

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YIĞMA BİNALARDA RİSK ÖNCELİKLERİNİN
BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ONUR YEŞİLGÜL

DANIŞMAN
PROF. DR. ERCAN IŞIK

OCAK 2024
BİTLİS

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YIĞMA BİNALARDA RİSK ÖNCELİKLERİNİN
BELİRLNEMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ONUR YEŞİLGÜL
ORCID: 0000-0001-9260-380X

DANIŞMAN
PROF. DR. ERCAN IŞIK

OCAK 2024
BİTLİS

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

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisiyim. Hazırlamış olduğum “**Yığma Binalarda Risk Önceliklerinin Belirlenmesi**” başlıklı tezde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi; tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu; tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi; kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı; bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. 02/01/2024

İmza
Onur YEŞİLGÜL

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TEZ YAZIM KILAVUZU UYGUNLUK BEYANI

“Yığma Binalarda Risk Önceliklerinin Belirlenmesi” başlıklı yüksek lisans tezi Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırlanmıştır. 02/01/2024

Tezi Hazırlayan

İmza

Onur YEŞİLGÜL

Danışman

İmza

Prof. Dr. Ercan IŞIK

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanı

İmza

Prof. Dr. Hakan ÇOBAN

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TEZ ONAY SAYFASI

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı öğrencisi Onur YEŞİLGÜL tarafından hazırlanan “ Yığma Binalarda Risk Önceliklerinin Belirlenmesi” adlı Yüksek Lisans Tezi ile ilgili tez savunma sınavı, .../.../... tarihinde yapılmış ve tezin oybirliği/oyçokluğu ile kabul/ red edilmesine karar verilmiştir.

JÜRİ:

İMZA

Danışman: Prof. Dr. Ercan IŞIK
Bitlis Eren Üniversitesi

.....

Üye: Prof. Dr. Abdulhalim KARAŞİN
Dicle Üniversitesi

.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Fatih AVCİL
Bitlis Eren Üniversitesi

.....

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun tarih ve sayılı kararıyla jüri tarafından kabul edilmiş bu çalışmanın yüksek lisans tezi olarak kabulü onaylanmıştır.

.... /... /2024

Doç. Dr. Bakır ŞENGÜL
Enstitü Müdürü

T.C.
Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

YIĞMA BİNALARDA RİSK ÖNCELİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Onur YEŞİLGÜL

Danışman: Prof. Dr. Ercan IŞIK

Ocak 2024

ÖZET

Mevcut yapıların olası bir depremden önce risk önceliklerinin belirlenmesi modern afet yönetiminin bir parçasıdır. Bu tez çalışması kapsamında, kırsal bölgelerde hakim yapı stoku olan yığma yapılarda risk önceliklerinin belirlenebilmesi adına örnek yapılar üzerinden örneklendirme yapılmıştır. Çalışma kapsamında 06 Şubat 2023 depremlerinden etkilenen Adıyaman ilinde yer alan 15 farklı yığma yapı seçilmiştir. Bu yapılar için ülkemizde yığma yapılar için kullanılan son iki değerlendirme yöntemi ve ODTÜ tarafından önerilen yöntem dikkate alınmıştır. Çalışmada, ODTÜ, 2013 ve 2019 yıllarında yığma yapılarda kullanılan bölgesel risk önceliklerinin belirlenmesindeki hızlı değerlendirme yöntemleri ayrıca karşılaştırılmıştır. Elde edilen tüm sonuçlar karşılaştırılarak yorumlamalar yapılmıştır. Ayrıca yığma yapılarda deprem risk parametrelerini ortaya koymak adına meydana gelen hasarlara da değinilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yığma, Risk, Öncelik, Sismik, Bina

Republic of Türkiye
Bitlis Eren University Graduate School
Department of Civil Engineering

DETERMINING RISK PRIORITIES IN MASONRY BUILDINGS

Master's Thesis

Onur YEŞİLGÜL

Supervisor: Prof. Dr. Ercan IŞIK

January 2024

ABSTRACT

Determining the risk priorities of existing structures before a possible earthquake is a part of modern disaster management. Within the scope of this thesis study, sample buildings were sampled in order to determine risk priorities in masonry buildings, which are the dominant building stock in rural areas. Within the scope of the study, 15 different masonry buildings located in Adıyaman province, which was affected by the earthquakes of February 6, 2023, were selected. For these structures, the last two evaluation methods and the method recommended by METU used for masonry structures in our country and were taken into consideration. In the study, METU, 2013 and 2019 rapid assessment methods used in determining regional risk priorities in masonry structures were also compared. All obtained results were compared and interpretations were made. In addition, the damages occurring in masonry structures are also mentioned in order to reveal the earthquake risk parameters.

Keywords: Masonry, Risk, Priority, Seismic, Building

TEŞEKKÜR

Öncelikle, tez çalışmamın araştırma sürecinde değerli katkılarda bulunan, çalışmanın her aşamasında önümü aydınlatan, desteğini ve zamanını hiç esirgemeyen değerli hocam, Sayın Prof. Dr. Ercan IŞIK’a,

Hayatım boyunca desteğini, sevgisini esirgemeyen, maddi ve manevi hiçbir fedakârlıktan çekinmeyen aileme, özellikle haklarını ne yapsam ödeyemeyeceğim annem Zennure YEŞİLGÜL’e, babam Sıracettin YEŞİLGÜL’E ve benim her zaman bir ağabeyden fazlası olan Güven YEŞİLGÜL’e minnet ve şükranlarımı sunarım.



ÖNSÖZ

Günümüz teknolojileri kullanılarak depremlerin önceden kestirilmesi pek mümkün görünmemektedir. Olası bir depremin zamanı, yeri, büyüklüğü ile ilgili birçok belirsizlik bulunmaktadır. Depremlerin yıkım etkisinin azaltılması, hem yeni inşa edilecek binalar hem de mevcut yapılar ile ilgili yapılacak çalışmalara bağlıdır. Yeni inşa edilecek yapılarda; hem proje hem de yapım aşamasında depreme dayanıklı yapı tasarım kurallarının hassasiyet ile uygulanıp, kontrol mekanizmasının etkin bir şekilde işletilmesi gerekmektedir. Bu işlemler binalar yeni inşa edileceği için hem pratik hem de kolayca uygulanabilir deprem öncesi yapısal tedbirlerin başında gelmektedir. Ancak deprem yapılaşmasını tamamlayan çevrenin yıkımı olduğu için mevcut yapı stoku üzerinde yapılan çalışmalar da deprem öncesi alınabilecek önlemlerden biridir. Ayrıca, burada depremlerin her defasında açıkça gösterdiği gibi can ve mal kayıplarına mevcut yapısal kusurlar olduğu da unutulmamalıdır. Dolayısı ile olası bir depremden önce mevcut yapı stoku üzerinde deprem etkileri ile ilgili yapılacak çalışmalar özellikle karar vericilere bir destek aracı olacaktır. Ancak kentleşme ve nüfusunun artması ile birlikte artan mevcut yapı stokunun detaylı olarak sismik performanslarının belirlenmesi çok kolay görünmemektedir. Hem ekonomik hem de uzman personel açısından pek mümkün görünmeyen detaylı deprem analizlerine geçilmeden önce mevcut yapı içerisinde risk önceliklerinin belirlenmesi ile birlikte detaylı incelenecek bina stoku içerisinde bir önceliklendirme yapılabilmektedir. Bu açıdan dünyanın değişik ülkelerinde değişik metodolojiler kullanılarak mevcut yapılar ile ilgili hızlı değerlendirme yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler farklı yapısal sistemlerde farklı parametreler dikkate alınarak dünyanın farklı yerleşim birimleri için uygulanmış ve uygulanmaya da devam edilmektedir. Türkiye için asrın felaketi olan 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri de mevcut yapılar ile alınacak önlemleri bir kez daha ortaya koymuştur.

Bu tez çalışması kapsamında kırsal kesimlerde hakim yapı stoku olan yığma yapılar dikkate alınmıştır. 06 Şubat depremlerinde en çok etkilenen illerden biri olan Adıyaman ilinde yer alan 15 farklı yığma bina dikkate alınmıştır. Çalışmada öncelikle yığma yapılarda meydana gelen hasarlar hakkında bilgiler verilmiştir. Sonrasında hızlı değerlendirme için kullanılacak veriler yerinde yapılan ölçümler sonucu elde edilmiştir. Bu çalışma kapsamında Türkiye’de ilgili bakanlık tarafından 2013 ve 2018 yıllarında yığma yapılar için öngörülen bölgesel risk önceliklerinin belirlenmesinde kullanılan 1.

aşama değerlendirme yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada lkemizde kullanılan son iki hızlı değerlendirme yöntemi ayrıca karşılaştırılmıştır.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
ÖNSÖZ.....	IV
İÇİNDEKİLER	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
KISALTMALAR	IX
SİMGELER	X
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	4
2.1. Hızlı Değerlendirme Yöntemleri.....	7
2.1.1. 1-5 Katlı Yığma ve Karma Binalar için I. Kademe Değerlendirme (ODTÜ)	7
2.1.2. ÇŞB I. Aşama Değerlendirme Yöntemi (2013).....	10
2.1.3. ÇŞB I. Aşama Değerlendirme Yöntemi (2019).....	16
2.2. Çalışmada Dikkate Alınan Yığma Yapılar	23
3. BULGULAR	31
3.1. ÇŞB I. Aşama Değerlendirme Yöntemi (2013) Sonuçları	34
3.2. I. Aşama Değerlendirme Yöntemi (2019-ÇŞB) Sonuçları	36
3.3. 1-5 Katlı Yığma ve Karma Binalar için I. Kademe Değerlendirme (ODTÜ) Sonuçları	40
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	45
KAYNAKLAR	47

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2. 1. 1. Yığma yapılar için sokak tarama yönteminde kullanılan olumsuzluk parametreleri	9
Çizelge 2. 2. Yığma ve karma binaların deprem puanlar	10
Çizelge 2. 3. Yığma yapılar için taban puan değerleri.....	13
Çizelge 2. 4. Mevcut durum ve kalite olumsuzluk puanları	13
Çizelge 2. 5. Yığma binalarda bulunan planda olumsuzluk puanları	13
Çizelge 2. 6. Yığma yapılarda bulunan düşeyde olumsuzluk için öngörülen puanlar...	14
Çizelge 2.7. Yığma yapılarda bina nizamı için öngörülen olumsuzluk puanları.....	14
Çizelge 2.8. Yığma yapılarda deprem tehlike bölgesinin belirlenmesi	16
Çizelge 2.9. Yığma yapılar için taban puan değerleri.....	17
Çizelge 2.10. Yığma yapılarda dikkate alınan olumsuzluk parametreleri ve değerleri..	19
Çizelge 2.11. Yığma yapıların mevcut durumu ve kalite olumsuzluk puan değerleri....	19
Çizelge 2.12 Yığma yapılar için planda düzensizlik için öngörülen olumsuzluk puanları	20
Çizelge 2.13. Mevcut yığma yapıların düşey doğrultularındaki olumsuzluk puanları ...	20
Çizelge 2.14. Yığma yapıların yapı nizamı, kat seviyesi önerilen olumsuzluk puanlar.	21
Çizelge 2.15. Duvar miktarı parametresinin hesaplanması	21
Çizelge 3.1. Deprem yer hareketi düzeyleri (TBDY-2018)	31
Çizelge 3.2. Farklı aşılma olasılıkları için elde edilen PGA ve PGV değerleri.....	32
Çizelge 3.3. Farklı aşılma olasılıkları için elde edilen S_s ve S_1 değerleri	32
Çizelge 3.4. ZC için yerel zemin özellikleri (TBDY-2018)	33
Çizelge 3.5. İncelenen yapı konumları için elde edilen deprem parametre değerleri.....	34
Çizelge 3.6. İncelenen bina parametre ve yapısal sonuç puanları	35
Çizelge 3.7. İncelenen yığma yapılara ait parametre değerleri (2019).....	37
Çizelge 3.8. İncelenen yapılara ait parametre değerleri ve yapısal sonuç puanları	39
Çizelge 3.9. İncelenen yapılara ait parametre değerleri ve yapısal sonuç puanları	41
Çizelge 3.10. Kullanılan yöntemlerde kullanılan parametrelerin karşılaştırılması.....	43

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Tamamen göçen yığma yapı örnekleri	4
Şekil 2. 2. Ağır toprak dam kaynaklı yapısal hasarlar	5
Şekil 2. 3. Ağır toprak damlardan dolayı taşıyıcı duvarların düzlem dışı yıkılması	5
Şekil 2. 4. Köşe noktalarda ayrılma hasarı	6
Şekil 2. 5. Farklı duvar malzemeleri arasındaki yetersiz bağlantı	6
Şekil 2. 6. Katmanlar arası yetersiz bağlantı sonucu olan hasarlar.....	7
Şekil 2. 7. Yığma yapılarda dikkate alınacak parametreler için dikkat edilmesi gerekenler	15
Şekil 2. 8. 1. aşama değerlendirme yöntemi için dikkate alınacak parametreler.....	22
Şekil 2. 9. Çalışmaya konu olan yığma yapılara ait görseller.....	24
Şekil 2. 10. Çalışmaya konu olan yığma yapılara ait kalıp planları	30
Şekil 3.1. İncelenen yığma yapılara ait sonuç puanları (2013-ÇŞB).....	36
Şekil 3.2. İncelenen yığma yapılara ait sonuç puanları (2019-ÇŞB).....	40
Şekil 3.3. İncelenen yığma yapılara ait sonuç puanları (ODTÜ).....	42
Şekil 3.4. Üç yöntem için elde edilen sonuçların karşılaştırılması.....	43

KISALTMALAR

TBDY-2018 : Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018



SİMGELER

F_S	: Kısa periyot (0.2s) bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
F_1	: 1.0 saniye (uzun) periyod için yerel zemin etki katsayısı
PGA	: Maksimum yer ivme değeri (g) (cm/s^2)
PGV	: Maksimum yer hız değeri (cm/s)
S_{DS}	: Kısa periyod (0.2s) için tasarım spektral ivme katsayısı
S_{D1}	: 1.0 saniye (uzun) periyod için tasarım spektral ivme katsayısı
S_1	: 1.0 saniye (uzun) periyod için harita spektral ivme katsayısı
S_S	: Kısa periyod (0.2s) için harita spektral ivme katsayısı
T_A	: Spektrum karakteristik periyodu
T_B	: Spektrum karakteristik periyodu
DD-1	: En büyük deprem yer hareket düzeyi
DD-2	: Standard deprem yer hareket düzeyi

1. GİRİŞ

Tamamlanmış çevrenin yıkımına neden en önemli doğal afetlerden biri depremdir. Son olarak 06 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş depremleri, depremlerin canlılar ve yapılar üzerindeki yıkıcı etkisini bir kez daha gözler önüne sermiştir. Yapılarda meydana gelen hasarların can kayıplarının ana nedenlerinden biri olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda, olası bir depremden önce hem mevcut yapı stoku üzerinde hem de yeni inşa edilecek yapılar ile ilgili yapılacak çalışmalar deprem öncesi alınabilecek önlemlerden başında gelmektedir. Böylelikle yapısal hasarların neden olacağı can kayıpları asgari seviyeye indirgenebilir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, yeni inşa edilecek yapılarda hem tasarım hem proje hem de yapım aşamasında depreme dayanıklı yapı tasarım ilkelerinin uygulanması ve gerekli kontrollerin yapılması ile birlikte bu yapıların deprem dayanımlarının yeterli düzeyde olması kolaylıkla sağlanabilir. Ancak mevcut yapı stoku için bu süreç bu kadar basit görünmemektedir. Mevcut yapı stok miktarının çok olması deprem öncesi bu yapıların yeterli düzeyde deprem performansına sahip olup olmadığının tespitini çok kolay ve pratik hale getirememektedir. Ayrıca detaylı bir şekilde deprem performans analizleri yeterli ekonomik kaynak ve alanında yeterli uzman personel olmaması bu süreci daha da zorlaştırmaktadır. Tüm bu açılardan değerlendirildiğinde mevcut yapı stoku için deprem öncesi sismik risklerin belirlenmesi için yapı stoku içerisinde bir önceliklendirme yapılarak öncelikle detaylı incelenmesi gereken binaların belirlenmesi zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Böylelikle ilk etapta acil olarak detaylı incelemeye tabii olacak binalar belirlenebilmektedir. Bu noktada yapıların sismik risk önceliklerinin belirlenmesi adına farklı hızlı değerlendirme yöntemleri geliştirilmiştir. Genel olarak bu yöntemlerde depremler sonrası yapılarda meydana gelen hasarlar dikkate alınarak bir takım parametreler dikkate alınarak, yapılar için risk önceliklendirilmesinde kullanılacak puanlar elde edilmektedir. Bu yöntemler yardımı ile detaylı olarak incelenmesi gereken bina sayısı oldukça azaltılabilmektedir. Daha hızlı, pratik ve uygulanması kolay olan bu yöntemler farklı türde yapısal sistemler içinde farklılıklar gösterebilmektedir [1], [2], [3], [4]. Bu tez çalışmasında yığma tarzda inşa edilmiş binalar dikkate alınacaktır. 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinde en çok etkilenen üç ilden biri olan Adıyaman ilinin özellikle kırsal kesimlerinde yer alan yığma yapılar örnek olarak seçilmiştir. Çalışmada ayrıca bu depremlerin bu ildeki yığma yapılarda oluşturduğu hasarlar hakkında bilgiler verilecektir. Yığma yapılarda hızlı

değerlendirme yöntemleri ve Kahramanmaraş depremleri sonucu yığma yapılarda oluşan yapısal hasarlar ile ilgili bazı çalışmalara aşağıda değinilmiştir.

Karaşin ve diğerleri (2016), Diyarbakır ilinde yer alan bir yığma yapı için farklı hızlı değerlendirme yöntemlerini kullanarak, yöntemler arasında tutarlılığı ortaya koymaya çalışmışlardır [5].

Özbay ve Karapınar (2021), yaptıkları çalışmada İstanbul ilinde bulunan tarihi bölgelerden biri olan Galata bölgesinde yer alan 213 adet yığma yapı için hızlı değerlendirme yöntemi kullanarak bölgesel bağlamda risk önceliklerini belirlemişlerdir [6].

Biçen ve diğerleri (2020), Türkiye’de 2019’da güncellenen hızlı değerlendirme yöntemini farklı sismik risklere sahip 7 farklı il için uygulayarak, bölgesel risk önceliklerinin belirlenmesindeki etkilerini ortaya koymaya çalışmışlardır [7].

Arkan ve diğerleri (2023), yaptıkları çalışmada Bitlis ilinde yer alan 20 farklı geleneksel yığma Bitlis evleri için 2019 yılında yürürlüğe giren Türk Hızlı Değerlendirme Yöntemini kullanarak bölgesel risk önceliklerini belirlemeye çalışmışlardır [8].

Işık (2013), Bitlis ilinde yer alan 296 adet bina için literatürde önerilen birinci aşama değerlendirme yöntemini kullanarak yapılarda risk düzeylerini ve önceliklerini belirlemeye çalışmıştır [9].

Angjeliu ve diğerleri (2023), tarihi yığma binalarda kırılabilirlik eğrilerini dikkate alarak geliştirilmiş bir hızlı değerlendirme yöntemi önererek, örnek tarihi bir yığma yapı için önerdikleri yöntemi uygulamışlardır [10].

Giacco ve diğerleri (2022), deprem sonrası yığma yapılarda oluşan hasarların değerlendirilmesinde derin öğrenme tabanlı bir uygulama geliştirmişlerdir [11].

Hadzima-Nyarko ve diğerleri (2017), Hırvatistan’da bulunan Osijek kentinde yer alan bir yığma yapı hasar indeksi kullanarak, bu yığma yapı için sismik riski belirlemeye çalışmışlardır [12].

Ademović ve diğerleri (2020), Bosna-Hersek’te yer alan farklı yerleşim birimlerinde yer alan farklı yapı sistemlere sahip binalar için sismik riskleri belirleyeme çalışmışlardır [13].

Khemis ve diğerkleri (2023), yaptıkları çalışma ile Cezayir’de bulunan yığma yapılar için hızlı değerlendirme yöntemi kullanarak sismik risk önceliklerini belirlemişlerdir. Bu amaç için toplam 226 adet yığma bina dikkate alınmıştır [14].

Achs ve Adam (2012), Viyana’daki (Avusturya) tarihi tuğla yığma binaların görsel taramaya dayalı hızlı sismik değerlendirmesini gerçekleştirerek, risk önceliklerini belirlemeye çalışmışlardır [15]. Bunun için 20 farkı mahalleden 375 adet yığma yapıyı dikkate almışlardır.

Işık ve diğerkleri (2021), deprem sonrası yığma yapılarda oluşan hasarların derecelendirilmesi için 23 Ekim 2011 Van depreminde hasar alan yığma yapıları dikkate alarak hasar seviyelerini belirlemiş ve bunun için Android/IOS tabanlı bir uygulama önermişlerdir [16].

Işık (2023), 06 şubat 2023 depremlerinin ardından deprem bölgesinde yer alan kerpiç yapılarda meydana gelen hasarları detaylı olarak incelemiştir [17].

Işık ve diğerkleri (2023), Türkiye için asrın felaketi olan Kahramanmaraş depremleri sonrası Adıyaman ilinde yer alan yığma yapılarda oluşan yapısal hasarları gözlemsel olarak değerlendirmişlerdir [18].

Bu tez çalışmasında 06 şubat Kahramanmaraş depremlerinden sonra en fazla etkilenen  ilden biri olan Adıyaman’da yer alan 15 farkı yığma yapı için üç farkı hızlı değerlendirme yöntemi kullanılarak bu yapılar arasında sismik risk öncelikleri belirlenmeye çalışılacaktır. Her bir yapı için farkı hızlı değerlendirme yöntemlerine göre sonuç puanları elde edilecek, elde edilen sonuç puanları karşılaştırılacaktır. Ayrıca bu yöntemlerde dikkate alınan parametreler endi içerisinde yarıa karşılaştırılacaktır.

Bu çalışmanın diğerk çalışmalardan farkı Türkiye’de kullanılan üç farkı hızlı değerlendirmenin yığma yapılar özelinde karşılaştırılması olacaktır. Ayrıca yöntem özellikle Kahramanmaraş depremlerinden etkilenen yığma yapılar özelinde gerçekleştirilecektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Türkiye’de yaşanan en büyük depremler olarak tarihsel süreçteki yerini alan 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri, 50000’in üzerinde can kaybı ile en fazla can kayıplarının olduğu depremlerdir. Türkiye’de en büyük deprem olan 1939 Erzincan depreminde yaklaşık 33000 insan yaşamını yitirmiştir. Dokuz saat aralıklar ile oluşan bu iki büyük deprem sonucu 11 farklı ilde çok büyük yapısal hasarlar meydana gelmiştir. Farklı türdeki yapısal sistemlerin çoğunda; az hasar, orta hasar, ağır hasar ve göçme olarak farklı düzeylerde hasar oluşmuştur. İlk depremin yıkıcı özelliğine rağmen ayakta kalan birçok yapı oluşan ikinci deprem sonunda bir üst seviye hasar seviyesine ulaşarak yıkımın boyutu arttırmıştır. Depremlerden dolayı en fazla yapısal hasarlar Hatay, Kahramanmaraş ve Adıyaman’da gerçekleşmiştir.

Adıyaman ili depremde etkilenen illerin başında gelmektedir. Depremlerin merkez üslerine oldukça yakın bir konumda yer alması depremlerin yıkıcılık özelliğinin bu il ve ilçelerinde daha fazla göstermiştir. Adıyaman il ve ilçelerin toplam yapı stokunun yaklaşık 31%’ini yığma yapılar oluşturmaktadır. Adıyaman il merkezi ve ilçelerinde yığma yapı stokunun yaklaşık 43%’lük bir bölümü kullanılamaz hale gelmiştir [18]. Bu da yıkımın Adıyaman’daki depremin boyutunu gözler önüne sermiştir. Yığma yapı stokunun yaklaşık 36%’sı az hasarlı veya hasarsız olarak depremleri atlattır [18]. Yığma yapıların herhangi bir mühendislik hizmeti almaması ve kullanılan duvar malzeme dayanımlarının düşük olması, bu tür yapıların deprem dayanımlarının oldukça zayıf olmasına neden olmuştur. Farklı malzemelerden inşa edilen depremde tamamen göçmüş yığma yapı örnekleri Şekil 2.1’de belirtilmiştir.



Şekil 2.1. Tamamen göçen yığma yapı örnekleri

Kırsal kesimlerde yaygın olarak kullanılan yığma yapılarda çatılar genellikle ağır toprak damlar ve ahşap kirişlerin birlikte kullanılması sonucu inşa edilmektedir. Özellikle mevsim geçişlerinde çatılar üzerine yeni toprak tabakasının eklenmesi alt katmanların sıkışmasına ve çatıların daha da ağırlaşmasına neden olmaktadır. Ağır toprak damlar (ATD) deprem esnasında ağırlıklarından dolayı hem kendilerinde hem de taşıyıcı duvarlarda önemli hasarlara neden olmuşlardır. Ağır toprak damların göçmesi yapıları kullanılamaz hale getirmiştir. ATD çökmelerinden dolayı ağır hasar alan yığma yapı örnekleri Şekil 2.2’de verilmiştir



Şekil 2.2. Ağır toprak dam kaynaklı yapısal hasarlar

Yığma yapılarda gözlemlenen yaygın hasar türlerinden biri taşıyıcı sistem duvarlarının düzlem dışı yıkılmasıdır. Dış ve iç taşıyıcı duvarlar arasında yeterli birleşim sağlanmaması, mesnet detaylandırmalarının uygulanmaması ve ATD yükleri özellikle dış taşıyıcı duvarlarda düzlem dışı yıkılma hasarlarını tetiklemiştir. Düzlem dışı duvar hasarları Şekil 2.3’te yapılmıştır.



Şekil 2.3. Ağır toprak damlardan dolayı taşıyıcı duvarların düzlem dışı yıkılması

Yığma yapılarda çoklukla görülen yapısal hasarlardan biri de yapının köşe noktalarından ayrılıp kısmen çökmesidir. Bu hasarlar, duvarın bağlı olduğu yapı elemanına üç yönde de tam olarak bağlanmamasından kaynaklanmaktadır. Saha gözlemleri sonucu duvar köşelerinde meydana gelen ayrılma hasar örnekleri, Şekil 2.4’te verilmiştir.



Şekil 2.4. Köşe noktalarda ayrılma hasarı

Farklı türde duvar malzemeleri kullanılarak oluşturulan taşıyıcı duvarlarda bu malzemeler arasında yeterli kenetlenme olmamasından dolayı ayrılma hasarları oluşmuştur. Bu tür ayrılma hasarları Şekil 2.5’te örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Farklı duvar malzemeleri arasındaki yetersiz bağlantı

Yığma yapılarda taşıyıcı duvarlar arası yetersiz kenetlenme, yetersiz ve düşük dayanımlı birleştirme harcı kullanılması aynı malzemeden yapılmış olsalar bile ayrılma hasarlarına neden olmuştur. Aynı türdeki malzemelerden oluşturulmuş katmanların ayrılma hasarları Şekil 2.6’da gösterilmiştir.



Şekil 2. 6. Katmanlar arası yetersiz bağlantı sonucu olan hasarlar

2.1. Hızlı Değerlendirme Yöntemleri

Hızlı değerlendirme yöntemleri yapılar arasında risk önceliklerinin belirlenmesi ve detaylı yapısal analizler için bir sıralama için uygulanabilmektedir. Bu tez çalışması kapsamında ülkemizde uygulanan üç değişik hızlı değerlendirme metodu dikkate alınacaktır.

2.1.1. 1-5 Katlı Yığma ve Karma Binalar için I. Kademe Değerlendirme (ODTÜ)

Çalışmada dikkate alınan ilk hızlı değerlendirme yöntemi ODTÜ tarafından yığma yapılar için önerilen sokak tarama yöntemidir. Yöntem 1-5 katlı karma ve yığma binalar için uygulanabilmektedir [19]. Bu metodoloji, karma ve yığma tarzındaki yapılarda kullanılmak için düzenlenmiş olup 1992-Erzincan ($M=6.8$) ve 1995-Dinar ($M=6.1$) depremlerinden sonra yığma yapılarda oluşan hasarların ve yapı özelliği kapsamında parametreler belirlenmiştir. Sokak tarama yöntemi ile alınan veriler kapsamında yapının coğrafi konum, lokal zemin sınıfı özellikleri ve faylara olan uzaklığı belirlenen binaların, öncelikle bulundukları hız bölgesinde belirlenmiş olacaktır. Değerlendirilen her yığma yapının kat adedi ve bulunduğu hız bölgesine bakılarak artı bir puan verilip ve her bir olumsuzluk parametresi için belirli değerlere bakılarak puan düşürülmektedir. Bu yöntemde karma ve yığma yapı ili ilgili değerlendirilecek tüm değişkenler aşağıda verildiği şekilde belirtilmektedir;

- Toplam serbest kat adedi
- Mevcut yapı kalitesi

- Duvarlardaki boşluk oranı
- Duvarlardaki boşluk düzeni
- Çarpışma etkisi (komşu binalar)

Bu parametrelerin kat adedi belirlenirken temel üzerinde olan toplam kat adedi varsayılmıştır. Kademeli olan yapılarda, en fazla kat adedi bulunan yapı değerlendirilmeye alınmıştır. Rastgele bir yapının yapım aşamasındaki işçilik ve kullanılan malzemenin kalitesi ve bakımına verilen önemin değerlendirilecek yapının görünen kalitesini ortaya çıkarmaktadır. Yapıdaki kaliteyi genel olarak değerlendirebilmek için ancak iyi eğitim almış bir gözlemci değerlendireceği yapının kalitesini kötü, orta ve iyi olarak ayrılabilir. Karma ve yığma yapılarda yapının görünen kalitesi ve hasar oluşma riski arasındaki bağlantının, betonarme yapılardaki duruma yakın oluşacağı ifade edilmektedir [20]. Sokaktan hızlı tarama yönteminde değerlendirilecek parametrelerden bir diğeri yapının cephelerinde bulunan taşıyıcı duvarlardaki boşluk oranıdır. Cephesinde pencere ve kapılardan dolayı oluşan boşluklarının en çok olduğu cephe genellikle yapıların sokağa komşu olan veya bakan giriş cephesidir. Bu cephede bulunan boşluk miktarının yapının toplam cephe yüzeyine oranı dikkate alınarak az, orta veya çok şeklinde sınıflandırılmaktadır. Şayet yapının zemin katındaki boşlukların uzunluğu yapının cephe uzunluğunun 1/3'ünden az ise duvar boşluk oranı az, 1/3 ve 2/3 aralığında ise duvar boşluk oranı orta, 2/3 değerinden daha büyük bir değer çıkmış ise duvar boşluk oranı olarak fazla yani duvar boşluk oranı çok olarak değerlendirilmektedir. Bu değerler yapıda yapılacak gözlemsel incelemeler sonucu verilecek karar ile seçilmelidir [19]. Karma ve yığma binaların analiz edilmesinde önemli faktörlerden bir diğeri de yapıdaki duvar boşluk düzenidir. Kat adedi iki ve üzerinde olan karma ve yığma yapılarda duvar boşluk miktarının (pencere, kapı) üst üste olması düzenli bir durum olarak değerlendirilir. Duvarlarda bulunan boşlukların katlar arasında şaşırtmalı olması durumunda olası bir deprem etkisinde, depremden dolayı oluşacak yüklerin dolu duvar parçalarına eşit bir şekilde dağılmamasına sebep olmakta ve hasar oluşma riskini artırır. Üst üste olan katların boşluklarının izdüşümlerini katlar arasında tamamen birbirlerinin dışında olması dikkate alınacak düzensiz bir durumdur. Bunun dışındaki durumlar ise az düzenli durumlar olarak değerlendirilmiştir. Yapılan bu işlem yapının dışarıdan görülen duvarları için tanımlanmıştır [19]. Çarpışma etkisi bitişik olarak inşa edilmiş yapılarda kabul edilen bir parametredir. Bitişik olarak inşa edilen yapılarda kat sayıları birbirinden farklı ise ve

bununla birlikte yapıların döşeme seviyeleri da farklılık gösteriyor ise bu durumda çarpışma etkisi oluşmaktadır. [19]. Karma ve yığma yapılarda kullanılan bu sokaktan hızlı tarama yöntemi değerlendirilirken belirtilen olumsuzluk faktörleri ile ilgili parametre katsayı değerleri Çizelge 2.1’ de verilmiştir.

Çizelge 2.1. 1. Yığma yapılar için sokak tarama yönteminde kullanılan olumsuzluk parametreleri [19]

Olumsuzluk parametresi	Parametre için kullanılan katsayılar
Duvardaki boşluk oranı	İyi (0) - Orta (1) - Kötü (2)
Duvardaki boşluk düzeni	Düzenli (0); Az Düzenli (1); Düzensiz (2)
Görünen Kalite	İyi (0); Orta (1); Kötü (2)
Çarpışma Etkisi	Yok (0); Var (1)

Yöntem uygulanmadan önce deprem tehlike bölgesinin belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için en büyük yer hızı (PGA) değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yapıların deprem anında maruz kaldıkları sarsıntının şiddeti en fazla yapının bulunduğu yerel zeminin mekanik özelliğine ve faya olan mesafesine bağlıdır. Bundan dolayı deprem risk haritaları mikro bölge ölçeğinde düzenlenirken bu iki parametreyi de değerlendirecek şekilde yapılır. Yapısal hasarların çoğunluğu maksimum yer hızına (PGV-Peak Ground Velocity) bağlı olduğuna bakılarak uygulamanın sadeleşmesi için 3 farklı maksimum yer hızı (PGV) kademesi saptanmış ve bundan dolayı 3 farklı tehlike bölgesi belirlenmiştir [19]. Bunlar:

Hız Bölgesi I: $60 \text{ cm/s} > \text{PGV}$

Hız Bölgesi II: $40 \text{ cm/s} < \text{PGV} < 60 \text{ cm/s}$

Hız Bölgesi III: $\text{PGV} < 40 \text{ cm/s}$

Bu tez çalışması kapsamında incelenecek her bir bina için yerinde yapılan koordinat ölçümleri kullanılarak İnteraktif Web Deprem Uygulaması [21] üzerinden en büyük yer hızı değerleri standart tasarım deprem yer hareket düzeyi için ayrı ayrı elde edilmiştir. Bu yöntemde sismik risk önceliği belirlenmesi istenen her bir yapı için PGV değerine bağlı olarak hız bölgesi belirlenmektedir. Belirlenen hız bölgesi ve yapıda

bulunan toplam kat adedi dikkate alınarak bir taban puan dikkate alınmaktadır. Sonrasında yapıda bulunan her bir olumsuzluk parametresi için bir azaltma yapılarak yapının deprem puanı elde edilmektedir. Kat adedi, hız bölgesi ve olumsuzluk parametreleri için deprem puanı hesaplanmasında dikkate alınacak puan değerleri Çizelge 2.2’de verilmiştir. Bu çizelgede verilen değerler göz önünde bulundurularak yapı için elde edilen taban puan düşmekte ve binanın nihai deprem puanı elde edilmektedir.

Çizelge 2.2. Yığma ve karma binaların deprem puanları

Kat adedi	Hız Bölgesi I	Hız Bölgesi II	Hız Bölgesi III	Görünen Kalite	Duvar Boşluk Oranı	Duvar Boşluk Düzeni	Çarpışma Etkisi
1	100	130	150	-10	-5	-2	0
3	85	110	125	-10	-5	-5	-3
4	70	90	110	-10	-5	-5	-5
5	50	60	70	-10	-5	-5	-5

Çizelgelerdeki değerler kullanılarak her bir bina için deprem puanı Denklem 2.1. ile aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\text{Bina Deprem Puanı} = (\text{Hız Bölgesi}) - \sum_1^4 (\text{olumsuzluk parametresi}) * (\text{olumsuzluk puanı}) \quad 2.1$$

2.1.2. ÇŞB I. Aşama Değerlendirme Yöntemi (2013)

Bu tez çalışması dahilinde ikinci hızlı değerlendirme yöntemi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2013 yılında yayımlanan Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar ’da yer alan “ Yığma Binalar için Birinci Aşama Değerlendirme Yöntemi ” kullanılmıştır [22].

Bu yöntemde ODTÜ tarafından önerilen hızlı değerlendirme yöntemi ile aynı mantık ile uygulanmaktadır. Ancak dikkate alınan parametreler daha fazladır. Bu yöntemde de, incelecek her yapının kat adedi ve üzerinde bulunduğu tehlike bölgesine bakılarak bir artı puan verilip her olumsuzluk parametresi için belli değerlere bakılarak puanlar azaltılmaktadır. Bu yöntemde karma ve yığma yapı ile ilgili dikkate alınacak parametreler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

- Yığma bina türü
- Serbest kat adedi
- Yapı nizamı ve bitişik bina ile ilişkisi
- Mevcut durum ve görünen kalite
- Planda olumsuzluklar
- Düşeyde olumsuzluklar
- Arazi eğimi
- Düzlem dışı davranış olumsuzlukları
- Çatı türü
- Deprem tehlikesi ve zemin sınıfı

Yapının taşıyıcı sistemi belirlenip, karma (yığma duvar + betonarme çerçeve), donatılı yığma, kuşatılmış yığma, donatısız yığma sistemlerinden biri yapı sistemi olarak belirlenecektir(1). Kat adedi olarak temel üzerinde bulunan kat adedi değerlendirilir. Kademeli yapılarda, en fazla kat adedi bulunan yapı değerlendirilmeye alınır [22]. Çarpışma etkisi bitişik olarak inşa edilmiş yapılarda kabul edilen bir parametredir. Bitişik olarak inşa edilen yapılarda kat sayıları birbirinden farklı ise ve bununla birlikte yapıların döşeme seviyeleri de farklılık gösteriyor ise bu durumda çarpışma etkisi oluşmaktadır. Yalnızca döşeme seviyelerinin de farklı olması çarpışma etkisinin oluşmasına sebep olmaktadır [22]. Yapılarda birinci aşama değerlendirmesi yapılırken dikkat edilecek faktörlerden biri de yapının görünen kalitesidir. Yapıyı oluşturan malzemelerin dayanımı yapı performansına direkt olarak etki etmektedir. Yapının yapım aşamasında ve sonrasındaki işçilik ve malzeme kalitesinin önemi yapı kalitesini oluşturmaktadır. Yapının görünen kalitesi için kötü, orta ve iyi olmak üzere üç farklı durum gösterilmiştir. Yalnız bunun doğru değerlendirilmesi için birkaç değere bağlıdır. Bu değerlerin ilk sıralarında yapının bilgilerini değerlendirecek kişinin yapı ile yapı malzemeleri konusunda iyi eğitilmiş ve bu konuda tecrübe sahibi olması gerekmektedir. Yapıda tadilat yapılması yapının görsel kalitesinin doğru değerlendirilmesine direkt olarak etki edecektir. Aynı zamanda yapıda kullanılan kaplama malzemesi de yapının kalitesi hakkında doğru değerlendirme yapılmasına engel olabilmektedir. Dış görünüşü değiştirilen bir yapının görsel kalitesini değerlendirmek çoğu zaman sağlıklı sonuçlar elde edilmesine engel olmaktadır. Plan geometrisi, duvar boşluk oranı ve hatıl/lento

bunulup bulunmadığı belirlenecektir. Plan geometrisi Düzenli veya Düzensiz olacak şekilde belirlenecektir. . Binanın kritik katında (genellikle zemin kat) birbirine dik her iki doğrultudaki cephe duvar uzunluğu belirlenecektir. Buna bakılarak binanın duvar miktarı, zemin kattaki ön veya yan cephedeki kapı ve pencere boşluklarının uzunluğu cephe uzunluğunun 1/3'ünden az ise “Çok”, boşlukların uzunluğu cephe uzunluğunun 1/3'ü ile 2/3'ü arasında ise “Orta”, boşlukların uzunluğu cephe uzunluğunun 2/3'ünden fazla ise “Az” olarak değerlendirilecektir [22]. Yumuşak kat olması, cephelere göre kat adedi farklılığı ve düşey yöndeki duvar boşluk düzeninin bulunup bulunmadığı belirlenecektir. Düşey doğrultudaki boşluk düzeni; “Düzenli”, “Az Düzenli” ve “Düzensiz” olarak değerlendirilecektir. Yapı katlarında bulunan kapı ve pencere boşluklarının düşeyde tamamı aynı hizada olması halinde “Düzenli”, şaşırtmalı olarak bulunması halinde ise “Düzensiz” değerlendirilecektir. Bu iki sınır durum arasında olan yapılarda “Az Düzenli” olarak değerlendirilecektir[22]. Depremi oluşturacağı etkinin boyutu, mühendislik yapılarının durumuna, yerel zemin özelliklerine ve depremin karakteristiğine bağlı olarak değiştiği söylenebilir. Bu durumlar içinde zeminlerin sağlamlığı veya zayıflığı önemlidir. Bir yerin hidrojeolojik, tektonik, jeomorfolojik ve litolojik özellikleri o yerin yerel zemin özelliklerini belirler. Farklı yerel zemin özelliklerinin bulunduğu bölgelerdeki aynı tip yapıların, aynı şiddetteki bir depremde aynı derecede hasar almadıkları, geçmişte yaşanan depremlerin ivme ve hasar kayıtlarına bakıldığında net bir şekilde görülmektedir. Bunun nedeni, deprem dalgalarının geçtikleri zeminlerin özelliklerine bağlı olarak değişim gösterdikleri net bir şekilde görülmektedir. Yerel zeminlerin özelliklerin yapılarda hasara neden olacak etkileri, oturmalar, sıvılaşma, zemin büyütmesi, yamaçlarda stabilitenin bozulması ve zeminde göçme olarak görülmektedir [22].bu yöntemin değerlendirilebilmesi için gerekli olan ifade aşağıda verilmektedir:

$$PP=TP+\sum_{i=1}^n O_i * OP_i + YSP$$

ifadesi ile hesaplanacaktır. Burada, PP; performans puanı, TP; taban puanı, OP; olumsuzluk puanı, YSP ise yapısal sistem puanı olarak tarif edilmektedir. Bölgede değerlendirilen yapılara yöntemin uygulanması sonucunda her yapının ayrı ayrı performans puanı (PP) hesaplanacaktır. Hesaplanan performans puanları büyükten küçüğe doğru sıralanacaktır. Hesaplanan puanların dağılımı belirlenerek bölgeler arasında risk önceliği bulunur [22].

Bu yöntemde 1996 Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında verilen deprem tehlike bölgesi dikkate alınarak taban puanı hesaplanmaktadır. Deprem bölgesine göre dikkate alınacak taban puanlar Çizelge 2.3'te verilmiştir. Yığma türü binalarda hızlı değerlendirme yöntemi kullanılırken yapının mevcut durumu ve kalitesi için öngörülen puanlar Çizelge 2.4'te verilmiştir. Kullanılan bu yöntemde yapı planında bulunan olumsuzluk durumları için dikkate alınan puanlar Çizelge 2.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 2.3. Yığma yapılar için taban puan değerleri

Kat sayısı	Bölge I	Bölge II-III	Bölge IV
	$MY\dot{I} \geq 0.4g$	$0.2g \leq MY\dot{I} < 0.4g$	$MY\dot{I} < 0.2g$
1	110	120	130
2	100	110	120
3	90	100	110
4	80	90	100
5	70	80	90

Çizelge 2.4. Mevcut durum ve kalite olumsuzluk puanları

Mevcut durum ve görünen kalite		
Malzeme (0/1/2)	Duvar işçiliği (0/1/2)	Hasar (0/1)
-10	-5	-5

Çizelge 2.5. Yığma binalarda bulunan planda olumsuzluk puanları

Planda olumsuzluklar		
Geometri (0/1/2)	Duvar miktarı (0/1/2)	Hatıl / Lento (0/1)
-5	-5	-5
-10	-5	-5
-10	-10	-5

-15	-10	-5
-20	-15	-5

ÇŞB tarafından yığma yapılarda risk öncelikleri belirlenirken dikkate alınan parametrelerden biri de düşeyde olumsuzluk durumudur. Düşeyde olumsuzluk olup olmadığına göre belirlenecek puanlar Çizelge 2.6’da verilmiştir.

Çizelge 2.6. Yığma yapılarda bulunan düşeyde olumsuzluk için öngörülen puanlar

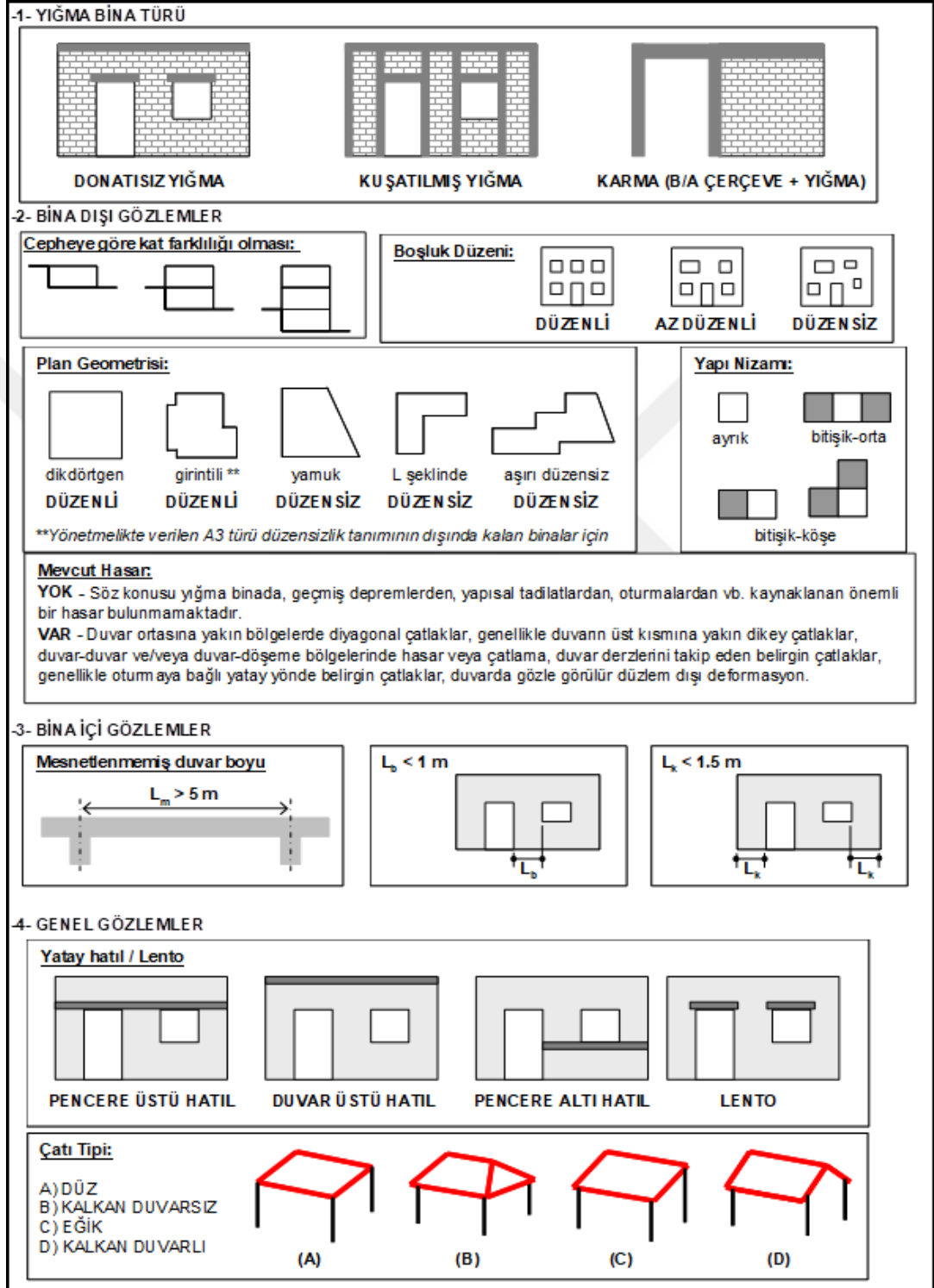
Kat adedi	Düşeyde olumsuzluklar		
	Boşluk düzeni	Kat farklılığı	Yumuşak kat
	(0/1/2)	(0/1)	(0/1)
1-2	0	-5	0
2	-5	-5	-5
3	-5	-5	-5
4	-10	-5	-10
5	-10	-5	-10

Yapıların bitişik veya ayırık nizamda olmaları deprem etkisi altındaki yapıların davranışlarını etkilemektedir. Bu bağlamda yığma yapılar için binanın komşu binalar ile etkileşimini ortaya koyma adına öngörülen bina nizamı olumsuzluk puanları Çizelge 2.7’de gösterilmiştir.

Bina nizamı – Kat seviyesi				
Ayrık	Bitişik Orta-Aynı	Bitişik Kenar-Aynı	Bitişik Orta-Farklı	Bitişik Kenar-Farklı
0	0	-5	-5	-10

Çizelge 2.7. Yığma yapılarda bina nizamı için öngörülen olumsuzluk puanları

Bu yöntemde dikkate alınması gereken parametrelerin nasıl dikkate alınması ile ilgili örnek gösterimler Şekil 2.7’de gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Yığma yapılarda dikkate alınacak parametreler için dikkat edilmesi gerekenler

2.1.3. ÇŞB I. Aşama Değerlendirme Yöntemi (2019)

Büyük depremler yaşayan ve bu depremlerde büyük ölçekte can ve mal kayıplarının olduğu ülkemizde depreme dayanıklı yapı tasarım ilkeleri ve deprem tehlike haritaları zaman içerisinde yenilenmekte ve güncellenmektedir. Son olarak 2018 yılında değişen deprem yönetmeliği ile birlikte deprem tehlike haritaları da güncellenmiştir. Güncellenen yönetmelik ve harita ile birlikte artık deprem bölgesi kavramı kullanılmamaktadır. Bu ve benzeri yenilenme ve güncellemeler ile birlikte 2013 yılında yayımlanan Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar 'da yer alan “ Yığma Binalar için Birinci Aşama Değerlendirme Yöntemi ” de değişikliklere uyumlu hale getirerek 2019 yılında güncellenmiştir. Bu yöntemde dikkate alınacak parametreler ve yapısal sonuç puanlarının nasıl hesaplanması gerektiği farklı türdeki yapılar için ayrı ayrı belirtilmiştir. Bu yöntem 1-5 katlı mevcut yığma binalar için kullanılmaktadır. Yöntem için gerekli olan parametreler aşağıda verilmektedir. Bu yöntemde öncelikle deprem yer hareket düzeyine bağlı olarak Türkiye Deprem Tehlike Haritası kullanılarak tasarım spektral ivme katsayısı (S_{DS}) belirlenmektedir. Yöntemde spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu seyrek deprem yer hareketi (DD-2) dikkate alınmaktadır. Elde edilen S_{DS} değerlerine göre deprem tehlike bölgesi belirlenmektedir. Bu yöntemle göre deprem tehlike bölgelerinin belirlenmesi Çizelge 2. 8’de verilmiştir.

Çizelge 2.8. Yığma yapılarda deprem tehlike bölgesinin belirlenmesi

Tehlike bölgesi	S_{DS}	Zemin sınıfı
I	$S_{DS} \geq 1.0$	ZC/ZD/ZE
II	$S_{DS} \geq 1.0$	ZA/ZB
	$1.0 \geq S_{DS} \geq 0.75$	ZC/ZD/ZE
III	$1.0 \geq S_{DS} \geq 0.75$	ZA/ZB
	$0.75 \geq S_{DS} \geq 0.50$	ZC/ZD/ZE
IV	$0.75 \geq S_{DS} \geq 0.50$	ZA/ZB
	$0.50 \geq S_{DS}$	Tüm zeminler

Bu yöntemde de daha önce metodolojisi anlatılan diğer iki yöntemde olduğu gibi bir taban puan elde edilmekte ve her bir olumsuzluk parametresinde bu taban puandan azaltma yapılmaktadır. 2019 yılında güncellenen 1. aşama yönteminde dikkate alınan taban puanlar Çizelge 2.9’da verilmiştir.

Çizelge 2.9. Yığma yapılar için taban puan değerleri

Kat sayısı	Deprem Tehlike Bölgesi		
	Bölge I $S_{DS} \geq 1.0$	Bölge II-III $0.5 \leq S_{DS} < 1.0$	Bölge IV $S_{DS} < 0.5$
1	110	120	130
2	100	110	120
3	90	100	110
4	80	90	100
5	70	80	90

2019 yılında güncellenerek kullanımına başlanan bu yöntemde diğer yöntemlerden farklı olarak çok daha fazla parametre dikkate alınmaktadır. Yığma yapıların sismik davranışını etkileyecek 15 farklı parametre dikkate alınmaya başlanmıştır. Dolayısı ile yığma yapılarda bölgesel risk önceliklerinin belirlenmesi daha bilimsel bir tabana oturtulmaya çalışılmıştır. Yöntem aynı zamanda risk önceliklerinin daha sağlıklı ve detaylı olarak belirlenmesine de imkan tanımaktadır. Dikkate alınan 15 farklı parametre ve bu parametrelere ait olumsuzluk parametre değerleri Çizelge 2.10’da gösterilmiştir.

Deprem öncesi alınabilecek önlemlerden biri mevcut yapı stokunun deprem performanslarının gerçekçi olarak tespit edilmesi ve bunun sonucunda da bu yapılar ile ilgili doğru kararlar verebilmektir. Mevcut yapı stokunun çok olması sonucu ortaya çıkan hızlı değerlendirme yöntemlerinin gerçekçi olması yapıların deprem etkisi altındaki davranışlarını karakterize eden parametrelere bağlıdır. Bu açıdan bu yöntem diğer iki yönteme göre çok daha geliştirilmiş olarak kabul edilebilir.

Çizelge 2.10. Yığma yapılarda dikkate alınan olumsuzluk parametreleri ve değerleri

Olumsuzluk parametre no	Olumsuzluk parametresi	Durum 1		Durum 2	
		Parametre tespiti	Parametre değeri	Parametre tespiti	Parametre değeri
1	Yapı Nizamı	Ayrık	0	Bitişik / Köşede Bitişik	1
2	Malzeme Kalitesi	İyi	0	Orta,(Kötü)	1,(2)
3	Duvar İşçiliği	İyi	0	Orta,(Kötü)	1,(2)
4	Mevcut Hasar	Yok	0	Var	1
5	Planda Düzensizlik	Düzenli	0	Düzensiz, (Aşırı Düzensiz)	1,(2)
6	Yatay Hatıl Yetersizliği	Duvar Üstü, Pencere Üstü	0	Yok	1
7	Duvar Miktarı Yetersizliği (DM)	Çok	0	Orta,(Az)	1,(2)
8	Düşey Boşluk Düzensizliği	Düzenli	0	Az Düzenli, (Düzensiz)	1,(2)
9	Cepheye Göre Kat Farklılığı	Yok	0	Var	1
10	Yumuşak Kat /Zayıf Kat	Yok	0	Var	1

11	Döşeme Tipi	Betonarme	0	Ahşap, Volto	1
12	Harç Malzemesi	Çimento	0	Kireç, Çamur, Yok	1
13	Duvar-Duvar Bağlantısı	İyi	0	Kötü	1
14	Duvar- Döşeme Bağlantısı	İyi	0	Kötü	1
15	Çatı Malzemesi	Kiremit, Sac, Beton	0	Toprak	1

Güncel olarak kullanılacak olan bu birinci aşama değerlendirilmesinde yığma yapıda gözleme dayalı olarak belirlenecek mevcut durum ve kalite için dikkate alınacak olumsuzluk puanları Çizelge 2.11’de verilmiştir.

Çizelge 2.11. Yığma yapıların mevcut durumu ve kalite olumsuzluk puan değerleri

Malzeme kalitesi (0/1/2)	Duvar işçiliği (0/1/2)	Mevcut Hasar (0/1)
-10	-5	-5

Depremlerde yapıların planları da oluşabilecek hasar seviyelerini etkileyecek faktörlerden biridir. Bu açıdan yığma yapıların geometrisi, kullanılan duvar miktarı ve hatıl/lentoların bulunabilirliği de dikkate alınarak olumsuzluk parametre puanları belirlenmiştir. Yığma yapıların planlarından kaynaklı oluşabilecek olumsuzluk parametre puan değerleri Çizelge 2.12’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.12 Yığma yapılar için planda düzensizlik için öngörülen olumsuzluk puanları

Geometri (0/1/2)	Duvar miktarı (0/1/2)	Hatıl / Lento (0/1)
-5	-5	-5
-10	-5	-5
-10	-10	-5
-15	-10	-5
-20	-15	-5

Bu yöntemde dikkate alınan bir diğer olumsuzluk parametresi de yığma yapıların düşey doğrultu için mevcut olan olumsuzluklardır. Bu yöntemde bu düzensizlik durumu için kat adedi, duvarlarda bulunan boşluk düzeni, cephelere göre kat farklılıklarının bulunup/bulunmadığı ve yumuşak/zayıf kat varlığı dikkate alınmaktadır. Dikkate alınan tüm bu olumsuz durumlar için puan değerleri Çizelge 2.13'te verilmiştir.

Çizelge 2.13. Mevcut yığma yapıların düşey doğrultularındaki olumsuzluk puanları

Kat adedi	Boşluk düzeni (0/1/2)	Cepheye göre kat farklılığı (0/1)	Yumuşak kat/ zayıf kat (0/1)
1	0	-5	0
2	-5	-5	-5
3	-5	-5	-5
4	-10	-5	-10
5	-10	-5	-10

Bu yöntem kapsamında dikkate alınan ve 2013 yılı için önerilen yöntemde de yer alan yapıların komşu yapılar ile ilgili ilişkisini ifade binanın nizamıdır. Burada üç farklı kriter dikkate alınmaktadır. İlk olarak binanın ayırık veya bitişik olduğuna dikkate edilmelidir. İkinci olarak eğer bitişik olma durumu söz konusu ise binanın bitişik yapılar göre konumu belirlenmelidir. Son olarak bitişik binaların her birinde yer alan döşemelerin birbirleri ile seviyeleri kontrol edilmelidir. Bu durum için dikkate olumsuzluk puan değerleri Çizelge 2.14’te verilmiştir.

Çizelge 2.14. Yığma yapıların yapı nizamı, kat seviyesi önerilen olumsuzluk puanlar

Ayrık	Bitişik Orta-Aynı	Bitişik Kenar-Aynı	Bitişik Orta-Farklı	Bitişik Kenar-Farklı
0	0	-5	-5	-10

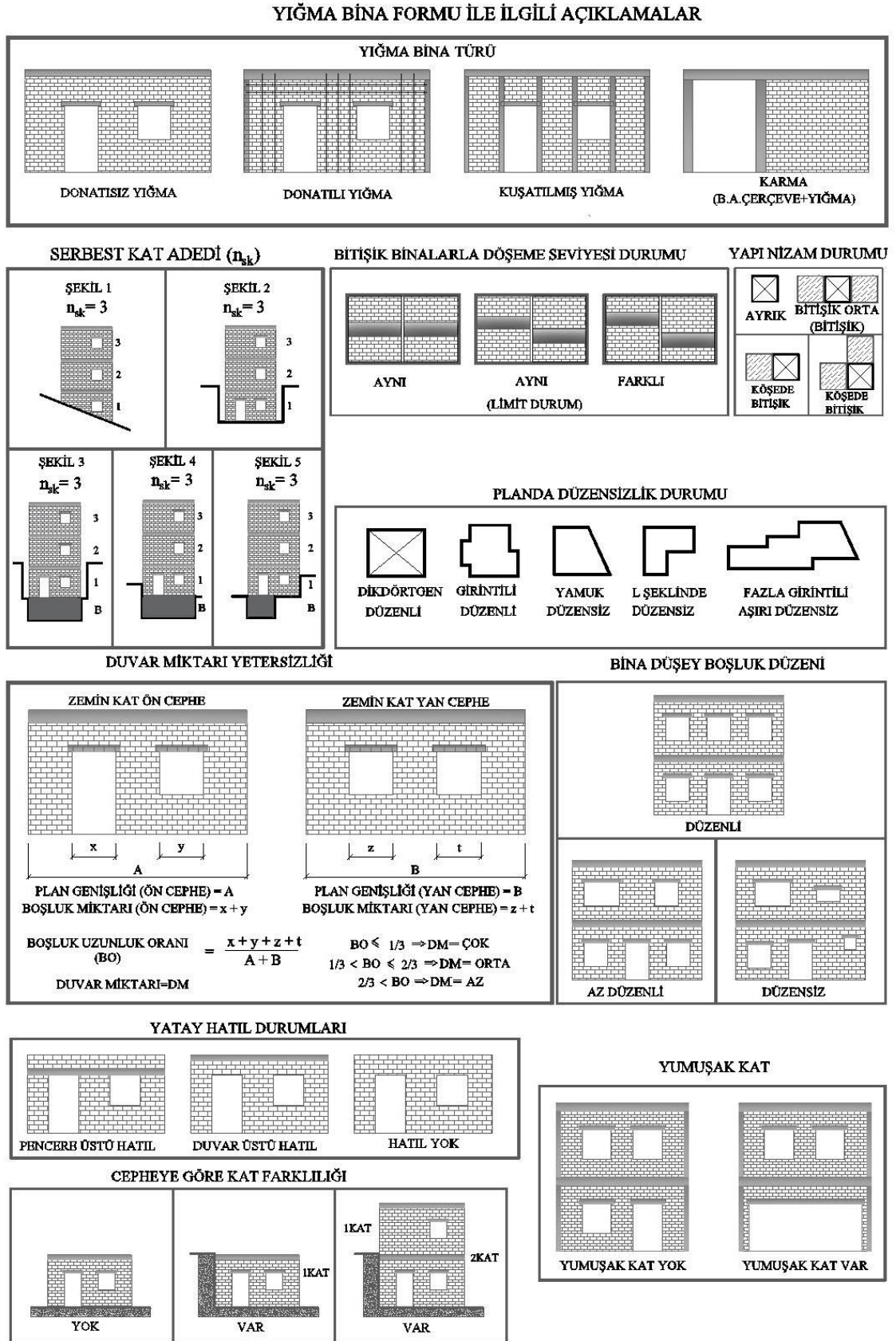
Yığma yapılarda bölgesel risk önceliklerinin belirlenmesinde kullanılan bu birinci aşama değerlendirme yönteminde duvar miktarı (DM) parametresini nasıl hesaplanması gerektiği Çizelge 2.15’te gösterilmiştir.

Çizelge 2.15. Duvar miktarı parametresinin hesaplanması

Plan genişliği (ön cephe)(m)	A	Plan genişliği (yan cephe)(m)	B
Boşluk Miktarı (ön cephe) (m)	x+y	Boşluk Miktarı (yan cephe) (m)	z+t
Boşluk uzunluk oranı (BO) = $(x+y+z+t) / (A+B)$			
Duvar miktarı (DM)			
$BO \leq 1/3$ ise DM =Çok $1/3 < BO \leq 2/3$ ise DM=Orta $2/3 < BO$ ise DM =Az			

Çalışma kapsamında dikkate alına bu yöntemde dikkate alınan parametreler için

dikkat edilecek hususlar Şekil 2.8’de gösterilmiştir.



Şekil 2.8. 1. aşama değerlendirme yöntemi için dikkate alınacak parametreler

Elde edilen tüm sonuç değerleri ile aşağıda verilen formül yardımı ile bina performans puanı aşağıdaki formül yardımı ile belirlenecektir.

$$PP = TP + \sum_{i=1}^n (O_i * OP_i) + YSP \quad 2.3$$

burada, PP performans puanını, TP taban puanını, O_i , her bir olumsuzluk parametresini, OP_i olumsuzluk parametre puanını ve YSP yapısal sistem puanı olarak olumlu parametre puanını ifade etmektedir. Yapının taşıyıcı sistem türünün etkisi olumlu puan olarak değerlendirilecektir. Yapısal sistem puanı (YSP) yapının yapısal sistem türünün deprem performansındaki etkisini belirleyen parametreyi göstermektedir. Donatısız ve karma yığma binalar için $YSP = 0$ alınmaktadır. İncelenen tüm binalara donatısız yığma olduğundan $YSP = 0$ olarak alınmıştır.

2.2. Çalışmada Dikkate Alınan Yığma Yapılar

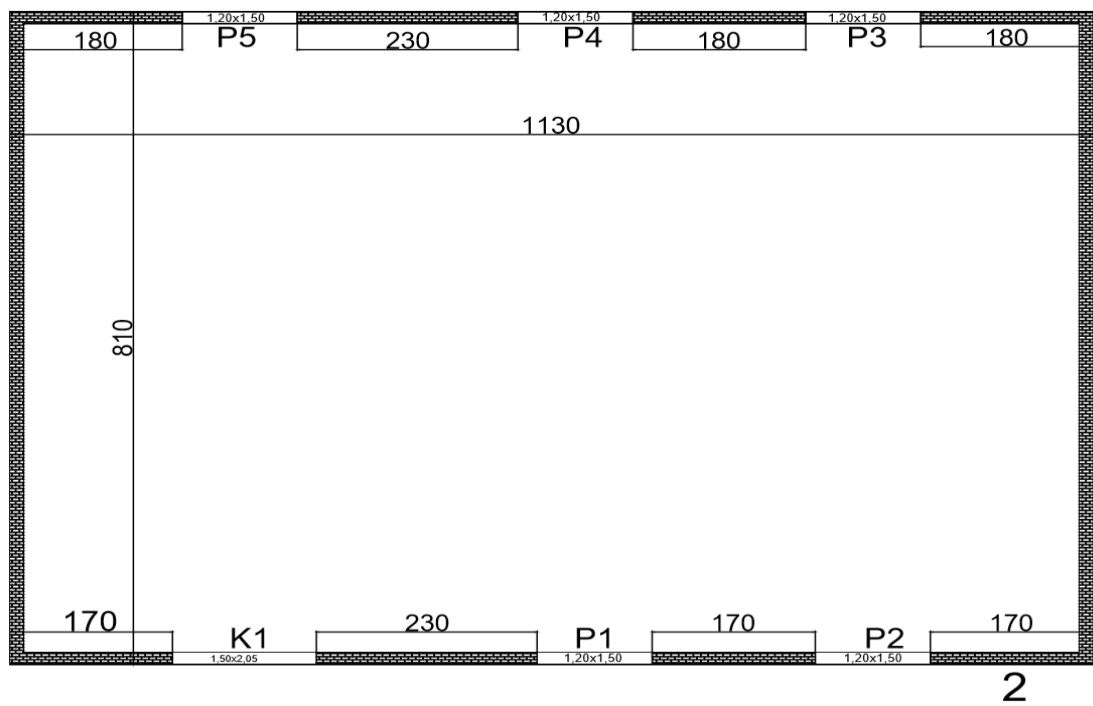
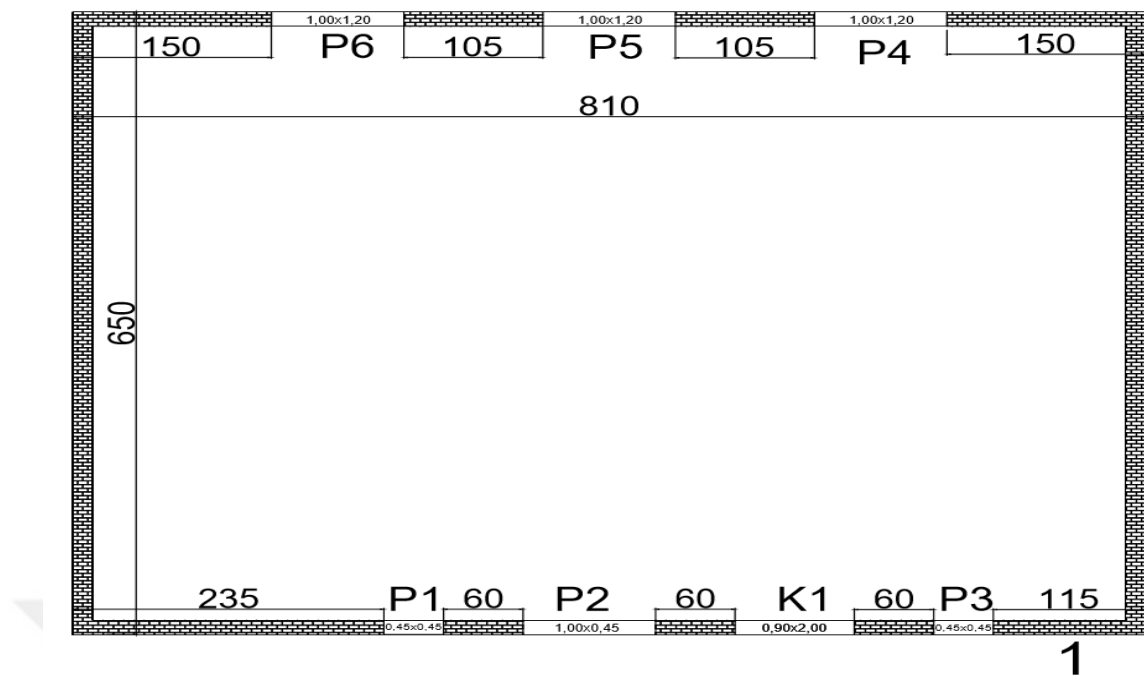
Bu tez çalışması kapsamında sahada yapılan incelemeler sonucu dikkate alınan yığma yapılara ait görseller Şekil 2.9'da gösterilmiştir.

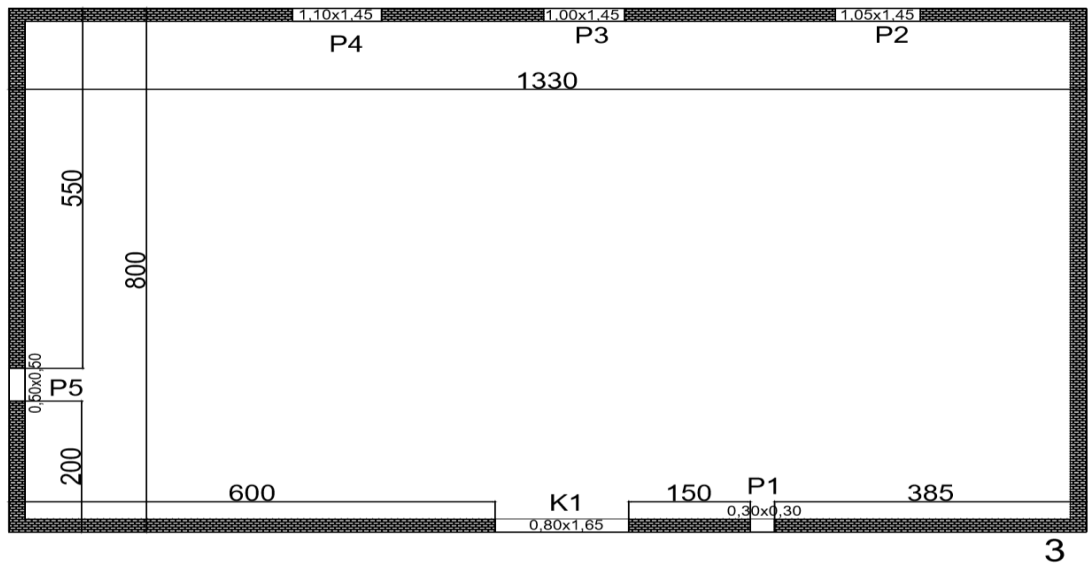




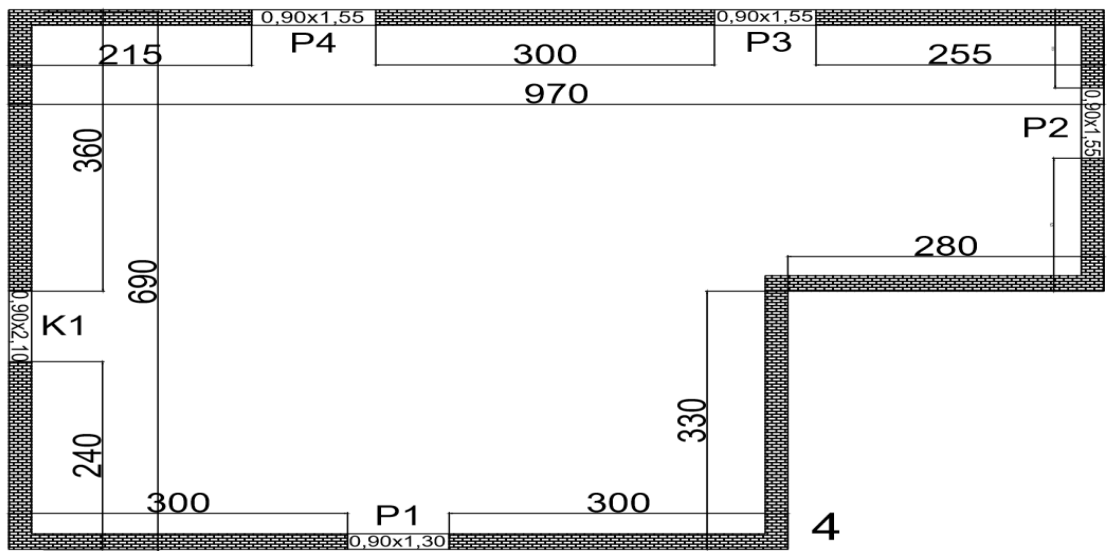
Şekil 2.9. Çalışmaya konu olan yığma yapılara ait görseller

İncelenen yığma yapılar için yerinde yapılan ölçümler sonucu elde edilen kalıp planları Şekil 2.10’da gösterilmiştir.

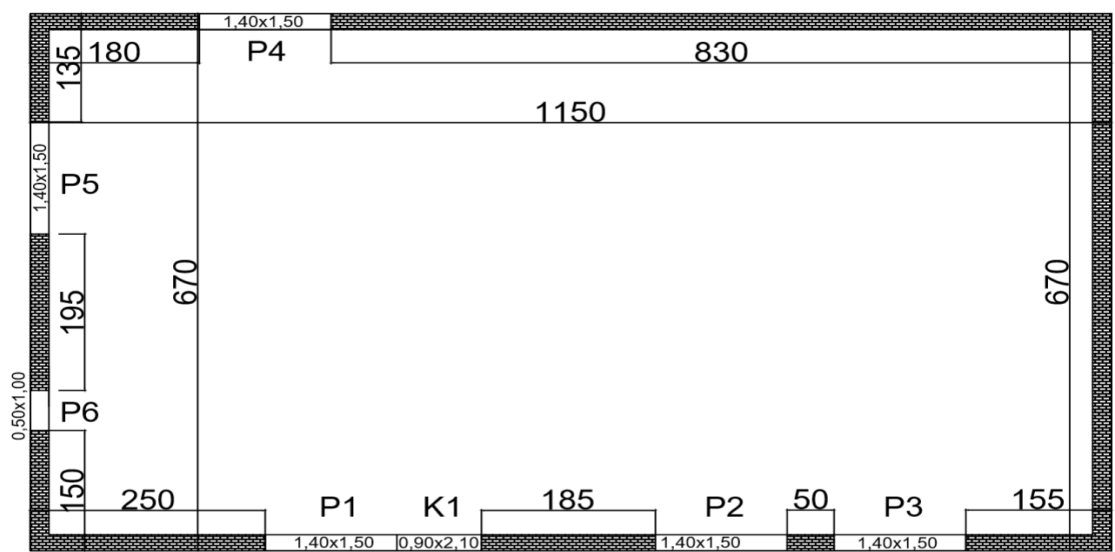




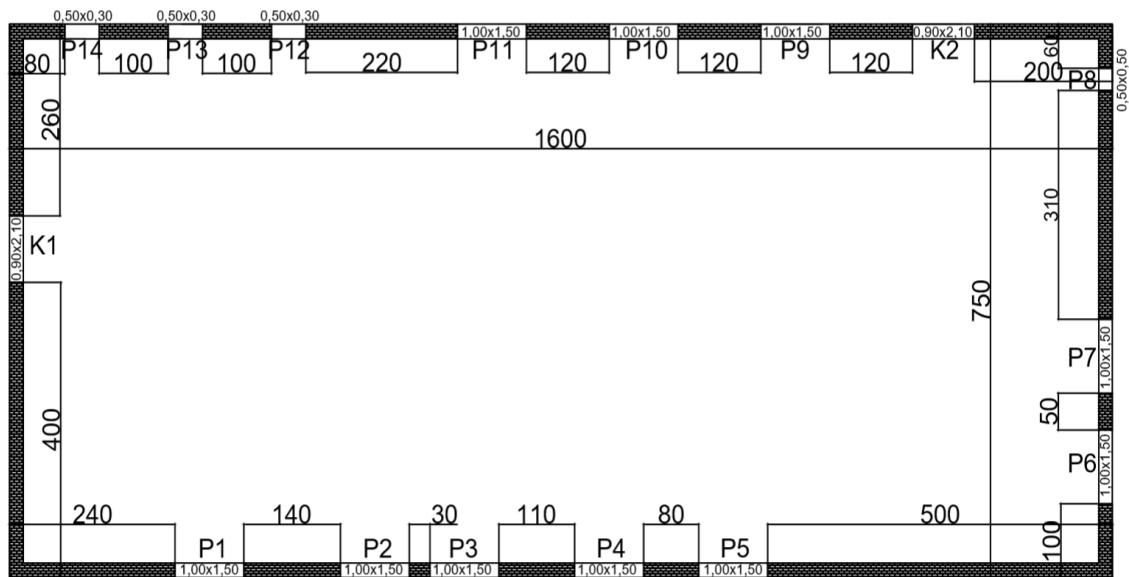
3



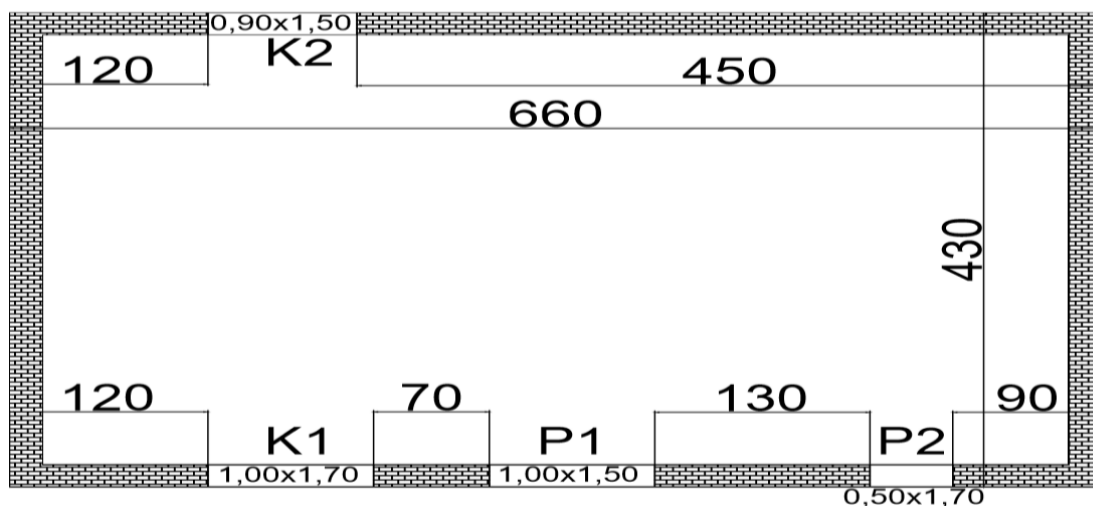
4



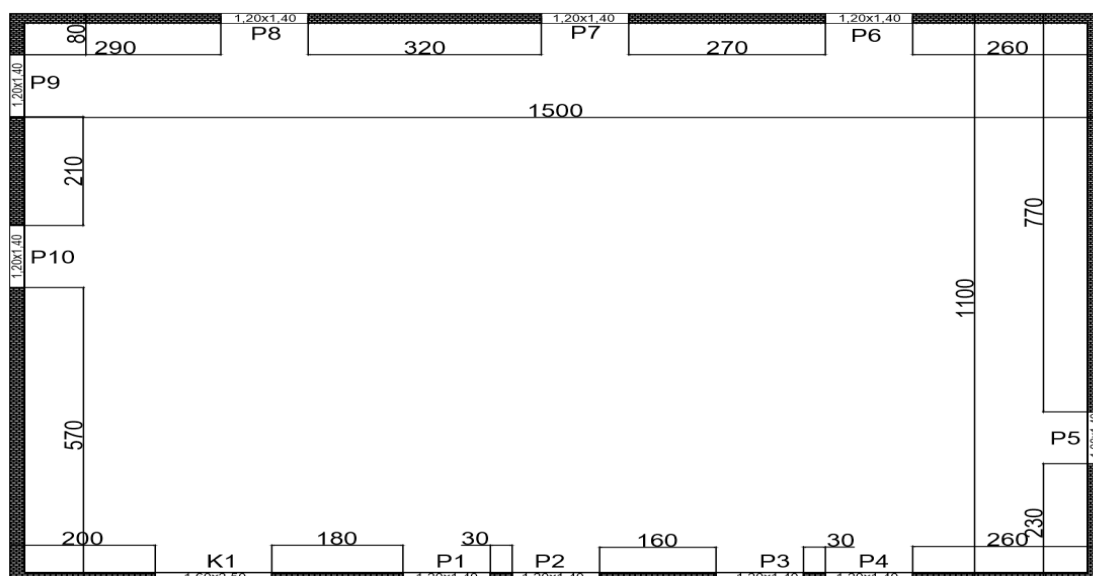
5



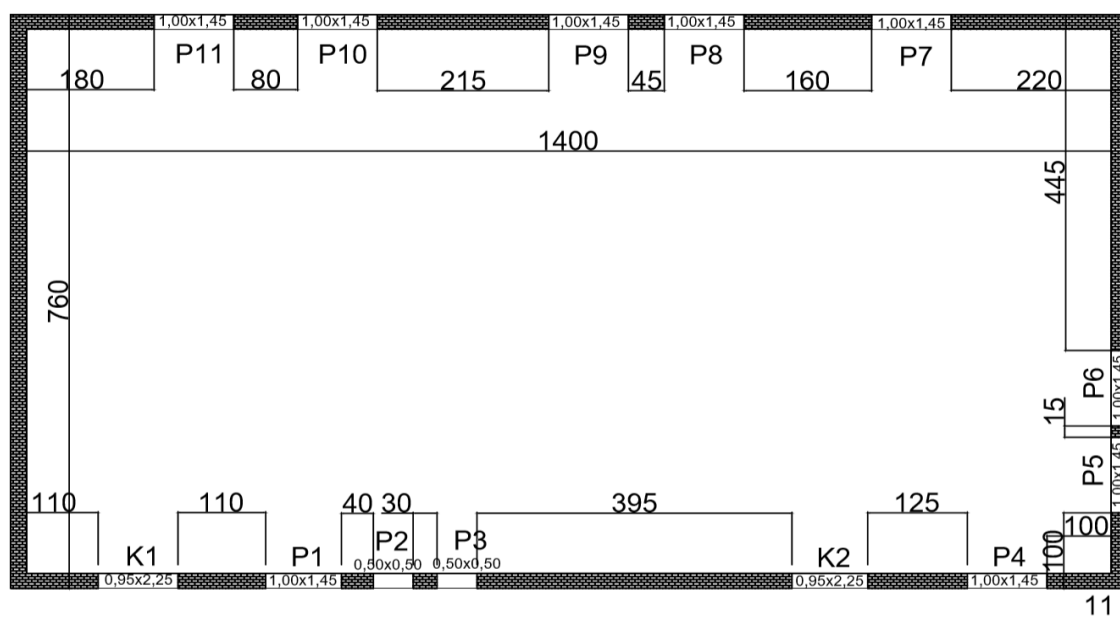
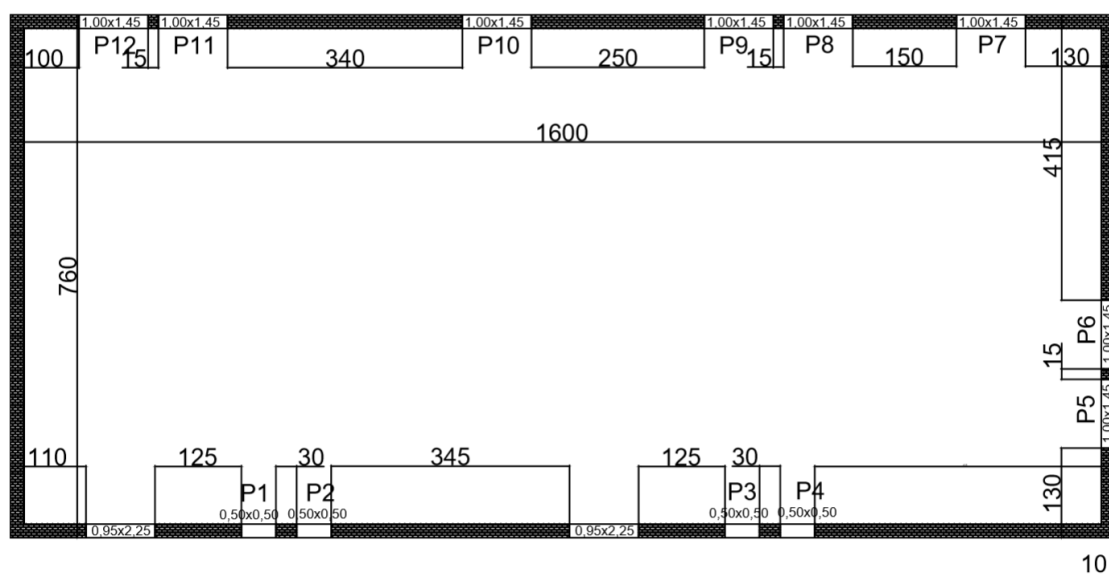
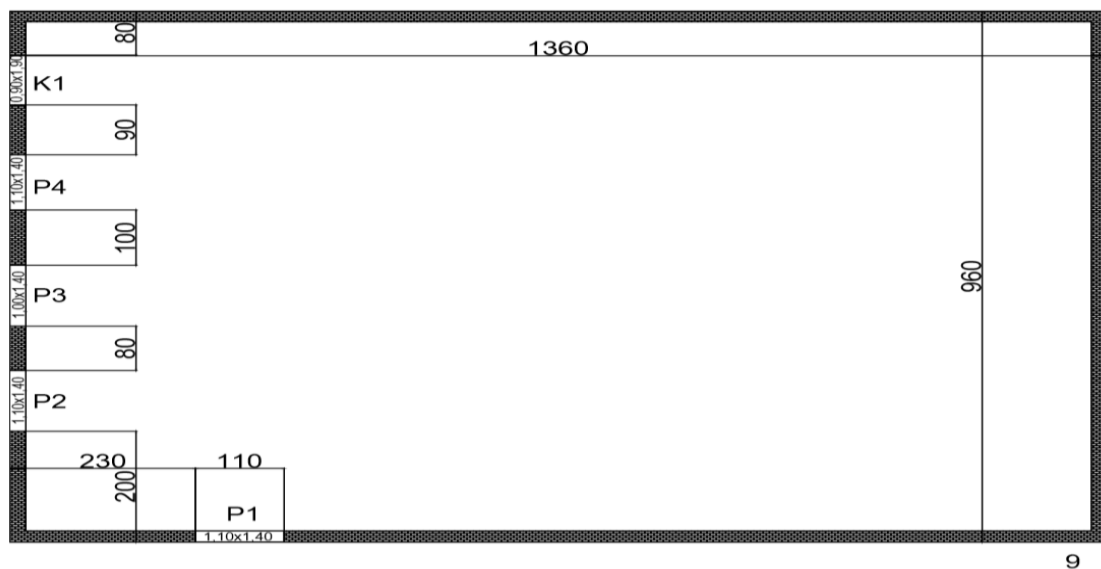
6

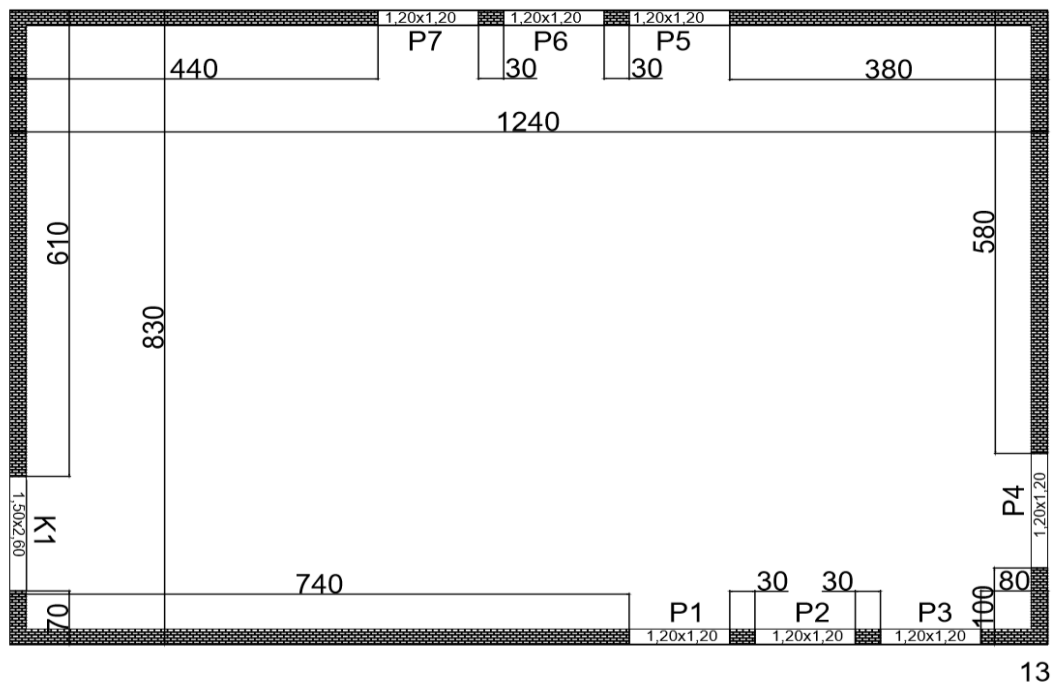
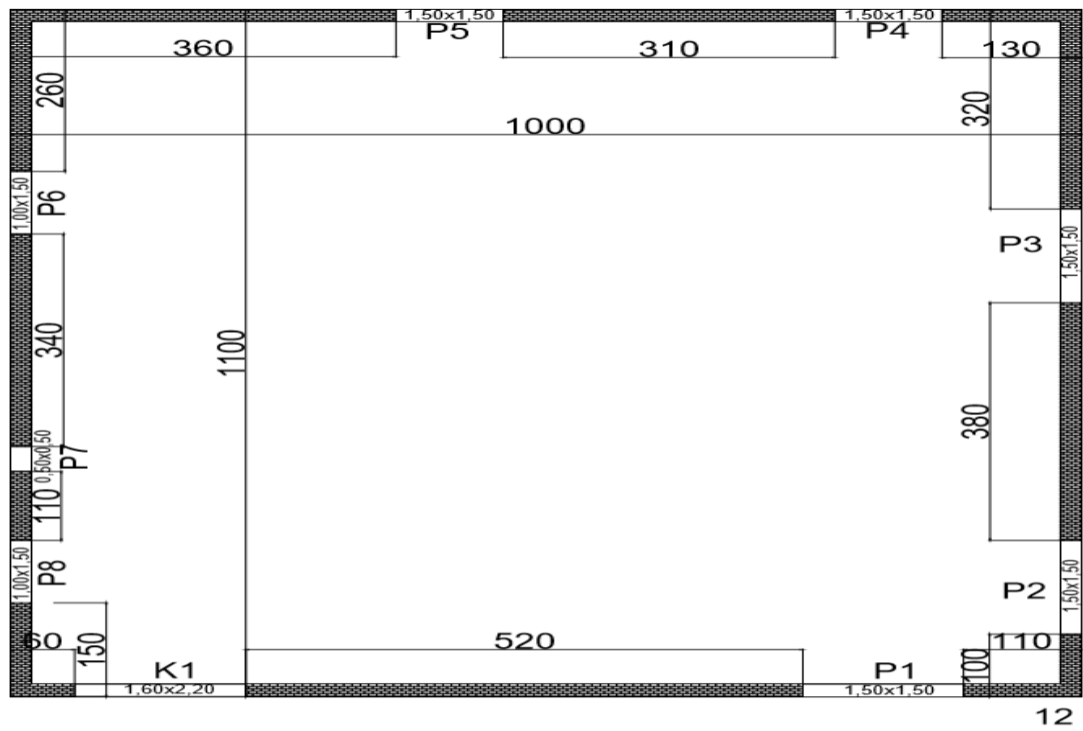


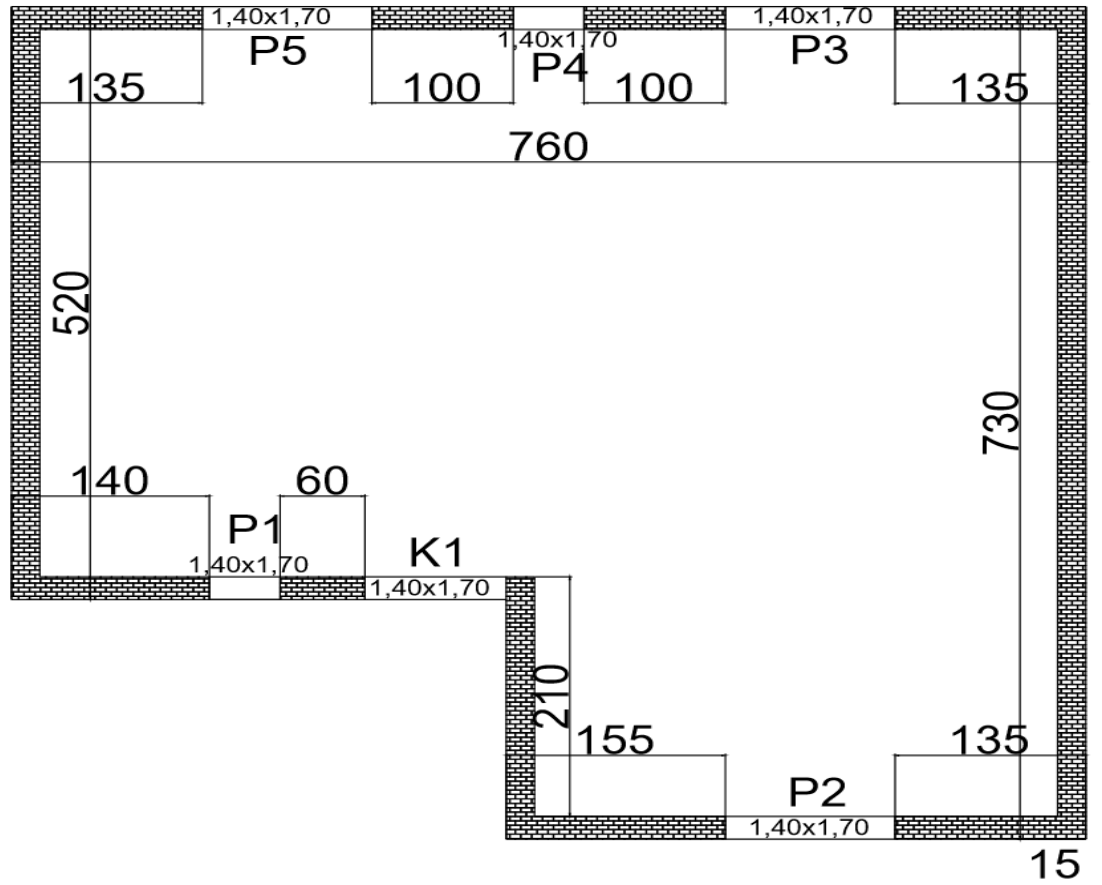
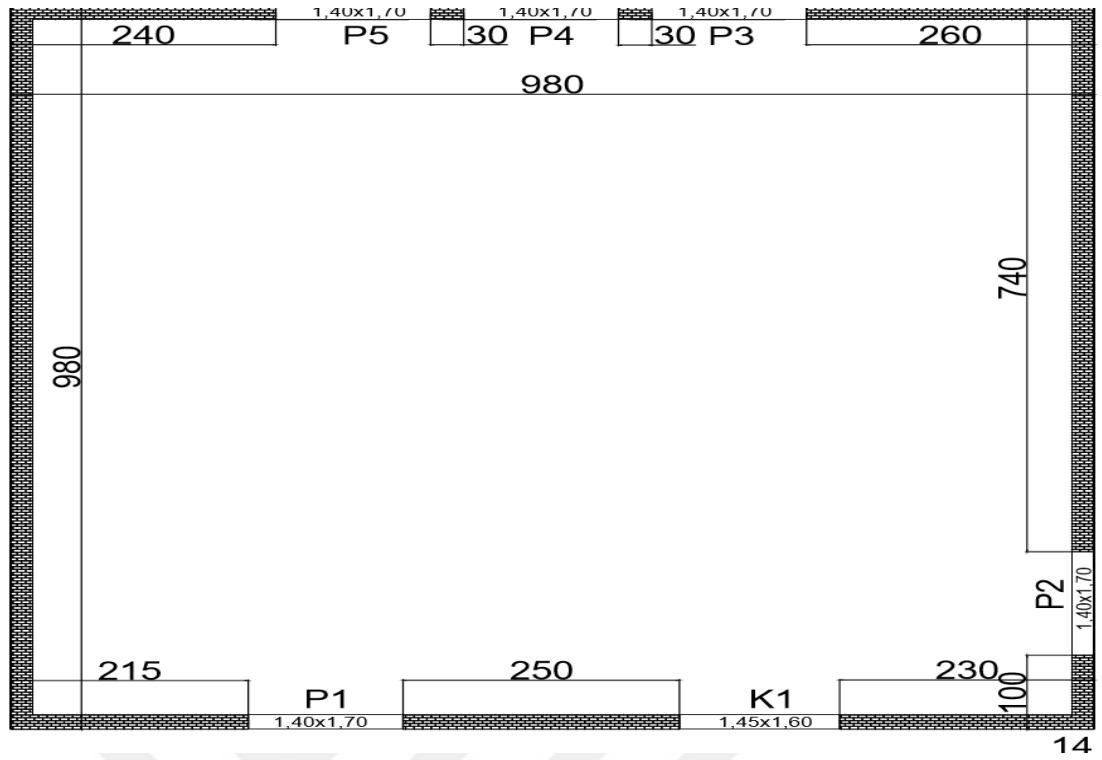
7



8







Şekil 2.10. Çalışmaya konu olan yığma yapılara ait kalıp planları

3. BULGULAR

Bölgesel risk önceliklerin belirlenmesi adına çalışmada dikkate alınan 1. ve 3. yöntemler için PGA ve S_{DS} değerleri gerekmektedir. İncelenen her bir yığma yapı için yerinde alınan koordinat değerleri kullanılarak bu değerler tespit edilmiştir. Bu değerler elde edilirken, güncel deprem tehlike haritası ile deprem tehlikesi artık coğrafi konuma bakılarak hesaplanmaya başlanmıştır. İhtiyaç duyulan bu değerler, 2019 yılında yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ile beraber oluşturulan Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması yardımı ile elde edilebilmektedir (<https://tdth.afad.gov.tr>). Bu çalışma da öngörülen uygulama kullanılarak her bir yığma yapının bulunduğu coğrafi konum dikkate alınarak deprem parametreleri elde edilmiştir. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (TBDY-2018), deprem yer hareket düzeyi diğer yönetmeliklerden farklı olarak dört farklı şekilde ifade edilmiştir. Çalışma kapsamında da kullanılan deprem yer hareket düzeyleri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Dört farklı deprem yer hareket düzeyi için deprem parametre değerleri ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Çizelge 3.1. Deprem yer hareketi düzeyleri (TBDY-2018) [24]

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

Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması kullanılarak 15 adet yığma yapının bulundukları konumların her biri için farklı deprem yer hareket düzeyleri için en büyük yer ivmesi (PGA), en büyük yer hızı (PGV) değerlerinin karşılaştırılması Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Farklı aşılma olasılıkları için elde edilen PGA ve PGV değerleri

No	PGA (g)				PGV (cm/s)			
	50 yılda aşılma olasılığı				50 yılda aşılma olasılığı			
	2%	10%	50%	68%	2%	10%	50%	68%
1	0.535	0.295	0.113	0.075	36.072	19.181	7.034	4.590
2	0.536	0.295	0.113	0.075	36.120	19.203	7.040	4.593
3	0.539	0.296	0.112	0.074	36.281	19.299	7.050	4.534
4	0.539	0.295	0.113	0.075	36.030	19.162	7.028	4.538
5	0.538	0.296	0.113	0.074	36.207	19.264	7.041	4.530
6	0.483	0.269	0.104	0.069	33.128	17.866	6.663	4.316
7	0.404	0.231	0.092	0.062	28.565	15.808	6.603	4.001
8	0.405	0.231	0.092	0.062	28.628	15.837	6.072	4.006
9	0.407	0.233	0.092	0.062	28.774	15.906	6.093	4.016
10	0.408	0.233	0.092	0.062	28.828	15.931	6.101	4.021
11	0.408	0.233	0.092	0.062	28.847	15.941	6.104	4.021
12	0.525	0.297	0.120	0.083	33.700	18.310	6.923	4.569
13	0.523	0.296	0.120	0.083	33.581	18.259	6.908	4.559
14	0.523	0.296	0.120	0.083	33.603	18.262	6.908	4.560
15	0.523	0.301	0.121	0.084	34.310	18.479	6.953	4.612

Aynı uygulama kullanılarak farklı deprem yer hareket düzeyleri için kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (S_s), 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı (S_1), değerlerinin karşılaştırılması Çizelge 3.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Farklı aşılma olasılıkları için elde edilen S_s ve S_1 değerleri

No	S_s				S_1			
	50 yılda aşılma olasılığı				50 yılda aşılma olasılığı			
	2%	10%	50%	68%	2%	10%	50%	68%
1	1.317	0.702	0.258	0.172	0.396	0.208	0.074	0.048
2	1.319	0.703	0.258	0.173	0.396	0.208	0.075	0.048
3	1.328	0.708	0.258	0.170	0.398	0.208	0.075	0.048
4	1.315	0.701	0.257	0.172	0.395	0.207	0.074	0.048
5	1.325	0.706	0.258	0.170	0.397	0.208	0.075	0.048
6	1.188	0.641	0.239	0.159	0.368	0.196	0.072	0.046
7	0.987	0.544	0.210	0.140	0.326	0.178	0.067	0.044
8	0.990	0.543	0.210	0.141	0.327	0.178	0.067	0.044
9	0.996	0.548	0.211	0.141	0.328	0.179	0.067	0.044

10	0.998	0.549	0.211	0.141	0.329	0.179	0.067	0.044
11	0.999	0.550	0.212	0.142	0.329	0.179	0.067	0.044
12	1.294	0.698	0.275	0.190	0.378	0.204	0.075	0.048
13	1.289	0.696	0.274	0.189	0.377	0.203	0.075	0.048
14	1.291	0.696	0.274	0.189	0.377	0.203	0.075	0.048
15	1.327	0.708	0.278	0.192	0.383	0.204	0.076	0.049

İncelenen tüm yapılarda yerel zemin koşullarının aynı olması ve yapıların birbirlerine oldukça yakın olmaları hesaplanan deprem parametrelerinin birbirine oldukça yakın çıkmasına neden olmuştur. İncelenen yığma binalar için yerel zemin sınıfları, ortalama zemin sınıfı olarak dikkate alınmıştır. Ortalama zemin sınıfı ZC olarak alınmış olup bu zemine ait yerel zemin sınıfı özellikleri Çizelge 3.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. ZC için yerel zemin özellikleri (TBDY-2018)

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		$(V_s)_{30}$ [m/s]	$(N_{60})_{30}$ [darbe /30cm]	$(C_u)_{30}$ [kPa]
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360-760	> 50	> 250

İncelenen yapıların geometrik konumları ve ZC yerel zemin sınıfı dikkate alındığında deprem uygulaması yardımı ile elde edilen deprem parametreleri Çizelge 3.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.5. İncelenen yapı konumları için elde edilen deprem parametre değerleri

Nokta	F_s	F_1	S_{DS}	S_{D1}	T_A	T_B	T_{AD}	T_{BD}
1	1.200	1.500	1.584	0.595	0.075	0.376	0.025	0.125
2	1.200	1.500	1.583	0.594	0.075	0.375	0.025	0.125
3	1.300	1.500	0.221	0.072	0.065	0.326	0.022	0.109
4	1.300	1.500	0.334	0.111	0.066	0.332	0.022	0.111
5	1.300	1.500	0.221	0.072	0.065	0.326	0.022	0.109
6	1.300	1.500	0.207	0.069	0.067	0.334	0.022	0.111
7	1.200	1.500	1.184	0.489	0.083	0.413	0.028	0.138
8	1.300	1.500	0.183	0.066	0.072	0.360	0.024	0.120
9	1.300	1.500	0.183	0.066	0.072	0.360	0.024	0.120
10	1.200	1.500	1.198	0.493	0.082	0.412	0.027	0.137
11	1.300	1.500	0.185	0.066	0.072	0.358	0.024	0.119
12	1.200	1.500	1.153	0.567	0.073	0.365	0.024	0.122
13	1.300	1.500	0.246	0.072	0.069	0.293	0.020	0.098
14	1.300	1.500	0.246	0.072	0.059	0.293	0.020	0.098
15	1.200	1.500	0.361	0.114	0.072	0.361	0.024	0.120

Yerel zemin sınıfı tüm yapılarda aynı olduğu için yerel zemin katsayıları (F_s ve F_1) aynı değerleri almıştır. Bu durum tasarım spektral ivme katsayıları (S_{DS} , S_{D1}), yatay ve düşey tasarım spektrum köşe periyotları (T_A , T_B , T_{AD} , T_{BD}) için de geçerliliğini korumuştur. Aksi takdirde, farklı illerde yer alacak farklı coğrafik konumlarda bu değerler arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır.

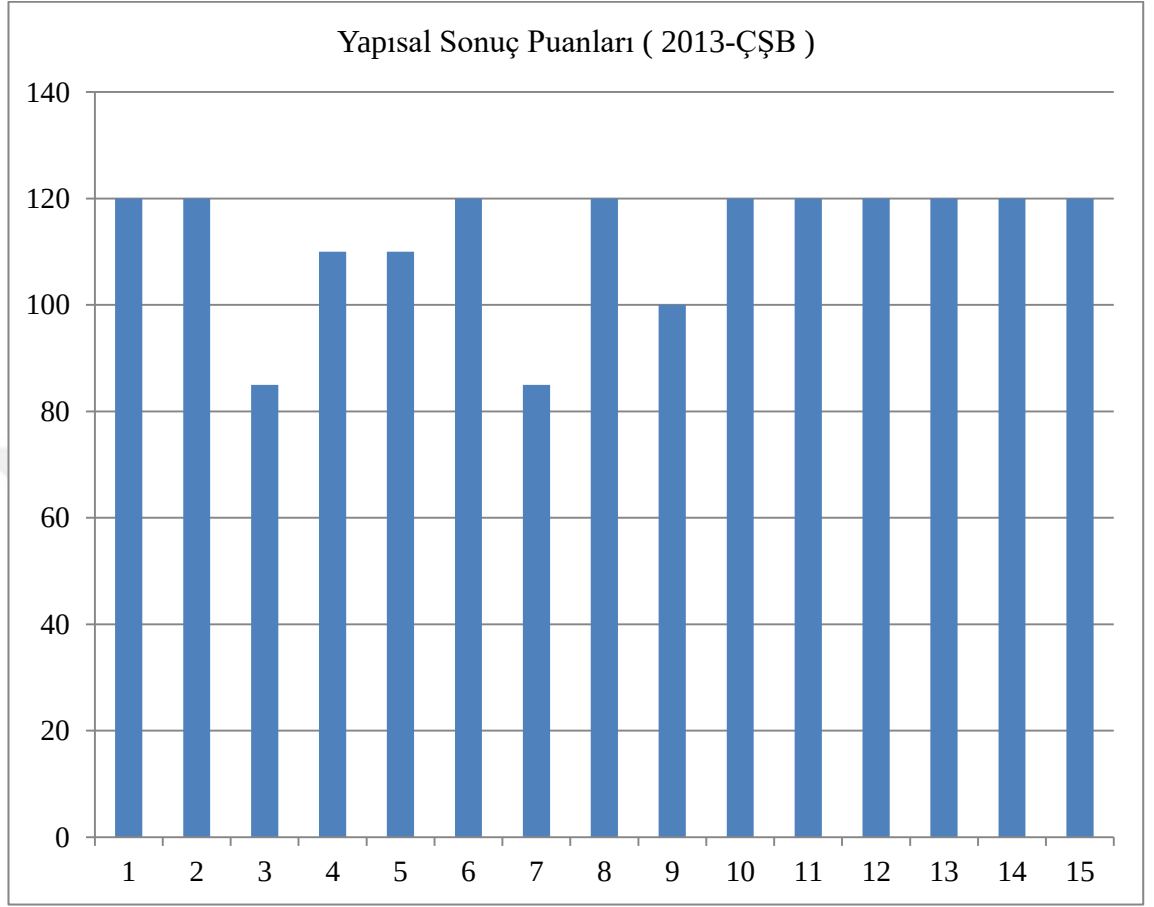
3.1. ÇŞB I. Aşama Değerlendirme Yöntemi (2013) Sonuçları

İncelenen 15 farklı yığma yapı için 2013 yılındaki değerlendirme yöntemi için elde edilen yapısal sonuç puanları ve yapısal parametre değerleri Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. İncelenen bina parametre ve yapısal sonuç puanları

Parametre	Bina no														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Yığma Bina türü	Donatısız Yığma	Donatısız Yığma	Donatısız Yığma	Donatısız Yığma	Donatısız Yığma	Donatısız Yığma	Donatısız Yığma	Donatısız Yığma	Donatısız Yığma	Donatısız Yığma	Donatısız Yığma	Donatısız Yığma	Donatısız Yığma	Donatısız Yığma	Donatısız Yığma
Serbest Kat adedi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Yapı nizamı	Ayrık	Ayrık	Bitişik	Ayrık	Ayrık	Ayrık	Ayrık	Ayrık	Bitişik köşe	Ayrık	Ayrık	Ayrık	Ayrık	Ayrık	Ayrık
Mevcut durum ve görünen kalite	İyi	İyi	Kötü	İyi	İyi	İyi	Kötü	İyi	Orta	İyi	İyi	Orta	İyi	İyi	İyi
Planda Olumsuzluklar (Geometri)	Düzenli	Düzenli	Düzenli	Düzenli	Düzenli	Düzenli	Düzenli	Düzenli	Düzenli	Düzenli	Düzenli	Düzenli	Düzenli	Düzenli	Düzenli
Planda Olumsuzluklar (Duvar miktarı)	İyi	İyi	İyi	Kötü	Kötü	İyi	Kötü	İyi	İyi	İyi	İyi	İyi	İyi	İyi	İyi
Hasar var / yok	Yok	Yok	Var	Yok	Yok	Yok	Var	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Boşluk düzeni	Düzenli	Düzenli	Az Düzenli	Az Düzenli	Az Düzenli	Düzenli	Az Düzenli	Düzenli	Az Düzenli	Düzenli	Düzenli	Düzenli	Düzenli	Düzenli	Düzenli
Kat farklılığı	Yok	Yok	Var	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Yumuşak kat	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Arazi eğimi	Düz	Düz	Düz	Düz	Düz	Düz	Düz	Düz	Düz	Düz	Düz	Düz	Düz	Düz	Düz
Deprem tehlikesive zemin sınıfı	II-Z3	II-Z3	II-Z3	II-Z3	II-Z3	II-Z3	II-Z3	II-Z3	II-Z3	II-Z3	II-Z3	II-Z3	II-Z3	II-Z3	II-Z3
Yapısal Sonuç Puanı	120	120	85	110	110	120	85	120	100	120	120	120	120	120	120

Elde edilen bu sonuçlara göre incelenen binalara ait yapısal sonuç puanları Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. İncelenen yığma yapılara ait sonuç puanları (2013-ÇŞB)

Bu yöntemde, incelenen 15 yığma yapıya bakıldığında en riskli yapı 85 deprem puanı ile 3 ve 7 numaralı yapıdır. Bu iki yapıda Kahramanmaraş depremlerinde farklı düzeylerde yapısal hasarlar almıştır. 1, 2, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14 ve 15 numaralı yapılarda herhangi bir olumsuzluk olmadığı için en yüksek puana sahip olup en düşük riskli yapı grubundadırlar.

3.2. I. Aşama Değerlendirme Yöntemi (2019-ÇŞB) Sonuçları

İncelenen 15 farklı yığma yapı için 2019 yılındaki değerlendirme yöntemi için elde edilen yapısal sonuç puanları ve yapısal parametre değerleri Çizelge 3.7’da verilmiştir.

Çizelge 3.7. İncelenen yığma yapılara ait parametre değerleri (2019)

Bina No	1	2	3	4	5
Kat adedi	1	1	1	1	1
Yapı Nizamı	Ayrık	Ayrık	Ayrık	Ayrık	Köşede bitişik
Malzeme Kalitesi	İyi	İyi	Kötü	İyi	Kötü
Duvar İşçiliği	İyi	İyi	Kötü	İyi	Kötü
Mevcut Hasar	Yok	Yok	Var	Yok	Yok
Planda Düzensizlik	Yok	Yok	Yok	Var	Var
Yatay Hatıl Yetersizliği	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Duvar Miktarı Yetersizliği (DM)	Çok	Çok	Çok	Çok	Çok
Düşey Boşluk Düzensizliği	Yok	Yok	Yok	Yok	Var
Cepheye Göre Kat Farklılığı	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Yumuşak Kat /Zayıf Kat	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Harç Malzemesi	İyi	İyi	İyi	İyi	Kötü
Duvar-Duvar Bağlantısı	İyi	İyi	Kötü	İyi	İyi
Döşeme tipi	Betonarme	Betonarme	Toprak	Toprak	Toprak
Duvar-Döşeme Bağlantısı	İyi	İyi	Kötü	İyi	Kötü
Çatı Malzemesi	Kiremit	Kiremit	Toprak	Toprak	Toprak
Yapısal sistem puanı	110	110	55	105	50
Bina No	6	7	8	9	10
Kat adedi	1	1	1	1	1
Yapı Nizamı	Ayrık	Ayrık	Ayrık	Bitişik Köşede	Ayrık
Malzeme Kalitesi	İyi	Kötü	İyi	Kötü	İyi
Duvar İşçiliği	İyi	Kötü	İyi	Kötü	İyi
Mevcut Hasar	Yok	Var	Yok	Yok	Yok
Planda Düzensizlik	Yok	Var	Yok	Yok	Yok
Yatay Hatıl Yetersizliği	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Duvar Miktarı Yetersizliği (DM)	Çok	Çok	Çok	Çok	Çok

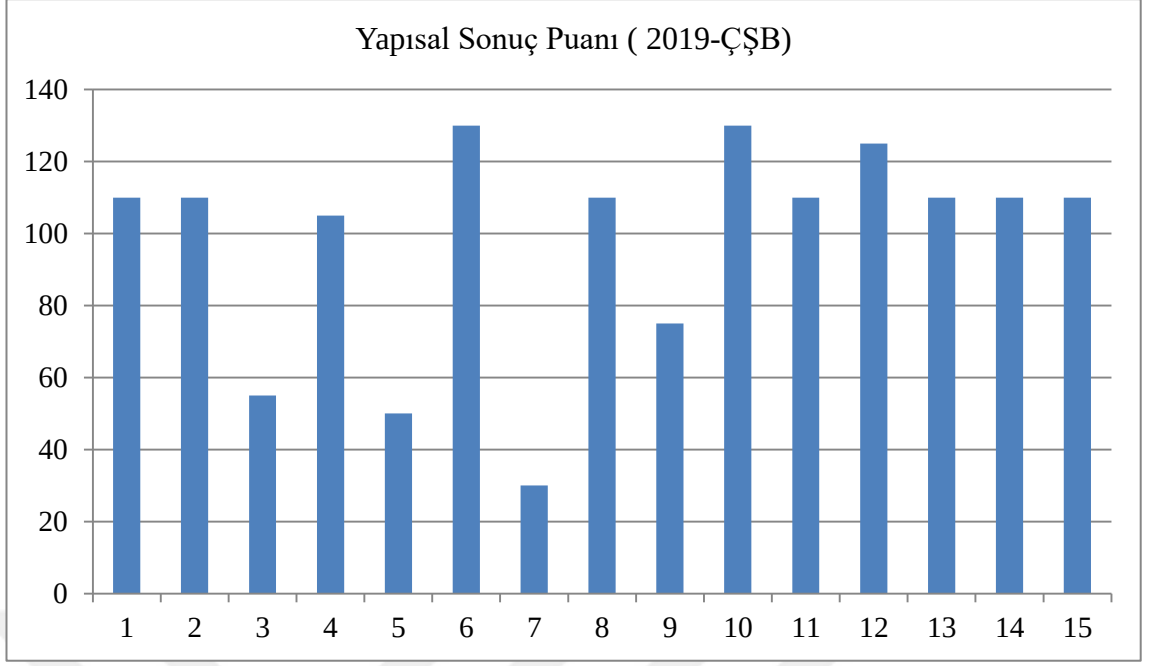
Düşey Boşluk Düzensizliği	Yok	Yok	Yok	Var	Yok
Cepheye Göre Kat Farklılığı	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Yumuşak Kat /Zayıf Kat	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Harç Malzemesi	İyi	İyi	İyi	Kötü	İyi
Duvar-Duvar Bağlantısı	İyi	Kötü	İyi	İyi	İyi
Döşeme tipi	Betonarme	Toprak	Betonarme	Betonarme	Betonarme
Duvar-Döşeme Bağlantısı	İyi	Kötü	İyi	İyi	İyi
Çatı Malzemesi	Sac	Toprak	Beton	Beton	Sac
Yapısal sistem puanı	130	30	110	70	130
Bina No	11	12	13	14	15
Kat adedi	1	1	1	1	1
Yapı Nizamı	Ayrık	Ayrık	Ayrık	Ayrık	Ayrık
Malzeme Kalitesi	İyi	İyi	İyi	İyi	İyi
Duvar İşçiliği	İyi	İyi	İyi	İyi	İyi
Mevcut Hasar	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Planda Düzensizlik	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Yatay Hatıl Yetersizliği	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Duvar Miktarı Yetersizliği	Çok	Çok	Çok	Çok	Çok
Düşey Boşluk Düzensizliği	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Cepheye Göre Kat Farklılığı	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Yumuşak Kat /Zayıf Kat	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Harç Malzemesi	İyi	Kötü	İyi	İyi	İyi
Duvar-Duvar Bağlantısı	İyi	İyi	İyi	İyi	İyi
Döşeme tipi	Betonarme	Betonarme	Betonarme	Betonarme	Betonarme
Duvar-Döşeme Bağlantısı	İyi	İyi	İyi	İyi	İyi
Çatı Malzemesi	Sac	Beton	Sac	Sac	Sac
Yapısal sistem puanı	110	125	110	110	110

Türk Hızlı değerlendirme yöntemi kullanılarak elde edilen parametre puan değerleri ve yapısal sonuç puanları Çizelge 3.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.8. İncelenen yapılara ait parametre değerleri ve yapısal sonuç puanları

Parametre	Yapı No														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Taban Puanı	110	110	130	130	130	130	110	110	110	130	110	130	110	110	110
Yapı Nizamı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Malzeme Kalitesi	0	0	-20	0	-20	0	-20	0	-20	0	0	0	0	0	0
Duvar İşçiliği	0	0	-10	0	-10	0	-10	0	-10	0	0	0	0	0	0
Mevcut Hasar	0	0	-5	0	0	0	-5	0	0	0	0	0	0	0	0
Planda Düzensizlik	0	0	0	-5	-10	0	-5	0	0	0	0	0	0	0	0
Yatay Hatıl Yetersizliği	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Duvar Miktarı Yetersizliği (DM)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Düşey Boşluk Düzensizliği	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cepheye Göre Kat Farklılığı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yumuşak Kat /Zayıf Kat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Döşeme Tipi	0	0	-30	-10	-30	0	-30	0	-5	0	0	-5	0	0	0
Harç Malzemesi															
Duvar-Duvar Bağlantısı															
Duvar-Döşeme Bağlantısı															
Çatı Malzemesi	0	0	-10	-10	-10	0	-10	0	0	0	0	0	0	0	0
Yapı performans puanı	110	110	55	105	50	130	30	110	75	130	110	125	110	110	110

Elde edilen bu sonuçlara göre incelenen binalara ait yapısal sonuç puanları Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. İncelenen yığma yapılara ait sonuç puanları (2019-ÇŞB)

Bu yöntemde kullanılan 15 yığma yapının sonuçlarına bakıldığında en düşük puanı alan yapı 30 deprem puanı ile 7 numaralı yapıdır. En yüksek deprem puanını alan yapılar 6 ve 10 numaralı yapıdır. 1, 2, 8, 11, 13, 14 ve 15 numaralı yapılarda herhangi bir olumsuzluk olmamasına rağmen deprem puanları en yüksek olanlar grubunda değildir. Bunun sebebi taban puan belirlenirken deprem tehlike bölgesine bakıldığında $S_{DS} \geq 1.0$ olduğundan yapı taban puanı 110 alınmıştır. İncelenen yığma yapılardan puanı düşük olan yığma yapının puanı yüksek olan yığma yapıya göre deprem anında hasar alma ihtimali daha yüksektir.

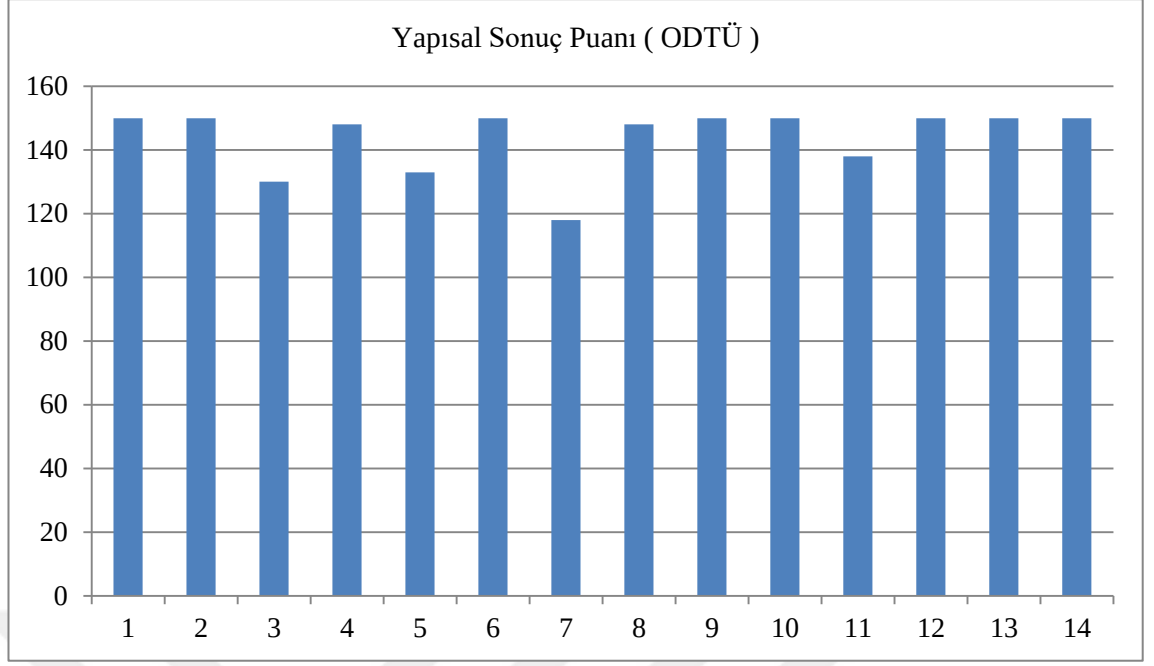
3.3. 1-5 Katlı Yığma ve Karma Binalar için I. Kademe Değerlendirme (ODTÜ) Sonuçları

İncelenen 15 farklı yığma yapı için ODTÜ değerlendirme yöntemi için elde edilen yapısal sonuç puanları ve yapısal parametre değerleri Çizelge 3.9’da verilmiştir.

Çizelge 3.9. İncelenen yapılara ait parametre değerleri ve yapısal sonuç puanları

Bina No	Duvar Boşluk Oranı	Duvar Boşluk Düzeni	Görünen Kalite	Çarpışma Etkisi	Hız Bölgesi	Yapısal Puan
1	İyi	Düzenli	İyi	Yok	III	150
2	İyi	Düzenli	İyi	Yok	III	150
3	İyi	Düzenli	Kötü	Yok	III	130
4	İyi	Düzenli	Kötü	Yok	III	148
5	Orta	Az düzenli	Orta	Var	III	133
6	İyi	Düzenli	İyi	Yok	III	150
7	Kötü	Az düzenli	Kötü	Yok	III	118
8	İyi	Düzenli	İyi	Yok	III	150
9	İyi	Az düzenli	İyi	Yok	III	148
10	İyi	Düzenli	İyi	Yok	III	150
11	İyi	Düzenli	İyi	Yok	III	150
12	Orta	Az düzenli	Orta	Yok	III	138
13	İyi	Düzenli	İyi	Yok	III	150
14	İyi	Düzenli	İyi	Yok	III	150
15	İyi	Düzenli	İyi	Yok	III	150

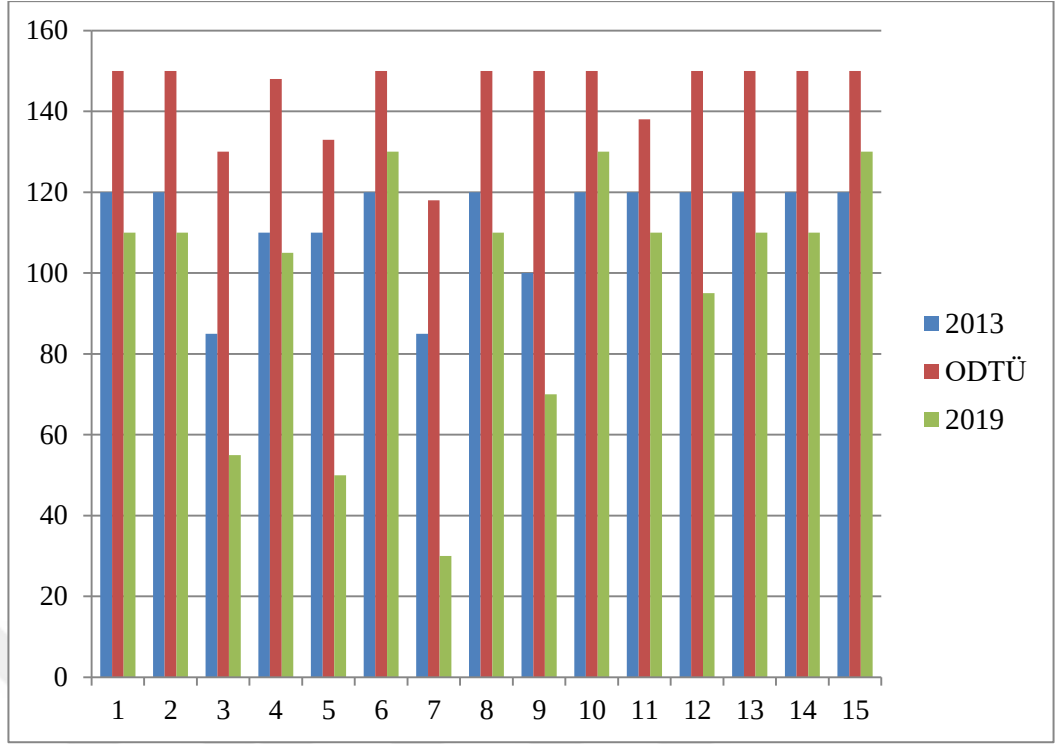
Elde edilen bu sonuçlara göre incelenen binalara ait deprem puanları Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.3. İncelenen yığma yapılara ait sonuç puanları (ODTÜ)

Bu yöntemde incelenen 15 yığma yapının sonuç puanlarına bakıldığında değerlendirilen 15 yığma yapıda II hız bölgesinde olduğu için taban puanları 150'dir. Her olumsuzluk için olumsuzluk puanına bakılarak azaltılan puanlar sonucunda en düşük puana sahip yığma yapı 118 puan ile 7 numaralı yığma yapı olmuştur. 1, 2, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14 ve 15 numaralı yapı bu yöntemde bulunan herhangi bir olumsuzluk bulunmadığı için 150 puan ile en yüksek puana sahip yığma yapılar olmuştur.

Çalışma kapsamında kullanılan her üç yöntemden elde edilen yapısal sonuç puanlarının karşılaştırılması Şekil 3.4'te gösterilmiştir



Şekil 3.4. Üç yöntem için elde edilen sonuçların karşılaştırılması

Çalışmada kullanılan her üç yöntemde kullanılan parametrelerin karşılaştırılması Çizelge 3.10'da yapılmıştır.

Çizelge 3.10. Kullanılan yöntemlerde kullanılan parametrelerin karşılaştırılması

Parametre	2013	ODTÜ	2019
Kat Adedi	+	+	+
Yapı Nizamı	+	-	+
Malzeme Kalitesi	-	-	+
Duvar İşçiliği	-	-	+
Mevcut Hasar	+	+	+
Planda Düzensizlik	+	-	+
Yatay Hatıl Yetersizliği	-	-	+
Duvar Miktarı Yetersizliği (DM)	+	-	+
Düşey Boşluk Düzensizliği	+	-	+

Cepheye Göre Kat Farklılığı	+	-	+
Yumuşak Kat /Zayıf Kat	+	-	+
Harç Malzemesi	-	-	+
Duvar-Duvar Bağlantısı	-	-	+
Döşeme Tipi	-	-	+
Duvar-Döşeme Bağlantısı	-	-	+
Çatı Malzemesi	-	-	+
Bina Türü	+	-	+
Arazi Eğimi	+	-	+
Deprem Tehlikesi ve Zemin Sınıfı	+	-	+
Görünen Yapı Kalitesi	+	+	+
Duvar Boşluk Oranı	-	+	+
Duvar Boşluk Düzeni	-	+	+
Çarpışma Etkisi	-	+	+
Hız Bölgesi	-	+	-

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kırsal kesimlerin hakim yapı stoku olan yığma yapılarda oluşan hasarlar, bu yapıların deprem etkisi altındaki davranışlarının çok zayıf olduğunu ortaya koymaktadır. Bunun en temel sebebi herhangi bir mühendislik hizmeti alınmadan ve depreme dayanıklı yapı tasarım ilkelerine uyulmadan inşa edilmeleridir. Yöresel ustalar tarafından yöresel yapı teknolojileri kullanılarak inşa edilen ve ekonomik olan bu tür yapılar günümüzde de yaygın olarak kullanılmaya devam edilmektedir. Bu çalışma kapsamında dikkate alınan yığma yapılar 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin önemli ölçüde etkilediği üç ilden biri olan Adıyaman ilinde yer almaktadır. Bölgede hasar alan yığma yapılar incelendiğinde genel olarak bu tür yapılarda oluşan hasarların esas nedenleri aşağıdaki gibi maddeler halinde verilebilir;

- Ağır toprak dam etkisi
- Köşe-köşe ve döşeme-duvar birleşim bölgelerinde kenetlenmelerinin yetersiz olması
- Kullanılan duvar ve birleşim malzeme dayanımlarının düşük olması
- Kötü duvar işçiliği
- Yatay ve düşeyde yeterli hatılların kullanılmaması
- Farklı türde duvar malzemelerinin birlikte kullanılması
- Duvar ve kullanılan harç arasında yetersiz aderans
- Duvarı meydana getiren katmanlar arası yetersiz kenetlenme

Çalışmada ayrıca 15 farklı tek katlı yığma yapı için ülkemizde yığma yapıların bölgesel risk önceliklerinin belirlenmesi amacı doğrultusunda kullanılan üç farklı hızlı değerlendirme yöntemi dikkate alınarak bu yapılar arasında risk önceliklendirilmesi yapılmıştır. Her üç yöntemde de yapıda bulunan serbest kat adedi ve tehlike bölgesi dikkate alınarak bir taban puan elde edilmekte ve yapıda bulunan her bir olumsuzluk parametresi için bu taban puan azaltılarak yapının risk önceliğinde kullanılacak sonuç puanı elde edilmektedir. Dikkate alınan her üç yöntemde de yapının kalitesi sonuç puanını doğrudan etkilemektedir. Bu tez çalışmasında kullanılan üç farklı hızlı değerlendirme yönteminde kullanılan parametreleri karşılaştırdığında, 2019 yılında güncellenen yönteminin diğer iki yönteme göre daha detaylı parametrelerin olduğu ve daha hassas sonuçlar verdiği görülmektedir. Bölgesel risk önceliklerinin belirlenmesinde kullanılan hızlı değerlendirme yöntemleri hem yasal bir zemine

oturtulmuş, hem de birçok parametre kullanılarak daha çok geliştirilmiştir. 2013 ve ODTÜ yöntemlerinde daha az parametre dikkate alınmakta ve bu parametreler genel olarak yapının kaba işlemlerini ilgilendirmektedir. Oysaki 2019 yönteminde yığma yapıların en önemli unsuru olan taşıyıcı duvarların cephe uzunlukları sayısal olarak dikkate alınmaktadır. İncelenen yığma yapılardan puanı düşük olan yığma yapının puanı yüksek olan yığma yapıya göre deprem anında hasar alma ihtimali daha yüksektir. Ancak bu yöntemler kullanılarak yapıların deprem dirençlerinin düşük olduğu söylenemez. Detaylı yapısal analizler gerçekleştirilerek yapılar ile ilgili sonuç kararları verilmelidir. Hızlı değerlendirme yöntemleri sadece yapılar arasında bölgesel risk önceliklerinin belirlenmesinde kullanılabilmektedir.

Bu bağlamda, özellikle kırsal kesimlerde yer alan yığma yapılar için bu yöntemler kullanılarak risk önceliklerine karar verilerek bu yapılar ile ilgili nihai kararlar vermek olası bir depremde önce alınabilecek tedbirlerden biridir.

KAYNAKLAR

- [1] E. Işık, “Consistency of the rapid assessment method for reinforced concrete buildings”, *Earthquakes and Structures*, vol.11, no.5, pp.873-885, 2016, <https://doi.org/10.12989/eas.2016.11.5.873>.
- [2] E. Işık, “ The evaluation of existing buildings in Bitlis province using a visual screening method”, *Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Science*, vol. 17, no.1, pp.173-178, 2013
- [3] S.K. Jain, K. Mitra, M. Kumar and M. Shah, “A proposed rapid visual screening procedure for seismic evaluation of RC-frame buildings in India”, *Earthquake Spectra*, vol. 26, no.3, pp.709-729, 2010, <https://doi.org/10.1193/1.3456711>.
- [4] M.A. Bülbül, E. Harirchian, M.F. Işık, S.E. Aghakouchaki Hosseini and E. Işık, “A hybrid ANN-GA model for an automated rapid vulnerability assessment of existing RC buildings”, *Applied Sciences*, vol.12, no10, pp.5138, 2022, <https://doi.org/10.3390/app12105138>.
- [5] İ.B. Karaşin, B. Eren and E. Işık, “Mevcut bir yığma yapının farklı hızlı değerlendirme yöntemleri ile değerlendirilmesi”, *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, vol.5, no.2, pp.70-76, 2016.
- [6] A. Özsoy Özbay and I. Sanrı Karapınar, “Tarihi bölgelerdeki yığma yapıların deprem güvenliği ön değerlendirmesi”, *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, vol.11, no.1, pp.1-11, 2021, <https://doi.org/10.7212/karaelmasfen.888714>.
- [7] V.S. Bicen, E. Işık, E. Arkan and A.E. Ulu, “A study on determination of regional earthquake risk distribution of masonry structures”, *ArtGRID Journal of Architecture, Engineering & Fine Arts*, vol.2, no.2, pp.74-86, 2020.
- [8] E. Arkan, E. Işık, E. Harirchian, M. Topçubaşı and F. Avcil, “Architectural characteristics and determination seismic risk priorities of traditional masonry structures: a case study for Bitlis (Eastern Türkiye)”, *Buildings*, vol.13, no.4, pp.1042, 2023, <https://doi.org/10.3390/buildings13041042>.
- [9] E. Işık, “Bitlis ilinde bulunan yığma yapı stoğunun sokak tarama yöntemi ile değerlendirilmesi”, *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, vol.2, no.1, pp.21-29, 2013.
- [10] G. Angjeliu, G. Cardani and E. Garavaglia, “Rapid assessment of seismic vulnerability of historic masonry structures through fragility curves approach

- and national database data”, *Developments in the Built Environment*, vol.14, no.100140, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2023.100140>.
- [11] G. Giacco, G. Mariniello, S. Marrone, D. Asprone and C. Sansone, “Toward a system for post-earthquake safety evaluation of masonry buildings”, In *International Conference on Image Analysis and Processing*. Cham: Springer International Publishing, pp. 312-323, 2022.
- [12] M. Hadzima-Nyarko, V. Mišetić and D. Morić, “Seismic vulnerability assessment of an old historical masonry building in Osijek, Croatia, using Damage Index”, *Journal of Cultural Heritage*, vol.28, pp.140-150, 2017, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2017.05.012>.
- [13] N. Ademović, T., Kalman Šipoš and M. Hadzima-Nyarko, “Rapid assessment of earthquake risk for Bosnia and Herzegovina”, *Bulletin of Earthquake Engineering*, vol.18, pp.1835-1863, 2020, <https://doi.org/10.1007/s10518-019-00775-1>.
- [14] A. Khemis, A. Athmani and N. Ademović, “Rapid application of the RISK-UE LM2 method for the seismic vulnerability analysis of the Algerian masonry buildings”, *International Journal of Architectural Heritage*, pp.1-21, 2023, <https://doi.org/10.1080/15583058.2023.2195379>.
- [15] G. Achs and C.Adam, “Rapid seismic evaluation of historic brick-masonry buildings in Vienna (Austria) based on visual screening”, *Bulletin of Earthquake Engineering*, vol.10, p.p.1833-1856, 2012, <https://doi.org/10.1007/s10518-012-9376-5>.
- [16] M.F. Işık, E. Işık and E. Harirchian, “Application of IOS/Android rapid evaluation of post-earthquake damages in masonry buildings”. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, vol.7, no.1, pp.36-50, 202, doi:10.30855/gmbd.2021.01.05.
- [17] E. Işık, “Structural failures of adobe buildings during the February 2023 Kahramanmaraş (Türkiye) earthquakes”, *Applied Sciences*, vol.13, no.8937, <https://doi.org/10.3390/app13158937>.
- [18] E. Işık, F. Avcil, A. Büyüksaraç, R. İzol, M.H. Arslan, C.Aksoylu, ... and H. Ulutaş, “Structural damages in masonry buildings in Adıyaman during the Kahramanmaraş (Türkiye) earthquakes (Mw 7.7 and Mw 7.6) on 06 February 2023”, *Engineering Failure Analysis*, no.107405, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2023.107405>.

- [19] G. Özcebe, “Deprem Güvenliğinin Saptanması İçin Yöntemler Geliştirilmesi Sonuç Raporu”, *TÜBİTAK İÇTAG YMAÜ 1574 Nolu Araştırma Projesi*, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı (mülga) Yayınları, Ankara, 2004,
- [20] E. Işık ve M.H. Özlük “Ahlat ilçesinde bulunan yığma yapı stoğunun sokak tarama yöntemi ile değerlendirilmesi”, *II. Uluslararası Ahlat-Avrasya Bilim, Kültür ve Sanat Sempozyumu (25-27 Eylül 2013)*, Ahlat-Bitlis, 2013.
- [21] AFAD, <https://tdth.afad.gov.tr/> (erişim tarihi: 10.09.2023).
- [22] T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, “Riskli Binaların Tespit Esasları”, Ankara, Türkiye, 2013.
- [23] T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, “Riskli Binaların Tespit Esasları”, Ankara, Türkiye, 2019.
- [24] TBDY-2018, “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği,” Ankara: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara, Türkiye, 2018.