

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI DUVAR MALZEMELERİNİN YAPI PERFORMANSINA ETKİSİNİN
İNCELENMESİ

Mazlum Doğan ÇOBAN

TEMMUZ 2022

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI DUVAR MALZEMELERİNİN YAPI PERFORMANSINA ETKİSİNİN
İNCELENMESİ

Hazırlayan
Mazlum Doğan ÇOBAN

Danışman
Doç. Dr. Ercan IŞIK

Jüri Üyeleri
Doç. Dr. Ercan IŞIK
Prof. Dr. Abdülhalim KARAŞİN
Dr. Öğr. Üyesi Fatih AVCİL

TEMMUZ 2022

ONAY

Mazlum Doğan ÇOBAN tarafından hazırlanan “Farklı Duvar Malzemelerinin Yapı Performansına Etkisinin İncelenmesi” adlı tez çalışması .../.../... tarihinde yapılan sınavla aşığıdaki jüri tarafından oybirliğı/oyçokluğu ile Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliğı Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Fatih AVCİL

(Başkan)

Doç. Dr. Ercan IŞIK

(Danışman)

Prof. Dr. Abdülhalim KARAŞİN

(Üye)

Bu tezin kabulü, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../...gün ve .../... sayılı kararı ile onaylanmıştır

Doç. Dr. Mehmet Bakır ŞENGÜL
Enstitü Müdürü

BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre hazırlamış olduğum “**Farklı Duvar Malzemelerinin Yapı Performansına Etkisinin İncelenmesi**” adlı tezimin özgün bir çalışma olduğunu, tez hazırlanırken tüm aşamalarda bilimsel etik ilkelerine uygun davrandığımı, tez kapsamında sunulan tüm verileri bilimsel etik ilkelerine uygun elde ettiğimi, tezde faydalandığım tüm eserlere atıf yaptığımı ve kaynaklar kısmında bu eserleri gösterdiğimi beyan ederim. 21/07/2022

Mazlum Doğan ÇOBAN
İmza

ÖZET

FARKLI DUVAR MALZEMELERİNİN YAPI PERFORMANSINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Mazlum Doğan ÇOBAN

Yüksek Lisans Tezi

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ercan IŞIK

Temmuz 2022, 52 sayfa

Deprem etkisi altındaki betonarme yapılarda dolgu duvarların olumlu katkıları bulunmaktadır. Betonarme yapılarda bölme ayırıcı olarak kullanılan dolgu duvarlar farklı malzemelerden inşa edilebilmektedirler. Bu çalışma kapsamında dolgu duvar malzeme değişiminin yapısal performans üzerindeki etkisi detayları ile birlikte incelenmiştir. Bu bağlamda örnek olarak seçilen betonarme bir yapıda bims, tuğla duvar ve gaz beton olmak üzere üç farklı dolgu duvar malzemesi dikkate alınarak yapısal analizler gerçekleştirilmiştir. Her bir malzeme çeşidi oluşturulan yapısal modeller için elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Dolgu duvar malzeme değişimi için ayrıca maliyet analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma ile duvar malzeme farklılığının hem yapısal analizlere hem de yapı maliyetine etkisi ortaya konmaya çalışılmıştır. Çalışma kapsamında hiç dolgu duvar içermeyen salt betonarme çerçeve için de yapısal analizler yapılarak dolgu duvar katkısı belirlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Betonarme, yapısal performans, dolgu duvar, malzeme, maliyet

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT WALL MATERIALS ON BUILDING PERFORMANCE

Mazlum Doğan ÇOBAN

Master Thesis

Bitlis Eren University Graduate Education Institute

Department of Civil Engineering

Supervisor: Assoc. Doç. Dr. Ercan IŞIK

July 2022, 52 page

Infill walls have positive contributions in reinforced-concrete structures under the impact of earthquakes. Infill walls used as partition separators in reinforced-concrete structures can be constructed from different materials. Within the scope of this study, the effect of the infill wall material change on the structural performance has been examined in detail. In this context, structural analyses were carried out in a reinforced-concrete structure selected as an example, taking into account three different infill wall materials such as pumice, brick wall and gas concrete. The results obtained for the structural models created for each material type were compared. Cost analyses were also carried out for the infill wall material replacement. With this study, the effect of the wall material difference on both the structural analysis and the cost of the building was tried to be revealed. Within the scope of this study, structural analyses were made for the bare reinforced-concrete frame that did not contain any infill walls, and the contribution of the infill wall was tried to be determined.

Keywords: Reinforced-concrete, structural performance, infill walls, material, cost

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezinde böyle güzel bir konuyu öneren ve yüksek lisansımın her aşamasında vermiş olduğu desteğin yanı sıra, özellikle tez yazım aşamasında yaşadığım vazgeçişlerde bana olan inancı ile tezimi tamamlamamda en büyük pay sahibi olan, bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ercan IŞIK'a sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

Yüksek lisans çalışmalarımın her aşamasında katkılarını benden esirgemeyen Bitlis Eren Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde görevli tüm personele teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca hayatım boyunca en iyi seviyeye gelmem için hiçbir zaman maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme minnet ve şükranlarımı sunarım.



ÖNSÖZ

Betonarme malzemesinin inşaat sektöründe kullanıma başlanması ile birlikte, özelliklerinden dolayı geniş bir kullanım alanına sahip olmuştur. Günümüzde çoğu ülkede olduğu gibi, ülkemizde de yapı stokunun çoğunluğunu betonarme yapılar oluşturmaktadır. Bu tür mühendislik yapılarında yükler altındaki katkısı genellikle ihmal edilen dolgu duvarlar farklı tür yapı malzemeleri kullanılarak inşa edilebilmektedir. Bu tür duvarlar, genellikle betonarme çerçevelerde oluşacak boşlukları doldurmak ve mekan ayırıcı olarak kullanılabilirler. Dolgu duvarların yapımında farklı tür duvar malzemelerinin, malzeme özelliklerinden dolayı hem yapısal analiz sonuçlarına hem de yapı toplam maliyetine değişik düzeylerde etkisi olmaktadır.

Betonarme yapılarda kullanılacak dolgu duvar malzeme farklılığının hem analiz hem de maliyete etkisinin incelenmesi bu yüksek lisans tezinin esas amacıdır. Bu açıdan üç farklı duvar malzemesi dikkate alınarak yapısal analizler gerçekleştirilmiştir. Duvar malzemesi seçiminde ülkemizde dolgu duvar yapımında yaygın olarak kullanılan bims, tuğla ve gaz beton duvar malzemesi olarak dikkate alınmıştır. Her bir duvar malzemesi için yazılım kullanılarak nümerik analizler yapılmıştır. Bu tez çalışmasında ayrıca dolgu duvar katkısının ortaya konması adına tamamen dolgu duvarsız betonarme yapı modeli içinde analizler gerçekleştirilmiştir. Oluşturan dört farklı yapısal model ile birlikte hem dolgu duvar malzeme değişimi hem de dolgu duvar katkısı ayrı ayrı incelenmiştir. Ayrıca, bu çalışmada dolgu duvar malzeme değişiminin maliyete etkisi de ortaya koymak adına üç farklı malzeme için yapıdaki toplam maliyeti elde edilerek karşılaştırmalar yapılmıştır.

Bu tez çalışması betonarme yapılarda dolgu duvar etkisinin incelenmesini konu edinmiştir. Bu kapsamda örnek olarak seçilen betonarme yapı modelinde bulunan dolgu duvar miktarı hiç değiştirilmeden yapısal analizler gerçekleştirilmiştir. Her bir yapısal model için IDECAD yazılım programı yardımı ile gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre farklı parametreler elde edilmiştir. Elde edilen tüm sonuç değerleri karşılaştırılarak öneriler yapılmıştır.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
SİMGELER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR DİZİNİ	x
1.GİRİŞ	1
2.MATERYAL VE YÖNTEM	5
2.1. Çalışmada Dikkate Alınan Dolgu Duvar Malzemeleri.....	8
2.1.1.Tuğla.....	8
2.1.2 Bims	10
2.1.3.Gazbeton	11
2.2. İncelenen Betonarme Yapı	13
2.3. Çalışmada Kullanılan Analiz Türleri	15
3.BULGULAR	17
3.1. Dolgu Duvar İçermeyen BA Yapı (Model1).....	17
3.2. Dolgu Duvarların Tuğla Olması Durumu (Model 2).....	22
3.3. Dolgu Duvarların Bims Olması Durumu (Model 3).....	27
3.4. Dolgu Duvarların Gazbeton Olması Durumu (Model 4).....	32
3.5. Dolgu Duvar Malzeme Değişiminin Maliyete Etkisi.....	44
4.SONUÇLAR	46
5.KAYNAKLAR	48
ÖZGEÇMİŞ	52

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE

Sayfa

2. 1. Çalışmada kullanılan tuğla duvar özellikleri	10
2. 2. Çalışmada kullanılan bims duvar özellikleri	11
2. 3. Çalışmada kullanılan gazbeton duvar özellikleri	12
2. 4. Örnek BA bina modeli için elde edilen deprem parametreleri	14
2. 5. Örnek olarak kullanılan BA bina için dikkate alınan yapısal özellikler	15
2. 6. Deprem yer hareket düzeyi	16
3. 1. Çalışmada dikkate alınan yapısal modeller	17
3. 2. Model 1'e ait yapı kütle değerleri	17
3. 3. Model 1'e ait farklı modeller için elde edilen periyot değerleri	18
3. 4. Model 1 için yapıya ait deprem kuvveti ve moment değerleri	18
3. 5. Model 1 için yapıya ait düşey yük momentleri	19
3. 6. X doğrultusunda model 1'de oluşan deprem yükleri	19
3. 7. Y doğrultusunda model 1'de oluşan deprem yükleri	20
3. 8. Model 1'e ait X yönündeki yerdeğiştirme değerleri	20
3.9. Model 1'e ait Y yönündeki yerdeğiştirme değerleri	21
3. 10. Model 1 için taban kesme kuvvet değerleri	21
3. 11. Model 1 için model devrilme moment değerleri	22
3. 12. Model 2 için yapıya ait kütle değerleri	22
3. 13. Model 2'de farklı modeller için elde edilen periyot değerleri	23
3. 14. Model 2 için yapıya ait deprem kuvveti ve moment değerleri	23
3. 15. Model 2 için yapıya ait düşey yük moment değerleri	24
3. 16. Model 2'ye ait X yönündeki deprem yükleri	24
3. 17. Model 2'ye ait X yönündeki yerdeğiştirme değerleri	25
3. 18. Model 2'ye ait Y yönündeki yerdeğiştirme değerleri	25
3. 19. Model 2'ye ait taban kesme kuvveti değerleri	26
3. 20. Model 2'ye ait devrilme moment değerleri	26
3. 21. Model 3 için yapıya ait kütle	27
3. 22. Model 3'e ait farklı modeller için elde edilen periyot değerleri	27
3. 23. Model 3 için yapıya ait deprem kuvvet ve moment değerleri	28
3. 24. Model 3 için yapıya ait düşey yük moment değerleri	28
3. 25. Model 3 için yapıya ait katlara etkiyen X yönü yatay yük değerleri	29

3.26. Model 3 için yapıya ait katlara etkiyen Y yönü yatay yük değerleri	29
3.27. Model 3'e ait X yönündeki yerdeğiştirme değerleri	30
3.28. Model 3'e ait Y yönündeki yer değıştirme değeri	30
3.29. Model 3'e ait taban kesme kuvveti değeri	31
3.30. Model 3'e ait devrilme moment değeri	31
3.31. Model 4 için yapıya ait kütle	32
3.32. Model 4'e ait farklı modeller için elde edilen periyot değeri	32
3.33. Model 4 için yapıya ait düşey yük moment değeri	33
3.34. Model 4 için yapıya ait deprem kuvvet ve moment değeri	33
3.35. Model 4 için yapıya ait katlara etkiyen X yönü yatay yük değeri	34
3.36. Model 4 için yapıya ait katlara etkiyen Y yönü yatay yük değeri	34
3.37. Model 4'e ait X yönünde yerdeğiştirme değeri	35
3.38. Model 4'e ait Y yönünde yerdeğiştirme değeri	35
3.39. Model 4'e taban kesme kuvveti değeri	36
3.40. Model 4'e ait devrilme moment değeri	36
3.41. Tüm modellere ait periyot değeri karşılaştırması	37
3.42. Tüm modellere ait deprem kuvveti ve moment değeri karşılaştırması	38
3.43. Tüm modeller ait düşey yük moment değeri karşılaştırması	39
3.44. Tüm modellere ait X yönünde katlara etkiyen yatay kuvvet değeri karşılaştırması	40
3.45. Tüm modellere ait Y yönünde katlara etkiyen yatay kuvvet değeri karşılaştırması	41
3.46. Tüm modellere ait taban kesme kuvveti değeri karşılaştırması	42
3.47. Tüm modellere ait modal devrilme moment değeri karşılaştırması	42
3.48. Kullanılan modellerin performans düzeyi karşılaştırması	43
3.49. X yönünde olan kiriş hasar yüzdeleri karşılaştırması	43
3.50. Y yönünde olan kiriş hasar yüzdeleri karşılaştırması	43
3.51. X yönünde olan düşey elemanlarının hasar yüzdelerinin karşılaştırılması	44
3.52. Y yönünde olan düşey elemanlarının hasar yüzdelerinin karşılaştırılması	44
3.53. Kullanılan modellerin maliyete etkisi	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
2. 1. Bazı depremlerde gözlemlenen dolgu duvar hasarları	6
2. 2. Çalışma kapsamında kullanılan dolgu duvar malzemeleri	8
2. 3. Endüstriyel üretim ile üretilen tuğla çeşitleri.....	9
2. 4. Endüstriyel üretim ile üretilen bims briket çeşitleri	10
2. 5. Endüstriyel üretim ile üretilen gazbeton çeşitleri.....	12
2. 6. Örnek betonarme binaya ait kalıp planı	13
2. 7. Referans BA binaya ait 3 boyutlu modelleri	14



SİMGELER DİZİNİ

F_1	1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı
F_s	Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
g	Yerçekimi ivmesi [$g = 9.81 \text{ m/s}^2$]
$S_{ae}(T)$	Yatay elastik tasarım spektral ivmesi [g]
$S_{aeD}(T)$	Düşey elastik tasarım spektral ivmesi [g]
$S_{de}(T)$	Yatay elastik tasarım spektral yerdeğiştirmesi [m]
S_{DS}	Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
S_{D1}	1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
S_s	Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
S_1	1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
T	Doğal titreşim periyodu [s]
T_A	Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
T_{AD}	Düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
T_B	Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
T_{BD}	Düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
T_p	Binanın hakim doğal titreşim periyodu [s]
$(V_s)_{30}$	Üst 30 metredeki ortalama kayma dalgası hızı [m/s]
$M_{oxn,max}$	X doğrultusunda en büyük modal taban devrilme momentleri
$M_{oyn,max}$	Y doğrultusunda en büyük modal taban devrilme momentleri
$V_{txn,max}$	X doğrultusunda en büyük modal taban kesme kuvvetleri
$V_{tyn,max}$	Y doğrultusunda en büyük modal taban kesme kuvvetleri

KISALTMALAR DİZİNİ

AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
MB	Cisim dalgası büyüklüğü
MS	Yüzey dalgası büyüklüğü
MW	Moment büyüklüğü
MI	Yerel(lokal) büyüklük
NC	Göçme öncesi yerdeğiştirme değeri
SD	Önemli hasar yerdeğiştirme değeri
NL	Sınırlı hasar yerdeğiştirme değeri
PGA	En büyük yer ivmesi [g]
PGV	En büyük yer hızı [cm/sn]
TBDY-2018	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018
DBYBHY-2007	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik2007

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun varoluşundan itibaren barınma, eğlenme, eğitim, ibadet vb. ihtiyaçlar için yapılar inşa etmişlerdir. Farklı türde yapı malzemeleri kullanılarak tesis edilen yapılar zamanın yapım teknolojilerine uygun seçimler ile gerçekleştirilmiştir. Betonarme malzemesinin inşaat sektörüne girmesi ile birlikte betonarmenin farklı özellikleri, betonarmenin birçok yerleşim biriminde yapı malzemesi olarak tercih edilme sebebi olmuştur. Betonarme yapılarda çerçevelerden dolayı oluşan boşlukları doldurmak ve mekanlar bölmek noktasında dolgu duvarlar kullanılmaktadır. Dolgu duvarlar, farklı boyutlardaki farklı malzemeler kullanılarak inşa edilebilmektedir (Gaziç ve Sigmund, 2016; Timuagaroğlu vd., 2019; Işık vd., 2021; Akyıldız vd., 2021).

Betonarme yapılarda çerçevelerde dolgu amacı ile kullanılan bu duvarlar yapıların mevcut tasarımında, çoğu durumda sadece dolgu duvarlarının ağırlığı dikkate alınmakta ve diğer dayanım parametreleri göz ardı edilmektedir. Bu tür çerçevelerin yapısal davranışı, yanal ve düşey olarak yüklenen ilgili dolgu duvarların rijitliği, taşıma kapasitesi, periyodu ve sönüm düzeyi gibi dinamik özelliklerine önemli ölçüde bağlıdır (Pul ve Arslan, 2019; Choi vd., 2017; Özkaynak vd., 2014). Betonarme yapılarda bulunan dolgu duvarlarda depremlerden sonra düzlem içi ve düzlem dışı hasarlar yaygın olarak görülmektedir (Işık vd., 2020; Latifi ve Hadzima-Nyarko, 2021; Hadzima-Nyarko vd., 2021; Tabrizikahou vd., 2021; Kaplan vd., 2010). Bu nedenlerden dolayı dolgu duvar etkisi incelenmeye değer bir konudur.

Dolgu duvarların uygun ve bilinçli yerleştirilip hesaba katılmaması durumunda yapılan hesaplar sonucu elde edilen değerlerin gerçeği yansıtmayacağı deneysel çalışmalarla saptanmıştır (Kaplan, 2008). Literatürde hem deneysel hem de sayısal modelleme yapılarak dolgu duvar etkisi farklı parametreler üzerinde incelenerek dolgu duvar katkısı ortaya net bir şekilde konmuştur.

Kaplan (2008), yaptığı çalışmada dolgu duvarların betonarme taşıyıcı sistem performansına etkisini incelemek için farklı ülkelerin deprem yönetmeliklerindeki standartları kullanarak yatay yük paylaşımında, düşey düzensizliklerde dolgu duvar etkisini belirlemiştir.

Korkmaz ve Uçar (2006), betonarme binaların deprem davranışında dolgu duvar etkisinin incelenmesi için yaptıkları çalışmada iki farklı yapısal model kullanmışlardır. Yapısal modellerde dolgu duvarların etkisini dikkate almışlardır. Düzenli betonarme yapılarda dolgu duvarların kapasite eğrileri, kat yatay yer değiştirmeleri, görelî kat ötelemeleri, katlardaki

maksimum plastik dönmeler ve plastikleşen kesitlerin sistemdeki dağılımlarını karşılaştırmışlardır

İrtem vd., (2005), tarafından yapılan çalışmada, dolgu duvarların betonarme bina davranışına etkisini incelemek amacıyla duvarların olduğu ve olmadığı iki farklı durum için sabit düşey yükler ve orantılı olarak artan yatay deprem yükleri altında malzeme ve geometri değişimleri bakımından lineer olmayan teoriye göre analizleri yapılarak yapı davranışlarını karşılaştırmışlardır.

Sivri ve diğerleri (2006), çalışmalarında dolgu duvarların ve planda duvar yerleşiminin yapı davranışına etkisini incelemek amacıyla değişik dolgu duvar yerleşimlerine sahip betonarme yapı modellerini dikkate almışlardır. Dolgu duvarların yapı periyodunu ve yapıya gelen deprem kuvvetlerini de değiştirdiğini ortaya koymuşlardır.

Sağlıyan (2018), tarafından yapılan çalışmada yatay yüklerin etkisi altında betonarme düzlem çerçeve üzerinde dolgu duvarların etkisini incelemek amacıyla dolgu duvarlar eşdeğer sanal basınç çubuğu ile modellenmiştir. Elde edilen taban kesme ve kolon kesme kuvvetleri, göreceli kat ötelemesi ve periyotlar yapılan değerlendirmelerde temel kriterler olarak ele alınmıştır. Çalışmada değişken olarak kat adedi ve yerel zemin sınıfını seçerek yapısal analizleri gerçekleştirmiştir. Çalışmasında ayrıca düzlem çerçevelerdeki dolgu duvarlar iki farklı yaklaşımla eşdeğer basınç çubuğu olarak modellenerek dolgu duvarların etkisi irdelenmiştir.

Bayülke (2003), çalışmasında dolgu duvarların yapının deprem ve düşey yükler altında davranışına, rijitlik, taşıma gücü, periyot ve sönüm gibi dinamik özelliklerine önemli katkıları olduğunu bazı duvar malzemelerini de kullanarak belirtmiştir.

Akyürek vd.(2018) tarafından yapılan çalışmada, farklı açıklık sayısına ve kat adedine sahip konut türü betonarme binalarda dolgu duvar değişiminin binanın kapasite eğrisi, birinci doğal periyodu, hedef yer değiştirme istemi, birinci kat kolonlarına ait hasar dağılımı, bina performans seviyesi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Tekin vd. (2007), tarafından yapılan çalışmada dolgulu ve dolgusuz dört katlı üç açıklıklı düzlemsel betonarme çerçevelerin çizilen kapasite eğrileriyle dayanımları karşılaştırılmıştır.

Paripour vd., (2021), tarafından yapılan çalışmada ise betonarme çerçevelerde dolgu duvarların aşamalı göçme riski üzerindeki etkisini araştırmaktadır.

Layadi vd. (2020), yaptıkları çalışmada dolgu duvar etkisini deneysel olarak incelemiştir. Bu ve benzeri çalışmalarda betonarme yapılarda kullanılan dolgu duvarların yapı deprem davranışına olumlu katkılar gözler önüne serilmiştir.

Shendkar vd. (2022), 4 katlı betonarme bir bina tasarlanmış ve gerçekçi bir model yapabilmek için dolgudaki boşluklarla farklı dolgu duvar konfigürasyonları dikkate alınmıştır.

Çalışmalarında ayrıca dolgu duvar malzeme değişimi yerine dolgu duvar basınç dayanımlarını değiştirerek analizleri tekrarlamışlardır.

Bu ve benzeri çalışmalarda dolgu duvar etkisi farklı konum, oran, boyut, dayanım, kat adedi ve benzeri değişkenler kullanılarak ortaya konmaya çalışılmıştır. Yapılan tüm çalışmalar dolgu duvarların hesaba katılarak yapılan analizlerin daha gerçekçi olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Betonarme yapılarda her ne kadar çoğunlukla katkısı ihmal edilen dolgu duvarların, yükler altındaki yapıya direnç noktasında önemli katkılar sunduğu hem deneysel hem de sayısal modelleme sonuçları ile ortaya konmaktadır.

Bu tez çalışmasında farklı dolgu duvar malzeme etkisinin belirlenmesi temel amaçtır. Bu amaç doğrultusunda ülkemizde dolgu duvarların yapımında yaygın olarak kullanılan bims, tuğla ve gazbeton gibi üç farklı duvar malzemesi dikkate alınmıştır. Bunu ortaya koyabilmek adına bodrum + zemin + 5 kat olmak üzere toplam 7 katlı betonarme örnek bir yapı modellenmiştir. Bu tez çalışmasında dikkate alınan her bir dolgu duvar malzemesi değişimi dikkate alınarak örnek betonarme yapıda dolgu duvarların tamamı değiştirilerek analizler IDECAD yazılımı ile modal analiz yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir duvar malzemesi için literatür ve yazılım içerisinde yer alan malzeme özellikleri dikkate alınmıştır. Ayrıca dolgu duvar etkisini ortaya koymak adına bu üç yapısal model ile birlikte hiç dolgu duvar içermeyen sadece betonarme çerçeveden oluşan yapı için de analizler ayrıca gerçekleştirilmiştir. Tüm yapısal modeller için bina periyodu, rijitlik, taban kesme kuvveti, kat deplasman değerleri ayrı ayrı elde edilmiştir. Tüm bunların yanı sıra dolgu duvar malzeme değişiminin yapı maliyetine etkisi de bu tez çalışması kapsamında hesaplanmıştır. Dolaysı ile bu tez çalışmasında dolgu duvar etkisi, dolgu duvar malzeme değişim etkisi ve dolgu duvar maliyet farklılığı ortaya konmaya çalışılmıştır.

Çalışma kapsamında oluşturulan bina modellerinde ülkemizde güncel olarak kullanılan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018 (TBDY-2018), hükümleri dikkate alınmıştır. Güncel yönetmelik ile birlikte önemli değişimlerden biri sahaya özgü tasarım spektrumlarının kullanılmasıdır. Bu bağlamda çalışmada dikkate alınan betonarme yapının Diyarbakır için rastgele bir noktada kabulü yapılarak deprem parametreleri elde edilmiştir. Deprem parametreleri güncel yönetmelik ile birlikte kullanılmaya başlanan Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Deprem Uygulaması kullanılarak elde edilmiştir.

Çalışma üç farklı duvar malzemesi için yapısal analizler ve maliyet hesaplamaları bir arada içermesi açısından diğer çalışmalarda farklılık göstermektedir. Ayrıca analizlerde TBDY-2018 hükümlerinin dikkate alınması da çalışmaya yenilik katmaktadır. Farklı duvar malzeme seçiminde, ülkemizdeki inşaat piyasasında kolaylıkla temin edilebilen ve yaygın olarak kullanılan üç farklı duvar malzemesi dikkate alınmıştır. Dolaysı ile hem güncel deprem

yönetmeliğinin kullanılarak üç farklı duvar malzemesi için hem yapısal analiz hem de maliyet hesaplaması ve ayrıca dolgu duvarsız boş çerçeve kullanılması değişkenler olarak bu tez çalışmasında dikkate alınmıştır. Çalışmada dikkate alınan tüm değişkenler ileride yapılacak bu konudaki benzer çalışmalara kaynak olabilecektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Deprem; yerkabuğu içindeki kırılmaların sonucunda ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak yer yüzeyini sarsma olayı olarak bilinmektedir. Deprem etkisi altındaki mühendislik yapılarında, yapısal özellikler ve depremin büyüklüğüne bağlı olarak farklı hasar düzeyleri gözlemlenmektedir (Tabrizikahou vd., 2021; Doğan vd., 2020; Çelebi vd., 2013). Deprem tehlikesi olan yerleşim birimlerinde yapısal hasarlara bağlı olarak değişik düzeylerde mal ve can kayıpları meydana gelmektedir (Harirchian vd., 2021; Bilgin vd., 2022; İnel vd., 2008). Depremlerden dolayı oluşabilecek yıkıcı etkileri ortadan kaldırmak adına depreme dayanıklı yapı tasarım ilkeleri benimsenmiş ve bu konuda gerekli çalışmalar yapılmış ve yapılmaya da devam edilmektedir. Ülkemizde farklı zamanlarda gerekli yenileme ve düzenlemeleri yaparak son olarak 2018 yılında Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) adına alan yönetmeliği kullanmaya başlamıştır (Işık vd., 2021; Aksoylu vd., 2020; Ulutaş, 2019; Işık, 2021; Nemutlu vd., 2020).

Kolon ve kirişlerin oluşturduğu taşıyıcı çerçeve sisteminin arasını doldurmak amacı ile kullanılan dolgu duvarlar sismik yükler altında çok önemli rol oynamaktadır. Gelişi güzel yerleştirilmiş duvarlar binanın simetrisini bozmaktadır. Duvar içindeki kapı pencere gibi boşluklar da duvar etkisini önemli derecede etkilemektedir. Duvarların etkisini hesaba katmadan binanın doğal periyodu, deprem yükü, her bir kolona ve kirişe transfer olan deprem yük miktarı, yapıdaki düzensizlik durumu, yapının deprem karşısında toplam gücü, deprem altında oluşabilecek göçme biçimi, kolonlarda kısa kolon oluşma mekanizması gibi önemli parametreler yanlış değerlendirilmiş olmaktadır (Kaplan, 2008). Birçok ülke standardı dolgu duvarların bina statik sistemine etkisini hesaba katılmasını önermektedir. Dolgu duvarların uygun ve bilinçli yerleştirilip hesaba katılmaması durumunda yapılan hesaplar sonucu elde edilen değerlerin gerçeği yansıtmayacağı deneysel çalışmalarla saptanmıştır. Yapı tasarımının gerçekçi olabilmesi için, uygulanacak analiz hesapları dolgu duvarların taşıyıcı sisteme etkisi itibara alınarak yapılmalıdır (Kaplan, 2008; Sipos vd., 2013).

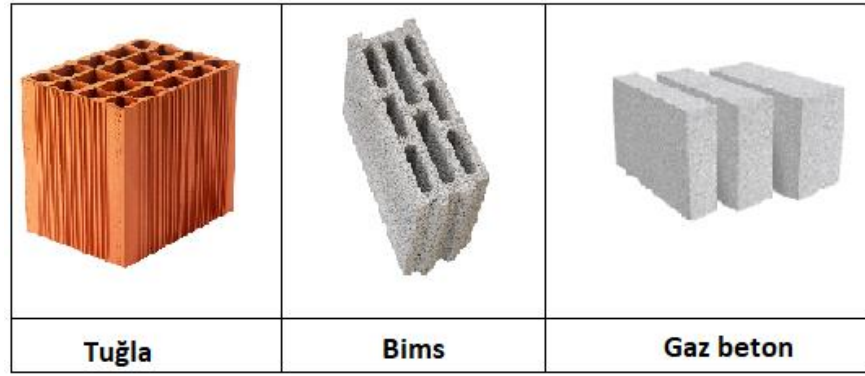
Depremlerde oluşan ve yaygın olarak gözlemlenen hasarlardan biri de betonarme yapılarda kullanılan dolgu duvar hasarlarıdır. Bazı depremlerde gözlemlenen dolgu duvar hasarları Şekil 2.1’de gösterilmiştir.

Görsel	Referans	Görsel	Referans
	Doğan vd., 2021		Sezen vd., 2003
	Fikri vd., 2019		Işık vd., 2020
	Doğangün vd., 2013		Işık vd., 2012
	Yakut vd., 2021		Yılmaz ve Avcı, 2013
	Doğangün, 2004		Işık, 2014

Şekil 2.1. Bazı depremlerde gözlemlenen dolgu duvar hasarları

Dolgu duvarların, hesaba katılmadan yapılan analizlerde oluşan depremlerde de görüldüğü gibi deprem enerjisinin duvarsız katlarda yoğunlaştığı görülmüştür. Dolgu duvarların uygulama esnasında işçiliğin temiz, malzemenin iyi olması ve projelendirmenin simetrik ve boşluksuz olması binanın deprem anında göstereceği dirence direk etki etmektedir. Örülen dolgu duvarlar ile kiriş ve kolon arasında boşluklar bırakılması, harç bağlantısının iyi yapılmaması, düzgün bir sıra ile yapılmaması gibi etkenler deprem enerjisinin yıkıcı etkilerini artırır. Dolgu duvarlar deprem anında çok rijit bir davranış gösterirler, ancak gevrek malzeme olduklarından kırılma çabuk olur ve üstlerindeki deprem enerjisini betonarme kolon ve kiriş sistemine aktarırlar. Dolgu duvarların dezavantajlarından biri kat boyunca örülmeyen duvarların kısa kolon etkisi oluşturmalarıdır. Kolon boyunda çıkmayan duvarlar deprem anında kısa kolon etkisi gösterdiği için yumuşak kat etkisi oluşmasına neden olur (Kaplan, 2008).

Dolgu duvarlar betonarme çerçeve sistemlerde dünya çapında kullanılmasına rağmen, doğal titreşim periyodu hesabında veya yapıların sayısal analizinde çok nadiren kullanılmaktadır. Betonarme çerçevelerde kaplama, dolgu ve bölme mahiyetinde kullanılan tuğla, briket veya gaz beton duvarlar, uygulandığı yapıların yatay yük kapasitesini değiştirme konusunda önemli rol oynamaktadır. Ayrıca dolgu duvarların yapı rijitliğini artırdığı da bilinmektedir. Bina toplam yüksekliği veya bina kat sayısı dolgu duvarlı betonarme binaların doğal periyoduna etki eden en temel etkenlerdir. Aynı zamanda doğal periyoda etki eden farklı başka parametrelerde bulunmaktadır. Bunlar; taşıyıcı sistemleri oluşturan elemanların miktarı, açıklık sayısı ve mesafesi bir diğer ifade ile bina doğrultuları, dolgu duvar boşluk ve doluluk miktarı, bunun yanı sıra dolgu duvar rijitliği, birim hacim ağırlığı ve dayanımı gibi parametreler olarak sıralanabilir (Uçar, 2018; Çelebi ve Beyen, 2018; Aksoy ve Avşar, 2015). Bu açıdan değerlendirildiğinde dolgu duvar malzeme özellikleri yapı ağırlığını da doğrudan etkileyecektir. Ancak dolgu duvarların yapıya sadece ağırlık yönünden etkisini olduğunu düşünmek çalışma ve deneyler sonucunda görüldüğü gibi bu yaklaşım hatalı bir yaklaşımdır. Dolgu duvarlar binaya gelen deprem kuvvetine karşı sismik yük altında çok önemli rol oynamaktadır. Bu çalışma kapsamında üç farklı dolgu duvar malzemesi dikkate alınmış olup, dikkate alınan duvar malzemeleri Şekil 2.2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Çalışma kapsamında kullanılan dolgu duvar malzemeleri

Farklı dolgu malzemesi olarak tuğla, bims ve gazbeton dikkate alınarak yapısal analizler gerçekleştirilerek elde edilen sonuçlar karşılaştırılacaktır. Bu tez çalışmasında her bir dolgu duvar malzeme farklılaşmasının yapının deprem etkisindeki davranışını nasıl ve hangi düzeyde etkilediğinin yanı sıra maliyete de etkisi ayrıca incelenmiştir. Yapısal analizlerin tamamında IDECAD yazılımında yer alan modal analiz kullanılmıştır.

2.1. Çalışmada Dikkate Alınan Dolgu Duvar Malzemeleri

Çalışmanın bu bölümünde dikkate farklı dolgu duvar malzemeleri özellikleri ve yapısal analizlerde dikkate alınan değerler hakkında bilgiler verilecektir. Çalışmada kullanılan dolgu duvar çeşitlerinin duvar kalınlıkları uygulamada sık kullanılan duvar kalınlıkları ortalamasına göre çalışılmıştır.

2.1.1. Tuğla

İçerisinde bol miktarda kil bulunduran ve farklı özelliklerde toprağın çeşitli boyutlardaki hazır kalıplara yerleştirilip, yüksek sıcaklıktaki fırınlarda pişirilmesi ile oluşan malzemeye tuğla denilmektedir. Tuğlanın insanlar tarafından kullanım tarihi nerdeyse insanlık tarihi kadar eskidir. Tuğla kullanımının görüldüğü ilk yerler dış etkenlere karşı korunmak için yapılan evlerdir. Daha çok nehir kıyılarında yer alan oturma alanlarında, kil tabletlerinin kurutulması ile uygulama yerlerine yakın bölgelerde kurulan ilkel düzenekler ile üretimler gerçekleşmiştir. Yukarı ve aşağı Mezopotamya’da yapılan kazı araştırmaları sonucunda bulunan pişmemiş kil tabletler M.Ö. 13.yy’ı işaret etmektedir.(Eroğlu ve Akyol, 2017; Akyol, vd. ,2013; Bakırer, 1981; Bıyık, 2007)

Endüstriyel olarak ilk tuğla üretimine M.Ö. 4.yy’da Babil kulesinin uygulamasında rastlıyoruz. Yapılan araştırma ve hesaplar sonucunda Babil Kulesinde yaklaşık olarak 85 milyon

tane tuğla kullanıldığı saptanmıştır. Günümüzü şartlarında bile ele aldığımızda 6 adet gelişmiş makine teknolojisine sahip fabrikaların 1 yıllık üretimine denk gelmektedir. Bu açıdan ele aldığımızda Babil Kulesinin tuğla duvar modellemesinin önemli bir uygulaması olduğunu görüyoruz. Tuğla uygulamasını ilerleyen tarihlerde Romalıların standartlar getirmesi ve tuğla ticareti yapmaya başlamaları ile önemli bir ticaret alanı olmuştur. İleri tarihlerde Anadolu ve Mezopotamya mimarisinin en önemli yapı elemanı olmuştur (Eroğlu ve Akyol, 2017; Akyol vd. , 2013; Bakırer, 1981; Kırıkoglu, 1993; Bıyık, 2007). Endüstriyel olarak üretilen farklı tarzlardaki tuğlalar Şekil 2.3'te gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Endüstriyel üretim ile üretilen tuğla çeşitleri

İnşaatta imalat esnasında uygulamasının pratik olması ve ekonomik olarak maliyetinin az olmasından dolayı inşaat piyasasında en çok tercih edilen duvar malzemesidir. Isı alışverişinde hafızalı olduğundan dolayı dışardaki oluşan ani ısı değişimlerinde içeriye hemen yansımaları olmaz. Yapım esnasında yüksek ısı fırınlarda pişirildiğinden dolayı yüksek ısıya karşı dayanıklı ve yanmaz özelliğe sahiptir. Sıva imalatı uygulamasında işçiliğinin rahat olmasından dolayı hem zamandan hem de maliyetten tasarruf edilmesini sağlar. Tuğla, kimyasal etkilere karşı oldukça dayanıklıdır. Yapılan kazı çalışmalarında da görüldüğü gibi binlerce yıllık tuğlalar bozulmadan, çürümeden kendi özelliklerini koruyabilmiştir. Yapısındaki minerallerden dolayı oluşan hava gözenekleri nedeniyle iç ve dış ortam arasındaki bağlantıyı yüzde yüz kesmez. Bu nedenle içeri ve dışarı arasındaki rutubet dengesini sağlamasına katkı verir. Yapının ağırlığının azaltmak için dolgu duvarların hafif olması önemli bir etkidir. Tuğla duvar malzemesi olarak hafif ve de dayanıklı olduğu için çok tercih edilen bir yapı malzemesidir (Kaplan, 2008; Bayülke, 2003).

Çalışma kapsamında dikkate alınan dolgu duvar malzeme tiplerinden biri olan tuğla duvar için dış duvarlarda 19 cm tuğla ile iç duvarlarda ise 13 cm tuğla duvarlar kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan tuğla duvar özellikleri Çizelge 2.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Çalışmada kullanılan tuğla duvar özellikleri

Tuğla Duvar	Kalınlık	Duvar Yüğü	Birim Hacim Ağırlığı	Elasite Modülü	Poisson Oranı
İç Duvar	13 cm	0.25t/m ²	800 kg/m ³	3000 MPa	0.18
Dış Duvar	19 cm	0.32t/m ²	800 kg/m ³	3000 MPa	0.18

2.1.2. Bims

Ana ham maddesi doğal bir kaynak malzemesi olan ponza ile belirli oranlarda, su ve çimentonun etkileşiminden oluşan, deprem kuvvetine karşı dirençli, ses ve ısı alışverişinde iyi derecede yalıtıma sahip volkanik kökenli yapı malzemesine bims denmektedir. Bims malzemesinin gözenekli yapısı magmaların yüksek basınç altında iken ağırlıklarının belli bir bölümü içerisinde çözülmüş gazlar içerisinde çözülmüş gazlar içerir ve oluşan volkanik patlamalarda yer altında yukarı püskürürler. Püskürtme sonucu hızlıca soğuyan magmanın içerisinde oluşan gaz kabarcıkları boşlukları oluşturur. Boşluklu ve süngerimsi yapısı sayesinde çok doğal ve güçlü bir yalıtım malzemesi olarakda kullanılıyor. Tamamen volkanik bir ham maddeye sahip olmasından dolayı hiçbir kimyasal madde oluşmasına izin vermediğinden çevre ve insan dostu bir yapı malzemesidir (Çiçek, 2002 ; Köse ve Pamukçu, 1997; Gündüz vd., 1998).

Geçmiş tarihte bimsin ilk kullanım yerleri Vangölü havzasında Urartular döneminde, Kapadokya ve Mezopotamya bölgesinde konutlarda ve yiyecekleri korumak için yapılan soğuk hava depolarından ısı dengesini sağlamak amacıyla ilk kullanımları görülmüştür. İnşaat sektöründe yaygınlaşmasına ise Roma mimarisinde rastlıyoruz. 20. yy. başından itibaren özellikle 2. Dünya Savaşından sonra yapılaşmada çokca kullanılmaya başlanmıştır. (Köse Pamukçu, 1997; Özdel, 2016 ; Gündüz vd., 1998)



Şekil 2.4. Endüstriyel üretim ile üretilen bims briket çeşitleri

Bimsin boşluklu yapıda olması, güçlü izolasyon etkileri, hava şartlarına karşı dayanıklılığı ve güçlü puzzolanik yapısı sebebiyle insanlığın geçmişten kullandığı çok eski bir yapı malzemesidir. Bimsin hafif bir malzeme olması ve inşaat sektöründe hafif malzemelere karşı olan ilginin artması ile bims üretiminde oldukça artmıştır. Birim hacim ağırlığının düşük olması, ileri düzeyde ses ve ısı yalıtımı yapabilmesi, boşluklu yapısından dolayı oluşan havalandırma özelliği, şantiyelerde sıva aşamasında uygulamasının basit olması, ses akustiğini iyi derecede sağlaması, deprem kuvvetlerine karşı dayanıklı olması ve ekonomik olması gibi öne çıkan özelliklerinden dolayı inşaat sektöründe çok geniş bir portföye sahiptir (Köse ve Pamukçu, 1997; Özdel, 2016; Gündüz vd., 1998; Subaşı, 2019). Bimsin ham maddesi olan pomzanın uluslararası rezervi 18 milyar ton olarak kaydedilmiştir. Pomza kaynaklarının çok olduğu ülkelerden en başta gelenleri ABD, Türkiye ve İtalyadır. Pomza yatakları bakımından oldukça zengin olan Türkiye'nin yıllık pomza rezervi 2.8 milyar ton düzeyindedir (Özdel, 2016). Çalışma kapsamında kullanılan bims duvar malzeme özellikleri Çizelge 2.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Çalışmada kullanılan bims duvar özellikleri

Tuğla	Kalınlık	Duvar	Birim Hacim	Elastite	Poisson
Duvar		Yükü	Ağırlığı	Modülü	Oranı
İç Duvar	20 cm	0.2 t/m ²	700 kg/m ³	6860 MPa	0.2
Dış Duvar	20 cm	0.2 t/m ²	700 kg/m ³	6860 MPa	0.2

2.1.3. Gaz beton

19. yy'ın sonlarına doğru artan yapılaşma ve şehirleşmeden kaynaklı geçmişte yapılarda kullanılan hafif ve boşluklu malzemelerin kimyevi olarak durmaksızın üretilmesi fikri ön plana çıkmıştır. Çimento, beton gibi inşaat malzemelerinin kullanımının yaygınlaşmasından sonra bu malzemelere göre hafif, ısı ve ses yalıtımında daha iyi bir yapı malzemesinin arayışı gazbeton fikrini ortaya çıkarmıştır. Geçmişte kullanılan ısı ve ses yalıtımlarında kötü, ağır ve küçük ebatlı yapı malzemelerinin yerine, yalıtımda iyi, hafif malzeme olan gazbeton yaygın olarak kullanılmaya başlandı. İlk olarak tepkime sonucu gaz oluşturan bir katkı maddesi ile boşluklu harç imalatına başlandı. Daha sonra bu harcı kabartmak için alüminyum tozu, çinko tozu ve farklı minarel tozlarının karıştırılması ile hafif beton olan gaz betonun ilk üretimlerine başlanmıştır (Akgül, 2010; Çiçek, 2002).

Gazbeton geçmiş yıllarda kullanılan yapı malzemelerinin ağırlıkça yaklaşık %20'sine denk gelmektedir. Bununla birlikte ısı ve ses yalıtımında yüksek başarısı, uygulama kolaylığı ile inşaat sektörünün en çok kullanılan yapı malzemelerinden bir tanesi olmuştur. Üretim aşamasından itibaren doğa dostu ve enerji korumalı bir yapı malzemesi olan gazbeton çevre kirliliğini en aza indirerek modern yaşamın tüm gereksinimlerini karşılıyor. Özellikle 2. Dünya Savaşından sonra Almanya başta olmak üzere birçok ülkede kullanımına başlandı. Türkiye'de ise ilk olarak 1960'larda İstanbul'un Pendik bölgesinde ilk gazbeton fabrikası üretime başlamıştır (Aker, 2011; Çiçek, 2002; Akgül, 2010).



Şekil 2.5. Endüstriyel üretim ile üretilen gazbeton çeşitleri

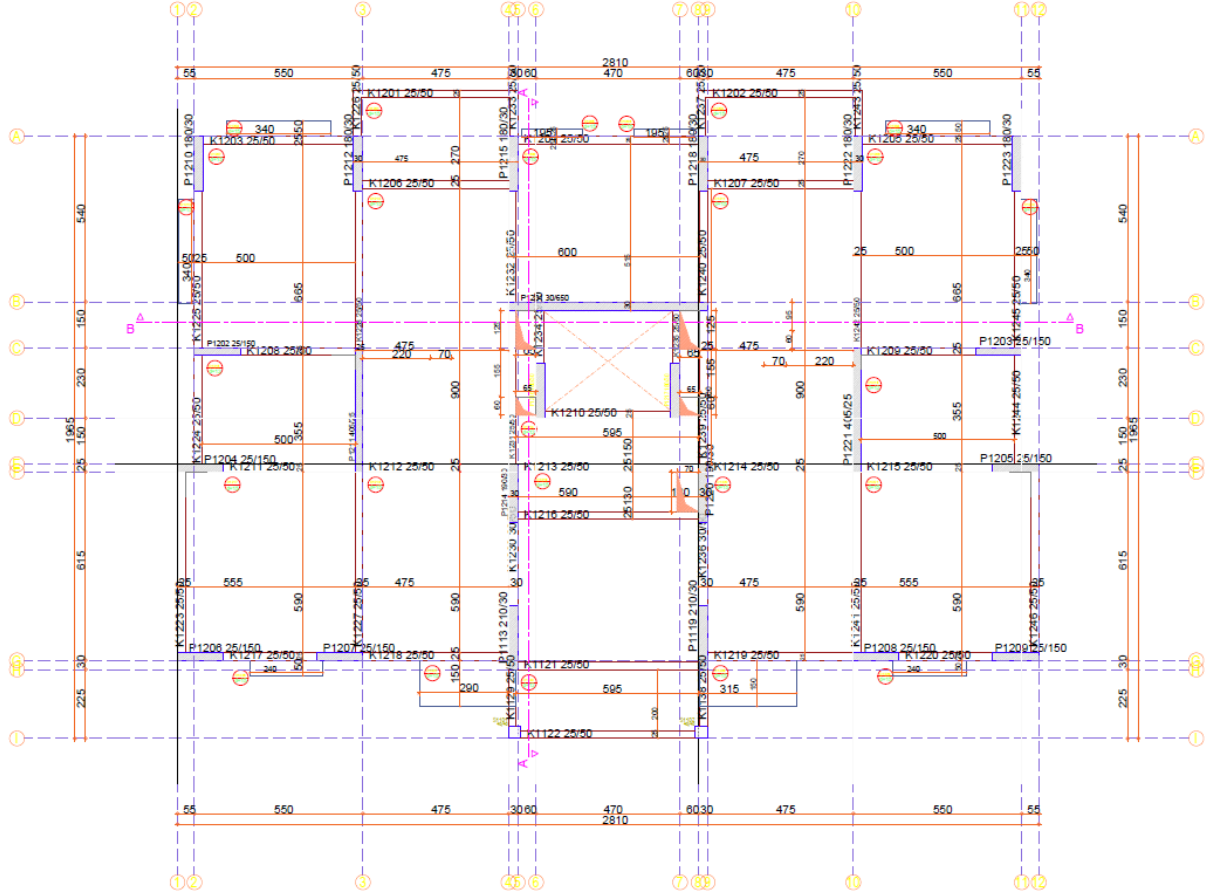
Hafif, ateşe karşı dayanıklı, uygulaması kolay ve yüksek ısı ve ses yalıtımı sağlamasından çokça tercih edilen gazbeton dezavantajlarından biri içerisindeki nem oranına göre mukavemeti düşmektedir ve bunun üzerine tartışmalar devam etmektedir. Deprem kuvvetlerine karşı dirençli bir yapı malzemesi olan gazbeton farklı çeşitlerde birçok ülkede yıllık 15 milyon m³ dolaylarında üretim ağına sahiptir (Pehlivanlı, 2009; Çiçek, 2002; Aker, 2011). Çalışmada dikkate alınan gazbeton duvar malzeme özellikleri Çizelge 2.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 2.3. Çalışmada kullanılan gazbeton duvar özellikleri

Gazbeton	Kalınlık	Duvar Yükü	Birim Hacim Ağırlığı	Elasite Modülü	Poisson Oranı
İç Duvar	12 cm	0.076t/m ²	400 kg/m ³	1750 MPa	0.17
Dış Duvar	18 cm	0.13 t/m ²	400 kg/m ³	1750 MPa	0.17

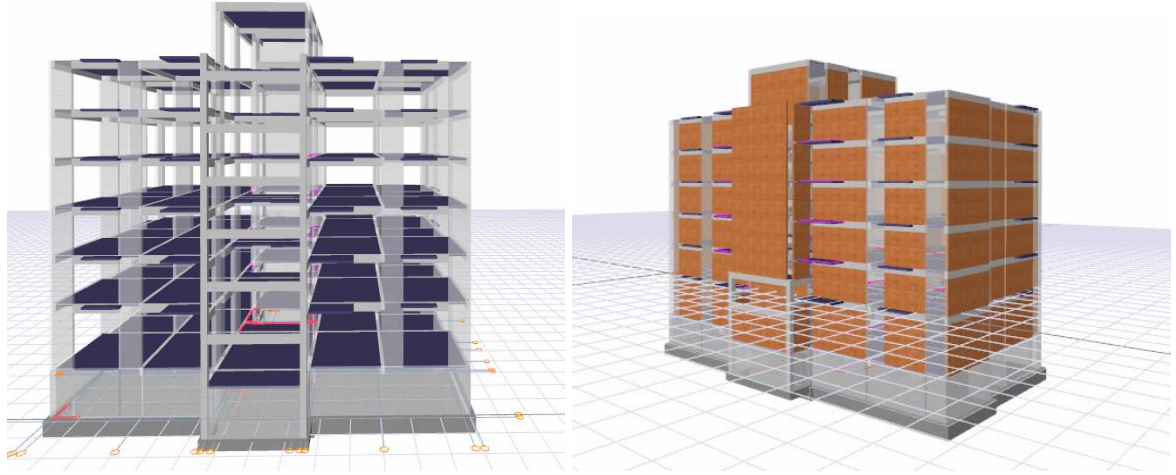
2.2. İncelenen Örnek Betonarme Yapı

Bu tez çalışmasında, betonarme (BA) türü binalarda dolgu duvar malzeme farklılaşması etkisinin incelenmesi adına örnek bir betonarme bina modeli tasarlanmıştır. Bu model üzerinden yapısal analizlerde dolgu duvar değişimi ve katkısı incelenmiştir. Değişken olarak sadece dolgu duvar malzeme tipi seçilmiştir. Örnek BA bina modeline ait kalıp planı Şekil 2.6'da gösterilmiştir.



Şekil 2.6. Örnek betonarme binaya ait kat kalıp planı

Örnek BA binaya ait 3 boyutlu yapısal modeller Şekil 2.7'de gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Referans BA binaya ait 3 boyutlu modeller

Örnek olarak seçilen betonarme bina için deprem parametreleri Türkiye Deprem Tehlikeleri Haritası İnteraktif Web Deprem Uygulaması kullanılarak elde edilmiştir. Yapının konumuna bağlı olarak bu uygulama üzerinden elde edilen değerler Çizelge 2. 4'te gösterilmiştir.

Örnek olarak seçilen betonarme binanın konumu 37.977506 enlem, 40.149831 boylam kordinatları üzerindedir.

Çizelge 2.4. Örnek BA bina modeli için elde edilen deprem parametreleri

Parametre	Değer
Zemin tipi	ZB
Spektrum karakteristik periyotları (s)	$T_A:0.073, T_B:0.367$
Zemin taşıma gücü [tf/m ²]	72.00
Yatak katsayısı [tf/m ³]	3600.00
Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (Ss)	0.344
1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı (S1)	0.142
Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (SDs)	0.3096
1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı (SD1)	0.1136
En büyük yer ivmesi (PGA) (g)	0.152
En büyük yer hızı (PGV) (cm/s)	11.451

Seçilen örnek BA bina için dikkate alınan yapısal parametreler ise Çizelge 2.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 2.5. Örnek olarak kullanılan BA bina için dikkate alınan yapısal özellikler

Parametre	Değer
Bina önem katsayısı (I)	1
Bina kullanım sınıfı (BKS)	3
Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (girilen)(X / Y)	7 / 7
Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (seçilen)(X / Y)	7 / 7
Dayanım fazlalığı katsayısı (X / Y)	2.5 / 2.5
Eksantriste oranı	0.05
Süneklik düzeyi	Yüksek
Deprem yer hareketi düzeyi	DD2
Deprem tasarım sınıfı (DTS)	4
Bina yükseklik sınıfı (BYS)	6
Normal performans hedefi	Kontrollü hasar
Değerlendirme / tasarım yaklaşımı	Dayanıma göre tasarım

2.3. Çalışmada Kullanılan Analiz Türleri

Bu çalışmada gerçekleştirilmiş olan yapısal analizlerin tamamında lisanslı IDECAD yazılımı kullanılmıştır. Tüm yapısal modeller için yazılım içerisinde yer alan modal analizi kullanılmıştır.

Modal E1: Kütle merkezinin +Y yönüne doğru kat yüksekliğinin %5'ine denk gelecek şekilde kaydırılması ile meydana gelen dinamik analiz sonuçlarıdır.

Modal E2: Kütle merkezinin -Y yönüne doğru kat yüksekliğinin %5'ine denk gelecek şekilde kaydırılması ile meydana gelen dinamik analiz sonuçlarıdır.

Modal E3: Kütle merkezinin +X yönüne doğru kat boyutunun %5'ine denk gelecek şekilde kaydırılması ile meydana gelen dinamik analiz sonuçlarıdır.

Modal E4: Kütle merkezinin -X yönüne doğru kat boyutunun %5'ine denk gelecek şekilde kaydırılması ile meydana gelen dinamik analiz sonuçlarıdır

Modal BE1: Bodrum katı olan yapılarda binanın alt kısmındaki kütle merkezinin +Y yönüne doğru kat yüksekliğinin %5'ine denk gelecek şekilde kaydırılması ile meydana gelen dinamik analiz sonuçlarıdır.

Modal BE2: Bodrum katı olan yapılarda binanın alt kısmındaki kütle merkezinin -Y yönüne doğru kat yüksekliğinin %5'ine denk gelecek şekilde kaydırılması ile meydana gelen dinamik analiz sonuçlarıdır.

Modal BE3: Bodrum katı olan yapılarda binanın alt kısmındaki kütle merkezinin +X yönüne doğru kat yüksekliğinin %5'ine denk gelecek şekilde kaydırılması ile meydana gelen dinamik analiz sonuçlarıdır.

Modal BE4: Bodrum katı olan yapılarda binanın alt kısmındaki kütle merkezinin -X yönüne doğru kat yüksekliğinin %5'ine denk gelecek şekilde kaydırılması ile meydana gelen dinamik analiz sonuçlarıdır.

TBDY-2018'de yeniliklerden biri de deprem yer hareket düzeyinde olmuştur. Bir önceki yönetmelikte sadece tasarım yer hareket düzeyi uygulanırken güncel yönetmelik ile birlikte dört farklı yer hareket düzeyi kullanılmaktadır. Bu yer hareket düzeylerinin, deprem performans düzeylerinin belirlenmesinde nasıl ve nerede kullanılacakları hakkında detayları ile birlikte TBDY-2018' ifade edilmiştir. TBDY-2018'de öngörülen yer hareket düzeyleri Çizelge 2.6'da belirtilmiştir.

Çizelge 2.6. Deprem yer hareketi düzeyi (TBDY-2018)

Deprem Düzeyi	Tekrarlanma Periyodu	Aşılma Olasılığı (50 yılda)	Tanımı
DD-1	2475	0.02	En büyük deprem yer hareketi
DD-2	475	0.1	Standart tasarım deprem yer hareketi
DD-3	72	0.5	Sık deprem yer hareketi
DD-4	43	0.68	Servis deprem hareketi

3. BULGULAR

Bu çalışma kapsamında toplam dört farklı yapısal model dikkate alınmıştır. İlk model olarak hiç dolgu duvar içermeyen sadece betonarme çerçevelerden oluşan bina modeli dikkate alınmıştır. Diğer üç model dolgu duvar içermekte ancak dolgu duvar malzeme çeşidi değişken olarak seçilmiştir. Karşılaştırmaların yapılabilmesi adına dolgu duvarların konumunda ve uzunluklarında herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Dört farklı yapısal model için yapısal analizler IDECAD yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu tez çalışması kapsamında dikkate alınan yapısal modeller Çizelge 3.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada dikkate alınan yapısal modeller

Yapısal Model	Dolgu duvar tipi
Model 1	Yok
Model 2	Tuğla
Model 3	Bims
Model 4	Gazbeton

3.1. Dolgu Duvar İçermeyen BA Yapı (Model 1)

Herhangi bir dolgu duvar çeşidi içermeyen betonarme yapıya ait yapı serbest kütlesi ve hareketli yük dahil yapı kütlesi Çizelge 3.2'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.2. Model 1 için yapıya ait kütle değerleri

Dolgu Duvar Çeşidi	Yapı Serbest Kütlesi (t)	Hareketli Yük Dahil Yapı Kütlesi (tf)
Yok	3421.33	3505.45

Model 1 ile yapılan betonarme yapıya ait yapılan +X,-X,+Y,-Y yönünde kat yüksekliğinin %5'ine denk gelecek şekilde kaydırma sonucu yapılan modal analiz sonuçlarına göre tüm modal periyot değerleri Çizelge 3.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Model 1'e ait farklı modeller için elde edilen periyot değerleri

Mod	Periyot (s)							
	E1	E2	E3	E4	BE1	BE2	BE3	BE4
1	0.841	0.858	0.857	0.858	0.028	0.028	0.028	0.028
2	0.748	0.737	0.751	0.751	0.024	0.024	0.024	0.024
3	0.737	0.730	0.720	0.720	0.022	0.022	0.022	0.022
4	0.206	0.220	0.215	0.215	0.018	0.018	0.018	0.018
5	0.179	0.179	0.180	0.180	0.018	0.018	0.018	0.017
6	0.177	0.166	0.169	0.169	0.017	0.017	0.017	0.017
7	0.119	0.130	0.125	0.125	0.017	0.016	0.016	0.016
8	0.085	0.088	0.088	0.088	0.015	0.015	0.015	0.015
9	0.081	0.081	0.079	0.079	0.015	0.014	0.015	0.014
10	0.076	0.073	0.075	0.075	0.010	0.011	0.010	0.011

Yapısal analiz sonuçlarına göre X ve Y doğrultularında elde edilen deprem kuvvetleri ile deprem momentlerinin katlara göre dağılımı Çizelge 3.4'te verilmiştir. Yapısal analiz sonuçlarına göre deprem kuvveti ve moment değerleri en yüksek değerlerini 5.katta almıştır.

Çizelge 3.4. Model 1 için yapıya ait deprem momentleri

Kat	Deprem kuvvet ve momentleri					
	h [m]	F _x [tf]	F _y [tf]	M _x [tfm]	M _y [tfm]	
Makine dairesi	25.5	5.76	5.51	155.6	148.86	
5	22	12.65	12.1	278.31	266.26	
4	19	10.65	10.19	202.4	193.65	
3	16	11.05	10.57	176.84	169.19	
2	13	6.6	6.31	85.77	82.06	
1	10	4.62	4.42	46.18	44.19	
Zemin	7	2.94	2.81	20.56	19.67	
Bodrum	3	54.53	58.66	163.58	175.98	
Toplam				1129.24	1099.86	

Yapının X ve Y yönünde katın moment alınan noktaya göre kütle merkezini, kat ağırlıklarını ve düşey yük moment değerleri Çizelge 3.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.5. Model 1 için yapıya ait düşey yük momentleri

Kat	Düşey yük momentleri				
	d_x [m]	Kat Ağırlığı [tf]	d_y [m]	M_x [tfm]	M_y [tfm]
Makine dairesi	14.31	77.97	8.55	1116.04	666.8
5	14.34	419.58	8.42	6018.78	3532.85
4	14.34	419.58	8.41	6018.78	3530.05
3	14.31	535.79	8.29	7664.55	4442.28
2	14.35	415.78	8.41	5965.54	3494.73
1	14.35	415.78	8.41	5965.56	3494.69
Zemin	14.35	462.64	8.5	6638.25	3932.36
Bodrum	14.35	1984.89	9.41	28481.8	18675.9
Toplam				67869.3	41769.7

X yönünde katlara etkiyen yükleri, katın burulma noktasında kullanılan eksantrisite değerleri ve burulma momentleri Çizelge 3.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.6. X doğrultusunda Model 1’de oluşan deprem yükleri

Kat	Katlara Etkiyen Yatay Yükler (X)			
	h [m]	e_y [cm]	F_x [tf]	T [tfm]
Makine dairesi	3.5	60	5.7628	3.4577
5	3	100.5	12.6502	12.7135
4	3	100.5	10.6528	10.7061
3	3	100.5	11.0526	11.1079
2	3	100.5	6.5977	6.6307
1	3	100.5	4.6184	4.6415
Zemin	4	105.75	2.9365	3.1054
Bodrum	3	98.25	54.525	53.5709

Y yönünde katlara etkiyen yükleri, katın burulma noktasında kullanılan eksantrisite değerleri ve burulma momentleri Çizelge 3.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.7. Model 1'e ait Y yönündeki deprem yükleri

Kat	Katlara Etkiyen Yatay Yükler (X)			
	h[m]	e _y [cm]	F _x [tf]	T [tfm]
Makine dairesi	3.5	32.5	5.5135	1.7919
5	3	140.5	12.1029	17.0045
4	3	140.5	10.1919	14.3196
3	3	140.5	10.5744	14.8571
2	3	140.5	6.3123	8.8687
1	3	140.5	4.4186	6.2081
Zemin	4	140.5	2.8095	3.9473
Bodrum	3	140.5	58.6593	82.4164

X doğrultusundaki yapısal analizler sonucu katlara ve elemanlara göre yer değiştirme (deplasman) değerleri Çizelge 3.8'de gösterilmiştir. Yazılım ortamında yapılan analizler sonucu en fazla yer değiştirmenin makine dairesinde ve P6119 elemanında görülmüştür.

Çizelge 3.8. Model 1'e ait X yönündeki yer değiştirme değerleri

Katlar	Eleman	h	+5%		-5%		
			u _i	u _(i-1)	Δ _i	u _(i-1)	Δ _i
		[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
Makine dairesi	P6119	3.5	5.82	4.65	1.31	4.24	1.39
5	S501	3	4.69	3.92	0.79	4.57	1
4	S401	3	3.92	3.1	0.84	3.56	1.03
3	S302	3	3.1	2.25	0.87	2.55	1.03
2	S202	3	2.25	1.41	0.84	1.59	0.97
1	S101	3	1.41	0.67	0.74	0.76	0.83
Zemin	SZ01	4	0.69	0.03	0.67	0.03	0.73
Bodrum	PB124	3	0.01	0	0.01	0	0.02

Y yönünde gerçekleştirilen yapısal analizler sonucu katlara ve elemanlara göre yer değiştirme (deplasman) değerleri Çizelge 3.9'da gösterilmiştir. Yapılan analizler sonucu en fazla yer değiştirmenin 3. katta ve P304 elemanında görülmüştür.

Çizelge 3.9. Model 1'e ait Y yönündeki yer değiştirme değerleri

Kat	Eleman	h [m]	+5%		-5%		
			u_i [mm]	$u_{(i-1)}$ [mm]	Δ_i [mm]	$u_{(i-1)}$ [mm]	Δ_i [mm]
Makine dairesi	P6119	3.5	5.31	4.57	0.79	4.57	0.79
5	S501	3	6.09	5.09	1.04	5.1	1.04
4	S401	3	5.09	4.01	1.11	4.02	1.11
3	S302	3	4.01	2.89	1.14	2.89	1.15
2	S202	3	2.89	1.8	1.1	1.8	1.1
1	S101	3	1.8	0.85	0.95	0.85	0.95
Zemin	SZ01	4	0.85	0.05	0.8	0.05	0.8
Bodrum	PB124	3	0.02	0	0.02	0	0.02

Binanın X ve Y doğrultusundaki modal etkin kütleleri, X ve Y eksenleri doğrultusundaki en büyük modal taban kesme kuvvetleri Çizelge 3.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.10. Model 1 için modal taban kesme kuvvetleri değerleri

Mod	Modal Taban Kesme Kuvvetleri			
	$V_{txn,max}$ [tf] (+5%)	$V_{txn,max}$ [tf] (-5%)	$V_{tyx,max}$ [tf] (+5%)	$V_{tyx,max}$ [tf] (-5%)
1	1.1416	7.2382	4.5704	4.6441
2	47.695	0.0051	2.2254	2.2008
3	0.0009	41.7309	43.3886	43.3382
4	3.7782	8.49	1.5082	1.5325
5	0.0001	0	21.0491	20.9857
6	25.7799	19.0094	7.8117	7.864
7	4.819	6.6318	0.0077	0.0129
8	0.0331	1.417	1.9892	2.0058
9	0.0004	0.0003	8.6982	8.5999
10	9.7041	8.6267	0.832	0.9003
Birleştirilmiş	56.746	50.226	54.291	54.225

Model 1 için X ve Y doğrultusundaki modal etkin kütleleri, X ve Y eksenleri doğrultusundaki en büyük modal taban devrilme momentleri Çizelge 3.11' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.11. Model 1 için modal devrilme momentleri değerleri

Mod	Modal Devrilme Momentleri			
	$M_{oxn,max}$ [tfm]	$M_{oxn,max}$ [tfm]	$M_{oyrn,max}$ [tfm]	$M_{oyrn,max}$ [tfm]
	(+%5)	(-%5)	(+%5)	(-%5)
1	16.2049	105.725	66.1896	67.2107
2	692.609	0.0738	32.2349	31.8765
3	0.013	604.872	628.465	627.793
4	4.4388	17.2185	3.0767	3.1142
5	0.0001	0	39.2915	39.2459
6	56.9392	39.8661	12.3332	12.4635
7	9.4699	7.8593	0.1322	0.1644
8	-0.2444	2.966	3.039	3.0489
9	0.0007	0.0006	18.9547	18.6913
10	13.8864	16.5628	1.9943	2.1386
Birleştirilmiş	695.352	615.856	634.403	630.847

3.2.Dolgu Duvarların Tuğla Olması Durumu (Model 2)

Tuğla dolgu duvar ile yapılan betonarme yapıya ait yapı serbest kütlesi ve hareketli yük dahil yapı kütlesi Çizelge 3.12. de belirtilmiştir

Çizelge 3.12. Model 2 için örnek BA yapıya ait kütle (Model 2)

Dolgu duvar çeşidi	Yapı serbest kütlesi (t)	Hareketli yük dahil yapı kütlesi (tf)
Tuğla Duvar	4203.56	4287.68

Model 2 ile yapılan betonarme yapıya ait +X,-X,+Y,-Y yönünde kat yüksekliğinin %5'ine denk gelecek şekilde kaydırma sonucu yapılan modal analiz sonuçlarına göre tüm modal periyot değerleri Çizelge 3.13' te gösterilmiştir.

Çizelge 3.13. Model 2 ‘de farklı modeller için elde edilen periyot değerleri

Mod	Periyot (s)							
	E1	E2	E3	E4	BE1	BE2	BE3	BE4
1	0.958	0.978	0.977	0.977	0.029	0.029	0.029	0.029
2	0.844	0.830	0.846	0.846	0.026	0.026	0.026	0.026
3	0.830	0.823	0.811	0.811	0.024	0.024	0.024	0.024
4	0.237	0.254	0.247	0.247	0.018	0.018	0.018	0.018
5	0.203	0.202	0.204	0.204	0.017	0.017	0.017	0.017
6	0.201	0.190	0.192	0.192	0.016	0.016	0.016	0.016
7	0.142	0.155	0.149	0.149	0.015	0.016	0.016	0.016
8	0.095	0.099	0.099	0.099	0.015	0.015	0.014	0.015
9	0.091	0.091	0.089	0.089	0.014	0.014	0.014	0.014
10	0.084	0.080	0.082	0.082	0.010	0.011	0.011	0.010

Model 2 ile yapılan yapının analiz sonuçlarına göre oluşan X ve Y yönündeki deprem kuvvetleri ve deprem momentlerini herbir kat ayrı ve toplam moment değerlerini Çizelge 3.14.’de gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre deprem kuvvetinin ve moment değerinin en fazla 5.katta oluştuğu görülmüştür.

Çizelge 3.14. Model 2 için yapıya ait deprem kuvveti ve moment değerleri

Deprem kuvvet ve momentleri					
Kat	h [m]	F _x [tf]	F _y [tf]	M _x [tfm]	M _y [tfm]
Makine dairesi	25.5	6.63	6.38	179.08	172.34
5	22	14.78	14.23	325.23	312.99
4	19	12	11.55	228.07	219.49
3	16	9.75	9.39	156.05	150.18
2	13	7.45	7.17	96.84	93.2
1	10	5.21	5.02	52.15	50.18
Zemin	7	3.26	3.14	22.83	21.97
Bodrum	3	66.52	71.51	199.56	214.53
Toplam				1259.81	1234.88

Model 2 ile yapılan yapının analiz sonuçlarına göre yapının X ve Y yönünde katın moment alınan noktaya göre kütle merkezini, kat ağırlıklarını ve düşey yük moment değerleri Çizelge 3.15.’ de gösterilmiştir

Çizelge 3.15. Model 2 için yapıya ait düşey yük moment değerleri

Düşey Yük Momentleri					
Kat	d_x [m]	Kat Ağırlığı [tf]	d_y [m]	M_x[tfm]	M_y [tfm]
Makine dairesi	14.35	108.33	8.49	1554.39	920.04
5	14.35	559.6	8.37	8028.29	4684.55
4	14.35	539.59	8.37	7741.02	4514.81
3	14.35	539.59	8.37	7741.02	4514.81
2	14.35	535.79	8.36	7687.7	4479.65
1	14.35	535.79	8.36	7687.72	4479.61
Zemin	14.35	586.42	8.45	8414.58	4956.31
Bodrum	14.35	2080.9	9.5	29859.9	19774.8
Toplam				78714.6	48324.6

Model 2 ile yapılan yapının analiz sonuçlarına göre yapının X yönünde katlara etkiyen yükleri, katın burulma noktasında kullanılan eksantrisite değerleri ve burulma momentleri Çizelge 3.16.'da gösterilmiştir

Çizelge 3.16. Model 2'e ait X yönündeki deprem yükleri

Katlara Etkiyen Yatay Yükler X Yönü				
KAT	h[m]	ey [cm]	F_x[tf]	T [tfm]
Makine dairesi	3.5	60	6.6326	3.9796
5	3	105.75	14.857	14.857
4	3	105.75	12.063	12.063
3	3	105.75	9.7529	9.8017
2	3	105.75	7.4494	7.4867
1	3	105.75	5.2146	5.2407
Zemin	4	105.75	3.2614	3.4489
Bodrum	3	98.25	66.519	65.355

Model 2 ile yapılan yapının +%5 ve -%5 X doğrultusundaki analizler sonucu katlara ve elemanlara göre yer değiştirme (deplasman) değerleri Çizelge 3.17.'de gösterilmiştir. Yazılım ortamında yapılan analizler sonucu en fazla yer değiştirmenin makine dairesinde ve P6119 elemanında görülmüştür.

Çizelge 3.17. Model 2'ye ait X yönündeki yerdeğiştirme değerleri

Katlar	Eleman	+%5				-%5		
		h	u _i	u _(i-1)	Δ _i	u _i	u _(i-1)	Δ _i
		[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
Makine dairesi	P6119	3.5	6.14	4.85	1.5	5.64	4.37	1.62
5	S501	3	4.9	4.08	0.84	5.8	4.77	1.06
4	S401	3	4.08	3.21	0.89	4.77	3.6	1.09
3	S302	3	3.21	2.32	0.9	3.7	2.64	1.08
2	S202	3	2.32	1.46	0.87	2.65	1.64	1.01
1	S101	3	1.46	0.7	0.77	1.65	0.79	0.87
Zemin	SZ01	4	0.72	0.03	0.69	0.79	0.04	0.76
Bodrum	PB124	3	0.02	0	0.02	0.02	0	0.02

Model 2 ile yapılan yapının +%5 ve -%5 X yönündeki analizler sonucu katlara ve elemanlara göre yer değiştirme (deplasman) değerleri Çizelge 3.18.'de gösterilmiştir. Yazılım ortamında yapılan analizler sonucu en fazla yer değiştirmenin makine dairesinde ve P304 elemanında görülmüştür.

Çizelge3.18. Model 2'ye ait Y yönündeki yerdeğiştirme değerleri

Katlar	Eleman	+5%				-5%		
		h	ui	u(i-1}	Δi	ui	u(i-1}	Δi
		[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
Makine Dairesi	P6113	3.5	5.5	4.71	0.85	5.5	4.71	0.85
5	P504	3	6.28	5.22	1.09	6.27	5.22	1.09
4	P404	3	5.22	4.1	1.16	5.22	4.1	1.16
3	P304	3	4.1	2.95	1.18	4.1	2.95	1.18
2	P204	3	2.95	1.84	1.13	2.95	1.84	1.13
1	P104	3	1.84	0.87	0.97	1.84	0.87	0.97
Zemin	PZ04	4	0.87	0.05	0.82	0.87	0.05	0.82
Bodrum	PB139	3	0.03	0	0.03	0.03	0	0.03

Model 2 ile yapılan X ve Y eksenini doğrultusundaki modal etkin kütleleri, X ve Y eksenleri doğrultusundaki en büyük modal taban kesme kuvvetleri Çizelge 3.19.' da gösterilmiştir.

Çizelge 3.19. Model 2'ye ait taban kesme kuvveti değerleri

Modal Taban Kesme Kuvvetleri				
Mod	V_{txn,max} [tf]	V_{txn,max} [tf]	V_{tyn,max} [tf]	V_{tyx,max} [tf]
1	0.9505	7.0079	4.3597	4.326
2	50.0784	0.0032	2.3083	2.3043
3	0	44.1679	45.8583	45.8948
4	4.0474	9.7279	1.6096	1.6009
5	0.0013	0	23.0734	23.1159
6	30.5562	20.5099	12.1573	12.1234
7	6.8306	10.8843	0.003	0.0071
8	-0.0194	1.6837	2.2203	2.2204
9	0	0	9.6321	9.6366
10	11.061	9.917	0.5833	0.5798
Birleştirilmiş	60.231	52.295	54.424	54.463

Model 2 ile yapılan X ve Y eksenli doğrultusundaki modal etkin kütleleri, X ve Y eksenleri doğrultusundaki en büyük modal taban devrilme momentleri Çizelge 3.20.' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.20. Model 2'ye ait devrilme moment değerleri

Modal Devrilme Momentleri				
Mod	M_{oxn,max} [tfm] (+ %5)	M_{oxn,max} [tfm] (- %5)	M_{oyx,max} [tfm] (+ %5)	M_{oyx,max} [tfm] (- %5)
1	13.5742	104.0221	64.0243	63.52
2	737.8447	0.0472	33.9148	33.8556
3	0.0004	649.3875	673.8107	674.3573
4	5.2841	21.6984	3.2695	3.2533
5	0.0028	0	45.924	46.005
6	70.2137	46.9105	20.9827	20.9235
7	14.1065	13.2488	0.1206	0.1205
8	-0.1763	3.533	3.5694	0.1205
9	0	0	21.1924	3.5677
10	14.5069	19.4869	1.5387	21.2118
Birleştirilmiş	747.299	685.965	723.693	724.120

3.3.Dolgu Duvarların Bims Olması Durumu

Bims dolgu duvar ile yapılan betonarme yapıya ait yapı serbest kütlesi ve hareketli yük dahil yapı kütlesi Çizelge 3.23'te belirtilmiştir.

Çizelge 3.21. Model 3 için yapıya ait kütle

Dolgu duvar çeşidi	Yapı serbest kütlesi (t)	Hareketli Yük Dahil
		Yapı Kütlesi (tf)
Bims	3945.73	4029.85

Model 3 ile yapılan betonarme yapıya ait yapılan +X, -X, +Y, -Y yönünde kat yüksekliğinin %5'ine denk gelecek şekilde kaydırma sonucu yapılan modal analiz sonuçlarına göre tüm modal periyot değerleri Çizelge 3.22'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.22. Model 3'e ait farklı modeller için elde edilen periyot değerleri

Mod	Periyot (s)							
	E1	E2	E3	E4	BE1	BE2	BE3	BE4
1	0.915	0.941	0.933	0.933	0.029	0.029	0.029	0.029
2	0.818	0.792	0.818	0.818	0.025	0.025	0.025	0.025
3	0.776	0.776	0.760	0.760	0.023	0.023	0.023	0.023
4	0.226	0.243	0.236	0.236	0.018	0.018	0.018	0.018
5	0.195	0.191	0.194	0.194	0.016	0.017	0.017	0.017
6	0.191	0.183	0.184	0.184	0.016	0.016	0.016	0.016
7	0.136	0.148	0.142	0.142	0.015	0.016	0.015	0.015
8	0.090	0.094	0.094	0.094	0.014	0.014	0.014	0.015
9	0.086	0.086	0.085	0.085	0.014	0.014	0.014	0.014
10	0.080	0.077	0.079	0.079	0.010	0.011	0.010	0.010

Model 3 ile yapılan yapının analiz sonuçlarına göre oluşan X ve Y yönündeki deprem kuvvetleri ve deprem momentlerini her bir kat ayrı ve toplam moment değerlerini Çizelge 3.23'te gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre deprem kuvvetinin ve moment değerinin en fazla 5.katta olduğu görülmüştür.

Çizelge 3.23. Model 3 için yapıya ait deprem kuvvet ve moment değerleri

Deprem kuvvet ve momentleri					
Kat	h [m]	F_x [tf]	F_y [tf]	M_x[tfm]	M_y[tfm]
Makine dairesi	25.5	6.39	6.3	163.04	160.76
5	22	14.54	14.34	319.87	315.39
4	19	11.87	11.7	225.52	222.36
3	16	9.64	9.51	154.3	152.14
2.	13	7.42	7.31	96.44	95.09
1	10	5.19	5.12	51.93	51.2
Zemin	7	3.17	3.12	22.17	21.86
Bodrum	3	63.39	68.1	190.16	204.3
Toplam				1223.43	1223.10

Model 3 ile yapılan yapının analiz sonuçlarına göre yapının X ve Y yönünde katın moment alınan noktaya göre kütle merkezini, kat ağırlıklarını ve düşey yük moment değerleri Çizelge 3.24’de gösterilmiştir

Çizelge 3.24. Model 3 için yapıya ait düşey yük moment değerleri

Düşey Yük Momentleri					
Kat	d_x [m]	Kat Ağırlığı [tf]	d_y [m]	M_x[tfm]	M_y[tfm]
Makine dairesi	14.35	102.26	8.47	1467.25	866.17
5	14.35	536.26	8.46	7694.7	4538
4	14.35	519.85	8.48	7459.34	4406.4
3	14.35	519.85	8.48	7459.34	4406.4
2	14.35	519.85	8.48	7459.34	4406.4
1	14.35	519.85	8.48	7459.34	4406.4
Zemin	14.35	554.89	8.48	7962.07	4703.5
Bodrum	14.35	2055.69	9.42	29497.77	19.362
Toplam				76459.15	47095.27

Model 3 ile yapılan yapının analiz sonuçlarına göre yapının X yönünde katlara etkiyen yükleri, katın burulma noktasında kullanılan eksantrisite değerleri ve burulma momentleri Çizelge 3.25'te gösterilmiştir

Çizelge 3.25. Model 3 için yapıya ait katlara etkiyen X yönü yatay yük değerleri

Katlara Etkiyen Yatay Yükler X Yönü				
Kat	h [m]	e_y [cm]	F_x[tf]	T [tfm]
Makine dairesi	3.5	60	6.3937	3.8362
5	3	105.75	14.5395	15.3756
4	3	105.75	11.8693	12.5518
3	3	105.75	9.6438	10.1983
2	3	105.75	7.4183	7.8449
1	3	105.75	5.1928	5.4914
Zemin	4	105.75	3.1673	3.3494
Bodrum	3	98.25	63.3861	62.2769

Model 3 ile yapılan yapının analiz sonuçlarına göre yapının Y yönünde katlara etkiyen yükleri, katın burulma noktasında kullanılan eksantrisite değerleri ve burulma momentleri Çizelge 3.26'da gösterilmiştir

Çizelge 3.26. Model 3 için yapıya ait katlara etkiyen Y yönü yatay yük değerleri

Katlara Etkiyen Yatay Yükler Y Yönü				
Kat	h [m]	e_x [cm]	F_y[tf]	T [tfm]
Makine dairesi	3.5	32.5	6.3042	2.0489
5	3	140.5	14.336	20.1421
4	3	140.5	11.7032	16.443
3	3	140.5	9.5088	13.3599
2	3	140.5	7.3145	10.2768
1	3	140.5	5.1201	7.1938
Zemin	4	140.5	3.123	4.3878
Bodrum	3	140.5	68.1003	95.681

Model 3 ile yapılan yapının +%5 ve -%5 X yönünde analizler sonucu katlara ve elemanlara göre yer değiştirme (deplasman) değerleri Çizelge 3.27’de gösterilmiştir. Yazılım ortamında yapılan analizler sonucu en fazla yer değiştirmenin makine dairesinde ve P6113 elemanında görülmüştür.

Çizelge 3.27. Model 3’e ait X yönündeki yerdeğiştirme değeri

Katlar	Eleman	h [m]	+5%			-5%		
			u _i [mm]	u _(i-1) [mm]	Δ _i [mm]	u _i [mm]	u _(i-1) [mm]	Δ _i [mm]
Makine Dairesi	P6113	3.5	5.89	4.68	1.42	5.62	4.41	1.58
5	S502	3	4.83	4.04	0.81	5.69	4.68	1.04
4	S402	3	4.04	3.2	0.86	4.68	3.64	1.07
3	S301	3	3.2	2.32	0.89	3.64	2.60	1.06
2	S202	3	2.32	1.46	0.87	2.60	1.62	0.99
1	S101	3	1.46	0.69	0.77	1.62	0.78	0.85
Zemin	SZ02	4	0.69	0.03	0.66	0.78	0.04	0.74
Bodrum	PB124	3	0.02	0	0.02	0.02	0	0.02

Model 3 ile yapılan yapının +%5 ve -%5 X yönünde analizler sonucu katlara ve elemanlara göre yer değiştirme (deplasman) değerleri Çizelge 3.28’de gösterilmiştir. Analizler sonucu en fazla yer değiştirmenin makine dairesinde ve P304 elemanında görülmüştür.

Çizelge 3.28. Model 3’e ait Y yönündeki yerdeğiştirme değeri

Katlar	Eleman	h [m]	+ 5%			-5%		
			u _i [mm]	u _(i-1) [mm]	Δ _i [mm]	u _i [mm]	u _(i-1) [mm]	Δ _i [mm]
Makine dairesi	P6113	3.5	5.21	4.51	0.76	5.21	4.51	0.76
5	P504	3	5.97	5	1	5.97	5	1
4	P404	3	5	3.96	1.07	5	3.96	1.07
3	P304	3	3.96	2.88	1.11	3.96	2.88	1.11
2	P204	3	2.88	1.82	1.08	2.88	1.82	1.08
1	P104	3	1.82	0.86	0.96	1.82	0.86	0.96
Zemin	PZ04	4	0.86	0.05	0.81	0.86	0.05	0.81
Bodrum	PB139	3	0.02	0	0.02	0.02	0	0.02

Model 3 ile yapılan X ve Y eksenli doğrultusundaki modal etkin kütleleri, X ve Y eksenleri doğrultusundaki en büyük modal taban kesme kuvvetleri Çizelge 3.29’da ve en büyük modal taban devrilme momentleri Çizelge 3.30’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.29. Model 3’e ait taban kesme kuvveti değerleri

Mod	Modal Taban Kesme Kuvvetleri			
	$V_{txn,max}$ [tf]	$V_{txn,max}$ [tf]	$V_{tyn,max}$ [tf]	$V_{tyn,max}$ [tf]
	(+5%)	(-5%)	(+5%)	(-5%)
1	1	8.3935	3.3858	3.3924
2	48	40.9937	1.1682	1.1649
3	0	0	48.6646	48.6614
4	4	9.3903	1.2406	1.2443
5	29	0	15.1392	15.1301
6	0	19.467	16.7259	16.7314
7	6	9.8369	0.003	0.003
8	0.0626	1.6584	2.3433	2.3545
9	0	0	8.6177	8.6077
10	11	9.6802	0.5344	0.5349
Birleştirilmiş	57.610	49.06	54.450	54.504

Çizelge 3.30. Model 3’e ait devrilme moment değerleri

Mod	Modal Devrilme Momentleri			
	$M_{oxn,max}$ [tfm]	$M_{oxn,max}$ [tfm]	$M_{oyyn,max}$ [tfm]	$M_{oyyn,max}$ [tfm]
	(+5%)	(-5%)	(+5%)	(-5%)
1	124.7655	126.0353	49.4135	49.509
2	602.2125	567.7295	17.0578	17.0086
3	0	0	710.6449	710.5994
4	20.3784	22.3011	1.7186	1.7257
5	0	0	24.1958	24.1844
6	43.9375	34.4131	22.6619	22.6709
7	11.9988	15.6799	0.0936	0.0932
8	3.2645	3.1352	3.5422	3.5621
9	0	0	19.162	19.144
10	18.6853	18.1406	1.3493	1.3505
Birleştirilmiş	647.877	614.987	735.117	735.055

3.4. Dolgu Duvarların Gazbeton Olması Durumu (Model 4)

Gazbeton dolgu duvar ile yapılan betonarme yapıya ait yapı serbest kütlesi ve hareketli yük dahil yapı kütlesi Çizelge 3.31’de belirtilmiştir

Çizelge 3.31. Model 4 için yapıya ait kütle değerleri

Dolgu duvar çeşidi	Yapı serbest kütlesi (t)	Hareketli yük dahil yapı kütlesi (tf)
Gazbeton	3628.27	3712.39

Model 4 ile yapılan betonarme yapıya ait yapılan +X,-X,+Y,-Y yönünde kat yüksekliğinin %5’ine denk gelecek şekilde kaydırma sonucu yapılan modal analiz sonuçlarına göre tüm modal periyot değerleri Çizelge 3.32’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.32. Model 4’e ait farklı modeller için elde edilen periyot değerleri

Mod	Periyot (s)							
	E1	E2	E3	E4	BE1	BE2	BE3	BE4
1	0.875	0.901	0.892	0.892	0.028	0.028	0.028	0.028
2	0.787	0.761	0.786	0.786	0.024	0.024	0.024	0.024
3	0.745	0.745	0.730	0.730	0.022	0.022	0.022	0.022
4	0.219	0.237	0.230	0.230	0.018	0.018	0.018	0.018
5	0.189	0.185	0.189	0.189	0.016	0.017	0.017	0.017
6	0.185	0.178	0.178	0.178	0.016	0.016	0.016	0.016
7	0.136	0.148	0.142	0.142	0.016	0.016	0.016	0.016
8	0.087	0.090	0.090	0.090	0.014	0.014	0.015	0.014
9	0.086	0.086	0.084	0.084	0.014	0.014	0.014	0.014
10	0.078	0.074	0.077	0.077	0.010	0.010	0.010	0.010

Model 4 ile yapılan yapının analiz sonuçlarına göre yapının X ve Y yönünde katın moment alınan noktaya göre kütle merkezini, kat ağırlıklarını ve düşey yük moment değerleri Çizelge 3.33’te gösterilmiştir.

Çizelge 3.33. Model 4 için yapıya ait düşey yük moment değerleri

Düşey Yük Momentleri					
Kat	d_x [m]	Kat Ağırlığı [tf]	d_y [m]	M_x[tfm]	M_y [tfm]
Makine dairesi	14.35	108.33	8.49	1554.39	920.09
5	14.35	483.25	8.45	6934.09	4082.78
4	14.35	474.37	8.47	6806.66	4017.81
3	14.35	474.37	8.47	6806.66	4017.81
2	14.35	474.37	8.47	6806.66	4017.81
1	14.35	474.37	8.47	6806.66	4017.81
Zemin	14.35	509.41	8.47	7309.39	4314.68
Bodrum	14.35	2011.9	9.39	28869.1	18883.6
Toplam				72360.4	44542.3

Model 4 ile yapılan yapının analiz sonuçlarına göre oluşan X ve Y yönündeki deprem kuvvetleri ve deprem momentlerini herbir kat ayrı ve toplam moment değerlerini Çizelge 3.34’te gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre deprem kuvvetinin ve moment değerinin en fazla 5.katta olduğu görülmüştür.

Çizelge 3.34. Model 4 için yapıya ait deprem kuvvet ve moment değerleri

Deprem Momentleri ve Kuvvetleri					
Kat	h [m]	F_x [tf]	F_y [tf]	M_x[tfm]	M_y[tfm]
Makine dairesi	25.5	6.43	6.3	164.07	164.13
5	22	13.29	13.3	292.48	292.58
4	19	10.99	10.99	208.8	208.87
3	16	8.93	8.93	142.86	142.91
2	13	6.87	6.87	89.29	89.32
1	10	4.81	4.81	48.08	48.1
Zemin	7	2.95	2.95	20.65	20.66
Bodrum	3	57.93	62.24	173.78	186.72
Toplam				1140.01	1153.29

Model 4 ile yapılan yapının analiz sonuçlarına göre yapının X yönünde katlara etkiyen yükleri, katın burulma noktasında kullanılan eksantrisite değerleri ve burulma momentleri Çizelge 3.35’te gösterilmiştir.

Çizelge 3.35. Model 4 için yapıya ait katlara etkiyen X yönü yatay yük değerleri

Katlara Etkiyen Yatay Yükler (X Yönü)				
Kat	h [m]	e_y [cm]	F_x[tf]	T [tfm]
Makine dairesi	3.5	60	6.4341	3.8605
5	3	105.75	13.2944	14.0588
4	3	105.75	10.9895	11.6214
3	3	105.75	8.929	9.4424
2	3	105.75	6.8685	7.2634
1	3	105.75	4.8079	5.0844
Zemin	4	105.75	2.9503	3.12
Bodrum	3	98.25	54.2737	54.4509

Model 4 ile yapılan yapının analiz sonuçlarına göre yapının X yönünde katlara etkiyen yükleri, katın burulma noktasında kullanılan eksantrisite değerleri ve burulma momentleri Çizelge 3.36’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.36. Model 4 için yapıya ait katlara etkiyen Y yönü yatay yük değerleri

Katlara Etkiyen Yatay Yükler Y Yönü				
Kat	h [m]	e_x [cm]	F_y[tf]	T [tfm]
5	3	140.5	13.2989	18.685
4	3	140.5	10.9933	15.4456
3	3	140.5	8.932	12.5495
2	3	140.5	6.8708	9.6535
1	3	140.5	4.8096	6.7574
Zemin	4	140.5	2.9513	4.1466
Bodrum	3	140.5	54.2922	69.3294

Model 4 ile yapılan yapının +%5 ve -%5 X yönünde analizler sonucu katlara ve elemanlara göre yer değiştirme (deplasman) değerleri Çizelge 3.37’de gösterilmiştir. Yazılım

ortamında yapılan analizler sonucu en fazla yer değiştirmenin makine dairesinde ve P6119 elemanında görülmüştür.

Çizelge 3.37. Model 4'e ait X yönündeki yerdeğiştirme değeri

Kat	Eleman	h[m]	+5%		-5%		
			u_i [mm]	$u_{(i-1)}$ [mm]	Δ_i [mm]	$u_{(i-1)}$ [mm]	Δ_i [mm]
Makine dairesi	P6119	3.5	5.74	4.52	1.44	4.3	1.61
5	S501	3	4.65	3.88	0.79	4.52	1
4	S401	3	3.88	3.06	0.83	3.51	1.03
3	S302	3	3.06	2.22	0.85	2.51	1.02
2	S202	3	2.22	1.4	0.83	1.57	0.96
1	S101	3	1.4	0.66	0.74	0.75	0.82
Zemin	SZ01	4	0.66	0.03	0.64	0.03	0.71
Bodrum	PB124	3	0.02	0	0.02	0	0.02

Model 4 ile yapılan yapının +%5 ve -%5 Y yönünde analizler sonucu katlara ve elemanlara göre yer değiştirme (deplasman) değerleri Çizelge 3.38'de gösterilmiştir. Yazılım ortamında yapılan analizler sonucu en fazla yer değiştirmenin makine dairesinde ve P6119 elemanında görülmüştür.

Çizelge 3.38. Model 4'e ait Y yönündeki yerdeğiştirme değeri

Kat	Eleman	h[m]	+5%		-5%		
			u_i [mm]	$u_{(i-1)}$ [mm]	Δ_i [mm]	$u_{(i-1)}$ [mm]	Δ_i [mm]
Makine dairesi	P6119	3.5	5.74	4.52	1.44	4.3	1.61
5	S501	3	4.65	3.88	0.79	4.52	1
4	S401	3	3.88	3.06	0.83	3.51	1.03
3	S302	3	3.06	2.22	0.85	2.51	1.02
2	S202	3	2.22	1.4	0.83	1.57	0.96
1	S101	3	1.4	0.66	0.74	0.75	0.82
Zemin	SZ01	4	0.66	0.03	0.64	0.03	0.71
Bodrum	PB124	3	0.02	0	0.02	0	0.02

Model 4 ile yapılan X ve Y eksenli doğrultusundaki modal etkin kütleleri, X ve Y eksenleri doğrultusundaki en büyük modal taban kesme kuvvetleri Çizelge 3.39'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.39. Model 4’e ait taban kesme kuvveti değerleri

Mod	Modal Taban Kesme Kuvvetleri			
	$V_{txn,max}$ [tf]	$V_{txn,max}$ [tf]	$V_{tyn,max}$ [tf]	$V_{tyn,max}$ [tf]
	(+%5)	(-%5)	(+%5)	(-%5)
1	0.8495	8.4195	3.1896	3.1969
2	45.8668	38.493	1.2516	1.2484
3	0	0	46.2066	46.2026
4	4.8872	9.3758	0.949	0.9523
5	24.3233	0	14.2566	14.249
6	0	14.5446	15.616	15.6204
7	7.4603	12.4234	0.0024	0.0024
8	0.0646	1.5981	3.0598	3.0719
9	0	0	7.2234	7.2118
10	10.337	9.1471	0.2718	0.2734
Birleştirilmiş	53.622	45.717	51.390	51.542

Model 4 için yapılan X ve Y eksenini doğrultusundaki modal etkin kütleleri, X ve Y eksenleri doğrultusundaki en büyük modal taban devrilme momentleri Çizelge 3.40’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.40. Model 4’e ait devrilme momenti değerleri

Mod	Modal Devrilme Momentleri			
	$M_{oxn,max}$ [tfm]	$M_{oxn,max}$ [tfm]	$M_{oyy,max}$ [tfm]	$M_{oyy,max}$ [tfm]
	(+%5)	(-%5)	(+%5)	(-%5)
1	11.8822	126.035	46.7439	46.848
2	679.279	567.73	18.3519	18.3051
3	0.0001	0	677.636	677.579
4	7.0777	22.3011	1.2523	1.2586
5	58.6748	0	23.2788	23.2699
6	0	34.4131	20.9258	20.9336
7	14.9478	15.6799	0.0743	0.0739
8	-0.3756	3.1352	5.013	5.0342
9	0	0	16.4564	16.4352
10	13.6893	18.1406	0.7616	0.7655
Birleştirilmiş	682.240	583.525	680.427	680.383

Çalışma kapsamında dikkate alınan dört farklı yapısal model için elde edilen periyot değerlerinin karşılaştırılması Çizelge 3.41’te yapılmıştır.

Çizelge 3.41. Tüm modellere ait periyot değerleri karşılaştırması

	Mod	E1	E3	BE1	BE3
MODEL 1	1	0.841	0.857	0.028	0.028
	2	0.748	0.751	0.024	0.024
	3	0.737	0.720	0.022	0.022
	4	0.206	0.215	0.018	0.018
	5	0.179	0.180	0.018	0.018
MODEL 2	1	0.958	0.977	0.029	0.029
	2	0.844	0.846	0.026	0.026
	3	0.830	0.811	0.024	0.024
	4	0.237	0.247	0.018	0.018
	5	0.203	0.204	0.017	0.017
MODEL 3	1	0.915	0.933	0.029	0.029
	2	0.818	0.818	0.025	0.025
	3	0.776	0.760	0.023	0.023
	4	0.226	0.236	0.018	0.018
	5	0.195	0.194	0.016	0.017
MODEL 4	1	0.875	0.892	0.028	0.028
	2	0.787	0.786	0.024	0.024
	3	0.745	0.730	0.022	0.022
	4	0.219	0.230	0.018	0.018
	5	0.189	0.189	0.016	0.017

Çizelge 3.41’te görüleceği üzere dolgu duvarlı ve duvarsız yapılan analizler sonucu yapı kütleleri ile doğru orantılı olarak periyot süreleri artış göstermiştir. Dolgu duvar içermeyen yani çıplak betonarme çerçeve için E1 ve E3 analiz türleri için modal periyot değerleri dolgu duvarlı yapısal modeller göre düşük olarak elde edilmiştir. BE1 ve BE3 modal periyot değerlerinde ise dolgu duvar kullanılan yapısal modellere göre daha kısa süreli olduğunu, bunun binanın daha rijit davranışından kaynaklandığı görülmektedir. Ayrıca mod sayısı arttıkça özellikle dolgu duvarlı BE1 ve BE3 modellerinde dolgu duvar etkisi görülmektedir. Gazbeton kullanarak elde edilen yapısal modellerde periyot değerlerinin tuğla duvar ve bims duvara oranla daha düşük olduğu belirlenmiştir. Yazılım programında yapılan modal analizler sonucu oluşan deprem kuvvetlerini ve moment değerlerinin karşılaştırılması Çizelge 3.42’de belirtilmiştir.

Çizelge 3.42. Deprem kuvvetlerinin ve moment değerlerinin karşılaştırması

	Kat	F _x [tf]	F _y [tf]	Σ M _x [tf]	Σ M _y [tf]
MODEL 1	Makine dairesi	5.76	5.51	1129.24	1099.86
	5	12.65	12.1		
	4	10.65	10.19		
	3	11.05	10.57		
	2	6.6	6.31		
	1	4.62	4.42		
	Zemin	2.94	2.81		
	Bodrum	54.53	58.66		
MODEL 2	Makine dairesi	6.63	6.38	1259.81	1234.88
	5	14.78	14.23		
	4	12	11.55		
	3	9.75	9.39		
	2	7.45	7.17		
	1	5.21	5.02		
	Zemin	3.26	3.14		
	Bodrum	66.52	71.51		
MODEL 3	Makine dairesi	6.39	6.3	1223.43	1223.1
	5	14.54	14.34		
	4	11.87	11.7		
	3	9.64	9.51		
	2	7.42	7.31		
	1	5.19	5.12		
	Zemin	3.17	3.12		
	Bodrum	63.39	68.1		
MODEL 4	Makine dairesi	6.43	6.3	1140.01	1153.29
	5	13.29	13.3		
	4	10.99	10.99		
	3	8.93	8.93		
	2	6.87	6.87		
	1	4.81	4.81		
	Zemin	2.95	2.95		
	Bodrum	57.93	62.24		

Bu sonuçlara göre dolgu duvar kullanılan yapısal modellerde dolgu duvar içermeyen modellere göre deprem kuvvetleri ve moment değerleri artmaktadır. Dolgu duvar kullanılan yapısal modeller tuğla dolgu duvar kullanılması durumunda deprem kuvvetleri ve moment değerleri, bims ve gazbeton dolgu duvar çeşitlerine göre daha yüksek çıkmıştır. Dolgu duvarların yapısal sistem ve analizlerde sadece ağırlık olarak dikkate alınması ve taşıyıcı sisteme etkisinin incelenmesi ile elde edilecek sonuçlar daha anlamlı olacaktır. Dolgu duvar kullanılan yapısal modellerde deprem kuvveti ve moment değerleri artmaktadır. Bu bağlamda deprem yüklerinin ihmal edilmeyecek derecede arttığı yapısal analiz sonuçlarından bir kez daha elde edilmiştir.

Dolgu duvar kullanılan ve dolgu duvar kullanılmayan yapısal modellerin modal analizleri sonucu oluşan düşey yük moment değerlerini Çizelge 3.43'te belirtilmiştir.

Çizelge 3.43. Düşey yük moment değerlerinin karşılaştırması

Model	$\sum M_x$	$\sum M_y$
Model 1	67869.3	41769.7
Model 2	78714.6	48324.6
Model 3	76459.15	47095.27
Model 4	72360.4	44542.3

Analiz sonuçlarından da görüldüğü üzere dolgu duvar kullanılarak elde edilen yapısal modellerde oluşan moment değerlerinin dolgu duvar kullanılmadan oluşturulan yapısal model için elde edilen değerlere göre daha yüksek çıkmıştır. Dolgu duvar malzeme tipinin tuğla dolgu duvar olması durumu için gerçekleştirilen yapısal analizlerde moment değerleri bims ve gazbeton dolgu duvarlarına göre daha yüksek elde edilmiştir. Yapılan analizlerde dolgu duvarların taşıyıcı sisteme etkisinin ihmal edildiği analizlerin yapı deprem davranışının ortaya konması noktasında bir eksiklik doğuracağı söylenebilir. Dolgu duvarların sisteme etkisinin incelendiği bu tez çalışması kapsamında elde edilen yapısal analiz sonuçları dolgu duvar etkisinin ihmal edilemeyecek kadar önemli etkilerinin olduğunu ortaya koymaktadır.

Yazılım programında yapılan modal analizler sonucunda, katlar etkiyen yatay kuvvet değerleri ve burulma moment değerlerinin karşılaştırılması Çizelge 3.44'te belirtilmiştir. Dolgu duvar kullanılması durumunda yapılan analizlerde katları etkiyen yatay kuvvetler dolgu duvar kullanılmayan analiz sonuçlarına göre daha yüksek değerler çıkmıştır. Dolgu duvar kullanılan çalışmalarda ise tuğla duvar kullanılan yapının yatay kuvvetleri bims ve gazbetona göre daha yüksek değerlerde çıkmıştır.

Çizelge 3.44. X yönünde katlara etkiyen yatay kuvvet değerlerinin karşılaştırması

	Kat	F_x [tf]	T [tfm]
MODEL 1	Makine Dairesi	5.7628	3.4577
	5	12.6502	12.7135
	4	10.6528	10.7061
	3	11.0526	11.1079
	2	6.5977	6.6307
	1	4.6184	4.6415
	Zemin	2.9365	3.1054
	Bodrum	54.525	53.5709
MODEL 2	Makine Dairesi	6.6326	3.9796
	5	14.857	14.857
	4	12.063	12.063
	3	9.7529	9.8017
	2	7.4494	7.4867
	1	5.2146	5.2407
	Zemin	3.2614	3.4489
	Bodrum	66.519	65.355
MODEL 3	Makine Dairesi	6.3937	3.8362
	5	14.5395	15.3756
	4	11.8693	12.5518
	3	9.6438	10.1983
	2	7.4183	7.8449
	1	5.1928	5.4914
	Zemin	3.1673	3.3494
	Bodrum	63.3861	62.2769
MODEL 4	Makine Dairesi	6.4341	3.8605
	5	13.2944	14.0588
	4	10.9895	11.6214
	3	8.929	9.4424
	2	6.8685	7.2634
	1	4.8079	5.0844
	Zemin	2.9503	3.12
	Bodrum	54.2737	54.4509

Modal analiz sonuçlarından X yönündeki yer değiştirmeleri Çizelge 3.45’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.45. X yönünde olan yerdeğiştirme değerlerinin karşılaştırması

	Kat	Eleman	+Δ_i mm	-Δ_i mm
MODEL 1	Makine Dairesi	P6119	1.31	1.39
	5	S501	0.79	1
	4	S401	0.84	1.03
	3	S302	0.87	1.03
	2	S202	0.84	0.97
	1	S101	0.74	0.83
	Zemin	SZ01	0.67	0.73
	Bodrum	PB124	0.01	0.02
MODEL 2	Makine Dairesi	P6119	1.5	1.62
	5	S501	0.84	1.06
	4	S401	0.89	1.09
	3	S302	0.9	1.08
	2	S202	0.87	1.01
	1	S101	0.77	0.87
	Zemin	SZ01	0.69	0.76
	Bodrum	PB124	0.02	0.02
MODEL 3	Makine Dairesi	P6119	1.42	1.58
	5	S501	0.81	1.04
	4	S401	0.86	1.07
	3	S302	0.89	1.06
	2	S202	0.87	0.99
	1	S101	0.77	0.85
	Zemin	SZ01	0.66	0.74
	Bodrum	PB124	0.02	0.02
MODEL 4	Makine Dairesi	P6119	1.44	1.61
	5	S501	0.79	1
	4	S401	0.83	1.03
	3	S302	0.85	1.02
	2	S202	0.83	0.96
	1	S101	0.74	0.82
	Zemin	SZ01	0.64	0.71
	Bodrum	PB124	0.02	0.02

Yapıların deprem yükleri etkisi altında güvenliklerinin sağlanması noktasında dolgu duvarların taşıyıcı sisteme etkisinin yapılan hesaplarda dikkate alınması önemli olmaktadır. Dolgu duvar kullanılarak oluşturan yapısal modellerde burulma momenti değerleri daha yüksek çıkmıştır. Dolgu duvar çeşitlerinde ise en yüksek burulma değerleri tuğla dolgu duvarlı yapısal modellerde oluşmuştur. Dolgu duvarların yapılarda yapacağı burulma etkisi hesaba alınmadan analiz yapılması yapıların deprem davranışlarını olumsuz şekilde etkileyecektir. Yer değiştirmenin en yüksek değerde olduğu yapı elemanı dolgu duvar kullanılan ve kullanılmayan modal analizlerde makine dairesinde bulunan P6119'dur. Dolgu duvar kullanılan analiz sonuçlarına göre en yüksek yerdeğiştirme değerinin olduğu yapı elemanları tuğla dolgu duvar kullanılan çalışmada meydana gelmiştir. Gazbeton kullanılarak yapılan analizlerdeki yerdeğiştirme değerleri bims kullanılarak yapılan analiz sonuçlarına göre daha yüksek çıkmıştır. Analiz sonuçlarına göre oluşan taban kesme kuvveti değerleri Çizelge 3.46'da gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre taban kesme kuvveti dolgu duvar kullanılan yapısal modellerde dolgu duvar kullanılmayan yapısal modele göre daha yüksek değerde meydana gelmiştir. Dolgu duvar kullanılan çalışmalarda ise tuğla dolgu duvar kullanılması durumunda değerler bims ve gazbeton dolgu duvar kullanılmasına göre daha yüksek değerler almıştır. Analiz sonuçlarına göre oluşan devrilme moment değerleri Çizelge 3.47'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.46. Taban kesme kuvveti değerlerinin karşılaştırması

Model	$V_{txn,max}[tf]$ (+%)	$V_{txn,max}[tf]$ (-%)	$V_{tyn,max}[tf]$ (+%)	$V_{tyn,max}[tf]$ (-%)
Model 1	56.746	50.226	54.291	54.225
Model 2	60.231	52.295	54.424	54.463
Model 3	57.610	49.06	54.450	54.504
Model 4	53.622	45.717	51.390	51.542

Çizelge 3.47. Modal devrilme moment değerlerinin karşılaştırması

Model	$M_{oxn,max}[tfm]$ (+%)	$M_{oxn,max}[tfm]$ (-%)	$M_{oyn,max}[tfm]$ (+%)	$M_{oyn,max}[tfm]$ (-%)
Model 1	695.352	615.856	634.403	630.847
Model 2	747.299	685.965	723.693	724.120
Model 3	647.877	614.987	735.117	735.055
Model 4	682.240	583.525	680.427	680.383

Analiz sonuçlarına göre devrilme moment değerleri X yönünde tuğla dolgu duvar kullanılan yapısal modelde en yüksek değerde çıkarken, dolgu duvar kullanılmayan yapısal model için elde edilen değerler, bims ve gazbeton dolgu duvar tipleri için elde edilen değerlere göre daha yüksek çıkmıştır. Y yönündeki moment değerlerinde ise dolgu duvar kullanılan yapısal modellerde elde edilen sonuçlar, dolgu duvar kullanılmayan yapısal modele göre daha yüksek değerlerde oluşmuştur.

Bu tez çalışmasında yapılan analiz sonuçlarına göre, performans düzeyi karşılaştırması Çizelge 3.48’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.48. Performans düzeyi karşılaştırması

Model	Performans Düzeyi
Model 1	Sınırlı Hasar
Model 2	Sınırlı Hasar
Model 3	Sınırlı Hasar
Model 4	Sınırlı Hasar

Analiz sonuçlarına göre, X yönünde bulunan kirişlerin hasar yüzdeleri Çizelge 3.49’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.49. X yönünde olan kiriş hasar yüzdeleri karşılaştırması

Model	Sınırlı Hasar	Belirgin Hasar
Model 1	100	0
Model 2	100	0
Model 3	100	0
Model 4	100	0

Analiz sonuçlarına göre X yönünde bulunan kiriş hasarlarının tamamı sınırlı hasar düzeyinde gerçekleşmiştir. Analiz sonuçlarına göre, Y yönünde bulunan kirişlerin hasar yüzdeleri Çizelge 3.50’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.50. Y yönünde olan kiriş hasar yüzdeleri karşılaştırması

Model	Sınırlı Hasar	Belirgin Hasar
Model 1	100	0
Model 2	83.3	18.8
Model 3	100	0
Model 4	100	0

Yapılan analizler sonucunda Y yönünde bulunan kirişlerin hasar yüzdelerinin tamamı sınırlı hasar düzeyindedir. Model 2 de oluşan belirgin hasar yüzdeleri %20'nin altında olduğundan dolayı sınırlı hasar düzeyi oluşmuştur.

Analiz sonuçlarına göre, X yönünde bulunan düşey elemanların hasar yüzdeleri Çizelge 3.51'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.51. X yönünde olan düşey elemanların hasar yüzdeleri karşılaştırması

Model	Sınırlı Hasar	Belirgin Hasar
Model 1	100	0
Model 2	100	0
Model 3	100	0
Model 4	100	0

Analiz sonuçlarına göre X yönünde bulunan düşey elemanlarının hasarlarının tamamı sınırlı hasar düzeyinde gerçekleşmiştir. Analiz sonuçlarına göre, Y yönünde bulunan düşey elemanların hasar yüzdeleri Çizelge 3.52'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.52. Y yönünde olan düşey elemanların hasar yüzdeleri karşılaştırması

Model	Sınırlı Hasar	Belirgin Hasar
Model 1	100	0
Model 2	100	0
Model 3	100	0
Model 4	100	0

Analiz sonuçlarına göre X yönünde bulunan düşey elemanlarının hasarlarının tamamı sınırlı hasar düzeyinde gerçekleşmiştir.

3.2. Dolgu Duvar Malzeme Değişiminin Maliyete Etkisi

Bu tez çalışması kapsamında dikkate alınan dolgu duvar malzeme tipleri ve hiç dolgu duvar içermeyen çıplak betonarme çerçeve için maliyet hesaplaması üç farklı imalat olan donatı, beton ve duvar malzemesi adedi üzerinden yapılmıştır. Tüm yapısal modeller için bu imalat türlerinin miktarları ve maliyetleri Çizelge 3.48'de gösterilmiştir. Malzeme birim fiyatlarında daha gerçekçi bir sonuç almak amacıyla piyasa araştırması yapıp ortalama değerler dikkate alınmıştır.

Çizelge 3.53. Farklı modellerin maliyete etkisi

Model	Miktar (t)	Donatı		Miktar (m3)	Beton		Adet	Dolgu duvar	
		Birim Fiyat (TL)	Tutar (TL)		Birim Fiyat (TL)	Tutar (TL)		Birim Fiyat (TL)	Tutar (TL)
Model 1	123,59	16100	1.989.751	1482	535	792.870			
Model 2	123,44	16100	1.987.416	1485	535	794.475	63.750	1,25	79.688
Model 3	130,67	16100	2.103.835	1485	535	794.475	33.150	2,50	82.875
Model 4	129,99	16100	2.092.759	1482	535	792.870	17.851	9,50	169.575

Dolgu duvarların tuğla olarak seçilmesi durumunda yapıda kullanılacak donatı miktarı en düşük değerini almıştır. Ayrıca dolgu duvar malzemesi olarak tuğla olması halinde 1m² duvar için ortalama 25 adet tuğla kullanılması gerekirken, dolgu duvarın bims olması durumunda ortalama 13 adet bims ve gazbeton olması durumunda ise ortalama 7 adet gaz beton gerekmektedir. Dolgu duvar kullanımında da adet sayısının artmasına karşın birim fiyat baz alındığında maliyet olarak, bu çalışma kapsamında en ekonomik dolgu duvar malzeme tipinin tuğla duvar malzemesi olduğu görülmektedir. Maliyet bakımında en yüksek olan dolgu duvar tipi, bu çalışmada dikkate alınan betonarme bina modelinde dolgu duvar malzemesinin gazbeton olması durumunda elde edilmiştir.

4. SONUÇLAR

Betonarme yapılarda, genelde mekanları ayırmak ve/veya kapatmak için kullanılan dolgu duvarlar, farklı boyutlardaki farklı tür malzemeler kullanılarak inşa edilebilmektedir. Yapısal tasarım, analiz ve değerlendirmelerde sadece ağırlık olarak dikkate dolgu duvarlar yapıların deprem davranışına önemli katkılar sunmaktadır. Deprem sonucu oluşan yapısal hasarlar ve bu konuda yapılmış sayısal ve deneysel çalışmalar, dolgu duvarların bu katkılarını ortaya koymaktadır. Bu tez çalışmasında farklı tür dolgu duvar malzeme tipleri hem kendi arasında hem de hiç dolgu duvar içermeyen BA çerçeve ile karşılaştırılmıştır. Bu bağlamda örnek olarak seçilen BA bina için dört farklı yapısal model yapısal analizler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu modeller için elde edilen maliyet değerleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar örnek olarak seçilen betonarme bina ile ilgili olup, farklı yapısal özellik ve modellerde farklılık gösterebilecektir. Bu çalışma bu şekilde yapılacak çalışmalarda bir kaynak olabilecektir. Tez çalışmasında seçilen duvar malzeme tipleri için boyutlar ve özellikle kalınlık değerleri uygulamada kullanılma durumlarına dikkat edilerek seçilmiştir. Farklı tür analiz türleri için dolgu duvar malzeme türünün yapısal performansa etkisi ileride yapılacak çalışmalarda ortaya konabilir.

Yapıların deprem etkileri altındaki davranışları incelenirken sadece ağırlık olarak dikkate alınan dolgu duvarların yapısal analizlerde detaylı bir şekilde dikkate alınması bu tez çalışması ile bir kez daha ortaya konmuştur. Dolgu duvarların, betonarme yapıların deprem performansına önemli katkıları bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında hiç dolgu duvar içermeyen BA çerçeve ile dolgu duvar malzemesinin tuğla, bims ve gazbeton olması durumları olmak üzere dört farklı yapısal model oluşturulmuştur. Bu malzeme türlerinin seçiminde uygulamada yaygın olarak kullanılan duvar malzeme çeşidi ve boyutları dikkate alınmıştır. Hiç dolgu duvar içermeyen yapısal model için deprem kuvvetleri, momentleri, taban kesme kuvvetleri ve devrilme momentleri dolgu duvar kullanılarak oluşturulan yapısal modeller göre daha düşük değerler almıştır. Ayrıca dolgu duvar kullanımı ile birlikte yapının rijitliği de önemli ölçüde artacaktır. Rijitliği artan yapılarda periyot değerleri daha düşük değerler alacak ve bunun sonucunda yapının deprem güvenliği olumlu bir şekilde etkilenecektir. Dolgu duvar malzemesinin tuğla olduğu Model 2’de, örnek BA bina modelinin kütlesi, diğer modellere göre artmıştır. Bunun sonucu olarak taban kesme kuvveti, deprem kuvvetleri, moment değerleri daha yüksek elde edilmiştir. Yapının doğal titreşim periyotları incelendiğinde dolgu duvar içeren yapısal modellerde BE1 ve BE3 analiz türleri için periyot değerlerinin hiç dolgu duvar içermeyen

yapısal modele göre azaldığı görülmektedir. Bunun nedeninin de dolgu duvarlardan dolayı yapının daha rijit davranış göstermesi söylenebilir.

Dolgu duvarların yapıların deprem etkileri altındaki davranışları, yapının kütlesinin artırması, yapının rijitliğini artırması, yapıya gelen deprem yüklerinin taşıyıcı kolon-kiriş çerçeve sistemine aktarması yapının depreme karşı güvenliğini artırmaktadır. Çalışmada dikkate alınan yapısal modeller için elde edilen yer değiştirme değerlerine göre tüm yapısal modellerde P6119 elemanın en fazla yer değiştirmeyi yaptığı görülmektedir. Tüm yapısal modeller arasında ise en yüksek yerdeğiştirme değerleri Model 2 için elde edilmiştir. Dolgu duvar içeren yapısal modellerdeki burulma moment değerlerinin, dolgu duvar içermeyen yapısal modele göre yüksek değerlerde çıktığı görülmektedir.

Çalışmadaki yapısal modeller için ayrıca üç imalat türü dikkate alınarak maliyet değerleri elde edilmiştir. Örnek olarak seçilen BA binada kullanılacak olan donatı miktarı en düşük değerini Model 2 için elde ederken, en yüksek miktar Model 4 için elde edilmiştir. Duvar malzeme türleri için piyasa incelemesi ile ortalama olarak elde edilen birim fiyatların kullanılması durumunda, en yüksek maliyet değeri, dolgu duvar malzemesinin gazbeton olması durumunda elde edilmiştir.

Geleceğe yönelik çalışmalarda zaman tanım alanında analiz olmak üzere farklı analizler farklı yazılım programlarında daha fazla yapısal model üzerinde analizler yapılabilecektir. Bu tez kapsamında elde edilen veriler bu tür çalışmalara kaynak olabilecektir.

5. KAYNAKLAR

- Aksoy H, Avşar Ö, 2015. Considering the Effect of Masonry Infill Walls on the Seismic Behaviour of R/C Frames with a Simplified Method. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 21 (3): 115-122.
- Aksoylu C, Mobark A, Arslan MH, Erkan İH, 2020. A Comparative Study on ASCE 7-16, TBEC-2018 and TEC-2007 for Reinforced Concrete Buildings. Revista de la Construcción, 19 (2): 282-305.
- Akyildiz AT, Kowalska-Koczwara A, Hojdys Ł, 2021. Seismic Protection of RC Buildings by Polymeric Infill Wall-frame Interface. Polymers, 13 (10): 1577.
- Akyürek O, Tekeli H, Demir F, 2018. Plandaki Dolgu Duvar Yerleşiminin Bina Performansı Üzerindeki Etkisi. International Journal of Engineering Research and Development, 10 (1): 42-55.
- Aker A, 2011. Uçucu Külle Üretilen Genleştirilmiş Perlit Katkılı Gazbeton Numuneler Üzerinde Kür Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Bayülke N, 2003. Betonarme Yapının Dolgu Duvarı. Türkiye Mühendislik Haberleri, 426: 85-98.
- Bilgin H, Shkodrani N, Hysenlliu M, Ozmen HB, Isik E, Harirchian E, 2022. Damage and Performance Evaluation of Masonry Buildings Constructed in 1970s During the 2019 Albania Earthquakes. Engineering Failure Analysis, 131: 105824.
- Çelebi O, Beyen K, 2018. Betonarme Binaların Depreme Karşı Davranışında Dolgu Duvarların ve Sönümleyici Sistemlerin Etkisi. Afet ve Risk Dergisi, 1 (1): 9-25.
- Çelebi E, Aktas M, Çağlar N, Özocak A, Kutanis M, Mert N, Özcan Z, 2013. October 23, 2011 Turkey/Van–Ercis Earthquake: Structural Damages in the Residential Buildings. Natural Hazards, 65 (3): 2287-2310.
- Choi SW, Park SW, Park HS, 2017. Multi-objective Design Model for Retrofit of Reinforced Concrete Frames with Infilled Walls Using FRP Bracings. Construction and Building Materials, 140: 454-467.
- Çiçek YE, 2002. Pişmiş Toprak Tuğla, Bimsbeton, Gazbeton ve Perlitli Yapı Malzemelerinin Fiziksel, Kimyasal ve Mekanik Özelliklerinin Karşılaştırılmalı Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Doğangün A, Ural A, Sezen H, Güney Y, Fırat FK, 2013. The 2011 Earthquake in Simav, Turkey and Seismic Damage to Reinforced Concrete Buildings. *Buildings*, 3 (1): 173-190.
- Doğangün A, 2004. Performance of Reinforced Concrete Buildings During the May 1, 2003 Bingöl Earthquake in Turkey. *Engineering Structures*, 26 (6): 841-856.
- Dogan G, Ecemis AS, Korkmaz SZ, Arslan MH, Korkmaz HH, 2021. Buildings Damages after Elazığ, Turkey Earthquake on January 24, 2020. *Natural Hazards*, 109 (1): 161-200.
- Fikri R, Dizhur D, Walsh K, et al. 2019. Seismic Performance of Reinforced Concrete Frame with Masonry Infill Buildings in the 2010/2011 Canterbury, New Zealand Earthquakes. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 17: 737–757.
- Gazić G, Sigmund V, 2016. Cyclic Testing of Single-Span Weak Frames with Masonry Infill. *Građevinar*, 68 (08): 617-633.
- Hadzima-Nyarko M, Ademović N, Krajnović M, 2021. Architectural Characteristics and Determination of Load-bearing Capacity as a Key Indicator for a Strengthening of the Primary School Buildings: Case Study Osijek. *Structures*, 34: 3996-4011.
- Harirchian E, Hosseini SEA, Jadhav K, Kumari V, Rasolzade S, Işık E, Lahmer T, 2021. A review on Application of Soft Computing Techniques for the Rapid Visual Safety Evaluation and Damage Classification of Existing Buildings. *Journal of Building Engineering*, 43: 102536.
- Işık E, Harirchian E, Bilgin H, Jadhav K, 2021. The Effect of Material Strength and Discontinuity in RC Structures According to Different Site-specific Design Spectra. *Journal of Research on Engineering Structures and Materials*, 7: 413-430.
- Işık E, 2021. A Comparative Study on the Structural Performance of an RC Building Based on Updated Seismic Design Codes: Case of Turkey. *Challenge*, 7: 123-134.
- Işık E, Aydın MC, Ulu AE, 2021. Effect of Infill Walls on Limit States in Reinforced-concrete Frames. *Advanced Engineering Days (AED)*, 1: 35-37.
- Isik E, Aydın MC, Buyuksarac A, 2020. 24 January 2020 Sivrice (Elazığ) Earthquake Damages and Determination of Earthquake Parameters in the Region. *Earthquakes and Structures*, 19 (2): 145-156.
- Işık E, 2014. The Effects of 23.10.2011 Van Earthquake on Near-field and Damaged on Structures. *International Anatolia Academic Online Journal Scientific Science*, 2 (2):10-25.

- Işık E, Özlük MH, Demir E, Bilici H, 2012. 23.10. 2011 Van Depreminin Adilcevaz İlçesindeki Etkilerinin Gözleme Dayalı İncelenmesi. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 1 (1): 1-10.
- İdeCAD, 2020. İdeCAD Statik V10.020, İdeYAPI, Türkiye.
- İnel M, Özmen HB, Çaycı BT, 2013. Simav ve Van Depremleri (2011) Yapı Hasar Nedenlerinin Değerlendirilmesi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19 (6): 256-265.
- İnel M, Ozmen HB, Bilgin H, 2008. Re-evaluation of Building Damage During Recent Earthquakes in Turkey. Engineering Structures, 30 (2): 412-427.
- İrtem E, Türker K, Hasgöl U, 2005. Dolgu Duvarlarının Betonarme Bina Davranışına Etkisi, İTÜ Mühendislik Dergisi/d, 4 (4): 3-13.
- Kaplan SA, 2008. Dolgu Duvarların Betonarme Taşıyıcı Sistem Performansına Etkisi. TMH, 452: 49-62.
- Korkmaz A, Uçar T, 2006. Betonarme Binaların Deprem Davranışında Dolgu Duvar Etkisinin İncelenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 8 (1): 101-108.
- Latifi R, Hadzima-Nyarko M, 2021. A Comparison of Structural Analyses Procedures for Earthquake-Resistant Design of Buildings. Earthquake and Structures, 20 (5): 531-542.
- Layadi I, Messabhia A, Plassiard JP, Olivier PLE, 2020. The Effect of Masonry Infill Walls on the Reinforced Concrete Frames Behavior Under Lateral Load. Journal of Materials and Engineering Structures (JMES), 7 (1): 125-140.
- Nemutlu ÖF, Balun B, Benli A, Sarı A, 2020. Bingöl ve Elazığ İlleri Özelinde 2007 ve 2018 Türk Deprem Yönetmeliklerine Göre İvme Spektrumlarının Değişiminin İncelenmesi. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 11 (3): 1341-1356.
- Ozkaynak H, Yuksel E, Yalcin C, Dindar AA, Buyukozturk O, 2014. Masonry Infill Walls in - Reinforced Concrete Frames as a Source of Structural Damping. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 43 (7): 949-968.
- Paripour MB, Budak A, Düzgün OA, 2021. A Parametric Study on Progressive Collapse in Reinforced Concrete Frames with Infill Walls. Journal of Failure Analysis and Prevention, 21 (3): 1019-1032.
- Pul S, Arslan ME, 2019. Cyclic Behaviors of Different Type of Hollow Brick Infill Walls: a Hinged Rigid Frame Approach. Construction and Building Materials, 211: 899-908.

- Sağılıyan S, 2018. Dolgu Duvarların Modellenme Yaklaşımlarının Betonarme Çerçeve Davranışına Etkisi. Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 30 (2): 165-174.
- Sezen H, Whittaker AS, Elwood KJ, Mosalam KM, 2003. Performance of Reinforced Concrete Buildings During the August 17, 1999 Kocaeli, Turkey Earthquake, and Seismic Design and Construction Practise in Turkey. Engineering Structures, 25 (1): 103-114.
- Shendkar MR, Kontoni DPN, Işık E, Mandal S, Maiti PR, Harirchian E, 2022. Influence of Masonry Infill on Seismic Design Factors of Reinforced-Concrete Buildings. Shock and Vibration, 2022: 5521162.
- Šipoš TK, Sigmund V, Hadzima-Nyarko M, 2013. Earthquake Performance of Infilled Frames Using Neural Networks and Experimental Database. Engineering Structures, 51: 113-127.
- Sivri M, Demir F, Kuyucular A, 2006. Dolgu Duvarlarının Çerçeve Yapının Deprem Davranışına ve Göçme Mekanizmasına Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10 (1): 109-115.
- TBDY, 2018. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. Ankara: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı.
- Tekin M, Alsancak E, Ay M, 2007. Betonarme Çerçevelerde Dolgu Duvar Etkisinin İncelenmesi. Celal Bayar University Journal of Science, 3 (1): 95-104.
- Timurağaoğlu MÖ, Doğangün A, Livaoğlu R, 2019. Comparison and Assessment of Material Models for Simulation of Infilled RC Frames under Lateral Loads. Građevinar, 71 (1): 45-56.
- Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Deprem Uygulaması <https://tdth.afad.gov.tr> (Erişim tarihi: 2 Şubat 2022).
- Uçar T, Öztürkoğlu O, 2018 Basınç Çubuğu Bünye Bağıntısının Boşluklu Dolgu Duvarlı Betonarme Çerçevelerin Artımsal İtme Analizine Etkisi. Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 8 (1): 227-241.
- Ulutaş H, 2019. DBYBHY (2007) ve TBDY (2018) Deprem Yönetmeliklerinin Kesit Hasar Sınırları Açısından Kıyaslanması. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (17): 351-359.
- Yakut A, Sucuoğlu H, Binici B, Canbay E, Donmez C, İlki A, ... & Ay BÖ, 2021. Performance of Structures in İzmir After the Samos Island Earthquake. Bulletin of Earthquake Engineering, 1-26.
- Yılmaz N, Avşar Ö, 2013. Structural Damages of the May 19, 2011, Kütahya–Simav Earthquake in Turkey. Natural Hazards, 69: 981–1001.

ÖZGEÇMİŞ

te doğdum. İlköğretimimi İlköğretim okulunda tamamladım. Lise eğitimimi Lisesinde tamamladım. Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünü kazandım ve yılları arası özel sektörde çalıştım. i Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladım iş hayatıma devam etmekteyim.

Mazlum Doğan ÇOBAN