



Türkiye Deprem Yönetmeliklerinin ve Deprem Haritalarının Tarihçesi

Aslı AKDEMİR

Graduate Student, Niğde Ömer Halisdemir University, Department of Architecture, Niğde/TURKEY
asliakdemir2754@gmail.com
ORCID: 0000-0002-8950-8745

Assoc.Prof.Dr. Tuğba İNAN GÜNAYDIN

Niğde Ömer Halisdemir University, Department of Architecture, Niğde/TURKEY
tinan@ohu.edu.tr
ORCID: 0000-0003-0861-4835

ÖZET

Deprem yıkıcı etkisi çok büyük olan ve önlenemez bir doğal afettir. Bu yıkıcı etkisinden daha az hasarla kurtulmak için zaman içerisinde yapı tasarımına çeşitli kurallar ve sınırlandırmalar getirilerek depreme dayanıklı yapı tasarımı kavramı ortaya çıkmıştır. Bu kurallar ve sınırlandırmaların bütünleştirilmesiyle deprem yönetmelikleri ortaya çıkmıştır. Türkiye'nin 1940 yılından günümüze kadar toplam on farklı deprem yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmeliklerin her biri yayınlandıkları dönemin koşullarına uygun olarak hazırlanmıştır. Zaman içerisinde gelişen teknoloji ve bilgi kaynakları sayesinde yönetmeliklerin içerikleri daha detaylı ve kapsamlı niteliktedir. Deprem yükünü hesaplama yöntemleri, hesaplamada kullanılan katsayıların değer aralıkları ve hesaplamayı etkileyen parametreler yönetmeliklerin çoğunda değiştirilmiştir. Mimarlar ve inşaat mühendislerinin yürürlükte olan yönetmeliğe hakim olmaları yapıları tasarlarken verilen kriterlere uygun tasarımlar yapmaları için oldukça önemlidir. Deprem haritaları da tıpkı deprem yönetmelikleri gibi zaman içerisinde gelişerek günümüzdeki son haline evrilmiştir. Bu çalışmada deprem haritalarının değişim ve gelişim süreçleri incelenmiştir. Türkiye Deprem Yönetmelikleri'nin depreme uygun yapı tasarımı için getirdikleri kurallar ve sınırlandırmalar incelenerek analiz edilmiştir. Yönetmeliklerin deprem hesaplama yöntemleri ve yapı tasarım esasları hakkında getirdikleri yenilikler açıklanmıştır. Yönetmeliklerdeki deprem yükü hesaplama yöntemleri ve formülleri karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deprem yönetmelikleri, Deprem haritası, Deprem hesabı, TBDY

History of Türkiye Earthquake Regulations and Earthquake Maps

ABSTRACT

Earthquakes are natural disasters that have a huge destructive effect and cannot be prevented. In order to survive this destructive effect with less damage, various rules and limitations have been introduced to the design of structures over time, and the concept of earthquake-resistant structure design has emerged. Earthquake regulations have emerged by integrating these rules and limitations. A total of ten different earthquake regulations have been enacted in Turkey since 1940. Each of these regulations has been prepared in accordance with the conditions of the period in which they were published. Over time, thanks to the developing technology and information sources, the contents of the regulations have become more detailed and comprehensive. The methods for calculating earthquake load, the value ranges of the coefficients used in the calculation, and the parameters affecting the calculation have been changed in most of the regulations. It is very important for architects and civil engineers to be familiar with the legal regulations so that they can design structures in accordance with the given parts. Earthquake maps, just like earthquake regulations, have developed over time and evolved into their current final form. In this study, the change and development processes of earthquake maps have been examined. The rules and limitations brought by the Turkish Earthquake Regulations for

earthquake-compatible structure design have been examined and analyzed. The innovations brought by the regulations regarding earthquake calculation methods and building design principles have been explained. Earthquake load calculation methods and formulas in the regulations were compared.

Keyword: Earthquake regulations, Earthquake map, Earthquake calculation, TBDY

1.GİRİŞ

Türkiye'nin tarihine baktığımız zaman çok fazla sayıda büyük depremlere şahit olduğu görülmektedir. Ülkemizin bir deprem ülkesi olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Deprem felaketlerinin sonrasında yaşanan can ve mal kayıplarının sonuçlarını azaltmak için, bir çok kez güncellenen ve yenilenen deprem yönetmelikleri bulunmaktadır. Bu deprem yönetmelikleri sayesinde, belirlenen kurallar dahilinde tasarlanan yapılar, deprem gibi doğal afetlere karşı daha dayanıklı ve güvenli mekanlar oluşturmaktadır. 1940 yılından 2018 yılına kadar toplam 10 kez yenilenen bu yönetmelikler Şekil 1'de kronolojik sırası ile yer almaktadır.



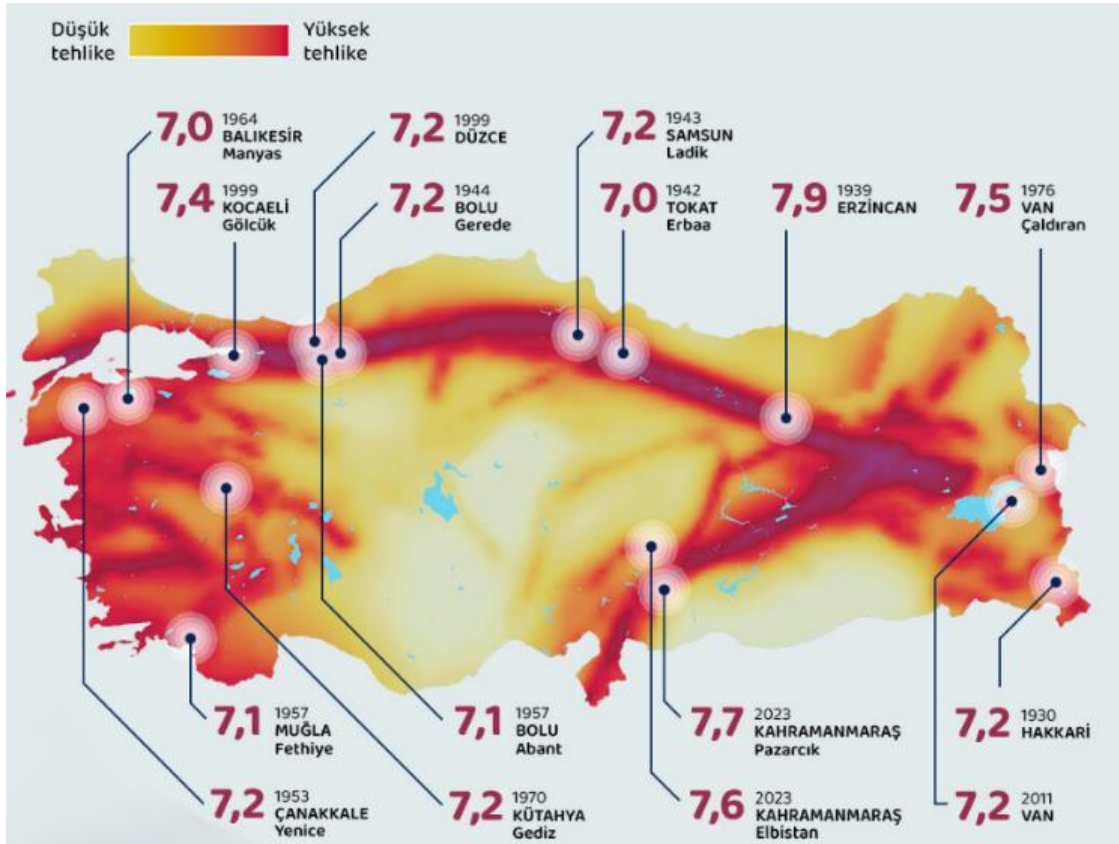
Şekil 1: Geçmişten günümüze Türkiye deprem yönetmelikleri

Bu yönetmeliklerin içerikleri ve yayınlandıkları dönemlere bakıldığı zaman, baştaki yönetmeliklerin daha basit ve sade şekilde deprem hesaplama yöntemleri bulunuyorken günümüzde kullanılan yönetmelikte deprem hesabı oldukça detaylı ve karmaşıktır. İlk yönetmeliklerde binanın ağırlığına göre yatay deprem yükü belirlenirken günümüzde deprem yükü hesabı için azaltılmış tasarım spektral ivmesi, yatay elastik tasarım ivme spektrumu, yerçekimi ivmesi gibi kavramlar yer almaktadır. Baştaki yönetmelikler daha yapı türü olarak ahşap yapılar ve yığma yapılar için gerekli önlemleri alırken, sonlarında daha çok yaygınlaşan betonarme ve çelik yapılarla yönetmeliklerin içerikleri de bu yapı türlerine göre revize edilmiştir (Cansız, 2022).

Ülkemizde son yüzyılda yaşanan büyük depremlerden sonra gündeme gelen başlıca konular bulunmaktadır. Bunlar yapı malzemelerinin kalitesiz olması, yapı tasarım ve uygulama hataları, yanlış zeminlere inşaat uygulamaları, denetleme eksiklikleri ve yönetmeliklerin yetersizliğidir. Yönetmeliklerin yapı tasarımında ve inşasında gerekli kapsamı karşılayamadığı fikri benimsenmesinin sonucu olarakta kısa sürelerde oldukça fazla deprem yönetmeliği değiştirilerek uygulamaya konulmuştur. Oysaki yapılar inşa edildiği dönemde var olan yönetmeliklere uygunluğu açısından incelendiği zaman bir çok tasarım ve uygulama eksiklikleri bulunduğu fark edilmiştir (Alyamaç ve Erdoğan, 2005). Bu da yönetmelikte var olan kurallar ve standartlara uyulmadığını ortaya koymaktadır. Deprem felaketi sonucunda oluşan yıkımları ve can kayıplarını en aza indirmek için oluşturulan yönetmeliklerle, sınırlandırmalar yapılırken yapıların bu kurallar ve standartlara uygunluğunun kontrol edilmeside oldukça önemli bir kavramdır. Depremde hasar gören yapılar incelenirken ve hasar tespiti yapılırken, yapının inşa edildiği tarihte yürürlükte olan yönetmeliğe göre değerlendirilmelidir. Dönemin inşaat teknikleri ve malzeme kullanımı dikkate alınmalıdır (Şenol, 2023).

Son yüzyılda Türkiye’de meydana gelen, 7 ve üstü büyüklüklere sahip olan, can ve mal kaybının yüksek olduğu, yönetmeliklerin yeniden hazırlanmasına sebep olan depremler Tablo 1’de bulunmaktadır. Tabloda depremlerin tarih, yer ve büyüklük özelliklerine ek olarak yaşanan felaketin sonucunda tahmini verilere göre yaşanan can kayıpları ve hasar gören bina sayılarına yer verilmiştir. Yaşanan deprem felaketinin Türkiye haritasındaki konumları ise Şekil 2’de gösterilmektedir.

Çalışmada Türkiye tarihinde yürürlüğe girmiş olan deprem yönetmelikleri deprem hesaplama yöntemleri, depreme dayanıklı yapı tasarım kavramına bakış açıları, yapıların depreme karşı dirençlerini arttırmak için belirlenen kriterler doğrultusunda incelenmiştir. Yönetmeliklerle birlikte deprem haritalarında da değişimler yapılarak güncellenmiştir. Bu değişimler ve haritaların gelişim süreçleri açıklanmıştır. Son olarak deprem yönetmeliklerinin deprem hesaplama yöntemleri karşılaştırılmıştır.



Şekil 2: Son yüzyılda 7 ve üstü meydana gelen depremler (AFAD, Kandilli Rasathanesi)

Tablo 1: Son yüzyılda 7 ve üstü meydana gelen depremler

TARİH	YER	BÜYÜKLÜK	CAN KAYBI SAYISI	HASARLI BİNA SAYISI
7 Mayıs 1930	Hakkari	7,2	2.514	3.000
27 Aralık 1939	Erzincan	7,9	32.968	116.720
20 Aralık 1942	Tokat/Erbaa	7,0	3.000	32.000
27 Kasım 1943	Samsun/Ladik	7,2	4.000	40.000
1 Şubat 1944	Bolu/ Gerede	7,2	3.959	20.865
18 Mart 1953	Çanakkale/ Yenice	7,2	265	6.750
25 Nisan 1957	Muğla/Fethiye	7,1	67	3.200
26 Mayıs 1957	Bolu/ Abant	7,1	52	5.200
6 Ekim 1964	Balıkesir/ Manya	7,0	23	5.398
28 Mart 1970	Kütahya/ Gediz	7,2	1.086	19.291
24 Kasım 1976	Van/ Çaldıran	7,5	3.840	9.232
17 Ağustos 1999	Kocaeli/ Gölcük	7,4	17.480	73.342

12 Kasım 1999	Düzce	7,2	763	35.519
23 Ekim 2011	Van	7,2	644	17.005
6 Şubat 2023	Kahramanmaraş/ Pazarcık	7,7	50.783	105.794
	Kahramanmaraş/ Elbistan	7,6		

2. TÜRKİYE DEPREM YÖNETMELİKLERİ

2.1. Zelzele Mintıklarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi (1940)

27 Aralık 1939 tarihinde meydana gelen 7,9 büyüklüğündeki Erzincan merkezli deprem sonucunda 32.968 can kaybı ve 116.720 hasarlı bina oluşması yönüyle ülkemizde ciddi yıkımlara sebep olmuştur. Çok sayıda can ve mal kaybına sebep olmasından dolayı meydana gelen bu depremden sonra, o dönemde Nafia Nezareti adı altında çalışmalar yapan Bayındırlık Bakanlığımız, İtalya Deprem Yönetmeliğini esas alarak ülkemizde Zelzele Mintıklarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi adıyla uygulamaya koymuştur.

Bu talimatnamede depremden sonra hasar görmüş binaların tamiri için uygulamalar yer almaktadır. Ayrıca yapının inşa edileceği zeminin sağlam olması ve dolgu uygulaması yapılan zeminlerde radye temel kullanımının gerekliliği de yer almaktadır. İtalya'nın deprem koşullarına yönelik hazırlanmış olan bu yönetmelikte, Türkiye için hiçbir değişiklik yapılmadan, sadece dili İtalyanca'dan Türkçe'ye çevrilerek uygulamaya başlanmıştır (Cansız, 2022). Türkiye'yi, 1. Dereceden Deprem Bölgesi ve 2. Dereceden Deprem Bölgesi olarak iki deprem bölgesine ayıran bu yönetmelikte, ahşap yapılar ve yığma yapılar için deprem hesabı da oldukça basit işlemlerle formül 1'de verilen yöntemle göre hesaplanmıştır.

$$T = C \cdot W \quad (1)$$

Formülde yer alan; T binayı etkileyen yatay yük, C deprem bölgesinin katsayı değeri, W ise binanın ağırlığını belirtmektedir. C iki farklı deprem bölgesi için iki farklı kat sayı değerini ifade etmektedir. 1. Dereceden deprem bölgesi için 0.1 değeri kabul edilirken 2. Dereceden deprem bölgeleri için 0.05 değeri kabul edilmiştir (ZMYİAİYT, 1940)

2.2. Zelzele Mintıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi (1944)

27 Kasım 1943 tarihinde Türkiye'nin Kuzey Anadolu fay hattının orta kuşağında yer alan Samsun'un Ladik ilçesi merkez üssü olmak üzere 7.2 büyüklüğünde yıkıcı bir deprem meydana gelmiştir. Yaşanılan deprem felaketi sonucunda 4.000'den fazla can kaybı ve 40.000 civarında hasarlı bina oluşmuştur. Bunun üzerine 1944 yılında Zelzele Mintıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi yayınlanarak gelecekte yaşanılabilir benzer felaketlerdeki can ve mal kayıplarını azaltmak hedeflenmiştir. Bu talimatname 9 bölüm ve 44 maddeden oluşmaktadır. Birinci bölüm cezai işlemler ve ruhsat alma işlemleri, ikinci bölüm inşaat yapılması yasak araziler, üçüncü bölüm projelerin hazırlanması, dördüncü bölüm genel prensipler ve hesaplamalar, beşinci bölüm binalar hakkında genel bilgiler, altıncı bölüm farklı yapı malzemelerinde inşaat, yedinci bölüm yasaklar ve istisnalar, sekizinci bölüm tamir, değiştirme ve ilaveler, dokuzuncu bölüm ise ayrılmış maddelerdir.

Zelzele Mintıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi'nde kendisinden önceki talimatnameden farklı olarak bazı yenilikler getirilmiştir. Bunlar; bataklık gibi yumuşak zemin, heyelana uğramış kayma ve çöküntü halindeki zeminler ve eğimi 1/3 oranından daha yüksek olan yamaç arazilere yapı inşa edilmemesi, inşa edilecek yapının yüksekliğinin ve kat sayısının taşıyıcı sisteme ve yapı malzemesine göre sınırlandırılması, inşa edilen yapıların yapı malzemelerine göre belirli uzunlukları aşmaları halinde zelzele derzleri kullanılması gerekmesi, yapıdaki taşıyıcı elemanların birbiri ile olan bağlantılarının deprem anında birlikte çalışacak prensipte olması, deprem hesabı yapılırken yatay yüklerin düşey yüklerden daha önemli olduğu tespit edildiği için yatay yüklerin hesabına daha dikkat edilmesi gerektiğine ve ölü yükler için 1.4 katsayı değerinin kullanılması, bitişik nizam

şeklinde inşa edilecek olan yapıların taşıyıcı sistemlerinin birbirinden farklı olmaması gibi talimatlar getirilmiştir (ZMMYT, 1944).Yeni getirilen bu kurallar sayesinde, o dönem koşullarında inşa edilecek olan yeni binaların yapımında ve depremden zarar görmüş yapıların tamiratında gerekli önlemler alınmaya çalışılmıştır.

1945 yılında Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası ismiyle Türkiye'nin üç deprem bölgesine ayrıldığı 1/2.000.000 ölçekli ilk resmi harita, bakanlığın onayı ile yürürlüğe girmiştir. Haritada ayrılan üç bölge için üç farklı renk kullanılmıştır (Şekil 3). Bunlar; kahverengi bölgeler büyük hasara uğramış bölgeler, sarı bölgeler tehlikeli yersarsıntısı bölgeleri ve beyaz bölgeler ise tehlikesiz bölgelerdir.



Şekil 3: 1945 tarihli ilk resmi deprem bölgeleri haritası (T.C. Bayındırlık Bakanlığı)

2.3.Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği (1949)

1949 yılında Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği, Bayındırlık Bakanlığı tarafından hazırlanarak uygulamaya koyulmuştur. Yönetmelik 4 bölüm ve 38 maddeden oluşmaktadır. Birinci bölüm genel hükümler, ikinci bölüm birinci ve ikinci dereceden yersarsıntısı bölgelerinde yeniden yapılacak inşaata ait hükümler, üçüncü bölüm onarma, dördüncü bölüm ise yıkılan yapıların yeniden inşasıdır. Yönetmeliğin sonunda birinci ve ikinci dereceli yersarsıntısı bölgelerine dahil olan şehirler ve ilçelerin listesi yer almaktadır. Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği'nde kendinden önceki yönetmeliklerden farklı olarak bazı yenilikler eklenmiştir. Yönetmeliğin ilk maddesinde Bayındırlık Bakanlığı'nın ve Milli Eğitim Bakanlığı'nın hazırlamış olduğu deprem bölgeleri haritası ve listesi yönetmeliğe eklenmiştir. Yönetmeliğe eklenen haritanın, 1945 yılında hazırlanan deprem haritasından farkı ise birinci dereceden deprem bölgeleri kabul edilen sınırların daraltılarak daha küçük alanlarda gösterilmesidir (Şekil 4). Her iki deprem haritası da geçmişte yaşanan depremlerde hasar gören mekanların birinci dereceden deprem bölgesi, deprem felaketi yaşanmamış bölgelerin tehlikesiz bölge olarak kabul edilmesi üzerine hazırlanmıştır. Haritayı hazırlayan kişilerin imzaları harita üzerinde yer almaktadır. (Özmen, 2012).



Şekil 4: 1947 tarihli yersarsıntısı bölgeleri haritası (T.C. Bayındırlık Bakanlığı)

Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği'nde birinci dereceden ve ikinci dereceden deprem bölgelerindeki farklı yapı türlerine göre maksimum kat sayısı ve yapı yükseklikleri sınırlandırılmıştır. Kat yüksekliğinin yapı türü farketmeksizin 5 metreyi aşmaması gerektiği belirtilmiştir. Aynı anda inşa edilen, aynı yüksekliklere ve aynı taşıyıcı sisteme sahip olan bitişik nizamlı yapılar için dilatasyon derzine gerek görülmezken farklı zamanlarda yapılan ya da farklı taşıyıcı sisteme sahip olan bitişik nizamlı yapılar için 5 santimetre deprem derzi bırakılması şart koyulmuştur. Betonarme yapılarda önemli bir gerekçe olmadığı sürece kolon ve kirişlerin guse yapılarak birleştirilmemesi gerektiği belirtilmiştir (TYBY, 1949). Yönetmeliğin 32. Maddesinde yapının taşıyıcı sisteminin yapının eksenine simetrik olarak yerleştirilmesinin önemli olduğu hatta yapıların ağırlık merkezinin ve rijitlik merkezinin çakıştırılması ya da birbirine yakın konumlarda tasarımlar gerçekleştirilmesini aksi takdirde yapının burulmasının da hesaplanması gerektiği belirtilmiştir. Bu madde de aynı zamanda basit yapı formlarının tercih edilmesinin daha uygun olduğu, kompleks yapı formları olan L,T,H,U,E gibi formların tercih edilmesi durumunda yapı dilatasyon derzleri ile basit dikdörtgen parçalara ayrılarak inşa edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Yönetmelikte deprem hesap yöntemi önceki yönetmeliklerden daha farklı hesaplanmaktadır. Yapıya etki eden yatay deprem yükünün, yapının iki eksenine doğrultusunda etkisinin olduğu kabul edilmektedir. Ancak bu iki eksene etki eden kuvvetlerin aynı anda etki etmediği kabul edilmiştir. Ayrıca hareketli yükler ve hareketli yük katsayısı deprem hesaplama formülüne dahil edilerek formül 2'de verilen yöntemle göre detaylandırılmıştır.

$$H = C(G + nP) \quad (2)$$

Formülde yer alan; H yatay deprem kuvvetini, C yatay deprem katsayısı, G yapının ağırlığını, n hareketli yük kat sayısı, P ise yapıya etki eden hareketli yükleri belirtmektedir. C katsayısı yönetmelikte yer alan harita ve listeye göre değişkenlik göstermektedir. Birinci dereceden deprem bölgelerinde 0.04 ~ 0.02, ikinci dereceden deprem bölgelerinde ise 0.03 ~ 0.01 olarak kabul edilmektedir. Bu katsayıyı yapının zemin ve statik özelliklerine göre mühendis ya da denetleyici kurum tarafından belirlenmektedir. n katsayısı ise yapının kullanımına göre 1 ve 1/3 arasında değişiklik gösterebilir (TYBY, 1949).

2.4. Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1953)

Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, kendisinden önceki Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği'nde deprem hesabı formülünde yer alan katsayıların yeterince açıkça ifade edilmemesinden ve bazı eksikliklerinden dolayı 1953

yılında yayınlanarak uygulamaya koyulmuştur. Yönetmelik 6 bölüm ve 35 maddeden oluşmaktadır. Birinci bölüm yönetmeliğin dayandığı kanuni hükümler, ikinci bölüm üzerine yapı yapılacak veya yapılmayacak arazi ve yapılarda kullanılacak malzeme ve işçilik, üçüncü bölüm yapı ve yapı kısımları hakkında genel hükümler, dördüncü bölüm binalar hakkında özel hükümler, beşinci bölüm onarma, altıncı bölüm ise yıkılan yapıların yeniden inşasıdır. 1949 yılında yayınlanan yönetmelikte zemin emniyet gerilmesi kayalık ve küskülük olmayan zeminlerde 2 kg/cm^2 yi geçmeyecek ve arazinin cinsine göre belirlenecek ibaresi yer alırken 1953 yılında bu ifade detaylandırılarak zemin sınıflarına göre zemin emniyet gerilme değerleri belirtilmiştir. Deprem hesaplama formülü aynı kalırken C katsayısının ve n katsayısının yaklaşık değer olarak verilen ifadeleri yerine hangi koşullarda hangi değeri alacakları netleştirilmiştir (YBYHY, 1953).

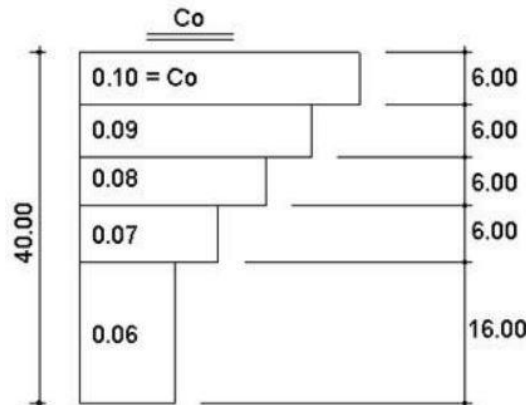
2.5. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1962)

1962 yılında Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, İmar ve İskan Bakanlığı tarafından uygulamaya konulmuştur. Bu yönetmelik 8 bölüm ve 31 maddeden oluşmaktadır. Birinci bölüm yönetmeliğin dayandığı kanuni hükümler, ikinci bölüm arazi yapıda kullanılacak malzeme ve işçilik detayları, üçüncü bölüm bütün binalarda yangına karşı alınacak tedbirler, dördüncü bölüm su baskınına maruz bölgelerde yapılacak yapılar, beşinci bölüm deprem bölgelerinde yapılacak yapılar, altıncı bölüm binalar hakkında özel hükümler, yedinci bölüm onarma, sekizinci bölüm ise proje ve hesap esaslarıdır.

Yönetmeliğin kendinden önceki diğer yönetmeliklerden en büyük farkı, depremden ziyade sel ve yangın gibi başka felaketlerden de bahsetmesidir. Yönetmeliğin üçüncü ve dördüncü bölümleri bu iki felaket için ayrılmıştır. Bu değişikliğin dışında önceki yönetmeliklerden çok büyük farkları bulunmamaktadır. Deprem hesaplama formülü olarak 1953 yılındaki yönetmelikte yer alan formül kullanılmaya devam edildi fakat formülde bulunan C katsayısı için formül 3'de yer alan yeni bir formül üretildi.

$$C = C_0 n_1 n_2 \quad (3)$$

Formülde yer alan; C_0 binanın yüksekliğine göre değişen katsayı, n_1 yapı türlerinin zemin türlerine göre aldıkları katsayı değeri, n_2 ise birinci dereceden (1.0) ve ikinci dereceden (0.6) deprem bölgelerine göre değişen katsayı değeridir. C_0 değeri, ilk 16 metre yüksekliğine kadar 0.6 değerinde sonrasında her 6 metre aralık için bu değer 0.1 olarak artmaktadır (Şekil 5). n_2 değeri; fabrika, sinema, işyeri, otel gibi yoğun nüfuslu mekanlar için 1.0 alınırken daha düşük nüfus yoğunluğuna sahip yapılar için bu değer 0.5 olarak kabul edilmektedir (ABYYHY, 1962).



Şekil 5: C_0 Katsayısının Değer Aralığı (ABYYHY, 1962)

Bu yönetmeliğin ardından 05.04.1963 tarihinde Bakanlar Kurulu'nun vermiş olduğu karar ile birlikte Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası yürürlüğe girmiştir (Şekil 6). 1947 yılında hazırlanmış olan Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası'nın yabancı kaynaklar kullanılarak

hazırlanması ve deprem bölgeleri hakkındaki pek çok bilginin eksik olmasından dolayı yenilenmesi gerektiğine karar verilmiştir. Yeni hazırlanan haritada; önceki haritada deprem bölgelerinde olmayan Çan ve Yenice kasabaları gibi bölgeler birinci deprem bölgeleri olarak, ikinci dereceden deprem bölgesi olarak kabul edilen Trabzon ise deprem bölgelerine alınmayarak tehlikesiz bölge olarak belirtilmiştir (Pampal ve Özmen, 2017). Yeni hazırlanan haritada Türkiye birinci dereceden deprem bölgeleri, ikinci dereceden deprem bölgeleri, üçüncü dereceden deprem bölgeleri ve tehlikesiz bölgeler olmak üzere dört farklı deprem bölgesine ayrılmıştır.



Şekil 6: 1963 tarihli deprem bölgeleri haritası (T.C. İmar İskan Bakanlığı)

Avrupa Sismoloji Komisyonu, deprem bölgeleri haritaları hazırlanırken belli başlı bazı kaynakların kullanılması gerektiğini kararlaştırmıştır. 1968 yılında hazırlanmış olan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası bu kurala uyarak deprem katalogları, deprem dağılım haritaları, hissedilen maksimum şiddet haritaları ve sismotektonik haritaların kaynaklığında deterministik yöntemle hazırlanmıştır. Haritada belirtilen deprem bölgeleri hissedilen maksimum şiddet değeri esas alınarak hazırlanmıştır. MSK olarak bilinen Medvedev-Sponeuer-Karnik ölçeği, depremin olduğu alanlarda gözlemlenen etkilere göre depremin şiddetini değerlendirmek için kullanılan makrosismik yoğunluk ölçeği, esas alınarak hazırlanmıştır (Özmen, 2012)(Tablo 2).

Tablo 2: Deprem Bölgelerine Karşılık Gelen MSK Şiddet Değeri

Deprem Bölgesi	Şiddet değeri
1.Derece Deprem Bölgesi	8 ve üstü
2.Derece Deprem Bölgesi	7-8
3.Derece Deprem Bölgesi	5-7
Tehlikesiz Bölge	5 ve altı

2.6.Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1968)

1968 yılında Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, İmar ve İskan Bakanlığı tarafından uygulamaya konulmuştur. Bu yönetmelik 9 bölüm ve 18 maddeden oluşmaktadır. Birinci bölüm yönetmeliğin kapsamı, ikinci bölüm üzerine bina yapılmayacak araziler, üçüncü bölüm su baskını afetinden korunma, dördüncü bölüm yangın afetinden korunma, beşinci bölüm malzeme ve işçilik genel hükümleri, altıncı bölüm deprem afetinden korunma, yedinci bölüm onarma, sekizinci bölüm depreme dayanıklı binalar için hesap esasları, dokuzuncu bölüm ise çeşitli hükümlerdir.

Yönetmelikte kendinden bir önceki yönetmelikte olduğu gibi deprem haricinde sel ve yangın afetlerinden de bahsedilmiştir. Bu yönetmeliği, kendinden önce yayınlanan

yönetmeliklerden ayıran en önemli özelliği betonarme yapı sisteminin kullanımının daha çok yaygınlaşması ile birlikte yapı elemanları olan döşeme, kolon, kiriş ve perde elemanlarının boyutları, birbirleri ile bağlantı noktalarının özellikleri ve donatı yerleşimi hakkında bazı kurallar ve sınırlandırmalar getirilmiştir (ABYYHY, 1968). Bu kurallardan bazılarını şu şekilde sıralayabiliriz:

*Yapılarda uygulanan dilatasyon derzlerinin 6 metre yüksekliğe kadar en az 3 cm 6 metre yükseklikten sonra her 3 metre yükseklik için 1cm derz kalınlığı arttırılacaktır.

*Temelin altına en az 10 cm tesviye betonu yapılacaktır.

*Kolonlar temelden en üst kata kadar kesintisiz çıkartılmalı ve plan düzleminde her iki doğrultuda bir aks üzerine getirilecektir. Kolonların genişliği 24 cm den küçük ve kat yüksekliğinin 1/20 sinden daha küçük yapılamaz. Kolon ve kirişlerin bağlantı noktalarında etriye aralığı, bu iki yapı elemanının ortasında bulunan etriye sayısının yarısı kadar olup kolonlarda yer alan etriyeler, kirişlerde kesintisiz devam edecektir. Kolonlarda, bağlantı kirişleri ve hatıllar için gerekli olan aderans filizleri bırakılacaktır.

*Perde elemanının genişliği 20 cm den küçük ve kat yüksekliğinin 1/25 inden daha küçük yapılamaz. Bodrum kattan en üst kat seviyesine kadar kesintisiz çıkartılacaktır.

*Betonarme döşemeler, çatı döşemesi haricinde ara katlarda 10 cm den daha az yapılamaz. Çatı döşemesinde ise 8 cm den daha az yapılamaz. Konsol plakların kalınlığı ise, serbest açığın 1/12 sinden daha az yapılamaz. Birinci derece deprem bölgeleri ve ikinci derece deprem bölgelerinde asmolen döşeme yapılamaz.

*Kiriş boyutları minimum 15x30 cm kesitlerinde yapılacak ve yükseklikleri ise bağlantılı oldukları plak döşemenin kalınlığının 3 katını aşmayacaktır. Kolon birleşimlerinde guse yapılması faydalı olacaktır.

*Dolgu duvarlarının yükseklikleri 3 metreyi aşması halinde ara hatıllar yapılacaktır. Dolgu duvarlar olabildiğince ince ve hafif olmalıdır.

Yönetmelikte burulma düzensizliğinin statik olarak hesaplanması, yapının herhangi bir katında kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasındaki eksantirikliği o kattaki en büyük bina boyutunun % 5'inden büyük olması durumu olarak tanımlanmıştır. Burulma düzensizliği bulunan yapılar, deprem felaketiyle karşı karşıya geldiğinde dayanımı daha düşük olduğu için daha büyük yıkımların ve can kayıpların gerçekleşmesine sebep olmaktadır. Bu nedenle düzenli bina tasarımı yapıların deprem sırasında gösterdiği davranışları tahmin edebilmek için için oldukça önemli bir konudur.

1968 yılında uygulamaya konulan bu yönetmelik, deprem hesaplama yöntemiyle de önceki yönetmeliklerden ayrılmaktadır. Zemin cinslerine ve yapı tiplerine göre temel derinliği ve zemin etütlerine dikkat edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Zemin sınıfının etkileri yenilene bu hesap formülü sayesinde detaylandırılarak daha doğru hesaplamaların ortaya çıkması sağlanmıştır. Formül 4'de deprem yükünün genel hesaplaması yer almaktadır.

$$F = C.W \quad (4)$$

Formülde yer alan; F yapının tabanında meydana gelen kesme kuvveti, C deprem katsayısı, W ise binanın toplam ağırlığıdır. C katsayısı her yapı için sabit bir katsayı değildir. Yapının bulunduğu deprem bölgesi, zemin türü ve yapı fonksiyonu gibi parametreler ile belirlenerek ortaya çıkmaktadır. Formül 5'e göre hesaplamalar yapılmaktadır.

$$C = C_0. \alpha. \beta. \gamma \quad (5)$$

Formülde yer alan katsayıların değer aralıkları tablolar ile detaylı olarak aktarılmıştır. C₀, deprem bölge katsayısını ifade etmektedir. C₀ katsayısı, deprem bölgeleri için hesaplamada kullanılacak en küçük değeri göstermektedir (Tablo 3). α, deprem zemin katsayısını ifade etmektedir (Tablo 4). β, bina önem katsayısını ifade etmektedir (Tablo 5). γ ise dinamik katsayısını ifade etmektedir (Tablo 6). Dinamik katsayısı, binanın temel periyodunun değer aralığına bağlı olarak formülde değişkenlik göstermektedir. Binanın temel periyodunun hesaplanma formülü yönetmelikte açıklanmıştır (ABYYHY, 1968).

Tablo 3: Deprem bölge katsayısı (C_0)

Deprem Bölgesi	Deprem Bölge Katsayısı (C_0)
1.Derece Deprem Bölgesi	0.06
2.Derece Deprem Bölgesi	0.04
3.Derece Deprem Bölgesi	0.02

Tablo 4: Deprem zemin katsayısı (α)

Zemin Türleri	Deprem Zemin Katsayısı (α)
Sert ve kayalık zeminler	0.80
Kum,çakıl,sert kumlu kil gibi sıkışık zeminler	1.00
Sulu ve sağlam olmayan zeminler	1.20

Tablo 5: Bina önem katsayısı (β)

Yapı Fonksiyonu	Bina Önem Katsayısı (β)
Deprem sonrası hemen kullanılması gereken yapılar (hastane, kuvvet santralleri,itfaiye ve PTT binaları vb.)	1.50
Önemli ve değerli eşyaları barındıran yapılar (müze vb.)	1.50
Nüfus yoğunluğu fazla yapılar (stadyum, sinema, tiyatro vb.)	1.50
Nüfus yoğunluğu az yapılar (konut vb.)	1.00

Tablo 6: Dinamik katsayısı (γ)

Bina Temel Periyodu Değer Aralığı T	Dinamik Katsayısı (γ)
$T \leq 0.5$	1.0
$T > 0.5$	0.5

Formül 6'daki deprem hesaplamasında yer alan W ile ifade edilen binanın toplam ağırlığı; ölü yükler, hareketli yükler ve hareketli yük katsayı değerleri ile ilişkilendirilmiştir. Formül 7'de bu katsayı değerlerinin hesaplama yöntemine nasıl dahil edildikleri belirtilmektedir. Formülde yer alan; W_i i. Katın ağırlığını, G_i i. Kattaki ölü yüklerin toplamı, n_i i. kattaki hareketli yük katsayısı, P_i ise i. kattaki hareketli yükler toplamını ifade etmektedir. n_i hareketli yük katsayısı yapıların fonksiyonuna göre değer almaktadır.

$$W = \sum W_i \quad (6)$$

$$W_i = G_i + n_i \cdot P_i \quad (7)$$

Tablo 7: Hareketli yük katsayısı (n)

Yapı Fonksiyonu	Hareketli Yük Katsayısı (n)
Sinema, Tiyatro, Okul, Stadyum, Depo	1.00
Sağlık Yapıları, İdari Yapılar, Otel, Apartman	0.50

1963 yılında yürürlüğe giren deprem haritasından sonra birçok deprem çalışmaları gerçekleştirilerek yeni bilgiler elde edilmiştir. Haritada tehlikesiz bölge olarak gösterilen alanlarda yıkıcı depremlerin gerçekleşmesi ve can kayıplarının yaşanması ile haritanın yetersiz olduğu belirlenmiştir. Bu sebeplerle Bakanlar Kurulu kararı ile yeni bilgiler ışığında güncel deprem haritası hazırlanmıştır. 1972 yılında yürürlüğe giren deprem bölgeleri

haritaları 1/1.850.000 ölçeği ile hazırlanmıştır. Bu deprem haritasına göre Türkiye, beş farklı deprem bölgesine ayrılmıştır. Deprem bölgeleri MSK ölçeğine göre şiddet değerlerine ayrılmıştır.

Tablo 8: Deprem bölgelerine karşılık gelen msk şiddet değeri

Deprem Bölgesi	Şiddet değeri
1.Derece Deprem Bölgesi	9 ve üstü
2.Derece Deprem Bölgesi	8
3.Derece Deprem Bölgesi	7
4.Derece Deprem Bölgesi	6
Tehlikesiz Bölge	5 ve altı

1972 tarihli Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası hazırlanırken; deprem katalogları, sismo-tektonik haritalar, episantr haritalar ve hissedilen maksimum şiddet haritaları kaynak olarak kullanılarak deterministik yöntemle hazırlanmıştır. Ayrıca bölgelerin tektonik ve jeolojik özellikleri, deprem riskleri ve yapıların kullanım ömürleri incelenerek şiddet artırıcı ya da azaltıcı faktörler olarak haritaya etki etmiştir. Avrupa Sismoloji Komisyonu'nun belirlemiş olduğu yöntem ve standartlara uygun çalışmalar sayesinde 1972 tarihli Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası ortaya çıkmıştır (Şekil 7).



Şekil 7: 1972 tarihli deprem bölgeleri haritası (T.C. İmar ve İskan Bakanlığı)

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

1975 yılının Temmuz ayında yayınlanan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, İmar ve İskan Bakanlığı tarafından yayınlandığı tarihten 2 ay sonra uygulamaya konmuştur. Yönetmelik 3 ana kısımdan ve 14 alt bölümden oluşmaktadır. Birinci kısım genel kurallar, ikinci kısım su baskını ve yangın afetinden korunma, üçüncü kısım ise deprem afetinden korunmadır.

Yönetmelik, hazırlandığı dönem ele alınarak incelendiğinde, o dönem yapılan deprem çalışmalar sonucu elde edilen verilere göre başarılı sonuç göstermiştir. İçeriğinde yoğun olarak betonarme yapıların tasarımı ve yapı elemanlarının bağlantı bilgilerinden bahsedilmektedir. Deprem hesaplama yöntemi önceki yıllarda hesaplanan yöntemlere göre gelişmiştir. Zemine bağlı ivme spektrum katsayısı belirlenerek hesaplamalara dahil edilmiştir. Türkiye dört deprem bölgesine ayrılarak bu bölgelere göre hesaplamalar oluşturulmuştur. Yapı tasarımlarında bazı yeni sınırlandırmalar getirilmiştir. Bu sınırlandırmalardan bazıları şunlardır:

*Birinci ve ikinci deprem bölgelerinde yer alan, bina önem katsayısı 1 den büyük olan yapıların inşasında B 225'den daha düşük özellikli beton kullanılamaz.

*Kolonlarda uzun kenar kısa kenarın 3 katından daha büyük tasarlanamaz. Tasarımda yuvarlak kolon var ise bu kolonların çapı en az 30 cm olacaktır.

*Kolon sarılma bölgeleri ve kolon giriş birleşim bölgelerinde donatı kullanımını hesaplamaları formüllerle belirlenerek maksimum ve minimum değerlerde sınırlandırmalar getirilmiştir.

*Perde elemanlarının uzun kenarı kısa kenarının en az 5 katı olacaktır.

*Asmolen, dolgulu ya da dolgusuz dişli döşemeler eğer deprem bölgelerinde uygulanacaksa plak kalınlığı en az 7 cm olacak. Temel üstü tükseklığı ise her deprem bölgesi için ayrı olarak belirtilmiştir.

*Çerçeve giriş boyutları minimum 20x30 kesitlerinde yapılacak ve gövde genişliğine girişin yüksekliğinin 1.5 katının eklenmesi ile elde edilen değeri aşmayacaktır.

Deprem hesaplama formülü önceki yönetmelikteki genel formülle aynıdır fakat katsayıların hesaplanma yöntemi değişmiştir. Yönetmeliğe göre deprem kuvvetini hesaplama yöntemi 8, 9, 10 ve 11 numaralı formüller arasında belirtilmektedir. Ayrıca katsayıların değerleri Tablo 9, 10 ve 11'de belirtildiği şekildedir.

$$F = C.W \quad (8)$$

$$C = C_0.K.S.I \quad (9)$$

$$S = \frac{1}{|0.8+T-T_0|} \quad (10)$$

$$W_i = G_i + n_i.P_i \quad (11)$$

Fomüllerde yer alan; F yapının tabanında meydana gelen kesme kuvveti, C deprem katsayısı, W binanın toplam ağırlığı, C₀, deprem bölge katsayısını, K yapı tipi katsayısını (yönetmelikte tablo 13.3'te katsayı değeri tüm yapılar için belirtilmiştir), S yapı dinamik katsayısını, I yapı önem katsayısını, ; W_i i. Katın ağırlığını, G_i i. Kattaki ölü yüklerin toplamı, n_i i. kattaki hareketli yük katsayısı, P_i ise i. kattaki hareketli yükler toplamını, T binanın doğal periyodunu ifade etmektedir. Yönetmelikte binanın doğal periyodunun hesaplama yöntemleri ve yatay yükün yükseklik boyunca dağıtılması detaylı olarak aktarılmıştır.

Tablo 9: Deprem bölge katsayısı (C₀)

Deprem Bölgesi	Deprem Bölge Katsayısı (C ₀)
1.Derece Deprem Bölgesi	0.10
2.Derece Deprem Bölgesi	0.08
3.Derece Deprem Bölgesi	0.06
4. Derece Deprem Bölgesi	0.03

Tablo 10: Bina önem katsayısı (I)

Yapı Fonksiyonu	Bina Önem Katsayısı (I)
Deprem sonrası hemen kullanılması gereken yapılar (hastane, kuvvet santralleri, itfaiye ve PTT binaları vb.)	1.50
Önemli ve değerli eşyaları barındıran yapılar (müze vb.)	1.50
Nüfus yoğunluğu fazla yapılar (stadyum, sinema, tiyatro vb.)	1.50
Nüfus yoğunluğu az yapılar (konut vb.)	1.00

Tablo 11: Hareketli yük katsayısı (n)

Yapı Fonksiyonu	Hareketli Yük Katsayısı (n)
Depo, Antredepolar vb.	0.80
Sinema, Tiyatro, Okul, Spor Tesisi, Öğrenci Yurdu	0.60
Sağlık Yapıları, Otel, Apartman, İş Yeri	0.30

Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası, Bakanlar Kurulu'nun kararı ile 18 Nisan 1996 tarihinde 1/1.800.000 ölçeğinde hazırlanarak yürürlüğe girmiştir (Şekil 7). Bu deprem haritası kendinden önceki haritalardan farklı olarak olasılık yöntemi kullanılarak ve ayrıca yer ivmeleri verilerine göre hazırlanmıştır. Tablo 12'de deprem bölgelerinin yer ivmesi değer aralıkları belirtilmiştir.

Tablo 12: Deprem bölgeleri ve yer ivmeleri

Deprem Bölgesi	Yer İvmesi
1.Derece Deprem Bölgesi	0.40 g ve üstü
2.Derece Deprem Bölgesi	0.30-0.40 g
3.Derece Deprem Bölgesi	0.20-0.30 g
4.Derece Deprem Bölgesi	0.10-0.20 g
5.Derece Deprem Bölgesi	0.10 g ve altı

1996 yılında yürürlüğe giren harita tasarlanırken, geçmişte yaşanan depremler istatistiksel olarak değerlendirilerek depremin kaynaklandığı bölgelere ait yer ivmeleri ve yer hareket parametreleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucu ortaya çıkan deprem listesi 1881 yılından 1980 yılına kadar yer alan depremleri kapsamaktadır. Yerleşim alanlarının hangi deprem bölgesinde yer aldıkları daha kolay anlaşılması için alfabetik sıraya uygun olarak bir indeks hazırlanmıştır. Harita da veya indekste yer almayan yerleşim alanlarının ise bağlı oldukları merkeze göre deprem bölgeleri belirleneceği açıklanmıştır. Hazırlanan deprem haritasında Türkiye'nin %42'si 1. derece deprem bölgesinde yer almaktadır.



Şekil 7: 1996 tarihli deprem bölgeleri haritası (T.C. Bayındırlık Bakanlığı)

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

1998 yılında Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, İmar ve İskan Bakanlığı tarafından uygulamaya konulmuştur. Bu yönetmelik 3 ana kısımdan ve 13 alt bölümden oluşmaktadır. Birinci kısım genel kurallar, ikinci kısım su baskını ve yangın afetinden korunma, üçüncü kısım ise deprem afetinden korunmadır. Yönetmelik o dönemin koşulları incelendiğinde gayet başarılı olarak hazırlanmıştır. Gelişen teknoloji ve bilgi kaynakları sonucunda yönetmelikteki hesaplama formülleri oldukça detaylandırılmıştır. Deprem yükü hesaplama formülüne yeni parametreler eklenerek daha gerçeğe yakın sonuçlar elde edilmiştir.

Yapı düzensizliklerinden bahseden ilk yönetmelik 1998 yılında yayınlanan bu yönetmeliktir. Planda düzensizlik durumları ve düşey doğrultuda düzensizlik durumları olarak 2 ana başlıkta toplanmış olan yapı düzensizlikleri tablo halinde açıklanmıştır. Tabloda yer alan

düzensizlikler: A1 burulma düzensizliği, A2 döşeme süreksizliği, A3 planda çıkıntılar bulunması, A4 taşıyıcı elemanların ekseninin paralel olmaması, B1 komşu katlar arası dayanım (zayıf kat) düzensizliği, B2 komşu katlar arası rijitlik (yumuşak kat) düzensizliği, B3 taşıyıcı sistemin düşeyde süreksizliği olarak yedi düzensizlik tanımı yapılmıştır. Bu düzensizliklerin oluşum koşulları ve hesaplama yöntemleri yönetmelikte açıklanmaktadır. Yönetmelikte betonarme yapı elemanları hakkında bazı yeni kurallar ve sınırlandırmalar getirilmiştir. Kolon, kiriş ve perde elemanlarının boyutları, yapıda yer aldıkları konumları, enine ve boyuna donatılarının sayısı ve bağlantıları, bu yapı elemanlarının birleşme noktaları hakkında bilgiler yer almaktadır. Bazı açıklamalar görsellerle desteklenmektedir. Yönetmelikte zemin grupları ve yerel zemin sınıfları tablolar halinde tanımlanmıştır. Betonarme yapıların haricinde çelik yapılar, ahşap yapılar, yığma yapılar ve istinat yapıları için depreme dayanıklı yapı tasarım kuralları yer almaktadır.

Deprem yükünün hesaplanması için üç farklı yöntem geliştirilmiştir. Eşdeğer deprem yükü yöntemi, mod birleştirme yöntemi ve zaman tanım alanında hesap yöntemleri yönetmelikte detaylıca açıklanmaktadır. Hangi binalar için bu hesaplama yöntemlerinden hangisinin seçilmesinin uygun olduğu belirtilmiştir. Bina önem katsayısı, etkin yer ivmesi katsayısı, spektrum katsayısı gibi tanımlamalar yapılarak formüle eklenmiştir. Bu yönetmelikte deprem hesabı 12 numaralı formüle göre gerçekleştirilmektedir.

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.1A_0 \cdot I \cdot W \quad (12)$$

Formülde yer alan; V_t yapının taban kesme kuvveti (eşdeğer deprem yükü), W binanın toplam ağırlığı, $A(T_1)$ spektral ivme katsayısı, $R_a(T_1)$ deprem yükünü azaltma katsayısı, A_0 etkin yer ivmesi katsayısı, I bina önem katsayısını ifade etmektedir. Spektral ivme katsayısı ve deprem yükünü azaltma katsayısı yapının doğal titreşim periyoduna bağlı olarak formülize edilmiştir. Etkin yer ivmesi katsayısının deprem bölgelerine göre alacağı değer Tablo 13'te, bina önem katsayısının yapının kullanım fonksiyonuna göre alacağı değer ise Tablo 14'te yer almaktadır.

Tablo 13: Etkin yer ivmesi katsayısı (A_0)

Deprem Bölgesi	Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)
1.Derece Deprem Bölgesi	0.40
2.Derece Deprem Bölgesi	0.30
3.Derece Deprem Bölgesi	0.20
4. Derece Deprem Bölgesi	0.10

Tablo 14: Bina önem katsayısı (I)

Yapı Fonksiyonu	Bina Önem Katsayısı (I)
Deprem sonrası hemen kullanılması gereken yapılar (hastane vb.) ve tehlikeli madde içeren yapılar (patlayıcı içeren depolar vb.)	1.50
Önemli ve değerli eşyaları barındıran yapılar (müze vb.) ve uzun süre nüfus yoğunluğu fazla yapılar (yurt, okul, cezaevleri vb.)	1.40
Kısa süre nüfus yoğunluğu fazla yapılar (sinema, tiyatro vb.)	1.20
Diğer yapılar (konut, işyerleri vb.)	1.00

2.9. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007)

2007 yılında Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, İmar ve İskan Bakanlığı tarafından uygulamaya konulmuştur. Bu yönetmelik 7 bölüm, bir çok maddeden ve bilgilendirme eklerinden oluşmaktadır. Birinci bölüm genel hükümler, ikinci bölüm depreme dayanıklı binalar için hesap kuralları, üçüncü bölüm betonarme binalar için depreme dayanıklı yapı tasarım kuralları, dördüncü bölüm çelik binalar için depreme dayanıklı yapı tasarım kuralları, beşinci bölüm yığma binalar için depreme dayanıklı yapı tasarım kuralları, altıncı bölüm temel zemini ve temeller için depreme dayanıklı yapı tasarım kuralları, yedinci bölüm ise mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesidir. 2007 yılında yürürlüğe giren bu yönetmelik, kendisinden önceki dört yönetmeliğin aksine sadece deprem afetine yönelik olarak hazırlanmıştır. Sel ve yangın afetleri deprem yönetmeliğinden çıkartılmıştır.

1999 yılında Kocaeli'nde meydana gelen 7.4 büyüklüğündeki yıkıcı deprem ülkemizde bir çok can ve mal kaybına sebep olmuştur. Kayıtlara göre 17.480 kişi hayatını kaybetmiş 73.342 bina hasarlı hale gelmiştir. Bu depreminin meydana gelmesinin ardından 2000 yılında TS-500 standartlarının kabul edilmesi, 2001 yılında yapı denetim sisteminin zorunlu hale gelmesi ve 2004 yılında hazır beton uygulamasının zorunlu hale getirilmesi 1998 yılında yayınlanan deprem yönetmeliğinin zamanın koşullarına göre geride kaldığını açıklamaktadır.

Bu yönetmelikte kendinden önceki yönetmeliklerden farklı olarak deprem faktörüne yalnızca kuvvet esaslı yaklaşımların yetersiz olduğu bu yaklaşıma ek olarak şekil değiştirme esaslı yaklaşımlarında uygulanması gerektiği belirtilmiştir. Yeni tasarlanacak olan yapıların bu yaklaşıma uygun olarak inşa edilmesini ve mevcut yapıların bu yaklaşıma göre analiz edilerek değerlendirilmesi uygun görülmüştür. Değerlendirme sonucuna göre istenilen standartların altında kalan yapıların güçlendirilmesi için koşullar açıklanmıştır. Ayrıca 1998 yönetmeliğinde yapı düzensizliklerinin tanımlandığı tabloda yer alan A4 yapı düzensizliği olan taşıyıcı elemanların ekseninin paralel olmaması tablodan çıkartılmıştır. Deprem yükü hesaplama formülleri ve formüllerde yer alan katsayıların değer aralıkları değiştirilmemiştir.

2.10. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)

2018 yılında Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, İmar ve İskan Bakanlığı tarafından uygulamaya konulmuştur. Bu yönetmelik 17 bölüm, bir çok maddeden ve bilgilendirme eklerinden oluşmaktadır. 17 bölümden oluşan bu yönetmelik oldukça kapsamlı ve detaylı olarak hazırlanmıştır.

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, gelişen teknoloji ve bilgi kaynaklarının daha güvenilir olmasıyla kendinden önceki yayınlanan yönetmeliklerden bir çok konuda ayrılmaktadır. Bu yönetmelikte bir çok yeni tanımlamalar ve formüller yer almaktadır. Yönetmeliğin üçüncü bölümü olan deprem etkisi altında binaların değerlendirilmesi ve tasarımı için genel esaslar kısmında bina kullanım sınıfları, bina önem katsayıları, bina yükseklik sınıfları, bina performans düzeyleri, bina performans hedefleri hakkında detaylı açıklamalar yapılmıştır.

2018 yılında yayınlanan bu yönetmelikle aynı gün Türkiye Deprem Tehlike Haritası'nda yürürlüğe girmiştir. Bunun sonucu olarak bir bölgenin deprem hesaplamaları yapılırken Türkiye deprem bölgeleri olarak değil koordinatlara göre belirlenen yer hareketi düzeylerine göre hesap yapılmaktadır. Böylece daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde edilmektedir. Deprem tehlikesinin noktasal olarak koordinatlara göre değişkenlik göstermesi, harita spektral ivme katsayılarını, tasarım spektral ivme katsayılarını ve yerel zemin etki katsayılarını oldukça önemli kılmıştır.

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde deprem yükü hesaplaması için 13 ve 14 numaralı formüller verilmiştir.

$$V_{tE}^{(X)} = m_t \cdot S_{aR}(T_P^{(X)}) \geq 0.04 m_t I S_{DSg} \quad (13)$$

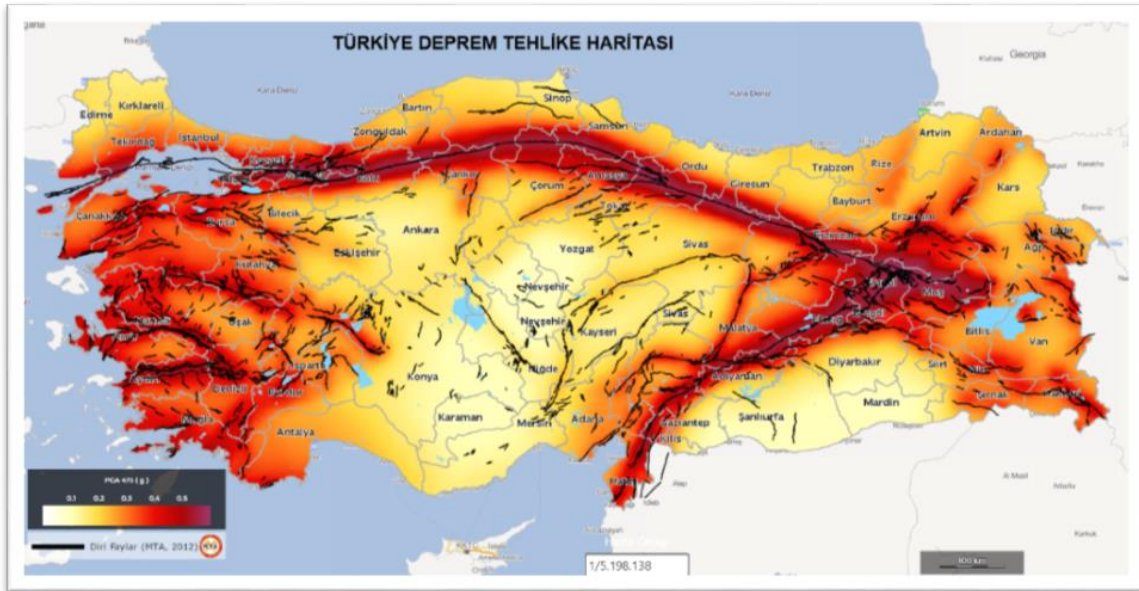
Formülde yer alan; $V_{TE}^{(X)}$ eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti), m_t binanın toplam ağırlığı, $S_{aR}(T_P^{(X)})$ binanın doğal titreşimine göre hesaplanan azaltılmış tasarım spektral ivmesi, I bina önem katsayısı, S_{DS} kısa periyot için belirlenen tasarım spektral ivme katsayısı, g ise yer çekimi ivmesini ifade etmektedir. formülde yer alan azaltılmış tasarım spektral ivmesi, yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodunun deprem yükü azaltma katsayısına oranı ile hesaplanmaktadır.

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} \quad (14)$$

Formülde yer alan; $S_{ae}(T)$ yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu, $R_a(T)$ deprem yükü azaltma katsayısını ifade etmektedir. Deprem hesabına yönelik kullanılan tüm formüller ve tanımlar yönetmelikte ilgili bölümlerde detaylı olarak açıklanmıştır. Düşey tasarım spektrumu ilk kez bu yönetmelikte hesaplanarak uygulamaya koyulmuştur.

2018 yılında AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı tarafından hazırlanan Türkiye Deprem Tehlike Haritası, aynı yıl hazırlanmış olan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ile aynı tarihte yürürlüğe girmiştir (Şekil 8). Haritanın hazırlanmasında bir çok üniversite ve kurumlardan destek alınmıştır. Bu deprem haritasında deprem tehlikesi en büyük yer ivmesi cinsinden gösterilerek belirtilmiştir. Haritada deprem riskinden bahsedilmez çünkü bu bir risk haritası değildir. Şayet depremin çevreye verdiği zarar, ekonomik hasarlar, nüfusun etkilenme durumu gibi parametreler belirlenerek haritaya işlenirse risk haritası olur.

Ülkelerin deprem tehlike haritalarını hazırlayıp yürürlüğe koymasının başlıca sebepleri deprem riskinden korunmayı hedeflemektir. 2018 yılında hazırlanan Türkiye Deprem Tehlike Haritası'nda önceki deprem haritalarından farklı olarak deprem bölgeleri kavramının yerine kısa ve uzun periyot spektral ivme değerleri ve çeşitli büyütme katsayıları kullanılarak deprem tehlikesinin bulunduğu alanlar belirlenmiştir (Akansel ve ark, 2020).



Şekil 8: 2018 Türkiye Deprem Tehlike Haritası (AFAD)

1996 yılında yayınlanan deprem haritasından bir çok yönden ayrılmaktadır. AFAD'ın resmi sitesinde yer alan Şekil 9'da belirtilen sebepler sonucunda yeni ve güncel harita hazırlanma kararı alınmıştır.

1. TEKNOLOJİ, BİLGİ KAYNAĞI VE HESAPLAMA YÖNTEMLERİNİN GELİŞİMİ
2. DEPREM KATALOGLARININ GÜNCELLENMESİ VE DAHA GÜVENİLİR SİSMOLOJİK VERİLERİN ELDE EDİLMESİ
3. DEPREM TEHLİKESİNİN TANIMLANMASINDA BÖLGELEME HARİTASI YERİNE KONTUR HARİTASINA GEÇİLMESİ
4. DIRİ FAY HARİTASININ YENİLENMESİ (MTA 2012) VE DAHA GÜVENİLİR SİSMİK KAYNAKLARIN BELİRLENMESİ

Şekil 9: 2018 Türkiye Deprem Tehlike Haritası hazırlanma sebepleri (AFAD)

Türkiye Deprem Tehlike Haritası'na her birey e-devlet uygulamasından giriş yaparak yaşadığı bölgenin koordinat bilgilerine göre deprem tehlikesinin ne durumda olduğunu öğrenebilir. Bu uygulama sayesinde bireyler interaktif haritaya kolaylıkla erişim sağlayabilmektedirler. Haritada açık renklerden koyu renklere doğru gittikçe deprem tehlikesi artmaktadır. Ayrıca diri fay hatları siyah renk ile belirtilmektedir.

3. DEPREM YÖNETMELİKLERİNİN DEPREM HESAPLAMA YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

1940 tarihinde yayınlanan ilk yönetmelik olan Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi'nden günümüzde geçerliliği devam eden son yönetmelik olan 2018 yılında yayınlanan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne kadar birçok deprem meydana gelmiştir. Meydana gelen bu depremler ve yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen bilgiler sayesinde depreme yönelik yapı tasarımı konusunda ilerlemeler kaydedilmiştir. Bazı kurallar ve sınırlandırmalar sayesinde yapıların deprem afetine karşı hazırlıklı olması sağlanmıştır. Deprem yönetmeliğine uygun tasarlanan ve uygulanan yapıların depremlerde hasarsız ya da az hasarlı olarak çıktığı görülmektedir. Deprem hesaplama yöntemleri ve formülleri teknolojinin ve bilgi kaynaklarının gelişmesiyle birlikte oldukça değişmiştir. Tablo 15'te Türkiye'de yürürlüğe giren tüm deprem yönetmelikleri, yürürlüğe girdikleri tarih, deprem hesaplama yöntemleri ve formülleri bakımından karşılaştırılmıştır. Tabloda belli olduğu gibi yıllar içerisinde yayınlanan on farklı deprem yönetmeliği incelendiğinde deprem hesaplama formülleri detaylandırılmış ve bu yüzden karmaşıklaşmıştır. Hesaplama yönteminde yer alan parametreler ve formülde yer alan katsayıların değer aralıkları yönetmeliklere göre değişim göstermektedir. Bazı yönetmelikler kendinden önceki yönetmeliğin devamı niteliğinde olduğu için hesaplama formülleri aynı kalırken bazı yönetmeliklerde formül tamamen değişmiştir.

Tablo 15: Türkiye Deprem Yönetmeliklerinin Deprem Yüğü Hesaplamalarının Karşılaştırılması

Tarih	Yönetmelik Tam Adı	Deprem Hesaplama Formülü	Hesap Yöntemi
1940	Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi	$T = C \cdot W$	Deprem yüğü hesabında yapının ağırlığı esas alınmıştır. Bina nın yüksekliği kaç katlı olduğu önemsenmemiştir.
1944	Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi	$T = C \cdot W$	Yapıya etkiyen yatay yüklerin düşey yüklerden daha önemli olduğu vurgulanmıştır.
1949	Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği	$H = C(G + nP)$	Hesaplamalara hareketli yükler ve azaltma katsayıları, deprem bölgelerine göre katsayılar eklenmiştir.

1953	Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik	$H = C(G + nP)$	Deprem bölgelerine yönelik oluşturulan katsayıya zemin sınıfları dahil edilmiştir. Hareketli yükler katsayısı yapı türüne göre tanımlanmıştır.
1962	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik	$H = C(G + nP)$ $C = C_0 n_1 n_2$	Hesaplama kullanılan katsayıların değer aralıkları güncellenmiştir. C katsayısını etkileyen faktörler arasında bina yüksekliği eklenmiştir.
1968	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik	$F = C.W$ $C = C_0 . \alpha . \beta . \gamma$ $W = \sum W_i$ $W_i = G_i + n_i . P_i$	Hesaplama kullanılan katsayıların değer aralıkları güncellenmiştir. Bina dinamik katsayısı ve doğal titreşim periyotları hesaplamalara dahil edilmiştir. Zemin sınıfının hesaplama etkisi artırılmıştır.
1975	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik	$F = C.W$ $C = C_0 . K . S . I$ $S = \frac{1}{ 0.8 + T - T_0 }$ $T = \frac{0.09H}{\sqrt{D}}$	Hesaplama kullanılan katsayıların değer aralıkları güncellenmiştir. Ayrıca hesaplama yöntemine zemine bağlı ivme spektrumu dahil edilmiştir.
1998	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik	$V_t = \frac{W.A(T_1)}{R_a . T_1} \geq 0.1A_0 . I . W$	Hesaplamalar için farklı yöntemler tanımlanarak detaylı açıklanmıştır. Etkin yer ivmesi katsayısı ve spektrum katsayısı tanımlanıp formüle eklenmiştir.
2007	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik	$V_t = \frac{W.A(T_1)}{R_a . T_1} \geq 0.1A_0 . I . W$	Hesaplama yalnızca kuvvet esaslı yaklaşımların yetersiz olduğu ve şekil değiştirme esaslı yaklaşımlarında uygulanması gerektiği belirtilmiştir.
2018	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği	$V_{tE}^{(X)} = m_t . S_{aR}(T_P^{(X)})$ $\geq 0.04m_t I S_{DS} g$ $S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)}$	Düşey tasarım spektrumu ve yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu tanımlanarak formüle eklenmiştir.

4.SONUÇ

Deprem kuşağında yer alan ülkeler için deprem felaketinin kaçınılmaz olduğu bir gerçektir. Fakat depremin vereceği hasarı azaltarak daha az can ve mal kaybına yol açmak uygun yapı tasarımları sayesinde mümkündür. Deprem yönetmeliklerinin ortaya çıkması da bu ilke doğrultusundadır. Deprem yönetmeliği sayesinde yapıların tasarım aşamasında iken inşa edileceği bölgeye ve zemine uygunluğu, yapıda kullanılacak malzeme, taşıyıcı sistem elemanlarının boyutları, yapının yüksekliği ve daha birçok yönü ile belirtilen kriterlerde yapılması gerektiği açıklanmıştır. İnşaat sektöründe, yapıların tasarım ve uygulama aşamalarında var olan deprem yönetmeliğine uygun şekilde inşa edilmesi depreme karşı alınabilecek en önemli tedbirdir. Maalesef ülkemizde meydana gelen depremler sonucunda yıkılan ya da hasar gören yapılar incelendiği zaman yapının inşa edildiği dönem yürürlükte olan deprem yönetmeliğinde belirtilen kriterlere uygun olmadığı görülmüştür. Buna rağmen yaşanan büyük depremler sonucunda genellikle deprem yönetmeliği değiştirilerek bir sonraki depremden daha az hasar görülmesi beklenmiştir. Bu bağlamda yönetmeliklerin sadece teoride kalmaması inşaat alanlarında bire bir kontrol edilerek uygulanması oldukça önemlidir. Geçmişten günümüze kadar deprem yönetmeliklerinin ve deprem haritalarının değişimi incelendiğinde gelişen teknoloji ve bilgi kaynakları sonucunda inşaat tekniklerinin, yapı malzemelerinin ve hesaplamada kullanılan formüldeki parametrelerin gelişimi sayesinde deprem yükünün hesaplanması daha gerçeğe yakın sonuçlar vermektedir. Depreme karşı dayanıklı yapıların inşa edilmesi için yapılması gereken en önemli ilkeler inşa edilecek bölgenin detaylı analizi sonucunda uygun tasarımlar, kaliteli malzeme seçimi kalifiye elemanlar ve kaliteli işçilik, düzenli ve devamlı denetimlerdir. Deprem haritalarının tarihsel gelişimi coğrafi bilgi sisteminin gelişmesi ile oldukça değişim göstermiştir. Güncel Türkiye Deprem Tehlike Haritası'nda risk kavramı kaldırılarak onun yerine en büyük yer ivmesi kavramı getirilmiştir. Haritada deprem tehlikesi altında olan alanlar konturlama ile deprem bölgelerine ayrılmadan gösterilmiştir. Yapı sektöründe yer alan mimar ve inşaat mühendislerinin deprem yönetmeliklerinin tüm detaylarına hakim olarak depreme dayanıklı

yapı tasarımları oldukça önemli bir konudur. Ayrıca depremde hasar gören binaların hasar görme sebeplerini incelemek ve o dönem yürürlükte olan yönetmeliğe uygun tasarım yapıp yapılmadığını değerlendirmek için geçmiş yıllarda yürürlüğe girmiş olan yönetmelikler hakkında bilgi sahibi olması gerekmektedir. Bu sayede bilinçli yapı tasarımlarını ve uygulamaları yapılarak olası deprem felaketlerinde can ve mal kaybı sayılarını azaltmak mümkündür.

KAYNAKÇA

1945. T.C. Bayındırlık Bakanlığı. Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası.
1947. T.C. Bayındırlık Bakanlığı. Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası.
1963. T.C. İmar İskân Bakanlığı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası.
1972. T.C. İmar ve İskân Bakanlığı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası.
1996. T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası.
AFAD, 2018. Türkiye Deprem Tehlike Haritası.
AFAD, Kandilli Rasathanesi.
Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1962), T.C. İmar ve İskan Bakanlığı, 1962.
Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1968), T.C. İmar ve İskan Bakanlığı, 1968.
Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1975), T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1975.
Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1998), T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1998.
Akansel, V. H., Soysal, F., Kadaş, K., & Gülkan, P. (2020). Spektrum şiddeti perspektifinden 2018 Türkiye deprem tehlike haritası değerlendirmesi. *Türk Deprem Araştırma Dergisi*, 2(2), 115-137.
Alyamaç, K. E. ve Erdoğan, A. S., Geçmişten Günümüze Afet Yönetmelikleri ve Uygulamada Karşılaşılan Tasarım Hataları, *Deprem Sempozyumu*, Kocaeli, 2005.
Cansız, S. (2022). Türkiye’de Kullanılan Deprem Yönetmeliklerinin Özellikleri ve Deprem Hesabının Değişimi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 14(1), 58-71.
Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, T. C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, *Deprem Araştırma Dairesi*, 2007.
Özmen, B., 2012, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritalarının Tarihsel Gelişimi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 55(1), 43-55.
Pampal S, Özmen B, 2017, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritaları ve Deprem Yönetmeliklerinin Tarihsel Gelişimi, *İstanbul’un Jeolojisi Sempozyumu* 5, 12-14 Mayıs, Bildiriler Kitabı, sayfa 169-186.
Şenol, A. F. (2023, April). Kahramanmaraş Depremleri (6 Şubat 2023) Sonrası Hatay İlindeki Yapıların Hasar Durumlarının Değerlendirilmesi. *In International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences* (Vol. 1, pp. 75-80).
TBDY, (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.
Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği (TYBYY-1949), T.C. Bayındırlık Bakanlığı, 1949.
Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (YBYHY-1953), T.C. İmar ve İskan Bakanlığı, 1953.
Zelzele Mintıklarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi (ZMYİAİYT-1940), T.C. Bayındırlık Bakanlığı, 1940.
Zelzele Mintıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi (ZMMYT-1944), T.C. Bayındırlık Bakanlığı, 1944.