

TÜRK DEPREM YÖNETMELİKLERİNDE DOLGU DUVAR ETKİLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

HISTORICAL IMPROVEMENTS OF INFILL WALLS IN TURKISH EARTHQUAKE REGULATIONS

İbrahim Baran KARAŞİN

Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sur, Diyarbakır.

ORCID NO: 0000-0001-5990-1215

Doç. Dr. Abdulhalim KARAŞİN

Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sur, Diyarbakır.

ORCID NO: 0000-0000-0000-0000

ÖZET

Bu çalışmada çalışmada günümüze kadar çoğunlukla yapısal analizlerde duvar etkisinin ihmal edildiği Türkiye’de geçmişten günümüze kadar yürürlüğe girmiş deprem yönetmeliklerinin, değişimi, yönetmelikler arasındaki farklar, deprem yönetmeliklerinde gelişim ve duvar etkisinin bina türü yapılarda davranışına etkisi ele alınmıştır. Bu çerçevede halen yürürlükte olan mevcut TBDY2018 (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018) şartnamesi önceki yönetmeliklerden farklı ve geniş yenilikler içeren bir kapsam sunmaktadır. Bu yeni kapsam ve değişiklikler ile birlikte Türkiye’de depreme dayanıklı yapı tasarımı bilinci oluşumuna önemli katkıların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Yönetmeliklerde yer alan yapısal parametrelerin geliştirilmesi ve yapım şekli ile yapı davranışını büyük oranda etkilediği ortaya konmaktadır. Türkiye bina deprem yönetmelikleri çerçevesinde bina türü yapılarda dolgu duvar etkisinin ele alınış biçimi ve dolgu duvarların yapı rijitliğine ve yapısal davranışına etkisi incelenmiştir. Bu çerçevede dolgu duvarların yönetmeliklerde öngörülen yöntemler ile modellenmesi ile bina türü yapıların doğal periyotları, deplasmanları ve bazı düzensizlik sebeplerinin azalmasına gibi yapısal davranışlara olumlu yönde katkı sağladığı önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Deprem yönetmelikleri, Yapısal gelişmeler, Dolgu duvarlar etkisi, Yapısal davranış

ABSTRACT

In this study, the improvements in the Turkish earthquake regulations, the differences between the codes, the development of the earthquake regulations and the effect of the infill walls on the structural behavior of the building type structures are discussed. In this context, the current TBDY2018 (Turkey Building Earthquake Code 2018) specification, which is still in force, offers a scope that is different from previous regulations and includes extensive innovations. As a result of this new scope and changes, significant contributions have come in view in the creation of earthquake resistant building design awareness in Turkey. It is revealed that the development of the structural parameters in the regulations and the way of construction and the behavior of the building greatly influenced. The improvements in Regulations show that with the development of structural parameters and the way of construction greatly influences the behavior of the building. In the framework of Turkish building earthquake codes, the way in which the effect of infill walls is handled in building type structures and the effect of infill walls

on building rigidity and structural behavior are investigated. In this context, it is noted that modeling the infill walls with the methods prescribed in the regulations provides a positive rise in structural behaviors such as the reduction of natural periods, displacements and some irregularity causes of building-type structures

Keywords: Earthquake codes, Structural improvements, Infill walls, Structural behaviour

GİRİŞ

Türkiye’de ilk deprem yönetmeliği 1940 yılında Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi 1940 ismi ile yürürlüğe girmiştir. Bu yıllarda yönetmelik, tasarım kriterlerinden ziyade afet önlemleri, tedbirleri ve cezai hususlardan söz etmiştir. Ancak ilerleyen zamanlarda teknolojik gelişmeler ve yaşanan üzücü tecrübeler sonucu yapı tasarımındaki tüm ihtiyaçları karşılayacak deprem yönetmeliklerinin oluşturulmasını sağlamıştır. Son olarak deprem yönetmeliği 2018 yılı içerisinde yenilenmiş ve 2019 yılı Ocak ayında Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018 (TBDY2018) ismi ile yürürlüğe girmiştir. Böylelikle Türkiye’de 1940 ile 2019 yılları arasında 10 adet deprem yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. Türkiye’de deprem yönetmeliği tarihçesi aşağıda yazıldığı gibi özetlenebilir (Akdeniz, 2020).

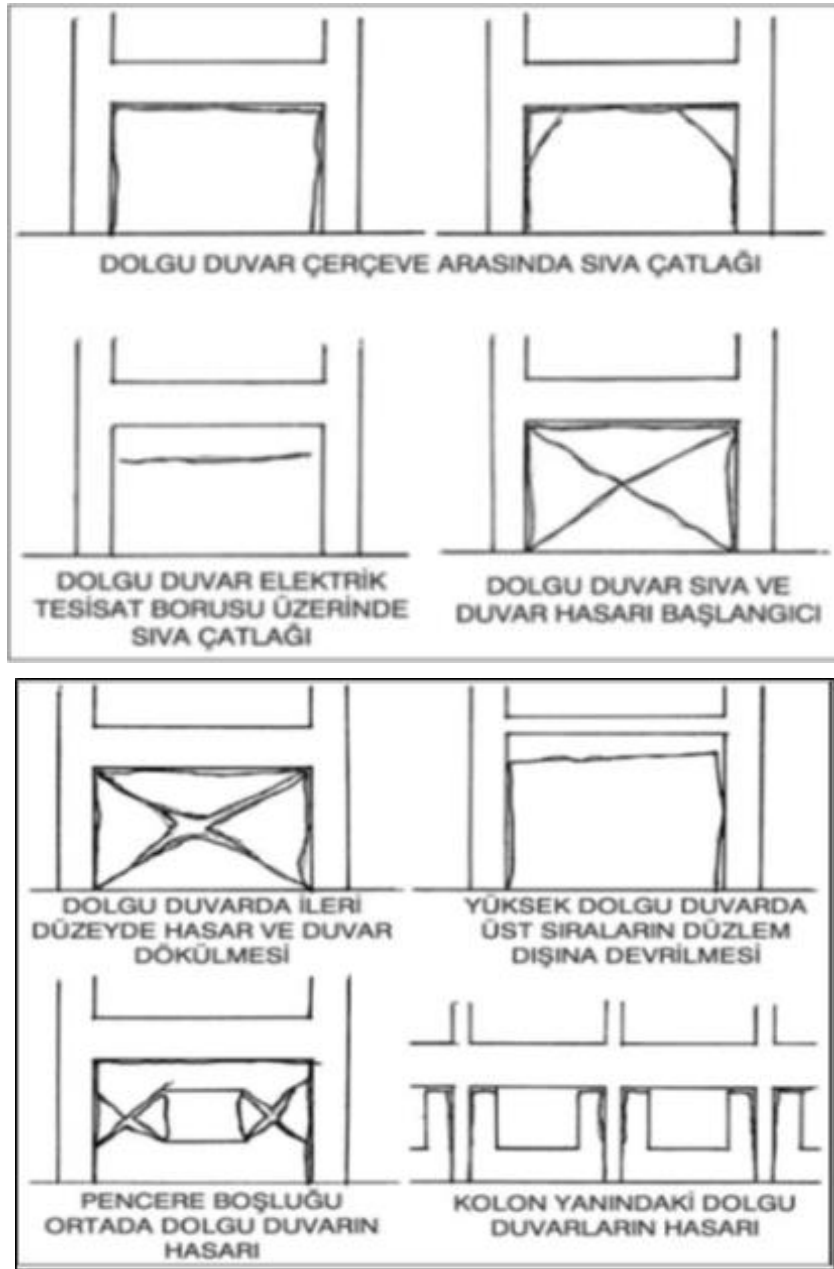
1. Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi 1940.
2. Zelzele Mıntıklarında Muvakkat Yapı Talimatnamesi 1944. DY1944
3. Türkiye Yer Sarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği 1949. DY1949
4. Yer Sarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1953. DY1953
5. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1962. DY 1962
6. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1968. DY 1968
7. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1975. DY 1975
8. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1998. DY 1998
9. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007. DYBHY 2007
10. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018. TBDY 2018

Bu çerçevede geçmişten günümüze afet yönetmelikleri ve deprem yönetmeliklerinin uygulanmasında karşılaşılan sorunları kapsayan birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda ilgili şartnamelerini incelenmesi ile söz konusu deprem yönetmeliklerine göre oluşturulan taşıyıcı sistemlerin analiz sonuçlarını karşılaştırmak sureti ile yönetmeliklerdeki değişikliklerin taşıyıcı sistem kesitlerine ve deprem kuvveti taleplerine etkisini gözlemlemiştir. Günümüze kadar yürürlükte olan birçok yönetmelikte olduğu gibi Türkiye deprem yönetmeliklerinde de yapısal analizlerde duvar etkisinin ihmal edilecek kadar küçük etkiye sahip olduğu varsayılmıştır. Fakat yapılmış olan çalışmaların büyük bir kısmında aslında dolgu duvarların bina rijitliğini ve enerji yutma kapasitesini artırdığı, dolayısıyla da yapı davranışını etkilediği yönünde sonucuna varılmıştır (Šipoš vd., 2018; Karasin vd., 2019; Isık vd., 2021, Günaydın, 2022). Bu çalışmalarda ilgili şartnamelerini incelenmesi ile söz konusu deprem yönetmeliklerine göre oluşturulan taşıyıcı sistemlerin analiz sonuçlarını karşılaştırmak sureti ile yönetmeliklerdeki değişikliklerin taşıyıcı sistem kesitlerine ve deprem kuvveti taleplerine etkisini gözlemlemiştir. Bununla birlikte yönetmelik karşılaştırmalarını içeren çalışmaların önemli bir bölümünde duvar etkisinin göz önünde bulundurulması gerektiği yönünde bulgu ve değerlendirmeler ortaya çıkmıştır (Özcebe vd., 2003; Beklen ve Çağatay, 2009; Bikçe vd., 2011; Öztürkoğlu vd. 2015; Isık vd., 2017). Yapılan karşılaştırmalar ilgili ulusal ve uluslararası birçok çalışmada yönetmeliklerden bağımsız ve yönetmeliklerle ilişkili olarak görmekte mümkündür.

YÖNTEM ve BULGULAR

Türkiye deprem kuşaklarında yer alması sebebi ile Türkiye’de yürürlükte bulunan deprem

yönetmeliklerinin içerik ve kapsamı büyük önem arz etmektedir. Değişen yönetmeliklerin aynı zamanda karmaşıklıklara yol açabileceğini, yönetmelik kadar tasarımcının deneyiminin de önemini ve her yeni yönetmelik ile bir önceki yönetmelikteki hata ve eksikliklerin doğru anlaşılması gerektiğini ortaya koymuştur (Alyamaç ve Erdoğan, 2005; Üstün, 2013; Biçen vd., 2020; Işık vd., 2022). Bu ve benzer çalışmalar neticesinde Türkiye’de en son yürürlüğe giren (TBDY, 2018) deprem yönetmeliği ile dolgu duvarların yapı içerisindeki yoğunluğu, konumu ve yapım şekli yapı davranışını büyük oranda etkilediği göstermektedir. Duvar etkisi adına yapılan çalışmalarda deprem yükleri gibi yanal yükler karşısında dolgu duvarlar deprem perdeleri gibi davranış sergileyip ve taşıma gücüne ulaşıncaya yatay ve düşey yüklere karşı direnç gösterdiği varsayılmaktadır. Dolgu duvarlarda boşluk bulunması yatay etkinin değişmesine ve dolgu duvarların taşıma kapasitesine ulaşıkları durumda meydana gelen bazı hasar tipleri Şekil 1’de gösterilmiştir (Bayülke, 2003).



Şekil 1. Deprem Etkisinde Dolgu Duvar Hasarları (Bayülke, 2003)

Tarihsel süreçte deprem ile ilgili şartname ve yönetmeliklerde ana faktörlerden biri olarak C yatay kuvvet katsayısının tespitinde dikkate alınması gereken hususları ele almaktadır. Bu

çereçevde öncelikle DY1940'da sismik kuvvet C sabit katsayısının ağırlıkla çarpılması ile hesaplanmıştır. Konstrüktif kriterlere azda olsa yer verilmiştir. Ancak kesit zorlarından bahsedilmemiştir.

$V = CW$, $W = nQ$, burada W bina ağırlığı, C yatay kuvvet katsayısı 0.1 ve sabit olup hareketli yük katılım katsayısı n, mühendisin tecrübesi belirlenecektir (Alyamaç ve Erdoğan 2005). DY 1944 ile DY1940 arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır.

DY1949'da ilk kez 1. ve 2. derece deprem bölgeleri olmak üzere deprem bölgeleri oluşturulmuş. Bunun sonucu olarak C yatay yer sarsıntısı katsayısı da bu deprem bölgelerine bağlı olarak bir tablo yardımı ile seçilmiştir. n hareketli yük katılım katsayısı ise 1 ile 1/3 arasında değişen bir katsayı olarak belirlenmiş ve C yatay yer sarsıntı katsayısı ise Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. C Yatay yer sarsıntı katsayısı

1.Derçe Deprem Bölgesi	0,02 - 0,04
2.Derçe Deprem Bölgesi	0,01 - 0,03
Çatı Döşemeleri	0,15

DY 1953'te ise C yatay yer sarsıntı katsayısı Tablo 2'de görüldüğü gibi deprem bölgeleri ile birlikte zemin cinsine bağlı olarak belirlenmiştir.

Tablo 2. C Yatay yer sarsıntı katsayısı

ŞARTLAR	1° Deprem Bölgesi	2° Deprem Bölgesi
a) Yerlikaya kalınlığı 1mt'den fazla olan zeminler üzerine yapılacak yapılar	0.02	0.01
b) Asgari kalınlığı 3mt olan sert kil zeminler üzerine yapılacak yapılar için	0.03	0.02
c) Diğer iki şıktaki zeminlerin dışında kalan zeminler üzerine yapılacak yapılar için	0.04	0.03

Hareketli yük katılım katsayısı ise bina türüne (bina kullanım sınıfına) bağlı olarak Tablo 3'te görüldüğü gibi 1 ile 1/3 arasında değişmektedir.

Tablo 3. Hareketli yük katılım katsayısı, n

ŞARTLAR	1° Deprem Bölgesi	2° Deprem Bölgesi
a) Yerlikaya kalınlığı 1mt'den fazla olan zeminler üzerine yapılacak yapılar	0.02	0.01
b) Asgari kalınlığı 3mt olan sert kil zeminler üzerine yapılacak yapılar için	0.03	0.02
c) Diğer iki şıktaki zeminlerin dışında kalan zeminler üzerine yapılacak yapılar için	0.04	0.03

DY1962 de yatay deprem kuvveti $H=C(G+nP)$ prensipte aynı kalmış ancak C yatay yer sarsıntı katsayısı $C=C_0 \cdot n_1 \cdot n_2$ formülü ile hesaplanmıştır. Yatay yer sarsıntı katsayısı C için n_1 deprem zemin katsayısı yapı tiplerini n_2 ise deprem bölgesi katsayısı değerleri sırasıyla Tablo 4 ve Tablo 5 te verilmiştir. Hareketli yük katılım katsayısı n ise Tablo 6'da yer alan yapının kullanım amacına göre 0,5 veya 1 değerini yapı önem derecesine göre alabilmektedir.

Tablo 4. Deprem Zemin Katsayısı Yapı Tipleri n_1

Zemin Cinsi	n1	n1
I) Sert ve yekpare kayalık zeminler,	0.6	0.8
II) Kum, çakıl, sert kumlu kil gibi sağlam ve sıkışık zeminler. Çatlaklı ve kolayca tabakalara ayrılan kayalar,	0.8	0.9
III) Yukarıdaki sağlam zeminler haricinde daha az sağlam bilimum zeminler.	1.0	1.0

Tablo 5. Deprem Bölgesi Katsayısı n_2

Yersarsıntısı Bölgeleri	n_2
1. derece	1.0
2. derece	0.6

Tablo 6. n Hareketli yük katılım katsayısı

Sinema, tiyatro, okul, kahvehane, fabrika gibi umumi yapılar ve yapıların, büro toplantı alanı gibi bölmeleri	1.0
Diğer yapılar	0.5

TBDY2018 deprem yönetmeliğinde ise 2007 Deprem Yönetmeliğinde yer almayan tasarım kriterinden biri olan bina kullanım sınıfına (BKS) bağlı olarak yapılan sınıflandırmadır. Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayılarını kapsayan veriler Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Bina Kullanım Sınıfları ve Bina Önem Katsayıları

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS = 1	Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar	1.5
	a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları)	
	b) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb.	
	c) Müzeler	
BKS = 2	d) Toksin, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.2
	İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar	
BKS = 2	Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.	1.0
	Diğer binalar	
BKS = 3	Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	

DY1968'de 1962 yönetmeliğine göre büyük değişiklikler yapılmamış. Yapı doğal periyodu deprem yükü hesabında daha etkin kullanılmıştır. DY1975 ile DY1997 ve DBYBHY2007 yönetmeliklerinin temelleri atılmıştır. Dört deprem bölgesi oluşturulmuştur. Spektrum katsayılarından söz edilmiştir. Yapı önem katsayısı tablosu geliştirilmiştir. Taşıyıcı sistem kriterleri bu yönetmelikte DY1998 ve TBDY2007 ile çok yakındır. Benzer değişimlerin hemen hemen önemli deprem sonrasında ortaya çıkması deprem yönetmeliklerinin belli periyotlarda değil, can kaybının yaşandığı depremler sonrası yaşanan kötü tecrübeler sonucu değiştiğini göstermektedir. Bu tecrübeler sonucu TBDY2018 ile birlikte birçok yenilik eklenerek kapsam arttırılmıştır. Daha detaylı olarak ele alınan TBDY2018 17 bölümden oluşurken DBYBHY2007 sadece yedi bölümden oluşmaktaydı. Özel konularda tasarım gözetim ve kontrol başlığı ile mühendislik anlamında sorumluluk sorununun çözümünde etkili olacaktır. Bu değişiklikler sonucunda Türkiyede depreme dayanıklı yapı tasarımı bilinci oluşmuşmasında önemli bir yer kat etmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmanın sonucu olarak, deprem yönetmeliklerinin büyük bir gelişim geçirdikleri söylenebilir. Bu değişimlerin geçmişten naklolan tecrübeler ve gelişen teknolojiler ışığında olumlu yönde geliştiği görülmektedir. Bu değişimlerin sonucu olarak deprem kuvvetleri hesaplanmaya başlanmış bu kuvvetlerin bağlı olduğu değişkenler arttırılarak gerçeğe daha yakın veriler elde edilmiştir. Böylelikle yönetmeliklerdeki değişiklikler yapıların deprem performanslarının hesaplanabilmesini ve depreme dayanıklı yapıların tasarlanmasını sağlanmasında önemli bir aşama gerçekleşmiştir. Ayrıca dolgu duvarların yapı davranışına olan etkisi hesaba katılması ile yapının rijitliğinin arttığı, yapıya ait deplasman ve periyodun önemli oranda azalmasına sebep olduğu değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

Akdeniz, M. (2020). Ankara ve Silivri depremselliği ve deprem kuvvetlerinin DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 ile karşılaştırılması (Master's thesis, İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).

Alyamaç, K.E., & Erdoğan, A.S. (2005). Geçmişten günümüze afet yönetmelikleri ve uygulamada karşılaşılan tasarım hataları. Deprem Sempozyumu Kocaeli 2005, 23-25 Mart 2005 Kocaeli.

Biçen, V. S., Işık E., Arkan, E., & Ulu, A.E. (2020). A study on determination of regional earthquake risk distribution of masonry structures. ArtGRID-Journal of Architecture Engineering and Fine Arts, 2(2), 74-86.

Bikçe, M., Geneş, M. C., & Zubaroglu, S. K. A. (2011). Betonarme Bir Yapıda Duvarsız ve Duvarlı Hallerin Dinamik Testleri. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Ankara.

Bayülke, N. (2003). Betonarme Yapının Dolgu Duvarı. TMH Türkiye Mühendislik Haberleri Sayı:426-2003/4.

Beklen, C., & Çağatay, İ.H. (2009). Çerçevelerde Dolgu Duvar Etkisinin İncelenmesi. Çukurova üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 24(1).

DY1962 (1962). Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara.

DY1968 (1968). Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara.

DY1975 (1975). Deprem bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik. Bayındırlık ve İskan bakanlığı, Ankara.

DY1998, (1998). Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.

DBYBH2007, (2007). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.

Günaydın, T.İ, (2022). Türk bina deprem yönetmeliği'ne göre yapı düzensizliklerinin analizi. EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences, 21, 204-211.

Işık, E., Yamaç, Ö., Erçek, M. S., & Yamaç, İ. (2017). Farklı taşıyıcı sistemlerdeki yapılarda malzeme dayanımının yapı performansına etkisi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 33(1), 33-40.

Işık, E., Aydın, M. C., & Ulu, A. E. (2021). Effect of infill walls on limit states in reinforced-concrete frames. Advanced Engineering Days (AED), 1, 35-37.

Işık, E., Aydın, M. C., & Ulu, A. E. (2022). Comparison of infill wall effects in reinforced-concrete frames over different parameters. *Advanced Engineering Science*, 2, 80-86.

Karasin, İ. B., Işık, E., Öncü, M. E., & Antep, B. (2019). Ahlat ilçesinde yer alan Bezirhane beden duvarının sonlu elemanlar yöntemi ile analizi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 10(2), 721-730.

Mete, Ö. (2020). Deprem yönetmeliklerinde duvar etkisinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Dicle üniversitesi fen bilimleri enstitüsü, Diyarbakır.

Özcebe, G., Ersoy, U., & Türk, M. (2003). ‘‘Betonarme Çerçevelerin Betonarme Dolgu Duvarlarla Depreme Karşı Onarım ve Güçlendirilmesi’’, Beşinci Ulusal Deprem Güvenliği Konferansı.

Öztürkoğlu, O., Taner, U., & YEŞİLCE, Y. (2015). Betonarme Yapılarda Dolgu Duvar-Çerçeve Etkileşiminin İncelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 17(51), 109-121.

Shendkar, M. R., Kontoni, D. P. N., Işık, E., Mandal, S., Maiti, P. R., & Harirchian, E. (2022). Influence of Masonry Infill on Seismic Design Factors of Reinforced-Concrete Buildings. *Shock and Vibration*, 2022.

Šipoš, T. K., Hadzima-Nyarko, M., Miličević, I., & GRUBIŠIĆ, M. (2018, June). Structural performance levels for masonry infilled frames. In *Proceedings of the 16th European Conference on Earthquake Engineering*, Thessaloniki.

TBDY2018, (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.

Üstün, M. (2013). Betonarme bir binanın davranışının eski ve güncel tasarım yönetmeliklerine göre incelenmesi. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi