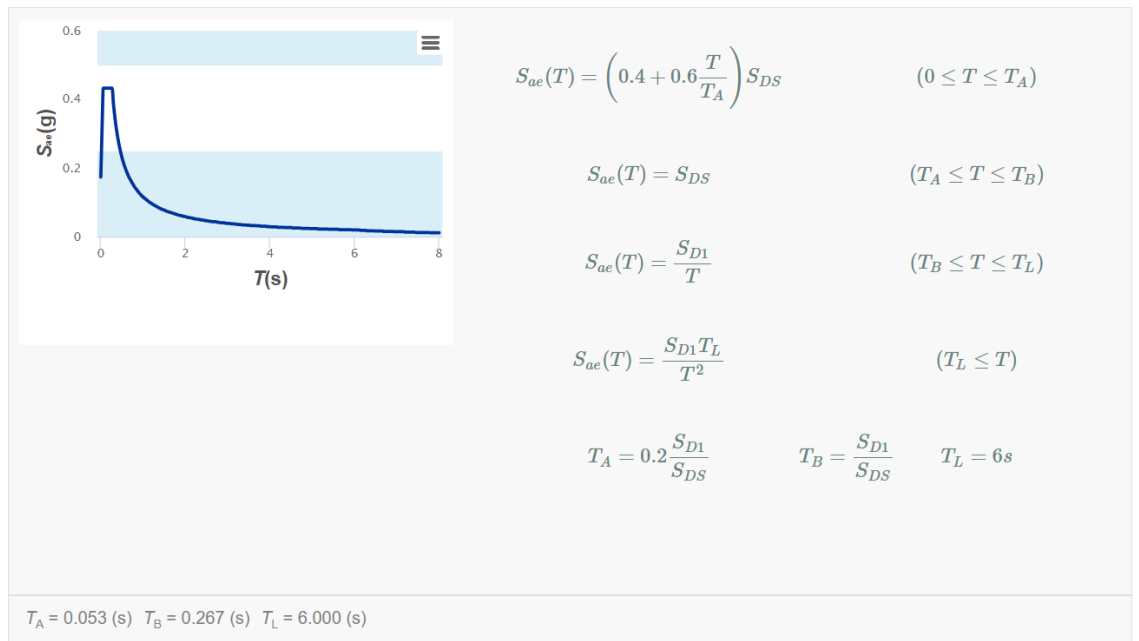
$$S_{D1} = S_1 F_1 = 0.144 \times 0.800 = 0.115$$

S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_{D1} : 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

Şekil 3. 19. Tasarım spektral ivme katsayıları veri ekranı

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu



Şekil 3. 20. Yatay elastik tasarım spektrumu veri ekranı

Türkiye Deprem Tehlike Haritası; bina tasarımı başta olmak üzere, altyapı projeleri ve ulaşım sistemleri gibi mühendislik uygulamalarında kritik bir rehber niteliği taşımaktadır.

3.4. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1975) için Eşdeğer Deprem Yüğü Analizi

Yönetmelik doğrultusunda, eşdeğer yatay toplam yük (F), deprem katsayısı (C) ve toplam yapı ağırlığının (W) çarpılması ile elde edilmektedir. (Denklem 3.13)

$$F = C \cdot W \quad (3.13)$$

Deprem katsayısı (C); Denklem (3.14)'te verildiği üzere deprem bölge katsayısı (C_0), yapı tipi katsayısı (K), Yapı dinamik katsayısı (Spektrum katsayısı) (S) ve yapı önem katsayısı (I) çarpımlarıyla elde edilmektedir. Deprem katsayısının hiçbir zaman deprem bölge katsayısının yarısından daha küçük olamayacağı belirtilmiştir.

$$C = C_0 \cdot K \cdot S \cdot I \quad (3.14)$$

Yapı dinamik katsayısı (spektrum katsayısı) denklem (3.15) ile hesaplanmaktadır.

$$S = \frac{1}{|0,8 + T - T_0|} \quad (3.15)$$

Güvenilir deneysel verilere veya teorik ilkelere dayalı hesaplamalar yapılmadığı sürece yapı doğal periyodu, denklem (3.16) ile hesaplanacaktır.

$$T = \frac{0,09 \cdot H}{\sqrt{D}} \quad (3.16)$$

Yapılan çalışmada, ABYYHY-1975 kapsamında gerçekleştirilen eşdeğer deprem yükü hesaplamalarında SAP2000 programı üzerinden modellenen betonarme yapıya ait çatlamamış kesit yapı periyot değeri kullanılmıştır.

Çizelge 3. 10. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1975'e göre deprem bölge katsayısı

Deprem Bölgesi	C_0
1	0,10
2	0,08
3	0,06
4	0,03

ABYYHY-1975'e göre ülke 4 ayrı deprem bölgesine ayrılmıştır. Yönetmeliğin yürürlükte kaldığı zaman aralığında çalışma lokasyonu olarak belirlenen Antalya ili merkez ilçeleri 4. Deprem bölgesinde yer almaktaydı. Bu nedenle hesaplamalarda deprem bölge katsayısı 0,03 alınmıştır.

Çizelge 3. 11. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1975'e göre hareketli yük katsayısı

Yapı Cinsi	n
Depolar, Antrepolar vb.	0,8
Okullar, öğrenci yurtları, spor tesisleri, sinema ve konser salonları, tiyatrolar, garaj, lokanta, mağaza vb.	0,6
Özel konutlar, okullar, hastaneler, iş yerleri vb.	0,3

Çalışma kapsamında modellenen yapının cinsi özel konut olarak belirlendiği için ABYYHY-1975 kapsamında yapılan eşdeğer yatay yükler toplamı hesabında hareketli yük katsayısı (n) 0,3 alınmıştır.

Çizelge 3. 12. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1975'e göre yapı önem katsayısı

Yapı Cinsi	I
Bir deprem süresince ya da hemen sonra kullanılması zorunlu yapılar (PTT, itfaiye ve radyoevi yapıları, kuvvet santralleri, pompa istasyonları, hastaneler, istasyon ve terminaller, rafineriler vb.)	1,50
Önemli ve değerli malları saklayan yapılar (müzeler vb.)	1,50
Halkın çok yığıldığı yapılar (okullar, spor tesisleri, tiyatrolar, sinema ve konser salonları, ibadet mahalleleri vb.)	1,50
Halkın az yığıldığı yapılar (Özel konutlar, oteller, iş yerleri, lokantalar, endüstri yapıları vb.)	1

Modellenen betonarme yapının yapı cinsi özel konut olduğu için yapı önem katsayısı (I), 1 alınmıştır.

3.5.Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998 (ABYYHY-1998) için Eşdeğer Deprem Yükü Analizi

Binanın tümüne etkiyen eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) (V_t) denklem (3.17) ile hesaplanmaktadır.

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0,10 \cdot A_0 \cdot I \cdot W \quad (3.17)$$

Spektral ivme katsayısı ($A(T)$); Denklem (3.18)'de verildiği üzere etkin yer ivmesi katsayısı (A_0), bina önem katsayısı (I) ve spektrum katsayısı ($S(T)$) çarpımları ile elde edilmektedir.

$$A(T) = A_0 \cdot I \cdot S(T) \quad (3.18)$$

Spektrum katsayı formülasyonu, zemin koşullarına bağlı karakteristik periyotları ve yapının doğal periyodu (T) değişkenlerine bağlı değişmektedir. Değişen koşullar altında spektrum katsayısı hesap formülleri denklem (3.19)- (3.21) arasında verilmiştir.

$$S(T) = 1 + 1,5 T/T_A \quad 0 \leq T \leq T_A \quad (3.19)$$

$$S(T) = 2,5 \quad T_A < T \leq T_B \quad (3.20)$$

$$S(T) = 2,5 (T_B/T)^{0,8} \quad T > T_B \quad (3.21)$$

Deprem yükü azaltma katsayısı ($R_a(T)$), taşıyıcı sistem davranış katsayısına (R) bağlıdır. Doğal titreşim periyodu (T) ve köşe periyodu (T_A) değişkenlerine bağlıdır. Değişkenlere bağlı deprem yükü azaltma katsayısı hesap formülleri denklem (3.22) ve (3.23)'te verilmiştir.

$$R_a(T) = 1,5 + (R - 1,5) \cdot T/T_A \quad 0 \leq T \leq T_A \quad (3.22)$$

$$R_a(T) = R \quad T > T_A \quad (3.23)$$

Çizelge 3. 13. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998'e göre etkin yer ivmesi katsayısı

Deprem Bölgesi	A_0
1	0,4
2	0,3
3	0,2
4	0,1

ABYYHY-1998'de ülke ABYYHY-1975'te olduğu gibi 4 ayrı bölgeye ayrılmıştır. Çalışma lokasyonu olarak belirlenen Antalya ili merkez ilçeleri, ABYYHY-1975 kapsamında 4. Deprem bölgesi kabul edilirken ABYYHY-1998 kapsamında 2. derece deprem bölgesi kabul edilmiştir. Bu nedenle, deprem hesaplamalarında etkin yer ivmesi katsayısı (A_0) 0,3 alınmıştır.

Çizelge 3. 14. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998'e göre hareketli yük katılım katsayısı

Yapı Cinsi	n
Depo, Antre vb.	0,8
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza vb.	0,6
Konut, iş yeri, otel, hastane vb.	0,3

ABYYHY-1998 kapsamında gerçekleştirilen eşdeğer deprem yükü hesaplamalarında, modellenen betonarme yapının kullanım amacı konut olduğundan hareketli yük katılım katsayısı (n) 0,3 alınmıştır.

Çizelge 3. 15. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998'e göre spektrum karakteristik periyotları

Yerel Zemin Sınıfı	T_A (saniye)	T_B (saniye)
Z1	0,10	0,30
Z2	0,15	0,40
Z3	0,15	0,60
Z4	0,20	0,90

ABYYHY-1998 kapsamında deprem kuvveti hesabı; Z1, Z2, Z3 ve Z4 olmak üzere tüm zemin sınıfları için yapılmıştır.

Çizelge 3. 16. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998'e göre yerinde dökme betonarme binalar için taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R)

Yerinde Dökme Betonarme Binalar	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	4	8
Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle	4	7
Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar	4	6
Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar	4	7

Modellenen betonarme yapı, deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar sınıfına giren süneklilik düzeyi yüksek sistemdir. Bu nedenle, yerinde dökme betonarme binalar için taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R), 8 belirlenmiştir.

Çizelge 3. 17. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998'e göre bina önem katsayısı (I)

Bina Kullanım Amacı veya Türü	Bina Önem Katsayısı (I)
1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar	1,5
2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar	1,4
3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları vb.	1,2
4. Diğer binalar Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, iş yerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları vb.)	1,0

ABYYHY-1998 esas alınarak yapılan deprem hesaplamalarında, yapı kullanım amacı konut olduğu için yapı önem katsayısı 1 olarak belirlenmiştir.

3.6. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği- 2018 (TBDY-2018) için Eşdeğer Deprem Yükü Analizi

X yönlü deprem doğrultusunda binanın tümüne etkiyen eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) ($VtE^{(X)}$) denklem (3.24) ile hesaplanmaktadır.

$$VtE^{(X)} = m_t \cdot S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \cdot m_t \cdot I \cdot S_{DS} \cdot g \quad (3.24)$$

Bu denklemde $S_{aR}(T_p^{(X)})$ azaltılmış tasarım spektral ivmesini, m_t binanın toplam kütesini, I bina önem katsayısını, S_{DS} kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısını, g yerçekimi ivmesini ifade etmektedir.

Azaltılmış tasarım spektral ivme, yatay elastik tasarım spektral ivmesi $S_{ae}(T)$ ve deprem yükü azaltma katsayısına ($R_a(T)$) bağlıdır. Denklem (3.25) ile hesaplanmaktadır.

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} \quad (3.25)$$

Yatay elastik tasarım spektral ivmesi $S_{ae}(T)$; yapı periyodunun köşe periyotları ve geçiş periyodu ile bağlantısına bağlı değişmektedir. Hesaplar denklem (3.26) – (3.29) arasında verilmiştir. Yatay elastik tasarım spektrumunda sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu (T_L), 6 saniye tanımlanmıştır.

$$S_{ae}(T) = \left(0,4 + 0,6 \cdot \frac{T}{T_A}\right) \cdot S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3.26)$$

$$S_{ae}(T) = S_{DS} \quad (T_A \leq T \leq T_B) \quad (3.27)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} \quad (T_B \leq T \leq T_L) \quad (3.28)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1} \cdot T_L}{T^2} \quad (T_L \leq T) \quad (3.29)$$

Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyotlarının 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı (S_{D1}) ve kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (S_{DS}) ile bağıntısı denklem (3.30) ve denklem (3.31)'de verilmiştir.

$$T_A = 0,2 \cdot \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (3.30)$$

$$T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (3.31)$$

Deprem yükü azaltma katsayısı ($R_a(T)$), hesaplanmasında yapı periyodunun köşe periyoduna bağlı değişkenlik göstermektedir. Değişkenlere bağlı deprem yükü azaltma katsayısı hesaplama formülleri denklem (3.32) ve (3.33)'te verilmiştir.

$$R_a(T) = \frac{R}{I} \quad T > T_B \quad (3.32)$$

$$R_a(T) = D + \left(\frac{R}{I} - D\right) \cdot \frac{T}{T_B} \quad T \leq T_B \quad (3.33)$$

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'de deprem bölgeleri tanımı kaldırılmıştır. Yerini lokasyona bağlı hesap yöntemleri almıştır.

Çalışmada yapılan eşdeğer deprem yükü hesaplamalarında, taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R), Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar için tanımlandığı üzere 8 alınmıştır.

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018’de; ABYYHY-1975 ve ABYYHY-1998’den farklı olarak ZA, ZB, ZC, ZD, ZE, ZF olmak üzere 6 yerel zemin sınıfı tanımlanmıştır. ZA, sağlam ve sert kayaları; ZB, az ayrılmış orta sağlam kayaları; ZC, çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları, çok çatlaklı zayıf kayalar; ZD, orta sıkı- sıkı kum, çakıl veya çok katlı kil tabakaları; ZE, gevşek kum, çakıl veya yumuşak kil tabakalarını; ZF ise sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminleri göstermektedir.

Çalışmada ABYYHY-1975 ve ABYYHY-1998’de tanımlanan 4 yerel zemin sınıfı ile TBDY-2018’de tanımlanan 5 yerel zemin sınıfı arasında oluşturulan denklik Çizelge 3.18’de verilmiştir.

Çizelge 3. 18. ABYYHY-1975, ABYYHY-1998 ve TBDY-2018 yerel zemin sınıfları denklik tablosu

	ABYYHY-1975	ABYYHY-1998	TBDY-2018
Yerel Zemin Sınıfları	Z1	Z1	ZA, ZB
	Z2	Z2	ZC
	Z3	Z3	ZD
	Z4	Z4	ZE

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında ABYYHY-1975, ABYYHY-1998 ve TBDY-2018'in belirlediği esaslar doğrultusunda farklı zemin sınıfları için deprem kuvveti hesaplamaları yapılmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçları sunulmadan önce; yönetmeliklere ait kural ve formülasyonların uygulanma şekli, eşdeğer deprem kuvveti hesaplama adımları ve ulaşılan nihai sonuçlar aşağıda ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018 çerçevesinde lokasyona bağlı eşdeğer deprem kuvvetlerinin hesaplanabilmesi için Antalya iline ait merkez ilçelerin (Aksu, Döşemealtı, Kepez, Konyaaltı, Muratpaşa) her birinde 5 mahalle ve her mahalleye ait 10 farklı lokasyon belirlenmiştir. TBDY-2018 kapsamında yapılan hesaplamaların açıklanabilmesi için Konyaaltı ilçesi- Toros Mahallesi'ne ait hesaplamalar örnek olarak verilmiştir.

4.1. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1975) için Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı

Çizelge 4. 1. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1975 (ABYYHY-1975) için eşdeğer deprem yükü hesabında kullanılan deprem parametreleri ve değerleri

Deprem Bölgesi Katsayısı (C_0)	0,03
Yapı Tipi Katsayısı (K)	0,6
Yapı Önem Katsayısı (I)	1
Yapı Doğal Periyodu (T) (sn)	0,72
Toplam Yapı Ağırlığı (W) (kN)	24599

Çizelge 4.1'de verilen deprem parametrelerine ait değerlerin ABYYHY-1975 kuralları esas alınarak belirlenişi MATERYAL VE METOT başlığı altında açıklanmıştır.

ABYYHY-1975 kapsamında tanımlanan 4 ayrı zemin sınıfı için değişen spektrum katsayısı (S) ve deprem katsayısı (C) aşağıda ayrıntılı bir şekilde hesaplanmış olup, her bir zemin sınıfı için eşdeğer deprem yükü hesabı (F) yapılmıştır.

4.1.1. Z1 zemin sınıfı için eşdeğer deprem yükü hesabı

Zemin hakim periyodu değeri (T_0) 0,25 alınmalıdır.

$$S = \frac{1}{|0,8 + 0,72 - 0,25|} = 0,787402$$

$$C = 0,03 \times 0,6 \times 0,787402 \times 1 = 0,014173 < \frac{C_0}{2} = 0,015$$

Bu nedenle $C = 0,015$ alınmıştır.

$$F = 0,015 \times 24599 \text{ kN} = 368,9 \text{ kN}$$

4.1.2. Z2 zemin sınıfı için eşdeğer deprem yükü hesabı

Zemin hakim periyodu değeri (T_0) 0,42 alınmalıdır.

$$S = \frac{1}{|0,8 + 0,72 - 0,42|} = 0,909091$$

$$C = 0,03 \times 0,6 \times 0,909091 \times 1 = 0,016364 > C_0/2 = 0,015$$

$$F = 0,016364 \times 24599 \text{ kN} = 402,4 \text{ kN}$$

4.1.3. Z3 zemin sınıfı için eşdeğer deprem yükü hesabı

Zemin hakim periyodu değeri (T_0) 0,6 alınmalıdır.

$$S = \frac{1}{|0,8 + 0,72 - 0,6|} = 1,086957$$

$$C = 0,03 \times 0,6 \times 1,086957 \times 1 = 0,019565 > C_0/2 = 0,015$$

$$F = 0,019565 \times 24599 \text{ kN} = 481,3 \text{ kN}$$

4.1.4. Z4 zemin sınıfı için eşdeğer deprem yükü hesabı

Zemin hakim periyodu değeri (T_0) 0,8 alınmalıdır.

$$S = \frac{1}{|0,8 + 0,72 - 0,8|} = 1,388889$$

$$C = 0,03 \times 0,6 \times 1,388889 \times 1 = 0,025 > C_0/2 = 0,015$$

$$F = 0,025 \times 24599 \text{ kN} = 614,96 \text{ kN}$$

4.2. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1998) için Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

Çizelge 4. 2. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1998 (ABYYHY-1998) için eşdeğer deprem yükü hesabında kullanılan deprem parametreleri ve değerleri

Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)	0,3
Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ($R_a(T)$)	8
Yapı Önem Katsayısı (I)	1
Yapı Doğal Periyodu (T)	0,72 sn
Toplam Yapı Ağırlığı (W)	24599 kN

4.2.1. Z1 zemin sınıfı için eşdeğer deprem yükü hesabı

T_A 0,10 saniye, T_B 0,30 saniye alınmalıdır.

$T > T_B$ Koşulunda:

$$S(T) = 2,5 \times (0,30/0,72)^{0,8} = 1,240998$$

$$A(T) = 0,3 \times 1 \times 1,240998 = 0,372299$$

$$V_t = 24599 \times \frac{0,372299}{8} = 1144,77 \text{ kN} \geq 0,10 \times 0,3 \times 1 \times 24599 = 737,9641 \text{ kN}$$

$$V_t = 1144,77 \text{ kN}$$

4.2.2. Z2 zemin sınıfı için eşdeğer deprem yükü hesabı

T_A 0,15 saniye, T_B 0,40 saniye alınmalıdır.

$T > T_B$ Koşulunda:

$$S(T) = 2,5x(0,40/0,72)^{0,8} = 1,562147$$

$$A(T) = 0,3x1x1,562147 = 0,468644$$

$$V_t = 24599x \frac{0,468644}{8} = 1441 \text{ kN} \geq 0,10x0,3x1x24599 = 737,9641 \text{ kN}$$

$$V_t = 1441 \text{ kN}$$

4.2.3. Z3 zemin sınıfı için eşdeğer deprem yükü hesabı

T_A 0,15 saniye, T_B 0,60 saniye alınmalıdır.

$T > T_B$ Koşulunda:

$$S(T) = 2,5x(0,60/0,72)^{0,8} = 2,160703$$

$$A(T) = 0,3x1x2,160703 = 0,648211$$

$$V_t = 24599x \frac{0,648211}{8} = 1993,2 \text{ kN} \geq 0,10x0,3x1x24599 = 737,95 \text{ kN}$$

$$V_t = 1993,2 \text{ kN}$$

4.2.4. Z4 zemin sınıfı için eşdeğer deprem yükü hesabı

T_A 0,2 saniye, T_B 0,90 saniye alınmalıdır.

$T_B > T > T_A$ Koşulunda:

$$S(T) = 2,5$$

$$A(T) = 0,3x1x2,5 = 0,75$$

$$V_t = 24599x \frac{0,75}{8} = 2306,14 \text{ kN} \geq 0,10x0,3x1x24599 = 737,95 \text{ kN}$$

$$V_t = 2306,14 \text{ kN}$$

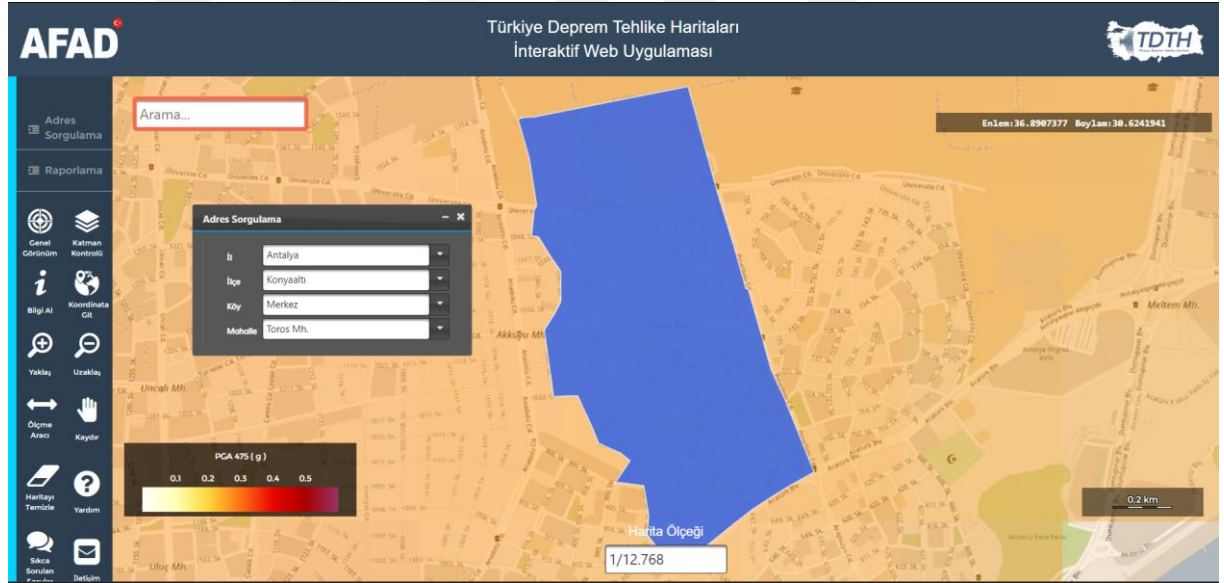
4.3. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) için Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı

Çizelge 4. 3. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018 (TBDY-2018) için eşdeğer deprem yükü hesabında kullanılan deprem parametreleri ve değerleri

Deprem Yükü Azaltma Katsayısı ($R_a(T)$)	8
Yapı Önem Katsayısı (I)	1
Yapı Doğal Periyodu (T)	0,83 sn
Toplam Yapı Ağırlığı (W)	24599 kN
Yer Hareketi Düzeyi	DD-2

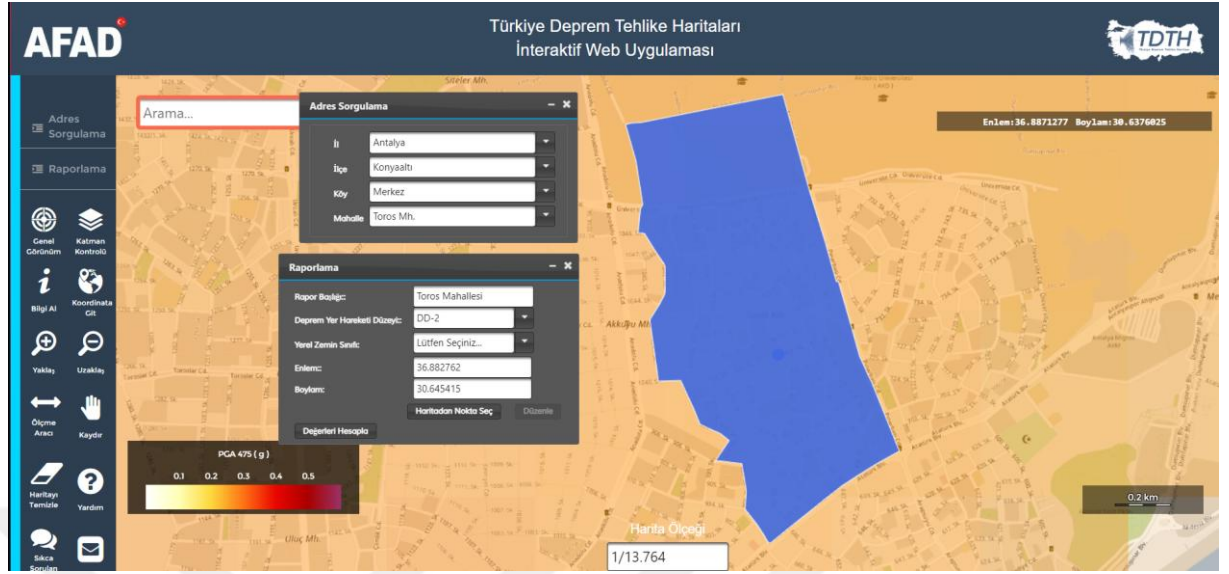
Her koşulda $T > T_B$ sağlanmaktadır.

TBDY-2018 doğrultusunda eşdeğer deprem yükü hesap adımlamaları için örnek lokasyon **Konyaaltı ilçesi- Toros Mahallesi** seçilmiştir.



Şekil 4. 1. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası Antalya ili Konyaaltı ilçesi Toros Mahallesi harita görünümü

4.3.1. E=36.882762, B=30.645415 lokasyonu için eşdeğer deprem yükü hesabı



Şekil 4. 2. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası E=36.882762, B=30.645415 lokasyonu harita görünümü

ZA zemin sınıfı için Çizelge 4.4'te verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 4. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.882762, B=30.645415 lokasyonu için ZA zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,122
S_{DS}	0,454
T_A	0,054
T_B	0,268

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,122}{0,83} = 0,146988$$

$$S_{ar}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,146988}{8} = 0,018373$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t x S_{ar}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 x m_t x I x S_{DS} x g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 x 0,018373 = 451,97 \text{ kN} \geq 0,04 x 24599 x 1 x 0,454 = 446,7 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 451,97 \text{ kN}$$

ZB zemin sınıfı için Çizelge 4.5'te verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 5. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.882762, B=30.645415 lokasyonu için ZB zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,122
S_{DS}	0,511
T_A	0,048
T_B	0,238

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,122}{0,83} = 0,146988$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,146988}{8} = 0,018373$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,018373 = 451,97 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,511 = 502,8 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 502,8 \text{ kN}$$

ZC zemin sınıfı için Çizelge 4.6'da verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 6. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.882762, B=30.645415 lokasyonu için ZC zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,228
S_{DS}	0,723
T_A	0,063
T_B	0,315

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,228}{0,83} = 0,274699$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,274699}{8} = 0,034337$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,034337 = 844,7 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,723 = 711,4 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 844,7 \text{ kN}$$

ZD zemin sınıfı için Çizelge 4.7'de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 7. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.882762, B=30.645415 lokasyonu için ZD zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,349
S_{DS}	0,764
T_A	0,091
T_B	0,457

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,349}{0,83} = 0,420482$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,420482}{8} = 0,05256$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,05256 = 1292,8 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,764 = 751,6 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 1292,8 \text{ kN}$$

ZE zemin sınıfı için Çizelge 4.8'de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 8. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.882762, B=30.645415 lokasyonu için ZE zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,567
S_{DS}	0,904
T_A	0,126
T_B	0,628

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,567}{0,83} = 0,683133$$

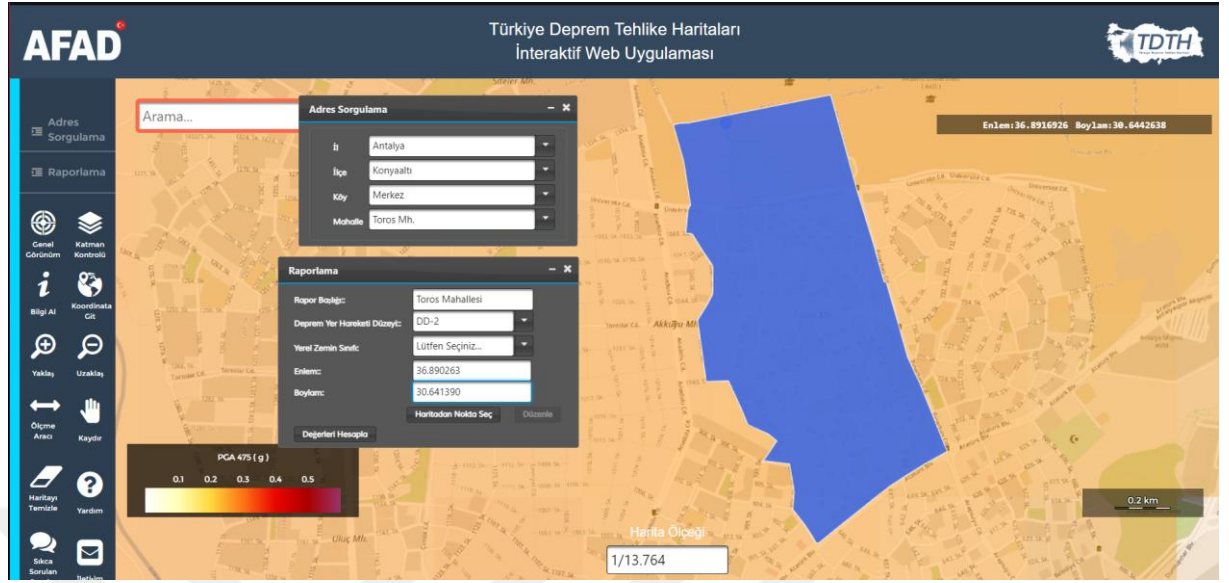
$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,683133}{8} = 0,085392$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,085392 = 2100,4 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,904 = 889,5 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 2100,4 \text{ kN}$$

4.3.2. E=36.8902630, B=30.6413903 lokasyonu için eşdeğer deprem yükü hesabı



Şekil 4. 3. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası E=36.8902630, B=30.6413903 lokasyonu harita görünümü

ZA zemin sınıfı için Çizelge 4.9'da verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 9. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8902630, B=30.6413903 lokasyonu için ZA zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,122
S_{DS}	0,454
T_A	0,054
T_B	0,268

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,122}{0,83} = 0,146988$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,146988}{8} = 0,018373$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,018373 = 451,97 \text{ kN} \geq 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,454 = 446,6 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 451,97 \text{ kN}$$

ZB zemin sınıfı için Çizelge 4.10'da verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 10. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8902630, B=30.6413903 lokasyonu için ZB zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,122
S_{DS}	0,510
T_A	0,048
T_B	0,238

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,122}{0,83} = 0,146988$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,146988}{8} = 0,018373$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,018373 = 451,97 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,510 = 501,7 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 501,7 \text{ kN}$$

ZC zemin sınıfı için Çizelge 4.11'de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 11. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8902630, B=30.6413903 lokasyonu için ZC zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,228
S_{DS}	0,722
T_A	0,063
T_B	0,316

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,228}{0,83} = 0,274699$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,274699}{8} = 0,034337$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,034337 = 844,7 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,722 = 710,3 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 844,7 \text{ kN}$$

ZD zemin sınıfı için Çizelge 4.12'de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 12. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8902630, B=30.6413903 lokasyonu için ZD zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,349
S_{DS}	0,763
T_A	0,091
T_B	0,457

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,349}{0,83} = 0,420482$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,420482}{8} = 0,05256$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,05256 = 1293 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,763 = 750,8 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 1293 \text{ kN}$$

ZE zemin sınıfı için Çizelge 4.13'te verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 13. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8902630, B=30.6413903 lokasyonu için ZE zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,567
S_{DS}	0,903
T_A	0,126
T_B	0,628

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,567}{0,83} = 0,683133$$

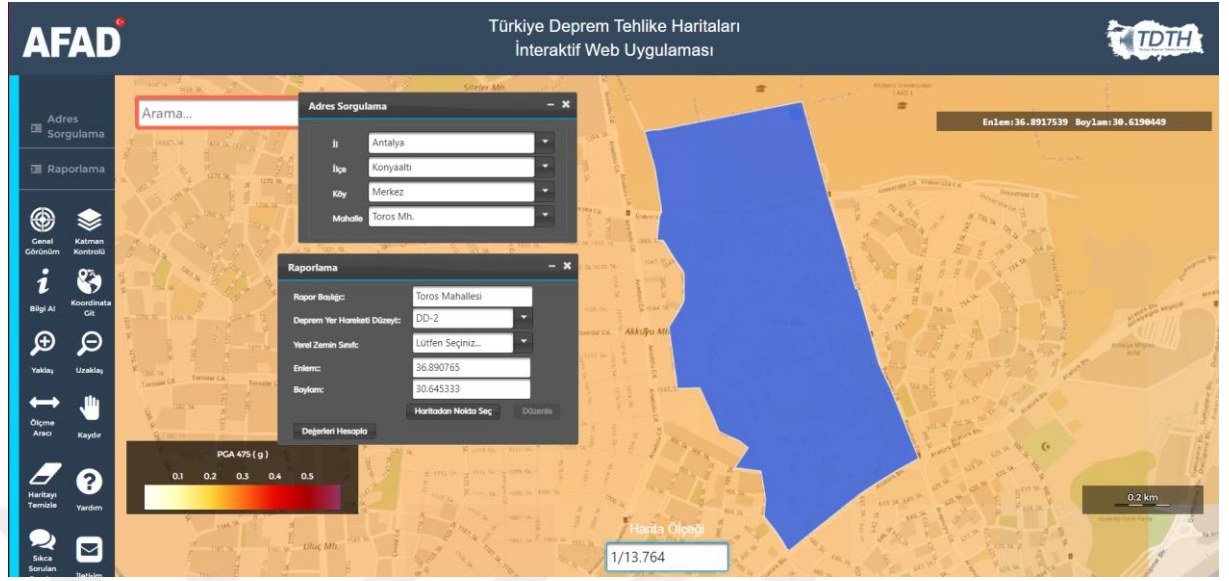
$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,683133}{8} = 0,085392$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,085392 = 2100,5 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,903 = 888,5 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 2100,5 \text{ kN}$$

4.3.3. E=36.8907653, B=30.6453335 lokasyonu için eşdeğer deprem yükü hesabı



Şekil 4. 4. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası E=36.8907653, B=30.6453335 lokasyonu harita görünümü

ZA zemin sınıfı için Çizelge 4.14'te verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 14. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8907653, B=30.6453335 lokasyonu için ZA zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,122
S_{DS}	0,454
T_A	0,054
T_B	0,268

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,122}{0,83} = 0,146988$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,146988}{8} = 0,018373$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t x S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 x m_t x I x S_{DS} x g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 x 0,018373 = 452 \text{ kN} \geq 0,04 x 24599 x 1 x 0,454 = 446,6 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 452 \text{ kN}$$

ZB zemin sınıfı için Çizelge 4.15'te verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 15. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8907653, B=30.6453335 lokasyonu için ZB zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,122
S_{DS}	0,510
T_A	0,048
T_B	0,238

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,122}{0,83} = 0,146988$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,146988}{8} = 0,018373$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,018373 = 452 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,510 = 501,8 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 501,8 \text{ kN}$$

ZC zemin sınıfı için Çizelge 4.16'da verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 16. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8907653, B=30.6453335 lokasyonu için ZC zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,228
S_{DS}	0,722
T_A	0,063
T_B	0,316

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,228}{0,83} = 0,274699$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,274699}{8} = 0,034337$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,034337 = 844,7 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,722 = 710,3 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 844,7 \text{ kN}$$

ZD zemin sınıfı için Çizelge 4.17'de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 17. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8907653, B=30.6453335 lokasyonu için ZD zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,349
S_{DS}	0,763
T_A	0,091
T_B	0,457

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,349}{0,83} = 0,420482$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,420482}{8} = 0,05256$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,05256 = 1293 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,763 = 750,75 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 1293 \text{ kN}$$

ZE zemin sınıfı için Çizelge 4.18'de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 18. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8907653, B=30.6453335 lokasyonu için ZE zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,567
S_{DS}	0,903
T_A	0,126
T_B	0,628

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,567}{0,83} = 0,683133$$

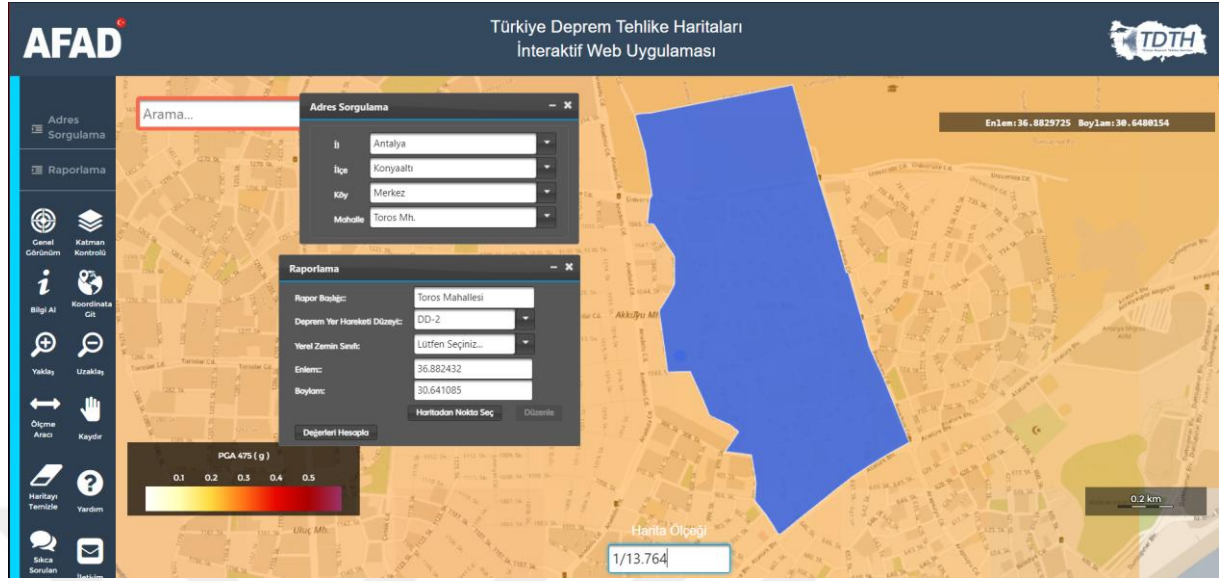
$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,683133}{8} = 0,085392$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,085392 = 2100,5 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,903 = 888,5 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 2100,5 \text{ kN}$$

4.3.4. E=36.8824327, B=30.6410854 lokasyonu için eşdeğer deprem yükü hesabı



Şekil 4. 5. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası E=36.8824327, B=30.6410854 lokasyonu harita görünümü

ZA zemin sınıfı için Çizelge 4.19'da verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 19. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8824327, B=30.6410854 lokasyonu için ZA zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,122
S_{DS}	0,454
T_A	0,054
T_B	0,268

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,122}{0,83} = 0,146988$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,146988}{8} = 0,018373$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,018373 = 452 \text{ kN} \geq 0,04 \times 24598,8 \times 1 \times 0,454 = 446,6 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 452 \text{ kN}$$

ZB zemin sınıfı için Çizelge 4.20'de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 20. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8824327, B=30.6410854 lokasyonu için ZB zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,122
S_{DS}	0,511
T_A	0,048
T_B	0,238

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,122}{0,83} = 0,146988$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,146988}{8} = 0,018373$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,018373 = 452 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,511 = 502,8 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 502,8 \text{ kN}$$

ZC zemin sınıfı için Çizelge 4.21'de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 21. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8824327, B=30.6410854 lokasyonu için ZC zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,228
S_{DS}	0,723
T_A	0,063
T_B	0,315

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,228}{0,83} = 0,274699$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,274699}{8} = 0,034337$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,034337 = 844,7 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,723 = 711,4 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 844,7 \text{ kN}$$

ZD zemin sınıfı için Çizelge 4.22'de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 22. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8824327, B=30.6410854 lokasyonu için ZD zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,349
S_{DS}	0,764
T_A	0,091
T_B	0,457

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,349}{0,83} = 0,420482$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,420482}{8} = 0,05256$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,05256 = 1293 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,764 = 751,7 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 1293 \text{ kN}$$

ZE zemin sınıfı için Çizelge 4.23'te verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 23. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8824327, B=30.6410854 lokasyonu için ZE zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,567
S_{DS}	0,904
T_A	0,126
T_B	0,628

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,567}{0,83} = 0,683133$$

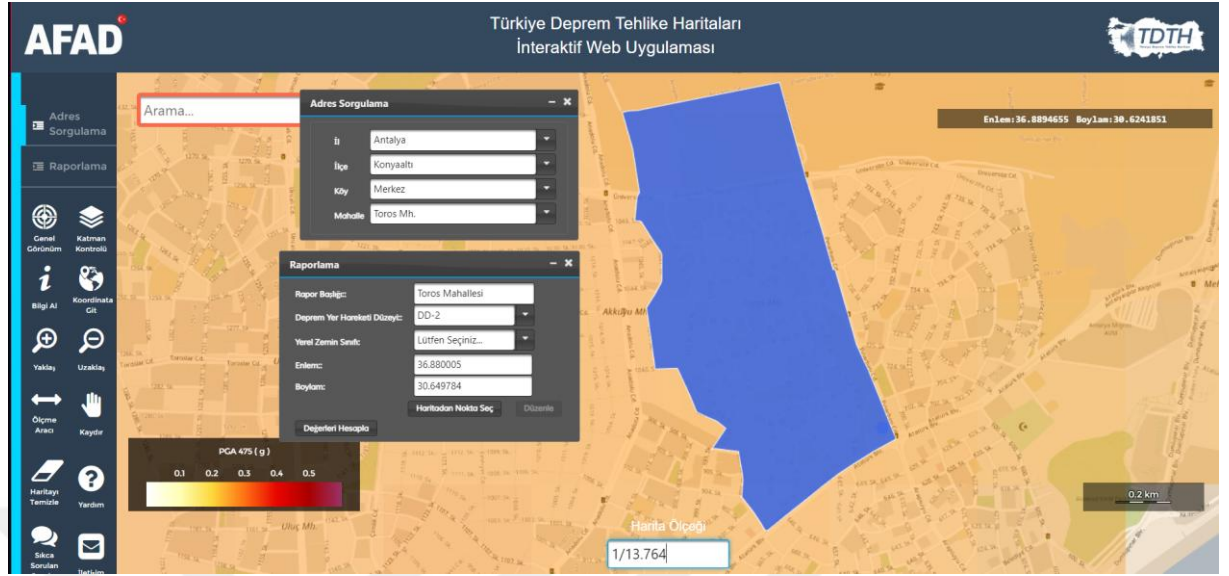
$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,683133}{8} = 0,085392$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,085392 = 2100,5 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,904 = 889,5 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 2100,5 \text{ kN}$$

4.3.5. E=36.8800055, B=30.6497840 lokasyonu için eşdeğer deprem yükü hesabı



Şekil 4. 6. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası E=36.8800055, B=30.6497840 lokasyonu harita görünümü

ZA zemin sınıfı için Çizelge 4.24'te verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 24. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8800055, B=30.6497840 lokasyonu için ZA zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,122
S_{DS}	0,454
T_A	0,054
T_B	0,268

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,122}{0,83} = 0,146988$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,146988}{8} = 0,018373$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t x S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 x m_t x I x S_{DS} x g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 x 0,018373 = 452 \text{ kN} \geq 0,04 x 24598,8 x 1 x 0,454 = 446,6 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 452 \text{ kN}$$

ZB zemin sınıfı için Çizelge 4.25'te verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 25. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8800055, B=30.6497840 lokasyonu için ZB zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,122
S_{DS}	0,511
T_A	0,048
T_B	0,238

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,122}{0,83} = 0,146988$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,146988}{8} = 0,018373$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,018373 = 452 \text{ kN} < 0,04 \times 24598,8 \times 1 \times 0,511 = 502,8 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 502,8 \text{ kN}$$

ZC zemin sınıfı için Çizelge 4.26'da verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 26. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8800055, B=30.6497840 lokasyonu için ZC zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,228
S_{DS}	0,723
T_A	0,063
T_B	0,315

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,228}{0,83} = 0,274699$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,274699}{8} = 0,034337$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,034337 = 844,7 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,723 = 711,4 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 844,7 \text{ kN}$$

ZD zemin sınıfı için Çizelge 4.27'de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 27. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8800055, B=30.6497840 lokasyonu için ZD zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,349
S_{DS}	0,764
T_A	0,091
T_B	0,457

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,349}{0,83} = 0,420482$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,420482}{8} = 0,05256$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,05256 = 1293 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,764 = 751,7 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 1293 \text{ kN}$$

ZE zemin sınıfı için Çizelge 4.28'de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 28. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8800055, B=30.6497840 lokasyonu için ZE zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,567
S_{DS}	0,904
T_A	0,126
T_B	0,628

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,567}{0,83} = 0,683133$$

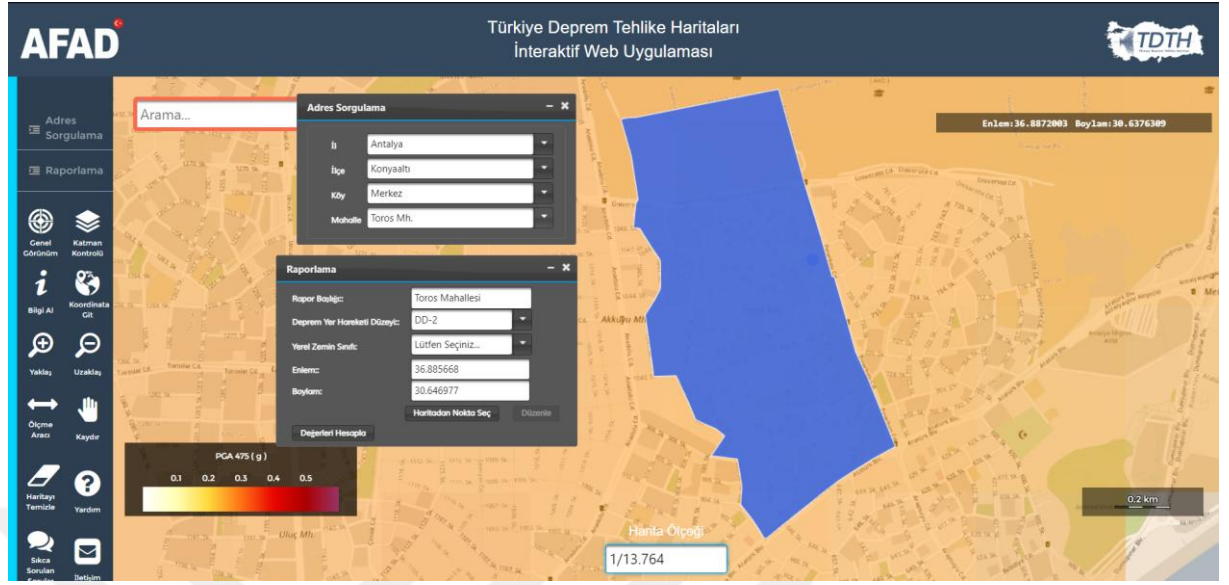
$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,683133}{8} = 0,085392$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,085392 = 2100,5 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,904 = 889,5 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 2100,5 \text{ kN}$$

4.3.6. E=36.8856688, B=30.6469772 lokasyonu için eşdeğer deprem yükü hesabı



Şekil 4. 7. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası E=36.8856688, B=30.6469772 lokasyonu harita görünümü

ZA zemin sınıfı için Çizelge 4.29'da verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 29. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8856688, B=30.6469772 lokasyonu için ZA zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,122
S_{DS}	0,454
T_A	0,054
T_B	0,268

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,122}{0,83} = 0,146988$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,146988}{8} = 0,018373$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t x S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 x m_t x I x S_{DS} x g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 x 0,018373 = 452 \text{ kN} \geq 0,04 x 24599 x 1 x 0,454 = 446,7 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 452 \text{ kN}$$

ZB zemin sınıfı için Çizelge 4.30'da verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 30. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8856688, B=30.6469772 lokasyonu için ZB zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,122
S_{DS}	0,510
T_A	0,048
T_B	0,238

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,122}{0,83} = 0,146988$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,146988}{8} = 0,018373$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,018373 = 452 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,510 = 501,7 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 501,7 \text{ kN}$$

ZC zemin sınıfı için Çizelge 4.31'de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 31. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8856688, B=30.6469772 lokasyonu için ZC zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,228
S_{DS}	0,722
T_A	0,063
T_B	0,316

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,228}{0,83} = 0,274699$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,274699}{8} = 0,034337$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,034337 = 844,7 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,722 = 710,3 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 844,7 \text{ kN}$$

ZD zemin sınıfı için Çizelge 4.32'de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 32. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8856688, B=30.6469772 lokasyonu için ZD zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,349
S_{DS}	0,763
T_A	0,091
T_B	0,457

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,349}{0,83} = 0,420482$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,420482}{8} = 0,05256$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,05256 = 1293 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,763 = 750,8 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 1293 \text{ kN}$$

ZE zemin sınıfı için Çizelge 4.33'te verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 33. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8856688, B=30.6469772 lokasyonu için ZE zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,567
S_{DS}	0,903
T_A	0,126
T_B	0,628

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,567}{0,83} = 0,683133$$

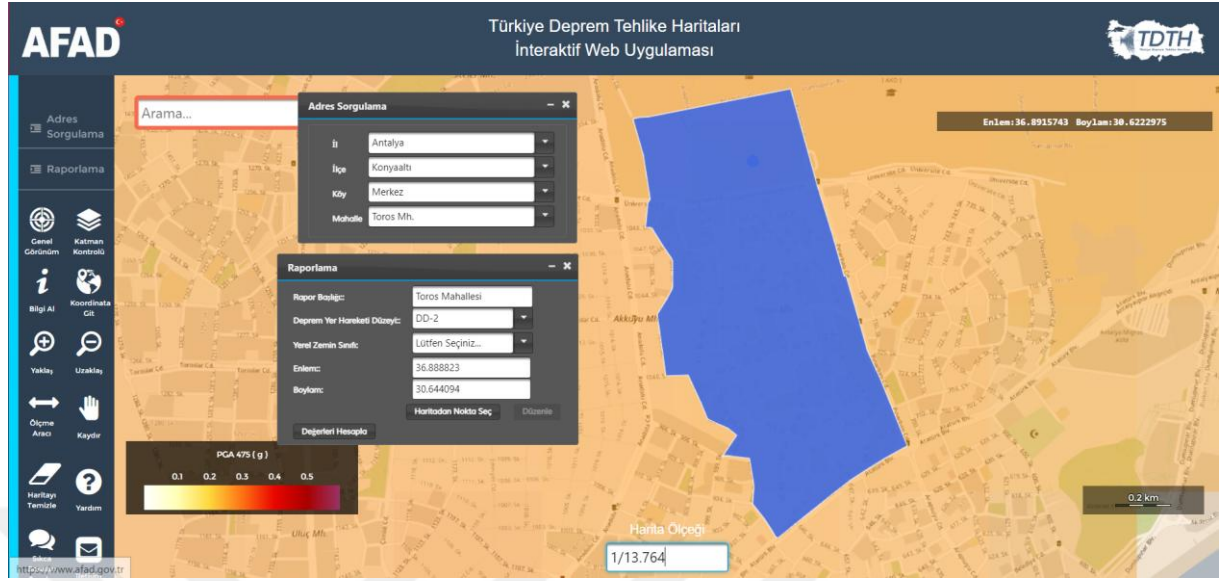
$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,683133}{8} = 0,085392$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,085392 = 2100,5 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,903 = 888,4 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 2100,5 \text{ kN}$$

4.3.7. E=36.8888238, B=30.6440945 lokasyonu için eşdeğer deprem yükü hesabı



Şekil 4. 8. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası E=36.8888238, B=30.6440945 lokasyonu harita görünümü

ZA zemin sınıfı için Çizelge 4.34'te verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 34. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8888238, B=30.6440945 lokasyonu için ZA zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,122
S_{DS}	0,454
T_A	0,054
T_B	0,268

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,122}{0,83} = 0,146988$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,146988}{8} = 0,018373$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t x S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 x m_t x I x S_{DS} x g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 x 0,018373 = 452 \text{ kN} \geq 0,04 x 24598,8 x 1 x 0,454 = 446,6 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 452 \text{ kN}$$

ZB zemin sınıfı için Çizelge 4.35'te verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 35. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8888238, B=30.6440945 lokasyonu için ZB zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,122
S_{DS}	0,510
T_A	0,048
T_B	0,238

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,122}{0,83} = 0,146988$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,146988}{8} = 0,018373$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,018373 = 452 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,510 = 501,7 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 501,7 \text{ kN}$$

ZC zemin sınıfı için Çizelge 4.36'da verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 36. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8888238, B=30.6440945 lokasyonu için ZC zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,228
S_{DS}	0,722
T_A	0,063
T_B	0,316

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,228}{0,83} = 0,274699$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,274699}{8} = 0,034337$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,034337 = 844,7 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,722 = 710,3 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 844,7 \text{ kN}$$

ZD zemin sınıfı için Çizelge 4.37’de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 37. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8888238, B=30.6440945 lokasyonu için ZD zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,349
S_{DS}	0,763
T_A	0,091
T_B	0,457

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,349}{0,83} = 0,420482$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,420482}{8} = 0,05256$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,05256 = 1293 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,763 = 750,8 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 1293 \text{ kN}$$

ZE zemin sınıfı için Çizelge 4.38’de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 38. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8888238, B=30.6440945 lokasyonu için ZE zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,567
S_{DS}	0,903
T_A	0,126
T_B	0,628

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,567}{0,83} = 0,683133$$

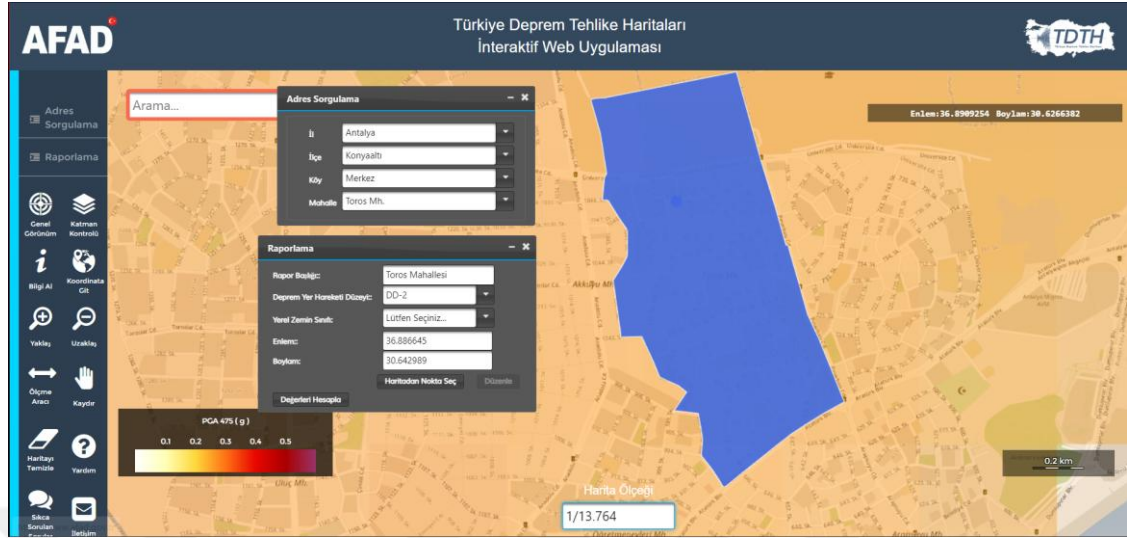
$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,683133}{8} = 0,085392$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,085392 = 2100,5 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,903 = 888,4 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 2100,5 \text{ kN}$$

4.3.8. E=36.8866457, B=30.6429894 lokasyonu için eşdeğer deprem yükü hesabı



Şekil 4. 9. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası E=36.8866457, B=30.6429894 lokasyonu harita görünümü

ZA zemin sınıfı için Çizelge 4.39’da verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 39. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8866457, B=30.6429894 lokasyonu için ZA zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,122
S_{DS}	0,454
T_A	0,054
T_B	0,268

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,122}{0,83} = 0,146988$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,146988}{8} = 0,018373$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t x S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 x m_t x I x S_{DS} x g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 x 0,018373 = 452 \text{ kN} \geq 0,04 x 24599 x 1 x 0,454 = 446,6 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 452 \text{ kN}$$

ZB zemin sınıfı için Çizelge 4.40'ta verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 40. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8866457, B=30.6429894 lokasyonu için ZB zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,122
S_{DS}	0,510
T_A	0,048
T_B	0,238

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,122}{0,83} = 0,146988$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,146988}{8} = 0,018373$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,018373 = 452 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,510 = 501,7 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 501,7 \text{ kN}$$

ZC zemin sınıfı için Çizelge 4.41'de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 41. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8866457, B=30.6429894 lokasyonu için ZC zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,228
S_{DS}	0,722
T_A	0,063
T_B	0,316

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,228}{0,83} = 0,274699$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,274699}{8} = 0,034337$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,034337 = 844,7 \text{ kN} < 0,04 \times 24598,8 \times 1 \times 0,722 = 710,3 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 844,7 \text{ kN}$$

ZD zemin sınıfı için Çizelge 4.42’de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 42. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8866457, B=30.6429894 lokasyonu için ZD zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,349
S_{DS}	0,763
T_A	0,091
T_B	0,457

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,349}{0,83} = 0,420482$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,420482}{8} = 0,05256$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,05256 = 1293 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,763 = 750,8 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 1293 \text{ kN}$$

ZE zemin sınıfı için Çizelge 4.43’te verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 43. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8866457, B=30.6429894 lokasyonu için ZE zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,567
S_{DS}	0,903
T_A	0,126
T_B	0,628

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,567}{0,83} = 0,683133$$

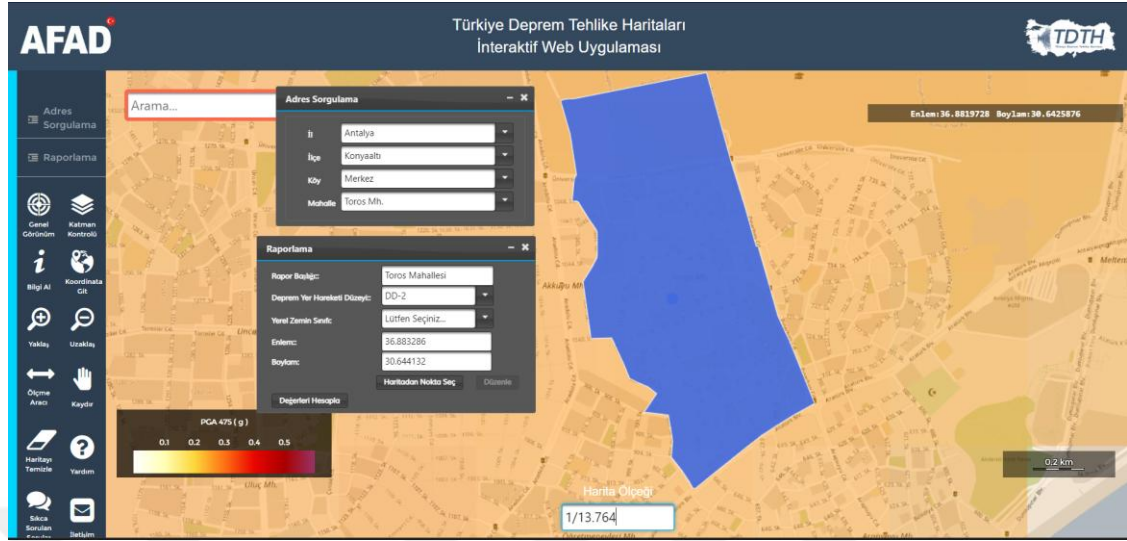
$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,683133}{8} = 0,085392$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,085392 = 2100,5 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,903 = 888,4 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 2100,5 \text{ kN}$$

4.3.9. E=36.8832862, B=30.6441320 lokasyonu için eşdeğer deprem yükü hesabı



Şekil 4. 10. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası E=36.8832862, B=30.6441320 lokasyonu harita görünümü

ZA zemin sınıfı için Çizelge 4.44’te verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 44. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8832862, B=30.6441320 lokasyonu için ZA zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,122
S_{DS}	0,454
T_A	0,054
T_B	0,268

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,122}{0,83} = 0,146988$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,146988}{8} = 0,018373$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t x S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 x m_t x I x S_{DS} x g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 x 0,018373 = 452 \text{ kN} \geq 0,04 x 24599 x 1 x 0,454 = 446,6 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 452 \text{ kN}$$

ZB zemin sınıfı için Çizelge 4.45'te verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 45. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8832862, B=30.6441320 lokasyonu için ZB zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,122
S_{DS}	0,511
T_A	0,048
T_B	0,238

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,122}{0,83} = 0,146988$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,146988}{8} = 0,018373$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,018373 = 452 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,511 = 502,8 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 502,8 \text{ kN}$$

ZC zemin sınıfı için Çizelge 4.46'da verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 46. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8832862, B=30.6441320 lokasyonu için ZC zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,228
S_{DS}	0,723
T_A	0,063
T_B	0,315

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,228}{0,83} = 0,274699$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,274699}{8} = 0,034337$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,034337 = 844,7 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,723 = 711,4 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 844,6577 \text{ kN}$$

ZD zemin sınıfı için Çizelge 4.47’de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 47. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8832862, B=30.6441320 lokasyonu için ZD zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,349
S_{DS}	0,764
T_A	0,091
T_B	0,457

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,349}{0,83} = 0,420482$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,420482}{8} = 0,05256$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,05256 = 1293 \text{ kN} < 0,04 \times 24598,8 \times 1 \times 0,764 = 751,6 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 1293 \text{ kN}$$

ZE zemin sınıfı için Çizelge 4.48’de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 48. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8832862, B=30.6441320 lokasyonu için ZE zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,567
S_{DS}	0,904
T_A	0,126
T_B	0,628

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,567}{0,83} = 0,683133$$

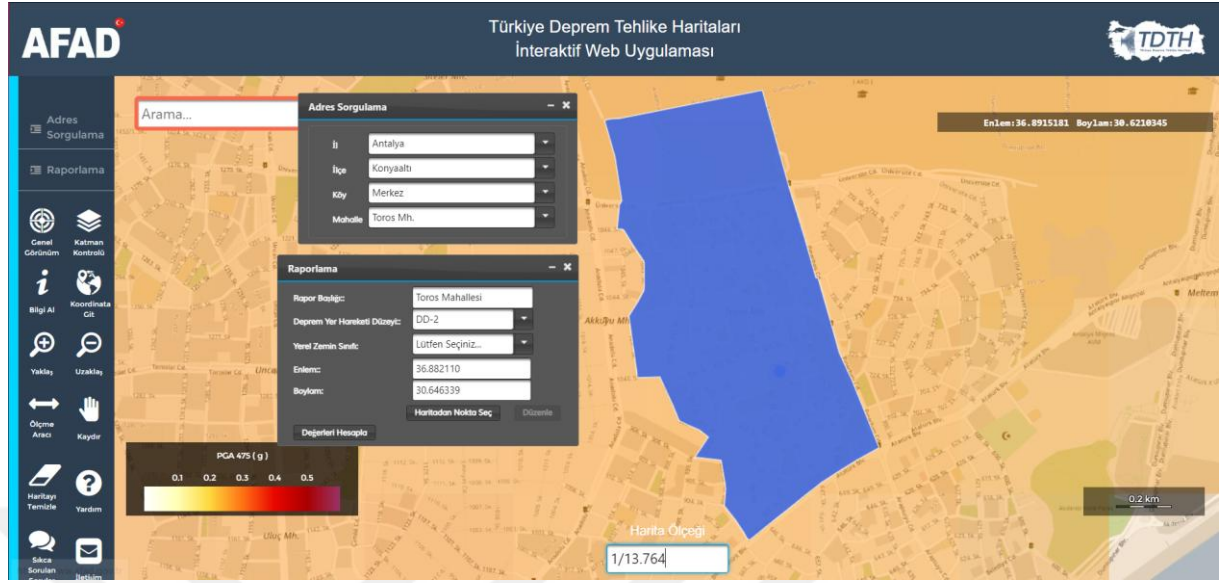
$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,683133}{8} = 0,085392$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,085392 = 2100,5 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,904 = 889,5 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 2100,5 \text{ kN}$$

4.3.10. E=36.8821107, B=30.6463395 lokasyonu için eşdeğer deprem yükü hesabı



Şekil 4. 11. AFAD Türkiye Deprem Tehlike Haritası E=36.8821107, B=30.6463395 lokasyonu harita görünümü

ZA zemin sınıfı için Çizelge 4.49’da verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 49. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8821107, B=30.6463395 lokasyonu için ZA zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,122
S_{DS}	0,454
T_A	0,054
T_B	0,268

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,122}{0,83} = 0,146988$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,146988}{8} = 0,018373$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t x S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 x m_t x I x S_{DS} x g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 x 0,018373 = 452 \text{ kN} \geq 0,04 x 24599 x 1 x 0,454 = 446,6 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 452 \text{ kN}$$

ZB zemin sınıfı için Çizelge 4.50’de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 50. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8821107, B=30.6463395 lokasyonu için ZB zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,122
S_{DS}	0,511
T_A	0,048
T_B	0,238

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,122}{0,83} = 0,146988$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,146988}{8} = 0,018373$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,018373 = 452 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,511 = 502,8 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 502,8 \text{ kN}$$

ZC zemin sınıfı için Çizelge 4.51’de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 51. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8821107, B=30.6463395 lokasyonu için ZC zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,228
S_{DS}	0,723
T_A	0,063
T_B	0,315

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,228}{0,83} = 0,274699$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,274699}{8} = 0,034337$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,034337 = 844,7 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,723 = 711,4 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 844,7 \text{ kN}$$

ZD zemin sınıfı için Çizelge 4.52’de verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 52. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8821107, B=30.6463395 lokasyonu için ZD zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,349
S_{DS}	0,764
T_A	0,091
T_B	0,457

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,349}{0,83} = 0,420482$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,420482}{8} = 0,05256$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,05256 = 1293 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,764 = 751,6 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 1293 \text{ kN}$$

ZE zemin sınıfı için Çizelge 4.53’te verilen değerlere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4. 53. Konyaaltı-Toros Mahallesi E=36.8821107, B=30.6463395 lokasyonu için ZE zemin sınıfına ait spektral ivme ve köşe periyot değerleri

S_{D1}	0,567
S_{DS}	0,904
T_A	0,126
T_B	0,628

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0,567}{0,83} = 0,683133$$

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} = \frac{0,683133}{8} = 0,085392$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \times S_{aR}(T_p^{(X)}) \geq 0,04 \times m_t \times I \times S_{DS} \times g$$

$$V_{tE}^{(X)} = 24599 \times 0,085392 = 2100,5 \text{ kN} < 0,04 \times 24599 \times 1 \times 0,904 = 889,5 \text{ kN}$$

$$V_{tE}^{(X)} = 2100,5 \text{ kN}$$

Toros mahallesine ait seçilen 10 ayrı lokasyon bilgileri kullanılarak her zemin sınıfı için eşdeğer deprem yükü hesabı yapılmıştır. Bu doğrultuda, Toros mahallesi için hesaplanan ortalama deprem yükü Çizelge 4.54’te verilmiştir.

Çizelge 4. 54. Konyaaltı-Toros Mahallesine ait farklı zemin sınıflarını için ortalama deprem yükü

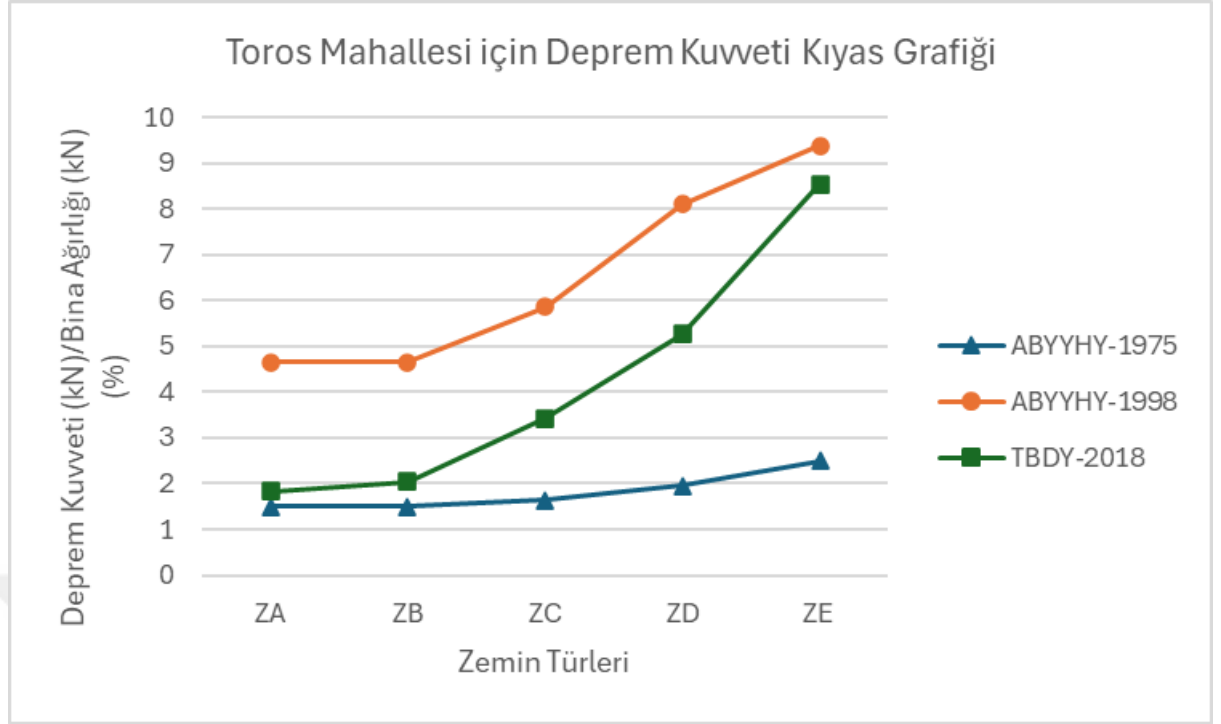
Zemin Sınıfı	Eşdeğer Deprem Yüğü (kN)
ZA	451,97
ZB	502,31
ZC	844,66
ZD	1292,92
ZE	2100,53

TBDY-2018 kapsamında hesaplanan deprem kuvvetleri doğrultusunda, binanın birim ağırlığına karşılık öngörülen deprem kuvveti değerleri Çizelge 4.55’te verilmiştir.

Çizelge 4. 55. Konyaaltı-Toros Mahallesine ait farklı zemin sınıflarını için deprem kuvveti (kN) /bina ağırlığı (kN) yüzdelik (%) değerleri

Zemin Sınıfı	Deprem Kuvveti (kN)/Bina Ağırlığı (kN)
ZA	1,836
ZB	2,042
ZC	3,434
ZD	5,255
ZE	8,540

ABYYHY-1975 ve ABYYHY-1998 doğrultusunda hesaplanan deprem kuvvetleri ile Toros Mahallesine ait farklı lokasyonlar için TBDY-2018 çerçevesinde hesaplanan deprem kuvvetleri kıyaslanmıştır. Kıyaslanan deprem kuvvetleri esas alınarak yapının birim ağırlığına karşılık öngörülen deprem kuvvetlerinin yönetmeliklere göre kıyas grafiği şekil 4.12’de verilmiştir.

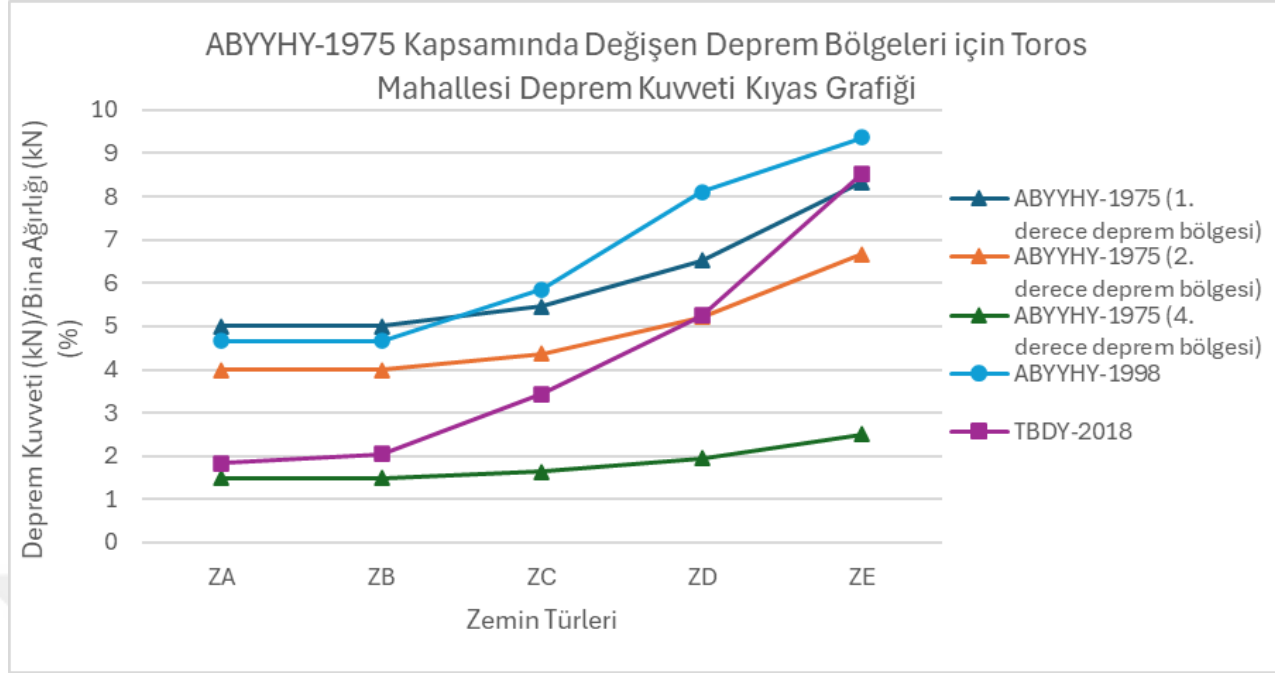


Şekil 4. 12. Konyaaltı İlçesi Toros Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği

Eğer ABYYHY-1975 kapsamında yapılan hesaplamalarda Antalya ili merkez ilçeleri ABYYHY-1998’de olduğu gibi 2. Derece deprem bölgesi kabul edilseydi deprem bölgesi katsayısı (C_0) 0,03 yerine 0,08 alınacaktı. Eşdeğer deprem yükü ABYYHY-1975 kapsamında, ZA & ZB için 983,95 kN; ZC için 1073,4 kN; ZD için 1283,42 kN; ZE için 1639,9 kN hesaplanacaktı.

ABYYHY-1975 kapsamında deprem yükü hesaplamaları 1. derece deprem bölgesi için yapılsa deprem bölgesi katsayısı (C_0) 0,1 olarak işleme dahil edilmelidir. Bu durumda yapılan hesaplamalarda eşdeğer deprem yükü analizi için ZA & ZB için 1229,94 kN; ZC için 1341,753 kN; ZD için 1604,27 kN; ZE için 2049,9 kN değerleri elde edilir.

ABYYHY-1975 kapsamında Antalya ili merkez ilçelerinin değişen deprem bölgeleri için yapının birim ağırlığına karşılık öngörülen deprem kuvvetlerinin yönetmeliklere göre kıyas grafiği şekil 4.13’te verilmiştir.



Şekil 4. 13. ABYYHY-1975 kapsamında değişen deprem bölgeleri için Toros Mahallesi deprem kuvveti kıyas grafiği

ABYYHY-1975 için yapılan hesaplamalarda Antalya ili merkez ilçeleri 4. derece deprem bölgesi olarak değerlendirilirken, ABYYHY-1998’de bu bölgeler 2. derece deprem bölgesi olarak ele alınmıştır. Eğer ABYYHY-1975 yürürlükte kaldığı süreçte Antalya ili merkez ilçeleri 2. derece deprem bölgesi olarak kabul edilseydi, Z4 zemin sınıfı için hesaplanan eşdeğer deprem yükü 1639,9 kN olacak ve artış oranı %40,63’e düşecekti. Şekil 4.13’te ABYYHY-1975 kapsamında yapılan hesaplamalara 1. derece deprem bölgesi de dahil edilerek değişen deprem bölgeleri için yapının birim ağırlığına karşılık öngörülen deprem kuvvetlerinin kıyas grafiği verilmiştir. Bu durum, ABYYHY-1975 ve ABYYHY-1998 arasındaki hesaplama farklılıklarının büyük ölçüde bölgenin değişen depremsellik derecesinden kaynaklandığını ortaya koymaktadır.

Çalışma kapsamında, TBDY-2018’e göre Antalya ili ve merkez ilçelerine ait farklı zemin sınıfları için elde edilen ortalama deprem kuvveti değerleri Çizelge 4.56’da, yapı birim ağırlığına karşılık gelen deprem kuvveti değerleri Çizelge 4.57’de sunulmuştur. ABYYHY-1975’e göre farklı zemin sınıfları için hesaplanan eşdeğer deprem yükü değerleri ve yapı birim ağırlığına karşılık gelen deprem kuvveti değerleri Çizelge 4.58’de, ABYYHY-1998’e göre elde edilen değerler ise Çizelge 4.59’da verilmiştir.

Çalışmada, ABYYHY-1975, ABYYHY-1998 ve TBDY-2018’in kural ve formülasyonları esas alınarak, her bir yönetmeliğin kendi içinde tanımladığı zemin sınıfları için eşdeğer deprem yükü hesaplamaları yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Analizler sonucunda, ABYYHY-1975 çerçevesinde hesaplanan deprem yükü en düşük, ABYYHY-1998 çerçevesinde hesaplanan deprem yükü ise en yüksek bulunmuştur. Örneğin, ABYYHY-1975 kapsamında Z4 zemin sınıfı için hesaplanan eşdeğer deprem yükü 614,96 kN iken, bu değer ABYYHY-1998 kapsamında %275 artışla 2306,14 kN

olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, ABYYHY-1975 ve ABYYHY-1998 kapsamında Z4 zemin sınıfına karşılık gelen ZE zemin sınıfı için TBDY-2018 çerçevesinde yapılan hesaplamalarda ortalama deprem yükü 2075,90 kN olarak bulunmuştur.

Z1 zemin sınıfı için yapılan incelemelerde, ABYYHY-1975'e göre hesaplanan birim yapı ağırlığına karşılık gelen deprem yükü 368,9 kN, ABYYHY-1998'e göre 1144,77 kN ve TBDY-2018'e göre ise ortalama 469 kN olarak belirlenmiştir. (Çizelge 3.18'de verildiği üzere ABYYHY-1975 ve ABYYHY-1998'de tanımlanan Z1'e denk zemin sınıfı TBDY-2018 için ZA ve ZB verilmiştir. Bu nedenle burada verilen değer ZA ve ZB zemin sınıfına ait Antalya ili deprem kuvveti değerlerinin ortalamasıdır.) Bu durumda, ABYYHY-1975 ile karşılaştırıldığında, TBDY-2018'de deprem yükü %27,12 oranında artarken, ABYYHY-1998'e göre bu artış %210,25'e ulaşmaktadır.

Çizelge 4. 56. TBDY-2018'e göre Antalya ili ve merkez ilçeleri için farklı zemin sınıflarına ait ortalama deprem kuvveti değerleri

	Aksu İlçesi (kN)	Döşemealtı İlçesi (kN)	Kepez İlçesi (kN)	Konyaaltı İlçesi (kN)	Muratpaşa İlçesi (kN)	Antalya İli (kN)
ZA	431,665	449,408	440,297	452,855	445,7421	443,993
ZB	482,746	491,956	493,314	504,924	497,584	494,105
ZC	809,241	824,282	825,467	848,510	834,284	828,357
ZD	1244,906	1265,208	1267,875	1298,846	1280,175	1271,402
ZE	2043,997	2068,077	2071,856	2108,532	2087,045	2075,901

Çizelge 4. 57. TBDY-2018'e göre Antalya ili ve merkez ilçeleri için farklı zemin sınıflarına ait deprem kuvveti/bina ağırlığı (%) değerleri

	Aksu İlçesi (%)	Döşemealtı İlçesi (%)	Kepez İlçesi (%)	Konyaaltı İlçesi (%)	Muratpaşa İlçesi (%)	Antalya İli (%)
ZA	1,74	1,83	1,79	1,84	1,81	1,80
ZB	1,96	1,99	2	2	2	1,99
ZC	3,28	3,35	3,36	3,45	3,38	3,36
ZD	5,05	5,13	5,15	5,29	5,2	5,16
ZE	8,31	8,40	8,43	8,56	8,48	8,44

Çizelge 4. 58. ABYYHY-1975’e göre farklı zemin sınıfları için eşdeğer deprem yükü ve deprem kuvveti/bina ağırlığı (%) değerleri

Zemin Sınıfları	Z1	Z2	Z3	Z4
Eşdeğer Deprem Yükü (F) (kN)	368,9	402,4	481,3	614,96
Deprem Kuvveti (kN) / Bina Ağırlığı (kN) (%)	1,5	1,64	1,96	2,5

Çizelge 4. 59. ABYYHY-1998’e göre farklı zemin sınıfları için eşdeğer deprem yükü ve deprem kuvveti/bina ağırlığı (%) değerleri

Zemin Sınıfları	Z1	Z2	Z3	Z4
Eşdeğer Deprem Yükü (F) (kN)	1144,77	1441	1993,2	2306,14
Deprem Kuvveti (kN) / Bina Ağırlığı (kN) (%)	4,65	5,86	8,1	9,37

5. SONUÇLAR

“Antalya İli için Deprem Yönetmeliklerindeki İvme Farklarının Belirlenmesi” başlıklı çalışma kapsamında; Aksu, Döşemealtı, Kepez, Konyaaltı, Muratpaşa olmak üzere Antalya ilinin merkez ilçeleri araştırma lokasyonu olarak seçilmiş ihtiyaç duyulan parametrelerin elde edilebilmesi amacıyla SAP2000 programı kullanılarak 5 katlı betonarme bir yapı modellenmiştir. Modellenen betonarme yapı temel alınarak ABYYHY-1975, ABYYHY-1998 ve TBDY-2018 ayrı ayrı incelenmiş yönetmeliklerin belirlediği esaslar ve formülasyonlar çerçevesinde; Antalya ilinin değişen depremselliği dikkate alınarak tüm zemin sınıfları için eşdeğer deprem yükü analizleri gerçekleştirilmiştir. ABYYHY-1975 ve ABYYHY-1998’de tanımlanan 4 zemin sınıfı ile TBDY-2018’de tanımlanan 5 zemin sınıfına ait zemin özellikleri kıyaslanarak kullanılan zemin sınıfları için belirlenen denklik MATERYAL VE METOT başlığı altında Çizelge 3.18’de sunulmuştur. Çalışmada, her merkez ilçede seçilen 5 mahalle ve her mahallede belirlenen 10 farklı lokasyon olmak üzere toplam 250 lokasyon TBDY-2018’e göre gerçekleştirilen lokasyona bağlı deprem yükü hesaplamalarında kullanılmıştır. Belirlenen lokasyonlara ait yatay spektral ivme ve köşe periyot değerleri AFAD üzerinden Türkiye Deprem Tehlike Haritası kullanılarak elde edilmiştir.

Yürütülen bilimsel çalışmalar, artan bilgi birikimi ve gelişen teknolojik imkanlar doğrultusunda deprem yönetmelikleri, yapı güvenliğini artırmak amacıyla zaman içerisinde güncellenmiş ve yeniden yapılandırılmıştır. Her bir yönetmelik, kendisinden sonra gelen düzenlemelere temel oluşturarak, yeni bakış açıları kazandırmış ve gelişim sürecine katkı sağlamıştır. ABYYHY-1975, ABYYHY-1998 ve TBDY-2018; yürürlükte oldukları dönemlerin bilimsel ve teknik birikimlerini yansıtan, kendi esas ve formülasyonlarını içeren düzenlemelerdir. Söz konusu yönetmelikler, yapı güvenliği açısından mühendislik bilgi birikiminin aşamalı gelişimini temsil eden bilimsel basamakları oluşturmaktadır.

Sonuç olarak, yönetmelikler kendi dinamikleri içerisinde değerlendirildiğinde, ABYYHY-1998’in en yüksek deprem kuvvetlerini öngördüğü, buna karşın ABYYHY-1975 kapsamında elde edilen deprem kuvvetlerinin en düşük olduğu belirlenmiştir. Bu farkın temel nedenlerinden biri, her iki yönetmeliğin de deprem tehlikesini deprem bölgeleri kavramı üzerinden tanımlamasıdır. Çalışmada analiz edilen Antalya ili merkez ilçeleri; ABYYHY-1975’te 4. derece deprem bölgesi olarak sınıflandırılırken, ABYYHY-1998’de 2. derece deprem bölgesi olarak değerlendirilmiştir. Şekil 4.13’te de görülebileceği üzere, öngörülen deprem kuvvetleri arasındaki belirgin fark, esasen bu bölgesel sınıflandırmalardan kaynaklanmaktadır. Antalya ili, ABYYHY-1975 döneminde de 2. derece deprem bölgesi olarak tanımlanmış olsaydı, hesaplanan kuvvet değerleri ABYYHY-1998’in öngördüğü kuvvet değerlerine büyük ölçüde yaklaşacaktı. Bu durum, öngörülen deprem kuvvetleri arasındaki farklılığın sadece değişen formülasyonlara ve ABYYHY-1975’in sunduğu basit deprem kuvveti hesap formülasyonuna bağlanmaması gerektiğini ortaya koymaktadır. Öte yandan, TBDY-2018 ile birlikte deprem bölgeleri yaklaşımı terk edilmiş; bunun yerine, lokasyona bağlı tanımlanmış spektral ivme ve köşe periyot değerlerine dayanan noktasal bazlı bir değerlendirme esas alınmıştır. Lokasyon bazlı değerlere dayanan bu yöntem, yerel

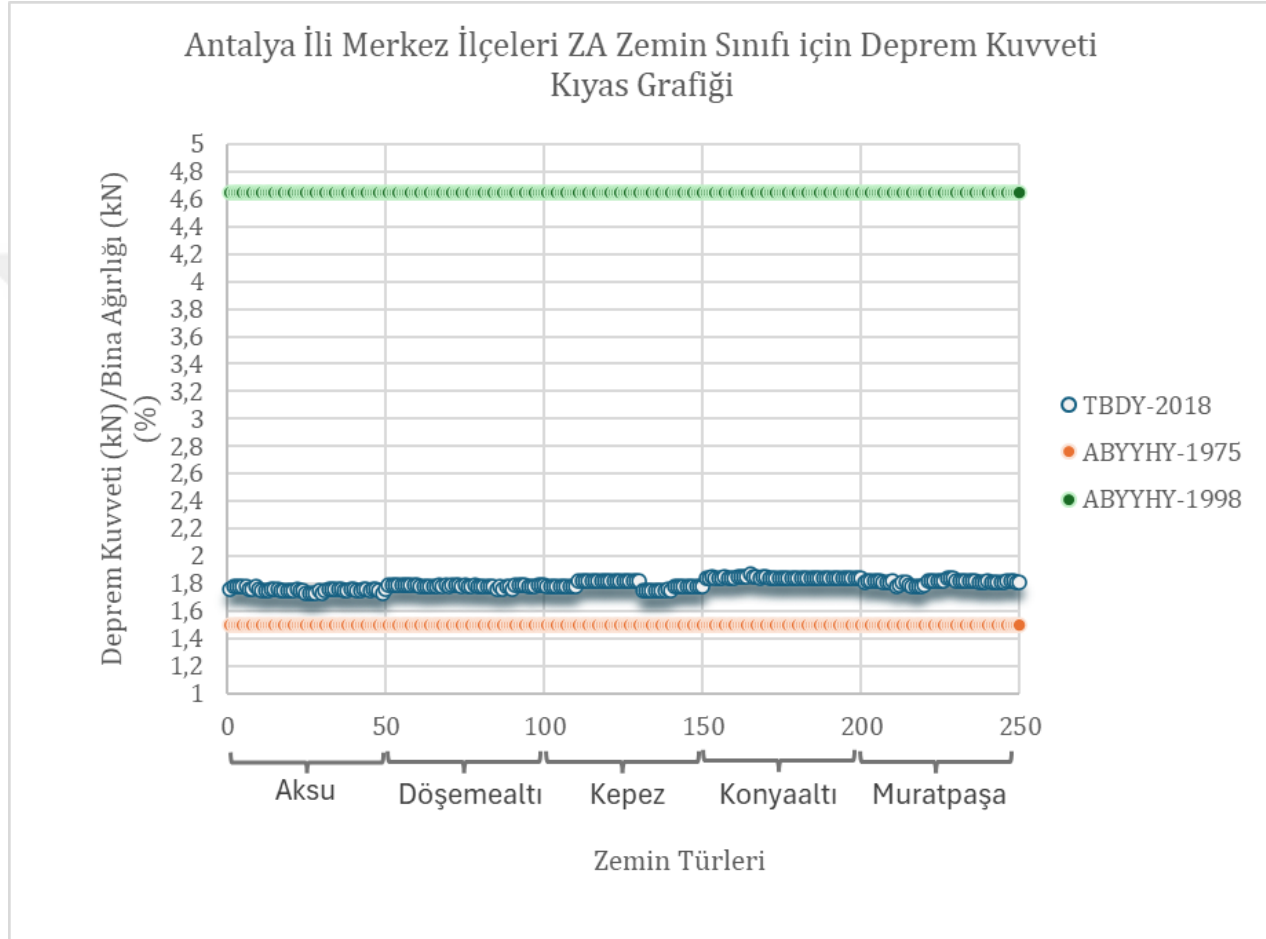
sismik tehlikeyi daha hassas biçimde yansıtarak, yapıların deprem etkileri altındaki davranışlarının daha gerçekçi bir yaklaşımla belirlenmesine olanak sağlamıştır.

ABYYHY-1998, yapıların deprem etkileri altındaki plastik şekil değiştirme kapasitesini dikkate alarak süneklik kavramını hesaplamalara dahil etmiştir. Yapı sistemlerinin süneklik düzeyine göre belirlenen davranış katsayıları aracılığıyla, sünek sistemlerin deprem kuvvetlerini daha düşük tasarım kuvvetleriyle karşılayabileceği kabul edilmiştir. Buna karşılık, ABYYHY-1975'te süneklik kavramı açık şekilde tanımlanmamış, bunun yerine yapı sistemlerinin deprem dayanımına etkisi yapı tipi katsayısı ile ifade edilmiştir. Ancak bu katsayı, sünekliğe ilişkin etkileri yalnızca dolaylı ve sınırlı biçimde yansıtabilmiştir.

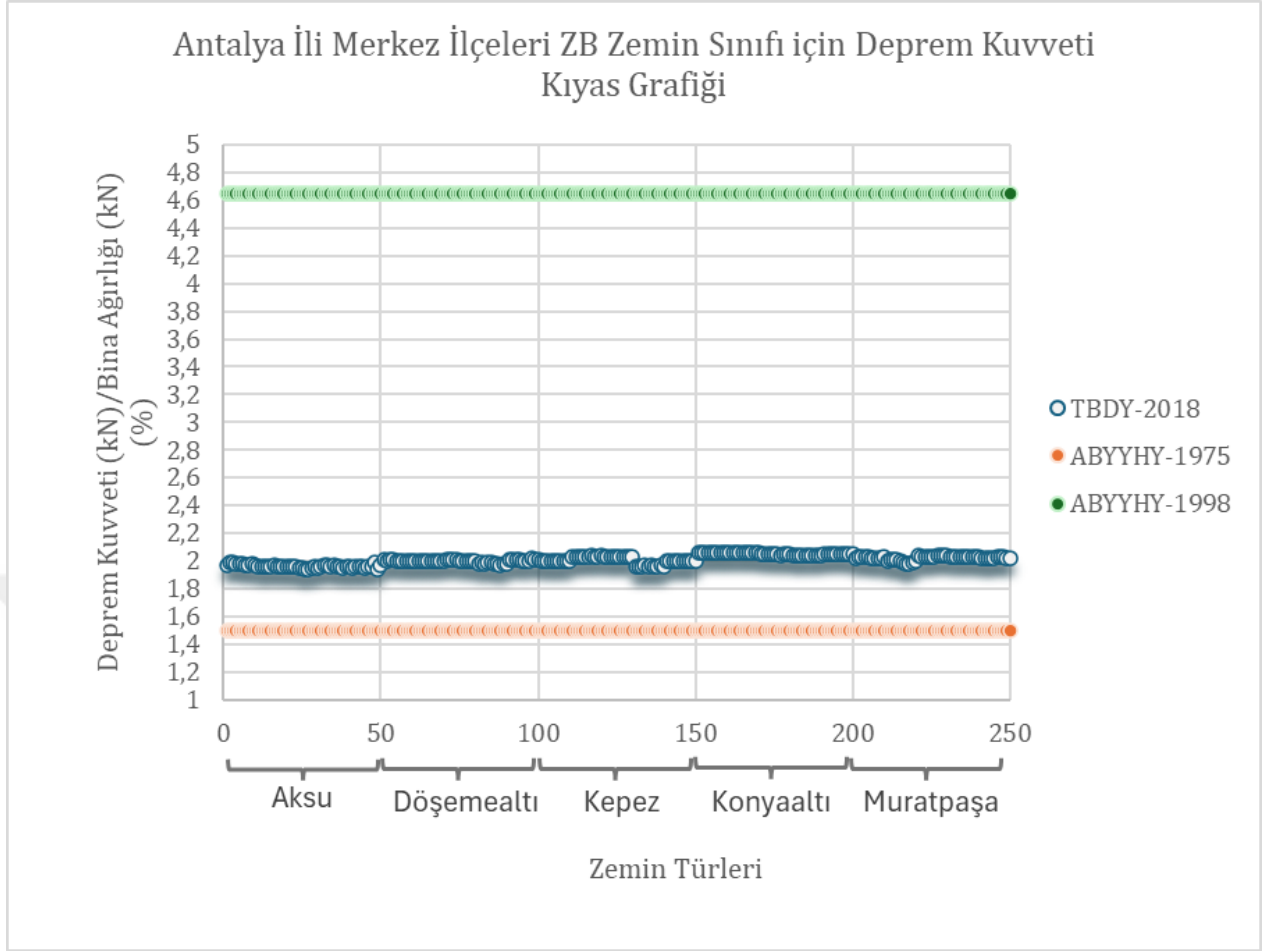
ABYYHY-1975 ve ABYYHY-1998 kapsamında zemin türleri Z1, Z2, Z3 ve Z4 olmak üzere 4 ayrı sınıfta incelenirken; TBDY-2018 kapsamında ZA, ZB, ZC, ZD, ZE ve ZF olmak üzere 6 ayrı sınıf içerisinde incelenmiştir. ABYYHY-1975 doğrultusunda hesaplanan deprem kuvvetlerinde kullanılan zemin hakim periyodu, 4 farklı zemin sınıfına göre sabit katsayılar şeklinde belirlenmiştir, bu nedenle zemin etkilerinin dolaylı ve sınırlı bir şekilde değerlendirildiği gözlemlenmektedir. ABYYHY-1998 ise zemin koşullarına bağlı değişen spektrum karakteristik periyotları ile yapı-zemin ilişkisini daha detaylı ele almıştır. ABYYHY-1975 ve ABYYHY-1998 kapsamında hesaplanan deprem kuvvetleri arasındaki fark, aynı zamanda ABYYHY-1975'in zemin özelliklerini dikkate alma konusundaki yetersizliğini ve yapı-zemin etkileşiminin yönetmelikte yeterince detaylandırılmadığını göstermektedir. TBDY-2018'in daha ayrıntılı zemin sınıflandırmaları ve tasarım spektrumuna doğrudan etki eden zemin büyütme katsayıları aracılığı ile yapı-zemin etkileşimini daha gerçekçi ve teknik olarak daha sağlam bir temele oturtmuştur. ABYYHY-1998, yüksek spektrum katsayıları ve spektral ivme katsayıları kullanarak daha güvenli yapıların hesaplanmasına odaklanmış, ancak bu yaklaşım ekonomik mühendislik perspektifinden yeterince dikkate alınmamış ve bu nedenle yüksek deprem yükleri öngörülmüştür. TBDY-2018, zemin sınıflandırmasını daha ayrıntılı bir şekilde yaparak, güvenli zeminlerde maliyetin kontrol altına alınmasını ve yeterli güvenliği sunmayı amaçlamıştır. Bu sayede, deprem yükü hesaplamaları daha yerel veriler doğrultusunda yapılmış, hem güvenliği hem de ekonomik verimliliği göz önünde bulundurarak daha dengeli sonuçlar elde edilmiştir.

Eşdeğer deprem yükü analizlerinde kullanılmak üzere SAP2000 programında modellenen 5 katlı betonarme yapıdan elde edilen yapı ağırlığı ve periyot değerlerinin doğruluğunu değerlendirmek amacıyla görel kat ötelemesi sınır kontrolleri yapılmış; böylece analiz sonuçlarının güvenilirliği sağlanmaya çalışılmıştır. Yapılan kontroller sonucunda, söz konusu yapının ilgili yönetmelik şartlarını sağladığı tespit edilmiştir. Ancak, çalışma kapsamında 5 katlı bir betonarme yapı ele alınmış olup, kat adedinin artırılması durumunda deprem etkilerinin taşıyıcı sistem üzerindeki olası değişimleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle yüksek katlı binalarda görel kat ötelemelerinin artabileceği, kesit rijitliklerinin yetersiz kalabileceği ve betonarme perde gibi rijitliği artırıcı elemanlara ihtiyaç duyulabileceği ve analiz sonuçlarını değiştirebileceği öngörülmektedir.

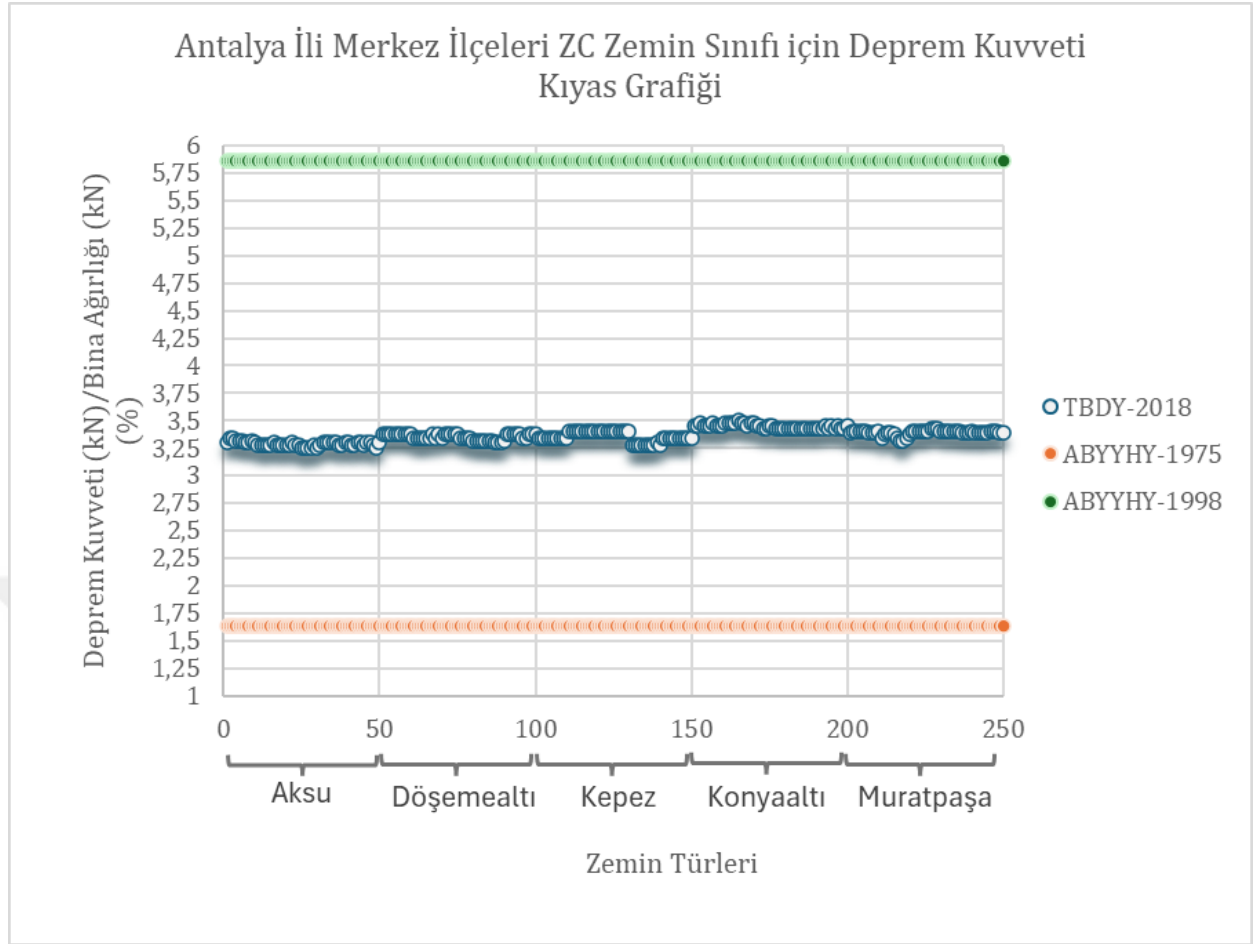
Analiz kapsamında belirlenen 250 farklı lokasyon için, lokasyona bağlı olarak yapı birim ağırlığına karşılık gelen deprem kuvveti değerleri hesaplanmış ve bu değerler Şekil 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 ve 5.5'te grafiksel olarak sunulmuştur. Grafiklerde, ABYYHY-1975, ABYYHY-1998 ve TBDY-2018 doğrultusunda gerçekleştirilen analiz sonuçları karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Ayrıca, her grafik TBDY-2018'de tanımlanan ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE olmak üzere beş farklı zemin sınıfı dikkate alınarak oluşturulmuştur.



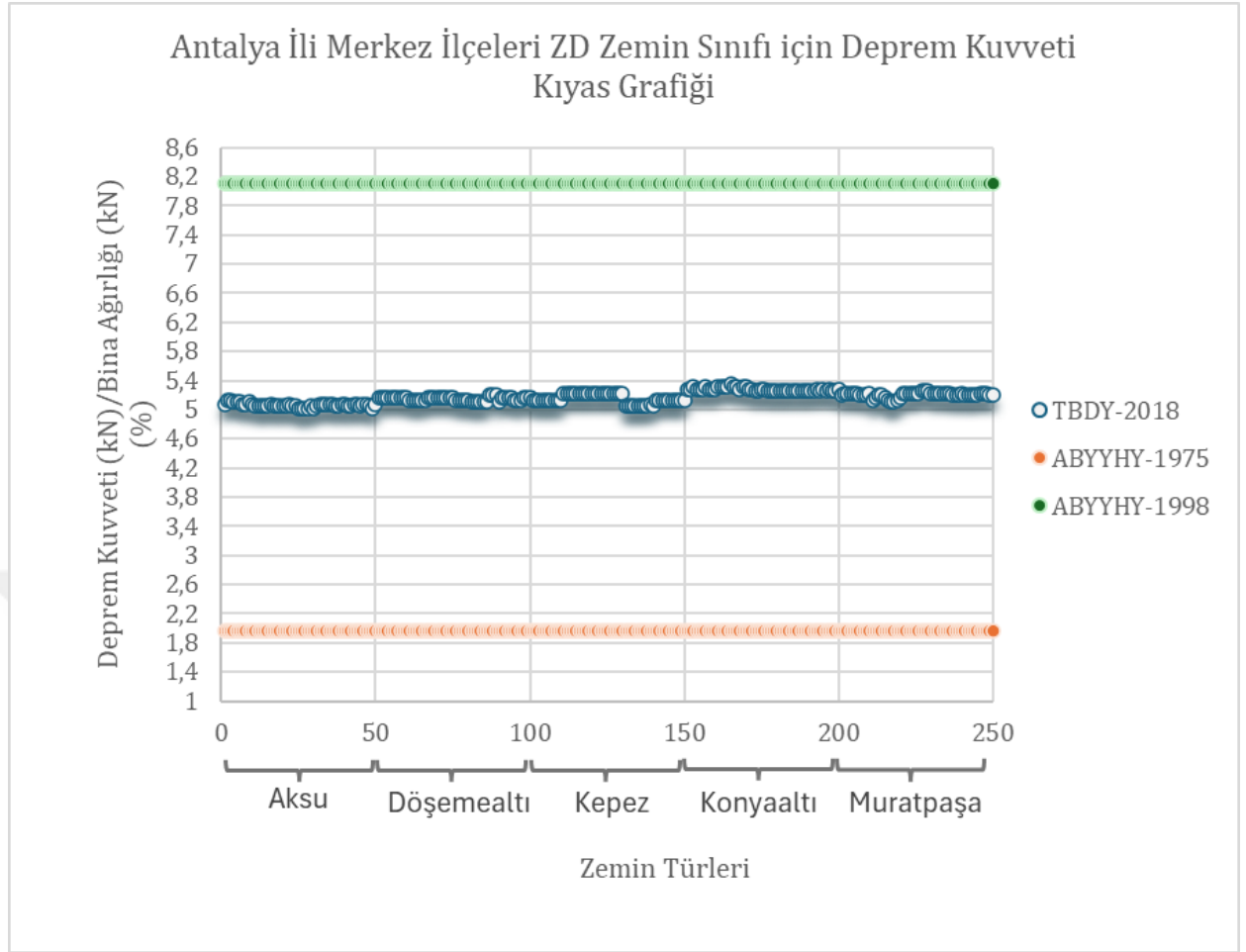
Şekil 5. 1. Antalya İli merkez ilçeleri ZA zemin sınıfı için deprem kuvveti kıyas grafiği



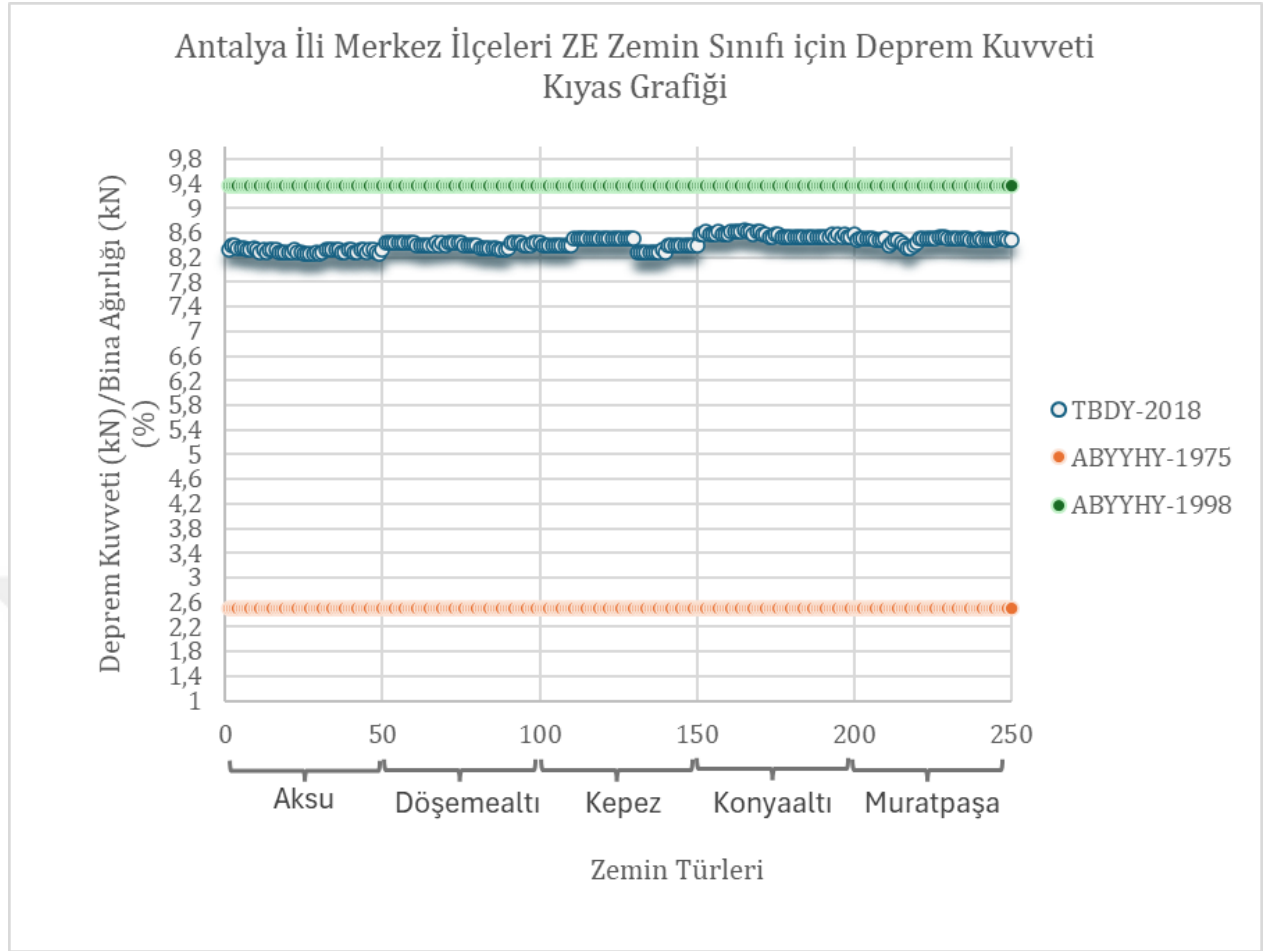
Şekil 5. 2. Antalya İli merkez ilçeleri ZB zemin sınıfı için deprem kuvveti kıyas grafiği



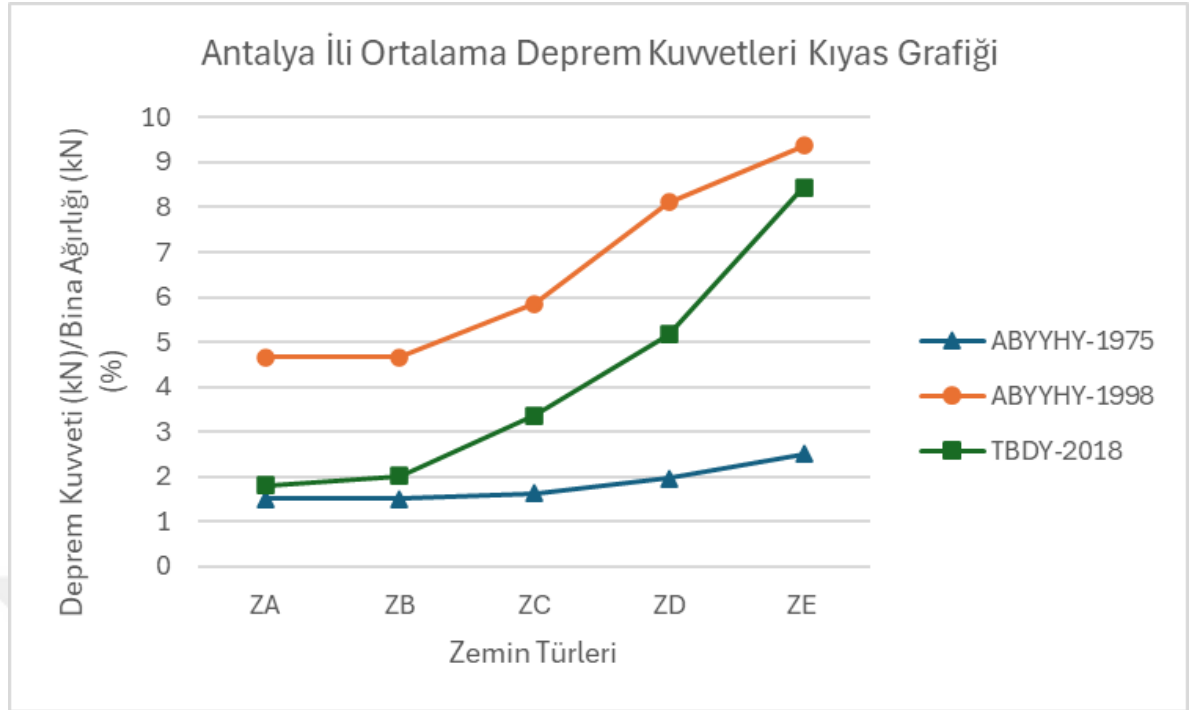
Şekil 5. 3. Antalya İli merkez ilçeleri ZC zemin sınıfı için deprem kuvveti kıyas grafiği



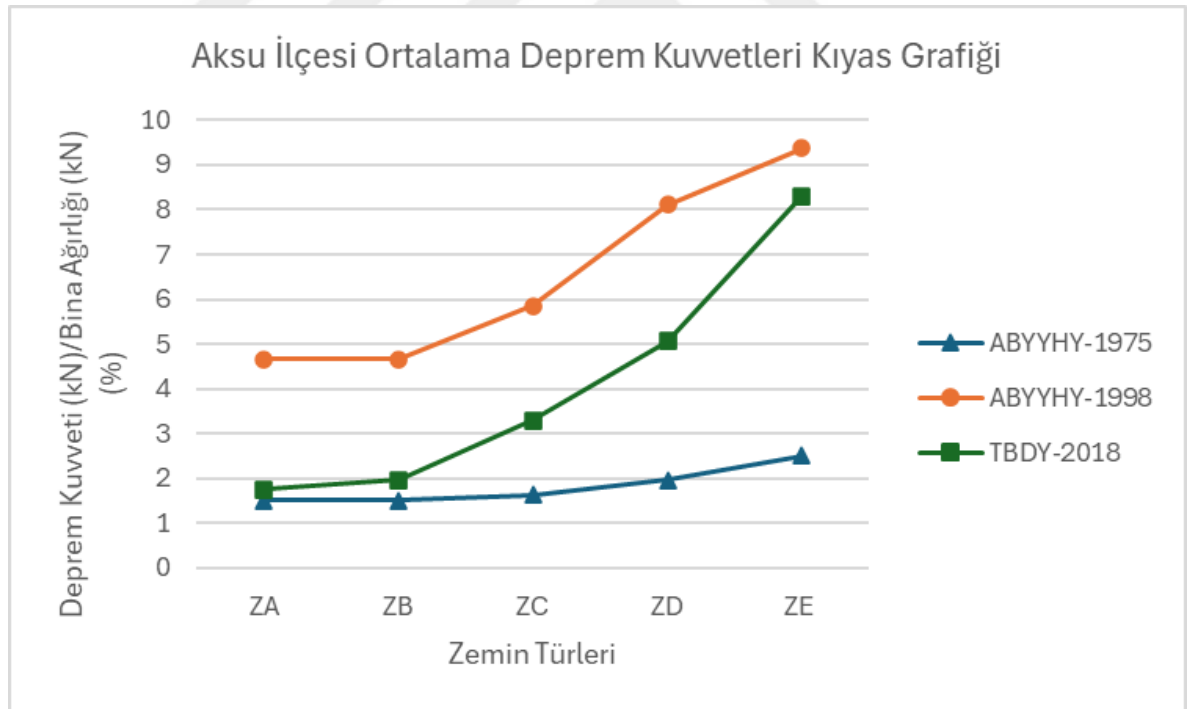
Şekil 5. 4. Antalya İli merkez ilçeleri ZD zemin sınıfı için deprem kuvveti kıyas grafiği



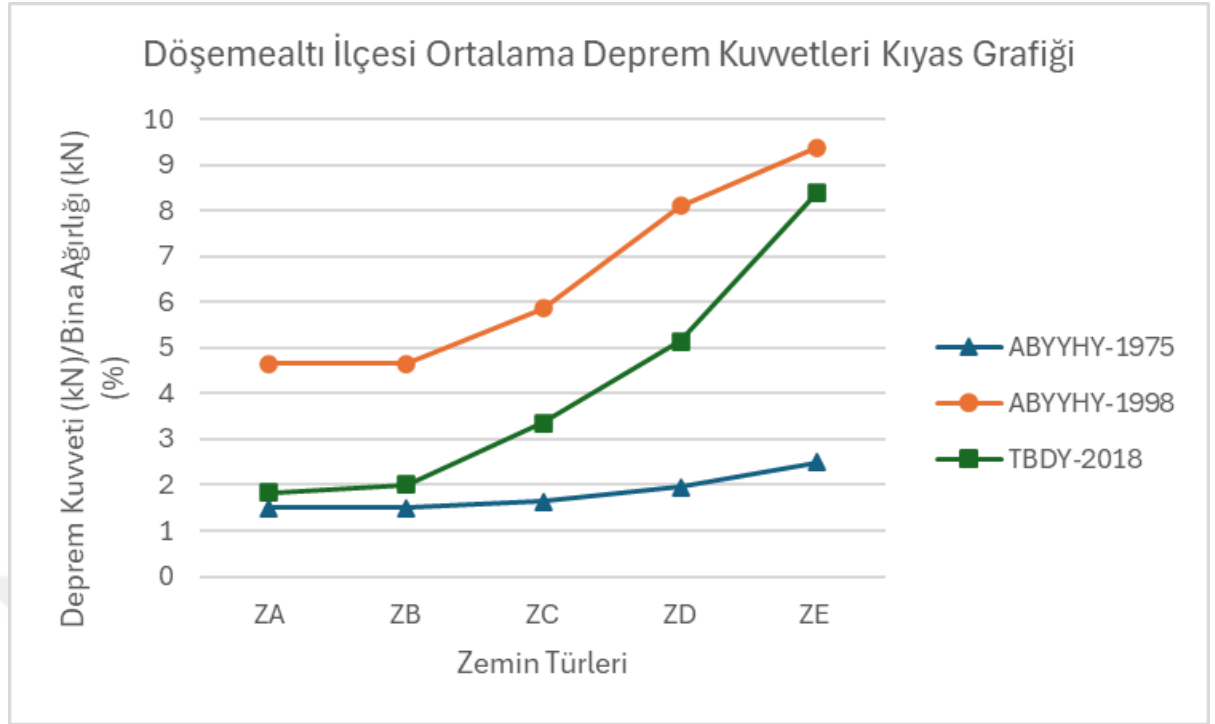
Şekil 5. 5. Antalya İli merkez ilçeleri ZE zemin sınıfı için deprem kuvveti kıyas grafiği



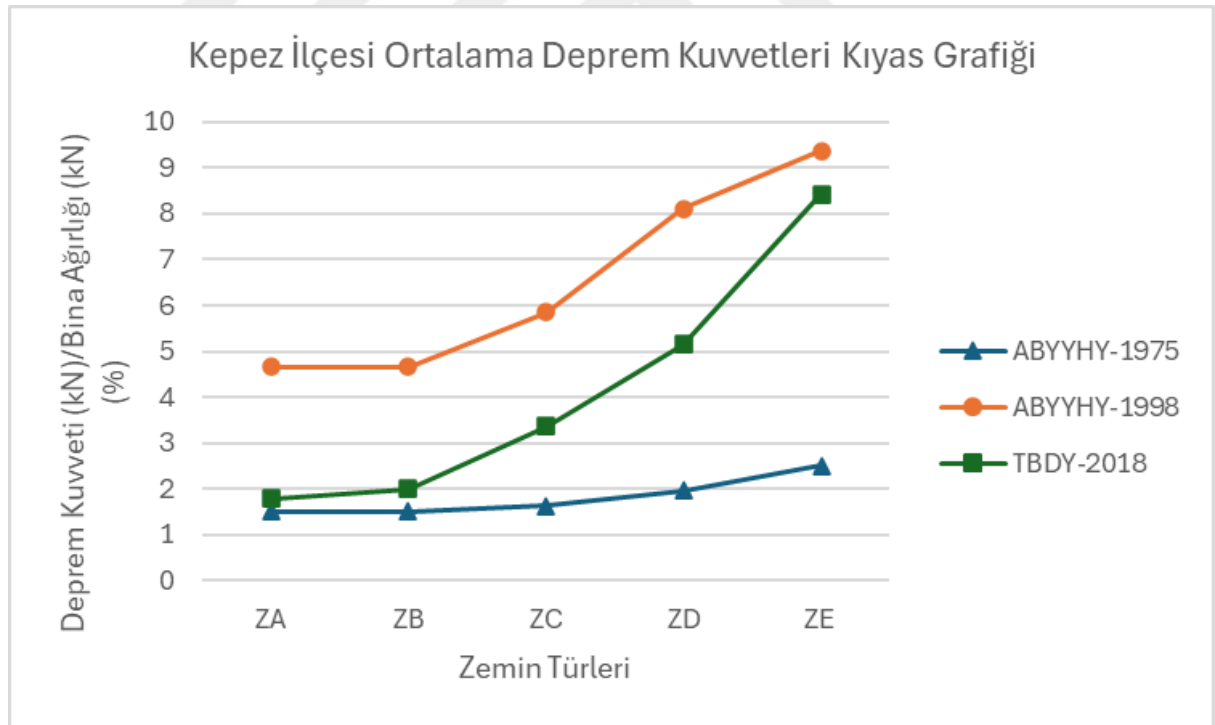
Şekil 5. 6. Antalya ili ortalama deprem kuvvetleri kıyas grafiği



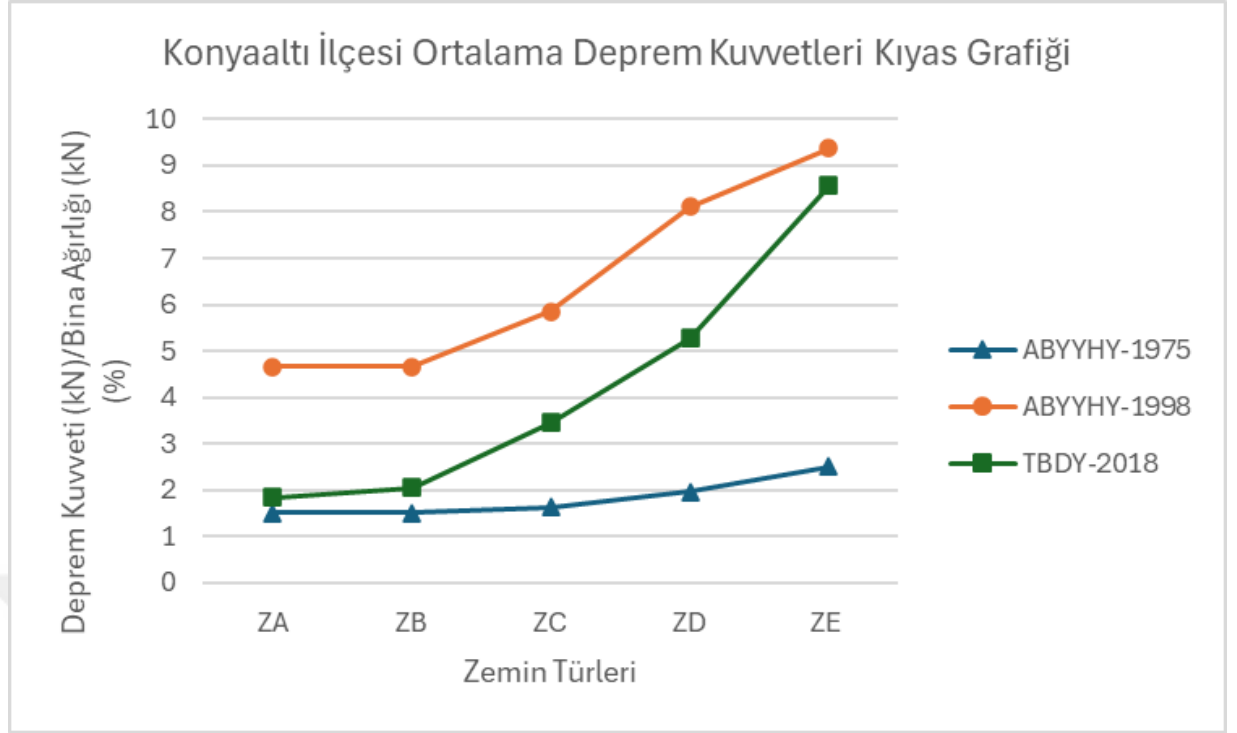
Şekil 5. 7. Aksu ilçesi ortalama deprem kuvvetleri kıyas grafiği



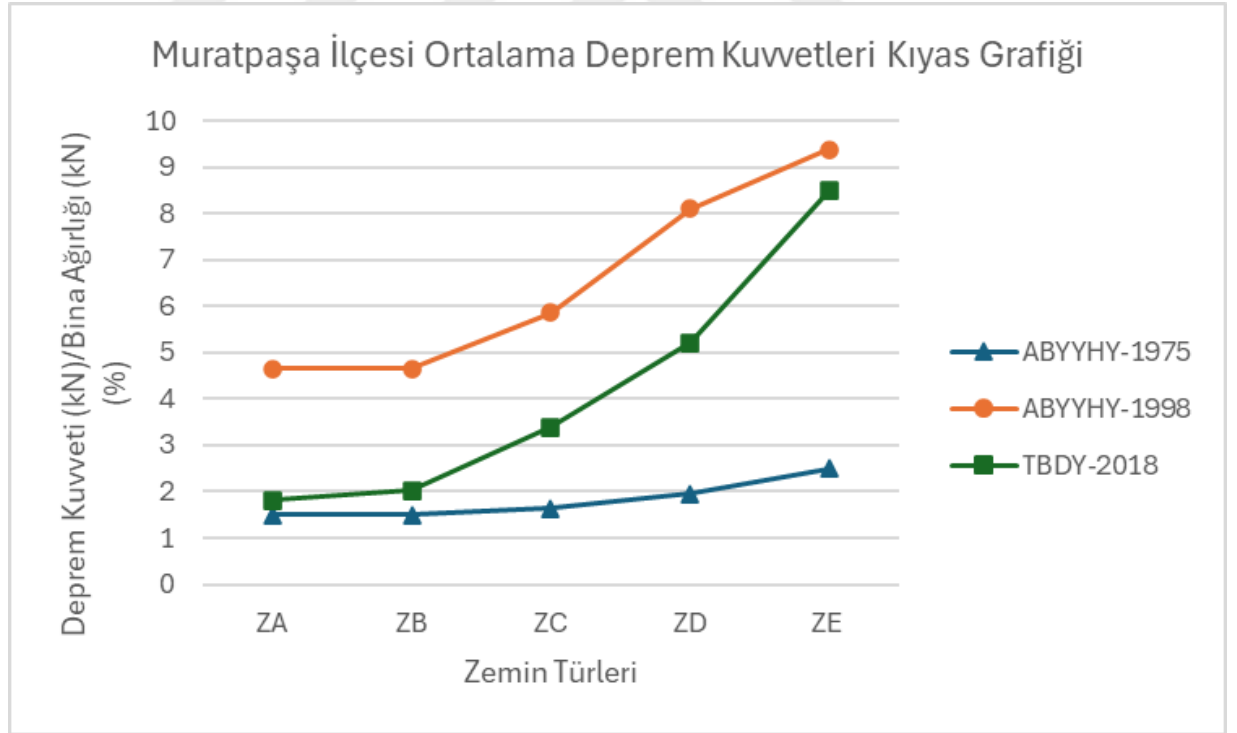
Şekil 5. 8. Döşemealtı ilçesi ortalama deprem kuvvetleri kıyas grafiği



Şekil 5. 9. Kepez ilçesi ortalama deprem kuvvetleri kıyas grafiği



Şekil 5. 10. Konyaaltı ilçesi ortalama deprem kuvvetleri kıyas grafiği



Şekil 5. 11. Muratpaşa ilçesi ortalama deprem kuvvetleri kıyas grafiği

6. KAYNAKLAR

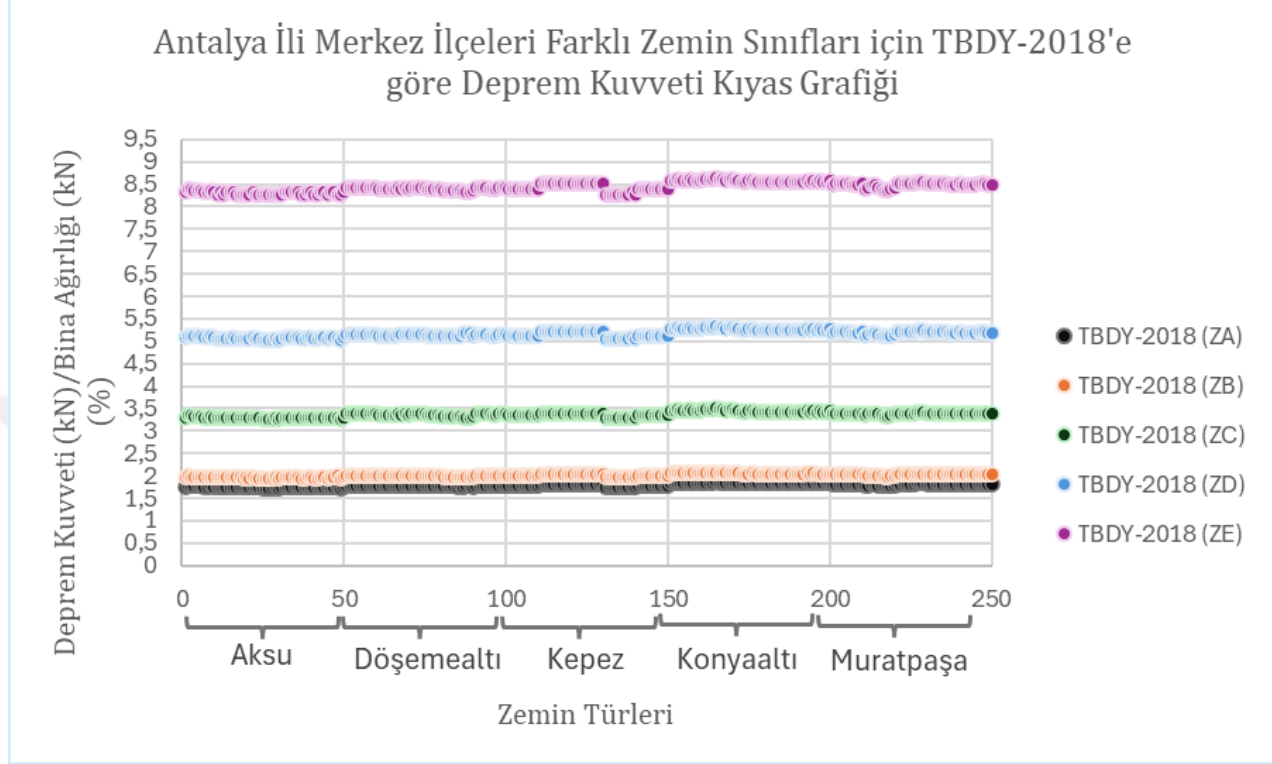
- ABYYHY, (1975). Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, T.C. İmar ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- ABYYHY, (1998). Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- Akdemir, A. ve Günaydın, T.İ. 2025. Türkiye Deprem Yönetmeliklerinin ve Deprem Haritalarının Tarihçesi. Online Journal of Art and Design, 13(1): 54-72.
- Amani, A., Sarıglu, S. ve Doğangün, A. 2020. Örnek Bir Yığma Bina Üzerinde 1998, 2007 ve 2019 Türk Deprem Yönetmeliklerinin Karşılaştırmalı Olarak İrdelenmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 25 (1): 13-26.
- Anonim 1: <https://www.tuik.gov.tr/> [Son erişim tarihi: 22.12.2024].
- Anonim 2: <https://tdth.afad.gov.tr/> [Son erişim tarihi: 31.01.2025].
- Anonim 3: https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/39499/xfiles/deprem_haritasi.pdf [Son erişim tarihi: 09.02.2025].
- Başaran, V. 2018. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine (TBDY2019) Göre Afyonkarahisar için Deprem Yüklerinin Değerlendirilmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18 (015602): 1028-1035.
- Benli vd., (2018). Türkiye’de Afet Yönetimi ve Doğal Kaynaklı Afet İstatistikleri, Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, Ankara.
- Bikçe, M. 2017. Türkiye’deki Depremlerde Alınan ve Alınabilecek Önlemler. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 9 (2): 25-31.
- Cansız, S. 2022. Türkiye’de Kullanılan Deprem Yönetmeliklerinin Özellikleri ve Eşdeğer Yatay Deprem Yüğü Hesabının Değişimi. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 14 (1): 58-71.
- Çoban, M. 2009. Yeni Deprem Yönetmeliğinin (2007) 1975 Yönetmeliğine Göre Getirdiği Güvenlik Artışının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, T.C. Sakarya Üniversitesi, Sakarya, 95 s.
- Dipova, N. ve Cangir, B. 2011. Antalya İli Yerleşim Alanının Depremselliğinin Araştırılması. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 35 (2): 93-114.
- Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu, (2023). T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Ankara.
- Kıvılcım, N.Y. 2005. Deprem Etkisi Altında Yapılarda Oluşan Taban Kesme Kuvvetlerinin Kıyaslanması. DEÜ Mühendislik Fakültesi Dergisi, 7 (1): 1-17.
- Küçükyeşil, S. 2023. Betonarme Bir Yapıda Değişen Zemin Sınıfının Deprem Kuvvetleri Üzerindeki Etkisinin Doğrusal Analiz Yöntemleri ile Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, T.C. Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, 78 s.
- Özmen, B. 2023. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritalarının Tarihsel Gelişimi ve Ankara’ya Etkileri. Afet ve Risk Dergisi, 6 (3): 710-722.

- Özmen, B. ve Pampal, S. 2017. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritalarının Evrimi. 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 11-13 Ekim, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Sayılı, R. 2015. Antalya İli Fiziki Haritası. http://cografyaharita.com/haritalarim/2a_antalya_ili_fiziki_haritasi2.png [Son erişim tarihi: 08.02.2025].
- TBDY, (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, T.C. Resmi Gazete (18/03/2018), 30364. Afet ve Acil Durum Başkanlığı, Ankara.

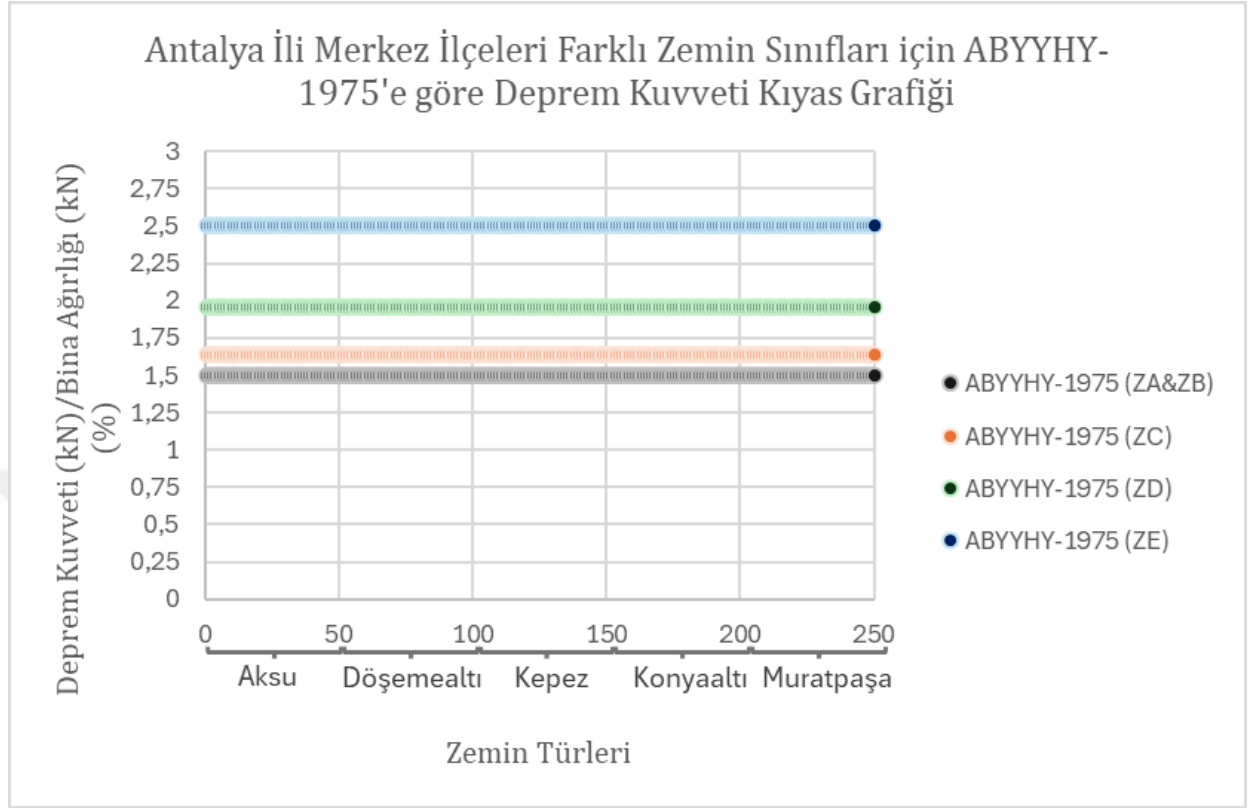


7. EKLER

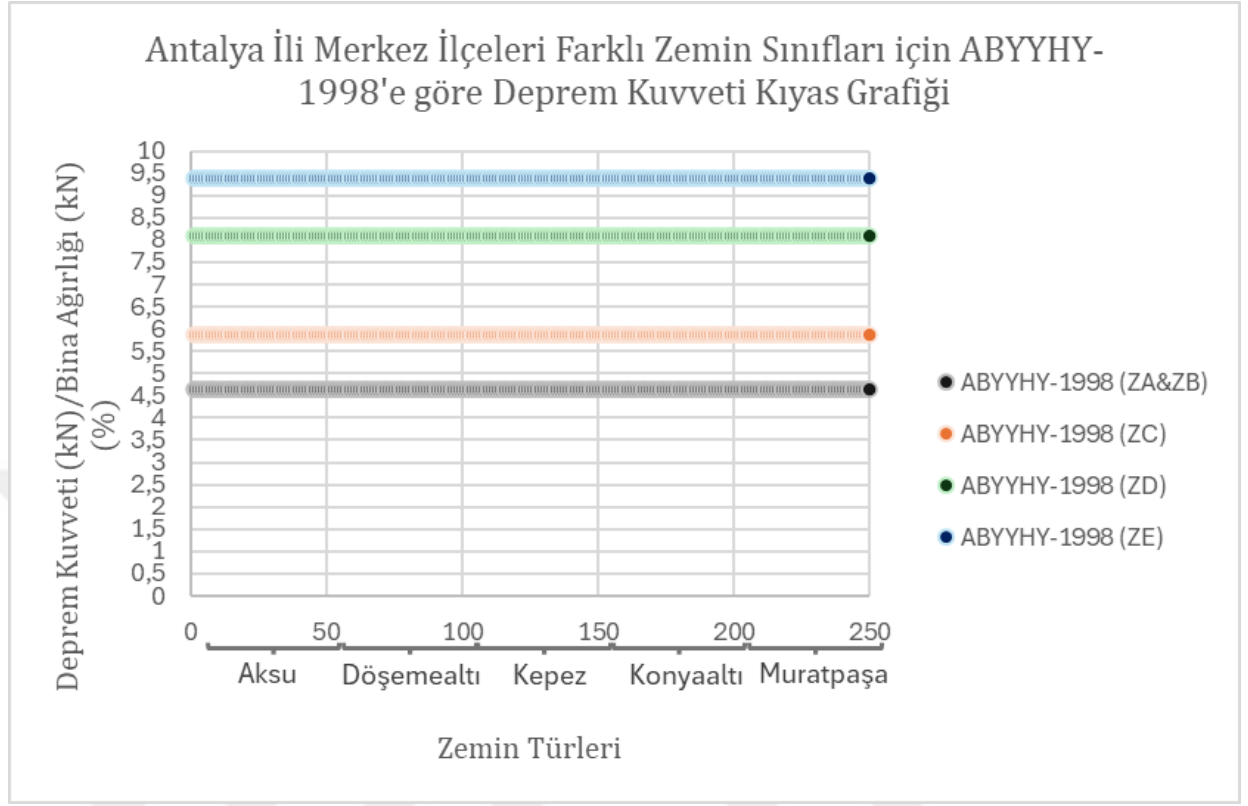
EK-1. Antalya ili merkez ilçeleri farklı zemin sınıfları için TBDY-2018'e göre deprem kuvveti kıyas grafiği.

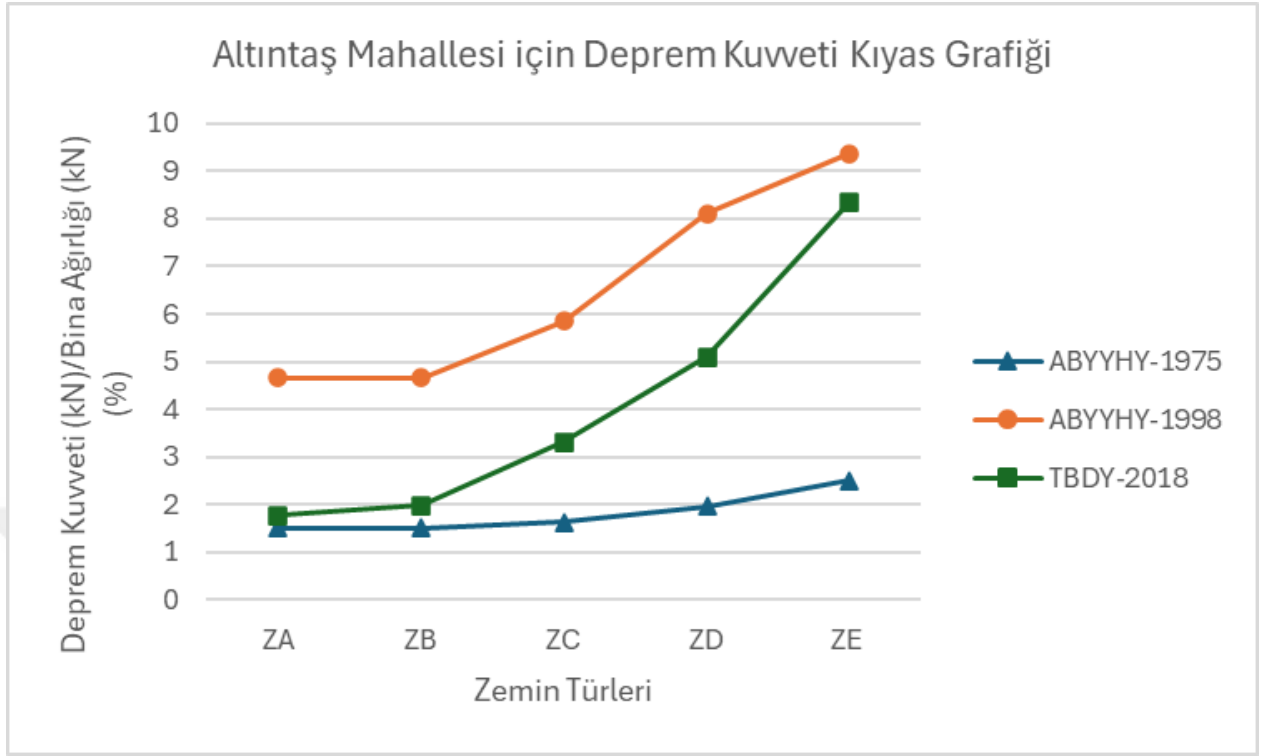


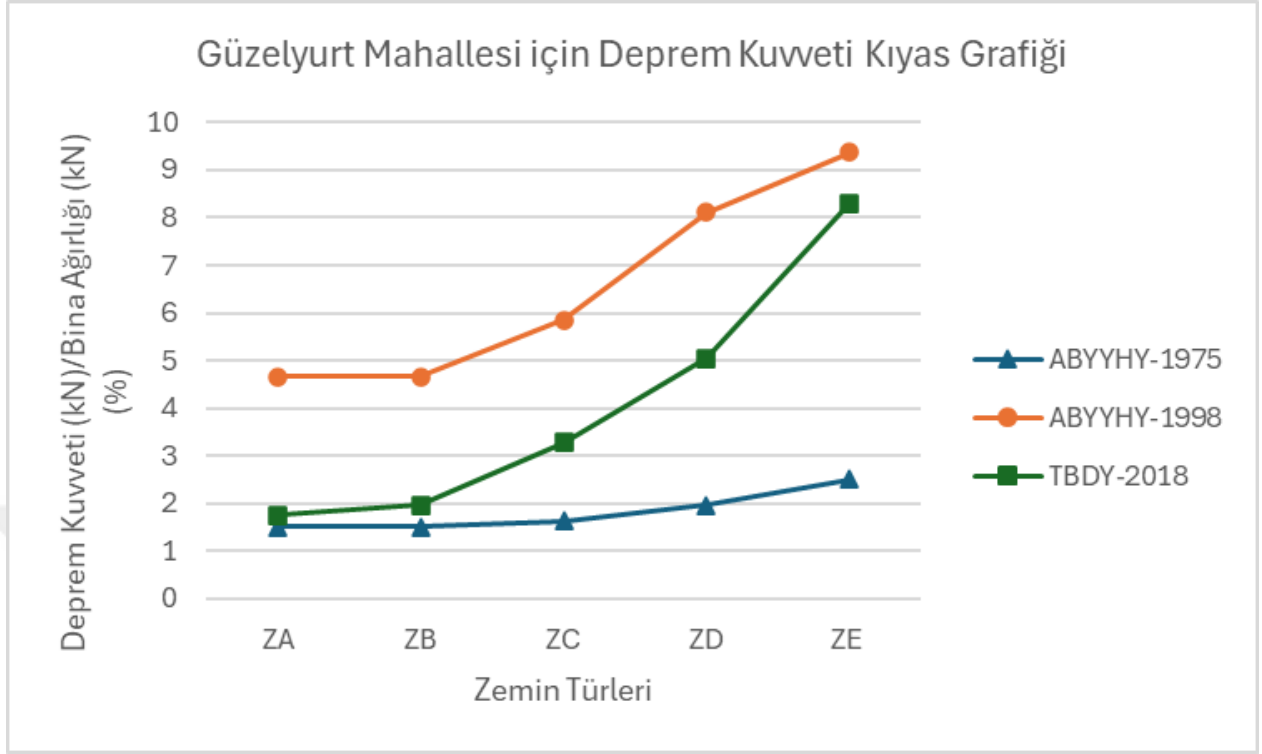
EK-2. Antalya ili merkez ilçeleri farklı zemin sınıfları için ABYYHY-1975'e göre deprem kuvveti kıyas grafiği.

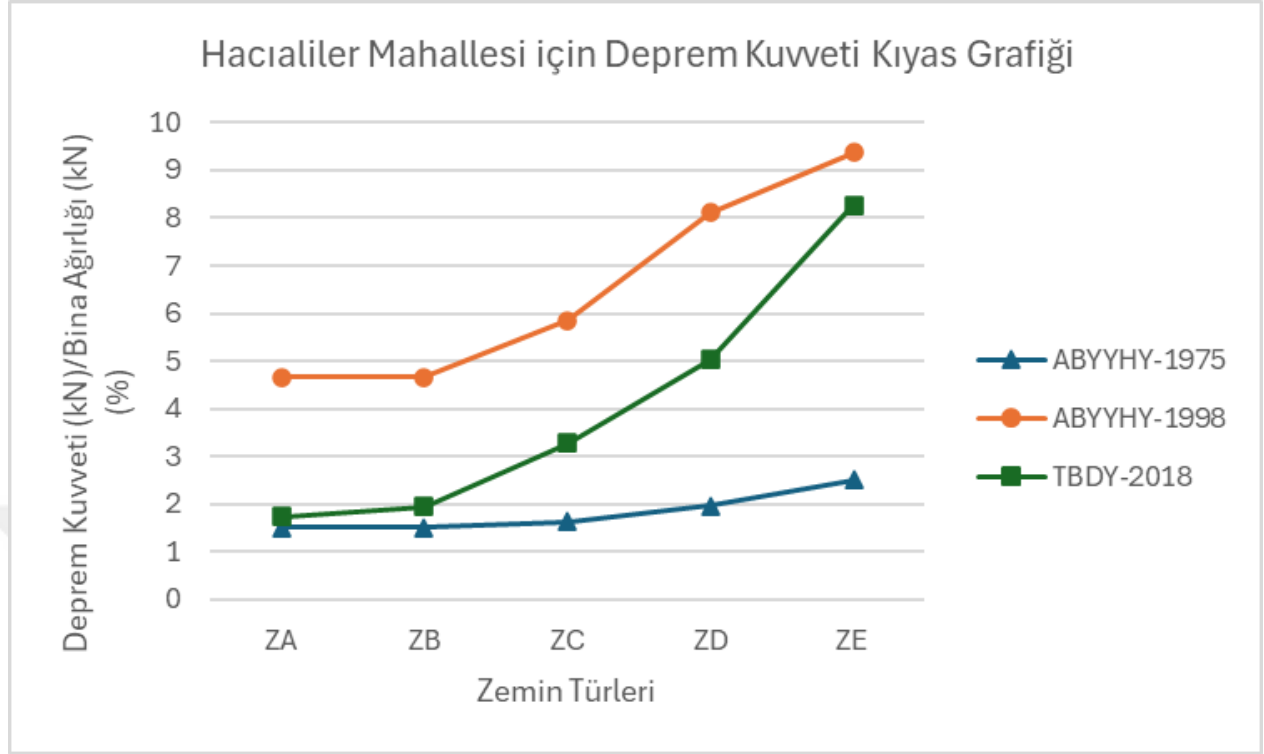


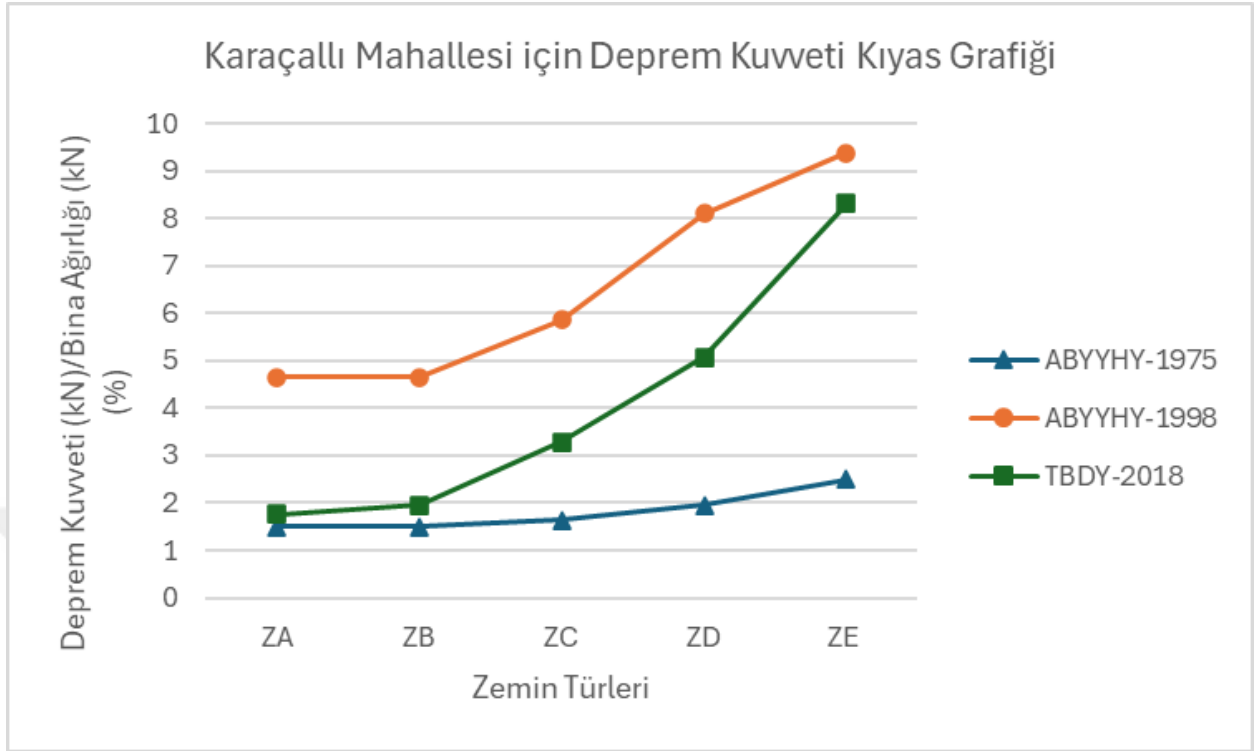
EK-3. Antalya ili merkez ilçeleri farklı zemin sınıfları için ABYYHY-1998'e göre deprem kuvveti kıyas grafiği.

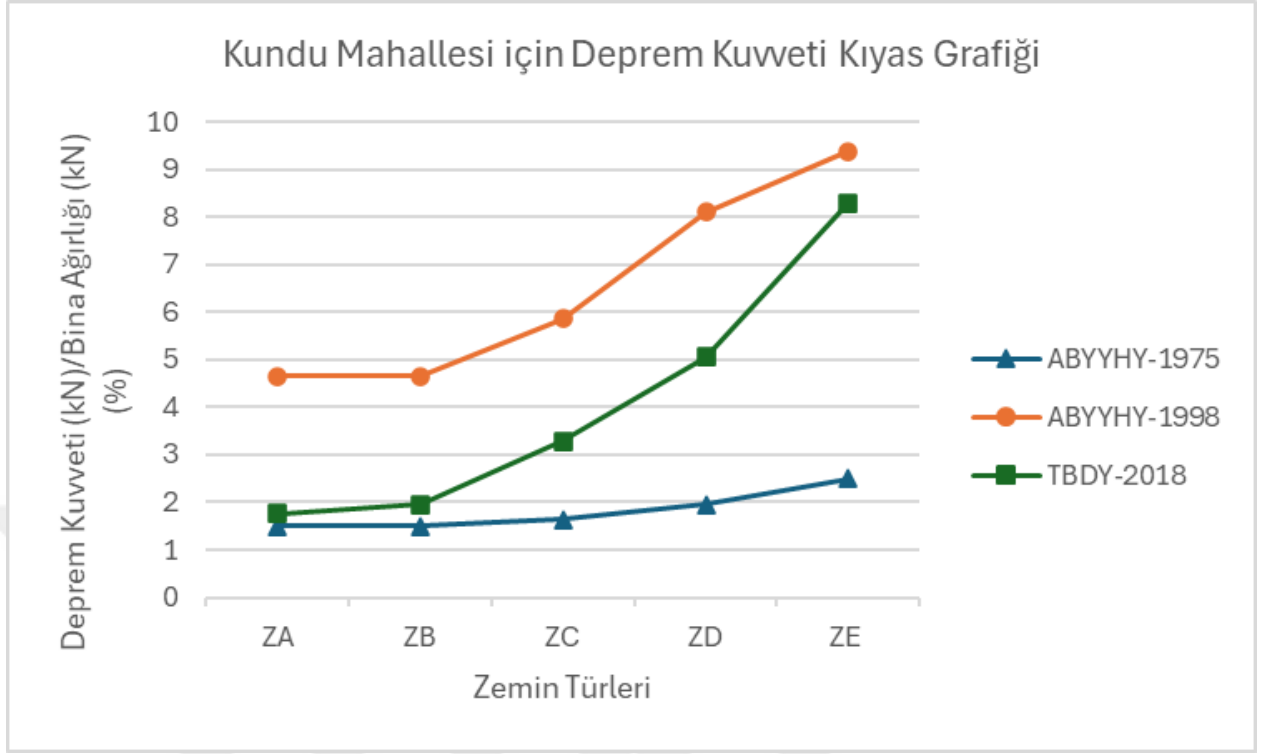


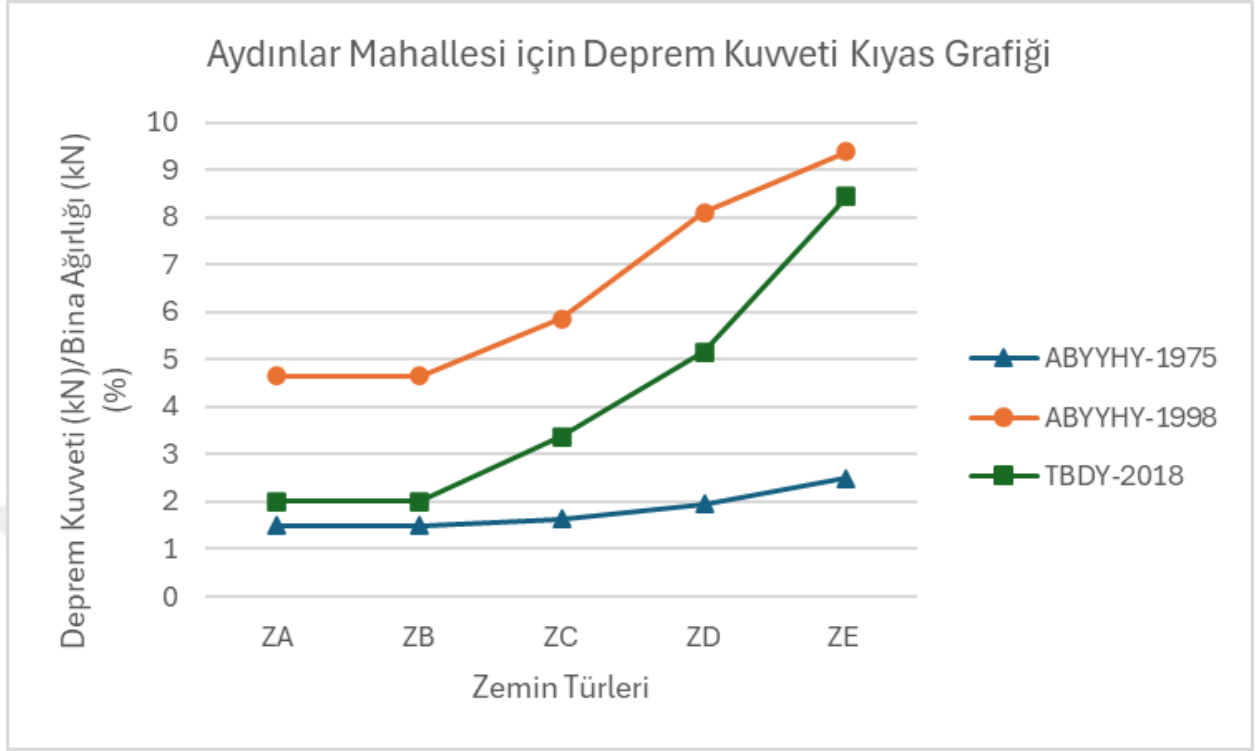
EK-4. Aksu ilçesi- Altıntaş Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

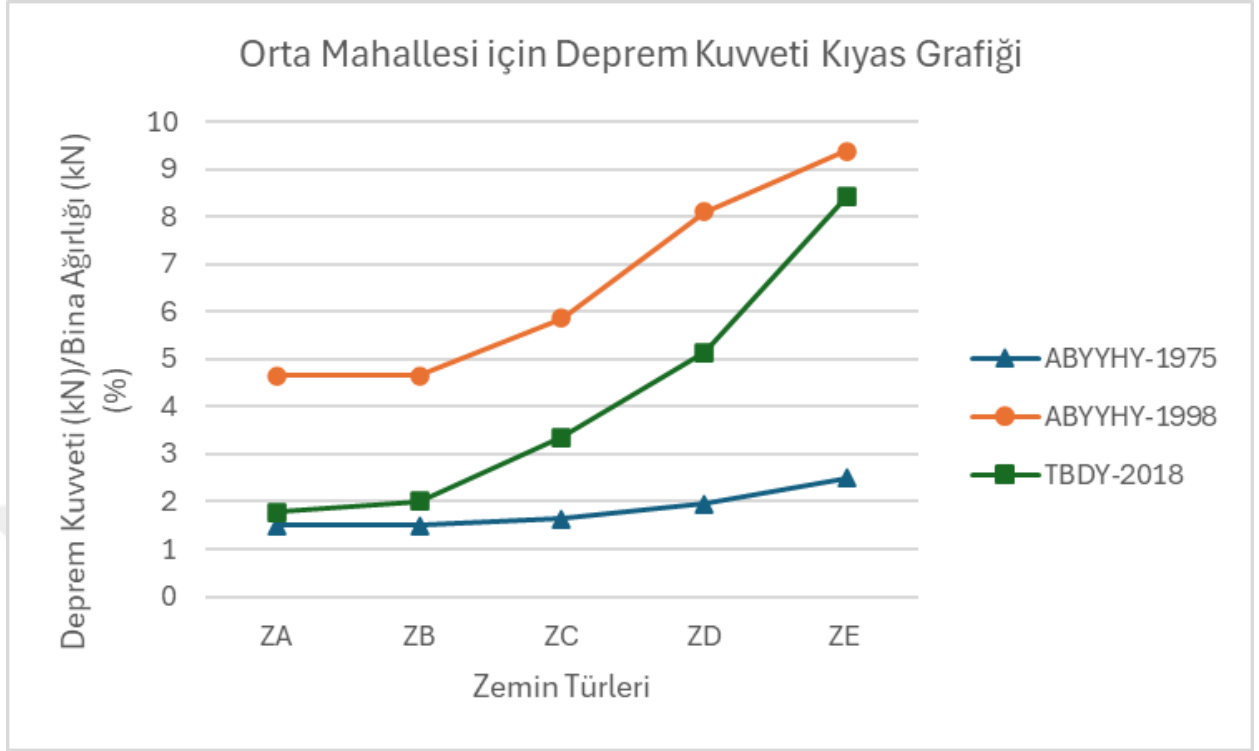
EK-5. Aksu ilçesi- Güzelyurt Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

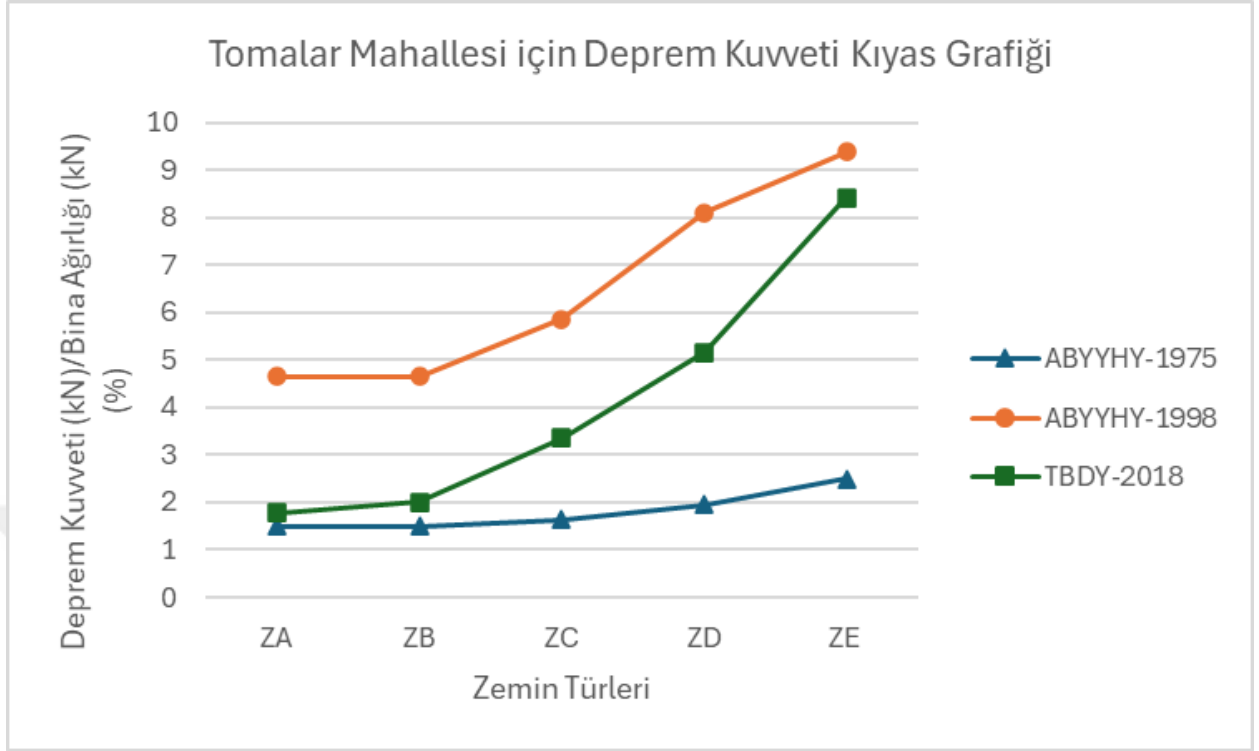
EK-6. Aksu ilçesi- Hacıaliler Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

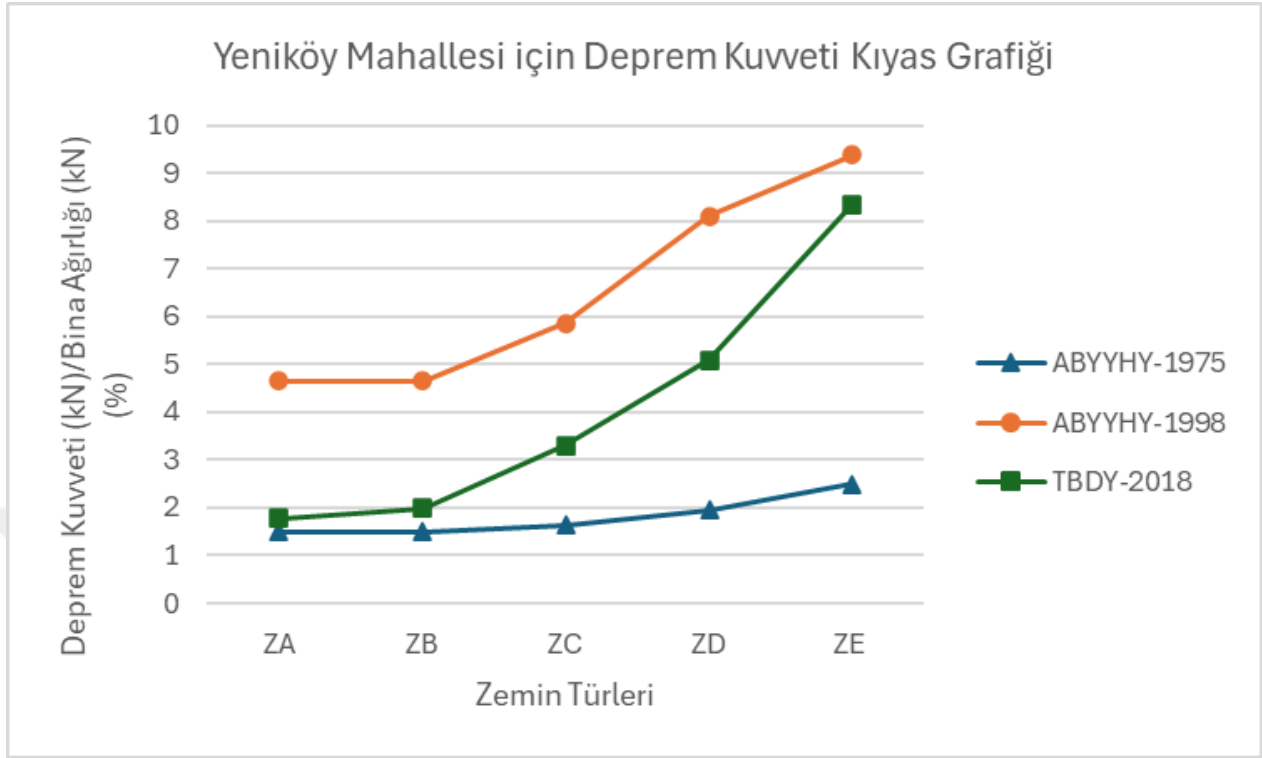
EK-7. Aksu ilçesi- Karaçalı Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

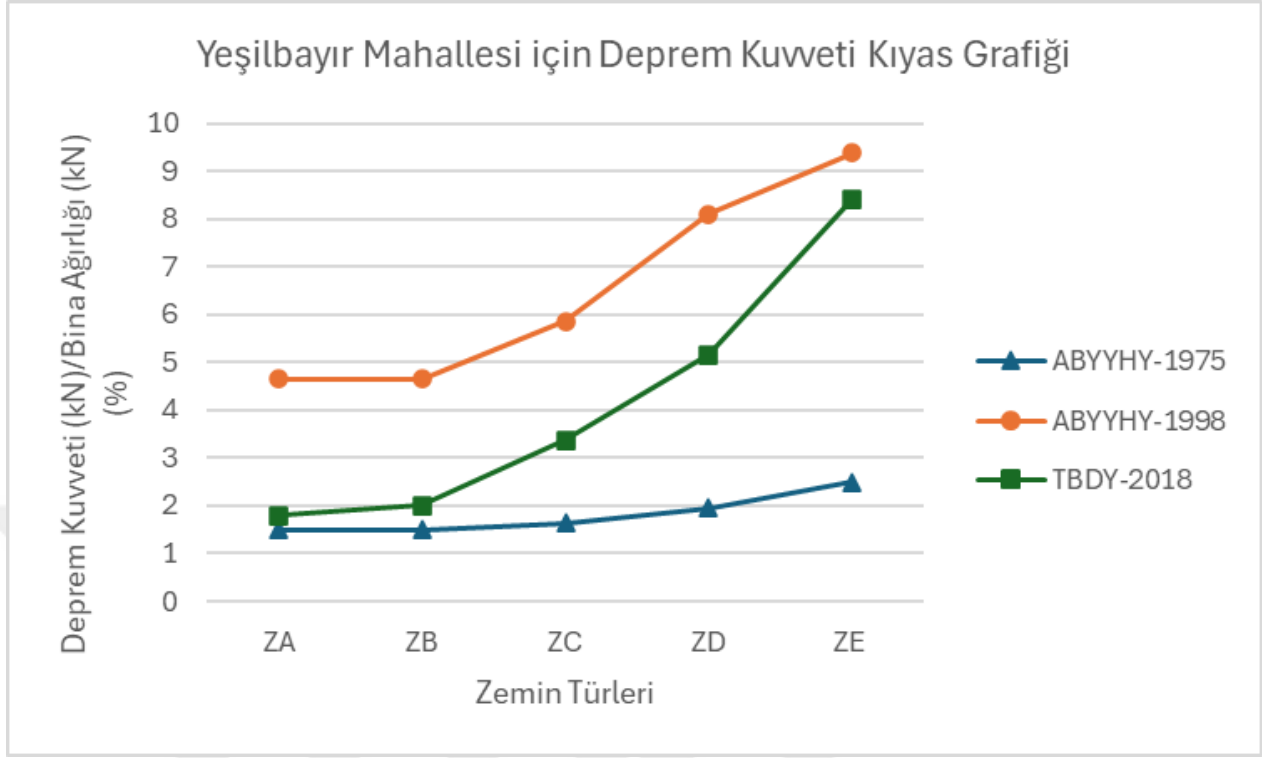
EK-8. Aksu ilçesi- Kundu Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

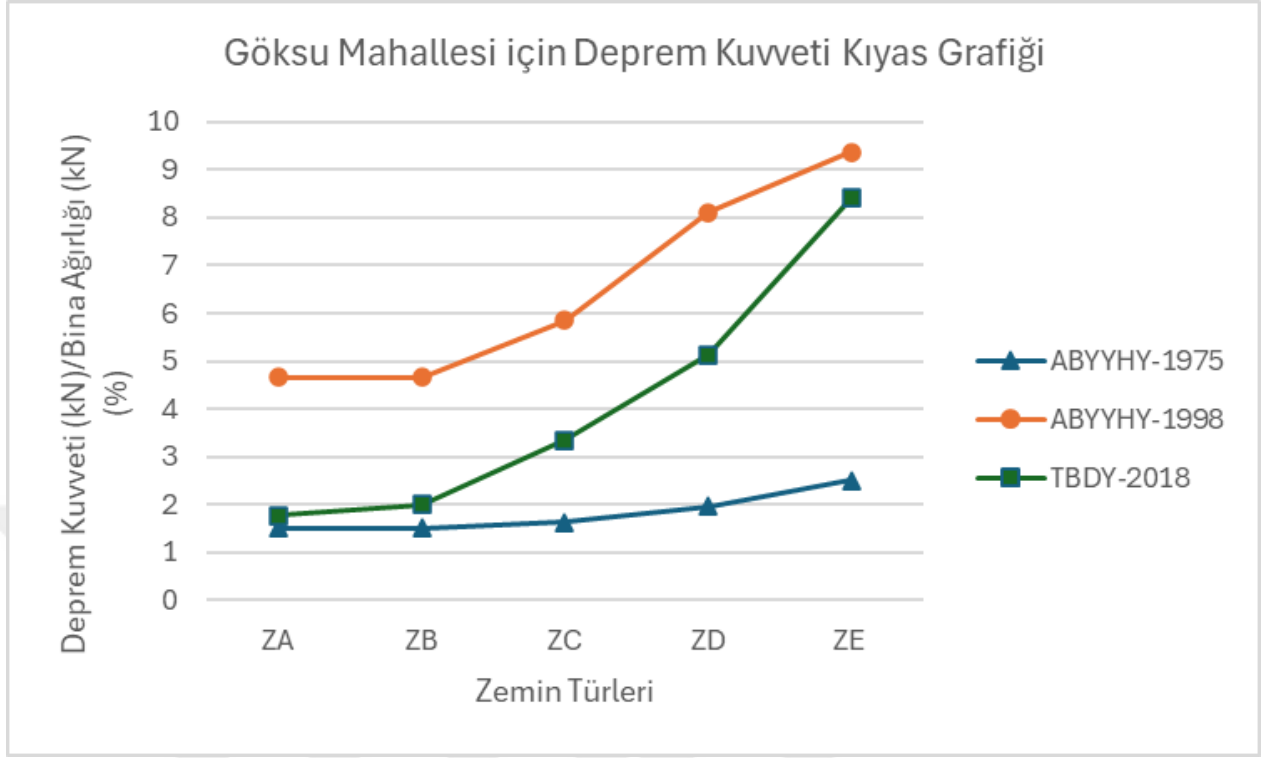
EK-9. Döşemealtı ilçesi- Aydınlar Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

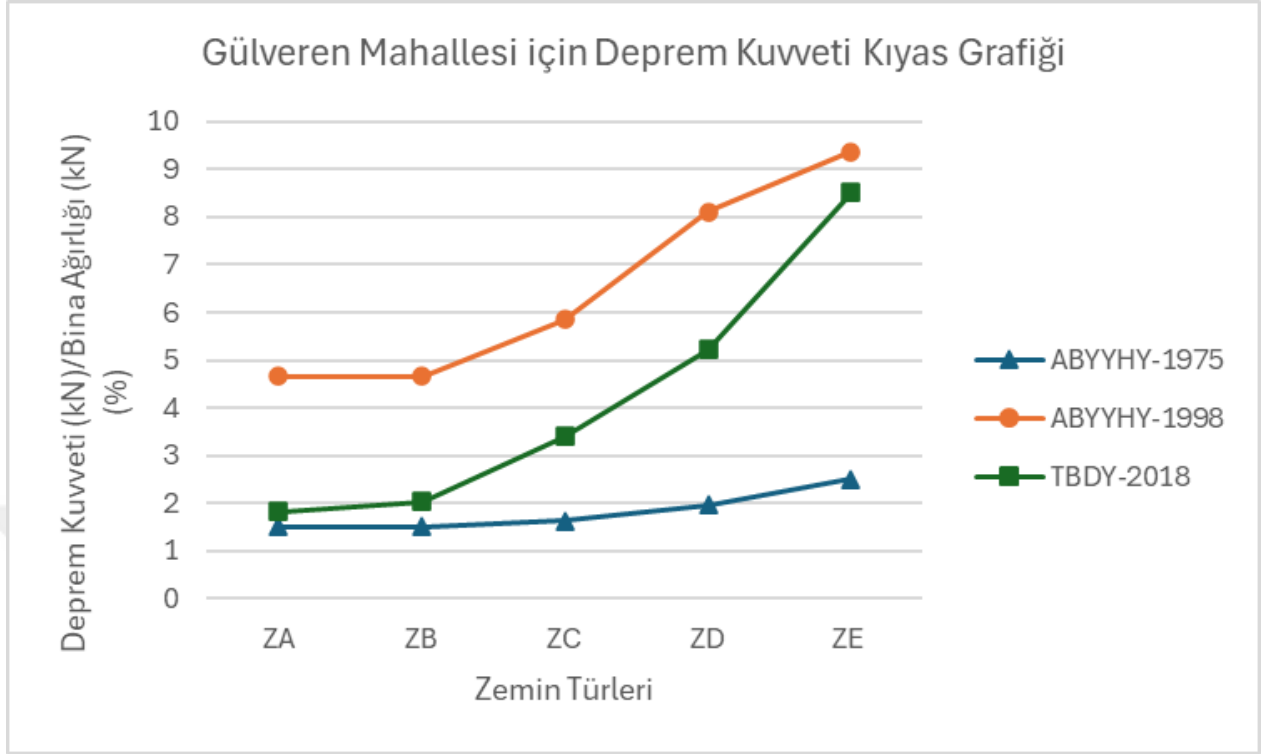
EK-10. Döşemealtı ilçesi- Orta Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

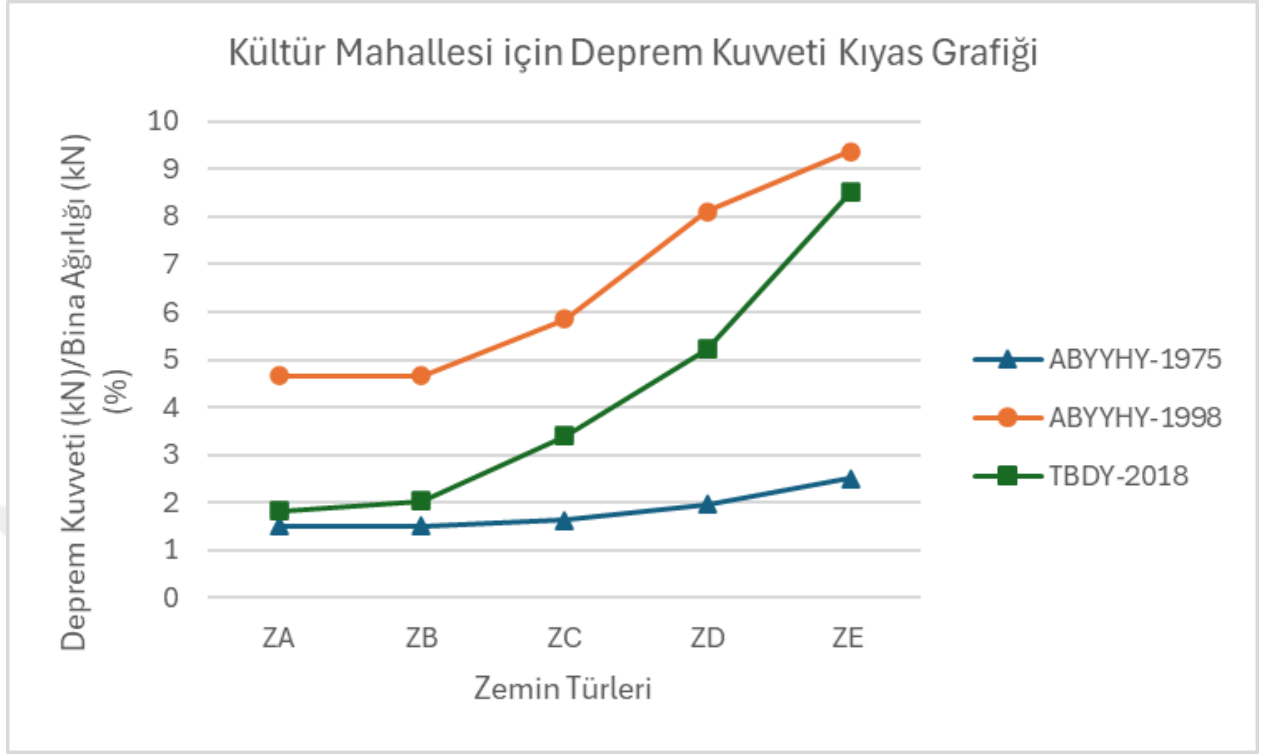
EK-11. Döşemealtı ilçesi- Tomalar Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

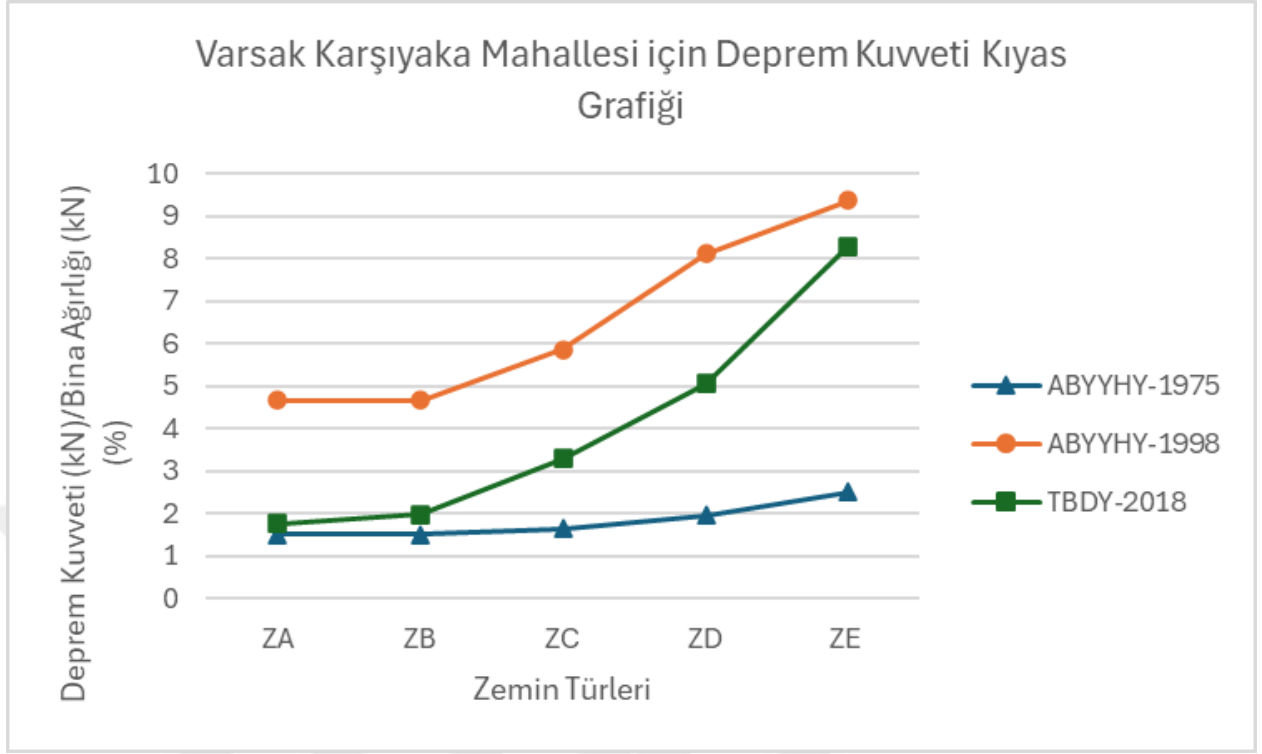
EK-12. Döşemealtı ilçesi- Yeniköy Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

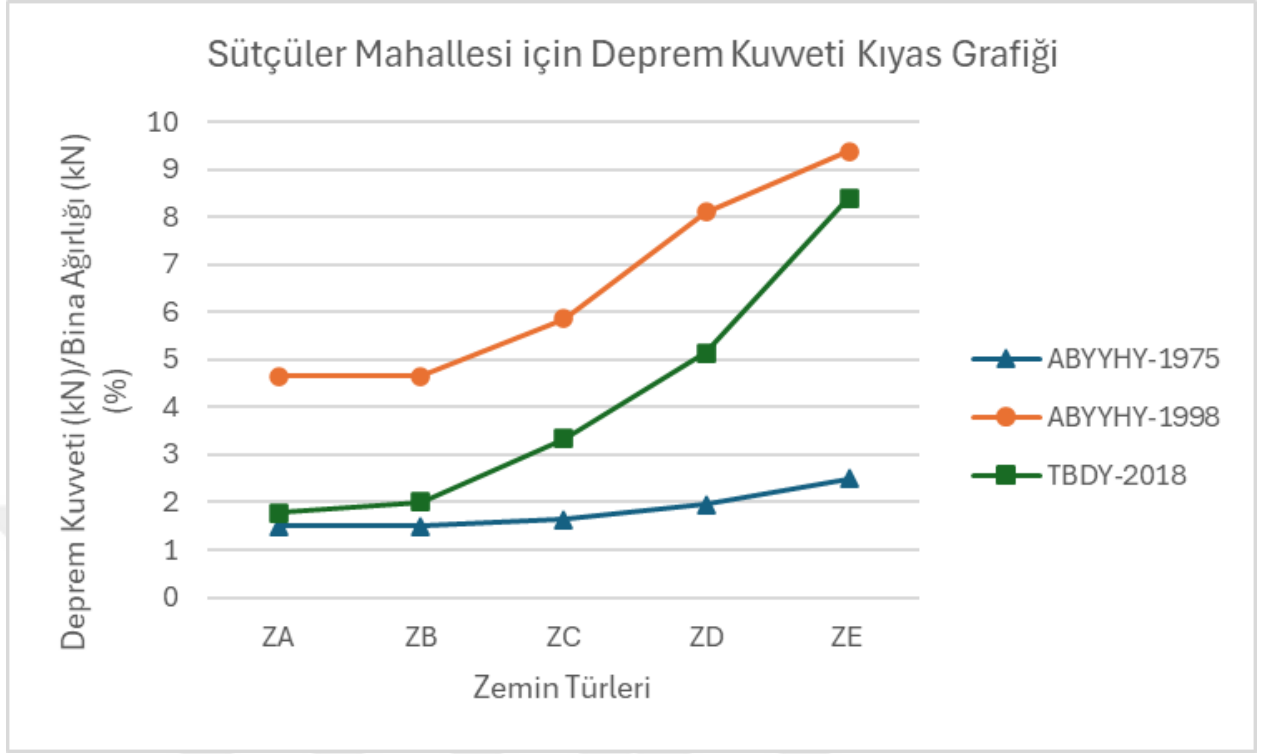
EK-13. Döşemealtı ilçesi- Yeşilbayır Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

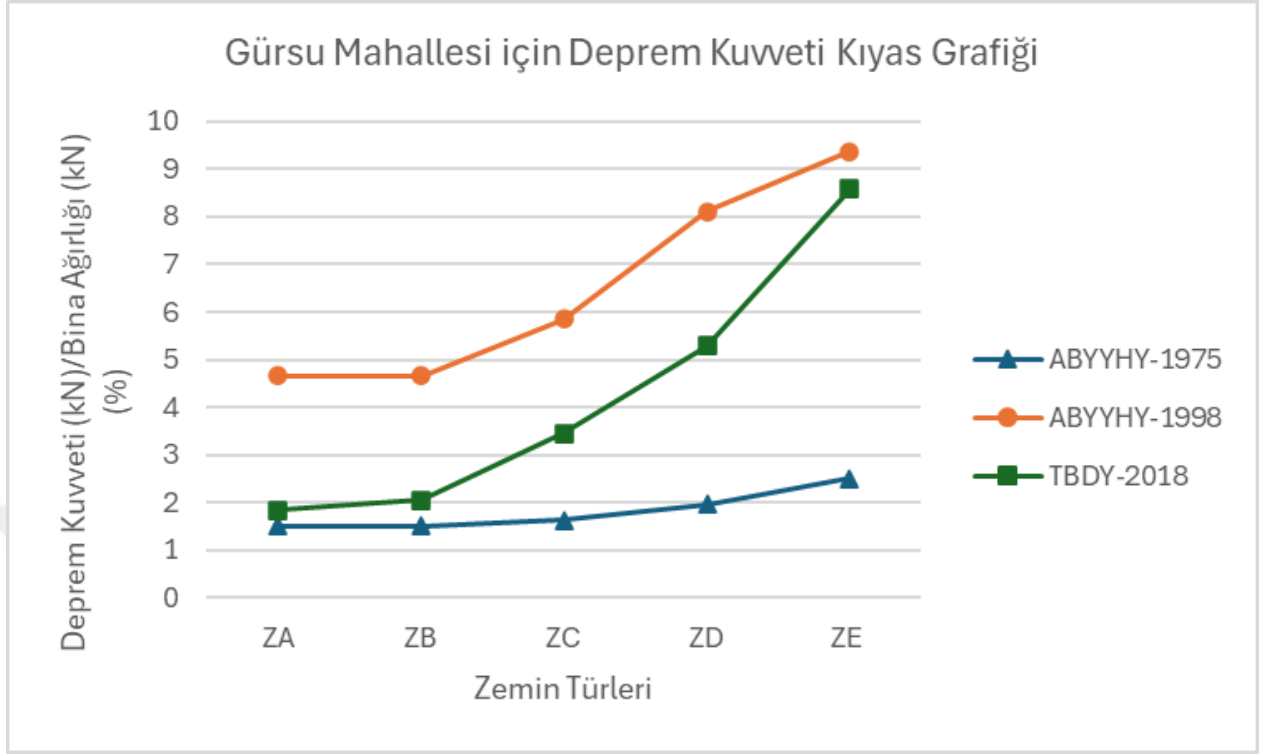
EK-14. Kepez ilçesi- Göksu Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

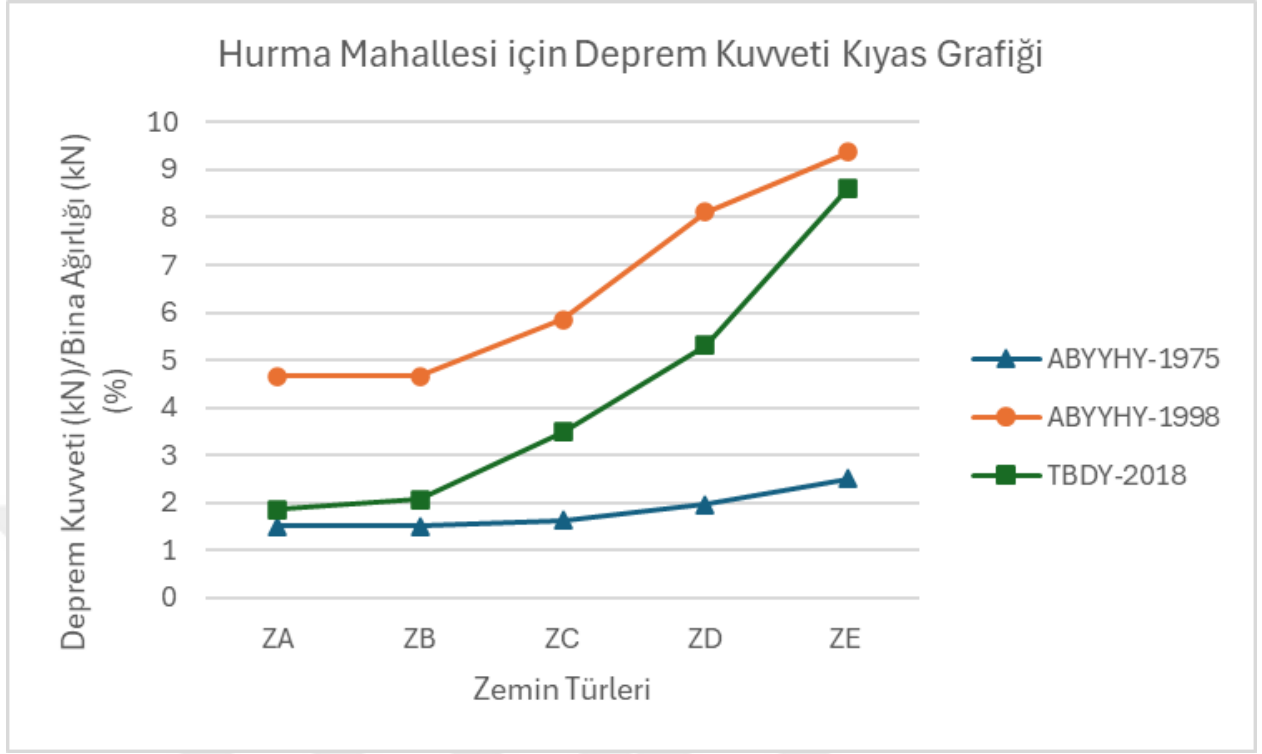
EK-15. Kepez ilçesi- Gülveren Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

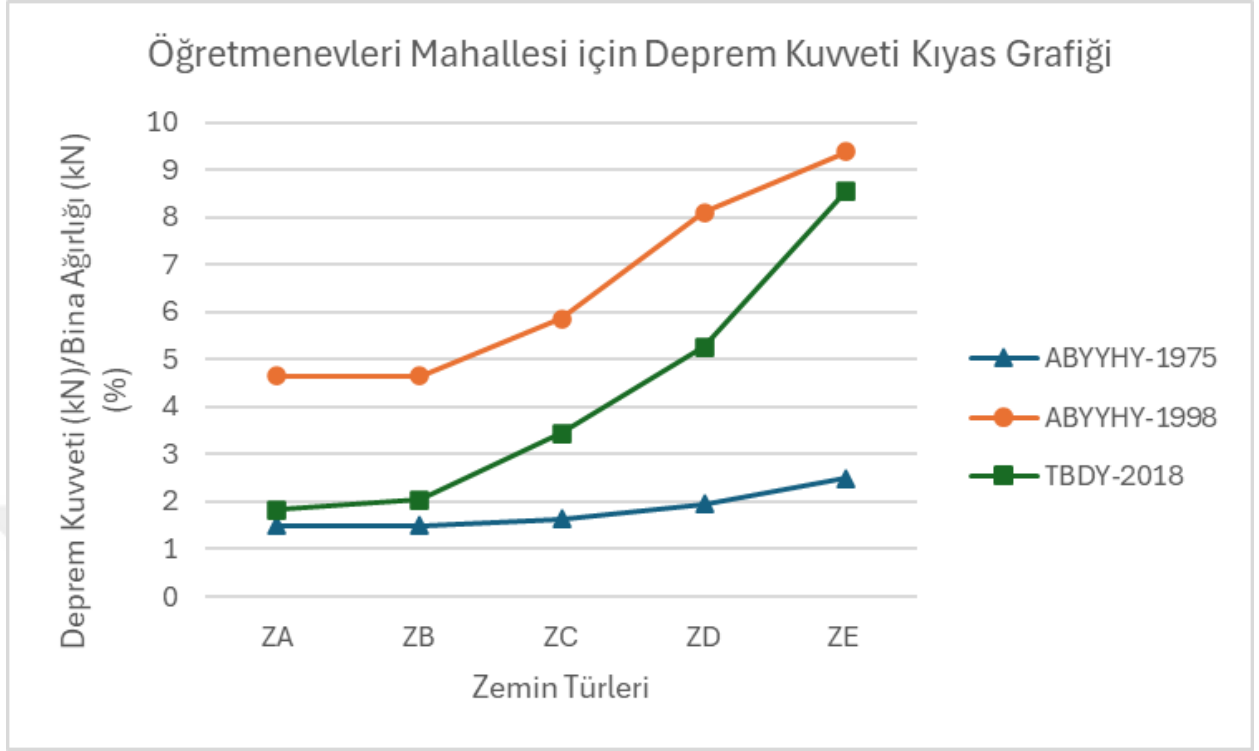
EK-16. Kepez ilçesi- Kültür Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

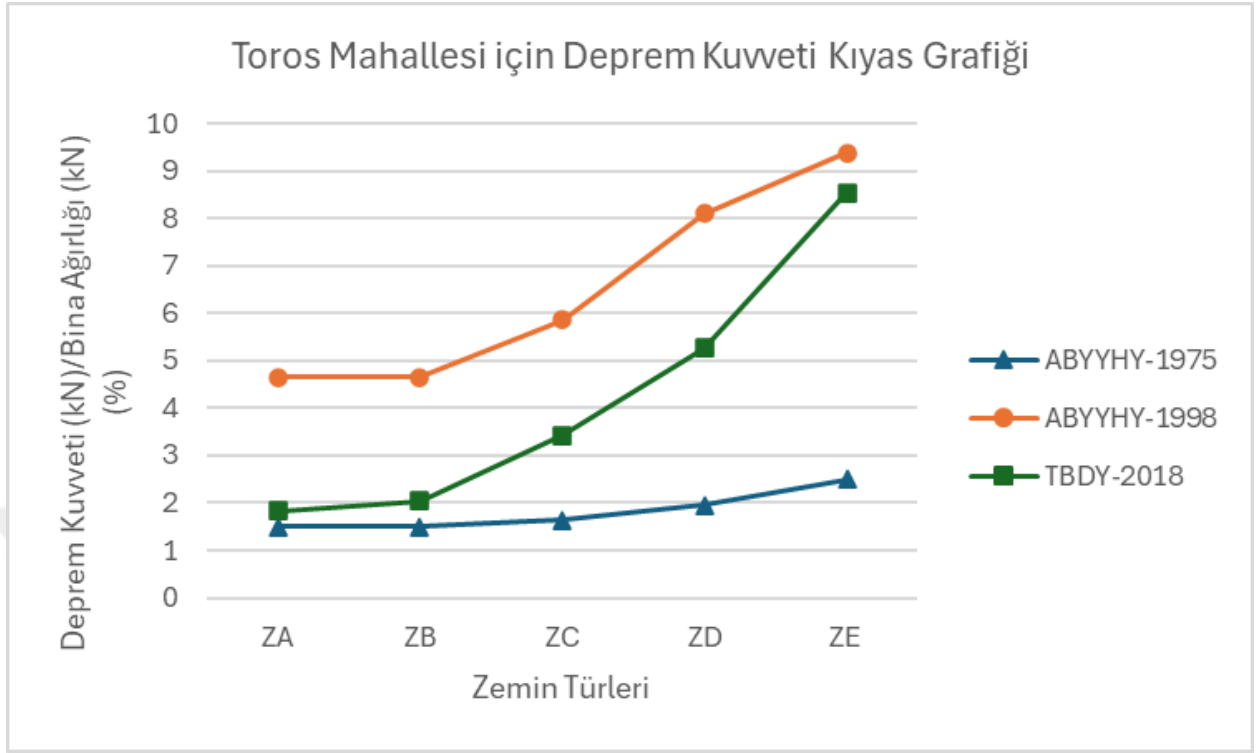
EK-17. Kepez ilçesi- Varsak Karşıyaka Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

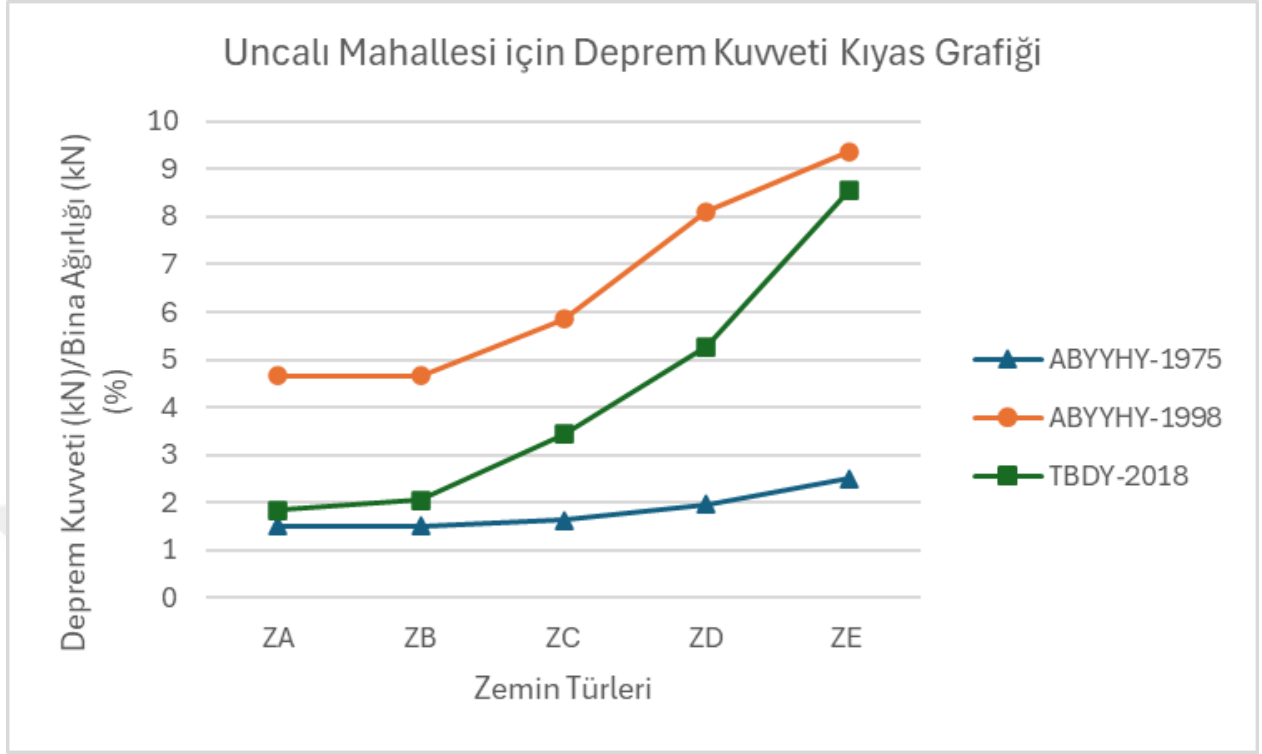
EK-18. Kepez ilçesi- Sütçüler Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

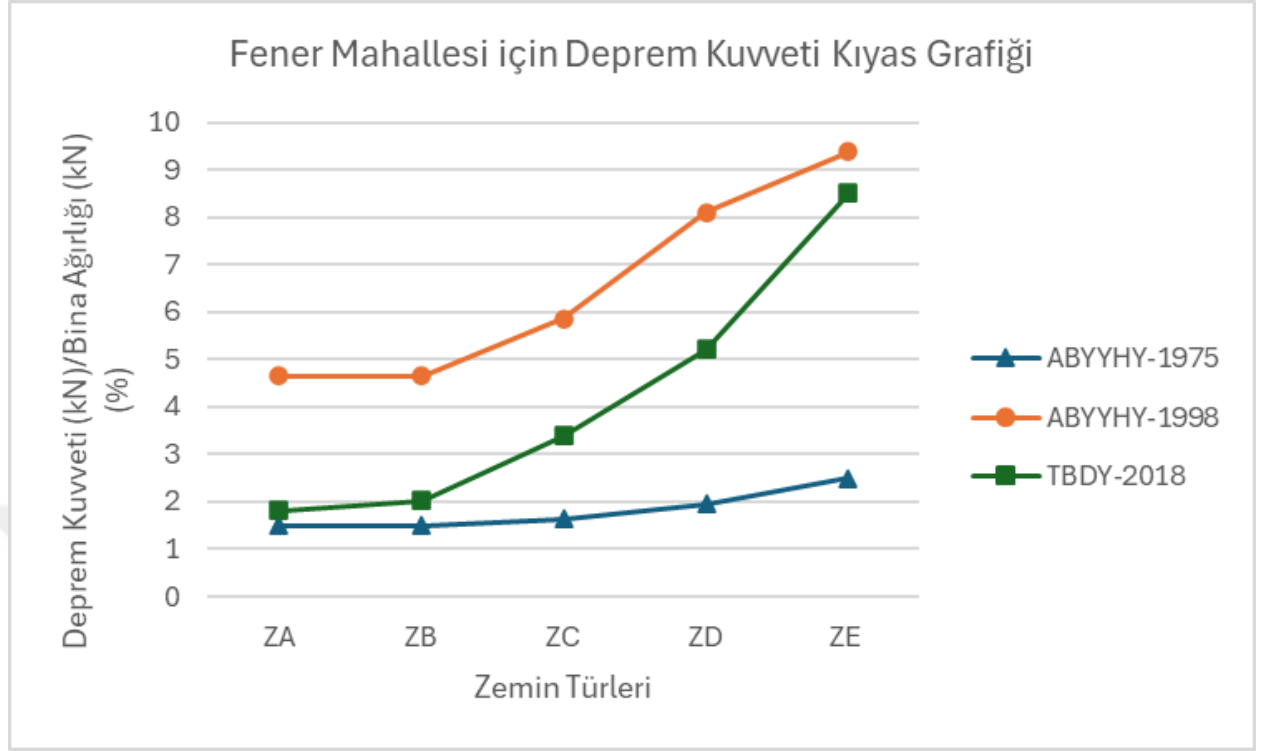
EK-19. Konyaaltı ilçesi- Gürsu Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

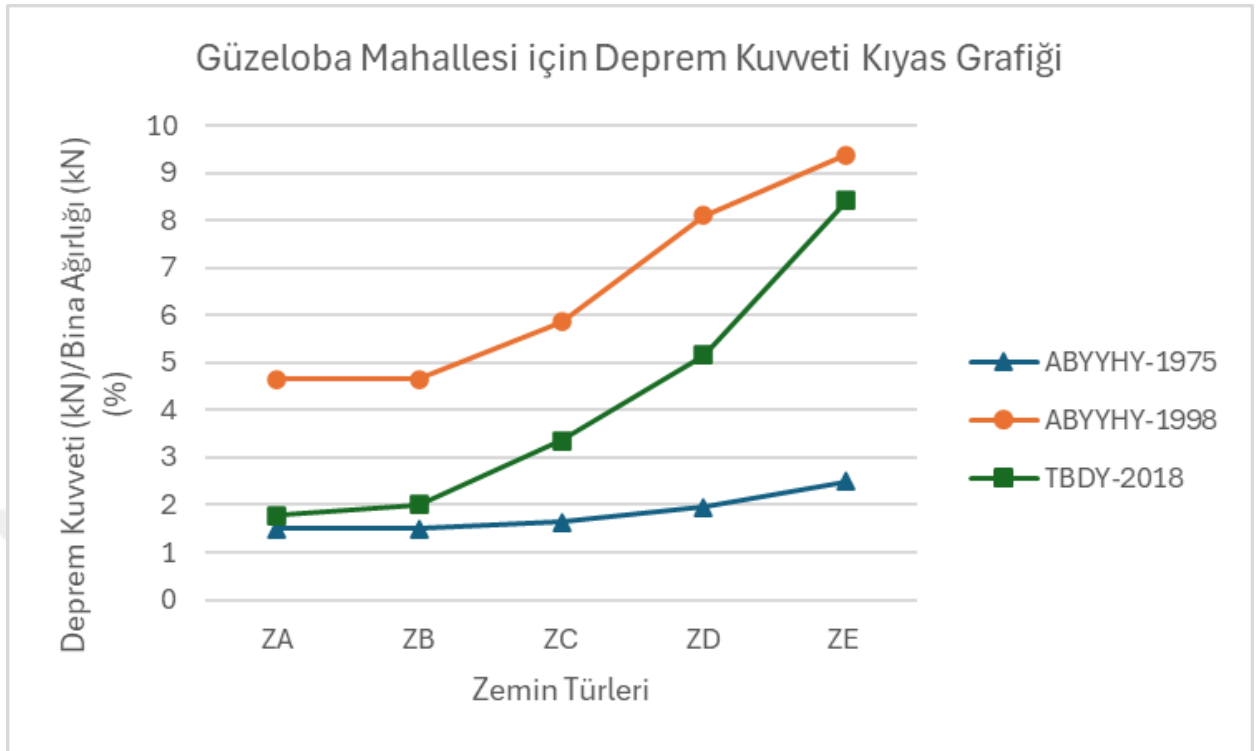
EK-20. Konyaaltı ilçesi- Hurma Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

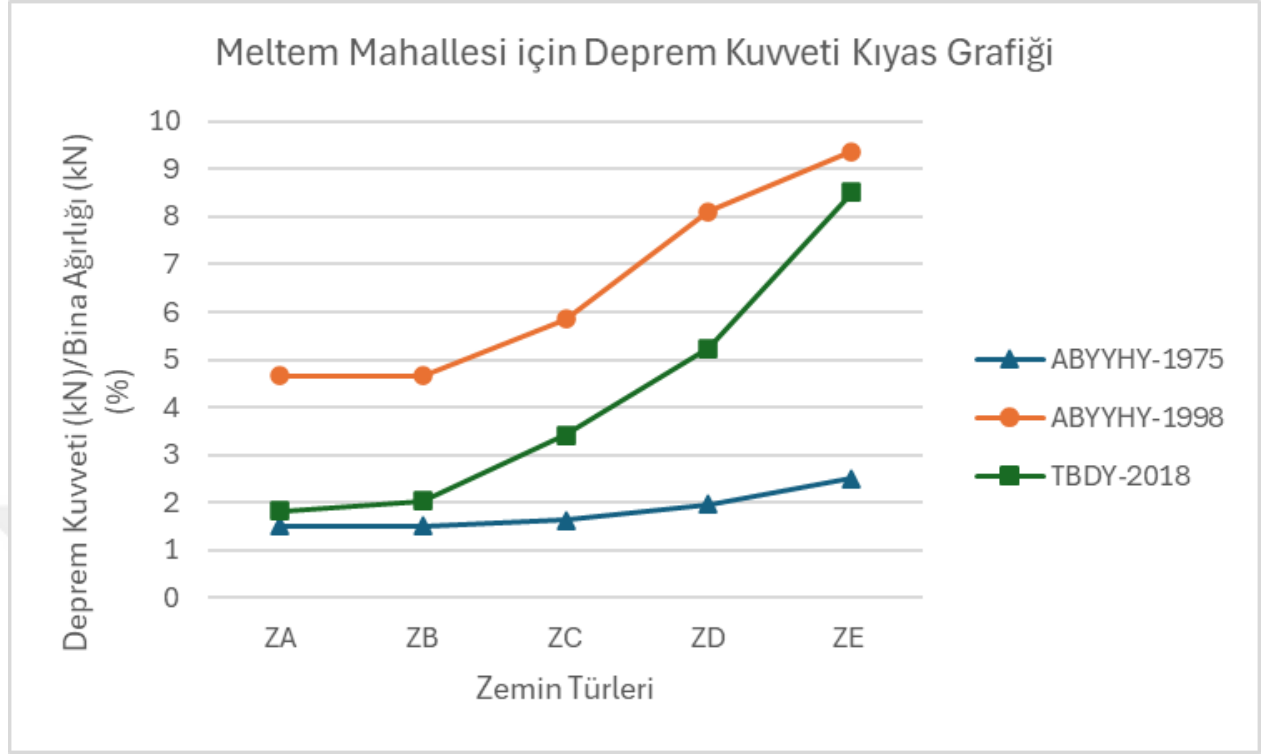
EK-21. Konyaaltı ilçesi- Öğretmenevleri Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

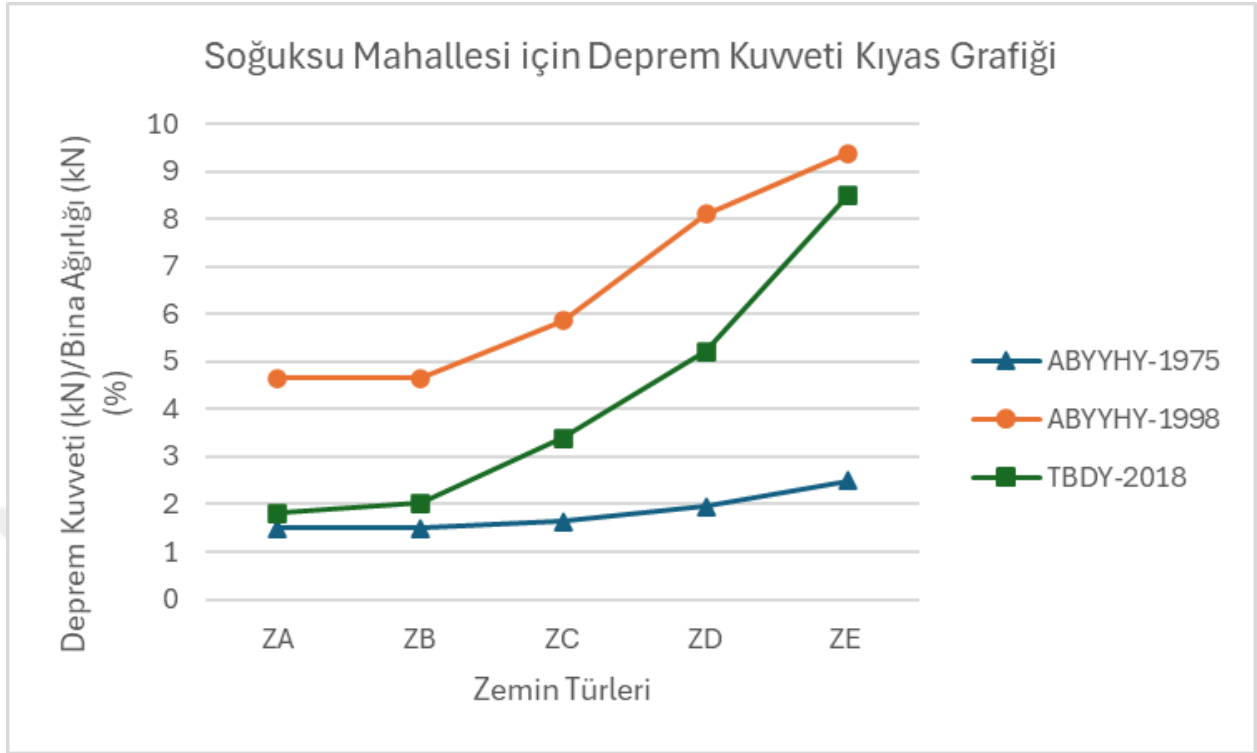
EK-22. Konyaaltı ilçesi- Toros Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

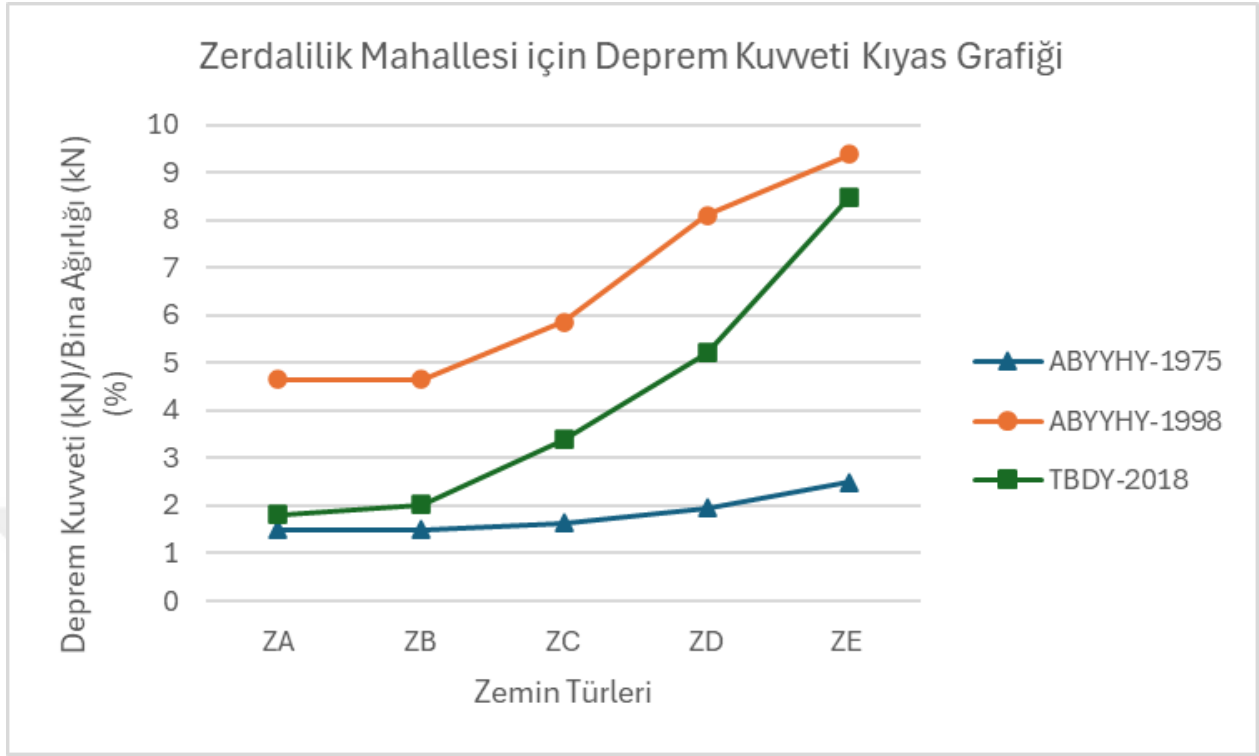
EK-23. Konyaaltı ilçesi- Uncalı Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

EK-24. Muratpaşa ilçesi- Fener Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

EK-25. Muratpaşa ilçesi- Güzeloba Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

EK-26. Muratpaşa ilçesi- Meltem Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

EK-27. Muratpaşa ilçesi- Soğuksu Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

EK-28. Muratpaşa ilçesi- Zerdalilik Mahallesi için deprem kuvveti kıyas grafiği.

ÖZGEÇMİŞ

Rana Nur TÜRE

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2023-2025	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Antalya
Lisans 2018-2023	İzmir Ekonomi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Stajyer İnşaat Mühendisi Ağustos-Eylül 2022	Genç Bayramoğlu Ltd. Şti.- Teknik Ofis Stajı Balıkesir
Resmi Öğrenci Asistanlığı Şubat-Haziran 2022	İzmir Ekonomi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir
Stajyer İnşaat Mühendisi Temmuz-Ağustos 2021	T.C. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Ankara