



**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜLERİ
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**



YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emrah SOYSAL

**BETONARME BİR BİNANIN ÇEVREL
TİTREŞİM ETKİSİNDEKİ KAYITLARI İLE
DOLGU DUVARLARIN İNCELENMESİ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

OSMANIYE – 2019

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**BETONARME BİR BİNANIN ÇEVREL TİTREŞİM
ETKİSİNDEKİ KAYITLARI İLE DOLGU DUVARLARIN
İNCELENMESİ**

Emrah SOYSAL

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**OSMANİYE
AĞUSTOS-2019**

TEZ ONAYI

BETONARME BİR BİNANIN ÇEVREL TİTREŞİM ETKİSİNDEKİ KAYITLARI İLE DOLGU DUVARLARIN İNCELENMESİ

Emrah SOYSAL tarafından Dr.Öğr.Üyesi Selçuk KAÇIN danışmanlığında Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İnşaat Mühendisliği** Ana Bilim Dalı'nda hazırlanan bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği/çokluğu ile **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Selçuk KAÇIN
İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İSTE

.....

Üye: Dr.Öğr.Üyesi Tarık BARAN
İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, OKÜ

.....

Üye: Prof.Dr.Hüseyin R.YERLİ
İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, ÇÜ

.....

Yukarıdaki Jüri kararı Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve /.....sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Coşkun ÖZALP
Enstitü Müdürü, **Fen Bilimleri Enstitüsü**

.....

Not: Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, bu çalışma sonucunda elde edilmeyen her türlü bilgi ve ifade için ilgili kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını ve bu tezin Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlandığını bildiririm.

Emrah SOYSAL



ÖZET

BETONARME BİR BİNANIN ÇEVREL TİTREŞİM ETKİSİNDEKİ KAYITLARI İLE DOLGU DUVARLARIN İNCELENMESİ

Emrah SOYSAL
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü
Yüksek Lisans, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Selçuk KAÇIN

Ağustos 2019, 40 sayfa

Betonarme yapılarda dolgu duvarların birçok kullanım amacı bulunmaktadır. Bağımsız bölümleri ve mahalleri birbirinden ayırması, binayı dış etkilerden koruması, binaya yalıtım sağlaması gibi amaçlarla kullanılmaları yapıya yük olarak etkimektedir. Dolgu duvarların yapıya yük olarak etkisinin yanında, yapının farklı dinamik etkileri de bulunmaktadır. Dolgu duvarların yapıya etkileri yapılan deneyler ve farklı modelleme teknikleri ile analiz yapılarak incelenmektedir. Yapı analizleri için kullanılan teorik esasları bir takım laboratuvar deneyleriyle doğrulamak, elde edilen verileri karşılaştırmak sürekli devam edilecek bir yöntem olacaktır. Son yıllarda, yapılan çalışmaları laboratuvar ortamından çıkartan, daha fazla veriler elde edilen, sürekli takip ve karşılaştırma imkanı sunan, yapı izleme sistemleri gelişmiştir. Yapı izleme sistemleri ile teorik esaslar ve bir takım analiz programlarıyla hesaplanan verilerin doğruluğunun kanıtlanması, yapıların depreme dayanıklılığının tespiti ve tasarımı için bulunan bir takım verilerin bulunması sağlanmaktadır. Çalışmada betonarme bir binanın taşıyıcı kısmı tamamlanması durumunda ve bina dolgu duvarları ile tamamen bittiği durumda, titreşim kayıtları ile elde edilen veriler ve yapının aynı aşamalarında sıklıkla kullanılan üç analiz programı ile analiz yapılarak elde edilen veriler karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dolgu Duvarlar, Çevrel Titreşim Kayıtları, Yapı İzleme, Dinamik Parametreler

ABSTRACT

INVESTIGATION OF REINFORCED CONCRETE BUILDINGS UNDER THE AMBIENT VIBRATION EFFECT AND INFILL WALLS

Emrah SOYSAL
Osmaniye Korkut Ata University, Institute of Sciences
Master of Science, Civil Engineering
Supervisor: Dr.Öğr.Üyesi Selçuk KAÇIN

August 2019, 40 pages

Infill walls in reinforced concrete structures have many uses. Separation of independent parts and spaces, protection of the building from external influences, the use of the building to provide insulation such as the load affects the building. In addition to the effect of fill walls as a load on the structure, there are also different dynamic effects on the structure. Analytical methods with different modeling techniques and experimental studies are available to investigate the effects of infill walls on the structure. To verify the theoretical principles used for structural analysis by a series of laboratory tests and to compare the data obtained will be a continuous method. In recent years, we have been able to demonstrate the correctness of the structures, theoretical principles and the data calculated by a number of analysis programs, through the use of building monitoring systems, which provide more data, continuous monitoring and comparison. In this study, the data obtained by the ambient vibration recordings and the three analysis programs which were frequently used at the same stages of the structure were compared with the data obtained by the analysis of vibration data.

Keywords: Infill Walls, Ambient Vibration Records, Structure Monitoring, Dynamic Parameters



Çok kıymetli aileme...

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez konumun belirlenerek tez çalışmamın yürütölmesini üstlenen, çalışmalarım süresince engin deneyimi ve bilgi birikimiyle katkılarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Dr.Öğr.Üyesi Selçuk KAÇIN'a teşekkürlerimi arz ederim.



İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	
TEZ BİLDİRİMİ	
ÖZET.....	İ
ABSTRACT.....	İİ
İTHAF SAYFASI.....	İİİ
TEŞEKKÜR.....	İV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	İX
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	10
3.1. Malzeme.....	10
3.1.1. İncelenen Yapı Hakkında Bilgiler.....	11
3.2. Yöntem.....	12
3.2.1. Titreşim Kayıtlarının Alınması.....	12
3.2.2. Binaın Paket Program Yardımıyla Analizi.....	19
3.2.3. Dolgu Duvarların Analiz Programlarında Modellenmesi.....	23
4. SAYISAL DEĞERLER.....	25
4.1. Titreşim Kayıtları İle Elde Edilen Dinamik Parametreler.....	25
4.1.1. Yapının Taşıyıcı Sistem Aşamasında Dinamik Parametreleri.....	26
4.1.2. Yapının Tamamlanmış Aşamasında Dinamik Parametreleri.....	26
4.2. Yapı Analiz Programları ile Elde Edilen Dinamik Parametreler.....	27
4.2.1. Yapının Taşıyıcı Sistem Aşamasında Analiz Programlarıyla Elde Edilen Parametreleri.....	27
4.2.2. Yapının Tamamlanmış Aşamasında Analiz Programlarıyla Elde Edilen Parametreleri.....	28
4.3. Elde Edilen Dinamik Parametrelerin Karşılaştırılması.....	29
4.3.1. Titreşim Kayıtlarından Elde Edilen Verilerin Karşılaştırılması.....	29
4.3.2. Analiz Programlarıyla Elde Edilen Dinamik Parametrelerin Karşılaştırılması.....	30
4.2.3. Yapının Taşıyıcı Kısım Aşamasında Çevrel Titreşim Kayıtları İle Elde Edilen Parametreler ile Analiz Programlarıyla Elde Edilen Dinamik Parametrelerin Karşılaştırılması.....	31
4.2.4. Yapının Tamamlanmış Durumda Çevrel Titreşim Kayıtları İle Elde Edilen Parametreler ile Analiz Programlarıyla Elde Edilen Dinamik Parametrelerin Karşılaştırılması.....	32
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	33

KAYNAKLAR.....	35
ÖZGEÇMİŞ.....	40



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Titreşim kayıtlarından elde edilen frekans-periyot değerleri	26
Çizelge 4.2. Titreşim kayıtlarından elde edilen frekans-periyot değerleri	27
Çizelge 4.3. Yapının programdan elde edilen periyot değerleri	28
Çizelge 4.4. Yapının programdan elde edilen periyot değerleri	28
Çizelge 4.5. Yapının programdan elde edilen periyot değerleri	29
Çizelge 4.6. Titreşim kayıtları ile elde edilen değerlerin karşılaştırılması	29
Çizelge 4.7. Analiz sonuçları ile elde edilen değerlerin karşılaştırılması	30
Çizelge 4.8. Yapının deneysel ve sayısal olarak elde edilen periyot değerlerinin karşılaştırılması.....	31
Çizelge 4.9. Yapının deneysel ve programdan elde edilen periyot değerlerinin karşılaştırılması.....	32

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Sensörler	10
Şekil 3.2. Veri toplama cihazları	11
Şekil 3.3. Örnek bir tepki kaydının x,y,z doğrultularındaki bileşenleri	13
Şekil 3.4. Bina taşıyıcı sistemin cephe görüntüleri.....	14
Şekil 3.5. Sensörlerin bina üzerindeki konumları.....	15
Şekil 3.6. Bina cephe görüşleri	15
Şekil 3.7. Bina cephe görüşleri	16
Şekil 3.8. Tamamlanmış bina cephe görüşleri.....	16
Şekil 3.9. Sensörler ve veri toplama cihazları	17
Şekil 3.10. Sensörler ve veri toplama cihazları	18
Şekil 3.11. Yalnızca taşıyıcı sistem durumunda ideCAD Statik program modeli.....	20
Şekil 3.12. Yapının tamamlanmış durumda İdeCAD Statik program modeli	20
Şekil 3.13. Yalnızca taşıyıcı sistem durumunda STA4CAD program modeli	21
Şekil 3.14. Yapı tamamlanmış durumda STA4CAD program modeli.....	21
Şekil 3.15. Yalnızca taşıyıcı sistem durumunda SAP2000 program modeli	22
Şekil 3.16. SAP2000 programı dolgu duvarlı(diyagonal çapraz çubuk) modeli	22
Şekil 3.17. Çapraz dolgu duvar modeli	24
Şekil 4.1. İlk üç algılayıcının x yönündeki kayıtlarının Fourier dönüşüm grafiği.....	25
Şekil 4.1. İlk üç algılayıcının y yönündeki kayıtlarının Fourier dönüşüm grafiği.....	26

SİMGELER VE KISALTMALAR

a_{duvar}	Dolgu duvar çapraz çubuk modeli genişliği	(mm)
C35	Beton mukavemeti	(N/mm ²)
h_{duvar}	Duvar yüksekliği	(mm)
h_k	Katlar arası yükseklik	(mm)
E_{duvar}	Duvar elastisite modülü	(N/mm ²)
E_c	Kolon elastisite modülü	(N/mm ²)
I_k	Kolon atalet momenti	(mm ⁴)
MR	Sensör modeli	-
r_{duvar}	Dolgu duvar çapraz çubuk modeli köşegen uzunluğu	(mm)
S420	Çelik mukavemeti	(N/mm ²)
t_{duvar}	Duvar kalınlığı	(mm)
θ	Dolgu duvar çapraz çubuk modelinin yatayla yaptığı açı	(derece)
λ	Dolgu duvar çapraz çubuk katsayısı	-
f	Frekans	(Hz)

Alt İndisler

c	Kolon
duvar	Çapraz duvar
k	Kat

1. GİRİŞ

Dolgu duvarlar özellikle yüksek katlı binalarda, binaya oldukça fazla yük getirmektedir. Dolgu duvarların kullanımları ile ilgili yapılan çalışmalarda dolgu duvarların daha hafif olması ve inşası aşamasında daha kullanışlı olanları tercih edilmektedir. Ancak son yıllarda dolgu duvarların hafif olması ve kullanışlılığı yanında yanıl ve düşey mukavemeti de göz ardı edilmemektedir. Zira sıklıkla kullanılan betonarme analiz programlarında, dolgu duvarların yapıya yük olarak eklenmesi ile birlikte dolgu duvarların farklı etkilerinin değerlendirilmesi üzerine çalışılmaktadır. Dolgu duvarlarının bulunması betonarme çerçeveye ek bir rijitlik kazandırarak çoğunlukla yapının periyodunu küçültür ve yapıdaki kuvvet dağılımında etkili olur. Dolgu duvarlarında meydana gelen hasar sayesinde deprem enerjisi bir miktar söndürülmüş olur [1]. Dolgu duvarların farklı yaklaşımlarla modellenerek yapısal analize dahil edilmesine yönelik çalışmaların temeli 1950'li yıllara dayanmaktadır [2]. Dolgu duvarlı, dolgu duvarsız ve yalnızca ilk katı dolgu duvarsız üç boyutlu yapıların doğrusal olmayan modal analizi sonucunda dolgu duvarların yapı periyodunu düşürdüğü gözlemlenmiş ve çeşitli parametrelere bağlı olan ampirik bir doğal titreşim periyodu formülü elde edilmiştir [3]. 6 katlı betonarme bir yapının duvarlı ve duvarsız durumda dinamik parametrelerinin hesaplanması amacıyla zorlanmış titreşim kayıtları kullanılmıştır. Yapıda duvarların olması durumunda birinci doğal titreşim periyodunun %35'e varan oranlarda azaldığı belirtilmiştir [4].

Yapı sağlığı izleme sistemleri ile son yıllarda birçok çalışmada kullanılmakta, yapılar ile ilgili birçok veriler izlenmektedir. Özellikle elektronik, sensör ve veri depolama teknolojilerindeki hızlı gelişim sayesinde pek çok yapıya izleme sistemleri kurulması imkanı doğmuştur. Yapı sağlığı izleme sistemleri sayesinde özellikle yüksek riskli deprem bölgelerinde yer alan yapılardan çeşitli dinamik yükler altında alınan tepki kayıtları incelenerek yapıların dinamik parametreleri gerçekçi olarak belirlenebilmektedir [5]. Yapılara yerleştirilen izleme sistemleri farklı dinamik etkiler altında kayıt alabilmektedir. Ortamda mevcut olan çevrel titreşimler etkisi altında yapıdaki tepki titreşimleri kayıt altına alınabildiği gibi [6,7,8,9] bazen yapıya dinamik bir harmonik yük uygulanarak (zorlanmış titreşim) da yapıda oluşan tepki değerleri ölçülebilir [10,11]. Yapının olduğu bölgede meydana gelen küçük

depremler sırasında yapının tepki kayıtlarının alınması da mümkündür [12,13]. Son yıllarda oldukça fazla sayıda yapıdan titreşim kayıtları alınmaktadır. Yapılardan elde edilen bu titreşim kayıtlarının uygun şekilde analiz edilmesi ile yapının periyot, sönüm oranı ve modal şekli gibi dinamik parametrelerinin hesaplanması mümkün olmaktadır [14].

01.01.2019 tarihinde yürürlüğe giren, Deprem Etkisi Altındaki Binaların Tasarımı İçin Esasların 13.8 Maddesine göre; yüksek binalarda kullanılacak yapı sağlığı izleme sisteminden bahsetmektedir.

Yapı sağlığının takibi ile deprem etkisi ile yapıda meydana gelen dinamik parametrelerindeki değişimleri tespit etmek mümkün olmaktadır. Deprem öncesi ve deprem sonrası parametreler karşılaştırılarak yapı sağlamlığı, kullanılabilir olup olmadığı hakkında fikir elde edilmektedir. Tarihi binaların değerlendirilmelerine hasarsız bir şekilde katkı sağlayan bu sistem sayesinde binalar hakkında verilecek olan güçlendirme, yıkım vb. alınacak kararlara oldukça fazla etki edecektir. Bazı yapıların mevcut durumları ile daha sonra binada yapılacak tadilat, güçlendirme, taşıma, duvarların sonradan yapılması, duvarların yıkılması vb. durumlarda, yapıda oluşabilecek değişimlerin incelenmesine olanak sağlamaktadır.

İnsanların zamanlarının büyük bir kısmını içerisinde geçirdiği binalar, iş merkezleri, okullar, hastaneler ve birçok yapının sağlamlık durumunun insanların hayatını ne kadar çok etkilediği düşünüldüğünde, tüm bu çalışmaların önemi ortaya çıkmaktadır.

Yapı üzerine farklı katlara ve bölgelere yerleştirilen sensörler ile çevrel titreşim kayıtları alınmaktadır. Elde edilen veriler bilgisayar yazılımları ile dönüştürülerek gerekli dinamik parametreler elde edilmektedir. Yapıda kullanılan sensörler piyasada henüz fazla olmasa da, bu çalışmaların öneminin artması ile daha fazla cihaz ve seçenekleri artmaktadır.

Bu çalışmada Hatay İli İskenderun İlçesinde 10 katlı betonarme karkas kısmı tamamlanmış, duvarları örülmemiş bir binanın dinamik parametrelerinin belirlenmesi amacıyla, çevrel titreşim etkisinde yapıda oluşan tepkiler kayıt cihazları yardımıyla alınmıştır. Bu amaçla beş adet hızölçer kayıt cihazı kullanılmıştır. Tüm cihazlar ana kayıt cihazına ve bilgisayara bağlanarak senkronize olarak çalışmaları sağlanmıştır.

Cihazlardan alınan veriler, program yardımıyla analiz edilmiştir. Analiz sonucu binanın periyotları bulunmuştur. Yine aynı bina bu kez duvarları tamamlanmış, kullanılacak durumda iken çevrel titreşim kayıtları alınmıştır. İlk durumunda yani duvarları örülmemiş, sıvasız ve döşeme kaplamalarının olmadığı durumdaki yapı periyotları karşılaştırılmıştır. Burada dolgu duvarların yapının yanal rijitliğine etkisi araştırılmıştır.

Aynı yapının paket programlar ile modal analizi yapılarak yapının periyodu bulunmuştur. Yapı ilk durumunda iken deneysel ve analiz sonuçları karşılaştırılmıştır.

STA4CAD statik, ideCAD statik ve SAP2000 analiz programları ile binanın kullanılabilir durumundaki modeli de oluşturulmuş, analiz sonuçları alınmıştır. Analiz sonuçlarından elde edilen periyot sonuçları ile yapının deneysel sonuçları arasında karşılaştırma yapılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dolgu duvarların yapının davranışına etkisi daha önce birçok deneysel ve analiz çalışmaları ile irdelenmiştir. Dolgu duvarlar ile ilgili teorik esaslar bulunmuş, bulunan teorik esaslar birçok deney ile sağlaması yapılmıştır. Bu deneylerden biriside yapının titreşim kayıtları dolgu duvarların incelemesi olmuştur. Yapılan bu incelemeler çevrel titreşim kayıtları veya zorlanmış titreşim kayıtları ile yapılmıştır. Çevrel titreşim kayıtları ile yapıların dinamik parametreleri bulunmuş, yapıda güçlendirme öncesi ve sonrası dinamik parametrelerin değişmesi incelenmiş, tarihi birçok yapının dinamik özellikleri tespit edilerek yapılar hakkında bilgiler elde edilmiştir. Bazı yapılarda gerçek zamanlı yapısal sağlık takibi ile yapıların sağlığının sürekli olarak takibi sağlanmaktadır. Birçok köprü, kule vb. farklı mühendislik yapılarında inceleme yapılarak, yapıların durumları hakkında bilgiler alınmıştır.

SAP2000 analiz programı ile 4 katlı betonarme çerçeve sistem üzerinde, dolgu duvarların çerçeve davranışına etkisini inceleyen Kaltakçı ve Arslan, çerçeve üzerinde farklı konumlarda ve farklı alanlarda dolgu duvarları çapraz çubuk modellemesi yaparak analizini yapmıştır. Dolgu duvarlı ve duvarsız olarak yapılan statik analiz sonuçlarına göre çerçevenin dinamik analizini inceleyerek, taşıyıcı sistem davranış katsayısına etkilerini gözlemlemiştir [15].

Sivri ve arkadaşları farklı kalınlıktaki dolgu duvarların betonarme bir yapı üzerindeki dinamik etkilerini incelemiştir. Yapılan çalışmada dolgu duvarlar çapraz çubuklar ile modelleme yapılmıştır [16].

Kızıloğlu çalışmasında, 12 katlı betonarme binalar üzerinde, duvarlar olmadan alınan titreşim kayıtları bulunan serbest titreşim kayıtları ile aynı binaların SAP2000 analiz programı ile mekanik modelleri üzerinde analiz yaparak bulunan serbest titreşim değerlerini karşılaştırmıştır. Aynı yapılar üzerinde sıvasız dolgu duvarlar var iken deneysel ve mekanik analiz yaparak sonuçlar elde edilmiş, mekanik model üzerinde dolgu duvarlar iki ucu mafsallı diyagonal çubuklarla modellenmiştir. Aynı çalışmalar dolgu duvarların sıvalı olması durumunda da yapılarak karşılaştırmalar yapılmıştır. Aynı yapı piyasada sıklıkla kullanılan betonarme analiz programı olan STA4CAD ile analiz yapılarak periyod değerleri bulunmuştur. STA4CAD ile elde edilen periyod

değerleri, deneysel ve diğer analiz programından elde edilen değerlere göre daha büyüktür. Binanın 4 katlı mekanik modeli üzerinde, yalnızca çerçeve olması, duvarlı ve sıvalı duvarlı olması durumunda çalışma yapılmıştır [17].

Korkmaz ve Uçar 10 katlı betonarme çerçeve sistem üzerinde, yapısal düzensizlik bulunmayan dolgu duvarların etkisi ile duvarsız çerçeve sistem üzerinde elastik ötesi statik itme analizleri yaparak, dolgu duvarların yapı davranışına etkileri ele alınmıştır [18].

Yapının dinamik davranışını etkileyen ağır iş makinelerinin çalışması ve çalışmaması durumunda, binanın zemin katına ve normal katlara yerleştirilen sismik cihazlarla elde edilen kayıtların mikrotremor yöntemiyle analiz edilmesi ile yapının dinamik özellikleri bulunmuştur. Bu amaçla Coşgun ve arkadaşları yapının dinamik özelliklerinin önceden belirlenen yöntem ile yapı davranışının etkilerini bulmayı amaçlamışlardır [19].

Çok katlı farklı kat ve yapı özelliğine sahip betonarme binaların, üç boyutlu modal analizi yapılarak, dolgu duvarların yapı periyoduna ve mod şekillerine olan etkileri incelenmiştir. Köse ve Karslıoğlu, dolgu duvarları eşdeğer sanal çubuk olarak modellemiş, modelleme yapılırken, çapraz çubukların yönü ve sayısına göre değerlendirmelerde bulunmuşlardır [20].

Dolgu duvarların alanına bağlı olarak, genel bina türü olarak yapılan birbirinden farklı betonarme binaların, program ile modellemesi yapılarak, yapıların deprem davranışı incelenmiştir. Tetik yaptığı çalışmada, binaların çıplak çerçeve modelleri ile yapılan analiz ve dolgu duvarların çapraz çubuklarla modellendiği analiz sonuçları ile birlikte, dolgu duvarların olması (yapı tamamlanmış) durumunda yapılardan elde edilen deneysel periyod değerlerini de karşılaştırma yapmak suretiyle incelemiştir [21].

Dolgu duvarların çerçeve tipi betonarme binalar üzerindeki etkisini inceleyen Güler ve arkadaşları, farklı binalar üzerinde, titreşim kayıtları ile tespit edilen sonuçlar ile binaların model analiz sonuçlarından elde edilen sonuçlar irdelenmiştir [22].

Dolgu duvarların basit çerçevesel sistemlerde yatay yükler etkisinde tepkilerini inceleyen Yıldırım, bu amaçla farklı kat sayılarında yapıların modellerini oluşturmuş, dolgu duvar oranları da göz önüne alınarak periyot değerleri hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda dolgu duvar etkisinde yapının rijitliğinin arttığı ve yapı periyodunun azaldığı tespit edilmiştir. Analizlerde dolgu duvarların hesaba katılmasında iki ucu mafsallı pandül çubuk olarak kullanılmasının gerçeğe yakın sonuçlar ortaya koyduğu görülmüştür. Yapı periyoduna etkisi tam dolu duvar olması durumunda %60 lara varan azalmalar gözlemlenmiştir. Yapı periyodu ve dolgu duvar alanı ilişkisi irdelenmiş, dolgu duvar alanı arttıkça yapı periyodunun arttığı gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçların grafik incelemesi yapılarak elde edilen eğri üzerinden bir formül önerilmiştir [23].

Korkmaz ve arkadaşları 5 katlı betonarme bir binanın iki ucu mafsallı diyagonal çapraz çubuk olarak modellenen dolgu duvarları etkisi ile analizi yapılarak, farklı şekilde modellenen temel bağ kirişlerinin yapıya etkisi incelenmiştir [24].

Bayraktar ve arkadaşları farklı inşaat aşamalarındaki betonarme yapıların deneysel yöntem ile dinamik özelliklerini bulmuşlardır. Yapılan çalışma ile yapıların doğal frekansları, mod şekilleri bulunmuş, beklenen modal davranışın elde edildiği görülmüştür [25].

Mevcut bir binanın nümerik modeli üzerinde çalışma yapan Tar, dolgu duvarların modelleme teknikleri ile birlikte dolgu duvarlı ve çerçeve sistem arasındaki parametre farklarının incelemesini yapmıştır. Çapraz çubuk olarak modellenen dolgu duvarların, modelleme tekniklerine göre sayısı ve genişliğindeki değişikliklere göre inceleme yapılmıştır [26].

Beyen ve arkadaşları deprem sırasında hasar görmüş farklı binalar üzerinde zorlanmış titreşim ve çevrel titreşim etkileri altında yapısal tepkiler kaydedilerek ve kaydedilen tepkiler algoritmalar kullanılarak modal özellikler tahmin etmişlerdir. Yapısal elamanlarda bulunan hasarlar yapının dinamik özelliklerinde kalıcı değişimlere sebep olurlar. Bu çalışma ile yapılar üzerinde bulunan hasar durumunda

zayıf ve güçlü kuvvetlerin sonuçları üzerinden dinamik parametreler incelenmiştir [27].

Geniş ve arkadaşları bina izleme sistemleri kullanılarak betonarme yapılarda yapı zemin etkileşiminin irdelenmesini amaçlamışlardır. Bu amaçla betonarme iki bina üzerinde çalışma yapılmıştır [28].

Yapıların sağlığının gözlenmesi, yapıların tahribatsız bir şekilde yapının modal parametrelerinin bulunmasında önemli bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu şekilde bulunan dinamik parametreler yapıların güvenli olarak kullanılabilmesi amacı ile değerlendirilmektedir. Bu amaçla Salavati ve arkadaşları model bir köprü yaparak köprü üzerine yerleştirilmiş ivmeölçerler ile ortamsal titreşim kayıtları ve darbe testleri ile elde edilen kayıtlar ile elde edilen veriler ile sonlu elemanlar modeli oluşturulmuştur [29].

Ayaklı su deposu üzerinde yapılan teorik ve deneysel inceleme ile yapının dinamik özelliklerini bulmaya çalışan Hakkak, sayısal analiz sonucu elde edilen dinamik parametreler ile deney sonucu elde edilen dinamik parametrelerin uygun olduğunu bulmuştur. Su deposu içerisinde farklı seviyelerde su varken yine aynı çalışmalar tekrarlanmıştır. Teorik olarak yapılan inceleme SAP2000 programı ile yapılırken deneysel olarak yapılan inceleme, laboratuvar ortamında kurulan 2,10 m. yüksekliğindeki çelik su deposu üzerinde yapılmıştır [30].

Yakut ve arkadaşları dolgu duvarların dolgu duvarların yapının dinamik etkilerinin incelemek üzere, farklı binaların 3 boyutlu modellerinin, dolgu duvarsız ve dolgu duvarlı olarak analizlerini yapmıştır. Dolgu duvarlar eşdeğer çapraz çubuk olarak modellenmişlerdir [31].

6 katlı ve 12 katlı iki farklı betonarme binanın yapı analiz programı ile modellenerek, dolgu duvarların yapıya etkisini inceleyen Uysal ve Özkul, dolgu duvarları iki ucu mafsallı eşdeğer çapraz çubuk olarak modellemişlerdir. Dolgu duvarlar olarak her iki binada da hem tuğla duvar hem de gaz beton olarak incelenmiştir. Dolgu duvarsız analizleri ile birlikte, analizlerden elde edilen, kat ağırlıkları, rijitlikleri, periyotları,

maksimum yer değiştirmeleri, taban kesme kuvvetleri arasında karşılaştırma yapılmıştır [32].

Yapının doğal frakans, sönüm oranı, mod şekilleri gibi dinamik parametreleri, teorik ve deneysel yöntemler ile bulunabilmektedir. Boru ve Kutanis deneysel modal analiz ile dinamik parametrelerin bulunmasında çevrel titreşim kayıtları ile yapıdan alınan veriler ve bu verilerin geliştirilmiş frekans tanım alanında ayırıtırma yöntemini kullanmışlardır. Ayrıca sonlu elemanlar yöntemi ile oluşturulan analitik model kullanılmış, çalışma yapılan her iki durum karşılaştırılarak deneysel yöntem sonucu dinamik parametrelerin gerçekçi bir sonuç bulunabileceği sonucuna ulaşmışlardır [33].

Aksoy ve Avşar dolgu duvarların betonarme bir yapıya etkisinin bir katsayı ile değerlendirilmesi üzerine belirlenmiş basit bir kriterin irdelenmesini yapmışlardır. Bu çalışmada 4 katlı betonarme bir binanın analitik modeli üzerinde çalışılmıştır. Betonarme yapı tasarımında dolgu duvar etkisinin RYTEİE (Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar)'de tanımlanan katsayının irdelenmesi neticesinde, dolgu duvarların dayanımının doğru bir şekilde girilmesi gerektiği, duvar kalitesinin düşük olması durumunda azaltma katsayısının güvensiz tarafta olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca dolgu duvar etkisinin iki kriter tanımlamasının yanında bir kriter daha eklenmesi önerisinde bulunulmuştur [34].

Demirel ve arkadaşları laboratuvar ortamında dolgu duvarların betonarme çerçeveler üzerinde etkilerinin incelemek üzere yapılan çalışmalar incelenmiştir. Ölçekli olarak düzenlenen sistem üzerinde, aynı öteleme durumlarına göre boş çerçeve deneyi. Dolgu duvarlı çerçeve deneyi ve çelik tel ile hazırlanan sıvalı durumlar incelenmiştir [35].

Çevrel titreşim kayıtları ile 1983 yılında inşa edilmiş 6 katlı betonarme bina üzerinde çalışma yapan Aras, deneysel olarak yapının dinamik özelliklerini bulmuştur. Daha sonra aynı yapının model analizini yaparak bulduğu dinamik özellikleri deneysel analiz özelliklerine göre düzenleyerek tekrar analiz yapmıştır. Çalışma sonucunda bölme duvarların yapının dinamik özelliklerini etkilediği ortaya çıkmıştır [36].

Dolgu duvarların yapıya etkisinin çevrel titreşim kayıtları ile inceleyen Aras, 1980 yılında inşa edilmiş 6 katlı betonarme bina üzerinde çalışma yapmıştır. Çalışmada bina duvarlı iken titreşim kayıtları alınmıştır. Daha sonra zemin katın dolgu duvarlarının kolonlar ve kiriş çerçevesi ile birleşim noktaları kırılarak titreşim kayıtları alınmıştır. Duvarlı ve duvarsız durumlarda periyot ve frekans değerleri karşılaştırılmış, x yönünde yapı periyodu duvarlı iken 0,218 saniye iken duvarsız durumda 0,341 saniyeye çıkmıştır. Y yönünde ise 0,25 saniyeden 0,33 saniyeye çıkmıştır. Elde edilen sonuçları göre dolgu duvarın yapının rijitliğine etkisi bulunmaktadır [37].

Akyürek ve arkadaşları iki farklı yapı palanı üzerinde ve farklı katlı yapılarda, dolgu duvarların planda yerleşim durumlarına göre, dolgu duvarların yapı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Dolgu duvarlar modellemede eşdeğer sanal çubuk olarak tanımlanmıştır. Dolgu duvarların, simetrik olarak yerleşip yerleşmediği, dolgu duvarların plandaki oranına göre yapı periyoduna etkileri araştırılmıştır [38].

Farklı katlarda betonarme düzlem çerçeve üzerinde çalışma yapan Sağlıyan, dolgu duvarların çerçeve davranışına etkisini incelemiştir. Dolgu duvarlar iki farklı eşdeğer basınç çubuğu modeli yaklaşımına göre incelenmiştir. Çerçeve düzlemin rijitliği, kat keme kuvveti ve periyot gibi dinamik etkilerin sonuçları irdelenmiştir [39].

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. Malzeme

Çevrel titreşim etkisinde yapının tepki kayıtlarını ölçebilmek için İskenderun Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünde mevcut olan 3 eksen doğrultusunda da kayıt yapma özelliğine sahip hızölçer algılayıcılar kullanılmıştır. Algılayıcılar SYSCOM (İsviçre) firmasınca üretilen MR2002 modelidir. Algılayıcılar saniyede en fazla 200 değeri kayıt altına alabilmektedir. Algılayıcılar 0-150 (Hz) aralığında çalışabilmektedir.



Şekil 3.1. Sensörler

Tüm sensörler(Şekil 3.1) bir kontrol ünitesi yardımıyla senkronize bir şekilde çalıştırılmaktadır. Aynı anda kayda başlayıp aynı anda sonlandırmak ve istendiğinde sensörler üzerinde işlemler yapmak amacıyla bu kontrol ünitesi kullanılmaktadır. Kayıtlar bir bilgisayar yardımıyla kaydedilerek saklanmaktadır(Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Veri toplama cihazları

Elde edilen verilerin dönüştürülmesi için MR2002 ve VIEW2002 programları kullanılmıştır.

Çevrel titreşim kayıtları dışında zorlanmış titreşim kayıtları ile deney yapılmaktadır. Ancak bu deney yönteminde malzeme olarak titreşim üretici kullanmak gerekmektedir. Titreşim üretici ile binada salınım meydana getirilmektedir. Farklı özellik ve kapasitede titreşim üreticileri bulunmaktadır. Titreşim üretici ile çalışma yapıldığında sensörler ile kayıt alınmaktadır. Elde edilen veriler ile yapının dinamik parametreleri bulunmaktadır.

3.1.1. İncelenen Yapı Hakkında Bilgiler

Çalışmaya konu 10 katlı ve konut olarak inşa edilen betonarme yapı, inşaat aşamasında başladıktan sonra betonarme kısmı tamamlanmıştır. Betonarme binada perde, kolon, plak ve nervürlü döşeme olarak tasarlanmış olup yan yana 3 blok olarak inşa edilmektedir. Bloklar derz ile birbirinden ayrılmıştır. Yapıda nervürlü ve plak tipi döşeme kullanılmakta olup otopark amaçlı yarım bodrum kat yer almaktadır. Betonarme kısmı tamamlandıktan sonra deneyin ilk aşamasında geçilmiştir. Yapıdan çevrel titreşim kayıtları ile yapının periyot değerleri elde edilmiştir. Daha sonra yapının taşıyıcı olmayan diğer kısımların imalatına geçilmiştir. Yapının duvarları, zemin kaplamaları, sıvası, kapı, pencere vb. diğer kısımların imatları tamamlanmıştır. Yapının duvarları genel olarak gaz beton ve tuğla duvar olmakla birlikte, yapıda gaz beton duvar da kullanılmıştır. Yapının diğer taşıyıcı olmayan kısımlarının tamamlanması yaklaşık olarak 20 ay sürmüştür.

Yaklaşık olarak 20 ay sonra çalışmanın ikinci aşamasına geçilmiştir. Tekrar yapıdan çevrel titreşim kayıtları ile yapının periyot değerleri elde edilmiştir.

Yapıda beton sınıfı C35 (35 N/mm^2) olarak kullanılmıştır. Donatılar S420 sınıfı çeliktir. Planda asansör perdeleri dışında iki adet daha perde yer almaktadır. Kat yüksekliği normal katlar 3,2 m olarak zemin kat 4,2 m alınmış olup, modelleme yapılırken temel ile ilgili detaylı projelendirme yapılmamış ve zemine yapının ankastre bağlandığı kabul edilmiştir.

3.2. Yöntem

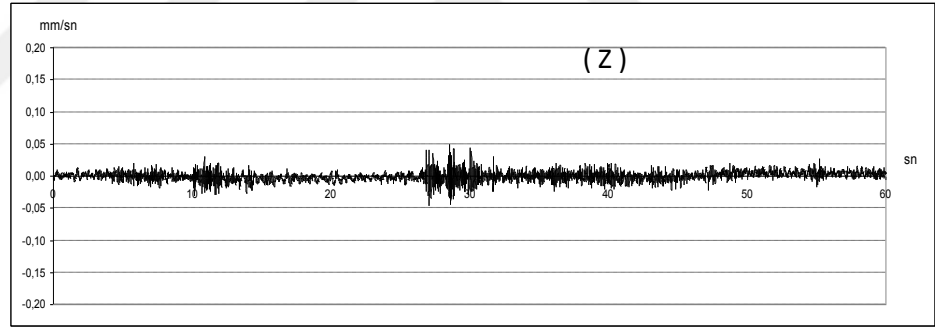
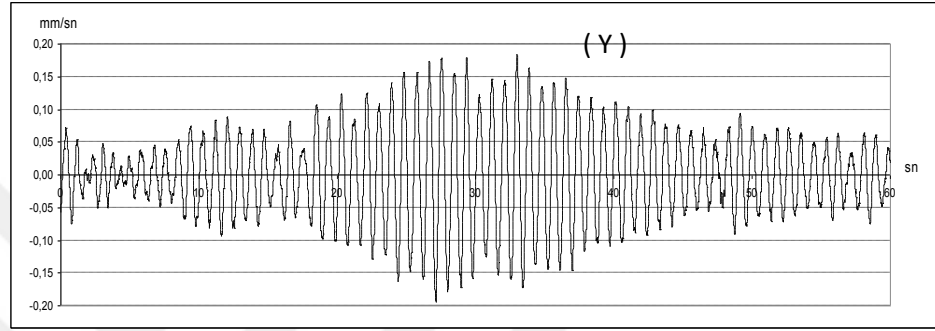
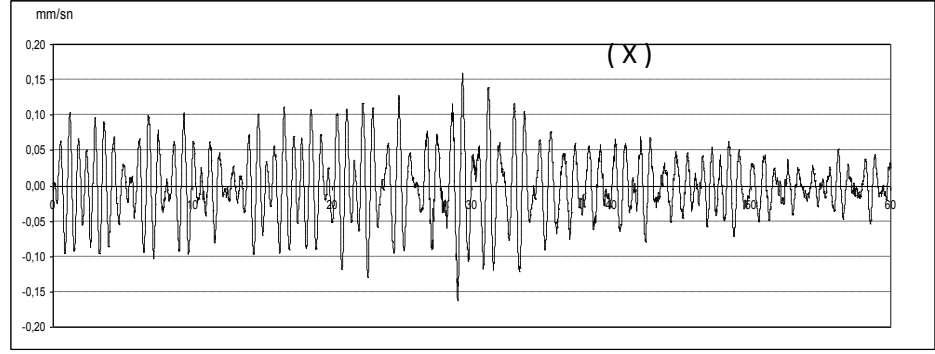
3.2.1. Titreşim Kayıtlarının Alınması

Bina üzerine yerleştirilen hızölçer sensörler ve kayıt cihazı yardımıyla, çevrel titreşim etkisinde bina tepki değerleri kayıt altına alınmıştır. Binada zemin kat, üçüncü kat, yedince kat ve son kata iki adet olmak üzere 5 adet hızölçer sensör, yönleri aynı olacak şekilde yerleştirilmiştir.

Bina tipi yapılar için kullanılacak kayıt cihazlarının yerlerinin tespit edilmesi konusunda bazı kriterler mevcuttur. Sensörlerin yerleri ve sayısı için; ilk grup sensörler binanın çatı katına, ikinci grup sensörler zemin veya bodrum katına, üçüncü grup sensörler rijitliğin ve kütlelerin değiştiği noktalara, daha sonraki sensör grupları binanın serbest titreşim modlarının maksimum olacağını tahmin ettiğimiz noktalar konulmalıdır[13]. Bu yapıda da mevcut kayıt cihazları bu kriterlere uygun olarak yerleştirilmeye çalışılmıştır.

Binadan yaklaşık 50 dakika boyunca tepki kayıtları alınmıştır. Bu kayıtlar birer dakikalık dosyalar halinde saklanmaktadır. Kayıt işlemleri tamamlandıktan sonra yapının periyot değerlerinin bulunması amacıyla analizler yapmak için tüm kayıtlar bilgisayar programı yardımıyla birleştirilmektedir. Şekil 3.3.'de örnek bir kayıt dosyası görülmektedir.

Sensörlerden okunan hız değerleri (m/sn)



Zaman(sn)

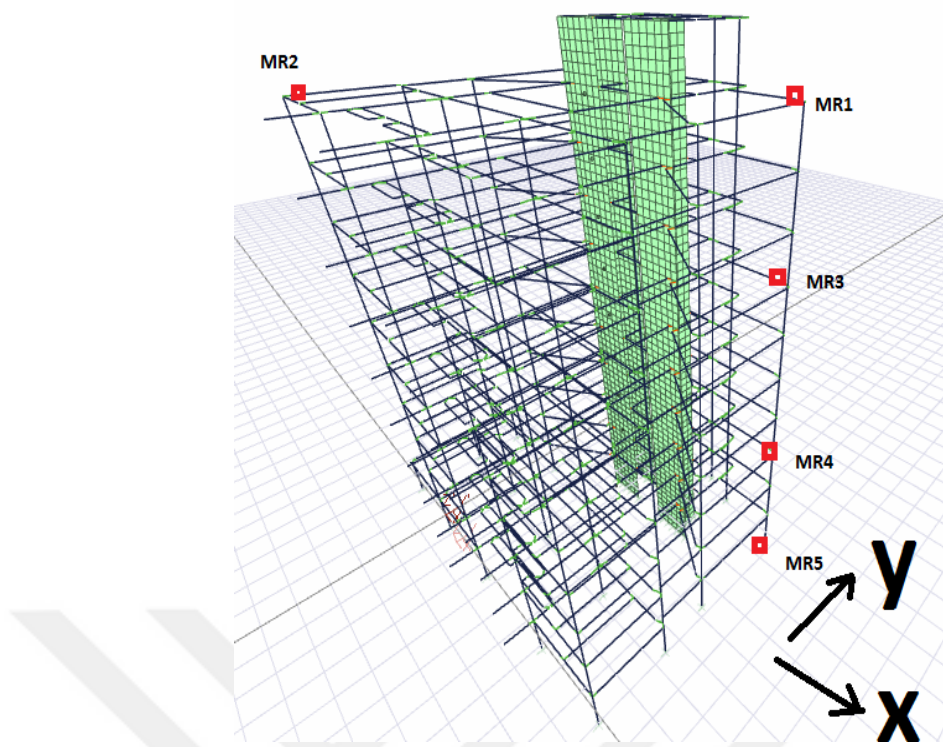
Şekil 3.3. Örnek bir tepki kaydının x,y,z doğrultularındaki bileşenleri

Genellikle betonarme yapılar üretilirken temelden sonra sistemin taşıyıcı sistemi (kolon, kiriş ve döşeme) imal edilir. Özellikle yüksek katlı yapılarda üst katlarda taşıyıcı sistem için kalıp çakılıp beton dökülürken alt katlarda duvarlar örülür. Özellikle yüksek katlı yapılarda yapının tamamen taşıyıcı sisteminin bitirilip sonra duvarların örülmesi çok fazla karşılaşılan bir uygulama değildir. İncelenen yapıda 10 katlı binanın tüm taşıyıcı elemanları (kolon, kiriş, döşemeleri) yapıldıktan sonra duvarların örülmesine geçilmiştir. Bu çalışmamızda yapıyı önce sadece taşıyıcı sistemleri var iken titreşim kayıtlarının alınması ve daha sonra yapının tamamlanmasına yakın bir durumda titreşim kayıtlarının alınması amaçlanmıştır.

Böylece yapının sadece taşıyıcı sistemi olması durumunda elde edilen dinamik parametreler ile tüm yardımcı elemanları (duvar, sıva, pencere vb.) tamamlandıktan sonra elde edilen dinamik parametrelerin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Yapının taşıyıcı sistemleri yani betonarme karkas inşaatı tamamlandıktan sonra(Şekil 3.4.) çevrel titreşim kayıtları alınmıştır. Titreşim kayıtlarından yapının dinamik parametreleri ile ilgili veriler elde edilmiştir. Yapının duvar, sıva, kapı, pencere vb. diğer imalatları tamamlandıktan sonra yeniden titreşim kayıtları alınmıştır. Elde edilen titreşim kayıtlarından yapının dinamik parametreleri ile ilgili veriler elde edilmiş karşılaştırılacak ayrıca duvarlı ve duvarsız model ile elde edilen dinamik parametreler irdelenecektir. Sensörlerin bina üzerinde yerleşim noktaları Şekil 3.5.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Bina taşıyıcı sistemin cephe görüntüleri



Şekil 3.5. Sensörlerin bina üzerindeki konumları

Şekil 3.6., Şekil 3.7. ve Şekil 3.8’de yapının tamamlanmış cephe görüşleri bulunmaktadır.



Şekil 3.6. Bina cephe görüşleri



Şekil 3.7. Bina cephe görünüşleri



Şekil 3.8. Tamamlanmış bina cephe görünüşleri

Şekil 3.8. ve Şekil 3.9.'da sensörlerin kayıt alındığı sırada yerleşimi görülmektedir.



Şekil 3.9. Sensörler ve veri toplama cihazları

Şekil 3.9. ve Şekil 3.10.'da sensörlerin verilerinin toplandığı ana cihazlar görülmektedir.



Şekil 3.10. Sensörler ve veri toplama cihazları

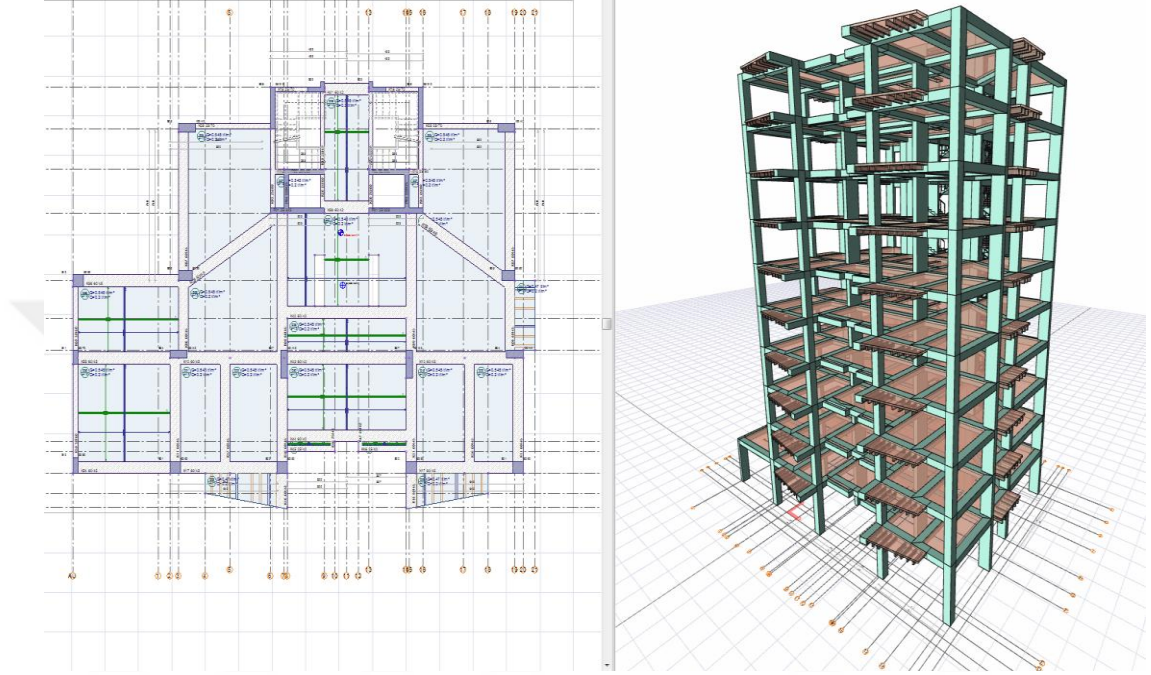
3.2.2. Binanın Paket Program Yardımıyla Analizi

Mevcut bina üç farklı analiz programı ile modellenerek modal analiz yapılmıştır. Analiz ile binanın periyot değerleri bulunmuştur. Yapı analizinde sonlu elemanlar yöntemi ile yapılan kabuller, modelleme hataları, yapının malzeme özelliklerindeki belirsizlikler, mesnetleme koşullarının tam olarak bilinmemesi, yapıda servis yükleri altında meydana gelen aşınmaların yıllar içinde birikmesi, deprem ve patlama gibi ani etkilerle yapıda oluşabilen hasarların tam olarak bilinmemesi, analiz içindeki bilinmeyenler ve belirsizlikler bu yöntemin güvenilirliğini azaltmaktadır [33].

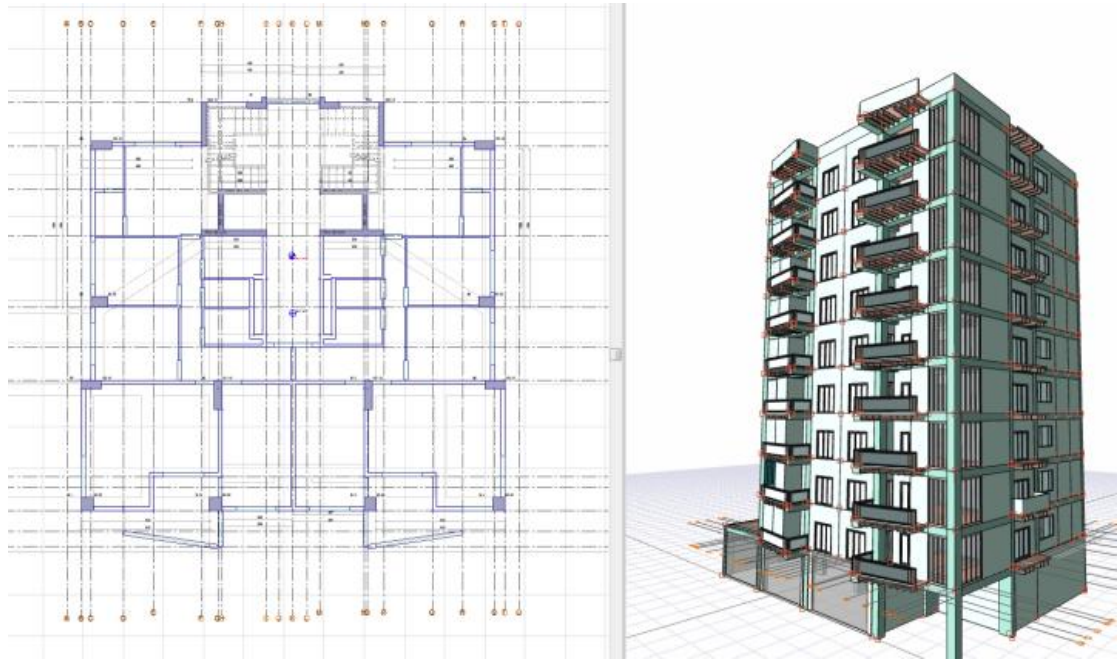
Bu çalışmada yapının sonlu elemanlar ile modellenmesi amacıyla STA4CAD ve ideCAD adlı iki farklı betonarme yapı analiz programı kullanılmıştır. STA4CAD programı ile çok katlı betonarme yapıların statik, deprem, rüzgar ve betonarme analizini entegre olarak yapan paket bir programdır [41]. Statik ve betonarme analizleri standart ve yönetmeliklere göre yapılmaktadır. Ayrıca programlarda analiz durumlarına göre özel opsiyonlar bulunmaktadır. Örneğin kolon kiriş birleşim bölgelerinde, rijitlik değişken, tam rijit vb. opsiyonlar bulunmaktadır. Farklı programların bu şekilde opsiyonlarının bulunması, titreşim kayıtları ile elde edilen sonuçlara göre güncelleme olanaklarını da sağlamaktadır. ideCAD Statik programı ile çok katlı betonarme yapılar, endüstriyel betonarme yapılar, tünel kalıp sistemler, nervürlü ve kasetli sistemler ile A2 ve A3 düzensizliği olan yapılar, Deprem Yönetmeliğinde belirtilen koşullara uyarak modellenebilir [42]. Betonarme yapı sistemleri için, genel amaçlı analiz, tasarım ve çizim programı olan bu program ile katları olan veya olmayan, katlarda rijit diyaframlı, kısmen rijit diyaframlı veya tamamen rijit diyaframsız yapıların hesabı yapılabilir. Ayrıca genel analiz programı olan SAP2000 programı ile analiz yapılmıştır [43].

Yapının modellenmesinde bodrum katlar dikkate alınmamış, yapı zemin katta ankastre kabul edilerek üst yapı rijit diyaframlı olarak çözülmüştür. Yapı yükleri, binanın deney anındaki durumuna göre alınmıştır. Modelleme yapılırken yapının kolon, kiriş, perde, döşeme vb. tüm taşıyıcı elemanları aynen girilmiş, yapı elemanların ara mesafeleri, kat yüksekliği, çelik ve beton sınıfı da mevcut değerler alınarak analiz yapılmıştır. İlk olarak yapının duvar, sıva, seramik vb. imatları yapılmamış olup, yapı modelinde de eklenmemiştir. (Şekil 3.11, Şekil 3.13, Şekil 3.15) Daha sonra

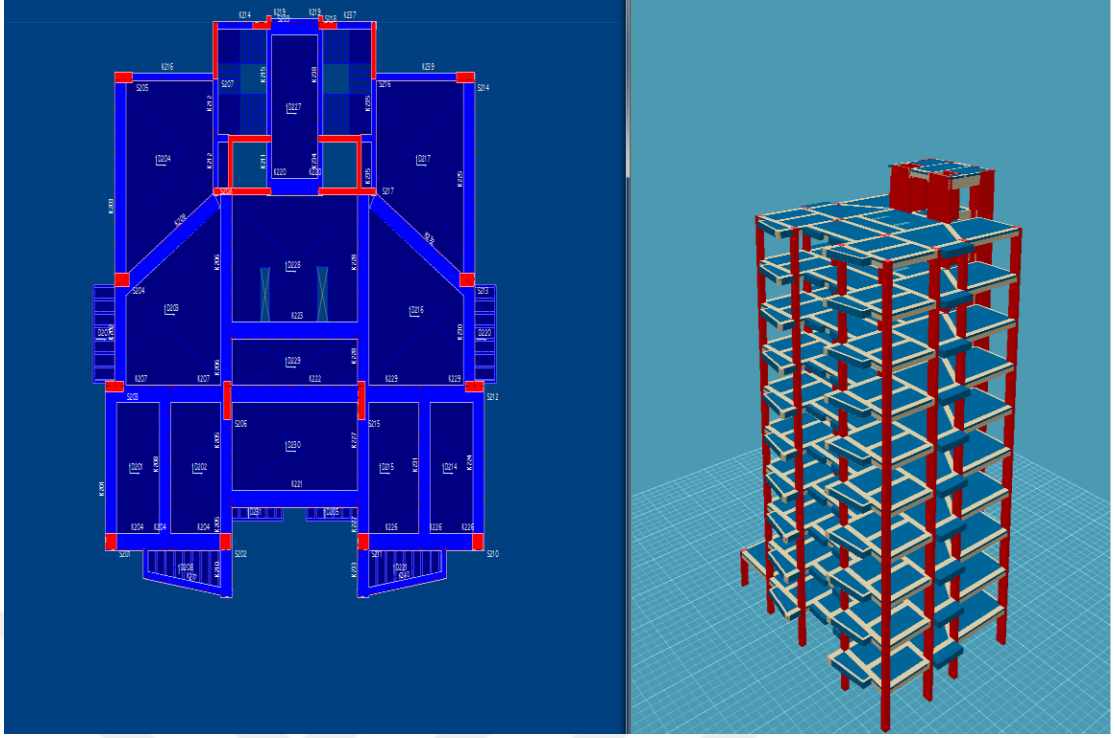
yapı tamamlanmış durumunda yani kolon, perde, döşeme gibi taşıyıcı sistem elemanlarının yanı sıra duvar, seramik vb. yardımcı elemanların da mevcut yapıda bulunduğu şekilde modellenmesi yapılmıştır. (Şekil 3.12, Şekil 3.14, Şekil 3.16). Modelleme yapılırken yapının özellikleri olarak, projelendirme ve yapım aşamasında kullanılan beton malzemesi ve çelik sınıfı kullanılmıştır.



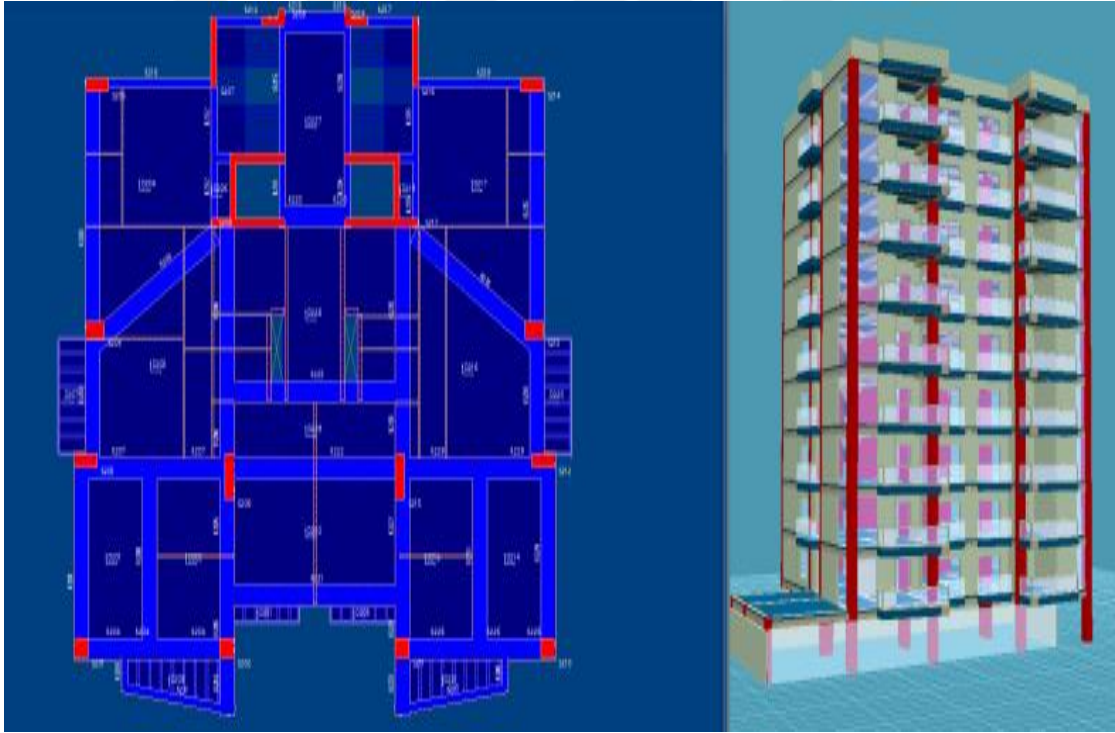
Şekil 3.11. Yalnızca taşıyıcı sistem durumunda İdeCAD Statik program modeli



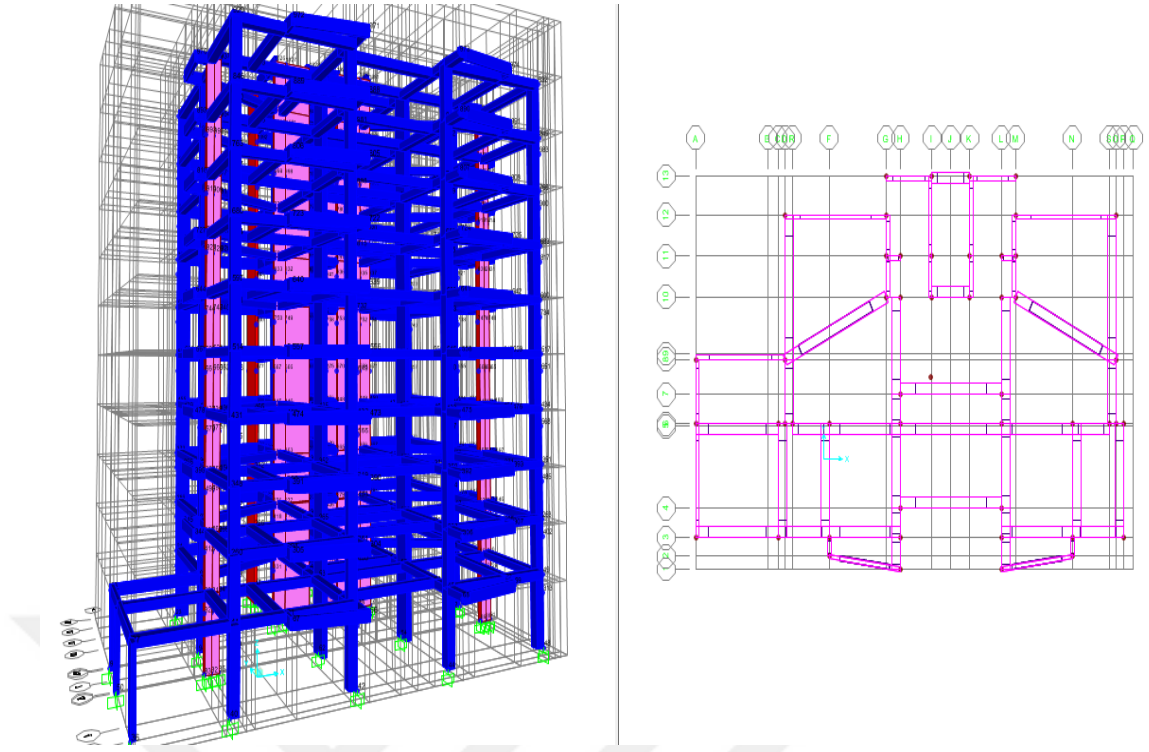
Şekil 3.12. Yapının tamamlanmış durumda İdeCAD Statik program modeli



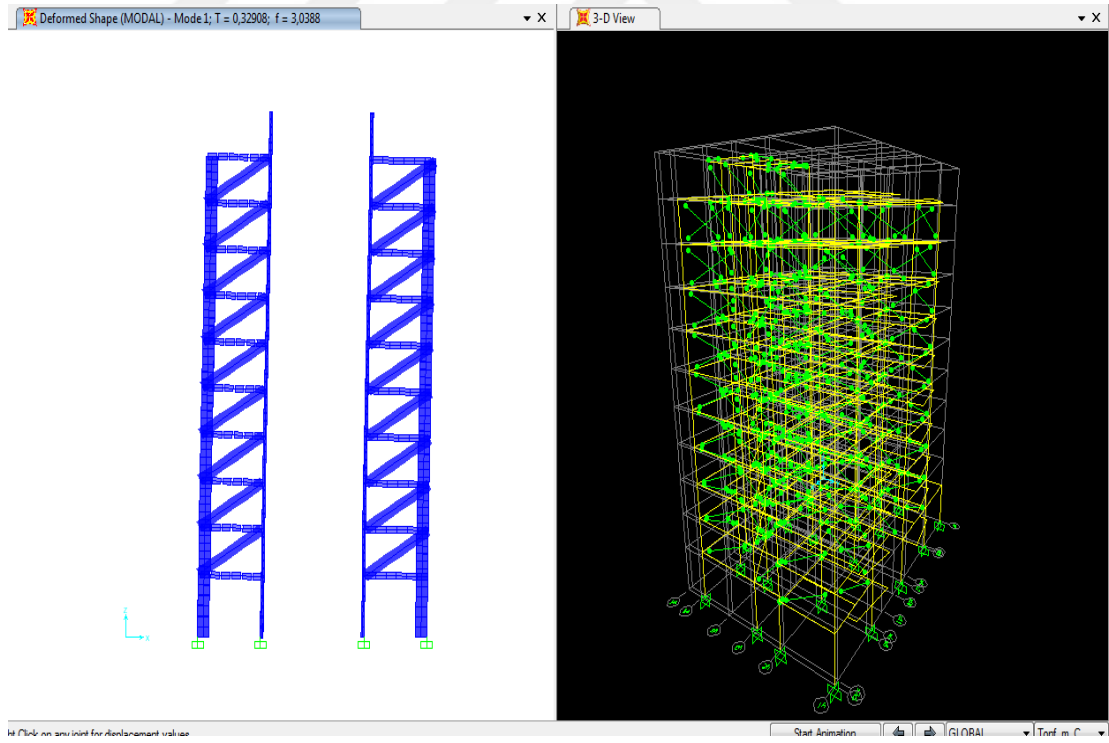
Şekil 3.13. Yalnızca taşıyıcı sistem durumunda STA4CAD program modeli



Şekil 3.14. Yapı tamamlanmış durumda STA4CAD program modeli



Şekil 3.15. Yalnızca taşıyıcı sistem durumunda SAP2000 program modeli



Şekil 3.16. SAP2000 programı dolgu duvarlı(diyagonal çapraz çubuk) modeli

3.2.3. Dolgu Duvarların Analiz Programlarında Modellenmesi

Dolgu duvarlar mimari programlarda yapının dış cephesini oluşturarak yapının dış ortamla irtibatını kesmektedir. Ayrıca duvarlar farklı özelliklerine göre binanın yalıtımını sağlamakta, iç mekanları birbirinden ayırmaktadır. Dolgu duvarlar taşıyıcı eleman olarak da kullanılabilir ancak günümüzde taşıyıcı özelliği olan dolgu duvarlar olsa da genel olarak bölme duvar olarak kullanılmaktadır. Gelişen duvar teknolojileri ile duvarların yapıya yük olarak etkisinin azaltıldığı, mukavemetinin artırıldığı, kullanım rahatlığının artırıldığı birçok duvar çeşidi bulunmaktadır. Mimari olarak kullanılan duvarların artık yapısal analizlerde de göz önüne alınması gerektiği yapılan deney ve çalışmalardan anlaşılmaktadır.

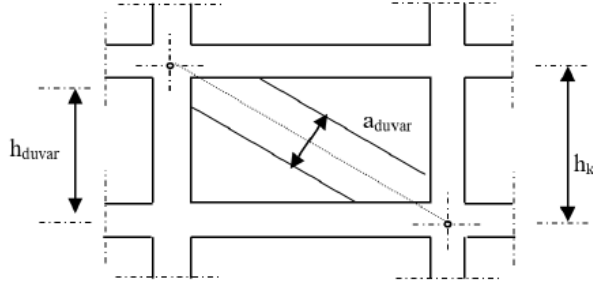
Piyasada sıklıkla kullanılan statik betonarme analiz programlarında dolgu duvarlar, duvarın kalınlığı ve cinsine göre yük analizi yapılmakta, analizde yapıya yük olarak girilmektedir. Çalışmada kullandığımız STA4CAD Statik ve ideCAD Statik programlarında dolgu duvarlar yapıya yalnızca düşey yük olarak etki etmektedir. Programlarda giriş üzerinde duvar varsa giriş üzerine yük olarak girilmekte, döşeme üzerinde veya temel üzerinde duvar varsa yine yük olarak girilmekte ve analizi yapılmaktadır. STA4CAD Statik analiz programında yapının taşıyıcı sistem aşamasında toplam yapı yükü 3.514 ton iken yapının tamamlandıktan sonra toplam yapı yükü 5.395 ton olmaktadır.

SAP2000 programında ise yapının yanal rijitliğini, sönüm oranı vb. dinamik özelliklerini etkileyecek şekilde dolgu duvarlar modellenerek yapıya etki ettirilmektedir. Analiz programlarında duvarların modellenmesi için birçok çalışma yapılmış, belli kabuller ve katsayılar ortaya çıkmıştır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanı çapraz çubuk modellemesidir.

Eşdeğer diyagonal basınç çubuğu yaklaşımı, dolgulu çerçeveler için çok basit bir hesap tarzı getirmektedir. Bu yaklaşımda, kat hizalarına tesir eden yatay kuvvetler altındaki dolgunun, kuvvetin tesir ettiği bu düğüm noktası ile diyagonaldeki düğüm noktası arasında bir basınç çubuğu gibi davrandığı varsayılmaktadır [40].

Çapraz çubukların modellenmesi ile ilgili kabuller ve formüller DBYBHY 2007 ve FEMA 306 da tanımlandığı üzere aşağıda verilmektedir.

Dolgu duvarın kalınlığı, dolgu duvarın mevcut kalınlığı alınmak üzere, dolgu duvarın genişliği denklem 3.1. ile bulunmaktadır.



Şekil 3.17. Çapraz dolgu duvar modeli

$$a_{duvar} = 0,175(\lambda_{duvar} \times h_k)^{-0,4} \times r_{duvar} \quad (\text{Denklem 3.1})$$

$$\lambda_{duvar} = \left[\frac{E_{duvar} \times t_{duvar} \times \sin 2\theta}{4 \times E_c \times I_k \times h_{duvar}} \right]^{1/4} \quad (\text{Denklem 3.2})$$

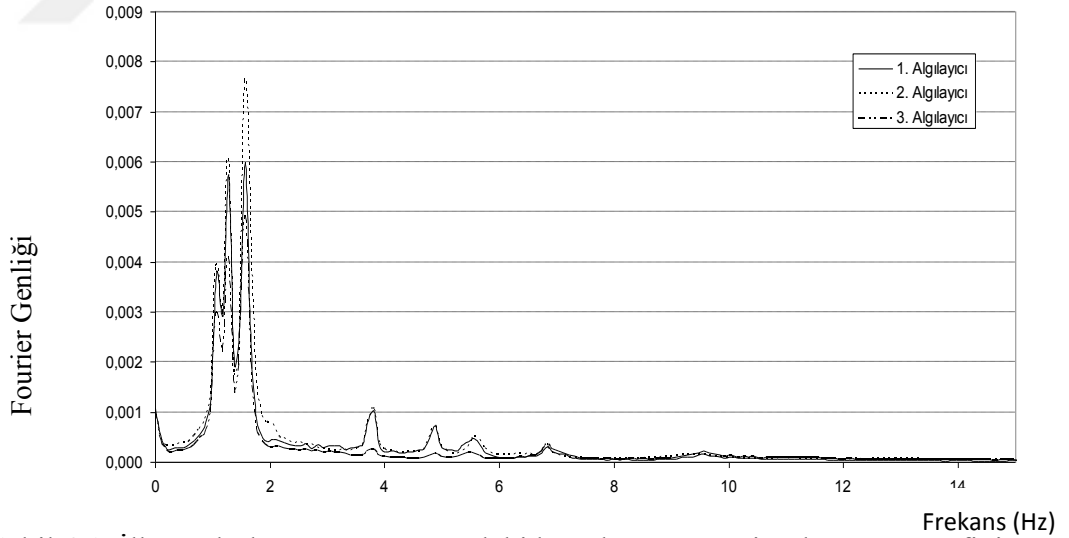
SAP2000 programı ile dolgu duvarların diyagonal çapraz çubuk olarak modellenmesi yapılarak, dolgu duvarsız analiz sonuçlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Dolgu duvarların iki ucu mafsallı olarak modellendiği birçok çalışmada, tek yöne çapraz olarak inceleme yapılmıştır. Çalışmamızda da tek yöne çapraz çubuk modelleyerek analiz yapılmıştır.

4. SAYISAL DEĞERLER

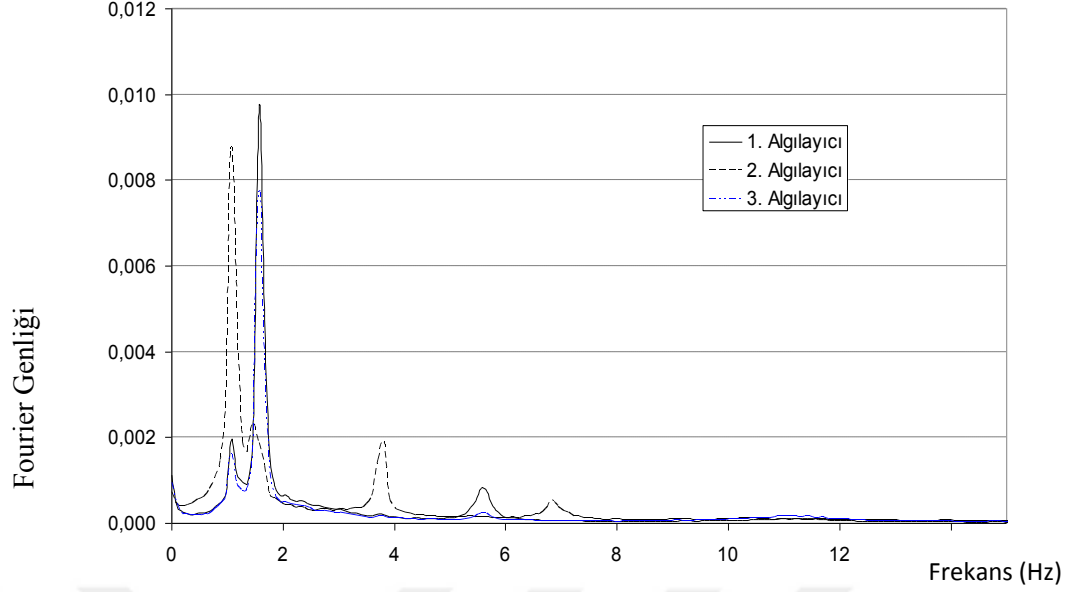
4.1. Titreşim Kayıtları İle Elde Edilen Dinamik Parametreler

Yapılardan alınan titreşim dataları zaman alanında tanımlanmıştır (Yapının herhangi bir noktada ivme veya hız değerlerinin zamanla değişimini gösteren kayıtlar gibi). Fourier dönüşümü aynı verilerin frekans alanında tanımlanmasını sağlar. Yani zaman alanında alınan kaydın frekans alanındaki eşdeğerini bulmak için Fourier dönüşümü yapılır. Fourier dönüşümü yapılarak herhangi bir sinyali değişik frekanslardaki sinus eğrilerinin toplamı olarak yazabiliriz. Yapının modal frekans dolayısı ile periyot değerlerini bulmak için alınan kayıtların Fourier dönüşümlerindeki genlik değerlerini hesaplamak yeterlidir [5].

On katlı sadece taşıyıcı sistemi yapılan yapıdan elde edilen titreşim kayıtlarının Fourier dönüşümleri alındığında yapının modal titreşim frekansları hesaplanabilmektedir. Şekil 4.1.'de üst katlardaki ilk 3 algılayıcının x yönündeki kayıtlarının Fourier dönüşüm grafiğini, Şekil 4.2.'de ise y yönünde elde edilen kayıtların Fourier dönüşümleri görülmektedir.



Şekil 4.1. İlk üç algılayıcının x yönündeki kayıtlarının Fourier dönüşüm grafiği



Şekil 4.2. İlk üç algılayıcının y yönündeki kayıtlarının Fourier dönüşüm grafiği

4.1.1. Yapının Taşıyıcı Sistem Aşamasında Dinamik Parametreleri

Bu grafiklerden okunarak, yapının x ve y yönündeki modal titreşim frekans ve periyot değerleri Çizelge 4.1.'de sunulmaktadır.

Çizelge 4.1. Titreşim kayıtlarından elde edilen frekans-periyot değerleri

	Frekans(Hz)	Periyot(sn)
1. Mod	1.27	0.79
2. Mod	1.47	0.68
3. Mod	1.56	0.64

4.1.2. Yapının Tamamlanmış Aşamasında Dinamik Parametreleri

Yapının tamamlanmış durumunda çevrel titreşim kayıtları alınmıştır. Elde edilen dinamik parametreler Çizelge 4.2'de verilmektedir.

Çizelge 4.2. Titreşim kayıtlarından elde edilen frekans-periyot değerleri

	Frekans(Hz)	Periyot(sn)
1. Mod	1.69	0.59
2. Mod	2.27	0.44
3. Mod	2.32	0.43

4.2. Yapı Analiz Programları ile Elde Edilen Dinamik Parametreler

Çevrel titreşim kayıtları ile bulunan periyot ve frekans değerleri ile paket programlar ile analiz edilerek bulunan periyot ve frekans değerleri karşılaştırılmıştır. Yapıdan alınan titreşim kayıtlarının analizi ile elde edilen sonuçlar öncelikle yapının dizaynı, ve analitik modellemesi sırasında kullanılan dinamik parametrelerin (periyotlar, mod şekilleri, sönüm oranları gibi) doğruluğunun kontrol edilmesinde kullanılır[14].

Burada bulunan değerler ile analizi yapılan yapı modelleri üzerinden çalışma yapılarak daha doğru sonuçlara ulaşılabilecek modeller oluşturulabilir. Şekil 3.11 - Şekil 3.16'da yapı modellerinin genel görünüşü bulunmaktadır.

4.2.1. Yapının Taşıyıcı Sistem Aşamasında Analiz Programlarıyla Elde Edilen Parametreleri

Analiz programları ile yapı modellemelerinin analizi sonucunda elde edilen dinamik parametreler Çizelge 4.3' de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Yapının programdan elde edilen periyot değerleri

	1. Periyot(sn)	2. Periyot(sn)	3. Periyot(sn)
ideCAD	0.78 (X)	0.68 (Y)	0.71(Burulma)
STA4CAD	0.77 (X)	0.69 (Y)	0.50 (Burulma)
SAP2000	0.85(X)	0.71(Y)	0.53(Burulma)

4.2.2. Yapının Tamamlanmış Aşamasında Analiz Programlarıyla Elde Edilen Parametreleri

Analiz programları ile yapı modellemelerinin analizi sonucunda elde edilen dinamik parametreler Çizelge 4.4’de verilmiştir. Dolgu duvarın kütlesi etki ettirilerek analizi;

Çizelge 4.4. Yapının programdan elde edilen periyot değerleri

	1. Periyot(sn)	2. Periyot(sn)	3. Periyot(sn)
ideCAD	0.98 (X)	0.86 (Y)	0.82 (Burulma)
STA4CAD	0.88 (X)	0.79 (Y)	0.57 (Burulma)
SAP2000	0.98(X)	0.78(X)	0.59(Burulma)

Dolgu duvarın diyagonal çapraz çubuklarla etki ettirilerek analiz sonuçları Çizelge 4.5.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Yapının programdan elde edilen periyot değerleri

	1. Periyot(sn)	2. Periyot(sn)	3. Periyot(sn)
SAP2000	0.33(X)	0.31(Y)	0.25(Burulma)

4.3. Elde Edilen Dinamik Parametrelerin Karşılaştırılması

Yapıdan deneysel yöntem ve analiz yöntemi ile elde edilen periyotlar farklı aşamalarda karşılaştırma yapılarak her iki yöntem ile elde edilen parametreler değerlendirilecek ayrıca aynı yöntemle farklı aşamalarda elde edilen parametreler değerlendirilecektir.

4.3.1. Titreşim Kayıtlarından Elde Edilen Verilerin Karşılaştırılması

Yapının taşıyıcı kısım aşamasında, duvarları örülmemiş, zemin kaplamaları ve duvar kaplamaları vb. imalatları tamamlanmamış durumda elde edilen veriler ile yapının tamamı bitmiş durumda elde edilen dinamik parametreler Çizelge 4.6.'da karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.6. Titreşim kayıtları ile elde edilen değerlerin karşılaştırılması

Periyot (sn)	Sadece Taşıyıcı Sistem Olması Durumu	İnşaat Tamamlanmış Kullanım Durumu	Fark
1. Mod	0.79 (x)	0.59 (x)	% 33.9
2. Mod	0.68 (y)	0.44 (y)	% 54.5
3. Mod	0.64 (burulma)	0.43 (burulma)	% 48.8

4.3.2. Analiz Programlarıyla Elde Edilen Dinamik Parametrelerin Karşılaştırılması

Yapının ilk durumuna göre yapılan analiz sonucu elde edilen periyot değerleri ile yapının tamamlanmış durumuna göre analiz sonucu elde edilen periyot değerleri Çizelge 4.7’de karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.7. Analiz sonuçları ile elde edilen değerlerin karşılaştırılması

(STA4CAD)			
Periyot (sn)	Sadece Taşıyıcı Sistem Olması Durumu(sn)	İnşaat Tamamlanmış Kullanım Durumu(sn)	Fark
1. Mod	0.76 (x)	0.88 (x)	% 15.7
2. Mod	0.69 (y)	0.79 (y)	% 14.5
3. Mod	0.50 (burulma)	0.57 (burulma)	% 14
(ideCAD)			
Periyot (sn)	Sadece Taşıyıcı Sistem Olması Durumu(sn)	İnşaat Tamamlanmış Kullanım Durumu(sn)	Fark
1. Mod	0.77 (x)	0.98 (x)	% 27.2
2. Mod	0.68 (y)	0.86 (y)	% 26.4
3. Mod	0.65 (burulma)	0.82 (burulma)	% 26.1
(SAP2000)			
Periyot (sn)	Sadece Taşıyıcı Sistem Olması Durumu(sn)	İnşaat Tamamlanmış Kullanım Durumu(sn)	Fark
1. Mod	0.85 (x)	0.33 (x)	% 61
2. Mod	0.71 (y)	0.31 (y)	% 56
3. Mod	0.53 (burulma)	0.25 (burulma)	% 52

4.2.3. Yapının Taşıyıcı Kısım Aşamasında Çevrel Titreşim Kayıtları İle Elde Edilen Parametreler ile Analiz Programlarıyla Elde Edilen Dinamik Parametrelerin Karşılaştırılması

Çalışmanın ilk aşamasında, çevrel titreşim kayıtları ile elde edilen periyot değerleri ile yapı analizleri ile elde edilen periyot değerleri Çizelge 4.8’de karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.8. Yapının deneysel ve sayısal olarak elde edilen periyot değerlerinin karşılaştırılması

	(STA4CAD) Periyot(sn)	Titreşim Kayıtları ile Periyot (sn)	Fark
1. Mod	0.76 (x)	0.79 (x)	% 4
2. Mod	0.69 (y)	0.68 (y)	% 1
3. Mod	0.50 (burulma)	0.64 (burulma)	% 28
	(İdeCAD) Periyot (sn)	Titreşim Kayıtları ile Periyot (sn)	Fark
1. Mod	0.77 (x)	0.79 (x)	% 2
2. Mod	0.68 (y)	0.68 (y)	% 0
3. Mod	0.65 (burulma)	0.64 (burulma)	% 1
	(SAP2000) Periyot (sn)	Titreşim Kayıtları ile Periyot (sn)	Fark
1. Mod	0.85 (x)	0.79 (x)	% 7
2. Mod	0.71 (y)	0.68 (y)	% 4
3. Mod	0.53 (burulma)	0.64 (burulma)	% 17

4.2.4. Yapının Tamamlanmış Durumda Çevrel Titreşim Kayıtları İle Elde Edilen Parametreler ile Analiz Programlarıyla Elde Edilen Dinamik Parametrelerin Karşılaştırılması

Çalışmanın ikinci aşamasında, çevrel titreşim kayıtları ile ilde edilen periyot değerleri ile yapı analizleri ile elde edilen periyot değerleri Çizelge 4.9'da karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.9. Yapının deneysel ve programdan elde edilen periyot değerlerinin karşılaştırılması

	(STA4CAD) Periyot(sn)	Titreşim Kayıtları ile Periyot (sn)	Fark
1. Mod	0.88 (x)	0.59 (x)	% 32
2. Mod	0.79 (y)	0.44 (y)	% 44
3. Mod	0.57 (burulma)	0.43 (burulma)	% 24
	(İdeCAD) Periyot (sn)	Titreşim Kayıtları ile Periyot (sn)	Fark
1. Mod	0.98 (x)	0.59 (x)	% 39
2. Mod	0.86 (y)	0.44 (y)	% 48
3. Mod	0.82 (burulma)	0.43 (burulma)	% 47
	(SAP2000) Periyot (sn)	Titreşim Kayıtları ile Periyot (sn)	Fark
1. Mod	0.33 (x)	0.59 (x)	% 44
2. Mod	0.31 (y)	0.44 (y)	% 29
3. Mod	0.25 (burulma)	0.43 (burulma)	% 41

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmada dolgu duvarların yapının dinamik parametrelere etkisinin araştırmak üzere 10 katlı betonarme bina üzerinde titreşim kayıtları ile deney yapılmıştır. İlk olarak taşıyıcı kısmı tamamlanmış olan betonarme binanın çevrel titreşim kayıtları kullanılarak periyotları bulunmuştur. Bina taşıyıcı kısmı tamamlanmış durumuna göre piyasada sıklıkla kullanılan farklı iki adet analiz ve tasarım paket programı yardımı ile modellenerek analiz edilmiştir. Ayrıca genel amaçlı analiz programı olan farklı bir program ile de analiz yapılmıştır. Binanın aynı durumu ile ilgili ilk 3 mod, deneysel ve model analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. İlk iki moda göre deneysel ve sayısal analiz sonuçları birbirine oldukça yakın(%0-%7) olduğu görülmüş, 3. modda ise ilk programla deneysel sonuç arasında %28 oranında fark ikinci programla deneysel sonuç arasında ise % 1 oranında fark ortaya çıkmıştır. Genel amaçlı analiz programında ise 3. modda % 17 fark ortaya çıkmıştır.

Yapının dolgu duvarları, sıva, boya ve duvar kaplamaları ile zemin kaplamaları bittiğinde yani yapı kullanım aşamasına geldiğinde çevrel titreşim kayıtları kullanılarak binanın periyotları bulunmuştur. Binada ölçülen periyot değeri 1. modda ilk duruma göre %33,9 azalmıştır. Diğer modlarda da periyot değerinde azalma görülmüştür.

Sayısal analiz yapılan ilk programda periyot değerleri ilk üç modun ortalamasına göre %14,7 artmıştır. İkinci analiz programında ise periyot değerleri ilk üç modun ortalamasına göre % 26,5 artmıştır. Diğer genel amaçlı analiz programında dolgu duvarlar yapıya yük olarak etkisinin yanında, dolgu duvarlar yapının yanal rijitliğini etkileyecek şekilde diyagonal çapraz çubuklarla modellenerek analiz yapılmış, periyot değerleri ilk üç modun ortalamasına göre ortalama % 56 oranında azalmıştır.

Dolgu duvarlı betonarme binada yapının periyodu ile ilgili yapılan deneysel çalışmada, ortam titreşim kayıtlarından bulunan periyot değerleri, dolgu duvarların yatay rijitliği artırdığı için azalmıştır.

İlk iki analiz programında dolgu duvarların yatay rijitliği göz ardı edildiğinden ve duvarlar düşey yük olarak etki ettiğinden dolayı yapının periyot değerleri artmıştır. Ancak genel amaçlı analiz programında ise dolgu duvarların yapıya düşey yük olarak

etkisi ile birlikte, yapının yanal rijitliğini etkileyecek şekilde modellenerek sayısal analizi yapılmış, bundan dolayı periyot değerleri azalmıştır.

Deneysel sonuca göre dolgu duvarların yapının düşey yükünü artırmasına karşılık, dolgu duvarların yatay rijitliğini artırdığından dolayı, yapının periyodunun düştüğü görülmüştür ancak dolgu duvarların deprem anında yaşanacak bir hasarı sonucunda nasıl bir etki göstereceği, yapı periyodunu nasıl etkileyeceği bilinmemektedir. Piyasada sıklıkla kullanılan analiz programlarının daha doğru sonuçlar alınması için dolgu duvarların farklı dinamik etkilerinin de analize katılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Piyasada yapı analizi programları ile yapılan proje ve uygulamaların, yapı izleme sistemleri ile incelenerek sonuçlarının karşılaştırması ile yapıların daha sağlıklı olacağı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Celep, Z., Kumbasar, N., Deprem mühendisliğine giriş ve depreme dayanıklı yapı tasarımı, Beta, İstanbul, 2004.
- [2] Polyakov, S.V., Investigation of the strenght and of the deformational characteristics of masonry filler walls and facing on framed structures, Constrution Industry Institute, 1950, No.3.
- [3] Kose, M.M., Parameters affecting the fundamental period of rc buildings with infill walls, Engineering Structures, 31, 93-102, 2009.
- [4] Bikçe, M., Geneş, M. C., Kaçın, S. ve Zubaroglu, A., Betonarme bir yapıda duvarsız ve duvarlı hallerin dinamik testleri, 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, ODTÜ-Ankara, 2011.
- [5] Şafak, E., Yapı titreşimlerinin izlenmesi: nedir, neden yapılır ve ne elde edilir, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 285-293, İstanbul-Türkiye 16-20 Ekim 2007,.
- [6] Michel, C., Gueguen, P. Bard, P.Y., Dynamic parameters of structures extracted from ambient vibration measurements: an aid for the seismic vulnerability assessment of existing buildings in moderate seismic hazard regions, Soil Dynam. Earthq. Eng., 28, 593–604, 2008.
- [7] Ivanovic S. S., Trifunac M. D., Novikova E. I., Gladkov A. A. And Todorovska M. I., Ambient vibration tests of a seven story reinforced concrete building in Van Nuys, California, damaged by teh 1994 Northridge earthquake, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 19, 391-411, 2000.
- [8] Brownjohn J., Ambient vibration studies for system identification of tall buildings, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 32(1), 71-95, 2003.
- [9] Bayraktar, A., Türker, T., Altunışık, A. C., Sevim B., Şahin A. ve Özcan M., Binaların dinamik parametrelerinin operasyonel modal analiz yöntemleriyle belirlenmesi, İMO Teknik Dergi, 5185-5205, 2010.

- [10] Sortis, A.D., Antonacci, E. Vestroni, F., Dynamic identification of a masonry building using forced vibration tests, *Engineering Structures*, 27, 155-165, 2005.
- [11] Bradford, S.C., Clinton, J. F., Favela, J. Heaton, T.H., Results of milikan library forced vibration testing, California Institute of Technology Earthquake Engineering Research Laboratory, 2004-03, Pasadena, California.
- [12] Çelebi, M., Phan L. T. And Marshall R. D., Dynamic characteristics of five tall buildings during strong and low-amplitude motions”, *The Structural Design of Tall end Special Buildings*, 2-(1), 1-15, 1993.
- [13] McVerry, G. H., Structural identification in the frequency domain from earthquake records, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 8, Issue 2, 161-180, 1980.
- [14] Şafak, E., Binalardan alınan titreşim kayıtlarının analizi için basit yöntemler, 7. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul -Türkiye, 30 Mayıs-3 Haziran 2011.
- [15] Kaltakçı, M.Y., Arslan, M.H., Taşıyıcı olmayan tuğla dolgu duvarların yapı davranış katsayısına olan etkisinin incelenmesi, *Deprem Sempozyumu*, 598-605, Kocaeli-Türkiye, 23-25 Mart 2005.
- [16] Sivri, M., Demir, F., Kuyucular, A., Dolgu duvarların çerçeve yapının deprem davranışına ve göçme mekanizmasına etkisi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 109-115, 10(1), 2006.
- [17] Kızıloğlu, M.Y., Deprem etkisi altında dolgu duvarların betonarme çerçeve yapılar üzerindeki etkisi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul, 94, 2006.
- [18] Korkmaz, A., Uçar, T., Betonarme binaların deprem davranışında dolgu duvar etkisinin incelenmesi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 101-108, 8(1), 2006.
- [19] Coşgun, T., Pınar, A., Yüksel, F., Coşgun, A., Mevcut yapıların deprem riski analizinde dinamik özelliklerinin belirlenmesi için örnek bir mikrotremor çalışması, *International Earthquake Symposium*, 37-45, Kocaeli-Türkiye, 22-26 Ekim 2007.

- [20] Köse, M.M., Karşlıoğlu, Ö., Dolgu duvarların bina doğal modal periyot ve mod şekline olan etkileri, Altınca Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 261-270, İstanbul-Türkiye, 16-20 Mart 2007.
- [21] Tetik, D., Dolgu duvarların betonarme yapıların serbest titreşimine etkisi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 128, 2007.
- [22] Guler, K., Yuksel, E., Kocak, A., Estimation of the fundamental vibration period of existing RC buildings in Turkey utilizing ambient vibration records. J. Earthquake Eng., 140–150, 12(S2), 2008.
- [23] Yıldırım, M.K., Betonarme çerçevesel yapılarda dolgu duvar oranına göre yapı periyodunun değişiminin saptanması, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 107, 2009.
- [24] Korkmaz, K.A., Ay, Z., Çimen, Ö., Kesin, N., Çelik, D., Bayrak, Ç., Dolgu duvarlı betonarme yapıların deprem davranışında bağ kirişlerinin yapı performansına etkisinin incelenmesi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 19-30, 30(1), 2009.
- [25] Bayraktar, A., Türker, T., Altunışık, A. C., Sevim, B., Şahin, A. Özcan, M., Binaların dinamik parametrelerinin operasyonel modal analiz yöntemleriyle belirlenmesi, İMO Teknik Dergi, 5185-5205, 21(4), 2010.
- [26] Tar, İ.Ö., Dolgu duvarların modellenmesinde kullanılan eşdeğer basınç çubuğu yöntemlerinin karşılaştırılması, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 85, 2010.
- [27] Beyen, K., Kutanis, M., Bal, E., Çevrel ve zorlama kuvvet titreşimleri altında 17 ağustos 1999 kocaali depreminde hasar almış binaların yapı tanı çalışmaları, Yedinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul-Türkiye, 30 Mayıs-3 Haziran 2011.
- [28] Geneş, M.C., Doğanay, E., Bikçe, M., Kaçın, S., Betonarme çerçevesel yapıların zemin yapı etkileşimlerinin kuvvetli yer hareketi kayıtları kullanılarak belirlenmesi, KSU Mühendislik Dergisi, 14(1), 1-7, 2011.
- [29] Salavati, M., Özçelik, Ö., Mısır, S., Kahraman, S., Sensör yoğunluğu ve gürültü faktörlerinin model bir köprünün dinamik parametrelerinin tahminine etkisi, 1.Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Ankara-Türkiye, 11-14 Ekim 2011.

- [30] Hakkak, E.C., Ayaklı çelik su deposunun dinamik davranışının teorik ve deneysel olarak incelenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 82, 2012.
- [31] Yakut, A., Binici, B., Demirel, İ.O., Özcebe, G., Dolgu duvarların deprem davranışına etkisi, 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 1-10, Hatay-Türkiye, 25-27 Eylül 2013.
- [32] Uysal, K.E., Özkul, T.A., Betonarme binalarda dolgu duvarların deprem etkisi altındaki davranışının incelenmesi, 18. Ulusal Mekanik Kongresi, 644-655, Manisa- Türkiye, 26-30 Ağustos 2013.
- [33] Boru, E.O., Kutanis, M., Çevrel titreşim kayıtları ile yapı dinamik parametrelerinin belirlenmesi, SAÜ Fen Bilimler Dergisi, 59-66, 19(1), 2015.
- [34] Aksoy, H.B., Avşar, Ö., Dolgu duvarların betonarme çerçeve davranışına etkisinin basitleştirilmiş bir yöntemle ele alınması, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 115-122, 21(3), 2015.
- [35] Demirel, İ.O., Yakut, A., Binici, B., Canbay, E., Betonarme çerçevelerde dolgu duvarların etkisinin incelenmesi üzerine deneysel çalışma, 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, İzmir-Türkiye, 14-16 Ekim 2015.
- [36] Aras, F., Betonarme bir binada bölme duvarların bina dinamik özelliklerine olan etkilerinin incelenmesi, 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, İzmir-Türkiye, 14-16 Ekim 2015.
- [37] Aras, F., Betonarme binalarda bölme duvar etkilerinin tam ölçekli deneylerle araştırılması, İMO Teknik Dergi, 8551-8568, 29(5), 2018.
- [38] Akyürek, O., Tekeli, H., Demir F., Plandaki dolgu duvar yerleşiminin bina performansı üzerindeki etkisi, Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 42-55, 10(1), 2018.
- [39] Sağlıyan, S., Dolgu duvarların modellenme yaklaşımlarının betonarme çerçeve davranışına etkisi, Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 165-174, 30(2), 2018.
- [40] Smith, B.S., Lateral stiffness of infilled frames. ASCE Structural Division Journal, 183- 199, 1962
- [41] STA Bilgisayar Mühendislik Müşavirlik Limited Şirketi Manuel Erişim adresi: <http://www.sta4.net/staproperty.aspx>, Erişim Tarihi: 01.01.2018

- [42] İdeYAPI Manuel Erişim adresi: [http:// https://www.idecad.com.tr/portfolio-type/idecad-betonarme-ozet/daha-fazlasi/](http://https://www.idecad.com.tr/portfolio-type/idecad-betonarme-ozet/daha-fazlasi/), Erişim Tarihi: 01.01.2018
- [43] Computers & Structures, Inc Manuel Erişim adresi: [http:// https://www.csiamerica.com/products/sap2000](http://https://www.csiamerica.com/products/sap2000), Erişim Tarihi: 01.06.2018



ÖZGEÇMİŞ

1. Adı Soyadı : Emrah SOYSAL

2. Doğum Tarihi : 24.09.1988

3. Ünvanı : İnşaat Mühendisi

4. Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Bitirme Yılı
Lisans	İnşaat Mühendisliği	Fırat Üniversitesi	2010
Yüksek Lisans	İnşaat Mühendisliği	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	2019

1. İş Tecrübesi :

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Kontrol Elemanı(İnşaat Mühendisi)	Dinamik Güç Yapı Denetimi Limited Şirketi(Hatay)	2010-2012
Mühendis(İnşaat Mühendisi)	Osmaniye Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü	2012-.....

2. Yayınlar :

1. Soysal E., Kaçın S., Betonarme Bir Yapının Çevrel Titreşim Altındaki Kayıtları İle Dinamik Parametrelerinin Belirlenmesi, 4909-4917, Adana-Türkiye, 26-28 Ekim 2016.
2. Soysal E., Kaçın S., Dolgu Duvarların Betonarme Bir Yapının Dinamik Davranışına Etkileri, International Advanced Researches & Engineering Congress, 1909-1914, Osmaniye-Türkiye, 16-18 Kasım 2017