

2007 ve 2018 Yılları Türkiye Deprem Yönetmeliklerine Göre Zemin Parametreleri ve Deprem Verilerinin Karşılaştırılması; Siirt İli Vaka Çalışması

Mehmet Hayrullah AKYILDIZ*¹ ORCID 0000-0001-7239-3518
Ersin AYHAN¹ ORCID 0000-0002-2108-0199

¹Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır

Geliş tarihi: 23.06.2021

Kabul tarihi: 21.03.2022

Atıf şekli/ How to cite: AKYILDIZ, M.H., AYHAN, E., (2022). 2007 ve 2018 Yılları Türkiye Deprem Yönetmeliklerine Göre Zemin Parametreleri ve Deprem Verilerinin Karşılaştırılması; Siirt İli Vaka Çalışması. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, 37(1), 271-282.

Öz

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) 2018 yılında Resmi Gazetede yayımlanarak 2019 yılı ocak ayında uygulanmaya başlanmıştır. 2007 yönetmeliğine oranla içerdiği farklar nedeniyle tasarım ve analiz çıktılarında da farklar oluşmaktadır. Bu farklılardan bazıları deprem ve zemin ile ilgili konu başlıkları içerisindedir.

Çalışmada 2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerinde bulunan deprem ve zemin parametrelerinin elde edilmesine dair doğan farklar nedeniyle herhangi bir betonarme yapının karkas inşa seviyesinde oluşacak maliyet farklarının elde edilen metraj verilerinden ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Çalışmada bu farklılıklar için bazı yaklaşımlara gidilmiştir. Siirt il merkezinde yer alan 5 mahallede bulunan parseller üzerinde yapılan zemin etüt çalışmalarının sonuçları, 2007 ve 2018 deprem yönetmelikleri esasınca ele alınan yönetmelik koşulları doğrultusunda elde edilmiş olup, bu veriler ışığında zemin özellikleri belirlenmiştir. Aynı zamanda ilgili parsellerin deprem verileri de 2007 ve 2018 yönetmelik esaslarına uygun şekilde elde edilmiştir.

Bilgisayar ortamında aynı kat sayısı ve tasarımda oluşturulan yapı modeline deprem ve zemin verileri işlenerek İdecad programında statik analizler yapılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen kalıp, beton, donatı metraj miktarlarından güncel piyasa şartlarına göre bir maliyet kıyaslaması ile değerlendirme yapılmıştır. Bu konuda Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 2018 yılı Birim Fiyat Poz Tariflerinden yararlanılmıştır. Yapılan çalışma sonunda 2018 yönetmeliğine uygun tasarım ile karkas yapı inşa maliyetinin 2007 yönetmeliğine oranla %1,60 civarında maliyet artışı göstereceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Türkiye Deprem Yönetmeliği, Siirt, İdecad, Zemin

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Mehmet Hayrullah AKYILDIZ, hayrullah.akyildiz@dicle.edu.tr

Comparison of Ground Parameters And Earthquake Data According To Turkish Earthquake Codes of 2007 and 2018; A Case Study, The City of Siirt

Abstract

Turkey Building Earthquake Regulation (TBDY) was published in the Official Gazette in 2018 and started to be implemented in January 2019. Due to the differences it contains compared to the 2007 regulation, differences in design and analysis outputs are also formed. Some of these differences are in the topics related to earthquake and soil.

In the study, it is aimed to reveal the cost differences that will occur at the carcass construction level of any reinforced concrete structure due to the differences in the acquisition of earthquake and soil parameters in the 2007 and 2018 earthquake codes from the obtained quantity data.

In this study, some approaches have been made for these differences. The results of the soil survey studies carried out on the parcels located in 5 neighborhoods in the city center of Siirt were obtained in line with the regulation conditions on the basis of the 2007 and 2018 earthquake regulations, and the soil properties were determined in the light of these data. At the same time, the earthquake data of the relevant parcels were obtained in accordance with the 2007 and 2018 regulations.

Earthquake and soil data were processed into the building model created with the same floor number and design in the computer environment, and static analyzes were made in the Idecad program. The mold, concrete and reinforcement quantities obtained as a result of the analysis were evaluated with a cost comparison according to the current market conditions. In this regard, the Unit Price Exposure Recipes of the Ministry of Environment and Urbanization for 2018 were used. The results show that with the design in accordance with the 2018 regulation, the cost of constructing the carcass structure will increase by 1.60% compared to the 2007 regulation.

Keywords: Turkey Earthquake Regulations, Siirt, Idecad, Ground

1. GİRİŞ

Bir deprem ülkesi olan Türkiye’de depreme dayanıklı yapı tasarımı hususu İnşaat Mühendislerinin başlıca çalışma konularından biridir. Türkiye’nin %92’lik coğrafik kısmının deprem bölgeleri sınırları içinde olduğu, nüfusunun ise %95’inin deprem tehlikesi altında olduğu bilinmektedir [1]. Geçmişten günümüze Türkiye büyük miktarda can ve mal kaybı ve yaralanmalara sebep olan depremler ile karşılaşmıştır [2]. Çalışmanın geçtiği Siirt İli de deprem riski oldukça büyük olan bir şehirdir [3]. İnşaat ömrünün sonuna gelmiş ve mevcut yönetmeliğe uygun olmayan birçok yapı bulunmaktadır [4]. Son yıkıcı depremlere bakıldığında 1999 yılı Kocaeli ve Düzce depremi, 2011 yılı Van-Erciş depremi ve son olarak da 2020

yılı Elazığ-Sivrice depremleri durumun ciddiyetini gözler önüne serecek kadar şiddetli olup çok sayıda can kaybına neden olmuştur. Son yıllarda özellikle Doğu Anadolu Fay (DAF) zonunda oluşan yoğun depremler de araştırmacıların ilgisini çekmektedir [5]. Bu konuda alınabilecek en iyi tedbir yapı ömrünü tamamlamış yapıların yenilenmesi, güçlendirilmesi gereken yapıların tekniğine uygun şekilde güçlendirilmesidir. Bina inşaatlarının tamamında, projelendirilme aşamasından inşa sürecinin tamamlanmasına kadar yönetmelik kriterlerinin tamamının doğruca anlaşılması bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Türkiye coğrafi bakımdan fay hatlarının yoğun olduğu bir bölgede yer almaktadır. Bu bakımdan deprem yönetmelikleri deprem mühendisliği alanında yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen yeni bulguların işlenmesini zorunlu bir ihtiyaç

olarak ortaya koymakta ve güncelleme mecburiyetini doğurmaktadır. Bu nedenle depremin can ve mal kaybına sebebiyet vermesini engellemek üzere belli dönemlerde Deprem yönetmeliklerinde güncellemeler ve ilaveler yapılarak değişiklikler yapılmaktadır. Yapılan değişikliklerin yapı tasarımlarında bulunan karşılıkları ile bir önceki yönetmeliğin getirdiği uygulamalar arasında farklılıklar oluşmaktadır. Bu çalışma kapsamında en son yayımlanan iki yönetmelikte bulunan farklılıklardan yalnızca zemin parametreleri ve deprem verileri açısından bir değerlendirme yapılmıştır. Son olarak 2007 Deprem yönetmeliğinin yerine 2018 Deprem yönetmeliği uygulamaya koyulmuştur. “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği” (TBDY) 18 Mart 2018 tarihinde ve “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik” (DBYBHY) ise 6 Mart 2007 tarihinde yayımlanmıştır. 2018 yönetmeliği bir takım değişiklikler ve güncellemeler ile uygulanmaya başlanmıştır [6]. 2019’dan sonra yürürlüğe girmiş olan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) ile zemin parametrelerinde önemli değişiklikler yapılmış aynı zamanda zemin-yapı etkileşiminin daha gerçekçi bir şekilde modellenebilmesi sağlanmıştır [7]. Mevcut çalışmada yapılan değişiklikler kısmi açıdan ele alınmış olup, yapılan bu değişiklikler üzerinden bir kıyaslama yapılmıştır. 2007 yılı yönetmeliğinde yerel zemin sınıfları Z1, Z2, Z3, Z4 olarak tanımlanmışken zemin grupları da A, B, C, D olmak üzere 4 kısma ayrılmıştır ancak 2018 yönetmeliğinde ZA, ZB, ZC, ZD, ZE, ZF olarak tüm bilgiler bir arada olmak üzere tanımlanmıştır [8]. 2018 yılı deprem yönetmeliğinde yapılan değişiklikler yapı tasarımı ve analiz sonuçlarında 2007 deprem yönetmeliğine oranla bir takım farklılıklar göstermektedir. Çalışmada yeni ve eski deprem yönetmeliklerine göre en uygun ekonomik betonarme karkas taşıyıcı eleman kesitleri oluşturularak analiz yapılmıştır ve bu sonuçlar ile kalıp, beton, donatı metraji oranları üzerinden hem bedel hesabı yapılmış hem de yüzdeler maliyet artış oranları tespit edilmiştir. 2018 Deprem Yönetmeliğinin uygulamaya konulmasının en temel nedeni 2007 Deprem Yönetmeliğinin insan ve mal can güvenliği esasınca sahip olduğu etkisini yeni şartlar ışığında bir ihtiyaç olarak ortaya koymasıdır. Çalışma kapsamında da insan can ve

mal güvenliğini artırmak üzere yapılan değişiklikler arasında olan zemin ve deprem verilerinin elde edilmesi hususlarıdır. 2018 Deprem Yönetmeliğine yansıyan farklar uygulama koşullarında ekonomik açıdan da bir yansıma yapmaktadır. Güvenlik faktörünün yeni yönetmelikte bir ihtiyaç olarak artması ile ekonomik faktörün de ön plana çıkacağı bilindiğinden çalışmada en önemli faktörler olan ve her iki yönetmelikte de bulunan zemin ve deprem verileri üzerinden bir çalışma yapılmış ve bu çalışma sonucunda güvenlik faktörünün ekonomik faktör ile ilişkili olduğu ortaya çıkmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Muratoğlu ve Özkan (2003), geçmişteki depremlerde zemin sınıflarının yanlış belirlenmesine bağlı olarak can kaybı ve yapı hasarlarında artış olduğu kanaatine varmıştır. Çalışmalarında bu iddiayı desteklemek için yerel zemin sınıfları ile deprem bölgelerini değiştirerek yapıya ait etki eden deprem kuvvetlerini incelenmiştir. İnceleme sonucunda yapılan değişimlerin maliyeti etkilediği sonucuna varılmıştır[9].

Türkmen ve Tekeli (2005), 2 dairesel 4, 6, 8 farklı katlarda betonarme bir yapının depremsiz, 1, 2, 3, 4, 5’inci deprem bölgelerindeki Z1-Z4 arası tüm zeminlerini ayrı ayrı dikkate alarak statik analiz yapmıştır. Böylece deprem bölgeleri ve yerel zemin sınıflarının yapı maliyetine etkileri üzerinde bir değerlendirme yapmışlardır. Çalışmalarının sonucunda konut tip betonarme yapıların depreme dayanıklı olarak tasarlanıp inşa edilmesinin, yapının toplam maliyetinin %4-8 gibi bir yüzdeliğine isabet ettiği sonucuna varmışlardır[10].

Dorum ve arkadaşları (2006), 5 katlı birbirinden farklı 3 proje üzerinden bir çalışma yapmıştır. Buna göre 4 farklı zemin ve deprem sınıfı kullanılarak statik ve betonarme analizi yaparak beton, demir ve kalıp metrajlarını tespit etmiştir. Elde edilen hesaplama sonuçlarından kaba yapı maliyet değişimi incelenerek bir değerlendirme yapmışlardır. Yaptıkları çalışmaları değerlendirdiklerinde zemin sınıfı Z1-Z4 arasında

%22, 1. ve 4. Bölge arasında ise %14 civarı bir maliyet değişimi olduğu kanaatine varılmıştır [11].

Türkmen ve arkadaşları (2006), tipik bir projeden faydalanarak 1. veya 5.dereceden deprem bölgesinde farklı katlarda Z1-Z4 arası zeminlerde betonarme yapı statik analiz sonucunda elde ettikleri metraj değişimleri üzerinden maliyet hesaplaması yaparak maliyet değişimleri üzerinden bir değerlendirme yapmışlardır. Çalışma sonunda Z1 zemin özelliğine sahip çok katlı, düzensiz 1.dereceden deprem bölgesindeki karkas bir yapıda dahi maliyetin en fazla %20 civarı arttığı sonucuna varılmıştır [12].

Dikmen ve Özek (2011), farklı kolon açıklıkları olan bir grup tek katlı sanayi yapıları üzerinden karma taşıyıcı sistem modelleri üzerinden farklı zemin sınıflarını dikkate alarak yaptıkları analiz çalışmaları sonucunda farklı taşıyıcı sistem maliyetleri üzerinden kıyaslama yaparak bir değerlendirme yapmıştır. 4 zemin grubu üzerinden yaptıkları çalışma sonucunda Z1 zemin özelliğine sahip taşıyıcı sistem maliyetinin, Z2, Z3, Z4 zemin sınıflarına nazaran sırasıyla %14, %20, %49 daha az olduğu sonucuna ulaşılmıştır [13].

Keskin ve Bozdoğan (2018)'in Kırklareli yöresinde yapmış oldukları çalışmada 4 katlı bir yapıda 2007 ve 2018 yılı farklı zemin grupları kullanılarak yaptıkları çalışmalarında modelledikleri yapıda kuvvet ve yer değiştirmelerde ciddi bir artış oluştuğu sonucuna varılmıştır [14].

Elçi ve Göker (2018) çalışmalarında betonarme kolonların depreme karşı performanslarını 2007 ve 2018 deprem yönetmelikleri çerçevesinde ele almıştır. Çalışmaları sonucunda 2018 deprem yönetmeliği ile yapılan çalışmanın 2007 deprem yönetmeliğine oranla daha güvenli bölgede yer alan deformasyon limitlerini verdiği sonucuna varmıştır [15].

Dalyan ve Şahin (2019), 2007 ve 2018 deprem yönetmelikleri açısından deprem yükleri altında bulunan bir taşıyıcı sistemin performansını değerlendirmeye yönelik bir çalışma yapmışlardır. 5 katlı betonarme bir yapının 2 yönetmelik

bakımından doğrusal olmayan artımsal itme analizini yapmışlardır. Çalışmaları sonucunda 2018 deprem yönetmeliğine göre etkin yapı periyotları ve yer değiştirme talebinin daha fazla çıktığı elde edilmiştir [16].

Karaca ve arkadaşları (2020), çalışmalarında yapısal tasarım bağlamında 2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerini Niğde özelinde karşılaştırmışlardır. Çalışmaları sonucunda yeni yönetmeliğe göre tasarlanacak bir yapı da beton miktarının daha da artacağı, ancak donatıda ise tam tersi azalma eğilimi olduğu anlaşılmıştır [17].

Daha önce yapılmış olan çalışmalar, deprem ve zemin parametrelerinin göz önüne alınması ve değerlendirilmesinde yapılacak değişimlerin, yapı toplam maliyetinde değişime sebep olacağını göstermektedir. Önceki çalışmalar değişen yönetmelik sonrası gerçekleştirilen bu çalışmanın ortaya koyacağı sonuçların önemini destekler niteliktedir.

Yapılan literatür çalışmaları sonucunda mevcut çalışmaya benzer çalışmalar olduğu tespit edilmiştir. Ancak TBDY 2018 'in uygulamaya geçilmesi ile beraber oluşan yeni şartlarda güncel benzer bir çalışma ihtiyacı doğmuştur. Böylece bu çalışma ile uygulamaya geçen yeni yönetmeliğin getirdiği yenilik ve güncellemelerden kaynaklı ortaya çıkan yeni bir analiz ihtiyacı ele alınarak incelenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

Her ülkede olduğu gibi Türkiye'de de güncellenen yönetmelikler ilave sorumluluk yükleyebildiğinden ilave maliyetler ortaya çıkarabilir. Çalışma kapsamında Siirt il merkezindeki farklı bölgelerin 2007 ve 2018 yılı yerel zemin sınıfı ve deprem bölgesi verileri kullanılmıştır. Idecad programının sınırlı demo versiyonu ile statik analiz yapılarak farklı sonuçlar elde edilebileceği gösterilmiştir.

Siirt il merkezindeki farklı mahallelere ait zemin ve deprem verileri Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 2'de ise ilgili parsellerin zemin sınıflarının

2007 ve 2018 yönetmelikleri kapsamındaki karşılıkları verilmiştir. Çalışması yapılan tüm arazilerde eğim %5'in altındadır. Zemin parametrelerini belirlemek üzere her zeminde sondaj kuyuları açılmış olup sondaj sırasında alınan karot numuneleri bakanlıkça izne sahip özel yetkili bir laboratuvarda işleme alınmıştır. Zemin inceleme alanlarında yer altı su seviyesine rastlanmamıştır. İnceleme alanı ve çevresinde eski ve yeni afet izlerine rastlanmamıştır. 7269 sayılı yasa kapsamına girebilecek heyelan, kaya düşmesi, çığ vb bir doğal afet riski taşımadığı zemin etüt raporlarında ifade edilmiştir. Çalışma alanlarının zemin profillerinde üst metrelerde katı yağlı killerin hakimiyeti gözlemlenmektedir. Yer yer ulaşılabilir derinlikte kireçtaşı tabakaları kesilmiştir. Yapı temelleri büyük çoğunlukla şişme potansiyeline sahip kil birimlere oturtulmaktadır. Yapılan arazi ve laboratuvar deneyleri sonucu elde edilen verilere göre bölgede sıvılaşma

potansiyeline sahip zeminlerin bulunmadığı ayrıca sondaj çalışmalarında YASS'nin varlığına rastlanılmadığının rapor edilmesinden ötürü detaylı sıvılaşma analizine gerek olmadığı tespiti yapılmıştır. Gerek az çakıllı killerin gerekse killi seviyelerin su ile tepkimesi sonucu kimyasal bir erime özelliği olsa da temelin oturacağı zemin birimleri üzerinde su ile eriyebilen kayaç özelliğini göstermediği tespiti yapılmıştır.

Çizelge 1'de her ada parsel taşınmaz için 2007 deprem yönetmeliği kapsamında zemin sınıfı/grub'u, 2018 deprem yönetmeliği kapsamında ise zemin sınıfı ve deprem bölgesi ivme değerleri verilmiştir. Çizelgede verilen değerler idestatik analizi için deprem ve zemin bilgisi istenen bilgilerden oluşmaktadır. Analiz öncesi bu değerlerin tanımı yapılarak bir analiz yapılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada göz önüne alınan bölgelerin 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerine göre zemin sınıfları ve deprem bölgeleri

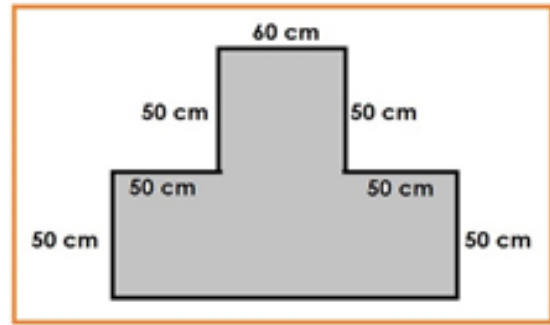
No	Mahalle adı Ada-parcel Yüzölçümü-çekme payları sonucu net inşaat alanı (m ²)	2007 Deprem yön.		2018 Deprem yön.		İmar izni kat sayısı
		Zemin sınıf/Grup	Deprem bölgesi	Zemin sınıfı	Deprem bölgesi parametreler	
1	Kooperatif Mahallesi 455 ada 64 parsel 350 m ² – 210 m ²	Z3 / C	1	ZD	S _s =0,569 S ₁ =0,149	7
2	Yenimahalle 408 ada 25 parsel 1351 m ² – 900 m ²	Z3 / C	1	ZD	S _s =0,570 S ₁ =0,149	7
3	Yenimahalle 399 ada 15 parsel 1429,75 m ² –1143 m ²	Z3 / C	1	ZD	S _s =0,570 S ₁ =0,149	8
4	Kooperatif Mahallesi 305 ada 24 parsel 733,26 m ² -416 m ²	Z3 / C	1	ZD	S _s =0,566 S ₁ =0,149	7
5	Bahçelievler Mahallesi 462 ada 3 parsel 334,96 m ² -146 m ²	Z3 / C	1	ZD	S _s =0,567 S ₁ =0,149	6

Çizelge 2. 2007 Yönetmeliğine göre Z3 zemin sınıfı ve C grubu ile 2018 yönetmeliğine göre ZD zemin sınıfına ait veri ve açıklama

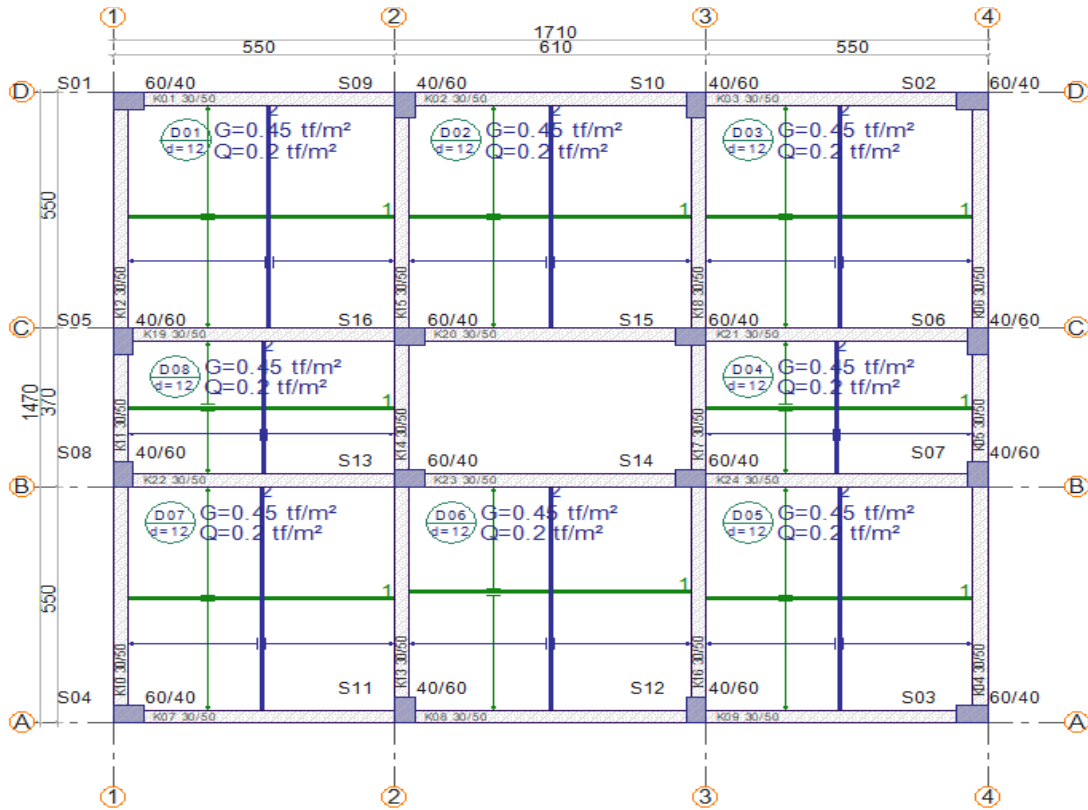
2007 TDY Z3 Sınıfı C Grubu zeminler	Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrılmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar... Orta-sıkı kum-çakıl... Katı kil ve siltli kil...
2018 TBDY ZD Zemin sınıfı	Orta sıkı- sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları

Çizelge 1’de 5 adet parselde ait zemin ve deprem bilgileri bulunmaktadır. Ayrıca mahalle, ada ve parsel numaraları belirtilen arsaların yüzölçümü ve imar kapsamında izin verilen inşaat taban alanı bilgileri yer almaktadır. Kat sayıları parselden parselde mevcut imarda değişkenlik gösterse de çalışma kapsamında daha sağlıklı bir kıyaslama yapmak bakımından taban alanı ve kat sayıları sabit tutulmuştur. Çizelge 2’de ise 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerine göre ilgili ada parsellere ait zemin verilerinin açıklamaları verilmiştir. Çalışma kapsamında düşey ve yatay yönlerde 50 cm lik tabanı dahil toplam 100 cm yüksekliğinde (50 cm+50 cm) sürekli temel sistemi üzerine kurulu bodrumsuz Z+4 katlı betonarme karkas sistem ile teşkil edilen bina inşaat alanına uygun şekilde birbirinden farklı projelendirilmiş olan model bir yapı tasarlanmıştır. Her parsel üzerine tasarlanmış olan ilgili yapı ile alakalı 2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerine ait zemin ve deprem parametreleri ayrı ayrı uygulanarak analizler

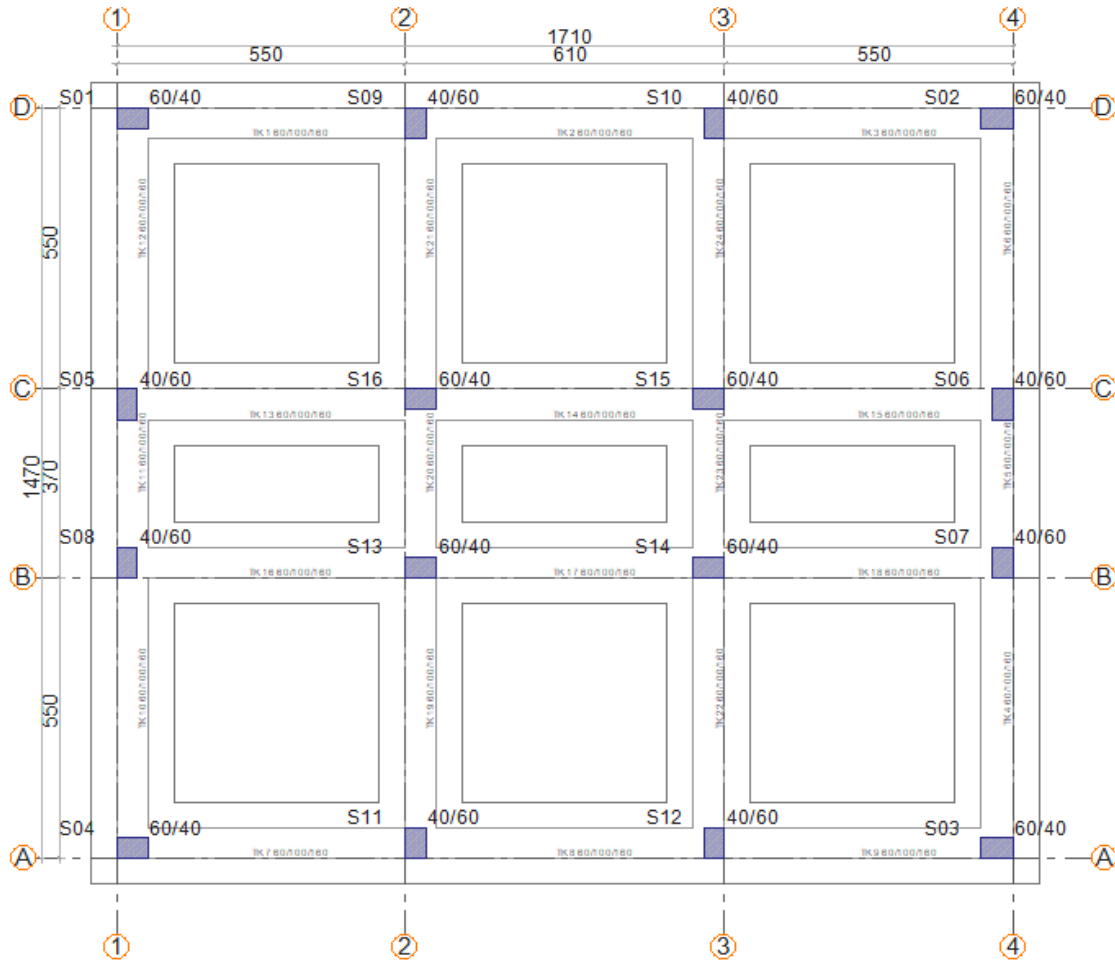
gerçekleştirilmiştir. Genel olarak kolonlar 40x60 cm, 60x40 cm ebatlarında, kirişlerin tamamı 30x50 cm ebatlarında, döşeme kalınlığı ise 12 cm olarak teşkil edilmiştir. Sürekli temel sistemi kullanılmış olup, temel kesiti Şekil 1’de verilmiştir. Analiz sonucunda metraj miktarlarının maliyetleri karşılığı üzerinden bir kıyaslama yapılmıştır.



Şekil 1. Sürekli Temel Kesit



Şekil 2. Tüm parsellere uygulanan Tip Proje Kalıp Planı



Şekil 3. Tüm parsellere uygulanan tip proje sürekli temel kalıp planı

4. BULGULAR

Çalışma kapsamında 2007 ve 2018 yönetmelikleri kapsamında yapılan zemin çalışmaları sonucu elde edilen parametreler Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge 4'te örnek teşkil etmesi bakımından Kooperatif Mah. 408 ada 25 nolu parsel taşınmaza ait deney verilerinin bir kısmı çizelgede verilmiştir. Çizelge 5'te ise statik analiz sonucu elde edilen metraj verileri verilmiştir. Ön tasarım aşamasında belirlenmiş olan yapı elemanlarına ait kesitler idecad programında 2007 ve 2018 yönetmeliklerine uygun şekilde ayrı ayrı tanımlanarak statik analiz başlatılmıştır. 2007 deprem yönetmeliğine göre yapılan analizde kesitler ile alakalı herhangi bir uyarı alınmamıştır

ancak 2018 deprem yönetmeliğine göre yapılan analizde ise yapı elemanlarında kesit yetersizlikleri ile alakalı çıkan uyarılar dikkate alınarak mümkün mertebede optimum düzeyde kesitlerde değişikliğe gidilmiştir. Nihai kesit güncellemeleri yapıldıktan sonra 2018 deprem yönetmeliğine göre statik analiz tekrar edilip metraj verileri elde edilmiş olup değerler Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelge 6'da analiz sonrası çıkan kesit hatalarından sonra yapılan güncellemeler ile alakalı bilgiler verilmiştir. 2007 ile 2018 deprem yönetmeliklerine göre mevcut zeminlerde taşıma gücü hesaplarında meydana gelen farkların nedeni ilgili yönetmeliklerde yer alan taşıma gücü hesaplama yöntemlerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 3. 2007 ve 2018 deprem yönetmelikleri kapsamında parsellere ait zemin parametreleri (Nas-Mefa Mühendislik-Siirt)

Mahalle Ada-parsel	Kooperatif 455-64	Yenimahalle 408-25	Yenimahalle 399-15	Kooperatif 305-24	Bahçelievler 462-3	2007 TDY Verileri
Zemin yoğunluğu γ (tf/m ³)	1,87	1,91	1,85	1,92	1,90	
Yatak katsayıları (tf/m ³)	2320	2416	2416	2336	2416	
Zemin gerilmeleri (tf/m ²)	15,26	16,93	17,01	15,33	15,64	
Zemin grubu	C	C	C	C	C	
Zemin sınıfları	Z3	Z3	Z3	Z3	Z3	
Zemin yoğunluğu γ (tf/m ³)	1,87	1,91	1,84	1,91	1,90	2018 TBDY Verileri
Yatak katsayısı k_s (tf/m ³)	1998	2064	2234	1808	1748	
Tasarım taşıma gücü q_t (tf/m ²)	49,97	51,60	55,87	43,71	43,71	
Yerel zemin sınıfı	ZD	ZD	ZD	ZD	ZD	

Çizelge 4. Koperatif Mahallesi 408 ada 25 parsel taşınmaz için deney verilerinin bir bölümü (Nas-Mefa Mühendislik-Siirt)

Kooperatif Mahallesi 408 ada 25 parsel	2007 TDY verileri	2018 TBDY verileri
Arazide açılan sondaj kuyusu sayısı ve derinliği	5 adet numune ve 3 m-3,5 m derinliklerde	
Yapılan arazi deneyleri	Standart penetrasyon deneyi	
Yapılan laboratuvar deneyleri	<ul style="list-style-type: none"> - Su muhtevasi - Tabi birim hacim ağırlık tayini - Kuru birim hacim ağırlık tayini - Elek analizi - Atterberg limitleri - Üç eksenli basınç deneyi - Zemin sınıfı 	<ul style="list-style-type: none"> - Su muhtevasi - Tabi birim hacim ağırlık tayini - Hidrometri analizi - Kuru birim hacim ağırlık tayini - Elek analizi - Atterberg limitleri - Üç eksenli basınç deneyi - Zemin sınıfı
Deney numunelerinin ortalama su içeriği	%29,49	
Atterberg limitleri ortalama değerleri	Likit limit % 62,18 (Yüksek plastisiteli, şişen) Plastik limit % 30,04 Plastisite indisi % 32,14 (Yüksek plastisiteli siltli kil yarı kati kıvamda ve şişme derecesi > %30 olduğundan yüksektir.)	
Laboratuvar deneyleri sonucunda zemini oluşturan birimlerin (USCS) Birleşik zemin sınıflandırma sistemine göre	Açık – koyu kahve renkli, sert, kuru dayanımı yüksek ve aktif olmayan, (CH) yüksek plastisiteli, inorganik killer, yağlı kil.	

Çizelge 5. 2007 ve 2018 yönetmelikleri kapsamında analiz sonucu metraj verileri

Mahalle Ada-Parsel	2007 yönetmeliğine göre donatı metraj sonuçları (ton)	2007 yönetmeliğine göre beton metraj sonuçları (m ³)	2007 yönetmeliğine göre kalıp metraj sonuçları (m ²)	2018 yönetmeliğine göre donatı metraj sonuçları (ton)	2018 yönetmeliğine göre beton metraj sonuçları (m ³)	2018 yönetmeliğine göre kalıp metraj sonuçları (m ²)
Kooperatif 455-64	36,094	399,26	2316,68	36,135	430,18	2296,43
Yenimahalle 408-25	36,112	399,26	2316,68	36,135	430,18	2296,43
Yenimahalle 399-15	36,112	399,26	2316,68	36,137	430,18	2296,43
Kooperatif 305-24	36,094	399,26	2316,68	36,127	430,18	2296,43
Bahçelievler 462-3	36,112	399,26	2316,68	36,127	430,18	2296,43

2018 TBDY kapsamında zemin ve deprem parametreleri aynı tip proje ile 5 ayrı parsel üzerine uygulanarak analiz edilmiştir. Analizler sonucunda projede kesit yetersizliği, kesme güvenliğinin sağlanmaması, görelî kat ötelemesi yüksekliği gibi

nedenlerden ötürü değişiklikler yapılmıştır. Ortaya çıkan aykırı durumlar açıklamaları ile beraber Çizelge 6'da ifade edilmiştir. Analiz sonucu yapılması gereken değişiklikler çizelgedeki gibi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 6. Tip projenin 2018 verilerine göre yapılan statik analiz çıktıları

Mahalle Ada-parcel	Tip projenin 2018 verileri ile statik analiz sonucu ortaya çıkan analiz uyarıları	Statik analiz sonucu 2018 yönetmeliği çerçevesinde yapılan değişiklikler
Kooperatif 455-64	Döşeme kalınlığı yetersiz uyarısı – Tüm katlarda S13-S14-S15-S16 kolonlarında kesme güvenliği sağlanmıyor uyarısı	Tüm döşemelerin kalınlığı 15 cm olarak değiştirildi – Zemin katta S13-S14-S15-S16 kolonları 55x55 cm ve diğer katlarda 50x50 cm olarak tasarlandı.
Yenimahalle 408-25	Döşeme kalınlığı yetersiz uyarısı – Tüm katlarda S13-S14-S15-S16 kolonlarında kesme güvenliği sağlanmıyor uyarısı	Tüm döşemelerin kalınlığı 15 cm olarak değiştirildi – Zemin katta S13-S14-S15-S16 kolonları 55x55 cm ve diğer katlarda 50x50 cm olarak tasarlandı.
Yenimahalle 399-15	Döşeme kalınlığı yetersiz uyarısı – Tüm katlarda S13-S14-S15-S16 kolonlarında kesme güvenliği sağlanmıyor uyarısı-1 ve 2. katta kat görelî ötelemesi yüksek, daha rijit olmalı uyarısı	Tüm döşemelerin kalınlığı 15 cm olarak değiştirildi – Zemin katta S13-S14-S15-S16 kolonları 55x55 cm ve diğer katlarda 50x50 cm olarak tasarlandı.
Kooperatif 305-24	Döşeme kalınlığı yetersiz uyarısı – Tüm katlarda S13-S14-S15-S16 kolonlarında kesme güvenliği sağlanmıyor uyarısı	Tüm döşemelerin kalınlığı 15 cm olarak değiştirildi – Zemin katta S13-S14-S15-S16 kolonları 55x55 cm ve diğer katlarda 50x50 cm olarak tasarlandı.
Bahçelievler 462-3	Döşeme kalınlığı yetersiz uyarısı – Tüm katlarda S13-S14-S15-S16 kolonlarında kesme güvenliği sağlanmıyor uyarısı	Tüm döşemelerin kalınlığı 15 cm olarak değiştirildi – Zemin katta S13-S14-S15-S16 kolonları 55x55 cm ve diğer katlarda 50x50 cm olarak tasarlandı.

Çizelge 7. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2007 ve 2018 birim fiyat poz tarifine göre toplam maliyetler

Kalıp Maliyeti TL	Beton Maliyeti TL	Donatı Maliyeti TL		
105.408,94 TL	74.222,43 TL	128.091,83 TL	Kooperatif 455-64	2007 analiz sonuçlarından elde edilen metraj verilerinin poz numaralarına karşılık bedelleri (KDV hariç)
105.408,94 TL	74.222,43 TL	128.155,71 TL	Yenimahalle 408-25	
105.408,94 TL	74.222,43 TL	128.155,71 TL	Yenimahalle 399-15	
105.408,94 TL	74.222,43 TL	128.091,83 TL	Kooperatif 305-24	
105.408,94 TL	74.222,43 TL	128.155,71 TL	Bahçelievler 462-3	
104.487,57 TL	79.970,46 TL	128.237,33 TL	Kooperatif 455-64	2018 analiz sonuçlarından elde edilen metraj verilerinin poz numaralarına karşılık bedelleri (KDV hariç)
104.487,57 TL	79.970,46 TL	128.237,33 TL	Yenimahalle 408-25	
104.487,57 TL	79.970,46 TL	128.244,43 TL	Yenimahalle 399-15	
104.487,57 TL	79.970,46 TL	128.208,94 TL	Kooperatif 305-24	
104.487,57 TL	79.970,46 TL	128.208,94 TL	Bahçelievler 462-3	

Elde edilen verilerin kıyaslanabilmesi için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın birim fiyat poz tariflerinin güncel bedellerinden faydalanılmıştır. Donatı, beton ve kalıp bazında maliyet değerlendirmesi Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7'de 2007 ve 2018 yönetmelikleri çerçevesinde her parsel için kalıp, beton, donatı metrajları ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Y.23.014 nolu donatı, Y.16.050/15 nolu beton, Y.21.001/02 nolu kalıp pozlarına karşılık bedellerinin KDV (katma değer vergisi) hariç

hesaplanarak elde edilen sonuçları yer almaktadır. Betonarme karkas Z+4 katlı bir yapı, 5 ayrı parsel üzerine tatbik edilerek her parsel üzerinde 2007 ve 2018 yönetmeliği deprem ve zemin verileri esas alınarak statik analizler yapılmıştır. Elde edilen metraj verileri ile 2018 yılına göre güncel maliyetler hesaplanmıştır. Çizelge 8 'de 2007 ve 2018 yönetmeliği çerçevesinde her parsel için karşılık gelen toplam maliyetler verilmiş olup arada oluşan maliyet farkları yüzdelerden hesaplanarak verilmiştir.

Çizelge 8. 2007 ve 2018 Yönetmeliklerine Göre Elde Edilen Maliyetlerin Kıyaslanması

Mahalle Ada-Parsel	2007 yönetmeliğine göre toplam bedel TL	2018 yönetmeliğine göre toplam bedel TL	Yüzdelerli maliyet artışı %
Kooperatif 455-64	307.723,20 TL	312.695,36 TL	1,62
Yenimahalle 408-25	307.787,08 TL	312.695,36 TL	1,60
Yenimahalle 399-15	307.787,08 TL	312.702,46 TL	1,60
Kooperatif 305-24	307.723,20 TL	312.666,97 TL	1,61
Bahçelievler 462-3	307.787,08 TL	312.666,97 TL	1,59

Çizelge 8'de elde edilen yüzdelerli sonuçlar ayrı ayrı verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 2018 yönetmeliğine göre %1,59-1,62 aralığında maliyet artışının ortaya çıktığı sonucu elde edilmiştir.

Ortaya çıkan bu farklılığın nedeni 2007 deprem yönetmeliğinin zemin ve deprem verilerinin elde edilmesine ilişkin 2018 deprem yönetmeliğinde yapılan değişikliklerden kaynaklanmaktadır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

TDY 2007'den sonra günün şart ve koşullarının getirdiği ihtiyaç ve gelişen bilimsel birikim vasıtasıyla yapılan çalışmalar sonucunda Türkiye'de TBDY 2018 faaliyete girmiştir. Uygulamaya geçtiği tarih itibari ile güncel veri ve yönetmeliklerin kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Mevcut çalışmada eski ve yeni yönetmelik uyarınca 5 farklı parsel üzerinde standart kat sayısı ve yüzölçümüne sahip karkas bir yapıda tasarımı yapıp, statik analiz edilerek 2 ayrı yönetmeliğe göre yapılan değerlendirme sonucu betonarme karkas yapıda oluşan kalıp, beton, donatı maliyetleri belirlenmiştir. Buna göre TBDY 2018'e göre tasarlanan, analizi yapılan bir yapıda TDY 2007'ye oranla bir maliyet artışı ortaya çıkardığı ve bu artışın da ortalama %1,60 civarında olduğu tespit edilmiştir. Çalışma karkas betonarme bir yapının analizi ve tasarımı ile sınırlı tutulmuştur. Ortaya çıkan maliyet artışı 2018 yönetmeliğinde insan can ve mal güvenliği üzerine daha sıkı tedbirler alındığı anlamına da gelmek ile beraber güvenlik faktörü, ön plana çıktıkça yapı maliyeti üzerine artış yönünde bir etkisi olacağı sonucu ortaya çıkmaktadır. Söz konusu parametrelerin uluslararası tanınırlığı olan farklı analiz programlarında da değerlendirilerek bir takım somut sonuçlara ulaşılması ve bu çalışma sonuçlarının teyit edilmesi önerilmektedir.

6. TEŞEKKÜR

Siirt yöresinde özel sektörde faaliyet gösteren Nas ve Mefa Mühendisliğe yerel zemin sınıfları ve ilgili zemin parametrelerinin elde edilmesi hususunda katkılarından ötürü teşekkür ederiz.

7. KAYNAKLAR

1. Göker, Ş., Karaşin, A., 2015. Depremde Hasar Gören Kırsal Yapılar için Bir Yapısal Hasar Değerlendirmesi. DÜMF Mühendislik Dergisi, 6(1), 31-38.
2. Ergünay, O., 2007. Türkiye'nin Afet Profili. TMMOB Afet Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 5-7.
3. Ayhan, E., Aktaş, G., Karaşin, A., 2021. Siirt İlindeki Bazı Binaların Riskli Bina Tespit Yönetmeliğine Göre Değerlendirilmesi, DÜMF Mühendislik Dergisi, 12(1), 89-98.
4. Ayhan, E., 2018. Siirt Yöresinde Kentsel Dönüşüm Kapsamında Mevcut Binaların Zemin ve Yapısal Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, 152.
5. Aktaş, G., 2017. Karlıova Depremlerinde Kırsal Yapı Hasarlarının Değerlendirilmesi. DÜMF Mühendislik Dergisi, 8(4), 715-721.
6. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318M1-2.htm> Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Erişim tarihi: 12.12.2019.
7. Karaca, H., 2021. 2007 ve 2018 Deprem Yönetmelikleri Kullanılarak Farklı Zeminlere Göre ve Farklı Kentler için Elde Edilen Tasarım İvmelerinin Karşılaştırılması, Kapadokya Örneği. Afet ve Risk Dergisi, 4(1), 42-52.
8. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/03/20070306-3.htm> Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Erişim tarihi: 12.12.2019.
9. Muratoğlu, Ö., Özkan, Ö., 2005. Zemin Sınıfları ve Deprem Bölgelerinin Bina Yatay Yüklerine Etkisi, Deprem Sempozyumu, (23-25 Mart 2005), Kocaeli.
10. Türkmen, M., Tekeli, H., 2005. Deprem Bölgesi ve Yerel Zemin Sınıflarının Bina Maliyetine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(3).
11. Dorum, A., Özkan, Ö., Erdal, M., 2006. Farklı Deprem Bölgeleri ve Farklı Zemin Sınıflarının Kaba Yapı Maliyetine Etkisi. Selçuk-Teknik Dergisi, 5(1), 1-9.
12. Türkmen, M., Tekeli, H., Kuyucular, A., 2006. Betonarme Bina Maliyetlerinin Zemin Sınıfı-Kat Adedi ve Düzensizlik ile Değişimi. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 21(1), 57-66.
13. Dikmen, S.Ü., Özek, S., 2011. Deprem Bölgelerinde Zemin Sınıfının Sanayi Yapılarının Maliyetine Etkisi. İmo Teknik Dergi, 22(108), 5543-5558.
14. Keskin, E., Bozdoğan, K.B., 2018. 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerinin Kırklareli İli

- Özelinde Değerlendirilmesi. Kırklareli Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 4(1), 74-90.
15. Elci, H., Göker, K.A., 2018. Comparison of Earthquake Codes (TEC 2007 and TBEC 2018) in Terms of Seismic Performance of RC Columns. International Journal of Scientific and Technological Research, 4(6), 9-21.
16. Dalyan, İ., Şahin, B., 2019. Mevcut Betonarme Bir Binanın 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerine Göre Deprem Yükleri Altındaki Taşıyıcı Sistem Performansının Değerlendirilmesi. Türk Deprem Araştırma Dergisi, 1(2), 134-147.
17. Karaca, H., Oral, M., Erbil, M., 2020. Yapısal Tasarım Bağlamında 2007 VE 2018 Deprem Yönetmeliklerinin Karşılaştırılması, Niğde Örneği. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(2), 898-903.