

**T.C.  
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**ANKARA VE SİLİVRİ DEPREMSELLİĞİ VE DEPREM  
KUVVETLERİNİN DBYBHY-2007 VE TBDY-2018 İLE  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**MUSAB AKDENİZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN  
DR. ÖĞR. ÜYESİ AHMET YÜCEL ÜRÜŞAN**

**İSTANBUL, 2020**

170901042 öğrenci numaralı Musab AKDENİZ tarafından hazırlanan “Ankara ve Silivri depremselliği ve deprem kuvvetlerinin DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 ile karşılaştırılması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile İstanbul Gelişim Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Yücel ÜRÜŞAN  
İnşaat Mühendisliği, İstanbul Gelişim Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum .....

**Başkan :** Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN  
İnşaat Mühendisliği, İstanbul Gelişim Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum .....

**Üye :** Doç. Dr. Savaş ERDEM

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi İnşaat Müh.

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum .....

Tez Savunma Tarihi: ...../...../.....

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....  
Prof.Dr. İzzet GÜMÜŞ  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdür V.

## ETİK BEYAN

İstanbul Gelişim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Musab AKDENİZ

...../...../.....

ANKARA VE SİLİVRİ DEPREMSELLİĞİ VE DEPREM KUVVETLERİNİN  
DBYBHY-2007 VETBDY-2018 İLE KARŞILAŞTIRILMASI  
(Yüksek Lisans Tezi)

Musab AKDENİZ

İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
Temmuz 2020

ÖZET

18.03.2018 tarihinde Resmî Gazetede yayınlanan ve 01.01.2019 tarihinde yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018 (TBDY-2018) ile 2007 tarihli Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007) yürürlükten kalkmıştır. Ayrıca yeni yönetmelikle birlikte yürürlüğe giren Türkiye Deprem Tehlike Haritaları (TDTH-2018) ile ülkemizde günümüze kadar geçerliliğini koruyan 1996 tarihli Deprem Bölgeleri Haritası da yürürlükten kalkmıştır. Her bakımdan köklü değişiklikler içeren yeni yönetmelik ve deprem haritasının, yürürlükten kalkacak yönetmeliklerle karşılaştırılması mühendis ve mimarlar için tasarım süreçlerinde yol gösterici olacaktır.

Bu tez çalışmasında deprem çeşitleri, deprem karakteristiği, depremlerin ölçülmesi, deprem dalgalarının özellikleri, Türkiye deprem haritaları, yönetmelikleri ve farkları, güncellenen deprem bölgeleri haritasının eskisine göre farklılıkları, Ankara ve Silivri örnekleri üzerinden yapılardaki son durumlar, deprem-zemin-yapı ilişkileri gibi konular gözden geçirilmiştir. Yukarıda adı geçen 2007 ve 2018 yönetmelikleri perspektifinde Ankara ve Silivri depremsellik durumları incelenerek, senaryo deprem, bölge ve binalar üzerinden gerekli analizler yapılarak farklılıklar karşılaştırılmıştır. Tasarım depremi için, yapı ölçü özellikleri ile zemin cinsi aynı tutulan bir yapı için 4 farklı koordinatta 2 farklı yönetmelikle analizleri sonucu, yeni yönetmeliğin ve Türkiye Deprem Tehlike Haritası'nın ne tip değişiklikler getirdiği araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deprem, 2019 Deprem Bölgeleri Haritası, Riskli Yapılar, Deprem Kuvvetleri, Yapı, Yönetmelikler, Türkiye Deprem Tehlike Haritaları

Sayfa Adedi : 92

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Yücel ÜRÜŞAN

ANKARA AND SILIVRI EARTHQUAKESHIP AND COMPARISON OF  
EARTHQUAKE FORCES WITH DBYBHY-2007 -TBDY-2018

(M. Sc. Thesis)

Musab AKDENİZ

ISTANBUL GELISIM UNIVERSITY  
GRADUATE EDUCATION INSTITUTE

July 2020

SUMMARY

Published in the Official Gazette on 03/18/2018 and entered into force on 01.01.2019 Turkey Earthquake Building Regulations-2018 (TBDY-2018) to be Constructed in 2007, the Regulation on Building Seismic Zone (TDTH -2007) will be repealed. In addition, the new regulation came into force with Turkey Earthquake Hazard Maps (TDTH-2018) with 1996 which are valid until today our country was abolished in Earthquake Zones Map. Comparing the new regulation and earthquake map, which includes radical changes in all respects, with the regulations to be abolished, will guide the design processes for engineers and architects. In this study, the Ankara and Silivri seismicity drums were examined and the differences were compared with the necessary analyzes considering the 2 regulations. for the design earthquake, building dimensions, soil type and the feature can result in two different regulation analyzed in 4 different coordinates for the same held a drastic alterations of the structure seems to bring new regulations and Turkey earthquake hazard map.

In this project, earthquake varieties, earthquake characteristics, measurement of earthquakes, characteristics of earthquake waves, Turkey earthquake maps, regulations and differences, last updated earthquake zones map of differences, the last state in the structure according to the results of maps ranging from earthquake zones through examples Ankara and Silivri, earthquake-ground - issues such as structure relations were investigated.

Keywords: Earthquake, 2019 Earthquake Can Interrupt The Map, Risk Structures, Earthquake Forces, Building, Regulations, Turkey Earthquake Hazard Maps

Page Number : 92

Supervisor : Assistant. Prof. Dr. Ahmet Yücel ÜRÜŞAN

## TEŞEKKÜR

Bu projeyi hazırlamam sırasında bana rehberlik eden ve yol gösteren saygıdeğer hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Yücel ÜRÜŞAN hocama ve İstanbul Gelişim Üniversitesi'nde yaptığım Yüksek lisans süresince bana yardımcı ve destek olan arkadaşlarım; başta Sayın Baver ORUŐ' a ve Uğur ÖZCAN' a ve tez çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen Gazi Üniversitesinden sınıf arkadaşım İnşaat Yüksek Mühendisi Emrah BAHŐI'ye teşekkürü borç bilirim.

Canım aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İyi ki varsınız...



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	vi
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1.GİRİŞ.....	1
2.DEPREM NEDİR.....	3
2.1.Deprem Türleri.....	3
2.1.1. Tektonik deprem .....	4
2.1.2. Volkanik deprem.....	4
2.1.3. Çöküntü deprem.....	5
2.2.Odak Derinliklerine Göre Depremler .....	5
2.3.Uzaklıklarına Göre Depremler.....	6
2.4.Fay Oluşumu ve Tipleri .....	6
2.2.1. Normal fay .....	7
2.2.2. Ters fay .....	7
2.2.3. Doğru atımlı fay.....	8
2.2.4. Verev fay.....	8
3.DEPREMLERİN ÖLÇÜLMESİ .....	9
3.1. Richter Ölçeği .....	9
3.2. Mercalli Şiddet Cetveli .....	10
4.DEPREM KARAKTERİSTİĞİ .....	13
4.1. Deprem Dalgalarının Özellikleri.....	16
4.1.1. Cisim dalgaları .....	16
4.1.3. Yüzey dalgaları .....	18
5.TÜRKİYE DEPREM BÖLGELERİ HARİTALARININ GELİŞİMİ.....	20
5.1. Deprem Bölgeleri Haritaları .....	21
5.1.1. 1945 Yersarsıntısı bölgeleri haritası .....	21
5.1.2. 1947 Yersarsıntısı bölgeleri haritası .....	22
5.1.3. 1963 Türkiye deprem bölgeleri haritası .....	23
5.1.4. 1972 Türkiye deprem bölgeleri haritası .....	24
5.1.5. 1996 Türkiye deprem bölgeleri haritası .....	25
5.2. Sismik Aktivite Ve Türkiye Deprem Tehlike Haritası .....	29
6.DEPREM YÖNETMELİKLERİNİN TÜRKİYE’DEKİ GELİŞİMİ.....	34

<b>7.TBDY-2018 VE TÜRKİYE DEPREM TEHLİKE HARİTASININ KULLANIMI VE ANKARA-SİLİVRİ KARŞILASTIRMASI .....</b>	<b>37</b>
7.1. Deprem Yer Hareketi Spektrumları Nasıl Oluşturulacak? .....	37
7.1.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyleri .....	37
7.1.2. Deprem Yer Hareketi Spektrumları .....	38
<b>8.ANKARA VE SİLİVRİ JEOLOLİK KONUM-DEPREMSELLİK VE İVME VERİ TABANLARI .....</b>	<b>47</b>
8.1. Ankara İli Depremelliği Örneği .....	48
8.2. İstanbul İli Silivri İlçesi Depremsellik Örneği .....	52
8.3. Ankara ve Silivri İvme İstasyonları ve Veri Analizleri .....	56
8.4. Ankara-Silivri Deprem Kuvvetleri Karşılaştırması Yapılacak Yapı Özellikleri	61
8.5. Ankara Mamak ve Gölbaşı Konumlarında Tasarlanan Yapı Deprem Kuvvetlerinin DBTBHY2007 ve TBDY2018 İle Karşılaştırılması.....	67
8.5.1. Mamak ve Gölbaşı deprem analiz sonuçları .....	71
8.6. Silivri İlçesinde 2 Farklı Konumda Tasarlanan Yapı Deprem Kuvvetlerinin DBTBHY2007 ve TBDY2018 ile Karşılaştırılması .....	74
8.6.1. Silivri’de bulunan 2 adres için deprem analiz sonuçları .....	78
8.7. Mamak, Gölbaşı, Silivri A ve B Konumları Deprem Kuvvetlerinin DBTBHY 2007 ve TBDY2018 Kullanılarak Grafikler İle Karşılaştırılması.....	81
<b>9.SONUÇ .....</b>	<b>85</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>88</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>92</b>
EK-1 İdecad Analiz Hesap Raporları .....	92
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>93</b>



## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Tablo 3-1. Richter Ölçeği'nin geçerli bir tablosu [6] .....	10
Tablo 3-2. Richter Ölçeği ve Mercalli Şiddet Cetveli [52].....	12
Tablo 4-1. Şiddet ve magnitüd ilişkisi [13] .....	16
Tablo 5-1. Deprem Bölgeleri ve esas alınan deprem şiddeti (TDBH 1963) [16].....	24
Tablo 5-2. Deprem Bölgeleri ve deprem şiddeti [16].....	25
Tablo 5-3. Deprem bölgeleri ve yer ivmesi (TDBH 1996) [18].....	28
Tablo 6-1. Deprem Yönetmelikleri Tarihçesi [29,30]. .....	34
Tablo 7-1. TBDY2018 Deprem Yer Hareket Düzeyleri [27] .....	37
Tablo 7-2. Yerel Zemin Sınıfları [27].....	39
Tablo 7-3. Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları [27].....	42
Tablo 7-4. 1,0 saniye periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları (TBDY Tablo 2.2) [27].....	43
Tablo 8-1. Ankara-İstanbul Güncel İvme istasyonları Listesi [48]. .....	56
Tablo 8-2. Mamak ve Gölbaşı için Yapı Tasarım Anallizleri .....	67
Tablo 8-3. SİLİVRİ A ve B Konumları için Yapı Tasarım Anallizleri .....	74

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2-1. Tektonik deprem [2] .....	4
Şekil 2-2. Volkanik Deprem [2].....	5
Şekil 2-3. Çöküntü Deprem [50].....	5
Şekil 2-4. Normal Fay [4] .....	7
Şekil 2-5. Normal Fay [4] .....	7
Şekil 2-6. Doğru Atımlı Fay [4].....	8
Şekil 2-7. Verev Fay [5].....	8
Şekil 3-1. Örnek bir sismograf tasarımı [8] .....	9
Şekil 4-1. Levha Hareketi [4].....	13
Şekil 4-2. Yanal Atım [13].....	13
Şekil 4-3. Odak noktası, dış merkez ve sismik deprem dalgalarının yayılışı [13].....	15
Şekil 4-4. a) Bozulmamış malzeme (b) P-dalgaları (c) S-dalgaları (d) P ve S dalgalarının etkisi [15] .....	17
Şekil 4-5. P Dalgaları [12]. .....	17
Şekil 4-6. S Dalgaları [12]. .....	18
Şekil 4-7. Rayleigh Dalgaları [12] .....	19
Şekil 4-8. Love Dalgaları [12] .....	19
Şekil 5-1. Deprem bölgeleri haritası (Sierberg (1932)) [16].....	20
Şekil 5-2. 1945 Yersarsıntısı bölgeleri haritası [16] .....	21
Şekil 5-3. 1996 Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası için kullanılan Deprem Kaynak Bölgeleri [23].....	27
Şekil 5-4. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası (1996) [23].....	28
Şekil 5 5.1. Türkiye Sürekli Gözlem Yapabilen Referans İstasyonları Hız Vektörleri Ağı Haritası [53] .....	30

Şekil 5-5.2. Türkiye İvme Ölçer Gözlem Ağı Haritası (AFAD) [49].....	31
Şekil 5-6. Deprem Tehlike Haritası. AFAD [49].....	32
Şekil 7-1. Tek serbestlik dereceli sistemin davranış büyüklükleri [27].....	38
Şekil 7-2.Yatay elastik tasarım spektrumu [27].....	40
Şekil 7-3. Yatay elastik tasarım spektral yer değiştirmeleri [27].....	41
Şekil 7-4. Düşey elastik tasarım spektrumu [27].....	41
Şekil 7-5.Tasarım Spektral İvme Katsayıları [27] .....	44
Şekil 7-6. Yatay elastik tasarım spektrumunun oluşturulması [27].....	45
Şekil 7-7. Düşey elastik tasarım spektrumunun oluşturulması [27] .....	46
Şekil 8-1.Kandilli Rasathanesi 1900-31/12/2018 aletsel dönem depremleri (M.S. 1900-2018; büyüklüğü $M>4.0$ KRDAE Deprem Kataloğu) [36] .....	47
Şekil 8-2.Türkiye Diri Fay Haritası [36].....	48
Şekil 8-3.Ankara için ana deprem kaynak bölgeleri [36] .....	48
Şekil 8-4..Marmara Bölgesinin Diri Fay Haritası (AFAD Türkiye Deprem Tehlikeleri Haritaları) [49]. .....	52
Şekil 8-5.Silivri Limanından Şehrin Genel Görünümü [44].....	54
Şekil 8-6.Silivri İlçesinin İstanbul'daki Konumu [44] .....	55
Şekil 8-7. Silivri İlçe Haritası [44].....	55
Şekil 8-8.Marmara Bölgesi 10/10/2017-10/10/2018 1 yıllık deprem hareketleri Kandilli Rasathanesi [47].....	56
Şekil 8-9. İstanbul İvme istasyonları harita gösterim [48].....	59
Şekil 8-10. Ankara İvme istasyonları harita gösterim[48].....	59
Şekil 8-11.Ankara 619 nolu ivme veri istasyonu 14/04/2019 tarihli ivme veri dosyası [48].....	60
Şekil 8-12. İstanbul ili Silivri ilçesi 3408 nolu ivme veri istasyonu 21/06/2019 tarihli ivme veri dosyası [48].....	60
Şekil 8-13.21/06/2019 tarihli İstanbul depremi [49].....	61
Şekil 8-14.Ankara ve Silivri bölgelerinde bulunan 4 konumun Türkiye Deprem Tehlike Haritasında işaretlenmesi [50]. .....	62

Şekil 8-15. Ankara Gölbaşı ilçesi konum bilgileri: Enlem: 39.790589- Boylam: 32.802842 [50].	62
Şekil 8-16. Ankara Mamak ilçesi konum bilgileri: Enlem: 39.916910-Boylam: 32.932670 [50].	63
Şekil 8-17. İstanbul Silivri A nolu konum bilgileri: Enlem: 41.074085 Boylam: 28.253012 [50].	63
Şekil 8-18. İstanbul Silivri B nolu konum bilgileri: Enlem: 41.058141 Boylam: 28.333822 [50].	64
Şekil 8-19. Zemin+6 katlı binanın modellenmiş hali	65
Şekil 8-20. Kat Kalıp Planı	66
Şekil 8-21. X yönünde Deprem kuvveti değişimi grafiği	82
Şekil 8-22. Y yönünde Deprem kuvveti değişimi grafiği	82
Şekil 8-23. Mamak ve Gölbaşı 2018 yönetmeliğine göre Deprem kuvveti değişimi grafiği	83
Şekil 8-24. Silivri A ve B konumlarının 2018 yönetmeliğine göre Deprem kuvveti değişimi grafiği	83
Şekil 8-25. Mamak ve Gölbaşı 2018 yönetmeliğine göre Deprem kuvveti $V(t)$ ve En büyük Yer İvmesi PGA ilişki grafiği	84
Şekil 8-26. Silivri A ve B konumlarının 2018 yönetmeliğine göre Deprem kuvveti $V(t)$ ve En büyük Yer İvmesi PGA ilişki grafiği	84

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
T	Periyot
S(T)	Spektrum katsayısı
Z	Yerel zemin sınıfı
G	Sabit (Ölü) yükler
Q	Hareketli yükler
E	Deprem yükleri
SS	Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı
S1	Uzun (1.0 s) periyot harita spektral ivme katsayısı
SDS	Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı
SD1	Uzun periyot tasarım spektral ivme katsayısı
Sae(T)	Elastik spektrum katsayısı
TA, TB	Köşe periyotları
R	Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
A0	Etkin yer ivmesi katsayısı
I	Bina önem katsayısı
A(T)	Spektral ivme katsayısı xxx
Vt	Taban kesme kuvveti
SaR(T)	Azaltılmış ivme spektrumu
SaR(Tp)	Hareketli yük katılım katsayısı

**Kısaltmalar**

TBDY

DBYBHY

AFAD

DD

BKS

DTS

BYS

DFK

**Açıklama**

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında  
Yönetmelik

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı

Deprem Yer Hareket Düzeyi

Bina Kullanım Sınıfı

Deprem Tasarım Sınıfı

Bina Yükseklik Sınıfı

Dayanım Fazlalığı Katsayısı

## 1. GİRİŞ

Türkiye, aktif deprem kuşakları üzerinde yer aldığından çok sık şekilde farklı büyüklüklerde depremlere maruz kalmaktadır. Meydana gelen depremlerin genelini incelediğimizde, yer kabuğunda çeşitli etkilerden dolayı ortaya çıkan şekil değiştirme enerjisinin, ani olarak ortaya çıkmasından dolayı oluşmaktadır. Depremin yıkıcılığını etkileyen unsurlardan olan fay özellikleri, zemin parametreleri ve deprem odak derinliği vb. konulara bu tez çalışmasında değinilmiştir. Ülkemizin bulunduğu konumdan dolayı oluşan depremler, birçok kez çok büyük can ve mal kayıplarıyla kendini hatırlatmıştır. Bu sebeple ülkemizde doğal afet dendiğinde, ilk olarak deprem gelmektedir.

Deprem kuşağında bulunan ülkemizin en önemli tektonik unsurunu KAF olarak da bilinen Kuzey Anadolu Fay Hattı oluşturmakta olup, sismolojik ve sismo-tektonik özellikleri hakkında önemli bilgilere sahip olunan bu hat, dünyanın da sayılı doğrultu atımlı faylarından biridir. Bu fay hattı bünyesinde barındırdığı fay parçalarından dolayı, zon özelliği de taşımakta olup, bu sebeple KAFZ olarak, yani Kuzey Anadolu Fay Zonu olarak da bilinir. Fay hattına yakınlık-uzaklığın önemi günümüz teknolojisi ve ivmeölçerlerin gelmiş olduğu seviye ve birikimle, günümüzde önemi bir kez daha anlaşılmıştır.

Bir diğer önemli konu, yapıların belirli seviyelerdeki depremlere dayanıklı olacak şekilde tasarlanıp inşa edilmesi süreçlerinin sağlıklı işlemesi için, uyulması gereken kurallar, standartlar ve deprem yönetmeliklerine olan ihtiyaçtır. Ülkemizde 26/12/1939'da Erzincan ilinde meydana gelen ve oldukça yıkıcı olan deprem sonrasında yönetmelik çalışmaları başlamıştır. Bu çerçevede ilk olarak 1940 yılında "Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi" hazırlanmıştır. Bu yönetmelikten sonra sırasıyla; Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi (1944), Türkiye Yer Sarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği (1949), Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1953), Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1962-1968-1975-1998), Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007) ve son olarak Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018) yönetmelikleri yürürlüğe girmiştir. Türkiye'de kullanılmış deprem bölgeleri harita ve yönetmelikleri süreçleri ve detayları ilgili bölümlerde incelenerek, 18/03/2018 tarihinde Resmî Gazete'de yayımlanan ve 01/01/2019 tarihinde yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018 (TBDY-

2018) ve Türkiye Deprem Tehlike Haritaları (TDTH-2018) ile daha evvel kullanılan 1996 tarihli Deprem Bölgeleri Haritası'nda (DBH-1996) yürürlükten kalkmıştır.

Bu anlamda, çalışmada, Ankara ve ona göre daha tehlikeli bir bölgede bulunan Silivri'nin depremsellik ve fay hattına olan yakınlık-uzaklıkları incelenmiştir. Eski ve eskiye oranla birçok değişikliği bünyesinde barındıran yeni yönetmelik ve deprem haritasının kendi içlerinden karşılaştırılması yapılarak, Ankara için Mamak ve Gölbaşı ile Silivri için 2 konumda İdecad programı kullanılarak yapı tasarımı analizleri deprem karakteristikleri ve deprem kuvvetleri karşılaştırmaları yapılmıştır.





## 2. DEPREM NEDİR

Depremi en basit tanımla, yer kabuğunda biriken enerjiden kaynaklanan ani kırılmaların ve meydana gelen titreşimlerin dalgalar halinde yayılırken geçtikleri ortamlarda yer kabuğunu sarsması olarak ifade etmek mümkündür. Doğal Afetler içerisinde, geçmişten günümüze maddi ve manevi anlamda en çok kayba sebep olan doğal afetler depremlerdir. Zira depremler sonrası ülke ekonomileri ciddi manada etkilenmektedir.

Ana deprem yani diğer bir tabirle ana şok gerçekleştikten sonra, kabukta bozulan dengenin yeniden sağlanması replik diye adlandırılan bir süreç içerisinde gerçekleşmekte olup, bu süreçte daha küçük şiddette depremler git gide azalarak meydana gelmektedir. Bu depremler artçı depremler olarak adlandırılır. Bazen ana şok meydana gelmeden önce küçük sarsıntılar meydana gelir. Ana depremin bir manada habercisi olarak kabul edilen bu depremlere ise öncü depremler denir. Öncü depremlerin her zaman gerçekleşmeyebilir.

Depremlerin oluşumunu, deprem dalgalarının yer kabuğu içerisindeki hareketleri, ölçüm metotları ve aletleri, depreme ilişkin verilerin değerlendirilmesi Sismoloji biliminin temel inceleme konusunu oluşturmaktadır. Depremler sismograf adı verilen cihazlar yardımıyla ölçülmektedir.

### 2.1. Deprem Türleri

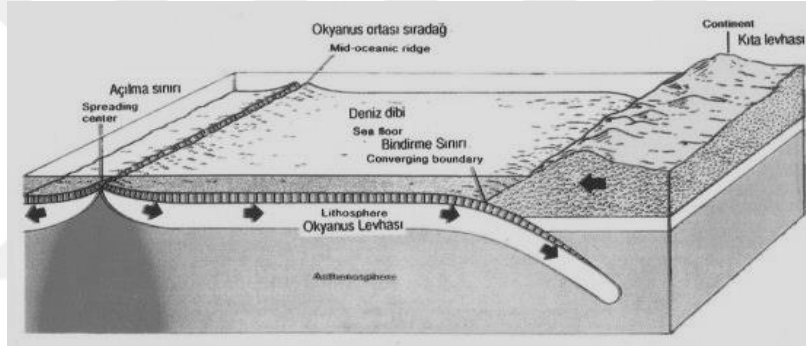
Deprem elastik kırılma teorisine göre, fay olarak bilinen ve yer kabuğu içerisinde konumlanan kırıklar üzerinde zamanla enerji birikir, biriken bu enerjinin aniden boşalması ile meydana gelen yer değiştirme hareketinin neden olduğu karmaşık elastik dalga hareketidir. Depremin büyüklüğü meydana gelen yer değiştirme miktarını doğrudan etkilemektedir. Özellikle, sığ depremler olarak bilinen yer yüzüne yakın gerçekleşen depremlerde, faylanma ile ilişkili kırıkları görmek mümkündür [3]. Farklı nedenler yer kabuğunun sarsılmasına sebep olabilir. Oluş nedenlerine göre 3 tür deprem vardır. Bu depremler;

- ✓ Tektonik Depremler
- ✓ Volkanik Depremler
- ✓ Çöküntü Depremler

şeklinde isimlendirilmektedir. Bu üç deprem çeşidinin yanı sıra nükleer patlamalar vs. kaynaklı depremler de bulunmaktadır. Bu bölümde bu deprem çeşitlerine ilişkin kısaca bilgiler sunulacaktır.

### 2.1.1. Tektonik deprem

İç kuvvetler nedeniyle oluşan gerilimlerin boşalması ile yer kabuğunda sarsıntılar meydana gelir, bu sarsıntılar deprem biliminde tektonik depremler olarak adlandırılır. Bu depremler gerek şiddet, gerek etki ettiği bölge ve bıraktığı hasar itibari ile en yıkıcı depremler olarak bilinmektedir. Dünyada gerçekleşen depremlerin %90'ı gibi büyük bir kısmının bu gruba dahil olduğunu söylemek mümkündür. Ülkemizdeki depremlerim büyük çoğunluğu tektonik depremlerdir [1].



Şekil 2-1. Tektonik deprem [2].

### 2.1.2. Volkanik deprem

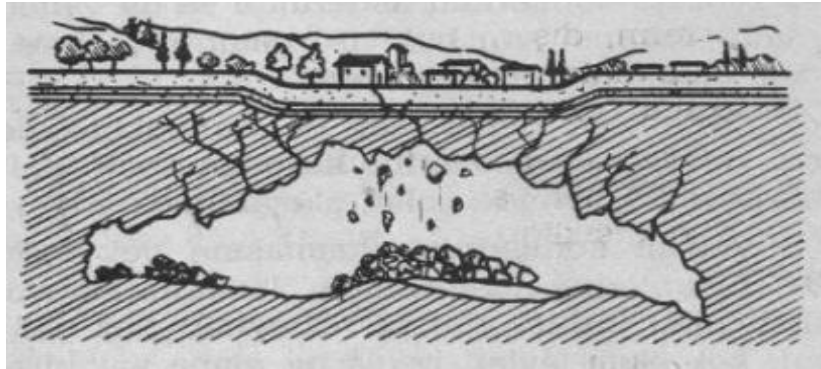
Bir diğer deprem çeşidi olan volkanik depremler, volkanların püskürmesinden kaynaklanan sarsıntılardır. Yerin derinliklerde ergimiş yeryüzüne çıkarken meydana gelen kimyasal reaksiyonlar çerçevesinde gazların yapmış olduğu patlamalar sebebiyle bu tür depremler meydana gelmektedir. Bu depremler yanardağ kaynaklı olmasından ötürü yereldir ve önemli zararlar meydana getirmezler. Özellikle Japonya ve İtalya'da bu tür depremleri görmek mümkündür. Ülkemizde aktif yanardağ bulunmadığından bu tür depremler görülmemektedir [1].



Şekil 2-2. Volkanik Deprem [2].

### 2.1.3. Çöküntü deprem

Deprem çeşitlerinden üçüncüsü ise çöküntü depremleridir. Bu tür depremler yer altında bulunan boşlukların, mağara, kömür ocaklarında yer alan galerilerin, tuz ve jips içerikli kayaçların erimesi sonucu oluşan boşlukların zamanla çökmesi ile oluşur. Bu depremde yerel nitelikte olan bir deprem çeşididir. Enerjileri azdır ve bundan dolayı fazla zarar vermezler. Genelde karstik bölgelerde görülürler. Bu manada ülkemizde karstik mağaraların yoğun olarak yer aldığı Akdeniz Bölgesinde bunların örneklerine rastlamak mümkündür [1].



Şekil 2-3. Çöküntü Deprem [51].

## 2.2. Odak Derinliklerine Göre Depremler

Odak derinliği, yer kabuğunda biriken enerjinin deprem esnasında yer içinde ortaya çıktığı noktanın (esasnda bölgedir), yer yüzeyine olan en kısa uzaklığıdır. Odak derinlikleri bakımından depremler 3'e ayrılır. Bunlar;

- ✓ Sığ derinlikte depremler
- ✓ Orta Derinlikte depremler

✓ Derin depremler

olmakta olup, odak derinliği 0-70 km olan depremler sığ depremler, 71-300 km arasındaki depremler orta derinlikte olan depremlerdir. Son olarak, odak derinliği, 301-700 km arasında olan depremler ise derin depremlerdir. Ülkemizde gerçekleşen depremler genelde sığ depremler kategorisinde yer almaktadır [3].

### 2.3. Uzaklıklarına Göre Depremler

Depremlerin sınıflandırılmasında bir diğer husus, deprem merkezinden istasyonlara olan uzaklıktır. Uzaklıklarına göre depremler 4'e ayrılır. Bunlar,

- ✓ Yerel Deprem
- ✓ Yakın Deprem
- ✓ Bölgesel Deprem
- ✓ Uzak Deprem

olmak üzere 4 sınıfa ayrılmaktadırlar. 100 km'den daha az uzaklıkta meydana gelen depremler yerel deprem olarak, 100-1000 km arasında uzaklıkta olan depremler yakın depremler olarak, 1000-5000 km arasında bulunan depremler ise bölgesel deprem olarak, 5000 km'den daha uzak depremler ise uzak depremler olarak adlandırılır [3].

### 2.4. Fay Oluşumu ve Tipleri

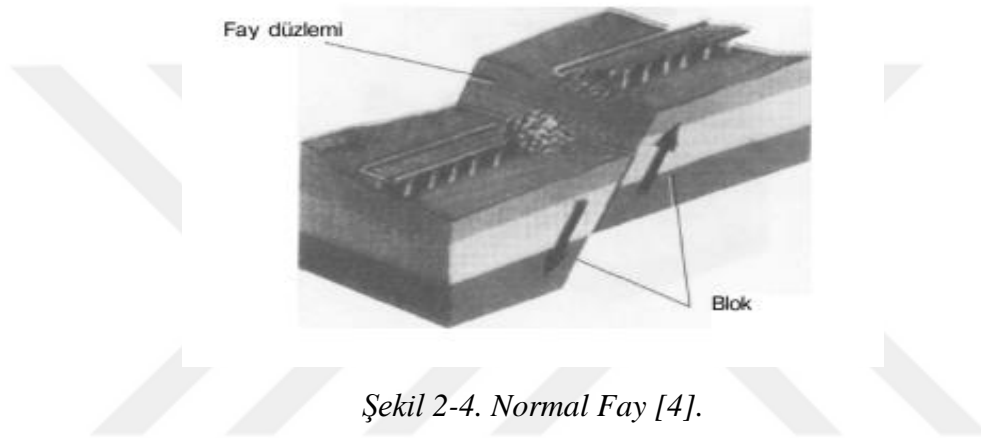
Kıtasal kabuk levhaları, yan yana geldikleri orojenik kuşaklarda, birbirlerine doğru hareketlerinden dolayı, yer kabuğunun kendisi ile okyanus ve deniz tabanında bulunan sedimentar kayalarla beraber ya kıvrılır ya da kırılırlar. Bu sebeple oluşan kırılmalar fay olarak bilinmektedir. Faylar, yer kabuğunun birbirine doğru hareketinden kaynaklı sıkışma kuvvetleri ile oluşabileceği gibi, birbirine ters yönde oluşan genişleme hareketinden kaynaklı da meydana gelebilir [4]. Kırılmanın olduğu düzlem fay düzlemidir. Bu düzlemin hemen yukarısında konumlanan blok tavan bloku, altında kalan blok ise taban bloku olarak adlandırılır. Bu iki blok arasındaki yer değiştirme miktarı atım olarak tanımlanmaktadır [3]. 4 tipte fay oluşumu mevcuttur. Bunlar,

- Normal Fay
- Ters Fay
- Yatay Fay (Yanal Atımlı Fay)
- Verev Fay (Diyagonal, Çapraz Fay)

olmak üzere 4 çeşittir. Bu bölümde fay çeşitlerine ilişkin birtakım bilgilere yer verilecektir

### 2.2.1. Normal fay

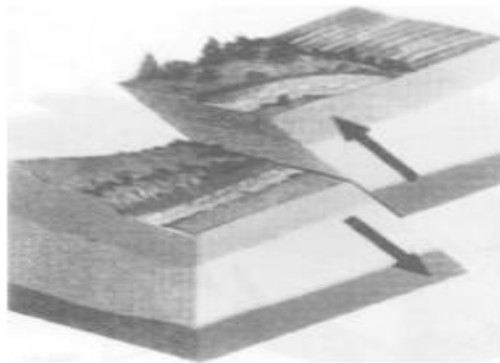
Fay düzlemi eğimli olan, bu düzlemin üzerinde yer alan tavan bloğun aşağıya doğru hareketinin olduğu faylara normal fay denilmekte olup, bu fay çeşidine ilişkin oluşum şekli Şekil 2.4'te verilmiştir [4]. Bu fay çeşidinde iki bloğun birbirinden uzaklaşması söz konusudur. Yer kabuğu içerisindeki yatay çekme kuvveti sonucunda bu fayların oluştuğunu söylemek mümkündür. Marmara Bölgesindeki depremlerde bu tip faylanmaların oluştuğu görülmektedir [3].



Şekil 2-4. Normal Fay [4].

### 2.2.2. Ters fay

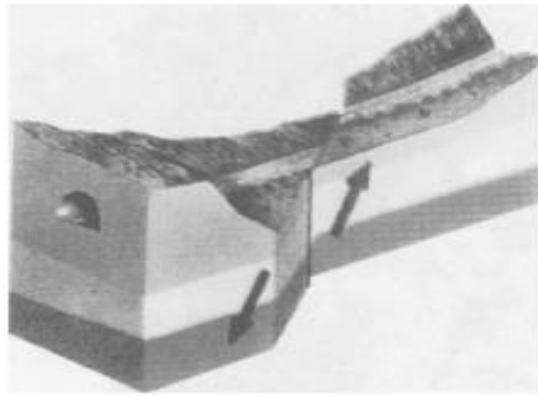
Burada da fay düzlemi eğimli olmakla birlikte, bu düzlem üzerinde yer alan tavan bloğun yukarı doğru bir hareketi söz konusudur. Bu tip fayları temsil eden görsel Şekil 2.5'te yer almaktadır [4]. Bu tip faylar yer kabuğunun yatay basınç kuvveti sonucu meydana gelmektedir [3].



Şekil 2-5. Normal Fay [4].

### 2.2.3. Doğru atımlı fay

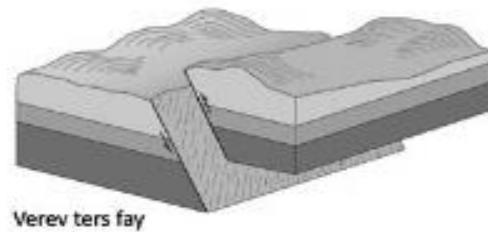
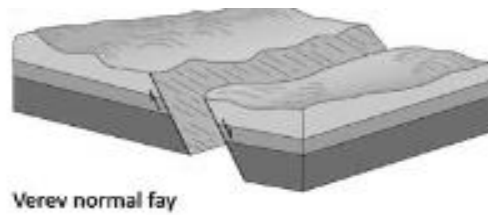
Bu fay çeşidinde fay düzlemi düşey olmakla birlikte, bu düzlemin her iki yanında bulunan blokların, yatay olarak birbirlerine ters yönde bir hareket söz konusudur. Doğru atımlı fayı temsil eden görsel Şekil 2.6'da yer almaktadır [4]. Burada iki blok yatay olarak birbirinden uzaklaşmıştır. Bu tip fayların sağa veya sola atımlı olduğu yukarıdan bakıldığında anlaşılmaktadır. Yukarıdan bakıldığında relatif yer değiştirme hangi yöne doğru ise fay sağ veya sola atımlı olarak adlandırılır. Örneğin, Kuzey Anadolu Fay Hattı (KAFH) sağa atımlı bir fay hattıdır [3].



Şekil 2-6. Doğru Atımlı Fay [4].

### 2.2.4. Verev fay

Bloklardaki yatay hareketi takiben, bloklardan birinin düşey olarak hareket etmesiyle meydana gelen faylardır [3].



Şekil 2-7. Verev Fay [5].

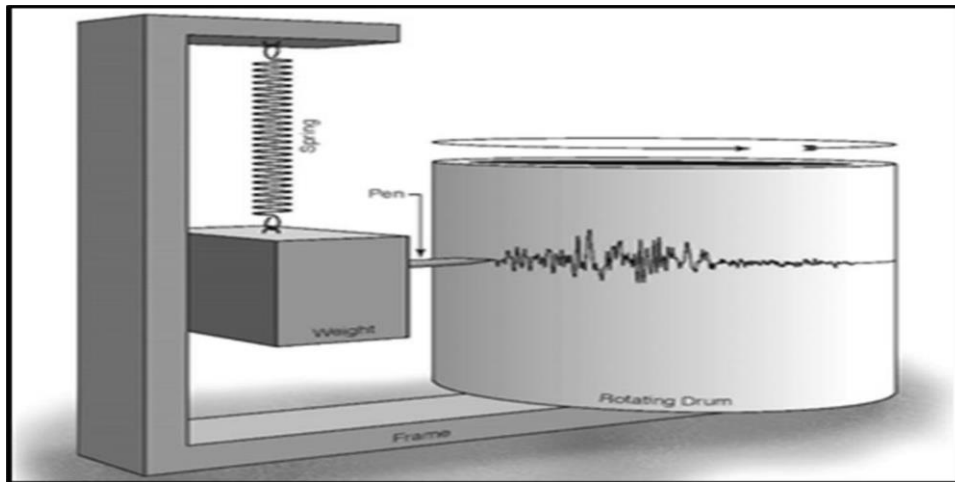
### 3. DEPREMLERİN ÖLÇÜLMESİ

Deprem günümüzde insanoğlunun can ve mal kaybına yol açacak ana tehditlerden biri olmakta birlikte, depremleri ölçmek için genel olarak kullanılan 2 yöntem vardır. Bunlardan birincisi, Richter ölçeği bir diğeri ise Mercalli Şiddet Cetveli'dir. Bu iki yöntem aşağıda alt başlıklarda detaylandırılacaktır.

Deprem büyüklüğü Magnitüd (M) olarak isimlendirilmekte olup, bir deprem iç merkezinden yayılan ve sismograf tarafından kaydedilen sismik dalgaların büyüklüğünün ya da amplitüdünün ölçüsüdür. Depremlerin büyüklüğü, büyük ölçüde değişebildiğinden, deprem kayıtlarında (sismograflarda) ölçülen dalga genliklerinin aralığını karşılaştırarak matematiksel bir ilişki kurmak gereklidir [6].

#### 3.1. Richter Ölçeği

Charles Francis Richter ve Beno Gutenberg'in Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nde yaptıkları çalışmalar sonucunda 1935 yılında Richter ölçeğini geliştirmiştir. Bu metotta sismograf adı verilen bir alet kullanılır. (Şekil 3.1) Deprem hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlayan bu cihazlar, verilerin daha güvenilir olmasını sağlamak adına aktif yaşamın olduğu bölgeler yerine genelde ana kayaya yerleştirilmektedir [7].



Şekil 3-1. Örnek bir sismograf tasarımı [8].

Bu ikili tarafından geliştirilen matematiksel bir bağıntı ile, ilk deprem ölçeği olarak  $M_L$  (yerel büyüklük ölçeği) ifadesi bulundu. Burada, diğer büyüklük ölçeklerinde ortak kabul gören iki yaklaşım söz konusudur. Bunlardan birincisi ölçekler logaritmiktir. Yani burada

her bir birim artışında dalga genliğinde yaklaşık 10 katlık bir artış vardır. Deprem dalgasının enerjisi, büyüklüğünün  $10^{1.5}$  katı olduğundan, her bir büyüklük birimi, deprem enerjisinden yaklaşık 32 kat fazladır [9]. Geliştirilmiş Richter formülü aşağıda Denklem 1’de sunulmuştur [10].

$$M_L = \log_{10}^A + \log_{10}^{A_0(r_{epi})} = \log_{10}^{\frac{A}{A_0(r_{epi})}} \quad \text{Denklem 1 [10].}$$

Richter büyüklüğü, iki nokta arasındaki maksimum dalga genliği oranının tüm depremler için aynı olduğu ve azimut açısından bağımsız olduğunu varsayarak hesaplanmaktadır. Önemli odak derinliklerindeki depremleri kapsayan ve büyük tahminine imkân tanıyan ampirik çizelge aşağıda sunulmuştur [6].

*Tablo 3-1. Richter Ölçeği'nin geçerli bir tablosu [6].*

Magnitüd	Kategori	Yıllık Deprem Sayısı	Hasar Durumu
<1.0- 2.9	Mikro	100.000'den fazla	İnsanlar tarafından pek hissedilmez
3.0 – 3.9	Küçük	12.000-100.000	Birçok insan tarafından hissedilir, hasarsız
4.0 – 4.9	Hafif	2.000-12.000	Herkes hisseder, nesnelere ufak kırılmalar görülür
5.0 – 5.9	Orta	200-2.000	Zayıf yapılar bir miktar hasar görür
6.0 – 6.9	Güçlü	20-200	Yapılara orta seviyede hasar verir
7.0 – 7.9	Büyük	3-20	Yapılara ciddi zarar verir, ciddi can kaybı
≥8.0	Oldukça büyük	<3	Geniş alanlarda ağır yıkım ve can kaybı

1960 yılında Şili’de meydana gelen 9.5 magnitüd (M) şiddetindeki deprem, geçmişten günümüze kadar kayıtlara geçen en büyük deprem olarak bilinmektedir.

### 3.2. Mercalli Şiddet Cetveli

Bir diğer ölçek olan, Mercalli Şiddet Cetveli ise, deprem şiddetinin ölçülmesi amacıyla kullanılır. Yaygın kullanılan ve 10 basamaklı olan Rossi-Farrel ölçeğinden kaynaklanmaktadır. İtalyan volkan bilimcisi Giuseppe Mercalli tarafından 1884 yılında geliştirilmiştir. Yine, 1902 yılında 10 basamaklı olan bu ölçek, 12 basamaklı olarak İtalyan fizikçi Adolfo Cancani tarafından yeniden düzenlenmiştir. Bu ölçek bir diğer bilim adamı, Alman jeofizikçi Heinrich Sieberg tarafından yeniden ele alınmış olup, Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS) ölçeği olarak sunulmuştur. 1931 yılında Harry O. Wood ve Frank



Neumann tarafından bu ölçek değiştirilerek, Mercalli-Wood-Neumann (MWN) ölçeği ismiyle sunulmuştur. [11].

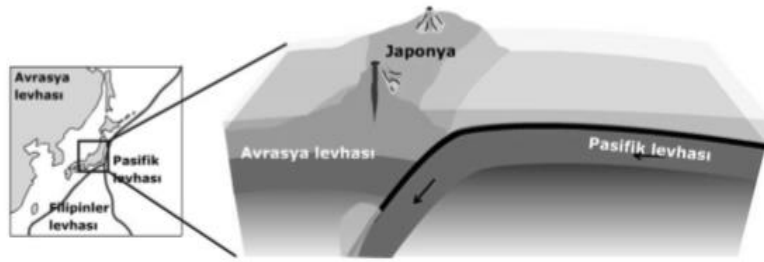
Bu şiddet birçok değişkene bağlı olup sübjektif bir ölçümdür. Ölçek 1'den 12' ye kadar, yapının aldığı hasar ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Mercalli şiddet ölçeğinin sübjektif bir ölçek olmasının sebebi; insan gözlemine dayalı olarak belirlenebilmesidir. Mercalli şiddet ölçeği farklı uzaklıklardaki deprem merkezlerinin incelenen yapıyı nasıl etkileyeceği konusunda bizlere yardımcı olmaktadır. Yapı tasarımı düşünöldüğünde, her iki ölçekte kullanışlı değildir. Bu durumun sebebi; Her iki ölçek için deprem süresi ve ivme konusunda bizlere bilgi sağlayamıyor olmasıdır. Oysaki ivme ve deprem süresi gibi yapı tasarımı ve analizi için bir hayli önemli olan verilerin sağlanamıyor oluşu önemli bir etkidir. Neyse ki her iki ölçekte risk analizi ve sismik bölgelerin tanımlanması konusunda tutabilmektedirler. Mercalli Şiddet Cetveli 12'ye kadar var olan ölçek dereceleri ve anlamları ile Richter ölçeğindeki karşılığı Tablo 3.2'de sunulmuştur [11].

Tablo 3-2. Richter Ölçeği ve Mercalli Şiddet Cetveli [52].

Richter'e göre büyüklük	Mercalli'ye göre şiddet	Hissetme ve Etkiler	Oluşma sıklığı
0 ile 1,9	I	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sadece özel sismik aletler sayesinde ölçülür.</li> </ul>	Günde Yaklaşık 8.000 kez
2 ile 2,9	II	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hareket etmeyen insanlar tarafından hissedilebilir.</li> <li>Serbest asılı lamba vb. cisimler hafif sallanabilir.</li> </ul>	Günde Yaklaşık 1.000 kez
3 ile 3,9	III	<ul style="list-style-type: none"> <li>Az sayıda insan tarafından hissedilebilir.</li> <li>Hafif sarsıntılar bir pencere önünden geçen bir kamyonu andırır.</li> <li>Yan yana duran cam bardaklar hafif titreyebilir.</li> </ul>	Yılda 49.000 kez
4 ile 4,9	IV ile V	<ul style="list-style-type: none"> <li>Çoğu sayıda insan hisseder.</li> <li>Serbest asılı lamba vb. cisimler görülecek şekilde sallanmaya başlar.</li> <li>Bardak, tabak vb. takırdamaya başlar.</li> <li>Park vaziyetinde arabalar hafif sallanır.</li> <li>Çok hafif zararlar meydana gelebilir.</li> </ul>	Yılda 6.200 kez
5 ile 5,9	VI	<ul style="list-style-type: none"> <li>Korku ve paniğe neden olabilir.</li> <li>Birçok insan aniden ev ve kapalı mekânları terkeder.</li> <li>Kötü inşa edilmiş binalarda büyük hasarlar meydana gelebilir.</li> <li>Duvarlarda çatlamlar olabilir.</li> <li>Yaralanmalar meydana gelebilir</li> </ul>	Yılda 800 kez
6 ile 6,9	VII ile IX	<ul style="list-style-type: none"> <li>Korku ve paniğe neden olma olasılığı vardır.</li> <li>Hareket vaziyetindeki araba içinde hissedilebilir.</li> <li>160 km içindeki binalarda hasarlar oluşturabilir ve çökmeler meydana gelebilir.</li> <li>Yaralanmalar ve ölümler olabilir.</li> <li>Sahil kenarlarında tsunami olabilir.</li> </ul>	Yılda 120 kez
7 ile 7,9	X ile XI	<ul style="list-style-type: none"> <li>Korku ve paniğe neden olma olasılığı yüksektir.</li> <li>Daha geniş alanlarda ağır tahribata neden olur.</li> <li>Binalarda hafif, orta, ağır derecelerde hasar oluşma ihtimali yüksektir, çökmeler meydana gelebilir.</li> <li>Toprakta yanklar oluşur.</li> <li>Ölümler ve yaralanmalar oluşur.</li> <li>Sahil bölgelerde büyük tahribat gücü taşıyan tsunami olabilir</li> </ul>	Yılda 18 kez
8 ile 8,9	XII	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yüzlerce kilometrelik alanda büyük tahribata yol açar.</li> <li>Binalarda ağır hasara ve çökmelere yol açma ihtimali oldukça yüksektir.</li> <li>Yüksek miktarda yaralanmalar ve ölümler meydana gelebilir.</li> <li>Geniş sahil bölgelerinde 40 metreye yaklaşık tsunami olasılığı vardır.</li> </ul>	Yılda 1 kez
9,0 ve üstü	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Binlerce kilometrelik alanda yıkıcıdır.</li> <li>Tektonik levhalarda kaymalar, kırılmalar meydana gelir.</li> <li>Sahillerin kıyıları deniz seviyesi altına bataabilir veya çıkabilir.</li> <li>Çok yüksek miktarda yaralanmalar ve ölümler meydana gelebilir.</li> </ul>	20 Yılda 1

#### 4. DEPREM KARAKTERİSTİĞİ

Deprem, yer kabuğunu derin veya sığ bölümlerinde, levha hareketinden kaynaklı olarak açığa çıkan enerji neticesinde, açığa çıkan zemin dalgalarının yayılması olarak tanımlanmaktadır. Levha tektoniği Sismoloji biliminin temel inceleme sahalarından biri olarak kabul görmektedir. Levhaların birbiri üzerine çıkması, birbirlerini sıkıştırması, birbirinden uzaklaşması vb. hareketleri depremlerin oluşmasına sebep olmaktadır. Levhaların birbirinden uzaklaşması sonucu çöküntü depremleri meydana gelebilmektedir. Bu tür levha hareketliliği yer kabuğunun şekillendirilmesine neden olabilir. Buna örnek olarak Marmara Denizi gösterilebilir. Kayaçların birbirlerini sıkıştırması durumunda, kayaçlardan ince olan (örneğin; okyanus tabanı) kalın tabakalı kayacın altına doğru ilerler ve sıkıştırır. KAF hattında görüldüğü üzere, yanal atımlı faylar büyük depremler oluşturmaktadır [13].



Şekil 4-1. Levha Hareketi [4].



Şekil 4-2. Yanal Atım [13].

Elastik Geri Sekme Kuramı 1911 yılında Amerikalı Reid tarafından laboratuvar ortamında bulunmuş olup, bu kuram Deprem Karakteristiğinin en önemli kavramlarından biri haline gelmiştir. Bu kurama göre, kayaçlara hızlı bir kuvvet yüklemesi uygulandığı takdirde, kayaçlarda hızlı bir şekilde tepki vermek suretiyle kırılğan bir davranış gösterirler. Fakat bu kuvvet zamana yayılarak daha yavaş bir şekilde uygulandığında, kayaçlar ilk durum

gibi tepki göstermeyip, enerji biriktirerek tepki vermektedir. Bu kuram deprem karakteristiğinin temeli niteliğindedir. Örneğin, KAF hattı gibi yanal atımlı bir fay hattındaki iki levha birbirlerini yılda 2.4 cm sıkıştırmak suretiyle enerji birikimine sebep olmaktadır. Oldukça yavaş olan bu levha hareketi, kayaçların elastik davranmasına sebep olmaktadır. Levhaların arasındaki sürtünme direnci, biriken enerji ile eşitlenince zamanla direnç düşmekte ve biriken bu enerji sürtünme direncini geçmektedir. Bu sebeple ani bir elastik davranış görülmektedir [13].

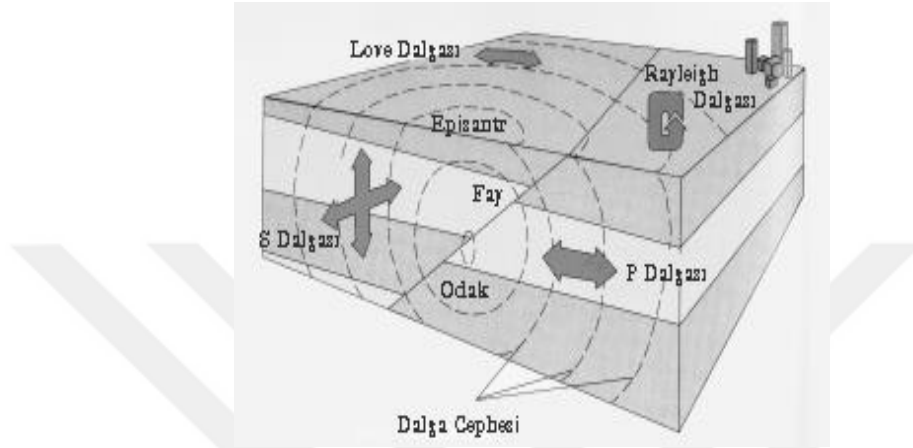
Herhangi bir depremi anlamak için birtakım parametrelerin neler ifade ettiğini bilmemiz gerekmekte olup, bu parametreler aşağıda tanımlanmaktadır.

**Odak Noktası (Hiposantr):** Depremin enerjisinin yerin içerisinde çıktığı noktadır. Bu nokta odak noktası olarak bilindiği gibi, iç merkez olarak da adlandırılmaktadır. Her ne kadar pratik uygulamalarda enerjinin çıktığı yer nokta olarak kabul edilmekte ise de, söz konusu enerjinin ortaya çıktığı yer bir alandır [14].

**Dış Merkez (Episantr):** Episantr olarak da bilinen dış merkez hiposantra, yeryüzünde en yakın konumda bulunan noktadır. Deprem en çok bu merkezde hissedildiği gibi depremin bıraktığı hasarda en çok bu merkezde meydana gelmektedir. Yukarıda da ifade edildiği üzere, burası bir noktadan çok bir alandır. Bazen odak noktası nokta olarak görülmeyip, yüzlerce km'ye yayılabilmektedir. Böylesine büyük depremlerde, tıpkı odak noktası yerine odak bölgesi olarak değerlendirilmenin yapıldığı gibi episantr bölgesi/alanı olarak tanımlama yapmak daha doğru olacaktır [14].

**Odak Derinliği:** Deprem anında açığa yikan enerjinin yer yüzüne olan en kısa uzaklığı, odak derinliği olarak bilinmektedir. Depremleri odak derinliklerine göre sınıflandırmak mümkündür. Tektonik depremleri de bu şekilde sınıflandırmak mümkündür. Bunlar, daha önce de açıklanan; sığ depremler, orta derinlikteki depremler, derin depremlerdir. Ülkemizde meydana gelen depremler sığ deprem sınıfındadır. Orta ve derin depremler bir levhanın, bir diğerinin altına girmesiyle ortaya çıkmaktadır. Derin depremler, daha çok geniş alanlarda hissedilir; ancak, söz konusu depremler sonucu meydana gelen hasar oldukça azdır. Diğer taraftan, sığ depremler ise dar bir bölgeyi etkisi altına alırken, bu alandaki hasar oldukça büyük olabilir [13].

**Eş şiddet (İzoseit) Eğrileri:** Deprem sırasında, aynı şiddetle sarsılan noktaların bir araya getirilmesi ile eş şiddet (izoseit) eğrileri oluşmaktadır. Bu eğrilerin tamamlanması ile eş şiddet haritası meydana gelmektedir. Genel kabule göre, iki eş şiddet eğrisi arasında yer alan bölge, şiddet açısından sınırlandırılmış bölge olmaktadır. Dolayısıyla, deprem şiddeti bu eğriler üzerine değil de bu alan içerisine yazılmaktadır [13].



Şekil 4-3. Odak noktası, dış merkez ve sismik deprem dalgalarının yayılışı [13].

**Şiddet:** Meydana gelen herhangi bir derinlikteki depremin, yeryüzünde hissedildiği noktadaki etkisi şiddet olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifade ile depremin yapılar, insanlara ve çevreye olan etkisinin bir ölçüsüdür. Bu etkiyi etkileyen temel hususlar, depremin büyüklüğü, odak derinliği, uzaklığı ve yapıların deprem anındaki davranışlarıdır. Bu unsurların varlığında, şiddetin tam manasıyla deprem kaynağını temsil ettiği söylenemez. Deprem dolayısıyla oluşan hasarlarda yukarıdaki hususlar etkili olmaktadır. Depremlerin şiddeti, daha evvel gerçekleşen depremlerde gözlenen etkiler sonucunda, uzun yılların bilgi birikimi neticesinde oluşturulmuş Şiddet Cetvellerine göre değerlendirilir. Bu cetvellerde, her şiddette depremin insan, yapı ve çevreye bırakacağı etkiler yer almaktadır. Herhangi bir deprem olduğunda, depremin herhangi bir noktadaki şiddetini belirlemek amacıyla o bölgedeki etkiler gözlemlenip, akabinde şiddet cetvelinde uygun olan deprem şiddeti belirlenir. Günümüzde kullanılan başlıca cetveller “Mercalli Cetveli” (MM) ve “Medvedev-Sponheur-Karnik Cetveli” (MSK) dir. Bu iki cetvelde XII şiddet derecesi bulunmaktadır. Bu cetvellere göre, şiddet derecesi V ve daha küçük olan depremler genelde yapılarda hasar meydana getirmemekte ve insanların depremi hissetme durumlarına göre değerlendirme yapılmaktadır. Yine, VI-XII arasındaki şiddetler ise, depremin yapılarda, arazide oluşturduğu hasarlara göre değerlendirme yapılmaktadır [13].

**Magnitüd:** Magnitüd, deprem esnasında ortaya çıkan enerjinin bir ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Bu enerjinin doğrudan ölçülmesi mümkün olmayıp, ölçüm için sismograf adı verilen cihazlar kullanılmaktadır. Magnitüd gözlemsel veya aletsel olarak ölçülmektedir. Aletsel magnitüd değeri; depremin maksimum genliği, periyod değeri ve alet kalibrasyon fonksiyonlarının değerlendirilmesi ile hesaplanmaktadır. Aletsel magnitüd değeri hem hacim dalgalarından hem de yüzey dalgalarından hesaplanmaktadır. Gözlemevlerinden ölçülen depremin magnitüd değerleri deprem enerjisini yansıtmamaktadır. Burada deprem sığ veya derin olabilmekte olup, bu iki depremden sığ olan daha fazla hasar vermektedir. Buna rağmen, depremlerin özellikleri hakkında bilgiler elde edilmek amacıyla Richter ölçeği kullanılmaktadır. Deprem şiddeti ve magnitüdü arasında bir takım amprik bağıntılar oluşturulmuş olup, şiddet ve magnitüd değerleri arasındaki dönüşüm Tablo4.1’de verilmiştir [13].

*Tablo 4-1. Şiddet ve magnitüd ilişkisi [13].*

Siddet	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Richter Magnitüdü	4	4.5	5.1	5.6	6.2	6.6	7.3	7.8	8.4

Deprem sırasında 3 çeşit dalga görülebilmektedir. Bunlar; cisim ve yüzey dalgalarıdır. Cisim dalgaları, kendi içerisinde boyuna dalgalar (P dalgaları) ve enine dalgalar (S Dalgaları) olarak ikiye ayrılırlar. Yüzey dalgaları da kendi içlerinde, Rayleigh dalgaları (R dalgaları) ve love dalgaları (L dalgaları) olarak sınıflandırılmaktadırlar. Bu dalga tiplerinin özellikleri aşağıda alt başlıklarda detaylandırılacaktır [12].

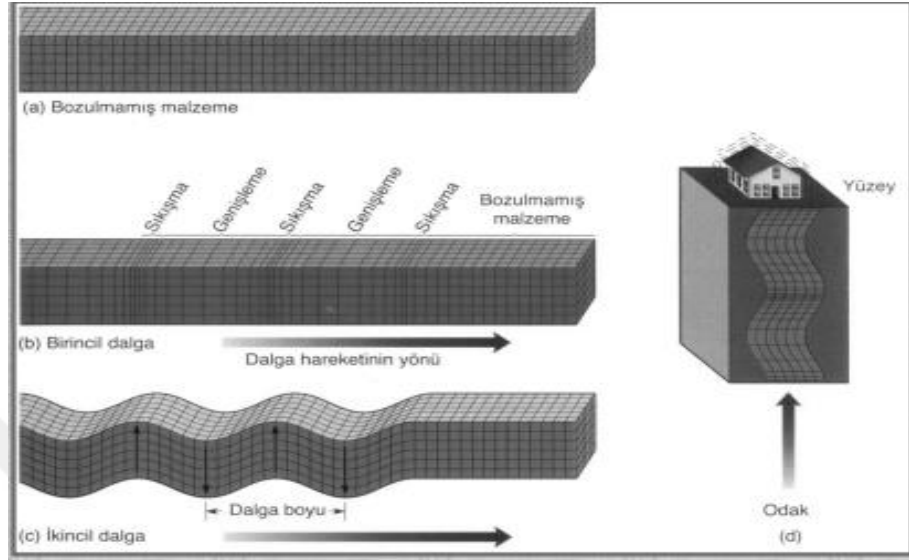
#### 4.1. Deprem Dalgalarının Özellikleri

Deprem dalgaları yüzey ve cisim Dalgaları olarak ikiye ayrılmaktadır.

##### 4.1.1. Cisim dalgaları

İki tür cisim dalgası bulunmakta olup, bunlar P ve S dalgalarıdır. P dalgalarının birincil dalgalar olarak da adlandırılmak mümkün olup, bu tür dalgalar katı sıvı ve gaz içerisinde yol alabilmektedir. P dalgaları sıkışma veya itme çekme dalgaları olarak da bilinmektedir. Dalgaların kendilerinin de ilerlediği ses dalgalarına benzer şekilde ileri geri hareket etmektedirler. Bu dalgalar en hızlı deprem dalgalarıdır. S dalgaları ise ikincil dalgalar olarak da bilinir. P dalgalarına oranla biraz daha yavaşlırlar. Sadece katı malzemeler içerisinde yol alırlar. P dalgalarının makaslama dalgaları olarak da tanımlanmaktadır.

Burada, makaslama etkisi, malzemeyi hareket yönüne dik yönde hareket ettirilmesinden kaynaklanmaktadır[15].

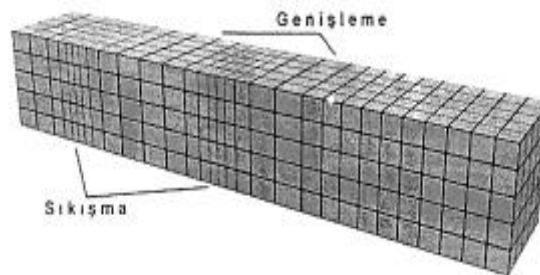


Şekil 4-4. a) Bozulmamış malzeme (b) P-dalgaları (c) S-dalgaları (d) P ve S dalgalarının etkisi [15].

#### 4.1.1.1 P-Dalgaları

P dalgalarının özelliklerini şu şekilde sıralamak mümkündür. [13].

- Sismik dalgalardan en hızlı olanıdır.
- Malzemede hacim değişikliğine sebep olurlar.
- Bu dalgalar Birincil (Primary)/Basınç (Pressure) dalgaları olarak da bilinirler.
- Özellik bakımında Ses dalgalarına benzerler.
- Dalga yayılım yönünde parçacık hareketi gösterirler.
- Odak noktasından her yöne doğru yayılabilirler.
- Tüm ortamlarda (katı, sıvı, gaz) yayılabilirler.

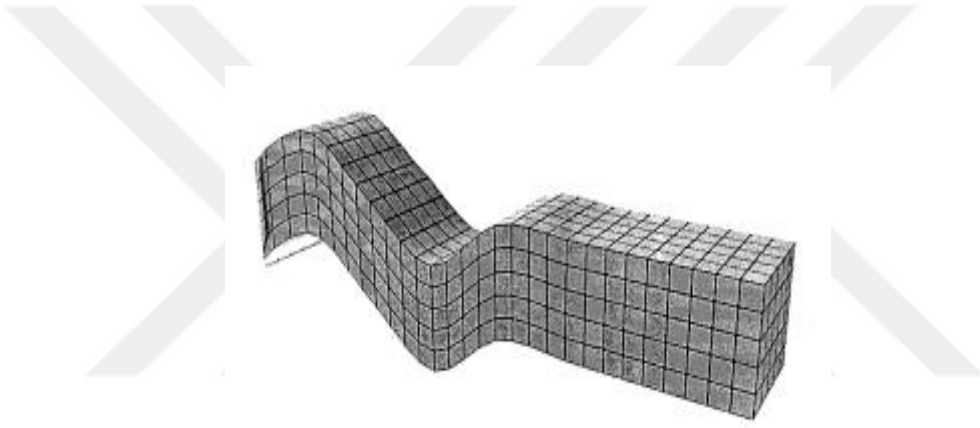


Şekil 4-5. P Dalgaları [12].

#### 4.1.1.2. S – Dalgaları

S dalgalarının özelliklerini şu şekilde sıralamak mümkündür [13].

- İkinci olarak varırlar.
- Malzeme de şekil değişikliğine sebep olurlar
- Yayılma hızları P-Dalgalarından daha yavaştır.
- Bu dalgalar İkincil (Secondary)/Kesme (Shear) Dalgaları olarak da bilinirler.
- Dalga yayılım yönünde dik doğrultuda parçacık hareketi görülür.
- Yatay ve düşey bileşenleri olacak şekilde, ortogonal olarak ayrılırlar.
- Sadece katı ortamda yayılırlar. (Sıvılar ve gazlar makaslama kuvvetine sahip değiller)



Şekil 4-6. S Dalgaları [12].

#### 4.1.3. Yüzeysel dalgaları

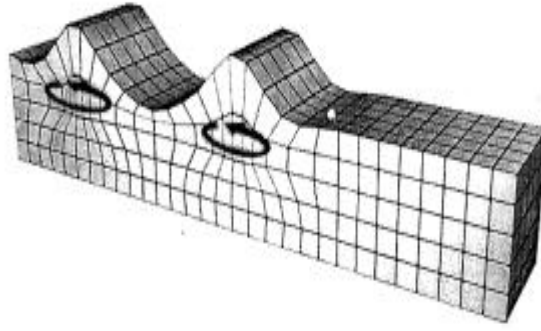
Yüzeysel dalgaları, esnek ortamın serbest yüzeyine yakın ve artan derinlikle birlikte enerjileride azalan dalgalardır. Cisim dalgalarından daha yavaştır. Yüzeysel dalgalarının da birkaç türü vardır [15]. Bunlar,

- Rayleigh dalgaları (R-dalgaları)
- Love dalgalarıdır (L-dalgaları).

##### Rayleigh dalgaları (R-dalgaları)

- Genellikle daha yavaş dalgalardır.
- Davranış olarak su dalgalarına benzer davranırlar.
- Dalgalar ilerlerken, malzeme tanecikleri bu hareket yönünde elips şeklinde bir güzergâh izlerler. Bu davranış su dalgalarının davranışına benzerdir [15].

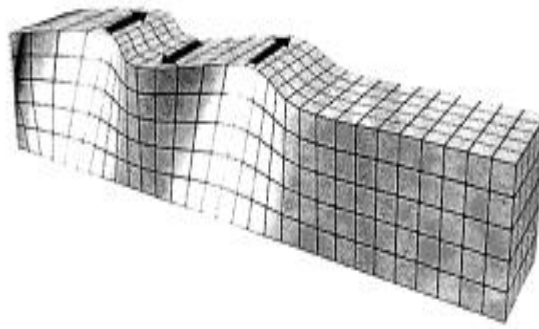




Şekil 4-7. Rayleigh Dalgaları [12].

**Love dalgalarıdır (L-dalgaları)**

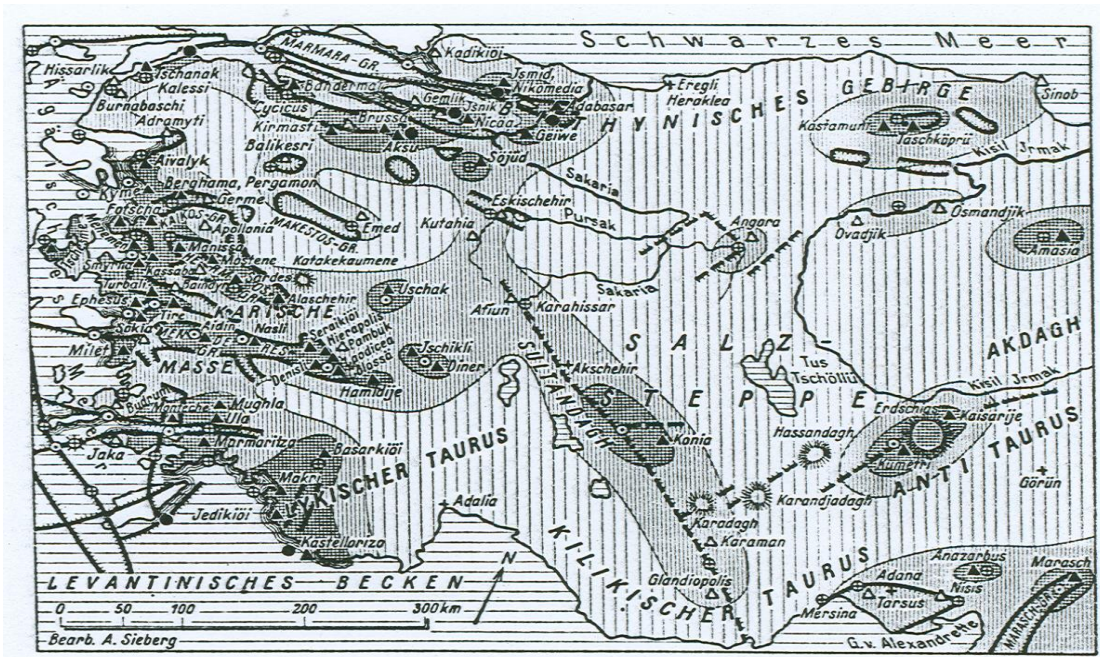
- Bu tür dalgalar S dalgasına benzer şekilde hareket ederler.
- Dalga ilerleyişine dik olacak yönde, malzeme tanecikleri yatay düzlemde ileri/geri hareket ederler.
- Bu dalgada gözlemlenen yatay hareket, bina temellerine hasar verebilirler [15].



Şekil 4-8. Love Dalgaları [12].

## 5. TÜRKİYE DEPREM BÖLGELERİ HARİTALARININ GELİŞİMİ

Ülkemizde depremle ilgili ilk mevzuat düzenleme 22/07/1944 yılında yürürlüğe giren, “Yersarsıntılarında Evvel ve Sonra Alınacak Tedbirler Hakkında Kanun” ile yapılmıştır. 4623 sayılı bu yasaya dayanak olarak, 1945 yılında “Yersarsıntıları Bölgeleri Haritası” ve “Deprem Yönetmeliği” hazırlanmıştır. Diğer taraftan, 1932 yılında Sierberg tarafından resmi olmayan ilk deprem bölgeleri haritası yapılmıştır. [16] (Şekil 5.1).



Şekil 5-1. Deprem bölgeleri haritası (Sierberg (1932)) [16].

Her ne kadar dikkate alınan veri sayısı çok az olsa da Sierberg tarafından hazırlanan harita bu noktada ilk olması nedeniyle oldukça değerlidir. Bu haritada; deprem bölgeleri, fay hatları, nehirler, göller ve önemli yerleşim yerlerinin isimlerine yer verilmiştir. Haritayı irdeleyecek olursak, Konya ve Ankara illerinin deprem bölgesinde gösterilmesi, yine KAFH (Kuzey Anadolu Fay Hattı) hattında bulunan bölgelerin bir kısmının deprem bölgesi olarak gösterilmemesi, Marmara denizinde fayların yer alması, Afyon’dan başlayarak Akdeniz’e devam eden Sultandağı fayının bulunması bu haritada dikkat çeken noktalar olmaktadır. Resmi nitelik taşıyan haritalar ise 1945 yılından süregelen olup, dünyada ve ülkemizdeki gelişmeler doğrultusunda ve yine gelişen ve değişen bilgi birikimi sayesinde, ilgili kurumların iş birliğinde hazırlanmıştır. Bu haritalar; 1947, 1963 ve 1996 yıllarında Bakanlar Kurulu kararlarıyla yürürlüğe girmişlerdir. [16]

## 5.1. Deprem Bölgeleri Haritaları

Deprem geçmişte olduğu gibi günümüzde oldukça önemli bir konu olmaya devam etmektedir. Önlenemez bir doğa olayı olan depremin zararlarının minimize edilmesi adına deprem bölgeleri haritası ve deprem yönetmelikleri büyük önem arz etmektedir. Deprem bölgeleri haritaları temsil ettiği bölgelerin sismik özellikleri hakkında bilgi vermekte olup, sismik kuvvetlerin tahmininde kullanılmaktadır. Yukarıda giriş bölümünde de bahsedildiği üzere, resmi olmayan deprem haritalarının yanı sıra resmi nitelik taşıyan deprem bölgeleri haritaları bulunmakta olup, resmi olarak onaylanmış bu haritalara ilişkin detaylı bilgilere tez çalışmasının bu bölümünde yer verilecektir.

### 5.1.1. 1945 Yersarsıntısı bölgeleri haritası

Deprem bölgeleri haritalarından ilki 1945 yılında Bakanlar Kurulu'nun 12/07/1945 tarihli ve 3/2854 numaralı kararı ile yürürlüğe giren "Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası"dır. Bu harita 1/2.000.000 ölçeğinde hazırlanmıştır. (Şekil 5.2) [16]. Bu haritaya göre ülkemiz 3 bölgeye ayrılmış olup, bunlar;

- ✓ Büyük hasara uğramış bölgeler
- ✓ Tehlikeli yer sarsıntısı bölgeleri
- ✓ Tehlikesiz bölgeler

olarak gösterilmiştir.



Şekil 5-2.1945 Yersarsıntısı bölgeleri haritası [16].

Bu harita,

- Geçmiş yıllarda meydana gelen deprem verileri ve Bayındırlık Bakanlığı'nın bilgi birikimi,
- Ülkemizin Jeolojik Haritası (MTA Enstitüsünce hazırlanmış)
- Ülkemizin Tektonik Haritası (MTA Enstitüsünce hazırlanmış)
- İstanbul Üniversitesi Jeoloji Enstitüsü'nün bilgi birikimi,
- İstanbul Rasathanesi Müdürlüğü'nün bilgi birikimi,
- 1945 yılına kadar ülkede yaşanan depremlerle ilgili yayınlar

kullanılmak suretiyle Bayındırlık ve Milli Eğitim Bakanlıklarınca oluşturulan heyetler tarafından meydana getirilmiştir [17]. Ancak, bu haritada hali hazırda tehlikesiz bölge olarak nitelenen Van ilinde, birbiri ardına depremler meydana gelmiş olup, bu depremler sonucu yapı stoku ağır hasar almıştır. Belirtilen sebeple, haritanın hazırlanmasında görev alan komisyonca düzenlenen rapor çerçevesinde, Van ilinin Merkezi, Gevaş ve Gürpınar ilçelerinin bir kısmı Bakanlar Kurulu'nun 18/04/1946 tarihli ve 3/4058 sayılı kararı ile tehlikeli yer sarsıntılar bölgesinin içine dâhil edilmesi kararlaştırılmıştır [18].

### 5.1.2. 1947 Yersarsıntısı bölgeleri haritası

İlk harita hazırlandıktan sonra geçen zaman içerisinde yapılan tespitler neticesinde, çok şiddetli yer sarsıntılar bölgelerini temsil eden sınırların haritada oldukça geniş olduğu, bu bölgelerin daha dar ve küçük olması gerektiği yönünde raporlar hazırlanmıştır. Bu raporlar doğrultusunda, Bakanlar Kurulu'nun 20/12/1947 tarihli ve 3/6739 sayılı kararı ile 1/2.000.000 ölçekli olarak hazırlanan "Yer sarsıntısı Bölgeleri Haritası" yürürlüğe girmiştir [16].

Bu haritada ülkemiz 3 bölgeye ayrılmıştır. Bunlar;

- ✓ Birinci derecede yer sarsıntısı bölgeleri,
- ✓ İkinci derecede yer sarsıntısı bölgeleri
- ✓ Tehlikesiz bölgeler

olmak üzere haritada yer verilen bölgelerdir. Harita incelendiğinde İstanbul'un ikinci derece yer sarsıntısı bölgesinde yer aldığı görülecektir. Ancak, İstanbul'un detaylı jeolojik haritası hazırlanmaya kadar 500 000 liralık bütçeye kadar her türlü inşaatların arazisi, İstanbul Üniversitesi Jeoloji Enstitüsü'nce kontrol edileceğine ilişkin bir husus eklenmiştir. 1948 yılında bu haritada yer alan bölgelerin sınırı değişmeksizin, haritanın lejantında birtakım değişiklikler yapılmak suretiyle yine aynı ölçekte fakat farklı iki renk ve parçada

tekrar yayımlanmıştır. Zamanla harita üzerinde değişikliğe gidilmiştir. İstanbul özelinde yer alan dipnot çıkarılarak yerine “İstanbul bölgesi ikinci derecededir. Ancak çürük araziye yapılacak inşaat için denetleyici dairenin onamasıyla birinci derece şartları uygulanabilir” şeklinde bir kaydın konulması 04/03/1949 tarihli ve 3/8815 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile alınmıştır. Yine bu tarihten sonra haritadaki değişiklikler şu şekildedir.

- ❖ Bursa, Elazığ, İzmir, Bitlis ve Bingöl illerinin depremsel bölgelerinde değişme yapılmış olup, bu değişiklikler 24/02/1951 tarih ve 7743 sayılı Resmî Gazete’de yayımla yürürlüğe girmiştir [19].
- ❖ Çanakkale ili Çan, Yenice ve Biga ilçeleri ikinci derece yer sarsıntısı bölgesine dahil edilmesi 13/07/1953 tarihli ve 4/1028 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile alınmıştır [19].

### 5.1.3. 1963 Türkiye deprem bölgeleri haritası

Yer sarsıntılarını haritaları bu zamana kadar, 22/07/1944 tarihinde yayımlanana 4623 sayılı Kanun gereğince Bayındırlık ve Milli Eğitim Bakanlıkları tarafında hazırlanmakta iken, 25/05/1959 tarihli ve 10213 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun” çerçevesinde İmar ve İskân, Bayındırlık, İçişleri, Milli Eğitim ve Tarım Bakanlıklarınca ortaklaşa hazırlanmaya başlanmıştır. Bu bakanlıkların temsilcilerinden oluşan komisyonlar o zaman itibari ile yürürlükte bulunan 1948 tarihli haritanın birçok eksikliğinin bulunduğunu, yabancı kaynakların dayanak alarak hazırlandığını tespit etmişlerdir. Yine bu haritada, ikinci derece deprem bölgesinde bulunan; ancak, deprem bölgeleri dışında bulunması düşünülen Trabzon’un, benzer şekilde Çan ve Yenice kasabalarının birinci derece deprem bölgesinde bulunması gerekirken, deprem bölgesi dışarında bırakılması, tespit edilen önemli eksikliklerdir [19].

Yukarıda zikredilen komisyonca ve yine yukarıda ifade edilen eksiklikler giderilmek suretiyle, üniversiteler ve ilgili kurumların da görüşü alınmak suretiyle ülkemiz çeşitli deprem bölgelerine ayrılmıştır [18]. Hazırlanan 1/2.000.000 ölçekli “Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası” Bakanlar Kurulu’nun 05/04/1963 tarihli ve 6/1613 sayılı kararı ile yürürlüğe girmiştir [16].

Bu haritada ülkemiz,

- ✓ Birinci derece deprem bölgeleri

- ✓ İkinci derece deprem bölgeleri
- ✓ Üçüncü derece deprem bölgeleri
- ✓ Tehlikesiz bölgeler

olmak üzere 4 bölgeye ayrılmıştır. Harita hissedilen maksimum şiddet göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Deprem Bölgeleri ve esas alınan deprem şiddeti Tablo 5.1’de sunulmuştur.

*Tablo 5-1. Deprem Bölgeleri ve esas alınan deprem şiddeti (TDBH 1963) [16].*

Deprem Bölgeleri	Deprem Şiddeti
<b>Birinci Derece Deprem Bölgesini</b>	VIII ve daha büyük şiddet gösteren yerler
<b>İkinci Derece Deprem Bölgesini</b>	VII – VIII şiddeti arasındaki yerler
<b>Üçüncü Derece Deprem Bölgesini</b>	V – VII şiddeti arasındaki yerler

Eski haritaların hazırlanmasında kullanılan bilgiler bu haritanın oluşturulmasında da kullanılmış olup, bu bilgilere ilaveten N. Pınar ve E. Lahn tarafından hazırlanan ve Bayındırlık Bakanlığı’nca 1952 yılında yayımlanan “Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu” ve 1959 yılında İTÜ Sismoloji Enstitüsünce S. Omote ve M. İpek tarafından kaleme alınan “Türkiyenin Sismisitesi” adlı kitabı ve MTA gözetiminde hazırlanan tektonik ve jeolojik haritaları ve Bayındırlık Bakanlığında elde edilen depremle ilgili tüm yapılmış çalışmalardan faydalanılmıştır [19].

#### **5.1.4. 1972 Türkiye deprem bölgeleri haritası**

25/05/1959 tarihli ve 10213 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak uygulamaya konulan “Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun” un 2 inci maddesi 02/07/1968 tarihli ve 1051 sayılı kanun çerçevesinde yenilenmiş olup, bu değişiklik ile yer sarsıntısına uğramış/uğrayama ihtimali olan bölgeler hakkında İmar ve İskan Bakanlığınca yapılan teklif üzerine Bakanlar Kurulunca kararlaştırılarak hükme bağlanmıştır. Bir önceki haritada bazı kusurların tespit edilmesi, söz konusu haritada tehlikesiz bölgelerde yer alan bazı illerde büyük depremlerin oluşması, 1968 tarihinde Strasburg’da toplanan Avrupa Sismoloji Komisyonunun tavsiyeleriyle tam manasıyla uymaması sebebiyle ve zikredilen Kanun değişikliği çerçevesinde 1968 yılında yeni harita çalışmalarına başlanmıştır [20]. Tüm bu hususlar ve yukarıda belirtilen eksikler giderilecek şekilde, 1/1.850.000 ölçekli “Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası” hazırlanarak, Bakanlar Kurulu’nun 23/12/1972 tarihli ve 7/5551 sayılı kararı ile yürürlüğe girmiştir [16]. Bu haritada ülkemiz,



- ✓ Birinci derece deprem bölgeleri
- ✓ İkinci derece deprem bölgeleri
- ✓ Üçüncü derece deprem bölgeleri
- ✓ Dördüncü derece deprem bölgeleri
- ✓ Tehlikesiz bölgeler

olmak üzere 5 bölgeye ayrılmıştır. Deprem Bölgeleri ve esas alınan deprem şiddeti Tablo 5.2.'de sunulmuştur.

*Tablo 5-2. Deprem Bölgeleri ve deprem şiddeti [16].*

Deprem Bölgeleri	Deprem Şiddeti
<b>Birinci Derece Deprem Bölgesini</b>	IX ya da daha büyük şiddetli depremlerin olduğu/olabileceği bölgeler
<b>İkinci Derece Deprem Bölgesini</b>	VIII şiddetli depremlerin olduğu/olabileceği bölgeler
<b>Üçüncü Derece Deprem Bölgesini</b>	VII şiddetli depremlerin olduğu/olabileceği bölgeler
<b>Dördüncü Derece Deprem Bölgesini</b>	VI şiddetli depremlerin olduğu/olabileceği bölgeler

Bazı durumlarda bölgenin tektonik özellikleri, deprem riski, jeolojisi ve yapıların mevcut durumları gibi hususlar göz önünde bulundurularak, bazı bölgelerde şiddet artırıcı veya azaltıcı faktörler kullanılmıştır. Ayrıca, uygulamada kolaylık sağlamak amacıyla tehlike bölgelerini ayıran sınırların, il merkezi hangi bölgede yer alıyorsa mülki sınırlar da aynı şekilde o bölgeye dahil edilmiştir [21].

1964 yılında Paris'te düzenlenen Sismoloji ve Deprem Mühendisliği kongresinde, deprem bölgeleri haritası oluşturulmasında esas kaynak olarak kabul gören;

- Depremsel kataloglar
- Episantr haritası
- Şiddet haritaları (maksimum)
- Sismo-Tektonik haritaları

Bu haritanın hazırlanmasında da kullanılmıştır. Ayrıca, 1968'de Strasburg'da toplanan Avrupa Sismoloji Komisyonu'nun tavsiye kararlarına uyarak, tehlikeli bölge sınıflandırılması yapılmıştır [20].

### **5.1.5. 1996 Türkiye deprem bölgeleri haritası**

1990-2000 yılları arasındaki süreç, BM Genel Kurulu'nun 42. Genel Oturumunda "Doğal Afet Zararlarının Azaltılması Uluslararası On Yılı" şeklinde belirlenmiştir. Yine toplantı

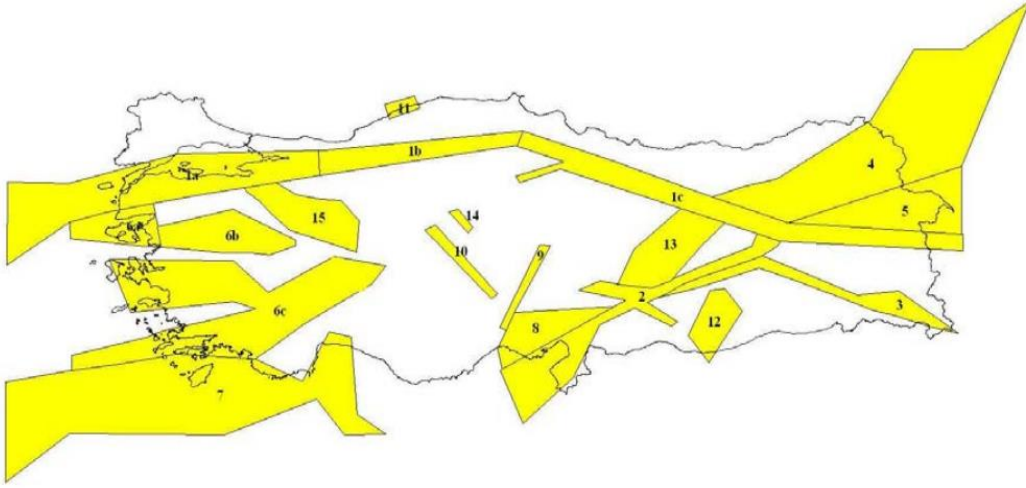
kapsamında, doğal afetlerin olduğu ülkelerde yerel komitelerin oluşturulması ve bu komitelerin çalışma esasları tespit edilmiştir. Bu tespit çerçevesinde, 7269 sayılı Kanun ile birlikte kamuya ait varlıkların doğal afetler ve yıkıcı depremlerden korunması ve tekrar kullanılabilmesi amacıyla yönelik tüm tedbirleri almak üzere Bayındırlık ve İskân Bakanlığı görevlendirilmiş olup bu kurumun liderliğinde ilgili kurum, kuruluş ve Üniversite temsilcilerinden oluşan Doğal Afet Zararlarını Azaltma On Yılı Türkiye Milli Komitesini kurulmuştur [22].

Milli Komite bünyesinde depremler, heyelanlar ve kaya düşmeleri, su baskınları, yangınlar ve diğer afetler (Çığ, Fırtına, Tsunami vb.) başlıkları altında ilgili kurum, üniversite ve meslek odalarının temsilcilerinden çalışma grupları teşkil edilmiştir.

Oluşturulan çalışma gruplarının biri olan ve yürütücüsü Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığınca (DAD) gerçekleştirilen, “Deprem Çalışma Grubu”nun ana hedefi 1972 yılında hazırlanan Deprem Bölgeleri Haritası’nın güncel bilgi birikimi çerçevesinde değerlendirmek suretiyle yeniden düzenlenmesi olarak belirlenmiştir.

Bu amaçla birlikte söz konusu çalışma grubu mevcut kazanımlar doğrultusunda, Deprem Kaynak Zonları’nı gösteren bir taslak hazırlayarak, ilgili kurumlara görüş alınmak üzere sunulmuştur. Son halini alan haritaya, ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümünce proje kapsamında “En Son Verilere göre Türkiye’nin Deprem Tehlikesi Haritası” hazırlanmıştır. Bu proje ile amaçlanan, en son veriler çerçevesinde hazırlanan çalışma, Türkiye Deprem Tehlikesi Haritasının istatistik biliminden faydalanılarak ve bugüne kadar yaşanan ihtimaller göz önünde bulunarak ve gerekli hesaplamalar sonucunda Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik maddeleri uygulanabileceği bir harita haline gelmesidir [23].





Şekil 5-3. 1996 Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası için kullanılan Deprem Kaynak Bölgeleri [23].

Bu haritanın hazırlanmasında,

- Deprem kaynak zonu sınırlarının belirlenmesi (Şekil 5.3),
- Geçmiş depremlerin verilerinin istatistiksel çerçevede değerlendirilmesi sonucu, kaynak zonunda oluşabilecek en büyük depremin magnitudünün belirlenmesi
- Farklı kaynak zonları için azalım ilişkileri tespit edilmesi,
- Yer hareketi ile oluşan ivmeye ait, belirlenmiş bir zaman diliminde mevcut en büyük birikime sahip olasılık dağılım fonksiyonu belirlenmesi,

adımları uygulanmıştır. Bu tespitlere dayanak kabul edilen depremlerin detayları ise Kandilli Rasathanesince hazırlanan 1881–1980 yılları arasını kapsayan bir katalogdan elde edilmiştir [23].

Yukarıda da belirtilen aşamalar yapıldıktan sonra hazırlanan 1/1.800.000 ölçekli “Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası” Bakanlar Kurulu’nun 18/04/1996 tarihli ve 96/8109 sayılı kararı ile kullanıma girmiştir. (Şekil 5.4). Bu harita bundan önce hazırlanan dört haritadan farklı olarak, olasılık metotları ve yer ivmelerini dayanak almak suretiyle hazırlanmıştır. Bu haritada, gelecek 50 yıllık süreçte %90 aşılmayacak yer ivmelerine yer verilmiştir [18].

Bu haritada ülkemiz,

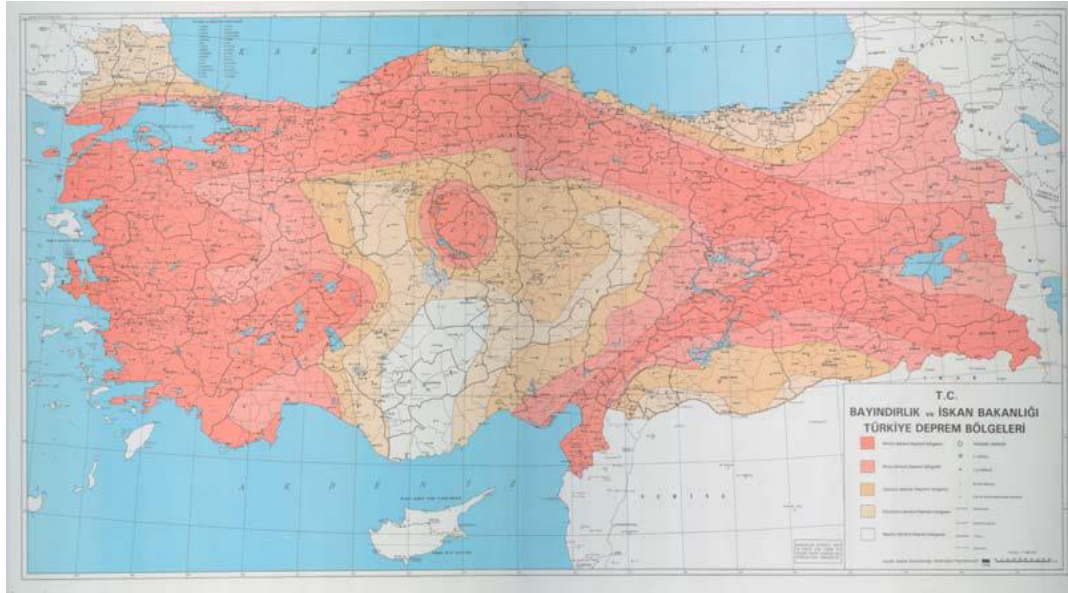
- ✓ Birinci derece deprem bölgeleri
- ✓ İkinci derece deprem bölgeleri
- ✓ Üçüncü derece deprem bölgeleri
- ✓ Dördüncü derece deprem bölgeleri

✓ Beşinci derece deprem bölgeleri olarak beş deprem bölgesine ayrılmıştır. Deprem bölgeleri ve yer ivmeleri Tablo 5.3'te sunulmuştur.

Tablo 5-3. Deprem bölgeleri ve yer ivmesi (TDBH 1996) [18].

Deprem Bölgeleri	Yer ivmesi
<b>I. Deprem Bölgeleri</b>	Yer ivmesi 0.40 g ve bu değeri aşan bölgeler
<b>II. Deprem Bölgeleri</b>	Yer ivmesi 0.30–0.40 g aralığında bölgeler
<b>III. Deprem Bölgeleri</b>	Yer ivmesi 0.20–0.30 g aralığında bölgeler
<b>IV. Deprem Bölgeleri</b>	Yer ivmesinin 0.10–0.20 g aralığında bölgeler
<b>V. Deprem Bölgeleri</b>	Yer ivmesi 0.10 g değerinden küçük bölgeler

Bayındırlık ve İskân Bakanlığınca 1996 tarihinde hazırlanan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası Şekil 5.4'te sunulmuştur. Harita Genel Komutanlığı'nca renkli ve 1/1.800.000 ölçeğinde hazırlanan, deprem bölge sınırları, il ve ilçe merkezleri, baraj ve göller, demiryolu hatlarını görmek mümkündür.



Şekil 5-4. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası (1996) [18].

Bu haritada, il merkezi hangi deprem bölgesinde yer alıyorsa, o ilin sınırları içerisinde kalan tüm yerleşim birimleri de aynı bölgede yer aldığı varsayılmıştır. Ancak, herhangi bir

noktanın iki farklı bölge derece sınırına denk gelmesi durumunda büyük olan bölge deprem derecesi o sınırdaki noktanın bölge derecesi olarak kabul edilir.

Kullanımı kolay olması için, yerleşim birimleri alfabetik sırayla hangi deprem bölge derecesine sahip olduğunu gösteren liste hazırlanmış olup, söz konusu haritayla birlikte dağıtılmıştır. Haritada veya listede yer almayan birimlerin ise bağlı olunan il/ilçe merkezinin deprem bölgesi kullanılmaktadır [18].

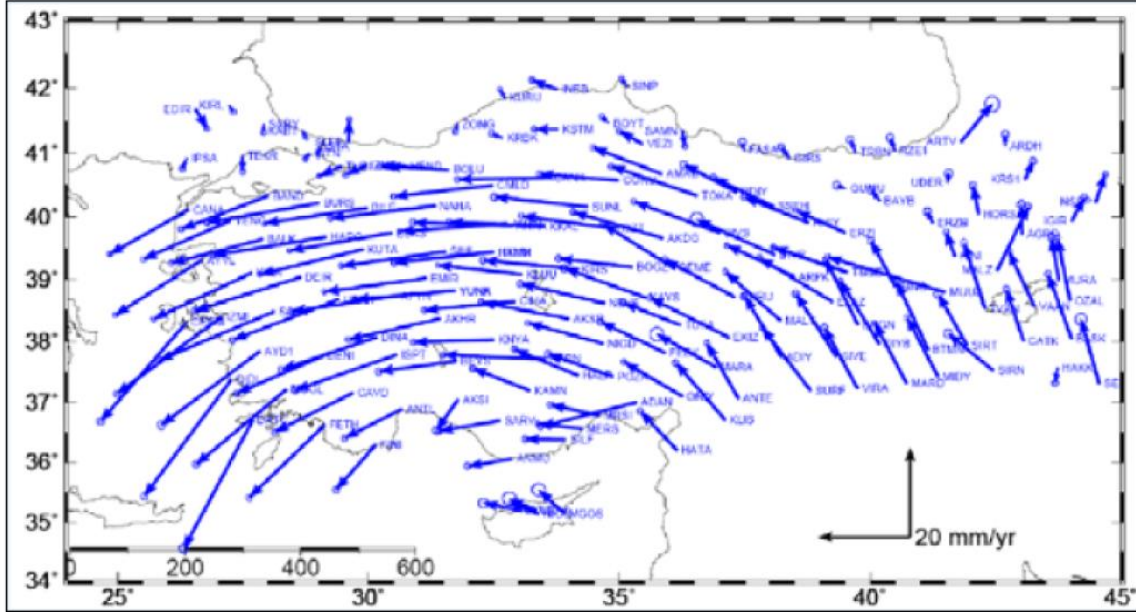
Hazırlanan bu haritya göre ülkemiz yüzölçümünün, % 42'si I. derece deprem bölgesinde, % 24'ü II. derece deprem bölgesinde, % 18'i III.derece deprem bölgesinde, % 12'si IV. derece deprem bölgesinde ve son olarak % 4'ü V. Derece deprem bölgesi içerisinde yer almaktadır. Ülke nüfusunun ise % 45'i I.derece deprem bölgesinde, % 26'sı II.derece deprem bölgesinde, % 15'i III.derece deprem bölgesinde, % 13'ü IV.derece deprem bölgesinde ve son olarak % 2'si V. Derece deprem bölgesinde yaşam sürmektedir [24]. Günümüzde ülke nüfusunun ve yüz ölçümünün bu denli risk altında olması ve yapı stokumuzun kötü olması deprem unsuruna karşı alınacak önlemlerin artırılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

## **5.2. Sismik Aktivite ve Türkiye Deprem Tehlike Haritası**

Ülkemiz sismik hareketliliğin yoğun olduğu bir coğrafyada bulunmakta, bu sebeple sismik hareketliliğin böylesine yoğun olduğu bölgeler ivme ölçerler ile sürekli takip edilmektedirler. Sismik hareketliliğin yoğun olduğu bölgeler genellikle 2 farklı levhanın birleşim noktalarıdır. İvme ölçerler bu birleşim noktalarına fay hattı boyunca konumlandırılmışlardır. İvme ölçerlerin yanı sıra hız ölçerlerde kullanılmaktadırlar. Levha hareketlerinin izlenmesi noktasında oldukça öneme sahip olan hız ölçerler ile milimetrik seviyede ölçüm yapılabilen hassas teknolojik cihazlardır. GPS (Global Positioning System) gibi konum tespitinde kullanılan uydu verilerinin konumları ile kendi mevcut konumunu karşılaştırıp, yer değişim verisini çok hassas bir düzeyde elde ederler. Türkiye'de 2009'da Üniversite ve Kamu iş birliğinde yapılan Kamu AR-GE projesiyle hizmete alınan Sürekli Gözlem Yapabilen Referans İstasyonları (CORS-TR) ağı ile, istasyonların anlık, günlük,

haftalık, aylık, yıllık yer değiştirmeleri (hız vektörleri) hesaplanabilmektedir. Bu sayede Anadolu plakasının yıllık 2.4 cm batıya kaydığı hesaplanmıştır [53]. Şekil 5-2.1.

Bu istasyonlardan alınan veri ile iyonosferdeki toplam elektron yoğunluğu ve üçgen alanları günlük değişim oranları hesaplanarak deprem tahmini yapılmaya çalışılmaktadır [54], [55], [56].

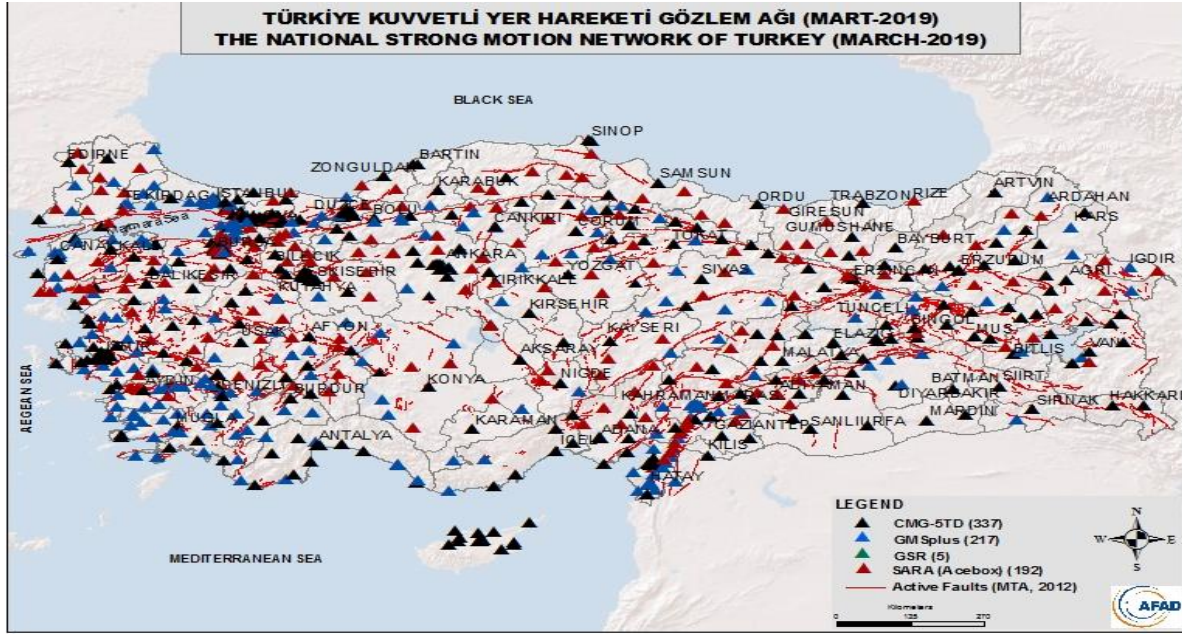


Şekil 5-5.1. Türkiye Sürekli Gözlem Yapabilen Referans İstasyonları Hız Vektörleri Ağı Haritası[53].

Şekil 5.5'te ivme ölçerlerin bulunduğu haritada görüleceği üzere, her üçgen bir adet ivme ölçeri temsil etmektedir. Her nokta üzerinde bulunduğu levhaya ilişkin yer hareketlerini kayıt altına almakta ve AFAD veri tabanına düzenli olarak göndermektedir. Bu veri tabanı üzerinde yıllık fay hareketleri hakkında detaylı bilgi sahibi olunabilir. Bu verilerden levhanın ne kadarlık strese maruz kaldığı ve geçmiş deprem tarihçesinden yola çıkarak tahmini kırılma Şekli, tahmini kırılma süresi ve tahmini deprem büyüklüğü öngörülebilir.

Türkiye İvme Ölçer Gözlem Ağı Haritasında da görüleceği üzere, ivme ölçerlerin sıklığı Kuzey Anadolu Fay Hattı (KAFH) ve Doğu Anadolu Fay Hattı (DAFH) üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu ivme ölçerlerin fay hattını takip ettiği rahatlıkta gözlemlenmektedir. Yer yer çöküntü depremler üreten ve çok parçalı segmanların dağınık olduğu Ege Bölgesinde ivmeölçer yoğunluğunun olduğu haritadan görülecektir.





Şekil 5-6.2. Türkiye İvme Ölçer Gözlem Ağı Haritası (AFAD) [49].

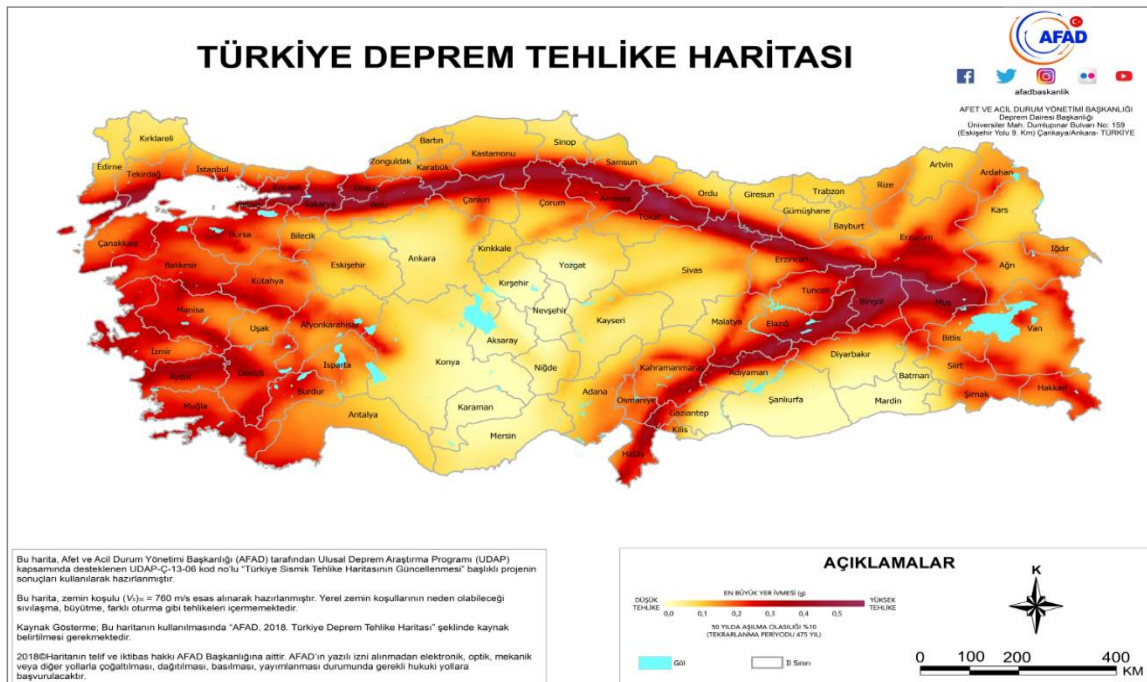
Türkiye Ulusal Kuvvetli Yer Hareketi Veri Tabanı (TR-KYH) portalı, kullanıcıların herhangi bir kayıt prosedürü olmadan tüm ivme ölçer dalga formlarını seçmek ve indirmek için deprem ve istasyon bilgilerini sorgulamasını sağlar. Bu veriler, 754 üç bileşenli dijital yeni nesil ivmeölçerlerden elde edilmiştir. Yine, deprem bilgisi, AFAD'ın Ulusal Sismolojik Gözlem Ağı (<https://deprem.afad.gov.tr>) üzerinden elde edilebilmektedir. Tüm hızlanma verilerinin birimi  $\text{cm} / \text{sn}^2$  (gal) 'dir. TR-KYH veri tabanı, ASCII formatında 3'ten büyük olan, enstrüman sabiti ile çarpılan ancak filtrelenmemiş ham veri olan işlenmiş ve işlenmemiş verileri içerir. İşlenmiş veriler noktasında değerlendirme yapılacak olursa, bu veriler 1976-2008 arasındaki kayıt altına alınan yer hareketleri parametreleri ve yanıt spektrumlarını içerir. Bu kayıtlar tutarlı bir metodoloji ile manuel olarak filtrelendi ve işlendi [25]. Günümüzde bu kayıtlar devam etmektedir.

Dalga biçimi dosyaları, 19 satır içeren bir başlık ve bir veri vektörünü içerir. Tepki spektrumu dosyaları ayrıca 19 satır başlığı ve 0.01 ile 10s arasındaki süreleri de içerir. Kayıt dosyası adı olarak oluşturulur. Tarih (yyyy.mm.dd) + saat (hh.mm.ss) + istasyonun kısaltması Örneğin: istasyon (1201); öyle (20030501002704\_1201).

AFAD Shake Maps, TR-KYH istasyonları tarafından kaydedilen ölçülen yer hareketleri kullanılarak otomatik olarak oluşturulur. 4.5'ten büyük EQ'lar için ShakeMap, AFAD büyüklüğü, Epicenter ve Fault parametreleriyle manuel olarak revize edildi. ShakeMap Yazılımı, ABD Jeolojik Araştırmaları (USGS) Deprem Tehlikeleri Programı tarafından

orijinal olarak geliştirilmiştir Shake Map'e girdi olarak kullanılan tepe hareketi parametrik verileri, yeni bir deprem orijini mevcut olduğunda, SeisComp3 scwffparam modülünden [26] otomatik olarak elde edilir.

1996 yılında yayımlanarak kullanıma giren, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası, ilgili kurum olan AFAD Deprem Başkanlığı tarafından revize edilmiş olup, 18/03/2018 tarihli ve 30364 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmıştır. Bu yeni Deprem Tehlike Haritası 01/01/2019 tarihinde kullanıma girmiştir [27]. (Şekil 5.6)



Şekil 5-7. Deprem Tehlike Haritası. AFAD [49].

Yeni deprem haritası, en güncel deprem parametreleri, deprem katalogları ve yeni nesil matematiksel modellerin bir arada değerlendirilmesi sonucunda, ayrıntılı veriler kullanılmak suretiyle oluşturulmuştur. Daha önceki harita da bulunan deprem bölgesi kavramı yerine bu harita en büyük yer ivmesi değerleri kullanılarak hazırlanmıştır. Bu sebeple, deprem tehlike haritasını bir risk haritası olarak değerlendirmek doğru olmayacaktır. Risk haritası olması için bu haritada yapı yoğunluğu, nüfus, deprem anında etkilenme durumu, ekonomik kayıp tahmini, depremin çevreye vereceği zararlarında bu harita yer alması gerekmektedir.

Bu harita, AFAD Ulusal Deprem Araştırma Programı (UDAP) tarafından desteklenen Türkiye Sismik Tehlike Haritasının Güncellenmesi başlıklı proje ile kamu ve üniversite iş birliği kapsamında oluşturulmuştur. Eski duruma göre, yenilenen Türkiye Deprem Tehlike

Haritası kapsamında 46 il merkezinin deprem tehlikesi düşürülmüş, bununla birlikte 6 il merkezinin de deprem tehlikesi yükseltilmiştir. İstatistiksel olarak değerlendirme yapılacak olursa, eski harita kapsamında Ülkemiz topraklarının %47'si en tehlikeli kısımda yer almakta olup, yeni harita da bu değer ciddi manada azalarak % 17 olarak güncellenmiştir. Nüfus manasında değerlendirme yapılacak olursa eski haritada, nüfusun %43'ü en tehlikeli alan içerisinde yer alan bölgelerde yaşamaktayken, yeni harita da bu değer %27 olarak tespit edilmiştir. Yapı stokumuz özelinde ise, eski harita sisteminde yapı stokumuzun %44'ü en tehlikeli alanda yer alırken, yeni harita da bu oran % 26'ya düşürülmüştür. Bu veriler ışığında değerlendirme yapılacak olursa, her ne kadar güncellenen harita ile risk bir miktar düşse de yapı stokumuzun oldukça kötü olması, ülkenin önemli sanayi bölgelerinin deprem riski altında bulunması, bu durum yapı stoku ve nüfus manasında da karşımıza çıkmaktadır. Belirtilen sebeple, deprem gerçeğini unutmamalı ve o gelmeden her yönüyle ona hazırlıklı olunmalıdır [28].

## 6. DEPREM YÖNETMELİKLERİNİN TÜRKİYE’DEKİ GELİŞİMİ

Deprem kuşağında yer alan Ülkemiz depremle mücadele manasında yönetmeliklere ihtiyaç duymuştur. İlk defa 1940 yılında yürürlüğe giren yönetmelik günümüze kadar birçok revizyona uğramıştır. Geçmişten günümüze bilgi birikimi artıkça yönetmelikler de haliyle revize olmuştur. Bu anlamda, deprem yönetmeliği de tam 9 defa revizyona uğramıştır. Tablo 6.1’de geçmişten günümüze kadar ülkemizde uygulanan deprem yönetmeliklerine yer verilmiştir. [29,30].

*Tablo 6-1. Deprem Yönetmelikleri Tarihçesi [29,30].*

Yönetmelik Adı	Yürürlük Tarihi
Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi	1940
Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi	1944
Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği	1949
Yer sarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik	1953
Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik	1962
Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik	1968
Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik	1975
Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik	1998
Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik	2007
Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği	2018

Bu bölüm yukarıda ismen yer verilen yönetmeliklerden 1968, 1975, 1998, 2007 ve 2018 Deprem yönetmelikleri dikkate alınarak zemin sınıflandırma farklılıkları ve deprem yükü analizi bakımından kısaca karşılaştırılacaktır.

### **Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1968)**

1968 yılında çıkarılmış olan, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY) incelenecek olursa, 3 farklı zemin tipinin burada dikkate alındığı görülecektir. Fakat buradaki zemin sınıflandırılmasına dayanak olarak bir hususa (kayma dalga hızı, SPT vb) bağlanmamıştır. Deprem analizinde zemin etkisiyle zemin tipine göre, sert ve tekparça kayalık zeminler için 0.80; kum, çakıl, sert kum içeren kil gibi sağlam ve sıkı zeminler, çatlak ve kolay şekilde gruplara ayrılan kayalar için 1; suyu havi gevşek ve sağlam zeminler dışındaki daha az sağlam bilumum zeminler için 1.2 değerini alan  $\alpha$  katsayı değeri tanımlanmıştır. Yine bu yönetmelik içinde temel tabanından yüksekliği 44 m’yi geçen betonarme yapılar için depremlerin analizi zemin ve yapının özellikleri dikkate



alınmak suretiyle uygun dinamik analiz yöntemlerine göre yapılar hususu ihtiva etmektedir [31].

#### **Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1975)**

1968 yılında çıkarılmış olan, ABYYHY incelenecek olursa, 4 farklı zemin sınıfının burada kabul edildiği görülecektir. Burada kayma dalgası zemin türlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Ayrıca, zeminin etkisi zemin hakim periyodunun bir fonksiyonu olarak tanımlanmıştır. Elastik tasarım spektrumu ilk kez bu yönetmelik kapsamında yer verilmiştir. Dinamik analiz açısından değerlendirildiğinde, taşıyıcı sistem yapısı düzensiz veya temel üst kotu baz alınarak ölçülen ve yüksekliği 75m'yi aşan tüm yapıların depreme karşı emniyetleri hususuna uygun ve güvenilir dinamik hesap yöntemiyle belirlenmesi ifadesi yer almıştır [32].

#### **Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1998)**

1998 yılında çıkarılmış olan, ABYYHY incelenecek olursa, 4 farklı zemin tipinin burada kullanıldığı görülecektir. Zemin sınıflandırılmasında 1975 yönetmeliğinde de yer alan kayma dalgası hızının yanı sıra; Standart Penetrasyon Testi (SPT), Relatif Sıklık, Serbest Basınç dayanımı değerlerine göre sınıflandırma yapılmıştır. Bu yönetmelikle birlikte zemin sıvılaşma potansiyeli irdelenmesi tespiti yapılmıştır. Dinamik analiz bakımından ise düzensizlik durumları ve yapı yüksekliği esas alınarak dinamik analiz yöntemi belirlenmesi uygun görülmüştür [33].

#### **Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007)**

2007 yılında çıkarılmış olan, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik incelenecek olursa, zemin sınıflarının 1998 yönetmeliğiyle benzer şekilde sınıflandırıldığı görülecektir. 1998 Yönetmeliğinden farklı olan nokta, mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesinde performans dayalı analiz yöntemleri zorunlu hale getirilmiştir [34].

#### **Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018)**

2018 yılında çıkarılmış olan, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği incelenecek olursa, bir önceki yönetmelikten farklı olarak 6 adet zemin sınıfının olduğu görülecektir. Bu sınıflardan ZF sınıfı için sahaya özel inceleme ve değerlendirilme yapılması gerekmektedir. Diğer taraftan, deprem etkisiyle oluşan zemin sıvılaşması bu yönetmelikte

daha ciddi manada ele alınmıştır. Yine bu yönetmelik ile dört deprem yer hareketi düzeyi tanımlanmış olup, deprem bölgesi tanımı yerini sismik tehlike haritasına bırakmıştır. Ayrıca, bu yönetmelik ile tasarım aşamasında çatlama kesit atalet momentleri hesaplar yapılırken değerlendirilmesi zorunlu hale gelmiştir. Yüksek yapılar ile depremden yalıtılmış yapıların analizleri ile ilgili bölümlere de bu yönetmelikte yer verilmiştir [35].



## 7. TBDY-2018 VE TÜRKİYE DEPREM TEHLİKE HARİTASININ KULLANIMI VE ANKARA-SİLİVRİ KARŞILASTIRMASI

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYHBY-2007) yenilenerek Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) halini almış olup, yönetmelikle birlikte Türkiye Deprem Tehlike Haritası da yenilenmiştir. Projeyi AFAD başkanlığında UDAP kapsamında ve ayrıca DASK tarafından destek görmüştür. Bu projeye birlikte yer hareket spektrumları karşımıza çıkmıştır.

### 7.1. Deprem Yer Hareketi Spektrumları Nasıl Oluşturulacak?

#### 7.1.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyleri

TBDY-2018 uygulama alanı daha önceki deprem yönetmeliklerine kıyasla genişleştirilmiş olup, “Deprem Yer Hareketi Spektrumları” örnek bir binanın konumuna, fay hattına olan mesafesine ve zemin parametreleri dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Her konumun ayrı bir yer hareketi spektrumu olmasının yanında, DBYHBY 2007 yönetmeliği tek deprem yer hareketi seviyesi dikkate alınırken, TBDY 2018 için 4 ayrı yer hareketi seviyesi bulunurken 963 analiz hesaplanacaktır.

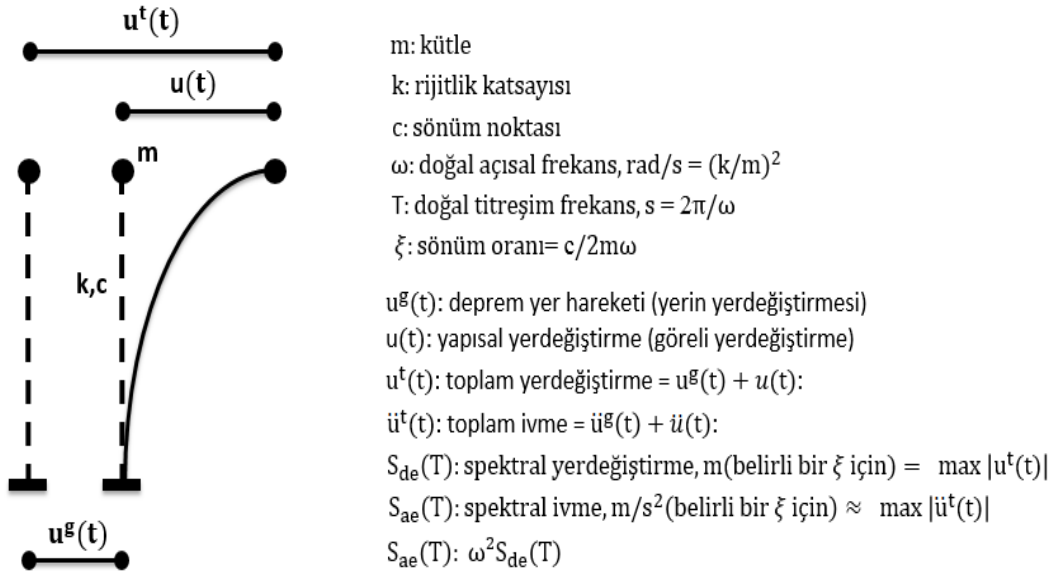
Tablo 7.1’de de görüleceği üzere, 4 farklı yer hareketi düzeylerine ilişkin, 50 yılda aşılma yüzdesi, tekrerrür periyodu ve deprem yer hareket düzeyi sunulmuştur.

*Tablo 7-1. TBDY2018 Deprem Yer Hareket Düzeyleri [27].*

Deprem Yer Hareket Düzeyleri	50 Yılda Aşılma İhtimali (%)	Tekrarlanma Periyot Yılı	Deprem Yer Hareket Düzeyi
DD 1	2	2475	Çok Seyrek
DD 2	10	475	Seyrek
DD 3	50	72	Sık
DD 4	68	43	Çok Sık

Deprem yer hareket düzeyi, herhangi bir deprem durumunda, belirtilen bir sönüm değeri için doğal titreşim periyot değeri T olan doğrusal elastik serbestlik derecesi tek olan bir yapıda oluşan maksimum ivme/yer değiştirmenin T ile ilişkili olarak ifade edilen denklemdir.

Tek serbestlik derecesine sahip sistemler, kütlelerin başlangıç durumuna bağlı göreceli şekilde yapılan yer değiştirmeleri belirtmek amacıyla gereken bağımsız yer değiştirme sayısı 1 olan sistemlerdir. Bu davranışa ilişkin bilgiler Şekil 7.1’de sunulmuştur.



Şekil 7-1. Tek serbestlik dereceli sistemin davranış büyüklükleri [27].

Deprem büyüklüğüne göre ivme/yer değiştirme spektrumları da farklılık göstermektedir. İvme spektrumu eğrisi deprem yönetmeliklerinde genellikle standart halde gösterilirken, spektral ivmeler ise parametrelerine bağlı olmaktadır.

### 7.1.2. Deprem Yer Hareketi Spektrumları

TBDY 2018 yönetmeliği ile birçok değişiklik olmuş olup, bu değişikliklerden biri deprem yer hareketi spektrumu hesabıdır. Harita spektral ivme katsayıları ve yerel zemin etki katsayılarına bağlı olarak tanımlanmıştır.

#### 7.1.2.1. Harita ve Tasarım Spektral İvme Katsayıları

Spektral ivme katsayıları DBYHBY 2007 ve TBDY 2018’de ayrı olarak hesapları yapılmaktadır. İnceleyecek olursak:

DBYHBY 2007’de, Spektral İvme Katsayısı,  $A(T) = A_0 I S(T)$  gösterilmişti. Bu şekilde çıkan sonuç yer çekimi ivme değeri ile çarpılarak  $A(T)$  g elastik spektral ivme değeri ( $S_{ae}(T)$ ) hesabıyla sonuç bulunuyordu.

4 farklı yer hareket düzeyi için;  $S_s$ : kısa periyot harita spektral ivme katsayısı olarak ve  $S_1$ : 1.0 sn'lik periyoda karşılık gelen harita spektral ivme katsayısı olarak tanımlanmış olup, TDTH'de ayrı olarak belirtilmiştir.  $S_s$  ve  $S_1$  katsayıları daha sonra tasarım spektral ivme katsayılarına aşağıdaki denklemler ile dönüştürülür. Burada  $F_s$  ve  $F_1$  yerel zemin etki katsayılarıdır. Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı  $S_{DS}$  olarak tanımlanırken, 1.0 sn'lik periyoda karşılık gelen harita spektral ivme katsayısı ise  $S_{D1}$  olarak tanımlanmıştır.

$$S_{DS} = S_s F_s \quad \text{Denklem 2. [27].}$$

$$S_{D1} = S_1 F_1 \quad \text{Denklem 3. [27].}$$

Yerel zemin sınıfına göre ZA, ZB, ZC, ZD, ZE, ZF olmak üzere 6 ya ayrılmış olup, bu zemin sınıfına karşılık gelen; üst 30 metredeki ortalama  $(V_s)_{30}$ ,  $(N_{60})_{30}$  ve  $(C_u)_{30}$  değerleri Tablo 7.2'de sunulmuştur. Burada;

$(V_s)_{30}$  = Üst 30 metredeki ortalama kayma dalgası hızı [m/s]

$(N_{60})_{30}$  = Ortalama standart penetrasyon deneyi darbe sayısını [darbe/30 cm]

$(C_u)_{30}$  = Ortalama drenajsız kayma dayanımı [kPa]

Tablo 7-2. Yerel Zemin Sınıfları [27].

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		$(V_s)_{30}$ [m/s]	$(N_{60})_{30}$ [darbe /30 cm]	$(C_u)_{30}$ [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	–	–
ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar	760 – 1500	–	–
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360 – 760	> 50	> 250
ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180 – 360	15 – 50	70 – 250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \% 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ( $c_u < 25$ kPa) içeren profiller	< 180	< 15	< 70
ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaştırılabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer, 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ( $PI > 50$ ) killer, 4) Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killer.			

### 7.1.3. Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

Yatay elastik tasarım ivme değeri  $S_{ae}(T)$  olarak tanımlanmakta olup,  $S_{ae}(T)$  hesaplarına ilişkin denklemler aşağıda verilmiştir.

$$S_{ae}(T) = [0.4 + 0.6 (T/T_A)] S_{DS} \quad 0 \leq T \leq T_A \quad \text{Denklem 4. [27].}$$

$$S_{ae}(T) = S_{DS} \quad T_A \leq T \leq T_B \quad \text{Denklem 5. [27].}$$

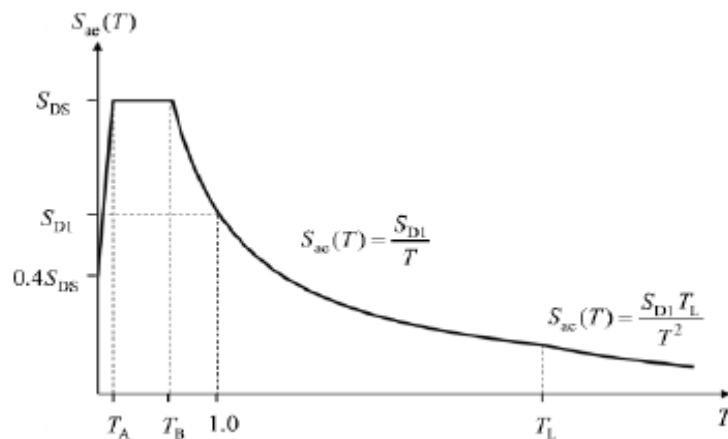
$$S_{ae}(T) = S_{D1}/T \quad T_B \leq T \leq T_L \quad \text{Denklem 6. [27].}$$

$$S_{ae}(T) = (S_{D1} T_L) / T^2 \quad T_L \leq T \quad \text{Denklem 7. [27].}$$

Yukarıdaki deklemlerde;  $T$  ile doğal titreşim periyodu,  $T_A$  ile  $S_{DS}$  değerine karşılık gelen titreşim periyodunu,  $T_B$  ile  $S_{D1}$  değerine karşılık gelen titreşim periyodunu temsil etmektedir. Sabit yer değişim bölgesine geçiş periyodu olarak bilinen  $T_L$  ise 6 sn olarak kabul edilmektedir.  $T_A$  ve  $T_B$  değerlerine ilişkin hesaplar Denklem 8 ve 9'da verilmiştir. Diğer taraftan, yatay elastik tasarımı spektrumu Şekil 7.2'de sunulmuştur.

$$T_A = 0.2(S_{D1} / S_{DS}) \quad \text{Denklem 8. [27].}$$

$$T_B = (S_{D1} / S_{DS}) \quad \text{Denklem 9. [27].}$$

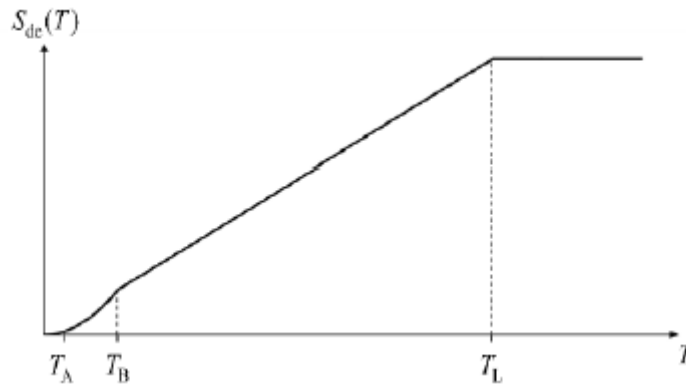


Şekil 7-2. Yatay elastik tasarım spektrumu [27].

Yatay elastik spektral yer değıştirme değeri  $S_{de}(T)$  olarak ifade edilmekte olup, hesabına ilişkin formül Denklem 10'da gösterilmektedir. Yatay elastik tasarım spektral yer değıştirmeleri Şekil 7.3'te yer verilmiştir.

$$S_{de}(T) = (T^2 / 4\pi^2) g S_{ae}(T)$$

Denklem 10. [27].



Şekil 7-3. Yatay elastik tasarım spektral yer değıştirmeleri [27].

#### 7.1.4. Düşey Elastik Tasarım Spektrumu

Düşey elastik tasarım spektrumu  $S_{aeD}(T)$  ile gösterilmekte olup, bu değeri aşağıdaki denklemler ile ifade edilir.

$$S_{aeD}(T) = [0.32 + 0.48 (T/T_{AD})] S_{DS} \quad 0 \leq T \leq T_{AD} \quad \text{Denklem 11. [27].}$$

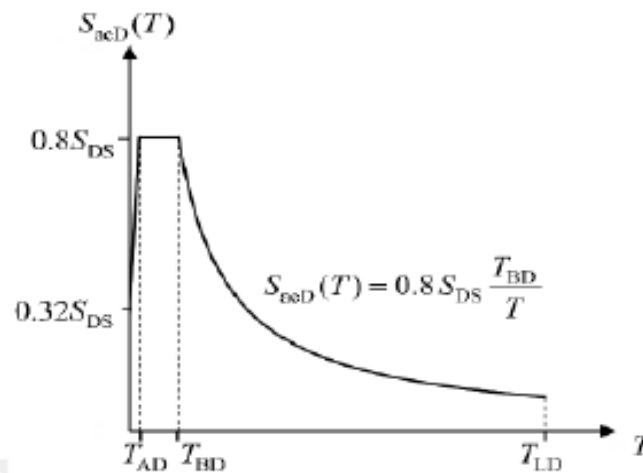
$$S_{aeD}(T) = S_{DS} \quad T_{AD} \leq T \leq T_{BD} \quad \text{Denklem 12. [27].}$$

$$S_{aeD}(T) = 0.8 S_{DS} (T_{BD}/T) \quad T_{BD} \leq T \leq T_{LD} \quad \text{Denklem 13. [27].}$$

$$T_{AD} = T_A/3 \quad \text{Denklem 14. [27].}$$

$$T_{BD} = T_B/3 \quad \text{Denklem 15. [27].}$$

$$T_{LD} = T_L/2 \quad \text{Denklem 16. [27].}$$



Şekil 7-4. Düşey elastik tasarım spektrumu [27].

### **Spektral ivme katsayısı hesabı:**

TBDY 2018’de 2 adet tasarım ivme spektrumu bulunmakta olup, bunlar yatay ve düşey ivme spektrumlarıdır. Spektral ivme katsayısına ulaşmak için yapılacakları sırasıyla şu şekilde belirtelim:

- i. İlk önce deprem tehlike haritasından, harita spektral katsayıları ve yapının fay hattına olan uzaklığı bulunur.
- ii. Harita spektral ivme katsayı değerleri ( $S_s$  ve  $S_1$ ) ve yerel zemin grubu (Tablo 7.2) detayları zemin etüd raporlarından temin edilecek.
- iii. Hesaplamaya esas alınan yapının deprem yer hareketi düzeyi (DYHD) belirlenecek.
- iv. Tablo 7.3 ve 7.4’te yerel zemin etki katsayı değerleri ( $F_s$  ve  $F_1$ ) belirlenecek ve ara değerler olması halinde doğrusal bir enterpolasyon ile sonuç elde edilecektir.

*Tablo 7-3. Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları [27].*

Yerel Zemin Sınıfı	Yerel Zemin Etki Katsayı değerleri, $F_s$ (Kısa Periyot Bölgeleri için)					
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.00$	$S_s \leq 1.25$	$S_s \geq 1.50$
Z A	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Z B	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Z C	1.30	1.30	1.20	1.20	1.20	1.20
Z D	1.60	1.40	1.20	1.10	1.00	1.00
Z E	2.40	1.70	1.30	1.20	0.90	0.80
Z F	Sahaya özel zemin analizleri yapılacaktır (Bkz. 16.5)					



Tablo 7-4. 1.0 saniye periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları (TBDY Tablo 2.2) [27].

Yerel Zemin Sınıfı	Yerel Zemin Etki Katsayısı, F1 (1.0 Saniye Periyot İçin)					
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.00$	$S_s \leq 1.25$	$S_s \geq 1.50$
Z A	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Z B	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Z C	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.40
Z D	2.40	2.20	2.00	1.90	1.80	1.70
Z E	4.20	3.30	2.80	2.40	2.20	2.00
Z F	Sahaya özel zemin analizleri yapılacaktır (Bkz. 16.5)					

- v.  $\gamma_f$  katsayısı yapının fay hattına olan mesafesine ve deprem yer hareketi düzeyine göre hesaplanmaktadır. Yapının faya olan uzaklığının  $\geq 25$  km olduğu durumlarda veya DYHD 3 ve 4 için bu değer ( $\gamma_f$ ) 1.0 olarak alınır.
- vi. Tasarım spektral ivme katsayıları ise yerel zemin etki katsayıları ( $F_s$  ve  $F_1$ ) ve harita spektral ivme katsayıları ( $S_s$  ve  $S_1$ ) kullanarak hesaplanır.
- vii. Tasarım spektral ivme katsayı değerleri ile  $T_a$ ,  $T_b$ ,  $T_{ad}$  ve  $T_{bd}$  periyot değerleri bu şekilde hesaplanmış olur (Şekil 7.5).

### Tasarım Spektral İvme Katsayıları

		İlgili formüller
Yerel Zemin Sınıfı	ZC	
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD - 1	$S_{DS} = S_S F_S$ $S_{D1} = S_1 \gamma_F F_1$
$L_F$	30.00 km	
$S_S$	0.927	$T_A = 0,20 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$ $T_{AD} = \frac{T_A}{3}$
$S_1$	0.259	$T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$ $T_{BD} = \frac{T_B}{3}$ $T_{LD} = \frac{T_L}{2}$
$F_S$	1.20	
$F_1$	1.50	$\gamma_F = 1,20 - 0,02(L_F - 15)$ $15 \text{ km} \leq L_F \leq 25 \text{ km}$ ( DD - 1 ve DD - 2 için)
$\gamma_F$	1.00	$\gamma_F = 1,20$ $L_F \leq 15 \text{ km}$ ( DD - 1 ve DD - 2 için)
$S_{DS}$	1.11	$\gamma_F = 1,00$ ( 25 km'den daha uzak DD-1 ve DD-2 ile DD - 3 ve DD - 4 için)
$S_{D1}$	0.39	$L_F$ : Fay düzlemine olan mesafe, km
$T_A$	0.07 sn	$T_{AD}$ : 0.02 sn
$T_B$	0.35 sn	$T_{BD}$ : 0.12 sn
$T_L$	6.00 sn	$T_{LD}$ : 3.00 sn

Şekil 7-5. Tasarım Spektral İvme Katsayıları [27].

Yeni yönetmelikte deprem yükü belirlenirken tasarım spektrumları kullanılmaktadır. Kısaca şöyle bir tespitte bulunursak, tasarım spektrumu, gelecekte olması muhtemel depremler için belirlenmektedir. Bir bölgede gelecekte meydana gelebilecek bir depremin tasarım spektrumunu hazırlamak adına, o bölgenin geçmiş deprem hafızasından yararlanılır. Yıllarca elde edilen verilerin ve çalışmaların bir araya getirilmesi neticesinde Türkiye Deprem Tehlike Haritası oluşturulmuştur.

- viii. Yatay depremler için yer hareketi % 5 sönüm oranlı tasarım ivme spektrumu  $S_{ae}(T)$  ile gösterilmekte olup, bu değer belli periyotlar için Şekil 7.6'da ki gibi hesap yapılır.
- ix. Bir diğer ifade  $S_{de}(T)$  olup, karşılığı yatay tasarım spektrumdur. Bu değer  $S_{ae}(T)$ 'ye bağlı olarak hesaplanmaktadır.

## Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

No	T	S <sub>ae</sub> (T)	S <sub>de</sub> (T)
1	0.000	0.445	0.000
2	0.014	0.578	0.000
3	0.028	0.712	0.000
4	0.042	0.845	0.000
5	0.056	0.979	0.001
6	0.070	1.112	0.001
7	0.349	1.112	0.034
8	0.611	0.635	0.059
9	0.874	0.445	0.084
10	1.136	0.342	0.110
11	1.398	0.278	0.135
12	1.660	0.234	0.160
13	1.922	0.202	0.186
14	2.184	0.178	0.211
15	2.446	0.159	0.236
16	2.709	0.143	0.261
17	2.971	0.131	0.287
18	3.233	0.120	0.312
19	3.495	0.111	0.337
20	3.757	0.103	0.363
21	4.019	0.097	0.388
22	4.281	0.091	0.413
23	4.544	0.086	0.439
24	4.806	0.081	0.464
25	5.068	0.077	0.489
26	5.330	0.073	0.515
27	5.592	0.069	0.540
28	5.854	0.066	0.565
29	6.116	0.062	0.579
30	6.379	0.057	0.579
31	6.641	0.053	0.579
32	6.903	0.049	0.579
33	7.165	0.045	0.579
34	7.427	0.042	0.579
35	7.689	0.039	0.579
36	7.951	0.037	0.579
37	8.214	0.035	0.579
38	8.476	0.032	0.579
39	8.738	0.031	0.579
40	9.000	0.029	0.579

İlgili formüller

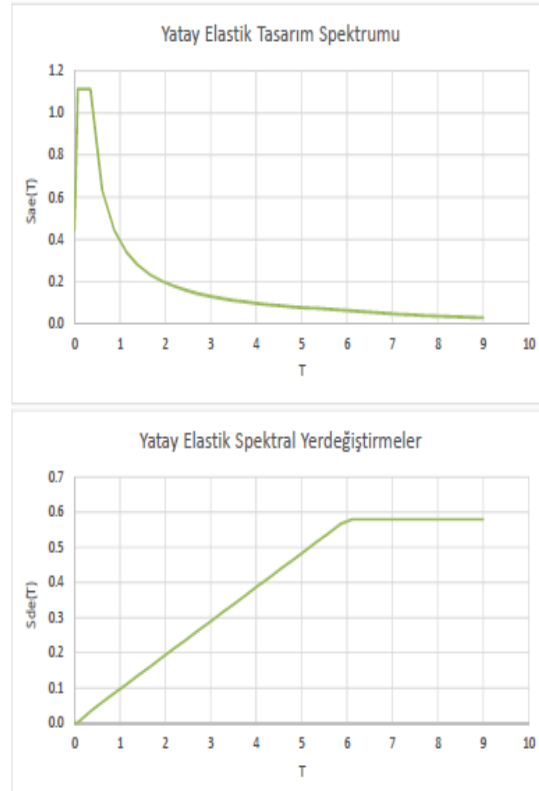
$$S_{ae}(T) = \left(0,40 + 0,60 \frac{T}{T_A}\right) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_A)$$

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

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

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

$$S_{de}(T) = \frac{T^2}{4\pi^2} g S_{ae}(T)$$

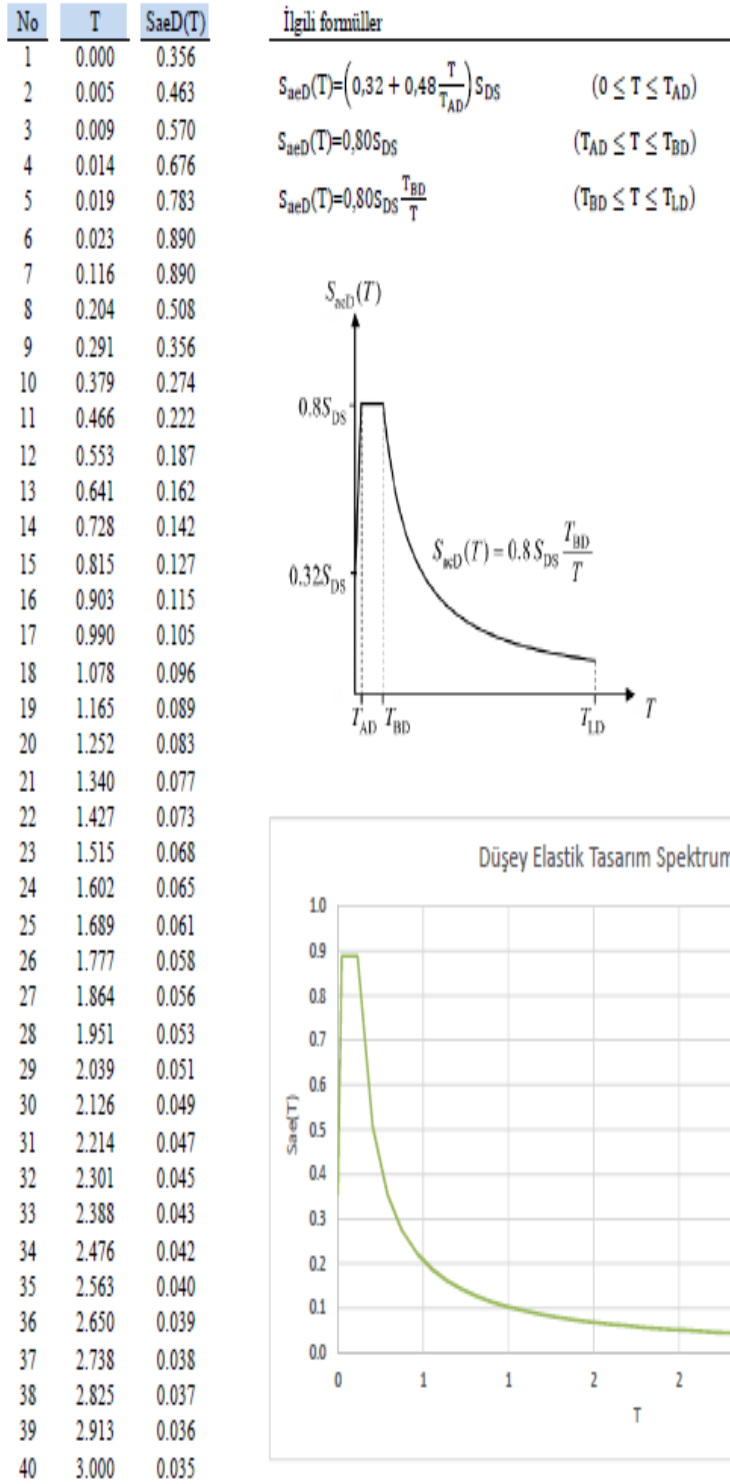
Not: Sabit yerdeğiştirmeye bölgesine geçiş periyodu  $T_L = 6$  sn alınacaktır.

Şekil 7-6. Yatay elastik tasarım spektrumunun oluşturulması [27].

TDBY 2018 ile birlikte önemli değişikliklerden bir diğer hususta özel durumlar için düşey yöndeki deprem bileşeniyle modal analiz yapılmasıdır. Söz konusu analizler için yönetmelikte Düşey Tasarım İvme Spektrumu ifade edilmiştir.

- x. Düşey tasarım spektral ivme,  $S_{aeD}(T)$  ile ifade edilmekte olup, bu değer, yatay oluşan deprem yer hareketi için belirlenen kısa periyotta tasarım spektral ivme katsayı değeri  $S_{DS}$  ve doğal titreşim periyot değeri  $T$  ile ilişkili olarak yerçekimi ivmesi biriminden hesaplanmaktadır (Şekil 7.7).

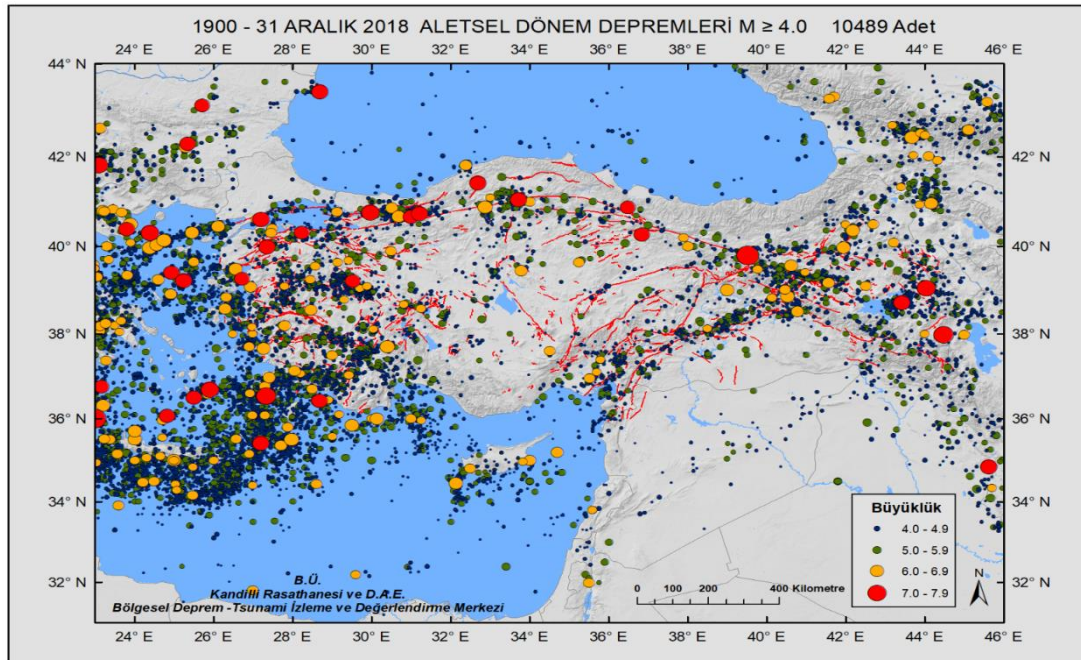
## Düsey Elastik Tasarım Spektrumu



Şekil 7-7. Düsey elastik tasarım spektrumunun oluşturulması [27].

## 8. ANKARA VE SİLİVRİ JEOLOLİK KONUM-DEPREMSELLİK VE İVME VERİ TABANLARI

Ülkemiz ve yakın çevresinde geçmişten günümüze depremler süregelmekte olup, Kandilli Rasathanesi'nden elde edilen bilgiler çerçevesinde 1900-2018 yılları arasında 4'ten büyük 10489 adet deprem kaydedilmiş olup, bu depremler Şekil 8.1'de yer alan haritada çeşitli renkte noktalar ile temsil edilmektedir. Mavi noktalar magnitüde değeri 4.0-4.9 arasındaki depremleri, yeşil renk ise 5.0-5.9 arasındaki depremleri, yine sarı renk ise 6.0-6.9 arasındaki depremleri, son olarak kırmızı renk ise 7.0-7.9 arasındaki depremleri göstermektedir.



Şekil 8-1. Kandilli Rasathanesi 1900-31/12/2018 aletsel dönem depremleri (M.S. 1900-2018; büyüklüğü  $M > 4.0$  KRDAE Deprem Kataloğu) [36].

Diğer taraftan, Türkiye diri fay haritası Şekil 8.1'de yer alan haritada görülmekte olup, günümüzde bu faylarda irili ufaklı depremler meydana gelmektedir.



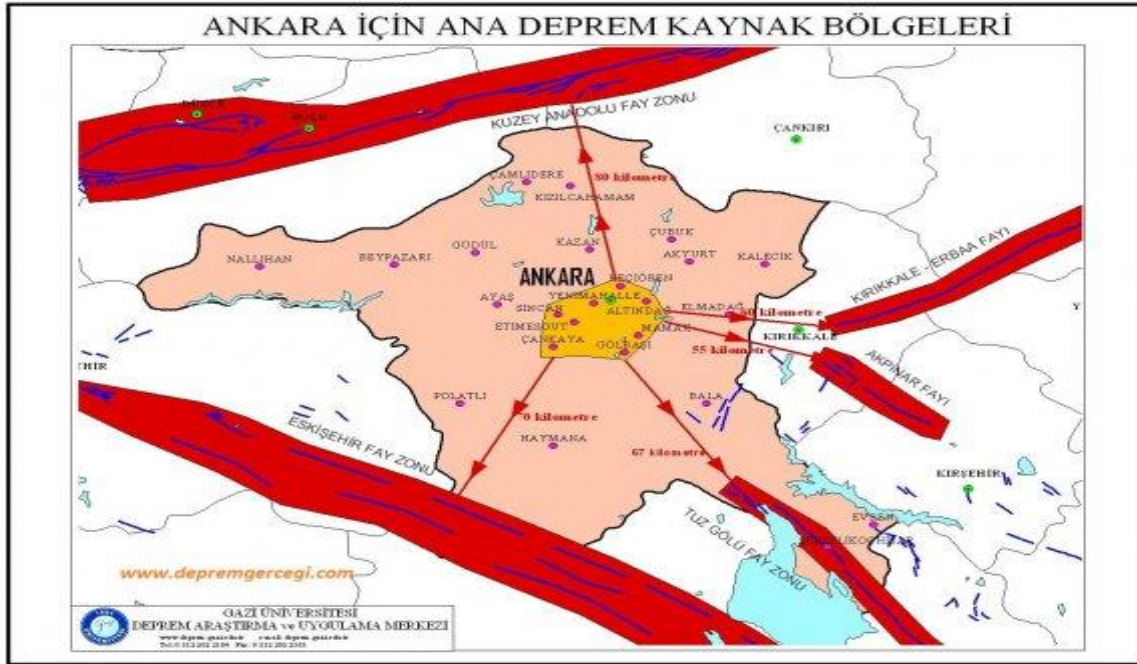
TÜRKİYE DİRİ FAY HARİTASI/ACTIVE FAULT MAP OF TURKEY



Şekil 8-2. Türkiye Diri Fay Haritası [36].

### 8.1. Ankara İli Depremselliği Örneği

Tez çalışmasının bu bölümünde ise Ankara ili özelinde depremsellik özellikleri incelenecektir. Ankara il merkezinin deprem oluşturabilecek fay hatlarına uzaklıkları Şekil 8.3'de yer alan harita da sunulmuştur.



Şekil 8-3. Ankara için ana deprem kaynak bölgeleri [36].

Ülkemiz sığ odaklı, sık ve büyük depremlerin meydana geldiği, yer kabuğunun aktif olduğu bir bölgede yer almaktadır. Deprem kuşağı olarak da Alp-Himalaya'da yer almaktadır. Ana unsur olarak ise Doğu Anadolu, Kuzey Anadolu Fay Hattı, Ege Grabeni, Tuz gölü ve Eskişehir fay zonları gösterilebilir. Ankara ili çevresinde bazı fay hatları yer almakta olup, büyük depremler üreten Kuzey Anadolu Fay Hattına 100 km uzaklıkta, doğusunda yer alan Kırıkkale-Erbaa ve Keskin faylarına 90 km, güney batısında konumlanan Eskişehir fay zonuna 80-100 km, güneyindeki Tuz Gölü fay zonuna ise 70-80 km uzaklığında yer almaktadır [37].

Ankara ve çevresi jeolojik bakımdan ele alınacak olursa, zemin zonlarında en altta Triyas sınıfını oluşturan kaya türleri yer almaktadır. Keçikaya, Ortaköy, Elmadağ, Emir ve Ankara formasyonlarına ayırtlanmışlardır. Değişik boyutlarda Permian yaşlı kireçtaşları, Permo-Karbonifer ve Karbonifer yer almıştır. Tüm bu bahsettiğimiz formasyonları volkanit ve tersiyel yaşlı çökeller örtmektedir [36].

### **Bölgenin Tarihsel Depremleri**

Ankara ve civarı için 1900 yılı öncesine ilişkin kayıtlar oldukça azdır ve bu yıllarda meydana gelen depremlerin büyüklüklerine ilişkin kesin bir bilgi elde edilememesine rağmen, şiddetine ilişkin yaşanan olaylardan birtakım çıkarımlar ortaya koyulabilmektedir. Ankara ili ve çevresinde meydana gelen bazı depremler, Sipahioğlu (1991) tarafından yayınlanan katalogdan alınan veriler ışığında kronolojik olarak sıralanmıştır [36].

#### **12 Ağustos 1668**

12 Ağustos 1668 yılında Beypazarı'nda büyük hasara sebep olan bir depremin yaşandığı, bu depremin İngiliz bir tüccarın yazdığı bir mektuptan anlaşıldığı bildirilmektedir. Mektubun içeriğinden, depremin şiddetli olduğu, binaların bacalarının devrildiği, birkaç evin yıkıldığı ve yedi kişinin öldüğü anlaşılmaktadır [36].

#### **15 Ağustos 1668**

12 Ağustos 1668'den itibaren orta şiddetli depremlerin ara ara olduğu, 15 Ağustos 1668 tarihinde öğleden sonra 03:00 sıralarında büyük bir depremin olduğu bildirilmektedir. Bu depremle, Ankara'da taş duvarlar, evler, şehir surları ve çarşının yukarısında bulunan kalenin de yıkıldığı, bunun yanı sıra şehir merkezinde de iki kişinin hayatını kaybettiği bildirilmektedir [36].

### 17 Ağustos 1668

16 Ağustos 1668’de başlayan orta dereceli depremler sonrasında, 17 Ağustos gecesi çok şiddetli bir deprem yaşanmıştır. Bu depremin daha önceki yaşanan depremlerden oldukça şiddetli olduğu, Kuzey Anadolu’nun büyük bir kısmını etkilediği bildirilmektedir. Araştırmacılar bu depremin Anadolu’da yaşanan en büyük deprem olduğunu savunmaktadır. Ankara’da Haziran ayı sonlarında başlayan deprem halkta kaygıya sebep olmuştur. Aralıklı olarak depremler yaşanmış olup, 20 Temmuz tarihine kadar devam etmiştir [38].

3 Temmuz 1668’de Bolu ve Kastamonu civarında hasara sebep olan oldukça şiddetli bir depremin yaşandığı bildirilmektedir. 28 Ağustos 1881 tarihinde ise 12 kişinin hayatını kaybettiği başka bir deprem Çankırı civarında etkili olmuştur. Yine, 1883 yılında Kastamonu-Çankırı civarında bir deprem meydana gelmiş olup, bu depremin VI şiddetinde olduğu bildirilmiştir. Bu depremlerin büyük çoğunluğu KAF hattı ve yakın çevresinde olduğu ve büyük şiddetli olduğu görülmektedir [36].

Yukarıdaki depremlerin haricinde bu bölgede 7 adet daha hasar oluşturan deprem meydana gelmiş olup bu depremleri şu şekilde sıralayabiliriz.

- ✓ Çankırı 9 Mart 1902 Depremi
- ✓ Kırsehir Keskin 19 Nisan 1938 Depremi
- ✓ Ladik (Samsun) 26 Kasım 1943 Depremi
- ✓ Bolu Gerede 1 Subat 1944 Depremi
- ✓ Kursunlu (Çankırı) 13 Ağustos 1951 Depremi
- ✓ Çerkes (Çankırı) 7 Eylül 1953 Depremi

Deprem riski açısından Ankara ele alındığında, kent alanı ve çevresi ile ilgili olarak yapılan analizler Ankara’da deprem riskinin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir [36]. Yapılan “deprem risk analizleri” aşağıda belirtildiği gibi özetlenmektedir:

- Yıllık Büyüklüklerin maksimum ortalama değeri Ankara, İstanbul ve İzmir bölgeleri için sırasıyla; 4.49, 4.83 ve 4.76 olarak belirtilmiştir.
- Yıllık En sık oluşan büyüklükler (modal maksimum) yine Ankara, İstanbul ve İzmir için sırasıyla; 3.22, 4.09 ve 4.58’dir.



- 99 yıllık bir zaman içinde oluşabilecek maksimum deprem büyüklüğünün değeri de aynı kentler için aynı sıralamayla; 7.78 (Ankara), 7.92 (İstanbul) ve 8.07 (İzmir) şeklinde verilmektedir.

2019 yılına kadar yürürlükte olan deprem bölgeleri haritasına göre Ankara IV. derece deprem bölgesinde bulunmaktadır. Bununla beraber yeni tehlike haritasını inceleyecek olursak, Kuzey Anadolu Fayı'na yakın olan kuzey kesimlerde Ankara'yı etkileyebilecek bir depremin gerçekleşme olasılığı vardır.

Geçmiş yıllarda yaşanan bazı depremler Ankara'yı da etkilemiştir. 1668 yılında KAF hattında yaşanan depremlerden etkilendiği gibi, 1938 'de Akpınar Fayı'nda oluşmuş Mw:6.8 büyüklüğünde Kırşehir-Keskin depreminden, 1944 yılında KAF hattında oluşmuş Mw:7.6 büyüklüğünde Bolu-Gerede depreminden de etkilenmiştir [16]. Yine, bu depremlere oranla küçük sayılabilecek Çankırı (Orta) ve Bala depremlerinden de etkilenmiştir. Ankara konum itibari ile yıkıcı deprem oluşturacak aktif fay zonları ile çevrelenmiştir. Bu zonlarla arasında 80-100 km mesafe olup, burada oluşacak 6.5 ve üzeri büyüklüğe sahip depremlerde can ve mal kaybına neden olabilecektir [16]. Ankara ilinin zemini ise genel olarak depremlerin etkisini artıracak nitelikte, killi ve alüvyon zeminlere sahip sınırlı potansiyeli de bulundurmaktadır.

Orta Anadolu, önceki araştırmacıların ifade ettikleri gibi, depremselliği önemsenmeyecek bölge olmayıp, büyük depremler (1000-2000) yıl zaman aralıklı, orta büyüklükte depremler (100-300 yıl aralığı) ve daha sık aralıklarla oluşan (10-30 yıl aralığı) küçük depremler ve bu depremlere kaynaklık eden fay zonlarıyla detaylandırılmaktadır [39].

Ankara 70 -100 km mesafeler aralığında oluşacak büyük depremlerin ( $M \geq 7.0$ ) ve 50 km saha içerisinde oluşacak küçük depremlerin ( $M \leq 5.0$ ) etkisinde bulunan ilimizdir. Ankara ili ve yakın çevresinde büyük deprem oluşturabilecek faylar bulunmasa da, 90-110 km uzaklıkta KAF hattı, Eskişehir Fay Zonu, Tuz Gölü gibi aktif faylar yer almaktadır. Bu faylarda oluşacak 6 ve üzeri büyüklükteki depremler, zayıf zeminlerde yönetmeliğe aykırı yapılmış yapılarda can ve mal kaybına yol açabilecektir [40].

1938 ve 1944 tarihlerinde meydana gelen depremlerin çeşitli hasarlara sebep olduğu, deprem kaynak hatlarında oluşacak büyük bir deprem, geçmişte oluşan bu hasarların

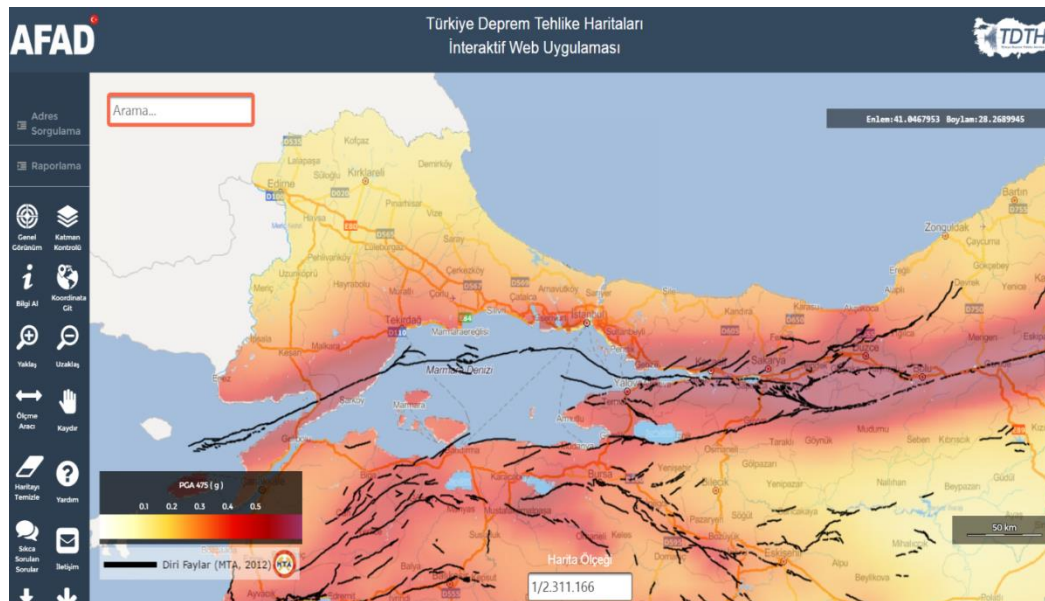
ötesinde olabileceği, dolayısıyla hasarı azaltmak ve minimize etmek adına yapılacak yeni yapılara depreme karşı özel önlemler alınması gerekmektedir [39].

Ankara Kent merkezi ve batısında yapılan sismik ve jeoteknik saha karakterize çalışmalarına ve mikro tremor ölçümlerine göre, bu alanlardaki Plio-Kuvaterner zeminler deprem yer hareketinin etkilerini artırıcı özelliklere sahiptir [41].

Yukarıda yer verilen tüm bu incelemeler Ankara ili depremselliğinin tehlikeli ve riskli bir bölgede olduğu, geçmiş tarihlerde yaşandığı gibi gelecek yıllarda meydana gelecek büyük depremlerden ciddi manada etkilenebilecektir. Ankara’da deprem riskinin olmadığı yönündeki yanlış düşünce ve ilgili kurumların yeterince araştırmalarda bulunmaması ve önlemler almaması deprem riskini artıran temel hususlardandır. Bu sebeplerle, Ankara ve yakın çevresinin deprem tehlikesi ve riskinin detaylı bir şekilde araştırılması gerekmektedir.

## 8.2. İstanbul İli Silivri İlçesi Depremsellik Örneği

Silivri, 43°03 kuzey paralelleri ile 28°01 doğu meridyenleri arasında olup, İstanbul’un en batısında, 60 km mesafedeki ilçesidir. Silivri, güneyindeki Marmara Denizi ile 45 km’lik sahil şeridinde sahip olup, yüz ölçümü 860 km<sup>2</sup> ‘dir [42]. Marmara Bölgesinin diri fay haritasını şekil 8.4’de inceleyebiliriz.



Şekil 8-4..Marmara Bölgesinin Diri Fay Haritası (AFAD Türkiye Deprem Tehlikeleri Haritaları) [49].

Silivri çevresi, killi ve greli şist formasyonlarından oluşan linyit damarları bulunduran ve aynı zamanda açık kahve grelerle fay zonlarına sahip, yamaç bir bölgedir. Bu bölge içerisinde akarsular kazılmış, tabanlı ve geniş ölçüde vadiler açmışlardır. Bunlardan en dikkate alınacak olan Silivri Limanı yönüne ilerleyip limana dökülendir. Bölgenin zemini Tersiyeye yaşlı tortul kayalarla oluşmuştur. Kıyı boyu ve E-5 karayolunun kuzey kısımlarında kalan bölgenin tamamı üst miyosen formasyonlarından meydana gelmiştir. Miyosen sonunda güney kısımlara gidildikçe kum, killi kum, kil ara tabakalı kumtaşıları, gevşek kumtaşıları çökelmiştir. Hakim formasyon olarak genellikle silt, kum ve kil ile yer yer küçük çakıllar da karışmıştır.

Silivri'nin doğusunda bulunan Bizimköy ve Parkköy bölgelerinde tepeler ve yamaçlar konglomera ya da konglomera bantlı kumtaşılarından meydana gelmiştir, yalnız zemin tabakasında hakim olan formasyon kildir. Karayolundan denize doğru bir eğim olduğundan yol üst tarafında bulunan yapılarda temel basıncından oluşan yükten dolayı yer yer aktif heyelanlar meydana gelmiştir. Silivri bölgesinin batı kısımlarında var olan yazlık evlerden sonra dik yamaçlar, tamamen gevşek kumtaşıları veya kumla, arada bloklar oluşturmuş konglomeraları ihtiva eder.

Silivri ve çevresi II. ye III. derece deprem kuşağında olup KAF Hattı alanında bulunmaktadır. KAF hattının uzunluğu 1200 km civarındadır. Zon iki yer kabuğu parçasını, kuzey kısmında Avrasya Levhası ile güney kısmında küçük Anadolu levhasını ayırmakla, Anadolu levhası ortalama 2.5 cm batıya doğru hareket etmektedir. Özellikle, Fayın kilitlenen kısımlarında gerilim birikmekte ve bunun sonucunda kırılarak, gerilimin bir anda enerjisini boşaltması suretiyle yıkıcı depremler meydana gelmektedir [43]. Bu çevrede tarih boyunca şiddetli depremler meydana gelmiştir. Silivri'de bilinen ilk deprem 15-16 Ağustos 555 yılı depremi, 10 şiddetinde ve istanbul bölgesinde meydana gelen bu deprem birçok tarihi yapıya zarar vermiştir [44].

10 Eylül 1509 tarihinde 9 şiddetindeki deprem günlerce sürmüştür. 109 cami ile 1070 ev hasara uğrayıp yıkılmıştır. Tarihi Surlar ve eski saray surları bir kısmı yıkılmış, tahminen 13.000 insan ölmüştür [45].

25 Mayıs 1719 tarihli deprem, Marmara Denizi'nin doğusunda meydana gelmiş ve birçok hasara neden olmuştur. 22 Mayıs 1766 Depremi, Marmara Denizi'nde gerçekleşmiştir [45].

10 Temmuz 1894 tarihli deprem, İstanbul'da yaşanmış Marmara Denizi kıyı kesiminde su 200 metre geri yükselip karaya vurduğu gözlemlenmiştir. Büyükçekmece ilçesinden Kartal bölgesine kadar şiddetli tsunami etkisi gözlemlenmiş ve 0,6-3 metre yüksekliğinde dalgalar meydana gelmiştir. Rasathane tarafından deprem derinliği 34 m raporlanmıştır. Kapalıçarşı ciddi hasar görmüştür [45].

17 Ağustos 1999 tarihli deprem, Marmara Denizi bölgesinde Kocaeli ilinde meydana gelen depremin büyüklüğü Mw:7.4 olarak ölçülmüştür. Nüfus yoğunluğunun çok olduğu sanayi ve endüstri bölgelerinde yıkıcı hasarlara ve can kaybına neden olmuştur. Birçok il bu depremi hissetmiş, depremin merkez üssü 41.8' enlemi ve 29.9' boylamı olarak kaydedilmiştir. Deprem süresi 45 saniyelik bir kısa dilim sürmesine rağmen çok hasara yol açmıştır. Deprem sonrası ilçede yollar kullanılamaz hale gelmiştir [46].

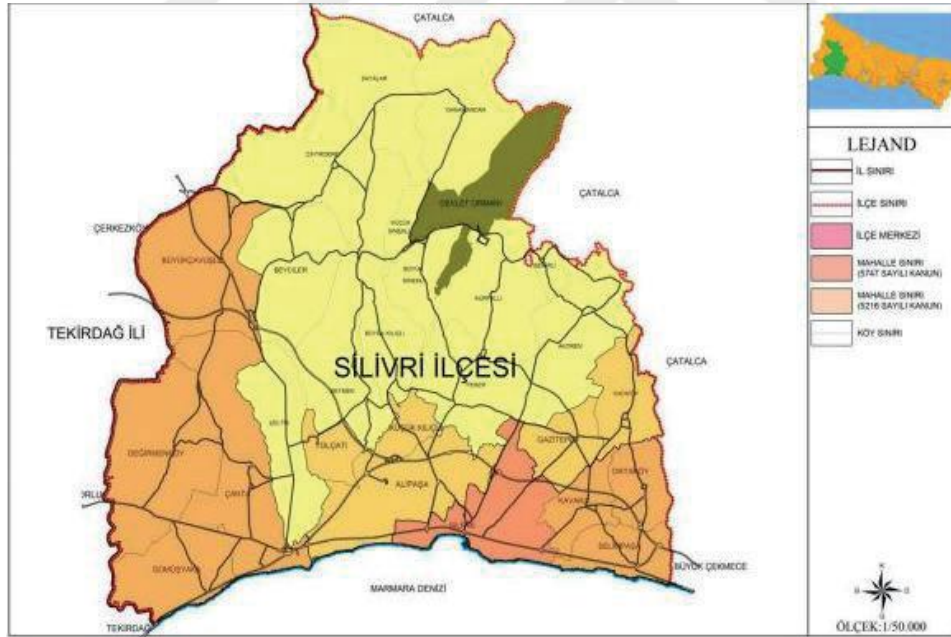
DİE (Devlet İstatistik Enstitüsü) verilerine göre 17 Aralık 1999 depreminden sonra ilçenin nüfusunda azalma görülmüştür. İlçenin 2000 yılı nüfus miktarı, 1997 yılı nüfus miktarıyla karşılaştırılınca, nüfusun yaklaşık olarak 13.000 kişi azaldığı görülmektedir [44].



*Şekil 8-5.Silivri Limanından Şehrin Genel Görünümü [44].*

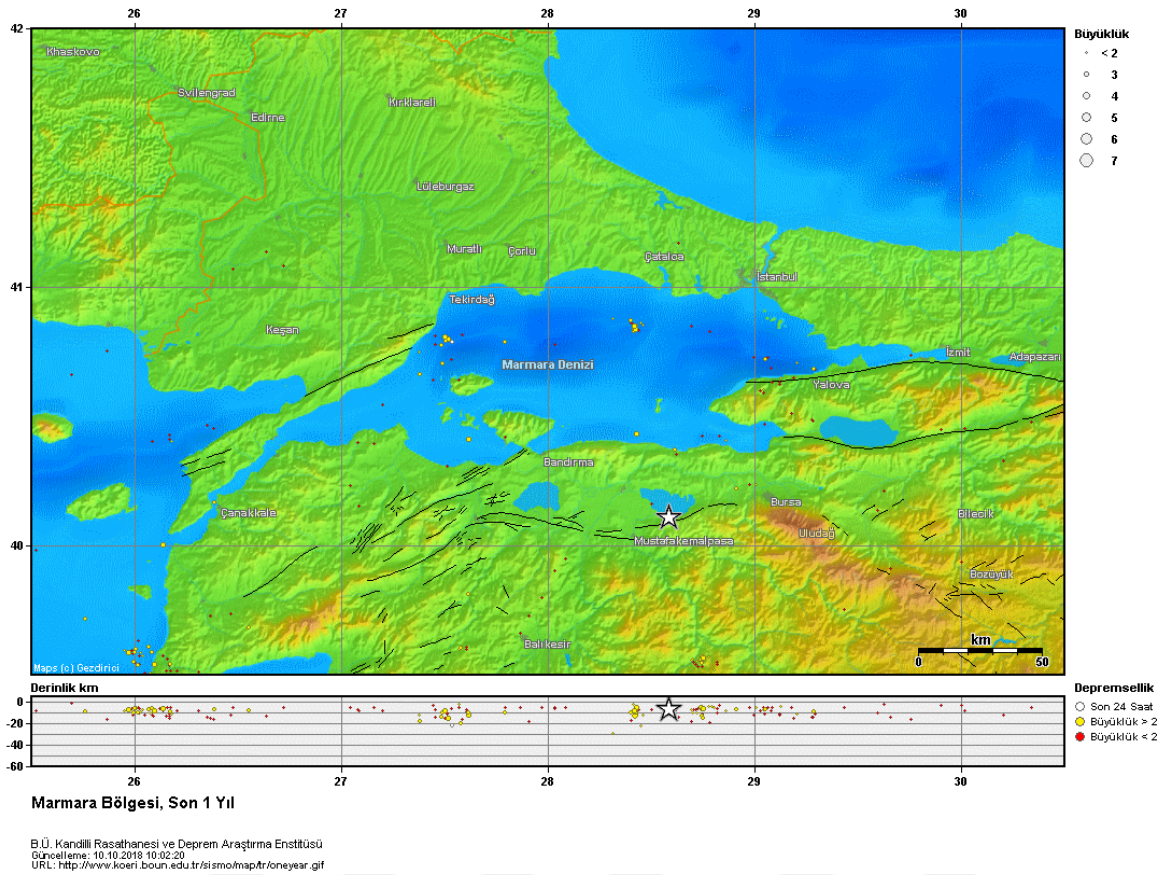


Şekil 8-6. Silivri İlçesinin İstanbul'daki Konumu [44].



Şekil 8-7. Silivri İlçe Haritası [44].





Şekil 8-8.Marmara Bölgesi 10/10/2017-10/10/2018 1 yıllık deprem hareketleri Kandilli Rasathanesi [47].

### 8.3. Ankara ve Silivri İvme İstasyonları ve Veri Analizleri

Ankara ili sınırları içinde 29 adet ivme veri istasyonu bulunmaktadır ve İstanbul ili sınırları içinde 17 adet ivme veri istasyonu bulunmaktadır bunlardan bir kısmı aşağıda listede gösterilmiştir. Ayrıca veri istasyonları verileri ve istasyon konumları Şekil 8.1, Şekil 8.9, Şekil 8.10, Şekil 8.11, Şekil 8.12, Şekil 8.13’de gösterilmiştir.

Tablo 8-1.Ankara-İstanbul Güncel İvme istasyonları Listesi [48].

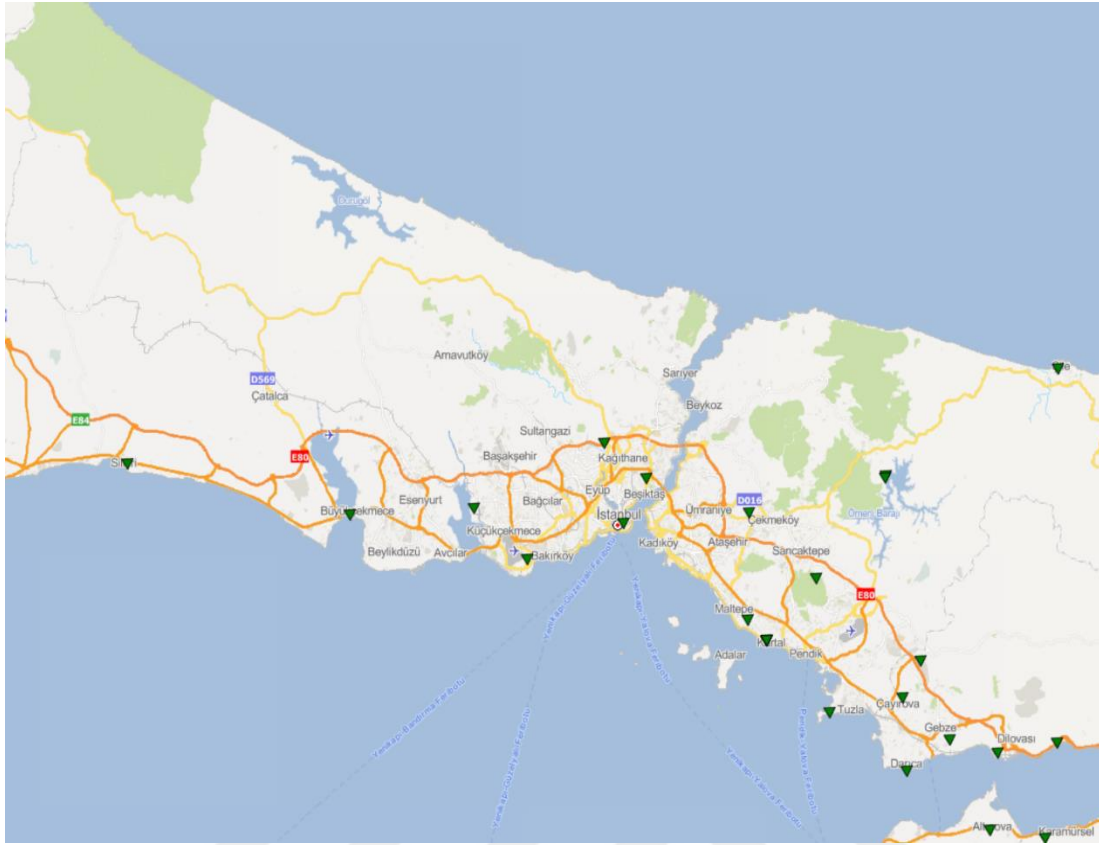
3405	İstanbul	KARTAL	Guralp	METEOROLOJİ MUDURLUGU	40,91111	29,15668	17	
3406	İstanbul	UMRANIYE	Guralp	ADEM YAVUZ SAĞLIK OCAGI	41,02262	29,15884	148	
3407	İstanbul	BESİKTAS	Guralp	CEVRE VE SEHİRCİLİK İL MUDURLUGU	41,0582	29,00951	130	595
3408	İstanbul	SILIVRI	Guralp	BELEDİYE SARAYI	41,07339	28,25569	31	639
3410	İstanbul	SİLE	Guralp	KAYMAKAMLIK	41,17189	29,60816	50	
3418	İstanbul	TUZLA	Guralp	İLLER BANKASI SOSYAL TESİSLERİ	40,81459	29,27546	5	

3419	İstanbul	CEKMEKOY	Guralp	OMERLI BARAJI(KRET)(DAM-CREST)	41,06099	29,35799	66	
3420	İstanbul	CEKMEKOY	Guralp	OMERLI BARAJI (DIP SAVAK)(DAM-SLUICEWAY)	41,05891	29,35633	28	
3411	İstanbul	FATİH	GeoSig	İL AFAD MUDURLUGU	41,01187	28,97605	34	
3412	İstanbul	BUYUKCEKMECE	GeoSig	KAYMAKAMLIK	41,02058	28,57821	13	
3413	İstanbul	HASDAL	GeoSig	İL AFAD MUDURLUGU	41,09433	28,94818	70	
3415	İstanbul	K.CEKMECE	GeoSig	TAEK NUKLEER SANTRAL REAKTORU	41,02729	28,75848	67	283
3416	İstanbul	YESILKOY	GeoSig	SIVIL SAVUNMA ARAMA KURTARMA BIRLIGI	40,97466	28,83635	30	
3417	İstanbul	SULTANBEYLI	GeoSig	ORMAN İSLETME SEFLIGI	40,95471	29,25627	224	
3421	İstanbul	KARTAL_B	Sara	KARTAL BELEDİYESİ BODRUM KAT (BASEMENT)	40,89022	29,18363	105	
3422	İstanbul	KARTAL_K	Sara	KARTAL BELEDİYESİ KAT2 (2nd FLOOR)	40,89022	29,18363	105	
3423	İstanbul	KARTAL_C	Sara	KARTAL BELEDİYESİ KAT5 (5th FLOOR)	40,89022	29,18363	105	

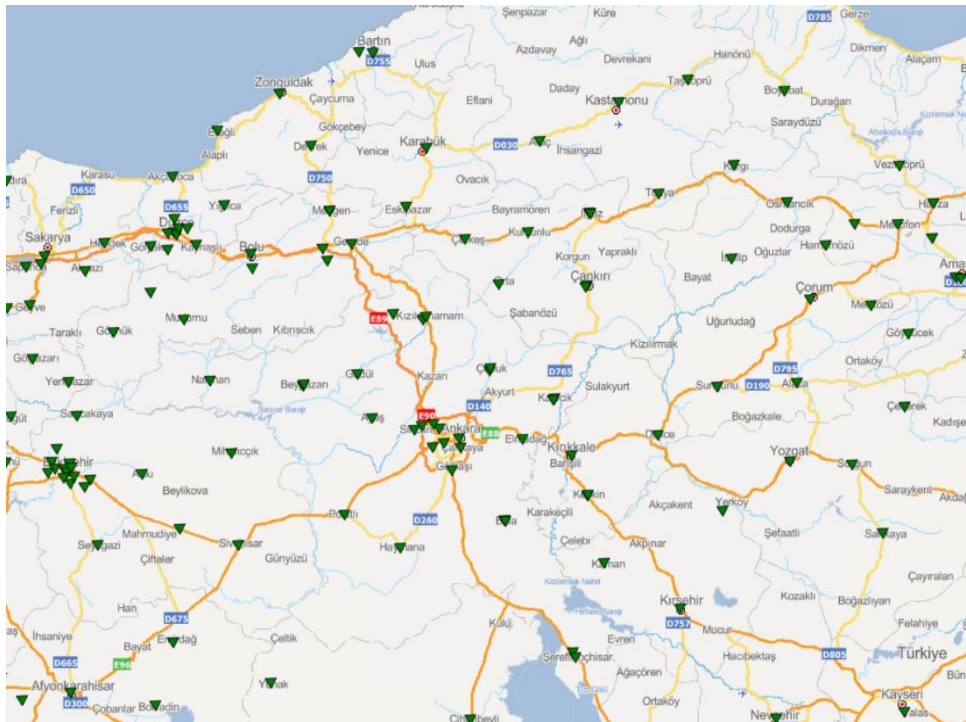
KODU	İL	İLÇE	CİHAZ	YER	ENLEM	BOYLAM	RAKIM (m)	Vs30
604	Ankara	SEREFKİKOCHISAR	Guralp	BELEDİYE SANTIYESİ	38,96246	33,52402	971	291
620	Ankara	AYAS	Guralp	SPOR SALONU	40,01808	32,32908	940	
623	Ankara	BATİKENT	Guralp	BATİKENT İLKOKULU	39,96886	32,72712	830	341
624	Ankara	CANKAYA	Guralp	GAZİ UNIVERSİTESİ SRC BİNASI	39,88611	32,85606	1088	728
625	Ankara	SİNCAN	Guralp	ALTINORDU L.AKBİYİK İOO	39,97212	32,58271	833	213
626	Ankara	YENİMAHALLE	Guralp	ALPARSLAN İOO	39,99049	32,69525	836	313
627	Ankara	ERYAMAN	Guralp	GUZELKENT İOO	39,98178	32,62502	815	255
628	Ankara	UMİTKOY	Guralp	TELEKOM LİSESİ	39,88623	32,69155	904	300
629	Ankara	GOLBASİ	Guralp	GAZİ UNIVERSİTESİ KAMPUSU	39,78249	32,8064	1021	528
630	Ankara	MALTEPE	Guralp	GAZİ UNIVERSİTESİ KAMPUSU	39,92488	32,84688	966	195
631	Ankara	CUBUK_2	Guralp	GAZİ UNIVERSİTESİ KAMPUSU	40,24085	33,03193	995	218
635	Ankara	GUDUL	Guralp	HALK EĞİTİM MERKEZİ	40,21261	32,24425	742	

601	Ankara	BEYPAZARI	GeoSig	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	40,16078	31,91698	684	340
602	Ankara	HAYMANA	GeoSig	İLÇE MİLLİ EGİTİM MUDURLUĞU	39,43542	32,49594	1220	419
617	Ankara	KIZILCAHAMAM	GeoSig	METEOROLOJİ MUDURLUĞU	40,45685	32,63189	991	
618	Ankara	CAMLIDERE	GeoSig	HUKUMET KONAĞI	40,47976	32,45545	1175	
619	Ankara	ESKİSEHİR YOLU	GeoSig	AFAD	39,90545	32,75705	851	265
621	Ankara	CUBUK	GeoSig	GENÇLİK VE SPOR İL MUDURLUĞU	40,22943	33,02889	995	
622	Ankara	POLATLI	GeoSig	DOĞA KORUMA VE MİLLİ PARKLAR SEFLİĞİ	39,58344	32,16281	889	
632	Ankara	NALLIHAN	Sara	İLÇE GIDA TARIM VE HAYVANCILIK MUDURLUĞU	40,18396	31,36272	989	
633	Ankara	ELMADAG	Sara	SEHİT SERTAC UZUN MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ	39,92144	33,22437	1099	
634	Ankara	KALECİK	Sara	AHİLER İLKOKULU	40,10613	33,41596	710	
636	Ankara	SEREFİLKÖÇİSAR_2	Sara	DEREKOVAN BELDESİ	38,93799	33,54008	1132	
637	Ankara	BEYPAZARI_2	Sara	RL İSTASYONU	40,16744	31,92126	785	
638	Ankara	BALA_2	Sara	YAYLAOZU KOYU	39,55375	33,1225	987	
639	Ankara	KIZILCAHAMAM_2	Sara	RL İSTASYONU	40,46975	32,65058	1211	
640	Ankara	KALECİK_2	Sara	KARGIN KOYU	40,09722	33,40839	850	
641	Ankara	KAHRAMANKAZAN	Sara	İLÇE SAĞLIK MERKEZİ	40,22327	32,67363	925	





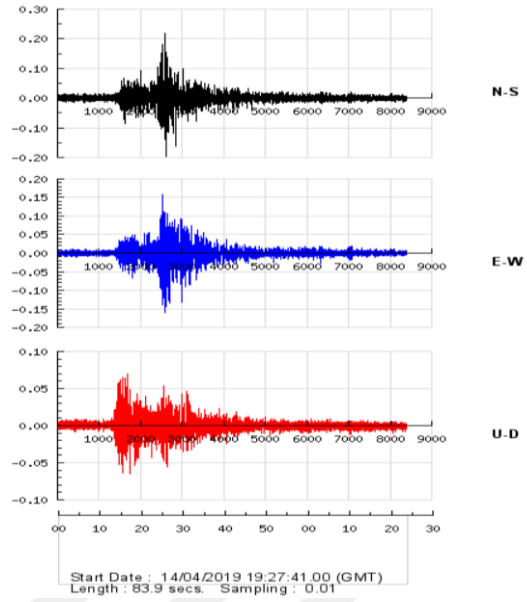
Şekil 8-9. İstanbul İvme istasyonları harita gösterim [48].



Şekil 8-10. Ankara İvme istasyonları harita gösterim[48].

## TÜRKİYE'NİN GÜÇLÜ ZEMİN HAREKETİ

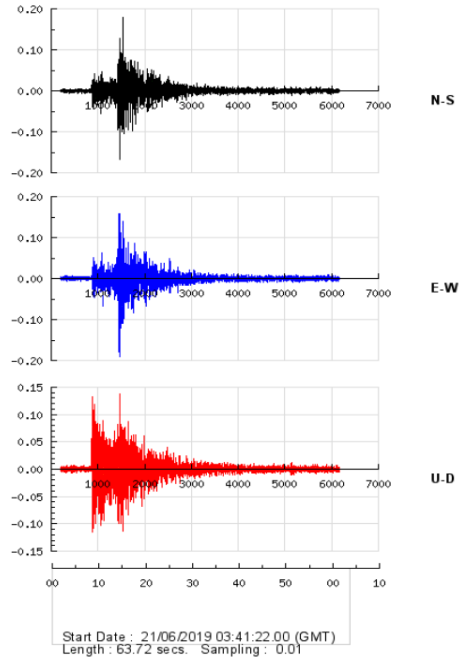
**YER** : ANKARA ESKİŞEHİR YOLU AFAD  
**DEPREM TARİHİ** : 2019/04/14 19:27:42 (GMT)  
**MİLLİ KOORDİNATLAR** : 40.53750N-33.05410E  
**DEPREM DEPTH (km)** : 15.18  
**DEPREM DAVASI** : 3.8 Mw  
**İSTASYON KİMLİĞİ** : 0619  
**İSTASYON KOORDİNATLARI** : 39.90545N-32.75705E  
**İSTASYON ALTITUDE (m)** : 851  
**KAYIT TÜRÜ** : GeoSig gmsplus  
**KAYIT SERİSİ NO** : 52976/101412  
**REKOR ZAMANI** : 14.04.2019 19: 27: 41.00 (GMT)  
**VERİ SAYISI** : 8390  
**ÖRNEKLEME ARALIĞI (sn)** : 0.01  
**HAM PGA DEĞERLERİ (gal)** : (NS) 0.219076 (EW) 0.159824 (UD) 0.069647  
 Copyright DEPREM BÖLÜMÜ  
 Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı



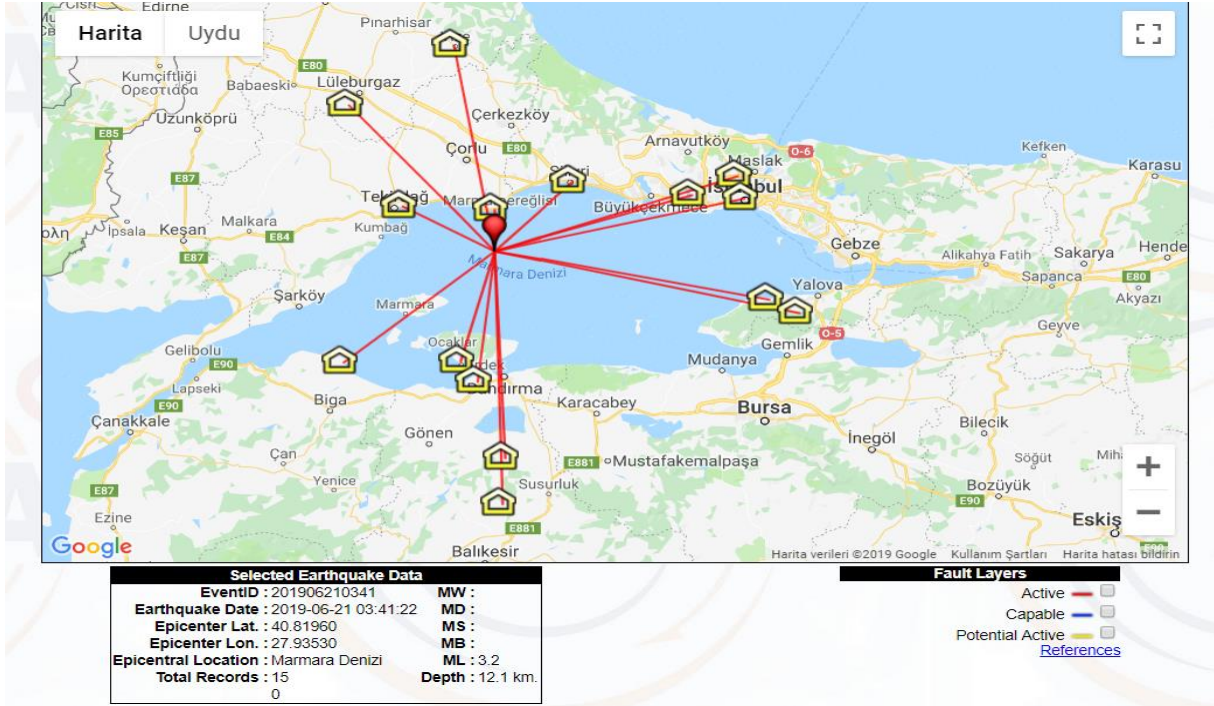
Şekil 8-11. Ankara 619 nolu ivme veri istasyonu 14/04/2019 tarihli ivme veri dosyası [48].

## STRONG GROUND MOTION RECORDS OF TÜRKİYE

**PLACE** : İSTANBUL SILIVRİ BELEDİYE SARAYI  
**EARTHQUAKE DATE** : 2019/06/21 03:41:22 (GMT)  
**EPICENTER COORDINATES** : 40.81960N-27.93530E  
**EARTHQUAKE DEPTH (km)** : 12.1  
**EARTHQUAKE MAGNITUDE** : 3.2 ML  
**STATION ID** : 3408  
**STATION COORDINATES** : 41.07339N-28.25569E  
**STATION ALTITUDE (m)** : 31  
**RECORDER TYPE** : Guralp cmg5td  
**RECORDER SERIAL NO** : TSH83/H117  
**RECORD TIME** : 21/06/2019 03:41:22.00 (GMT)  
**NUMBER OF DATA** : 6372  
**SAMPLING INTERVAL (sec)** : 0.01  
**RAW PGA VALUES (gal)** : (N-S) 0.180176 (E-W) 0.18962 (U-D) 0.137458  
 Copyright EARTHQUAKE DEPARTMENT  
 DISASTER AND EMERGENCY MANAGEMENT PRESIDENCY



Şekil 8-12. İstanbul ili Silivri ilçesi 3408 nolu ivme veri istasyonu 21/06/2019 tarihli ivme veri dosyası [48].

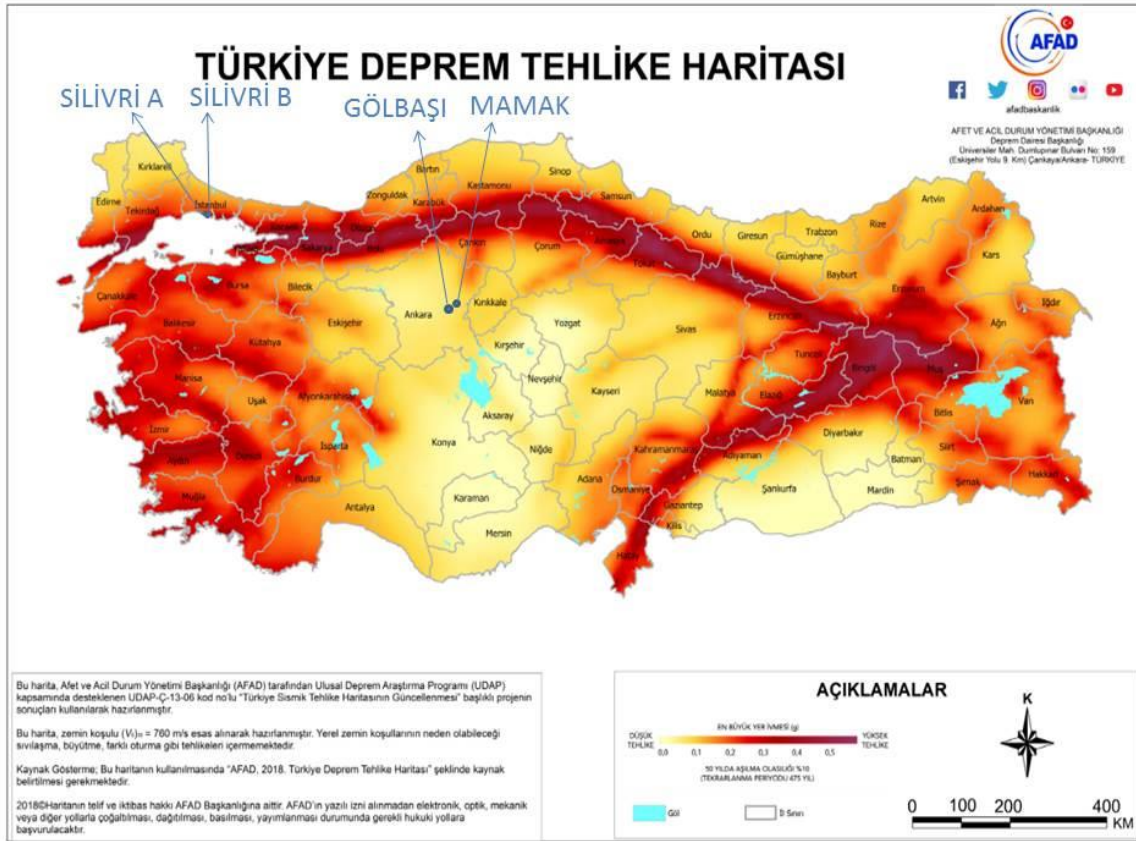


Şekil 8-13.21/06/2019 tarihli İstanbul depremi [49].

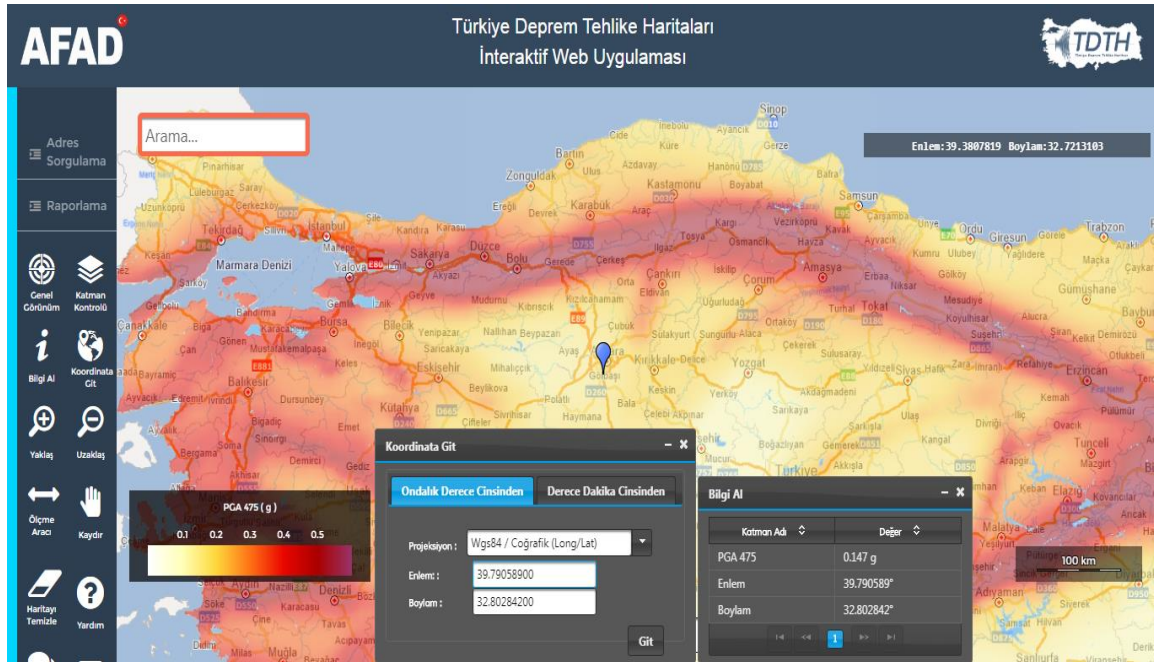
#### 8.4. Ankara-Silivri Deprem Kuvvetleri Karşılaştırması Yapılacak Yapı Özellikleri

Ankara İli ve İstanbul ili Silivri ilçesinde analizleri yapılmak için tasarlanan senaryo yapı her iki bölge içinde aynı bina özelliklerine ve ölçülerine göre planlanmıştır. Senaryo yapı Ankara ili için; Mamak ve Gölbaşı ilçelerinde konumlandırılmıştır. Silivri ilçesinde de A ve B şeklinde 2 farklı konumda tasarlanmıştır. Konumlar Şekil 8.14 , Şekil 8.15. Şekil 8.16, Şekil 8.17, Şekil 8.18’de haritalarda gösterilmiştir.

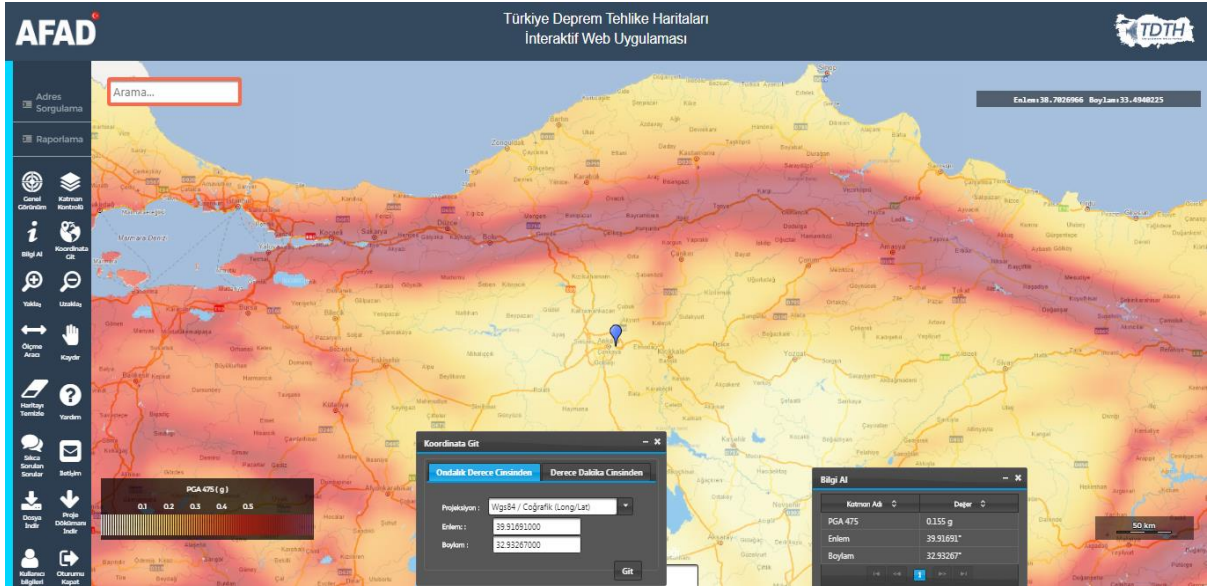




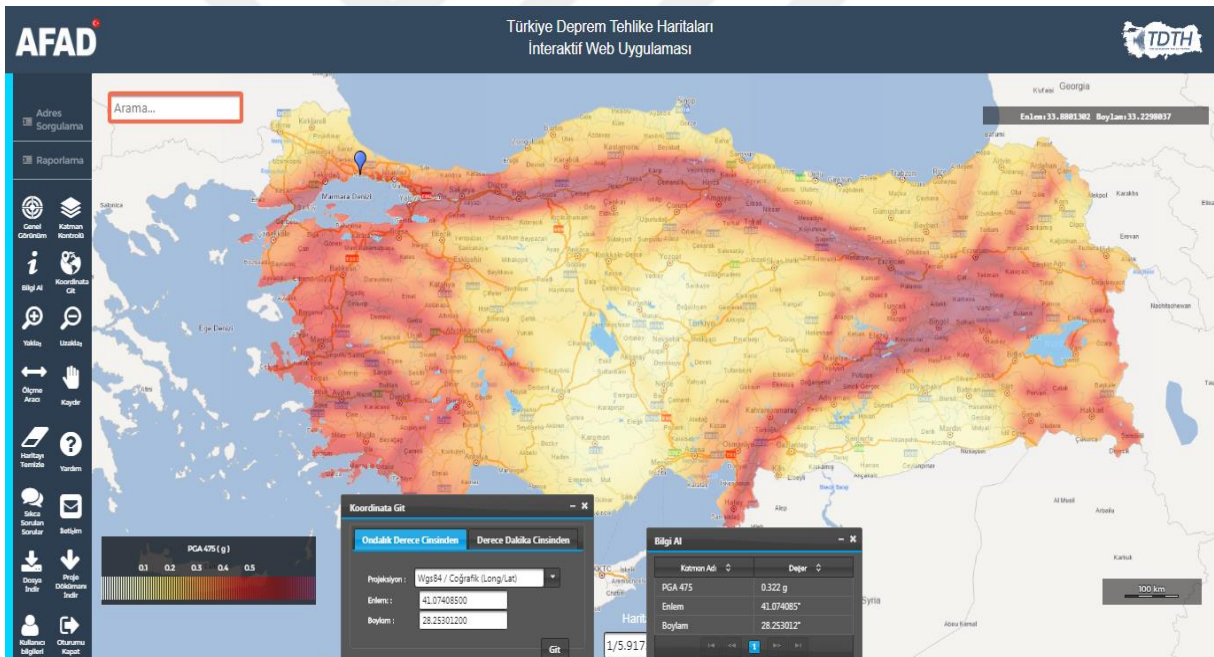
Şekil 8-14. Ankara ve Silivri bölgelerinde bulunan 4 konumun Türkiye Deprem Tehlike Haritasında işaretlenmesi [50].



Şekil 8-15. Ankara Gölbaşı ilçesi konum bilgileri: Enlem: 39.790589- Boylam: 32.802842 [50].

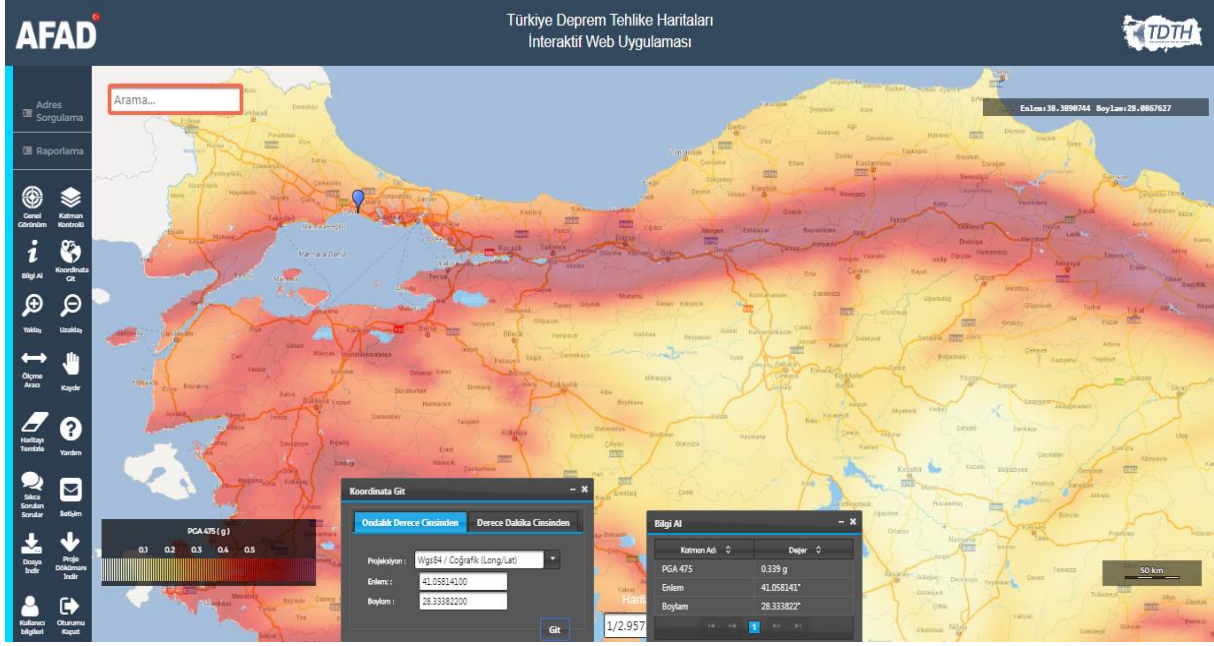


Şekil 8-16. Ankara Mamak ilçesi konum bilgileri: Enlem: 39.916910-Boylam: 32.932670 [50].



Şekil 8-17. İstanbul Silivri A nolu konum bilgileri: Enlem: 41.074085 Boylam: 28.253012 [50].

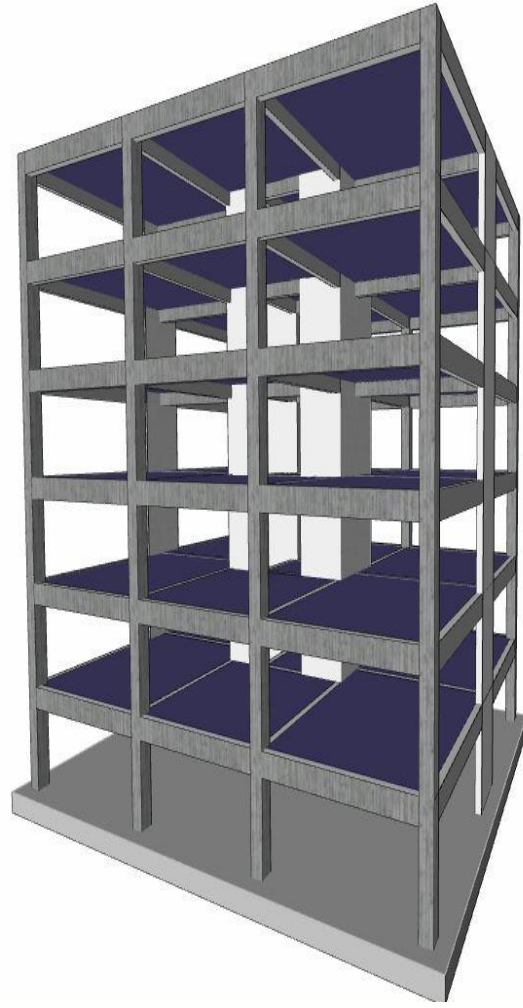




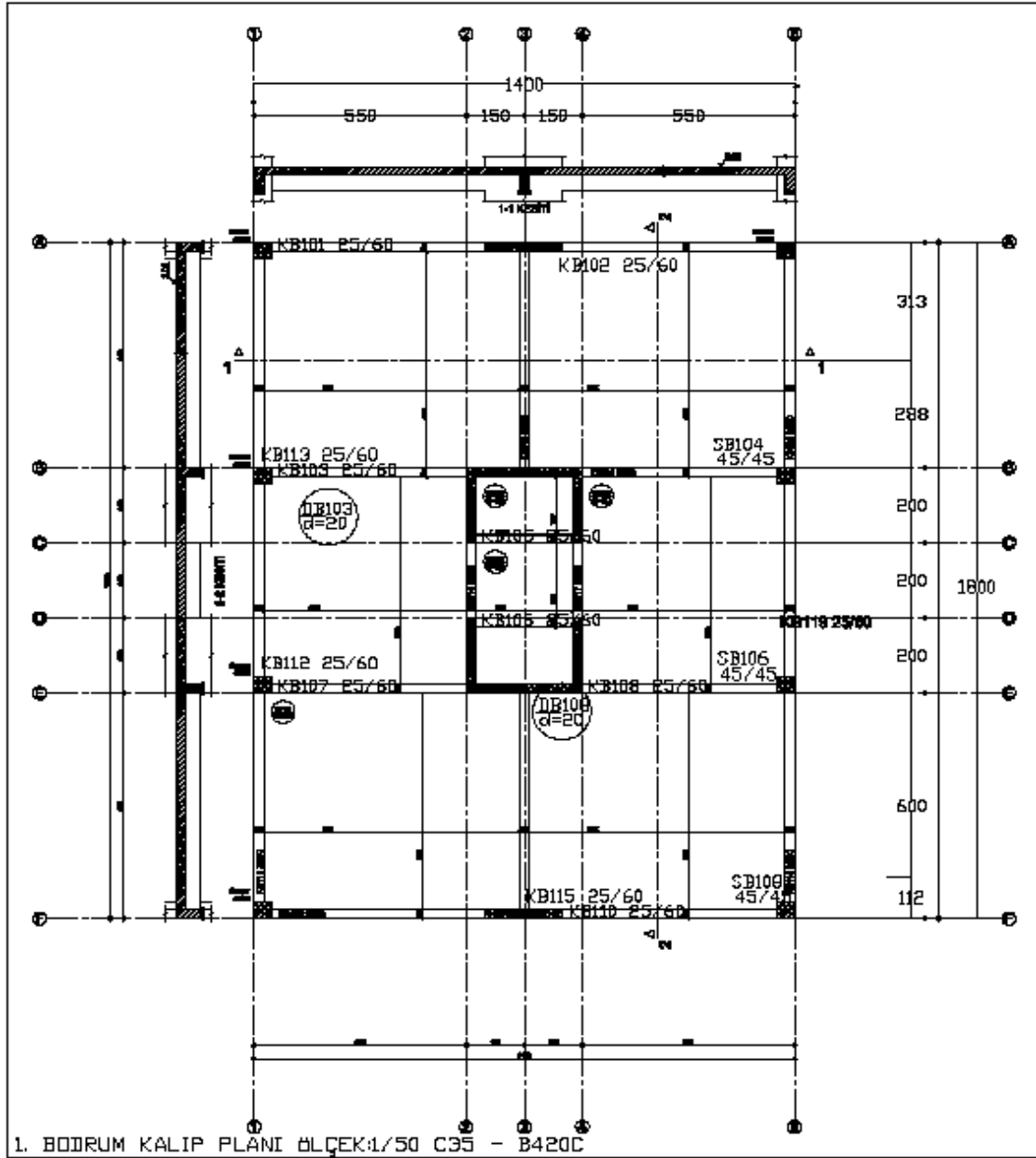
Şekil 8-18. İstanbul Silivri B nolu konum bilgileri: Enlem: 41.058141 Boylam: 28.333822 [50].

Kullanım amacı konut olan örnek yapının modellenmesi Şekil 8.19’da, normal kat kalıp planı, Şekil 8.20’ de gösterilmiştir. Bina, kat yüksekliği 3 m olup zemin+6 katlı olarak toplamda 7 katlı 21 m yüksekliğe sahiptir. Beton sınıfı C35 B420C, Çelik sınıfı S420 seçilmiştir. Kullanılacak beton için güvenlik değeri 1.50, donatı güvenlik değeri 1.15, beton özkütlesi 2.5 t/m<sup>3</sup> alınmıştır. Normal katlarda hareketsiz (ölü) yük değeri G:0.8tf/m<sup>2</sup> ve hareketli (canlı) yük değeri Q:0.2tf/m<sup>2</sup> dikkate alınmıştır. Yapıya ait diğer bilgiler çizelgelerde analiz edilmiştir (Çizelge 8.1 ve Çizelge 8.2). Ayrıca ekte bulunan hesap raporlarında bulunmaktadır.

Dört farklı konumda analiz edilmek için aynı yapı ölçüleri kullanılmıştır. Şekil 8.19 ve Şekil 8.20 model ve kat planını ekler bölümünde hesap raporlarında inceleyebiliriz.



*Şekil 8-19. Zemin+6 katlı binanın modellenmiş hali.*



Şekil 8-20. Kat Kalıp Planı.



### 8.5. Ankara Mamak ve Gölbaşı Konuularında Tasarlanan Yapı Deprem Kuvvetlerinin DBTBHY2007 ve TBDY2018 İle Karşılaştırılması

Bu bölüm içerisinde, Ankara ili içinde gölbaşı ve mamak konuularında aynı bina özelliklerine ve zemin özelliklerine sahip yapının DBTBHY2007 hem de TBDY2018 yönetmelikleri dikkate alınarak, analiz yapıp yapı tasarımında meydana gelen bulgular listelenmiştir. Ekler bölümü hesap raporlarından alınan bilgiler, Tablo 8 2. de belirtilmiştir.

Tablo 8-2. Mamak ve Gölbaşı için Yapı Tasarım Analizleri.

ANALİZ MADDELERİ	DBYBHY 2007 MAMAK VE GÖLBAŞI İÇİN AYNI SONUÇLAR	TBDY 2018 MAMAK	TBDY 2018 GÖLBAŞI
Yapı Önem Katsayısı (I)	1	1	1
Bina Kullanım Sınıfı (BKS)		3	3
Dayanım Fazlalığı Katsayı Değerleri (X/Y)		2.5/2.5	2.5/2.5
Dikkate Alınan Deprem Yer Hareketi Düzeyi		DD2	DD2
Bina Yükseklik Sınıfı		6	6
Bina Performans Hedefi		Kontrollü öngörülür hasar	Kontrollü öngörülür hasar
Tasarım Yaklaşımı		Dayanıma göre tasarım	Dayanıma göre tasarım
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayıları (R) X/Y	X /6.74 Y /6.91	X /7 Y /7	X /7 Y /7
Döşeme Tipi		Kirişli	Kirişli

Bulunduğu Deprem Bölgesi Değeri	4		
Etkin Yer İvmesi	0.1		
Yerel Zemin Cinsi	ZC	ZD	ZD
Karakteristik Spektrum (Ta, Tb) Periyotları	Ta / 0.15	Ta / 0.11	Ta / 0.11
	Tb / 0.60	Tb / 0.53	Tb / 0.52
(Ss) Harita Spektral İvme Katsayı değeri (g) (Kısa Periyot)		0.361	0.34
(S1) Harita spektral ivme katsayı değeri (g) ( 1.0 saniye periyot için)		0.123	0.115
(SDs) Tasarım için Spektral İvme Katsayısı (g) ( Kısa Periyot)		0.545543	0.51952
(SD1) Tasarım için spektral İvme Katsayısı (g) ( 1.0 Saniye Periyot)		0.289542	0.27255
(PGA) Oluşacak En Büyük Yer İvme değeri(g)		0.156	0.148
(PGV) Oluşacak En Büyük Yer Hız değeri (cm/s)		10.428	9.784
Yükleme Durumları	Ex ve Ey doğrultularında yükleme öngörölmüştür.	Ex ve Ey ve Ez doğrultularında yükleme öngörölmüştür.	Ex ve Ey ve Ez doğrultularında yükleme öngörölmüştür.
Kesit Tasarım Kontrolü	Tüm kesit elemanları tasarımı yeterlidir	Tüm kesit elemanları tasarımı yeterlidir	Tüm kesit elemanları tasarımı yeterlidir

Düzensizlik Durumu (A1)	A1 düzensizliği şartı sağlanmıştır. $\eta_i(\max) = 1.03 \leq 1.2$	A1 düzensizliği şartı sağlanmıştır. $\eta_i(\max) = 1.15 \leq 1.2$	A1 düzensizliği şartı sağlanmıştır. $\eta_i(\max) = 1.15 \leq 1.2$
Seçilen Hesap Yöntemi	Dinamik hesap yöntemi kullanılmıştır.	Tepki spektrum hesap yöntemi kullanılmıştır.	Tepki spektrum hesap yöntemi kullanılmıştır.
Eşdeğere Toplam Deprem Yüğü (X) (Vt)	Vt = 53.20 (tf)	Vt = 78.76 (tf)	Vt = 74.29 (tf)
Eşdeğere Toplam Deprem Yüğü (Y) (Vt)	Vt = 51.58 (tf)	Vt = 75.42 (tf)	Vt = 71.11 (tf)
Yapının Doğal Titreşim Periyodu	Ta : $0.15 \leq T_b : 0.60 \leq T_r : 0.60$	Ta : $0.11 \leq T_b : 0.53 \leq T_r : 0.79$	Ta : $0.11 \leq T_b : 0.52 \leq T_r : 0.79$
Spektrum Katsayısı S(T)	2.49	0.37	0.34
Hesaba Katılan Mod sayısı	6	24	24
Kiriş Analiz Sonuçları	Tmax: -2.96 [tfm] (K401) Vmax: -9.82 [tf] (K408) Mmax: -7.83 [tfm] (K408)	Tmax: -3.65 [tfm] (K401) Vmax: 17.94 [tf] (K114) Mmax: -7.93 [tfm] (K408)	Tmax: -3.65 [tfm] (K401) Vmax: 16.89 [tf] (K114) Mmax: -7.93 [tfm] (K408)
Kirişler İçin Kesme Donatı kontrolü	Bütün kirişlerde $V_d < 0.22 b w d f_c d$	Bütün kirişlerde $V_e < 0.85 b w d \sqrt{f_{ck}}$ sağlanmıştır. TS500 DENK.7.4	Bütün kirişlerde $V_e < 0.85 b w d \sqrt{f_{ck}}$ sağlanmıştır. TS500 DENK.7.4
Kirişler İçin Kesme Güvenliği Kontrolü	Bütün kirişlerde $V_d < 0.22 b w d f_c d$ sağlanmıştır.	Bütün kirişlerde $V_d < 0.85 b w d \sqrt{f_{ck}}$ sağlanmıştır.	Bütün kirişlerde $V_d < 0.85 b w d \sqrt{f_{ck}}$ sağlanmıştır.
Kolon İçin Analiz Sonuçları	Mmax:-6.59 [tfm] (SB108) Tmax: 0.03[tfm] (S101) Vmax:	Mmax: -6.63 [tfm] (SB108) Tmax: 0.36 [tfm] (S101) Vmax:	Mmax: -6.63 [tfm] (SB108) Tmax: 0.34 [tfm] (S101) Vmax: 7.19 [tf]

	2.89 [tf] (SB107) Nmax: -108.54[tf] (SB103)	7.64 [tf] (S103) Nmax: -110.10[tf] (SB103)	(S103) Nmax: -110.10[tf] (SB103)
Kolon İçin Kesme Güvenliği Kontrolü	Bütün kolonlarda $V_e \leq 0.22 b_w f_{cd}$	Bütün kolonlarda $V_e \leq 0.85 A_w \sqrt{f_{ck}}$	Bütün kolonlarda $V_e \leq 0.85 A_w \sqrt{f_{ck}}$
Normal Kuvvet Maksimum Değer Analizi (Kolonlar)	$0.5 A_c f_{ck} \geq N_{Dmax}$	$0.4 A_c f_{ck} \geq N_{Dmax}$	$0.4 A_c f_{ck} \geq N_{Dmax}$
Perde Analiz Sonuçları	M max: 32.34 [tfm] (PZ08) T max: 9.12[tfm] (PB103) V max: 21.32 [tf] (PB102) N max: -157.88 [tf] (PB102)	M max:56.23 [tfm] (PB101) T max: 9.14 [tfm] (PB103) V max: 77.46 [tf] (PB102) N max: - 157.92 [tf] (PB102)	M max:52.83 [tfm] (PB103) T max: 9.14 [tfm] (PB103) V max: 72.86 [tf] (PB102) N max: -157.92 [tf] (PB102)
Perde İçin Kesme Güvenlik Kontrolü	$V_e \leq 0.22 A_c h f_{cd}$ Sağlanmıştır	$V_e \leq V_{emax}$ Sağlanmıştır	$V_e \leq V_{emax}$ Sağlanmıştır
Temel Analiz Sonuçları (Radye)	M11 (max): 20.19 (tfm)	M11 (max): 21.79 (tfm)	M11 (max): 21.79 (tfm)
	M22 (max): 21.14 (tfm)	M22 (max): 21.33 (tfm)	M22 (max): 21.33 (tfm)
Temel Tasarım Donatı Analiz Kontrolü	Radye temeller için donatı uygunluğu sağlanmıştır.	Radye temeller için donatı uygunluğu sağlanmıştır.	Radye temeller için donatı uygunluğu sağlanmıştır.

### 8.5.1. Mamak ve Gölbaşı deprem analiz sonuçları

Ankara ili için 1996 deprem haritasına göre 4.bölgede yer alan Gölbaşı ve Mamak ilçeleri yapı ve zemin özellikleri aynı olarak tasarlanan yapılarımız için 2007 Türkiye deprem yönetmeliği kullanılarak ticari bir yazılım olan ideCAD programı ile analiz yapılmıştır.

Analiz sonucunda 2007 deprem yönetmeliği için Gölbaşı ve Mamak ilçelerinde konumun fay hattına olan yakınlık ve uzaklığın ayırt edici bir özellik olmadığı ve aynı deprem bölgesinde olduğu için tüm analiz sonuçlarının aynı olduğu görülmüştür. Bu sonucu incelediğimizde ilk bölümlerde bahsettiğimiz TDBY 2018 ihtiyacı ve Türkiye deprem haritalarının güncellenmesi ihtiyacını ortaya çıkarmıştır.

**Aynı yapı tasarımı için DBTBHY2007 ve TBDY2018 analiz karşılaştırmalarını değerlendirdiğimizde şu bulguları tespit etmiş oluruz.**

- ✓ Bina önem katsayısı (I) iki yönetmeliğin ilgili bölümdeki çizelgeden her iki yönetmelik için 1 olarak hesaplanmıştır.
- ✓ Bina Kullanım Sınıfı (BKS) 2007 deprem yönetmeliğinde yer almamaktadır. TBDY2018 ile bu madde oluşturulmuştur. Tasarlanan bina için kullanım sınıfı 3 değeri ile belirlenmiş " Kontrollü Hasar" olarak kategorize edilmiştir.
- ✓ Deprem Yer Hareketi Düzeyi, DBTBHY2007 incelediğimizde yapılar için aşılma ihtimali 50 yıllık zaman diliminde 1/10 ve tekrarlanma periyot ise 475 yıl için dikkate alınmıştır. TBDY2018 ile yer hareketi düzeyi 4 grupta incelenmiştir. Yönetmeliğe göre deprem yer hareketi düzey seviyesi DD-2 olarak belirlenmiştir.
- ✓ Belirtilen özelliklerle yapı X ve Y yönleirnde davranış katsayısı 2007 yönetmeliğinde  $R_x = 6.49$  ve  $R_y = 6.25$  olurken, 2018 yönetmeliğinde X ve Y yönleirnde 7.00 olarak belirlenmiştir.
- ✓ Yükleme durumlarına göre 2007 yönetmeliğinde  $E_x$  ve  $E_y$  doğrultularında yükleme öngörülmüştür. 2018 yönetmeliğinde ise  $E_x$  ve  $E_y$  doğrultuları ile birlikte  $E_z$  doğrultusu düşey eşdeğer deprem etkisi yüklemesi dikkate alınmıştır.
- ✓ Yapı tasarım analizinde kesit hesap kontrolü yapıldığında iki yönetmelik içinde yeterli olduğu görülmüştür.
- ✓ Her iki yönetmelikte yer alan bir analiz konusu kat planlarında A1 Burulma Düzensizliği, iki yönde oluşan deprem için, her katta maksimum görelî kat ötelemesinin

o katta aynı yöndeki görelî ötelemeye oranı değerinin 1.2'den büyük olması durumudur. Her iki yönetmeliğe göre A1 düzensizliği oluşmamıştır.

- ✓ Karakteristik spektrum periyotları  $T_a$  ve  $T_b$  hesapları incelendiğinde, DBTBHY2007 yapının bulunduğu yerel zemin sınıfı belirlendi. 2018 yönetmeliğinin yürürlüğe girmesiyle birlikte e-Devlet uygulaması kullanılarak ulaşılan TDTH Web Uygulaması, yapı koordinat bilgileri girilerek bu değerlere ulaşılmaktadır [50].
- ✓ Spektral(harita ve tasarım) ivme katsayıları deprem haritaları ile yapı bilgileri dikkate alınarak belirlenmektedir. Bu bilgiler ışığında, bu değerler Türkiye Deprem Tehlike Haritaları ve 2018 yeni yönetmelik ile birlikte ortaya çıkmıştır.
- ✓ 2007 yönetmeliğinde Deprem etkisi ile yapıyı etkileyen toplam eşdeğer deprem yükü,  $V_t$ , X doğrultusunda 53.20 (tf), Y doğrultusunda 51.58 (tf), 2018 yönetmeliğinde Mamak ilçesi için X doğrultusunda 78.76 (tf), Y doğrultusunda 75.42 (tf) olarak hesaplanmıştır.
- ✓ Deprem analiz ve hesap tasarım analizinde kullanılan spektrum katsayısı  $S(T)$ , DBTBHY2007 2.49 değeri bulunurken 2018 deprem yönetmeliğinde Mamak ilçesi için 0.37 değerine düşmüştür.
- ✓ Temel tipi olarak radye temel tercih edilmiştir. Radye temel analiz hesaplarına Mamak ilçesi için bakıldığında moment değerleri, 2007 yönetmeliğinde,  $M_{11}(\max)$ : 20.19 (tfm),  $M_{22}(\max)$ : 21.14 (tf), 2018 yönetmeliğinde  $M_{11}(\max)$ : 21.79 (tf),  $M_{22}(\max)$ : 21.33 (tf) olarak hesaplanmıştır.
- ✓ 2007-2018 yönetmelikleri karşılaştırıldığında, Deprem etkisi ile meydana gelen toplam eşdeğer deprem yükü ve Moment değerlerinde azalma meydana gelmiştir.

**2007 deprem yönetmeliğine göre aynı deprem bölgesinde bulunup farklı konumlarda yer alan Mamak ve Gölbaşı için 2018 yönetmeliği temel alınarak yapılan analiz sonuçlarını incelediğimizde aşağıdaki karşılaştırmaları yapabiliriz.**

- ✓ Gölbaşı ve Mamak ilçeleri yapı ve zemin özellikleri aynı olarak tasarlanan yapıımız için 2018 Türkiye deprem yönetmeliği kullanılarak analiz yaptığımızda yapıyla ilgili yapı taşıyıcı sistem kesit kontrolünün her iki konum içinde yeterli olduğu görülmüştür. Bununla birlikte tasarlanan binanın bulunduğu konumun fay hattına olan yakınlık-uzaklığından ötürü Harita ve tasarım spektral ivme katsayıları iki adres için ayrı değerler olduğu için, deprem anında meydana gelen toplam eşdeğer deprem yükü ve Moment değerlerinde farklar meydana gelmiştir.

- ✓ Harita ve tasarım spektral ivme katsayıları 2018 yönetmeliğiyle gündeme gelmiştir. Bu değerler deprem haritaları kapsamında yapı konum bilgileri ile tanımlanmaktadır. Bu bilgiler bağlamında Türkiye Deprem Tehlike Haritaları resmi sayfadan bilgilere ulaşılabilir.
- ✓ Mamak ilçesinde bulunan adreste tasarlanan yapı için, kısa periyot harita spektral ivme katsayısı,  $SS=0.361$  g, 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı  $S1=0.123$  g, kısa periyot tasarım spektral ivme katsayı değeri,  $SDs=0.545543$  g, 1.0 saniye tasarım spektral ivme katsayı değeri,  $SD1=0.289542$  g
- ✓ En büyük yer ivmesi değeri PGA, 0.156 g değeri olarak bulunmuştur.
- ✓ PGV en büyük yer hızı değeri TBDY2018 ile birlikte ortaya çıkan bir yeni maddedir. Deprem esnasında gözlemlenen en büyük yer hareketi hız değeridir ve bu değer yapı koordinat bilgileri ile interaktif bir şekilde hesaplanıp 10.428 cm/s bulunur.
- ✓ Gölbaşı ilçesinde bulunan adreste tasarlanan yapı için, tasarım spektral ivme katsayı ve yer ivmesi ve yer hareketi hızı değerleri Mamak ilçesindeki yapıya göre değerleri azaldığı görülmüştür. Kısa periyot için harita spektral ivme katsayı değeri,  $SS=0.34$  g, 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayı değeri  $S1=0.115$  g, kısa periyot tasarım için spektral ivme katsayı değeri,  $SDs=0.51952$  g , 1.0 saniye için tasarım spektral ivme katsayı değeri,  $SD1=0.27255$  g bulunur.
- ✓ PGA En büyük yer ivmesi değeri, 0.148 g olarak bulunmuştur.
- ✓ PGV en büyük yer hızı TBDY2018 kullanılarak deprem esnasında gözlemlenen en büyük yer hareketi hız değeridir. PGV yapı koordinat bilgileri interaktif olarak girilip hesaplanmıştır. 9.784 cm/s değeri bulunmuştur.
- ✓ 2018 yönetmeliğinde Deprem etkisi ile meydana gelen toplam eşdeğer deprem yükü,  $V_t$ , Mamak'ta bulunan yapı için X doğrultusunda  $V_t = 78.76$  (tf) ,Y doğrultusunda  $V_t = 75.42$  (tf), Gölbaşı'nda bulunan yapıyı incelediğimizde eşdeğer deprem kuvvetleri değerlerinde düşme olduğu görülmüştür. X doğrultusunda  $V_t = 74.29$  (tf), Y doğrultusunda  $V_t = 71.11$  (tf) olarak hesaplanmıştır.
- ✓ Deprem hesap ve analiz yönteminde kullanılan spektrum katsayısı  $S(T)$ , Mamak için 0.37 , Gölbaşı için 0.34 değerine düşmüştür.

### 8.6. Silivri İlçesinde 2 Farklı Konumda Tasarlanan Yapı Deprem Kuvvetlerinin DBYBHY2007 ve TBDY2018 ile Karşılaştırılması

Bu bölüm içerisinde, Silivri ilçesinde 2 farklı konumda aynı bina özelliklerine ve zemin özelliklerine sahip yapının DBTBHY2007 hem de TBDY2018 yönetmelikleri dikkate alınarak, analiz yapıp yapı tasarımında meydana gelen bulgular listelenmiştir. Ekler bölümü hesap raporlarından alınan bilgiler, Tablo 8 3.'de belirtilmiştir.

Tablo 8-3. SİLİVRİ A ve B Konumları için Yapı Tasarım Analizleri.

ANALİZ MADDELERİ	DBYBHY 2007 SİLİVRİ B/A	TBDY 2018 SİLİVRİ B NOLU ADRES	TBDY 2018 SİLİVRİ A NOLU ADRES
Yapı Önem Katsayısı (I)	1	1	1
Bina Kullanım Sınıfı (BKS)		3	3
Dayanım Fazlalığı Katsayı Değerleri (X/Y)		2.5/2.5	2.5/2.5
Dikkate Alınan Deprem Yer Hareketi Düzeyi		DD2	DD2
Bina Yükseklik Sınıfı		6	6
Bina Performans Hedefi		Kontrollü öngörülür hasar	Kontrollü öngörülür hasar
Tasarım Yaklaşımı		Dayanıma göre tasarım	Dayanıma göre tasarım
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayıları (R) X/Y	X/6.74 Y/6.91	X/7 Y/7	X/7 Y/7



Döşeme Tipi		Kirişli	Kirişli
Bulunduğu Deprem Bölgesi Değeri	1		
Etkin Yer İvmesi	0.4		
Yerel Zemin Cinsi	ZC	ZD	ZD
Karakteristik Spektrum (Ta, Tb) Periyotları	Ta/0.15	Ta/0.11	Ta/0.11
	Tb/0.60	Tb /0.55	Tb/0.56
(Ss) Harita Spektral İvme Katsayı değeri (g) (Kısa Periyot)		0.833	0.791
(S1) Harita spektral ivme katsayı değeri (g) ( 1.0 saniye periyot için)		0.257	0.25
(SDs) Tasarım için Spektral İvme Katsayısı (g) ( Kısa Periyot)		0.971944	0.936228
(SD1) Tasarım için spektral İvme Katsayısı (g) ( 1.0 Saniye Periyot)		0.536102	0.525
(PGA) Oluşacak En Büyük Yer İvme değeri(g)		0.342	0.325
(PGV) Oluşacak En Büyük Yer Hız değeri (cm/s)		23.902	23.135
Yükleme Durumları	Ex ve Ey doğrultularında yüklemeye öngörülmüştür.	Ex ve Ey ve Ez doğrultularında yüklemeye öngörülmüştür.	Ex ve Ey ve Ez doğrultularında yüklemeye öngörülmüştür.

Kesit Tasarım Kontrolü	Tüm kesit elemanları tasarımı yeterlidir	Tüm kesit elemanları tasarımı yeterlidir	Tüm kesit elemanları tasarımı yeterlidir
Düzensizlik Durumu (A1)	A1 düzensizliği şartı sağlanmıştır. $\eta_i (\max) = 1.03 \leq 1.2$	Bütün katlarda A1 düzensizliği koşulu sağlanamamıştır. $\eta_i (\max) = 1.21 > 1.2$ (1.BODRUM KAT) dinamik analiz yapılmıştır.	Bütün katlarda A1 düzensizliği koşulu sağlanamamıştır. $\eta_i (\max) = 1.21 > 1.2$ (1.BODRUM KAT) dinamik analiz yapılmıştır.
Seçilen Hesap Yöntemi	Dinamik hesap yöntemi kullanılmıştır.	Tepki spektrumu yöntemi kullanılmıştır.	Tepki spektrumu yöntemi kullanılmıştır.
Eşdeğere Toplam Deprem Yüğü (X) (Vt)	Vt = 212.79 (tf)	Vt = 129.81 (tf)	Vt = 126.95 (tf)
Eşdeğere Toplam Deprem Yüğü (Y) (Vt)	Vt = 206.32 (tf)	Vt = 127.21 (tf)	Vt = 124.45 (tf)
Yapının Doğal Titreşim Periyodu	$T_a = 0.15 \leq T_b = 0.6 \leq T_r = 0.60$	$T_a = 0.11 \leq T_b = 0.55 \leq T_r = 0.77$	$T_a = 0.11 \leq T_b = 0.56 \leq T_r = 0.77$
Spektrum Katsayısı S(T) Hesaba Katılan Mod sayısı	2.49	0.7	0.68
Hesaba Katılan Mod sayısı	6	24	24
Kiriş Analiz Sonuçları	Tmax: -2.96 [tfm] (K401) Vmax: 19.76 [tf] (K117) Mmax: 19.79 [tfm] (K117)	Tmax: -3.65 [tfm] (K401) Vmax: 33.04 [tf] (K114) Mmax: 13.22 [tfm] (K114)	Tmax: -3.65 [tfm] (K401) Vmax: 32.39 [tf] (K114) Mmax: 12.95 [tfm] (K114)
Kirişler İçin Kesme Donatı kontrolü	Bütün kirişlerde $V_d < 0.22 b w d f_{cd}$ sağlanmıştır.	Bütün kirişlerde $V_e < 0.85 b w d \sqrt{f_{ck}}$ Şartı sağlanmıştır. TS500 DENK.7.4	Bütün kirişlerde $V_e < 0.85 b w d \sqrt{f_{ck}}$ Şartı sağlanmıştır. TS500 DENK.7.4
Kirişler İçin Kesme Güvenliği Kontrolü	Bütün kirişlerde $V_d < 0.22 b w d f_{cd}$ sağlanmıştır.	Bütün kirişlerde $V_d < 0.85 b w d \sqrt{f_{ck}}$ sağlanmıştır.	Bütün kirişlerde $V_d < 0.85 b w d \sqrt{f_{ck}}$ sağlanmıştır.

Kolon İçin Analiz Sonuçları	M max:13.43 [tfm] (SB106) T max: 0.10 [tfm] (S101) V max: 8.87 [tf] (S104) N max: -108.54[tf] (SB103)	M max: 12.18 [tfm] (SB105) T max: 0.69[tfm] (S101) V max: 14.05 [tf] (S103) N max: -109.59[tf] (SB103)	M max: 11.84 [tfm] (SB105) T max: 0.68[tfm] (S101) V max: 13.78 [tf] (S103) N max: -109.59[tf] (SB103)
Kolon İçin Kesme Güvenliği Kontrolü	Bütün kolonlarda $V_e \leq 0.22 b w d f_{cd}$	Bütün kolonlarda $V_e \leq 0.85 A_w \sqrt{f_{ck}}$	Bütün kolonlarda $V_e \leq 0.85 A_w \sqrt{f_{ck}}$
Normal Kuvvet Maksimum Değer Analizi (Kolonlar)	$0.5 A_c f_{ck} \geq ND_{max}$ Sağlanmıştır	$0.4 A_c f_{ck} \geq ND_{max}$ Sağlanmıştır	$0.4 A_c f_{ck} \geq ND_{max}$ Sağlanmıştır
Perde Analiz Sonuçları	M max: 129.37 [tfm] (PZ08) T max: 12.06[tfm] (PB107) V max: 67.40 [tf] (PZ02) N max: 227.28 [tf] (PB107)	M max: 147.52 [tfm] (PB107) T max: 9.61 [tfm] (PB107) V max: 154.24 [tf] (PB102) N max: 227.87 [tf] (PB107)	M max: 143.64 [tfm] (PB107) T max: 9.37 [tfm] (PB102) V max: 151.13 [tf] (PB102) N max: 222.00 [tf] (PB107)
Perde İçin Kesme Güvenlik Kontrolü	$V_e \leq 0.22 A_c h f_{cd}$ Sağlanmıştır	$V_e \leq V_e_{max}$ Sağlanmıştır	$V_e \leq V_e_{max}$ Sağlanmıştır
Temel Analiz Sonuçları (Radye)	M11 (max): 28.04 (tfm)	M11 (max): 30.36 (tfm)	M11 (max): 29.56 (tfm)
	M22 (max): 32.74 (tfm)	M22 (max): 33.13 (tfm)	M22 (max): 22.26 (tfm)
Temel Tasarım Donatı Analiz Kontrolü	Radye temeller için donatı uygunluğu sağlanmıştır.	Radye temeller için donatı uygunluğu sağlanmıştır.	Radye temeller için donatı uygunluğu sağlanmıştır.

### 8.6.1. Silivri'de bulunan 2 adres için deprem analiz sonuçları

İstanbul ili Silivri ilçesi için 1996 deprem haritasına göre 1.bölgede yer alan A (Enlem: 41.074085 Boylam: 28.253012) ve B konumları (Enlem: 41.058141 Boylam: 28.333822) yapı ve zemin özellikleri aynı olarak tasarlanan yapılarımız için 2007 Türkiye deprem yönetmeliği kullanılarak ticari bir yazılım olan ideCAD programı ile analiz yapılmıştır.

Analiz sonucunda 2007 deprem yönetmeliği için B ve A adreslerinin konumun-fay hattına olan yakınlık ve uzaklığın ayırt edici bir özellik olmadığı ve aynı deprem bölgesinde yer aldıkları için tüm analiz sonuçlarının aynı olduğu görülmüştür. Bu sonucu incelediğimizde ilk bölümlerde bahsettiğimiz TDBY 2018 ihtiyacı ve Türkiye deprem haritalarının güncellenmesi ihtiyacını ortaya çıkarmıştır.

#### **Aynı yapı tasarımı için DBTBHY2007 ve TBDY2018 analiz karşılaştırmalarını değerlendirdiğimizde şu bulguları tespit etmiş oluruz.**

- ✓ Bina önem katsayısı (I) her iki yönetmelik için 1 olarak hesaplanmıştır.
- ✓ Bina Kullanım Sınıfı (BKS) 2007 deprem yönetmeliğinde yer almamaktadır. TBDY2018 ile bu madde oluşturulmuştur. Tasarlanan bina için kullanım sınıfı 3 değeri ile belirlenmiş " Kontrollü Hasar" olarak kategorize edilmiştir.
- ✓ Deprem Yer Hareketi Düzeyi, DBTBHY2007 incelediğimizde yapılar için aşılma ihtimali 50 yıllık zaman diliminde 1/10 ve tekrarlanma periyot ise 475 yıl için dikkate alınmıştır. TBDY2018 ile yer hareketi düzeyi 4 grupta incelenmiştir. Yönetmeliğe göre deprem yer hareketi düzey seviyesi DD-2 olarak belirlenmiştir.
- ✓ Belirtilen özelliklerle yapı X ve Y yönleirnde davranış katsayısı  $R_x = 6.74$  ve  $R_y = 6.91$  olurken, 2018 yönetmeliğinde X ve Y yönleirnde 7.00 olarak belirlenmiştir.
- ✓ Yükleme durumlarına göre 2007 yönetmeliğinde  $E_x$  ve  $E_y$  doğrultularında yükleme öngörülmüştür. 2018 yönetmeliğinde ise  $E_x$  ve  $E_y$  doğrultuları ile birlikte  $E_z$  doğrultusu düşey eşdeğer deprem etkisi yüklemesi dikkate alınmıştır.
- ✓ Yapı tasarım analizinde kesit heasap kontrolü yapıldığında iki yönetmelik içinde yeterli olduğu görülmüştür.
- ✓ Her iki yönetmelikte yer alan bir analiz konusu kat planlarında A1 Burulma Düzensizliği, iki yönde oluşan deprem için, her katta maksimum görelî kat ötelemesinin

o katta aynı yöndeki görelî ötelemeye oranı değerinin 1.2'den büyük olması durumudur. Her iki yönetmeliğe göre A1 düzensizliği oluşmamıştır.

- ✓ Karakteristik spektrum periyotları  $T_a$  ve  $T_b$  hesapları incelendiğinde, DBTBHY2007 yapının bulunduğu yerel zemin sınıfı belirlendi. 2018 yönetmeliğinin yürürlüğe girmesiyle birlikte e-Devlet uygulaması kullanılarak ulaşılan TDTH Web Uygulaması, yapı koordinat bilgileri girilerek bu değerlere ulaşılmaktadır [50].
- ✓ Spektral(harita ve tasarım) ivme katsayıları deprem haritaları ile yapı bilgileri dikkate alınarak belirlenmektedir. Bu bilgiler ışığında, bu değerler Türkiye Deprem Tehlike Haritaları ve 2018 yeni yönetmelik ile birlikte ortaya çıkmıştır.
- ✓ 2007 yönetmeliğinde Deprem etkisi ile yapıyı etkileyen toplam eşdeğer deprem yükü,  $V_t$ , X doğrultusunda 212.79 (tf), Y doğrultusunda 206.32 (tf), 2018 yönetmeliğinde B nolu adres için X doğrultusunda 129.81 (tf), Y doğrultusunda 127.21 (tf) olarak hesaplanmıştır.
- ✓ Deprem analiz ve hesap tasarım analizinde kullanılan spektrum katsayısı  $S(T)$ , DBTBHY2007 2.49 değeri bulunurken 2018 deprem yönetmeliğinde B konumu için 0.70 değerine düşmüştür.
- ✓ Temel tipi olarak radye temel tercih edilmiştir. Radye temel analiz hesaplarına B konumu için bakıldığında moment değerleri, 2007 yönetmeliğinde,  $M_{11}(\max)$ : 28.04 (tfm),  $M_{22}(\max)$ : 32.74 (tf), 2018 yönetmeliğinde  $M_{11}(\max)$ : 30.36 (tf),  $M_{22}(\max)$ : 33.13 (tf) olarak hesaplanmıştır.
- ✓ 2007-2018 yönetmelikleri karşılaştırıldığında, Deprem etkisi ile meydana gelen toplam eşdeğer deprem yükü ve Moment değerlerinde azalma meydana gelmiştir.

**2007 deprem yönetmeliğine göre aynı deprem bölgesinde bulunup farklı konumlarda yer alan B nolu adres (Enlem: 41.074085 Boylam: 28.253012) ve A nolu adres (Enlem: 41.058141 Boylam: 28.333822) için 2018 yönetmeliği temel alınarak yapılan analiz sonuçlarını incelediğimizde aşığıdaki karşılaştırmaları yapabiliriz.**

- ✓ Silivri'de iki farklı konumda yapı ve zemin özellikleri aynı olarak tasarlanan yapıımız için 2018 Türkiye deprem yönetmeliği kullanılarak analiz yaptığımızda yapıyla ilgili yapı taşıyıcı sistem kesit kontrolünün her iki konum içinde yeterli olduğu görülmüştür. Bununla birlikte tasarlanan binanın bulunduğu konunun fay hattına olan yakınlık-uzaklığından ötürü spektral ivme katsayıları (harita, tasarım) iki adres için farklı

olduğundan, deprem anında meydana gelen toplam eşdeğer deprem yükü ve Moment değerlerinde farklar meydana gelmiştir.

- ✓ Spektral ivme katsayıları (harita, tasarım) 2018 yönetmeliğiyle gündeme gelmiştir. Bu katsayılar deprem tehlike haritaları kapsamında yapı koordinat bilgileri ile belirtilmektedir. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları resmi sayfasından bilgilere ulaşılabilir [49].
- ✓ Silivri B nolu adreste tasarlanan yapı için, kısa periyot harita spektral ivme katsayı değeri,  $SS=0.833$  g, 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayı değeri  $S1=0.257$  g, kısa periyot için tasarım spektral ivme katsayı değeri,  $SDs=0.971944$  g ve 1.0 saniye için tasarım spektral ivme katsayı değeri,  $SD1=0.536102$  g bulunur.
- ✓ PGA en büyük yer ivmesi değeri, 0.342 g değeri olarak bulunmuştur.
- ✓ PGV en büyük yer hızı TBDY2018 ile kullanıma giren yeni bir maddedir. Deprem esnasında gözlemlenen en büyük yer hareketi hızı değeridir. PGV yapı koordinat bilgileri ile interaktif olarak hesaplanarak 23.902 cm/s bulunmuştur.
- ✓ Silivri A nolu adreste tasarlanan yapı , tasarım spektral ivme katsayı değeri, yer ivmesi ve yer hareketi hızı değerleri Silivri B nolu yapıya göre değerleri azaldığı görülmüştür. Kısa periyot için harita spektral ivme katsayı değeri,  $SS= 0.791$  g, 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayı değeri  $S1=0. 0.25$  g, kısa periyot için tasarım spektral ivme katsayı değeri,  $SDs= 0.936228$  g ve  $SD1= 0.525$  g bulunmuştur.
- ✓ PGA en büyük yer ivmesi değeri, 0.325 g olarak bulunmuştur.
- ✓ PGV en büyük yer hızı, deprem anında ölçülen en büyük yer hareketi hızıdır. En büyük yer hızı yapı koordinat bilgileri ile interaktif olarak 23.135 cm/s bulunmuştur.
- ✓ 2018 yönetmeliğinde deprem esnasında meydana gelen toplam eşdeğer deprem yükü,  $V_t$ , Silivri B nolu adreste bulunan yapı için X doğrultusunda  $V_t = 129.81$  (tf) ,Y doğrultusunda  $V_t = 127.21$  (tf), Silivri A nolu adreste bulunan yapıyı incelediğimizde eşdeğer deprem kuvvetleri değerlerinde düşme olduğu görülmüştür. X doğrultusunda  $V_t = 126.95$  (tf), Y doğrultusunda  $V_t = 124.45$  (tf) olarak hesaplanmıştır.
- ✓ Spektrum katsayısı  $S(T)$ , Silivri B nolu adreste bulunan yapı için 0.70 iken bu değer Silivri A nolu adreste bulunan yapı için 0.68 değerine düşmüştür.

### 8.7. Mamak, Gölbaşı, Silivri A ve B Konumları Deprem Kuvvetlerinin DBYBHY2007 ve TBDY2018 Kullanılarak Grafikler İle Karşılaştırılması

Dört farklı noktanın iki yönetmelik kullanılarak analizleri yapılmış olup ilgili sonuçlar tahlil edilmiştir.

2007 DBYBHY yönetmeliğinde, 1996 Deprem Bölgeleri Haritası kullanılmış olup beş bölge olarak gruplandırılmıştır. I. Bölge için analiz olarak ivme değeri 0.4 g iken V. Bölge ise ivme değeri 0.1 g ve daha küçük depremlerin görüldüğü bölgelerdir.

2018 TBDY, Deprem Tehlike Haritası AFAD'ın resmi internet sayfasında İnteraktif Web Uygulaması yardımıyla koordinat bilgileri girilip ulaşılmaktadır. Deprem Tehlike Haritası için bir gruplandırma yapılmayıp her koordinat için farklı yer ivmesi kabul edilmiştir.

Bu yönetmelikle birlikte yeniliklerden biri olan deprem yer hareketi spektrum; harita spektral ivme ve yerel zemin etki değerlerine bağlı olarak her bir senaryo yapının özel deprem tehlikesi belirtilmiştir.

2007 DBYBHY ve 2018 TBDY yönetmelikleri kullanılarak, yukarıda belirtilen değerler ilgili yönetmeliklerin deprem kuvvetleri hesabı yapılarak aşağıda grafikler üzerinde gösterilmiştir.

2007 DBYBHY, eşdeğer deprem yükü VT;

$$VT = WA(T1) / Ra(T1) \geq 0.10 A_0 I W$$

$$A(T) = A_0 I S(T)$$

Denklem 17.[34].

2018 TBDY, bu formül güncellenerek;

$$VT = m_t S_a R(T_p) \geq 0.04 m_t I S_d s g$$

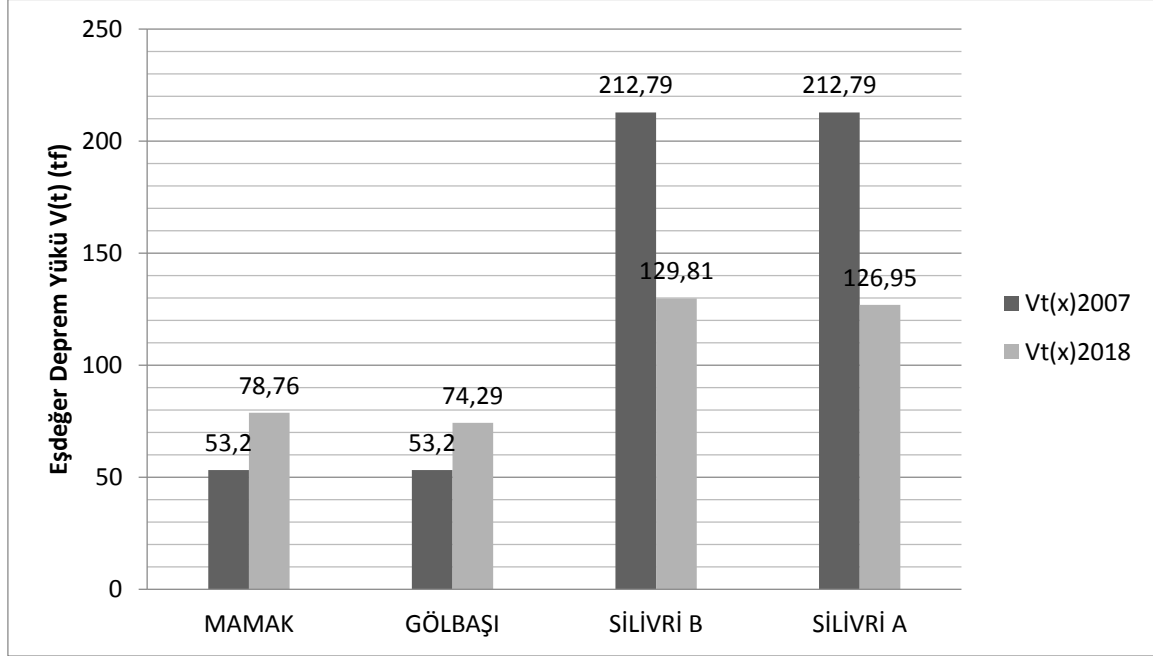
$$S_a R(T) = S_a e(T) / R_a(T)$$

Denklem 18. [35].

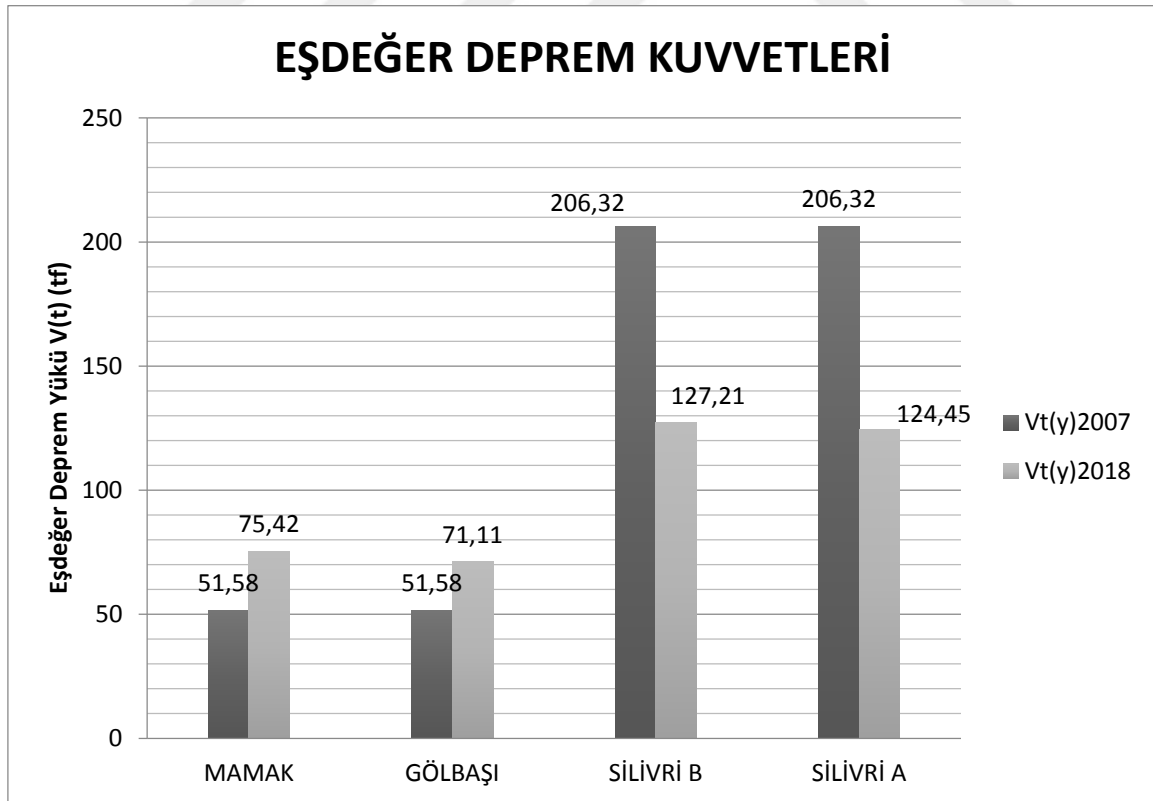
Ayrıca daha fazla detay 7.Bölümde işlenmiş olup, iki yönetmeliğin farkları karşılaştırılmıştır.

Senaryo yapı koordinat bilgileri Deprem Tehlike Haritası e-devlet üzerinden giriş yapılarak İnteraktif olarak web üzerinden ilgili yapının, ivme değerleri bulunur. Dört farklı koordinat için Tablo 8.2 ve Tablo 8.3'te bulunan değerleri kullanarak ilgili yönetmelik denklemlerine uygulayıp Deprem kuvvetlerini hesaplayabiliriz. Analiz sonuçları Ekler kısmında hesap raporlarında yer almaktadır.

Analiz ve hesaplamalar sonucu oluşan deprem kuvvetleri ve en büyük yer ivmesi olan PGA sonuçlarını Ekler bölümünde bulunan hesap raporlarından alıp grafikler üzerinde inceleyebiliriz.

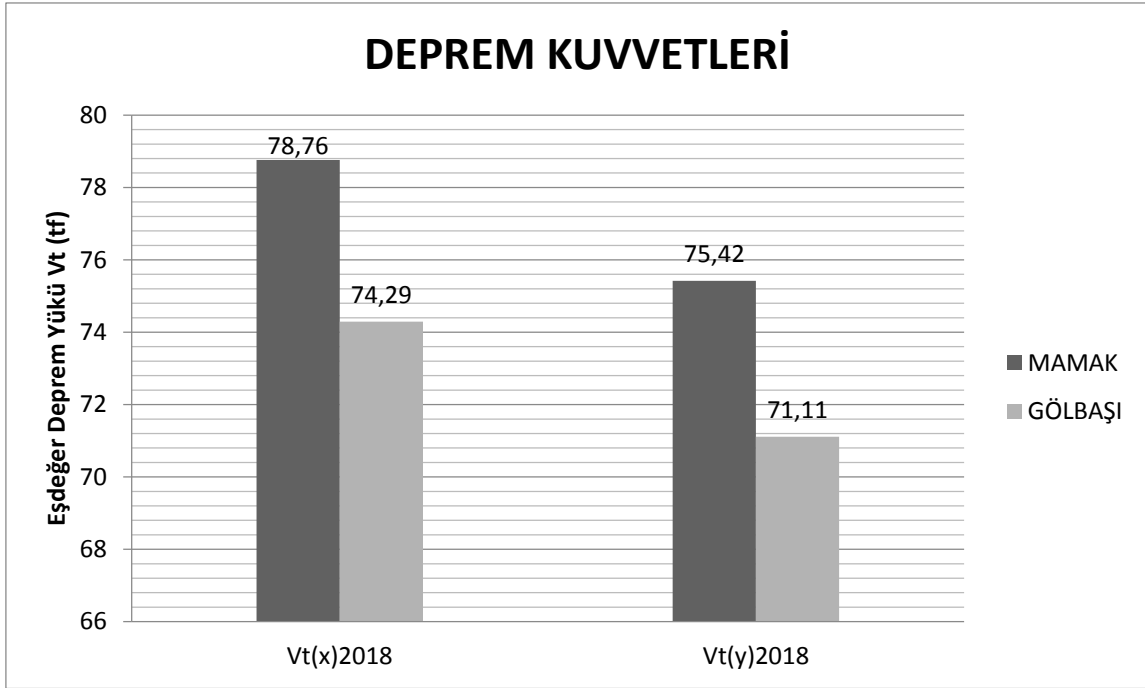


Şekil 8-21. X yönünde Deprem kuvveti değişimi grafiği.

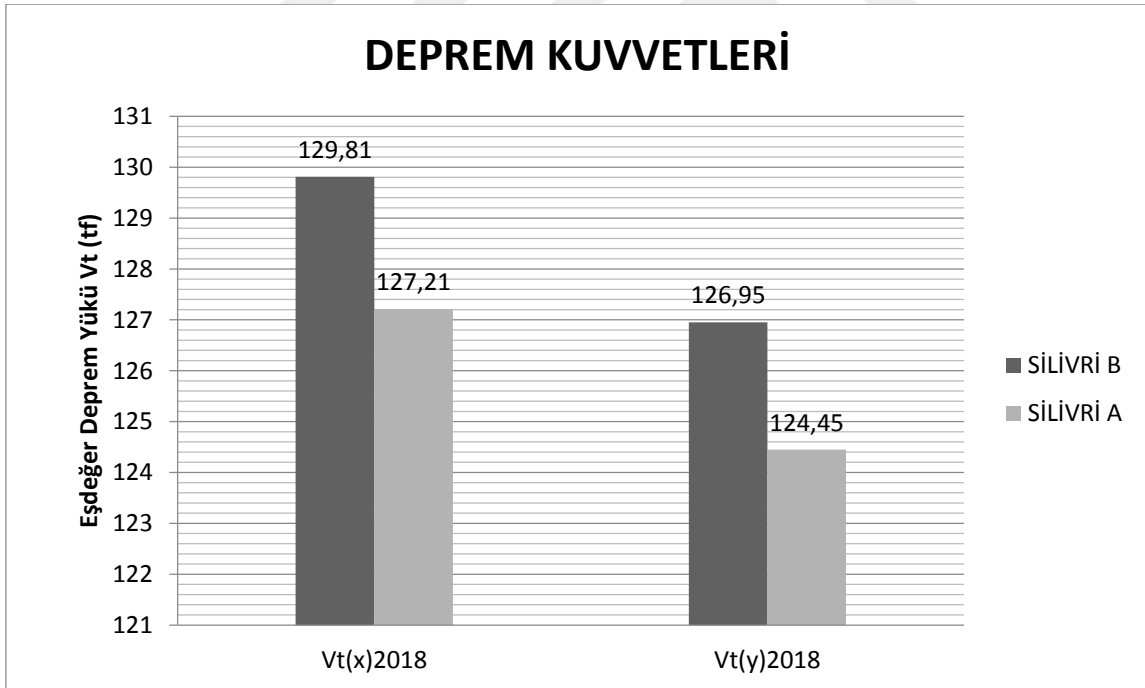


Şekil 8-22. Y yönünde Deprem kuvveti değişimi grafiği.

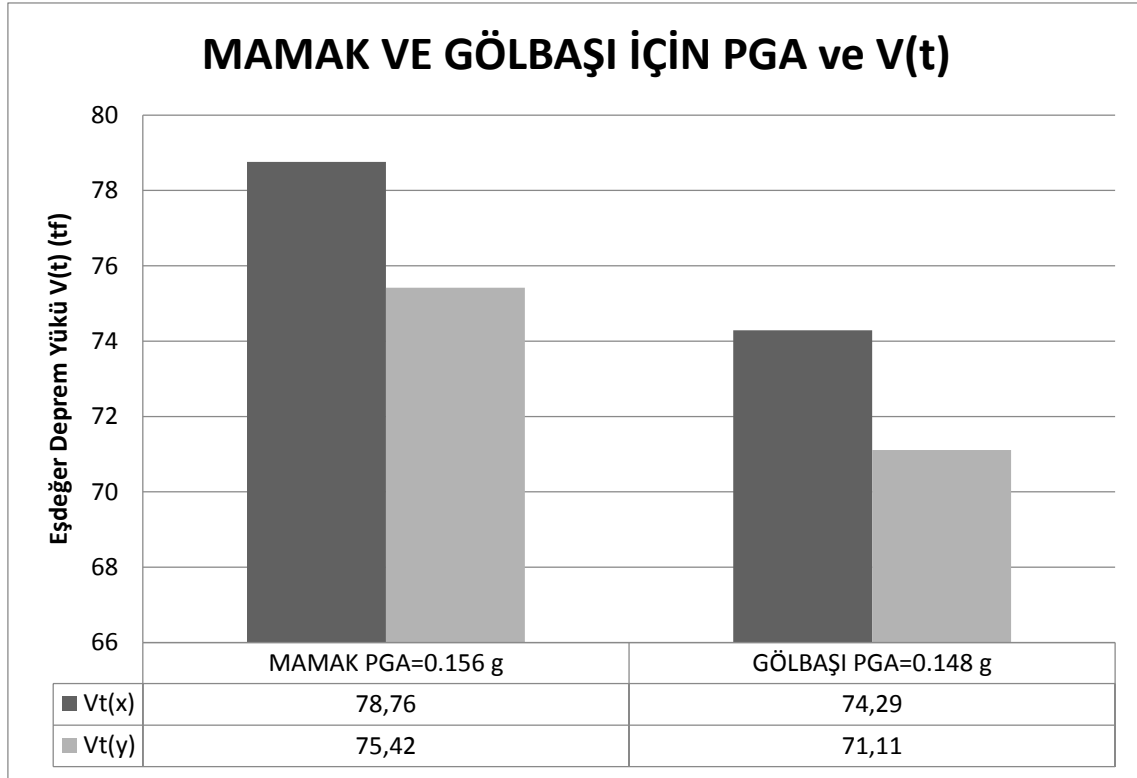




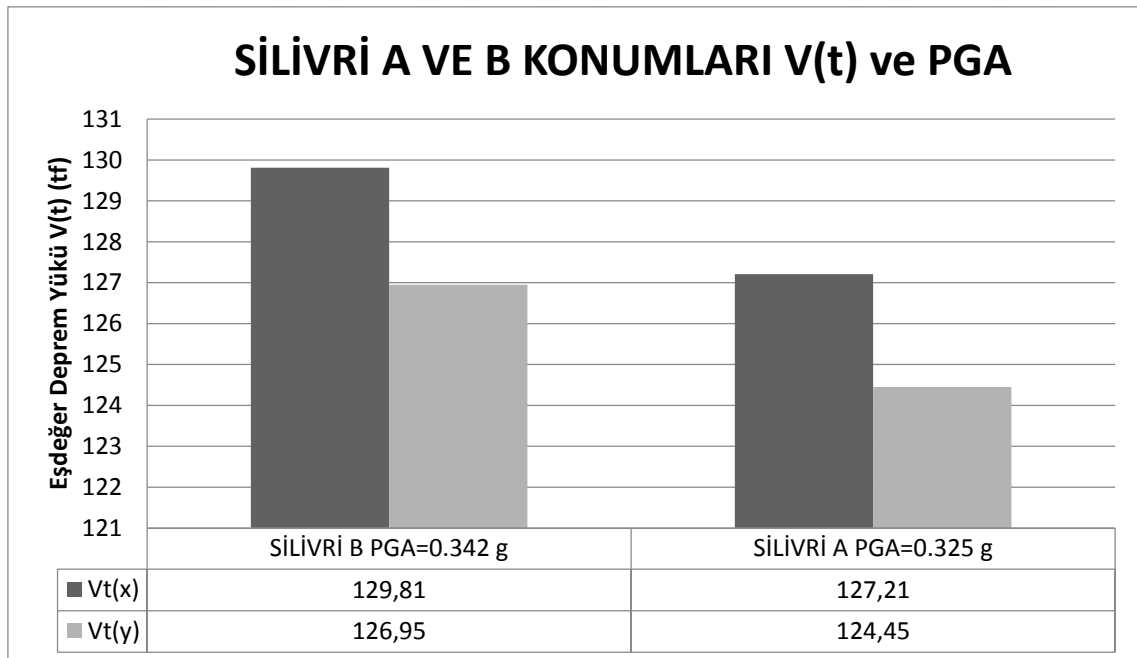
Şekil 8-23. Mamak ve Gölbaşı 2018 yönetmeliğine göre Deprem kuvveti değişimi grafiği.



Şekil 8-24. Silivri A ve B konumlarının 2018 yönetmeliğine göre Deprem kuvveti değişimi grafiği.



Şekil 8-25. Mamak ve Gölbaşı 2018 yönetmeliğine göre Deprem kuvveti  $V(t)$  ve En büyük Yer İvmesi PGA ilişki grafiği.



Şekil 8-26. Silivri A ve B konumlarının 2018 yönetmeliğine göre Deprem kuvveti  $V(t)$  ve En büyük Yer İvmesi PGA ilişki grafiği.

## 9. SONUÇ

Türkiye, Alp-Himalaya aktif deprem kuşağında bulunduğundan ötürü çok sık şekilde farklı büyüklüklerde depremlere maruz kalmaktadır. Meydana gelen depremlerin genelini incelediğimizde, yer kabuğunda çeşitli etkilerden dolayı ortaya çıkan şekil değiştirme enerjisinin, ani olarak ortaya çıkmasından dolayı oluşmaktadır. Depremın yıkıcılık etkisi, fayın özelliklerine, zemin yapısına ve deprem odak derinliği gibi parametrelere bağlı olduğu konuları tezde işlenmiştir.

Meydana gelen büyük ölçekli depremler çok ciddi can ve mal kayıplarıyla Türkiye'nin içinde bulunduğu deprem riskini bir çok kez hatırlatmıştır. Bu sebeple ülkemizde doğal afet olarak aklımıza öncelikle deprem gelmektedir. Bunun doğal bir sonucu olarak, yapıların tasarımında deprem etkilerinin dikkate alınması kaçınılmazdır. Yapıların belirli seviyelerde depreme dayanıklı tasarlanıp inşa edilmesi süreçlerinin sağlıklı işlemesi için, uyulması gereken kurallar, standartlar ve deprem yönetmeliklerine ihtiyaç duyulmuştur. Geçmişten günümüze kadar Türkiye'de 10 ayrı deprem yönetmeliği yürürlüğe girerek kullanılmıştır. Teknolojik gelişmeler ve deprem alanında kazanılan deneyimlerden dolayı, var olan deprem yönetmeliklerinin zamanla güncellenme ihtiyacı hissedilmiştir. Konuyu tezin ilgili bölümlerinde incelediğimizde 1940 yılında İtalya'dan örnek olarak alınan talimatnameler temel alınarak zaman zaman yönetmelikler hazırlanmış olup, son olarak Türkiye'de yeni yönetmelik yürürlüğe girmeden önce 12 yıl kullanımda olan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007) yerini 18 Mart 2018 tarihinde yürürlüğe giren 01.01.2019 tarihinden itibaren kullanılması zorunlu olan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne (TBDY-2018) bırakmıştır. Meydana gelen gelişmeleri, 12 yıl boyunca ortaya çıkan ihtiyaçları karşılama doğrultusunda yapıların daha sağlıklı tasarlanması ve uygulanması için hazırlanmıştır.

Bu tez çalışmasında, DBYBHY-2007 ile TBDY-2018 karşılaştırılıp yapı tasarım analiz programı olan İde CAD kullanılarak yapı ve zemin özellikleri aynı olarak tasarlanan yapılarımız için 4 farklı adreste analiz yapıp meydana gelen değişimler karşılaştırılmıştır. DBYBHY-2007 ile TBDY-2018 yapı tasarımı analizinde oluşan farklılıklar bir çizelge ile gösterilip gerekli tespitler yapılmıştır.

- ✓ DBYBHY-2007 yönetmeliğinde kullanılan deprem haritasında bölge bazlı bir seçim yapılarak etkin yer ivme katsayısı belirlenmektedir. TBDY-2018 ile deprem haritası da değişmiştir. Kullanılacak yeni harita olan Türkiye Deprem Tehlike Haritasında her koordinat için spektral ivme değeri tanımlanmıştır. Bu yüzden yeni yönetmelikte (TBDY) daha hassas bir çalışma yapılmaktadır. Bu çıkarımı analizlerden göreceğimiz üzere Mamak ve Gölbaşı ilçesi 1996 deprem haritasına göre 4. Deprem bölgesinde yer almalarından ötürü 2007 deprem yönetmeliği kullanılarak analiz yapıldığında iki yer için analiz sonuçlarının aynı olduğu ortaya çıkmıştır. Konumun ve yapının fay hattına olan yakınlığı ve yer ivme hareketlerinin farklı olmasının bir öneminin olmadığı, yalnız 2018 yönetmeliğinde koordinatları girilen Mamak ve Gölbaşı'nda tasarlanan yapıların farklı tasarım spektral ivme katsayıları, yer ivmesi ve yer hareketi hızı değerleri kavramları ve değerleri ortaya çıkmıştır.
- ✓ 1. Deprem bölgesinde yer alan Silivri ilçesinde 2 farklı koordinat içinde benzer çıkarım elde edilmiştir.
- ✓ DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 yönetmelikleri 4 farklı adres için karşılaştırıldığında, Deprem anında meydana gelen toplam eşdeğer deprem yükü ve Moment değerlerinde TBDY-2018 kullanıldığında bu değerlerde azalma meydana gelmiştir.
- ✓ TBDY-2018 yönetmeliği ile Mamak, Gölbaşı, Silivri A ve B konumlarında tasarlanan binanın bulunduğu konumun fay hattına olan yakınlık-uzaklığından ötürü harita ve tasarım spektral ivme katsayı değerleri iki adres için farklı olduğundan, deprem anında meydana gelen toplam eşdeğer deprem yükü ve Moment değerlerinde farklar meydana gelmiştir.
- ✓ Mamak'ta tasarlanan yapının kısa periyot için harita spektral ivme katsayı değeri,  $SS=0.361$  g bulunurken, Gölbaşı ilçesinde bu değer azalarak  $SS=0.34$  g olduğunu görmekteyiz. Bu değere bağlı olarak devam eden analizler sonucu Mamak'ta bulunan yapı için X doğrultusunda  $V_t = 78.76$  (tf), Y doğrultusunda  $V_t = 75.42$  (tf), Gölbaşı'nda bulunan yapıyı incelediğimizde eşdeğer deprem kuvvetleri değerlerinde düşme olduğu görülmüştür. X doğrultusunda  $V_t = 74.29$ (tf), Y doğrultusunda  $V_t = 71.11$ (tf) .
- ✓ Silivri bölgesinde tasarlanan yapı bulunduğu konum gereği Deprem diri fay hattına olan yakınlığı Ankara'ya göre farklı olduğu için, deprem anında meydana gelen toplam eşdeğer deprem yükü ve Moment değerlerinin arttığını ve Silivri bölgesinin Ankara'ya göre deprem tehlike haritalarından da görüleceği üzere daha tehlikeli bölge olduğu analizle ispatlanmıştır.

- ✓ Analizler sonucu Silivri’de B konumunda tasarlanan yapının  $SS=0.833$  g bulunurken, A konumunda bu değerin azalarak  $SS=0.791$  g olarak analiz etmekteyiz. Ve bu değere bağlı olarak devam eden analizler sonucu 2018 yönetmeliğinde  $V_t$ , Silivri B nolu adreste bulunan yapı için X doğrultusunda  $V_t = 129.81$  (tf) ,Y doğrultusunda  $V_t = 127.21$  (tf), Silivri A nolu adreste bulunan yapıyı incelediğimizde eşdeğer deprem kuvvetleri değerlerinde düşme olduğu görülmüştür. X doğrultusunda  $V_t = 126.95$  (tf), Y doğrultusunda  $V_t = 124.45$  (tf) olarak hesaplanmıştır.
- ✓ Aynı yapı ve zemin özelliklerine sahip olarak tasarlanan yapıların koordinat bilgilerinin DBYBHY-2007 deprem yönetmeliği için dikkate alınan bir unsur olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Tasarlanan yapıların, Silivri’de, aynı bölgede ve birbirlerine yakın konumda, Ankara’da DBYBHY-2007 deprem bölgesi olarak aynı bölgede yer almasına rağmen, fay hattına olan mesafesinden ötürü harita ve tasarım spektral ivme katsayıları analiz değerlerinin aynı olmadığı ortaya çıkmıştır, tasarlanan yapı koordinatlarının TBDY-2018 ile dikkate alınması gereken unsur olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

## KAYNAKLAR

- 1- Depremler, <https://depremlermuhos.weebly.com/deprem-ccedile351itleri.html> (Erişim Tarihi: 17.02.2020).
- 2- Deprem Nedir, <https://parlakayse.wordpress.com/deprem-nedir-nasil-olusur-deprem-cesitleri-nelerdir/> (Erişim Tarihi: 20.02.2020).
- 3- İmo, <http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/11187.pdf> (Erişim Tarihi: 01.03.2020).
- 4- Eşref ATABEY, (2000), Ankara, Eğitim Serisi No:34. Deprem. MADEN TETKİK VE ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ YAYINLARINDAN.
- 5- Çağlayan Ayşe, Veysel Işık ve Reza Saber “ İmar Planına Esas Çalışmalarda Fay Etütleri: Aktif Fay Zonu ve Paleosismoloji Çalışmaları” Prof.Dr. Ali KEÇELİ Jeofizik-Jeoteknik Çalıştayı.
- 6- Encyclopedia Britannica, (2019). Earthquake Geology. (Erişim Tarihi: 18.10.2019),  
<https://www.britannica.com/science/earthquake-geology/Earthquakemagnitude>.
- 7- United State Geological Survey (USGS), (2019). (Erişim Tarihi: 20.10.2019),  
<https://earthquake.usgs.gov/learn/glossary/?term=seismograph>
- 8- Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS), (2005). (Erişim Tarihi 15.10.2019),  
[https://www.iris.edu/hq/files/programs/education\\_and\\_outreach/aot/8/Seismograph\\_Background.pdf](https://www.iris.edu/hq/files/programs/education_and_outreach/aot/8/Seismograph_Background.pdf).
- 9- Spence, W., Sipkin, S.A., Choy, G.L., (1989.) Measuring the Size of an Earthquake, Earthquake and Volcanoes, 21(1).
- 10- Ellsworth, W.L., (1991), The Richter Scale ML. Wallace, R.E. (Ed.), The San Andreas Fault System (177), 1515 (8), 283, USGS, California.
- 11- Wikipedia-Mercalli Şiddet Ölçeği. (Erişim Tarihi 02.05.2020),  
[https://tr.wikipedia.org/wiki/Mercalli\\_%C5%9Fiddet\\_%C3%B6l%C3%A7e%C4%9Fi](https://tr.wikipedia.org/wiki/Mercalli_%C5%9Fiddet_%C3%B6l%C3%A7e%C4%9Fi)
- 12- Yeşilce, Y. ve Demirdağ O (2020), “Deprem Parametreleri. Deprem Sempozyumu
- 13- Düzceer İ. R., (2002), “Kazık yükleme deneyleri ile nihai kazık taşıma kapasitesinin belirlenmesi üzerine bir çalışma.” Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (Erişim Tarihi 04.05.2018), (371).
- 14- Koeri-Deprem Nedir,  
<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/personel/comoglu/depremnedir/index.htm> (Erişim Tarihi: 05.05.2020).

- 15- Abs Dökümanlar,  
[https://abs.cu.edu.tr/Dokumanlar/2015/BBP109/38901733\\_9\\_depremler.pdf](https://abs.cu.edu.tr/Dokumanlar/2015/BBP109/38901733_9_depremler.pdf), (Erişim Tarihi: 05.05.2020).
- 16- Pampal S, Özmen B, (2006), Türkiye Deprem Bölgeleri Haritaları, 17. Uluslararası Jeofizik Kongre ve Sergisi Konferansı, 14-17 Kasım, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, MTA Kültür Sitesi, Ankara-Türkiye.
- 17- Sayarı S, Pamir H.M, Erkmek K, Alpay F, ve Onursal F, (1945), Yurdumuzun tehlikeli yersarsıntısı bölgelerini tayin için Milli Eğitim ve Bayındırlık Bakanlığı mütehassıs üyelerinin hazırladığı rapor (yayımlanmamış).
- 18- Pampal S, Özmen B, (2007), Türkiye'nin Deprem Gerçeği Deprem Bölgeleri Haritaları ve Yönetmeliklerinin Tarihsel Gelişimi, 1028 s., Ankara (Baskıda).
- 19- Tabban A, (1970a), Türkiye'nin Sismisitesi ve Deprem Bölgeleri Haritasının Geliştirilmesi, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, Cilt XIII, Sayı 2.
- 20- Ergünay O, (1976), Earthquake Zoning Map of Turkey, Proc., Seminar on Seismic Zoning Map, Vol.1., p. 359-370, UNESCO.
- 21- Tabban A, (1970b). Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasının Geliştirilmesine Ait Rapor, İmar ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı, Ankara, Mart (yayımlanmamış).
- 22- Uluslararası Afet Zararlarının Azaltılması On Yılı Türkiye Milli Komitesi, (1989), Türkiye Milli Planı (1990 –2000), Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara
- 23- Gülkan P, Koçyiğit A, Yücemem M.S, Doyuran V, ve Başöz V, (1993), En Son Verilere göre Hazırlanan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası, Rapor no:METU/EERC 93-01, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi, 156 s.
- 24- Özmen B, Nurlu M, Güler H, (1997), Coğrafi Bilgi Sistemi ile Deprem Bölgelerinin İncelenmesi, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, 89s., Ankara.
- 25- Akkar, S., and J. J. Bommer (2006). Influence of long-period filter cut-off on elastic spectral displacements Earthq. Eng. Struct. Dynam. 35, no. 9, 1145–1165, doi: 10.1002/eqe.577.
- 26- Cauzzi, C, Clinton J, Becker J, Kästli P. (2013). Scwffparam: a tool for rapid parameterisation of ground motions and input to ShakeMap in SeisComP3. Seismol Res Lett 2013; 84(2): 356. doi:10.1785/0220130011.
- 27- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018), (2018), T.C. Resmi Gazete; 30364.
- 28- Afad, <http://www.afad.gov.tr>, (18.04.2018) / <https://www.haberler.com/yeni-deprem-haritasini-toplumun-bazi-kesimleri-10701254-haberi/> (Erişim Tarihi: 04.05.2020).

- 29- Sezen, H., Elwood, J. K., Whittaker, A. S., Mosalam, K. M., Wallace, J. W., Stanton, J. F., Structural Engineering Reconnaissance of the August 17, (1999), Kocaeli (Izmit), Turkey, Earthquake, Pacific Earthquake Engineering Research Center, California, (2000).
- 30- Alyamaç, K. E., Erdoğan, A. S., Geçmişten Günümüze Afet Yönetmelikleri ve Uygulamada Karşılaşılan Tasarım Hataları, Deprem Sempozyumu, Kocaeli, (2005).
- 31- İmar ve İskan Bakanlığı, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara, (1968).
- 32- İmar ve İskân Bakanlığı, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara, (1975).
- 33- Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara, (1998).
- 34- Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Ankara, (2007).
- 35- Afet ve Acil Durum Başkanlığı, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Ankara, (2018).
- 36- Pampal S, Özmen B, (2008), Ankara'nın Deprem Tehlikesi ve Risk Çalıştayı Bildiriler Kitabı, Gazi Üniversitesi Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi (DEPAR), Ankara-Türkiye.
- 37- Ergünay O, Erdik, M., (1984): Disaster Mitigation Program in Turkey, Proceeding of the International Conference on Disaster Mitigation Program Implementation, November, OchoRios, Jamaica.
- 38- Ambraseys, N. and Finkel, C., (1987), The Saros-Marmara earthquake of 9 August 1912, J. Earthq. Eng. Struct. Dyn. 15, 189-211.
- 39- Kasapoğlu, K.E., Ankara Kenti Zeminlerinin Jeoteknik Özellikleri ve Depremselliği, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, Yayın no 54, Ankara, (2000).
- 40- Ergünay, O., (2006). Deprem Tehlikesi ve Riski Açısından Ankara'ya Genel Bakış. TMMOB, Mimarlar Odası Ankara Şubesi Bülteni. 23-24.
- 41- Koçkar, M.K., (2006), Engineering geological and geotechnical site characterization and determination of the seismic hazards of Upper Pliocene and Quaternary deposits situated towards the west of Ankara. Ph.D. Dissertation, Middle East Technical University, Ankara, 401p.
- 42- Erdoğan, M. (1992). Silivri Şehri Coğrafyası. (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul).  
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.
- 43- KOLDEMİR, B., (2008), "Marmara Bölgesi Liman Yeri Seçiminde Bölge Ekonomisi, Kıyı Jeolojisi ve Jeomorfolojisinin önemi: Silivri Limanı", Uygulamalı Yer Bilimleri Dergisi, Sayı I .S.32-45, Kocaeli.



- 44- Ücos, Z., Silivri Şehri'nin Gelişimi: Sorunlar ve Çözümler , Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, (2016).
- 45- OZATA, S., LIMONCU, S., (2014), "16. ye 20. yy. Arası İstanbul ve Yakın çevresinde Meydana Gelen Deprem Sonrası Barınma Uygulamalarının İncelenmesi", Megoran Dergisi, Sayı.3, S.217-227, İstanbul.
- 46- KAYA, S., SARODLU, E., MUSAOGIU, N., (2005), "Deprem Neden Olduğu Ağır Hasarın Şehir Alanına Etkisinin Uzaktan Algılama Verileri İle Belirlenmesi "TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 28 Mart - 1 Nisan, Ankara.
- 47- Koeri, <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/map/marmara/tr/oneyear.html>\_ (Erişim Tarihi: 07.05.2020).
- 48- Afad, <https://deprem.afad.gov.tr/istasyonlar> (Erişim Tarihi: 20.04.2020).
- 49- Afad, <https://deprem.afad.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 08.05.2020).
- 50- Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması/  
<https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml> (Erişim Tarihi: 02.05.2020).
- 51- <https://www.nkfu.com/deprem-nedir-ve-depremlerden-korunma/> (Erişim Tarihi: 17.05.2020).
- 52- Richter ölçeği nedir, <https://www.tech-worm.com/richter-olcegi-nedir/> (Erişim Tarihi: 17.05.2020).
- 53- Eren K., Uzel T., Gulal E., Tiryakioglu İ., Dinar A. A., Yilmaz H. ;''Tectonic Studies in Turkey Using CORS-TR Observations'', EGU2011-5439, (2011), Vienna
- 54- Ürüsan, A.Y. (2015), Relations between the GNSS, InSAR, and the other techniques for prediction of earthquakes. Arab J Geosci 8, 7631–7642  
<https://doi.org/10.1007/s12517-014-1670-x>
- 55- ÜRÜŞAN A.Y., (2018), Earthquake Prediction, Ionospheric TEC And Three Earthquakes in California. Thermal Science, 2018 Online-First (00):340-340.  
<https://doi.org/10.2298/TSCI181106340U>
- 56- Ürüsan, A.Y. (2020). Üçgen Alan Değişimi Yönteminin Deprem Ön Kestiriminde Kullanılabilirliği: 23.10.2011-13:41 Mw=7.2 Van Depremi Örneği. Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi (Makale Basım için Kabul edildi).

**EKLER****EK-1 İDECAD ANALİZ HESAP RAPORLARI 1 ADET CD**

## ÖZGEÇMİŞ



### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : MUSAB AKDENİZ  
 Uyuğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 25.07.1991 /Bitlis  
 Medeni hali : Evli  
 Telefon : +90 555 759 51 33  
 Faks :  
 e-mail : musab-akdeniz@hotmail.com

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	İnşaat Mühendisliği/Gazi Üniversitesi	2014
Lise	Erkan Özcan Lisesi/İzmir	2009

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2014	IRAK-Kerbela	Şantiye Şefi
2016	İstanbul	Proje Müdürü
2018	IRAK-Kerbela-Basra	Genel Koordinatör

### Yabancı Dil

İngilizce/Arapça

### Yayımlar

-

### Hobiler

Kitap okumak, yüzmek.